

Bologna, 06 settembre 2017

***Tecnologie e soluzioni strutturali
nella messa in sicurezza degli
stabilimenti produttivi***

Ing. Andrea Vittorio Pollini, PhD



ANCEBOLOGNA

Collegio Costruttori Edili

ANCE

FERRARA

ANCE

MODENA



CONFINDUSTRIA EMILIA

AREA CENTRO: le imprese di Bologna, Ferrara e Modena

IMPATTO ECONOMICO DEL TERREMOTO

GIAPPONE 2007 Niigata Earthquake – IMPIANTO PRODUZIONE COMPONENTI MECCANICI PER AUTO



- ❑ Produzione del 40% degli anelli per pistoni per le auto giapponesi.
 - ❑ Le strutture non hanno subito gravi danni.
 - ❑ I macchinari non erano adeguatamente protetti.
- **1,240 dei 1,840 (70%) dei pesanti macchinari hanno subito spostamenti o danni con l'interruzione della produzione per 10 giorni.**

IMPATTO ECONOMICO DEL TERREMOTO



- ❑ **Il fermo produttivo ha colpito l'intero settore di produzione di auto in Giappone.**
- ❑ **Numerosi impianti di assemblaggio in Giappone hanno sospeso la produzione per la mancanza di componenti per l'assemblaggio. Questo ha prodotto una perdita di produzione di 120.000 veicoli.**
- ❑ **L'azienda è fallita.**

IMPATTO ECONOMICO DEL TERREMOTO

SISMA EMILIA 2012

Evento sismico 20 Maggio 2012

- 7 vittime (4 nel crollo di edifici industriali)
- 50 feriti, 5000 sfollati

Evento sismico 29 Maggio 2012

- 20 vittime (13 nel crollo di edifici industriali)
- 300 feriti, 15000 sfollati



- ❑ territorio colpito produce circa 2% del PIL nazionale
- ❑ 500 edifici industriali con importanti danni strutturali - 3,000 edifici industriali inagibili - 50,000 attività interessate dal sisma
- ❑ 2.7 MILIARDI € STIMA PERDITE DIRETTE e dei danni attività produttive
- ❑ 3.1 MILIARDI € STIMA PERDITE INDIRETTE (business interruption) attività produttive

IMPATTO ECONOMICO DEL TERREMOTO

25%

DANNI STRUTTURALI

75%

DANNI NON STRUTTURALI

[documento FEMA E-74]



APPROCCIO TRADIZIONALE PROGETTAZIONE ANTISISMICA



APPROCCIO INNOVATIVO DISPOSITIVI ANTISISMICI



OBIETTIVI INTERVENTI RIDUZIONE RISCHIO SISMICO ATTIVITA' PRODUTTIVE:

- ottimizzazione rapporto costi intervento - livello di prestazione raggiunto
- riduzione invasività interventi
- limitazione interferenze con processi produttivi per attività industriali

TECNOLOGIE INNOVATIVE DI PROTEZIONE SISMICA

IL TERREMOTO NON E' UNA FORZA MA E' ENERGIA

NORMA EUROPEA		Dispositivi antisismici			UNI EN 15129	
Descrizione					DICEMBRE 2009	
Dispositivi di Vincolo Rigidi (RCDs)	Anti-seismic devices				risponde al prospetto 1	
	La norma riguarda la progettazione dei dispositivi antisismici, inclusi nelle strutture con lo scopo di modificarne la risposta all'azione sismica. Specifica i requisiti funzionali e le regole generali di progettazione in situazioni sismiche, le caratteristiche dei materiali, i requisiti di fabbricazione e di esecuzione delle prove, nonché i criteri per la valutazione della conformità, di installazione e di manutenzione. Fornisce anche i criteri per la marcatura CE.				risponde al prospetto 1	
Dispositivi di Vincolo a Istante Idrraulico (HFR)	5.2			-		
	Dispositivo di vincolo temporaneo (TCD)	5.3			-	Questo tipo di dispositivo è di solito denominato accoppiatore idraulico (STU)
Dispositivi dipendenti dallo spostamento (DDDs)	Dispositivo Lineare (LD)	6.1			-	
	Dispositivo Non lineare (NLD)	6.2			-	
Dispositivi dipendenti dalla velocità	Smorzatore fluido viscoso (FVD)	7.1			-	Questa rappresentazione grafica si applica anche al caso di smorzatori ad albero passante
	Smorzatore fluido-elastico (FSD)	7.1			-	
Isolatori Sismici	Isolatore Elastomerico	8.2				Gli isolatori sono illustrati nella condizione deformata per sottolineare la loro flessibilità laterale
	Appoggio gomma-piombo	8.2				
	Isolatore a scorrimento con superficie curva	8.3				I simboli si applicano ad ambedue i tipi con una o due o superfici curve
	Isolatore a scorrimento con superficie piana	8.4				I simboli si applicano sia al tipo 2.3 (appoggio a vaso multidirezionale) sia al tipo 3.5 (appoggio sferico multidirezionale) nel prospetto 1 della EN 1337-1:2000 (*)

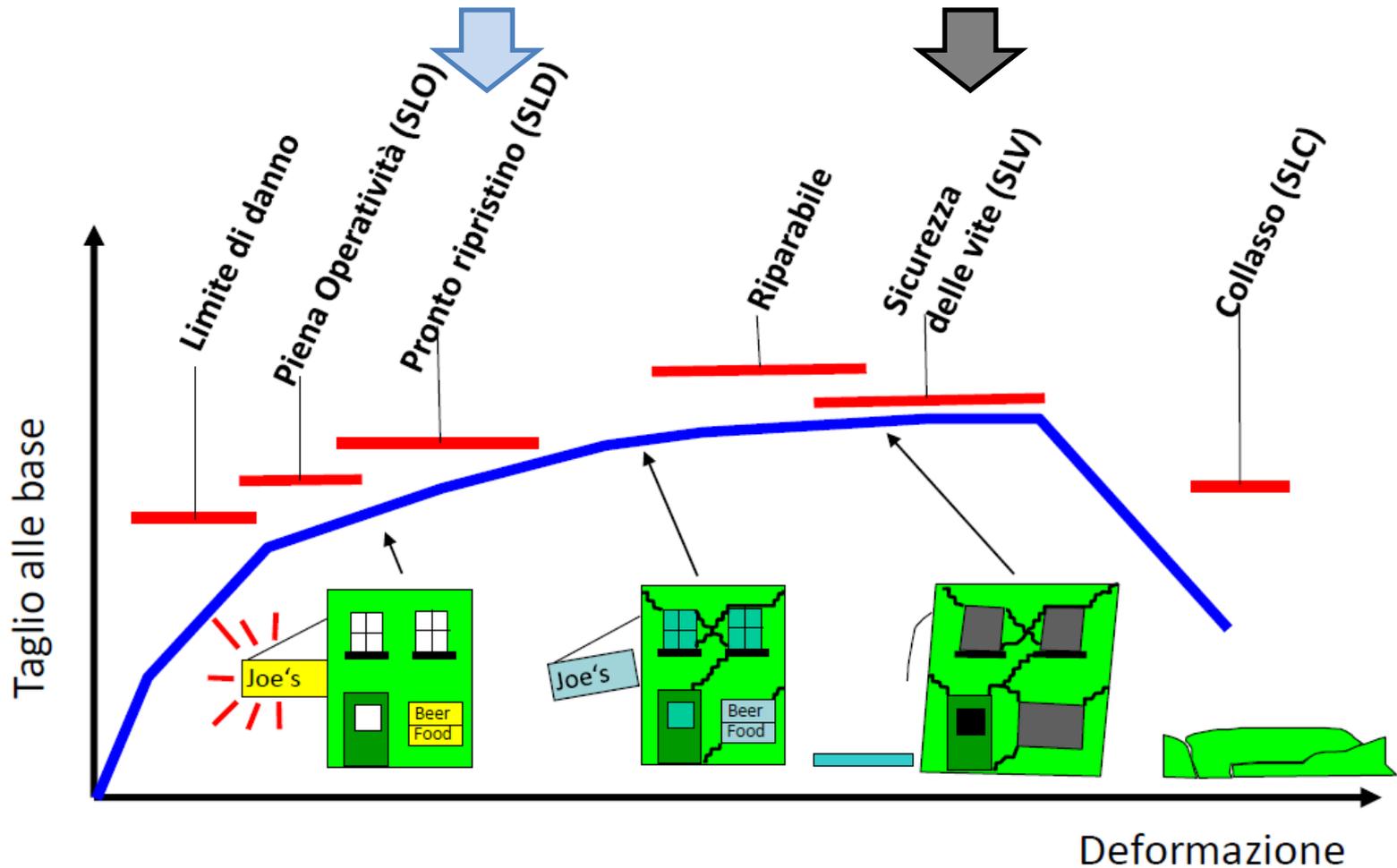


DISPOSITIVI ANTISISMICI: «... *elementi che contribuiscono a modificare la risposta sismica di una struttura, ad esempio incrementando il periodo fondamentale della struttura, modificando la forma dei modi di vibrare fondamentali, incrementando la dissipazione di energia, limitando la forza trasmessa alla struttura e/o introducendo vincoli permanenti o temporanei che migliorano la risposta sismica.*»

TECNOLOGIE INNOVATIVE DI PROTEZIONE SISMICA

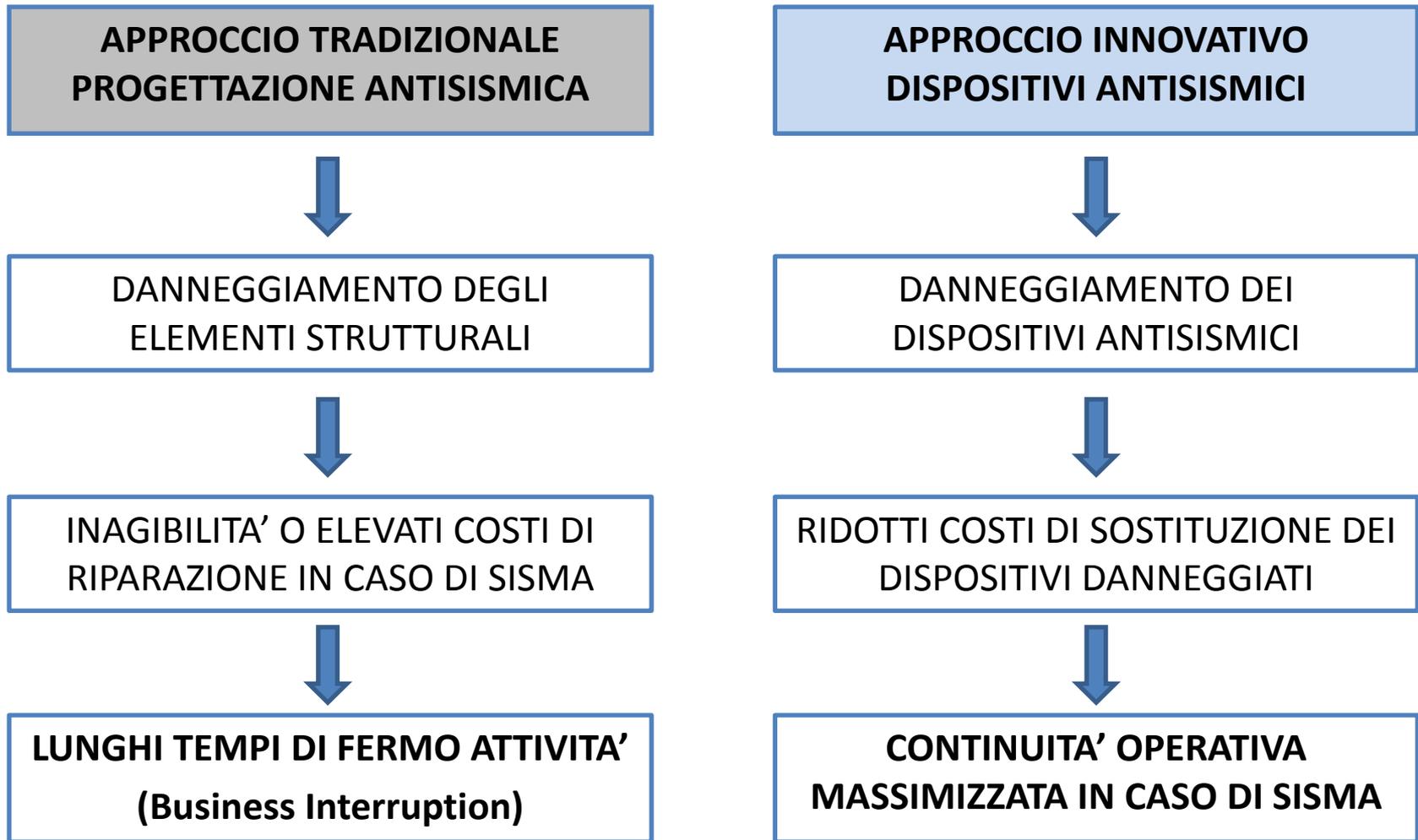
APPROCCIO INNOVATIVO
DISPOSITIVI ANTISISMICI

APPROCCIO TRADIZIONALE
PROGETTAZIONE ANTISISMICA

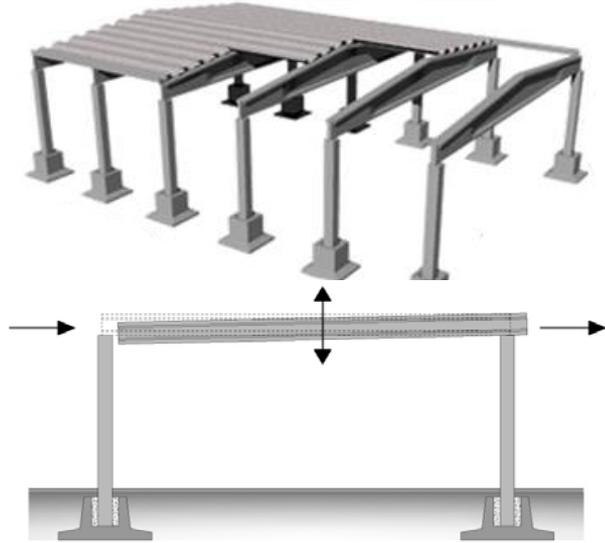


© R. Hamburger

TECNOLOGIE INNOVATIVE DI PROTEZIONE SISMICA



EDIFICI INDUSTRIALI PREFABBRICATI



PRINCIPALE VULNERABILITA' SISMICA DOVUTA A CONNESSIONI TRA ELEMENTI PREFABBRICATI BASATE SULL'ATTRITO:

- Travi di copertura appoggiate sui pilastri
 - Assenza di vincoli di tipo meccanico
 - Trasmissione forze orizzontali solo per attrito
- AZIONE SISMICA → PERDITA DI APPOGGIO**



SISMA EMILIA – RIFERIMENTI NORMATIVI

D.L. 6 giugno 2012 n.74 (convertito in Legge 01/08/2012 n.122)

Interventi immediati per il superamento dell'emergenza

FASE 1 – ELIMINAZIONE CARENZE STRUTTURALI PIÙ RILEVANTI

ART. 3, COMMA 8 LEGGE n.122/2012:

- a) mancanza di collegamenti tra elementi strutturali verticali e elementi strutturali orizzontali e tra questi ultimi;
- b) presenza di elementi di tamponatura prefabbricati non adeguatamente ancorati alle strutture principali;
- c) presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso.

FASE 2 – INTERVENIRE in maniera estesa e sistematica PER IL CONSEGUIMENTO DELLE PRESTAZIONI RICHIESTE DA ART. 3, COMMA 10 LEGGE n.122/2012 (60 % della sicurezza richiesta ad un edificio nuovo)

EVITARE CROLLI PER PERDITA DI EQUILIBRIO



COLLEGARE IN MODO EFFICACE ELEMENTI STRUTTURALI

SISMABONUS E CLASSIFICAZIONE RISCHIO SISMICO

RIFERIMENTI NORMATIVI:

Legge di Stabilità 2017 (approvata 21 dicembre 2016)

DDMM n. 58 del 28/02/2017 e n. 65 del 07/03/2017 (Decreto «SISMABONUS»)

Linee Guida per la classificazione del rischio sismico delle costruzioni



PER STRUTTURE ASSIMILABILI AI CAPANNONI INDUSTRIALI

Passaggio alla classe di rischio immediatamente superiore «eseguendo solamente interventi locali di rafforzamento, anche in assenza di una preventiva attribuzione di una classe di rischio»

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Interventi per eliminare:

- carenze nelle unioni tra elementi strutturali (es. trave-pilastro, copertura-trave);
- carenza della connessione tra il sistema di tamponatura esterna degli edifici prefabbricati e la struttura portante;
- carenza di stabilità dei sistemi presenti internamente al capannone industriale (macchinari, impianti e/o scaffalature).



**SISMABONUS
70%**

Nell'intervenire su tali costruzioni è comunque opportuno che il dimensionamento dei collegamenti avvenga con riferimento al criterio di gerarchia delle resistenze, adottando collegamenti duttili, prevedendo sistemi di ancoraggio efficaci, e pertanto lontani dai lembi esterni degli elementi, e idonei sistemi anti caduta/ribaltamento, laddove non si riesca a limitare in altro modo gli spostamenti.

SOLUZIONI TRADIZIONALI D'INTERVENTO

REALIZZAZIONE DI COLLEGAMENTI NEI NODI TRA ELEMENTI PREFABBRICATI MEDIANTE CARPENTERIA METALLICA

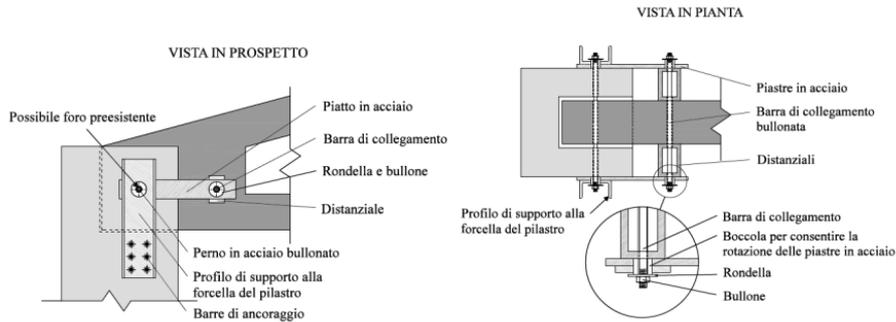
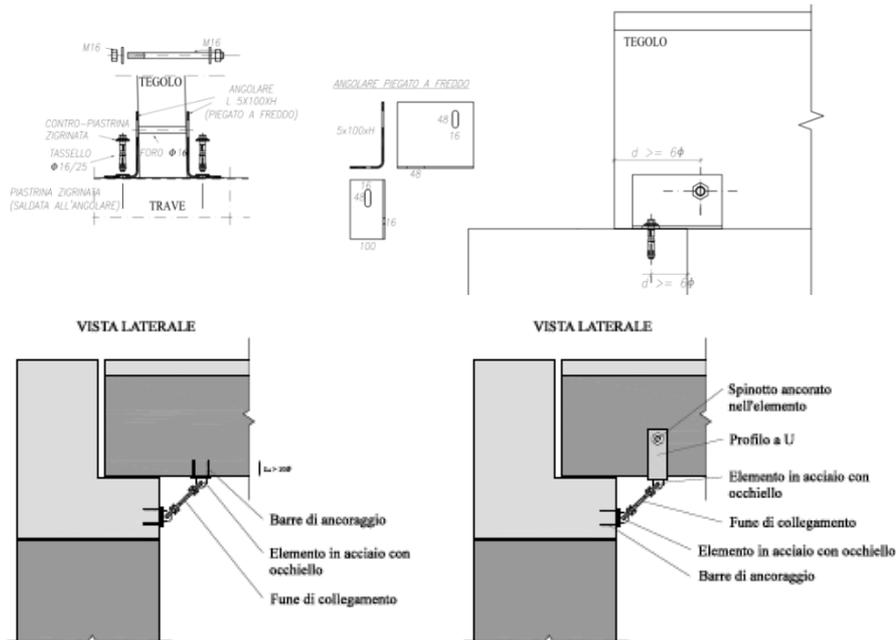


Figura 83 – Intervento su connessione trave-pilastro mediante perni e piastre in acciaio



REALIZZAZIONE COLLEGAMENTI RIGIDI TRA ELEMENTI PREFABBRICATI



- PERMETTE DI EVITARE PERDITA DI EQUILIBRIO
- PERMETTE DI ATTINGERE ALLE EFFETTIVE RISORSE RESISTENTI DEI PILASTRI
- **TRASFERIMENTO DELLE SOLLECITAZIONI A PILASTRI E FONDAZIONI**
- **POSSIBILE NECESSITÀ DI INTERVENTI INVASIVI SU PILASTRI E FONDAZIONI PER OTTENERE UN MIGLIORAMENTO A LIVELLO GLOBALE**



DISPOSITIVI ANTISISMICI A FUSIBILE DISSIPATIVO

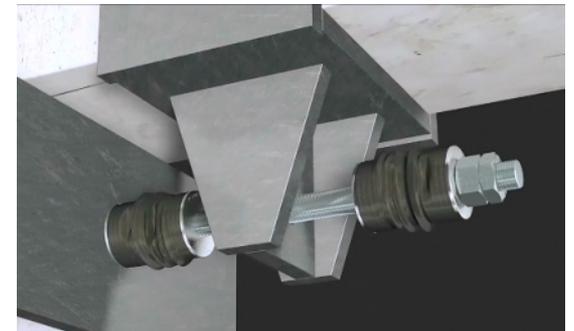
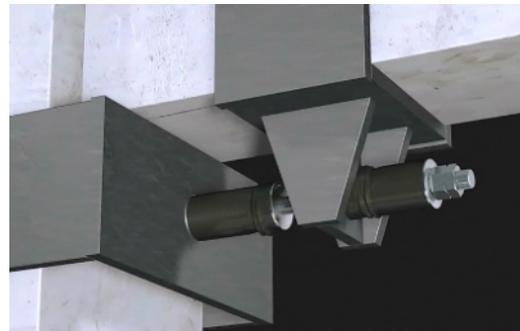
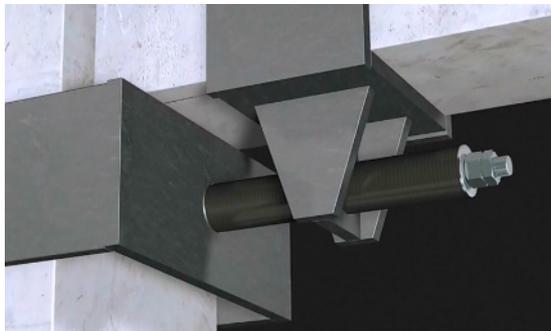
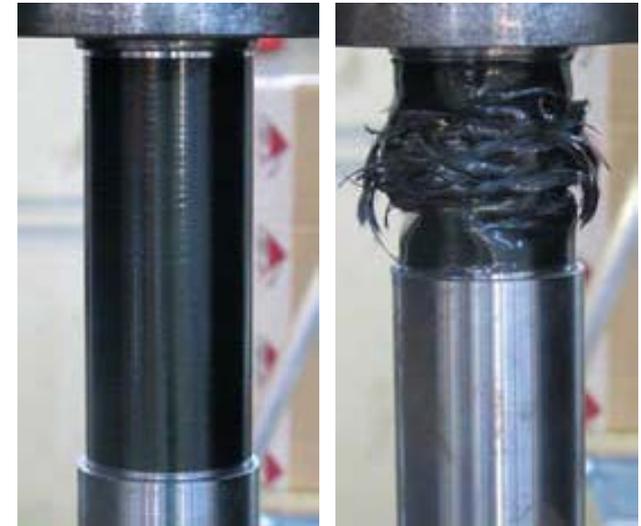
OBIETTIVI PRINCIPALI:

- ❑ COLLEGARE GLI ELEMENTI STRUTTURALI
- ❑ LIMITARE GLI SFORZI TRASFERITI ALLA STRUTTURA in caso di evento sismico, dissipando energia e agendo da fusibile meccanico della struttura



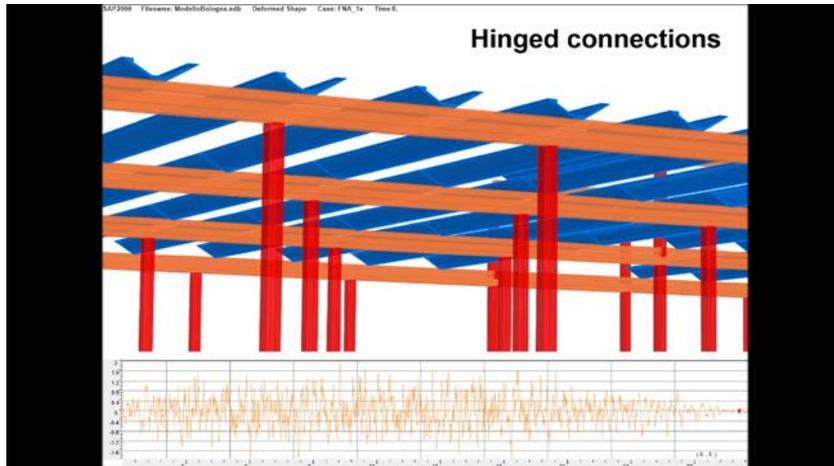
Realizzazione di una **CONNESSIONE DISSIPATIVA** tra elementi prefabbricati mediante dispositivi antisismici a fusibile meccanico in acciaio e fibra di carbonio

**PROGETTO SISMOCELL
UNIBO – REGLASS**

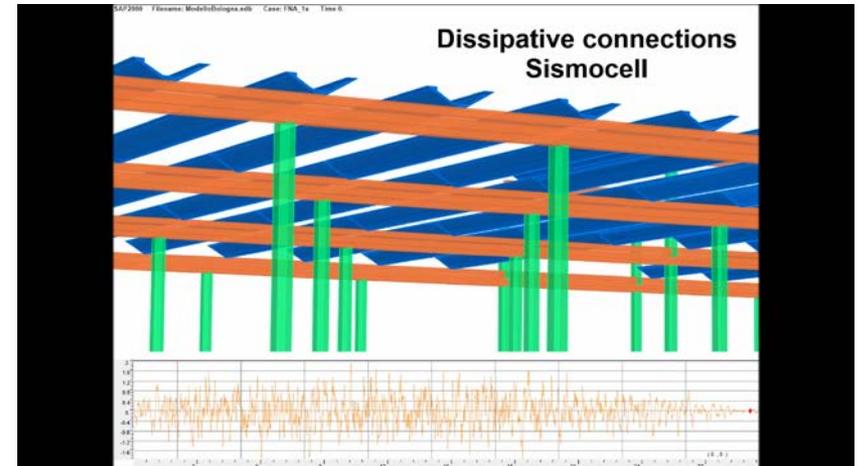


DISPOSITIVI ANTISISMICI A FUSIBILE DISSIPATIVO

VINCOLO RIGIDO
ALLE ESTREMITA' DELLE TRAVI



VINCOLO A FUSIBILE DISSIPATIVO
NEL NODO TRAVE-PILASTRO



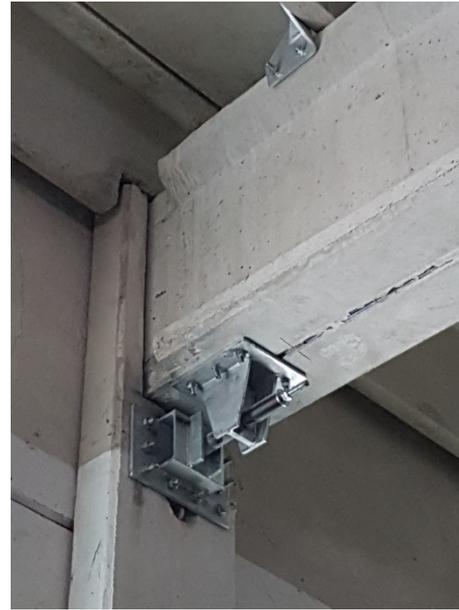
DISPOSITIVI ANTISISMICI A FUSIBILE DISSIPATIVO



- ❑ **COSTO REALIZZAZIONE INTERVENTI DI ELIMINAZIONE CARENZE UNIONI TRA ELEMENTI STRUTTURALI PREFABBRICATI CON DISPOSITIVI ANTISISMICI A FUSIBILE (rif. I FASE Legge n.122/2012): 20-30 €/mq**
di cui **COSTO FORNITURA DISPOSITIVI ANTISISMICI A FUSIBILE: 5-10 €/mq**

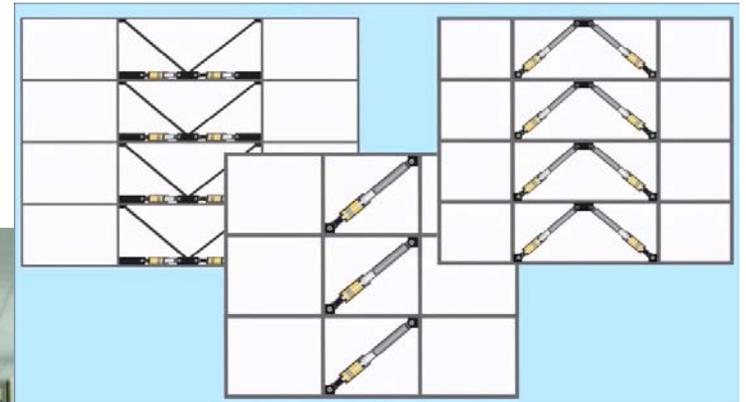
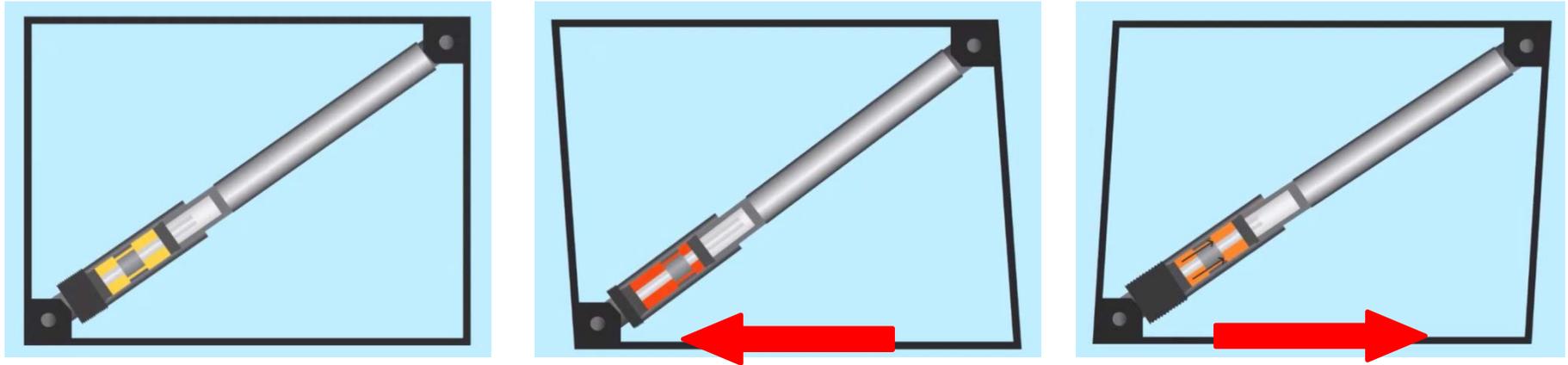
MIGLIORAMENTO SISMICO CON DISPOSITIVI ANTISISMICI

CASE HISTORY 1



- ❑ EDIFICIO PREFABBRICATO IN ZONA SISMICA 3
- ❑ SUPERFICIE COMPLESSIVA: 4950 mq
- ❑ OBIETTIVO: **riduzione rischio sismico mediante eliminazione carenze unioni tra elementi strutturali prefabbricati (rif. Decreto «Sismabonus»)**
- ❑ DURATA CANTIERE: 15 GG LAVORATIVI
- ❑ COSTO FORNITURA DISPOSITIVI ANTISISMICI: **3 €/mq**
- ❑ COSTO COMPLESSIVO REALIZZAZIONE INTERVENTI: **19 €/mq**

MIGLIORAMENTO SISMICO CON DISPOSITIVI ANTISISMICI



MIGLIORAMENTO SISMICO CON DISPOSITIVI ANTISISMICI

CASE HISTORY 2

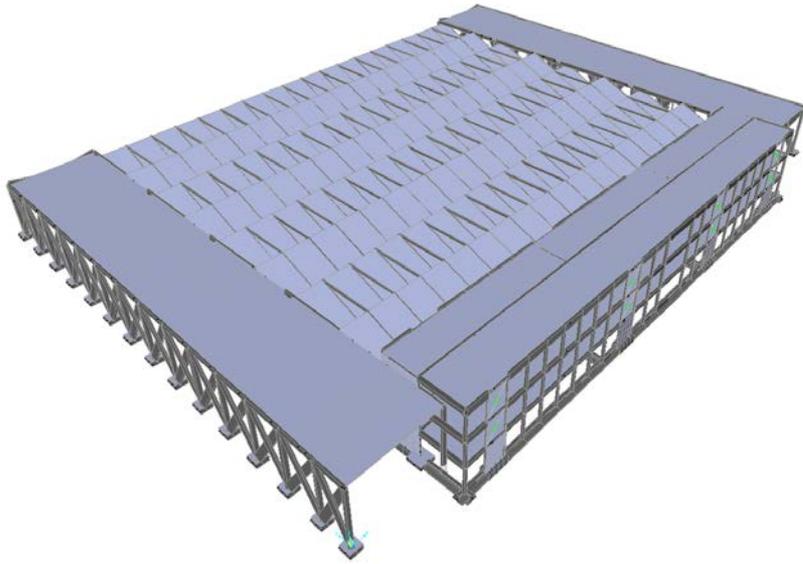


- ❑ EDIFICIO INDUSTRIALE IN ZONA SISMICA 3
- ❑ OBIETTIVO: **adeguamento sismico al 100% mediante dissipatori viscosi (tra setti dissipativi esterni e struttura) e ad instabilità impedita**
- ❑ DURATA CANTIERE: 1 ANNO
- ❑ COSTO COMPLESSIVO REALIZZAZIONE INTERVENTI: **1 MILIONE €**

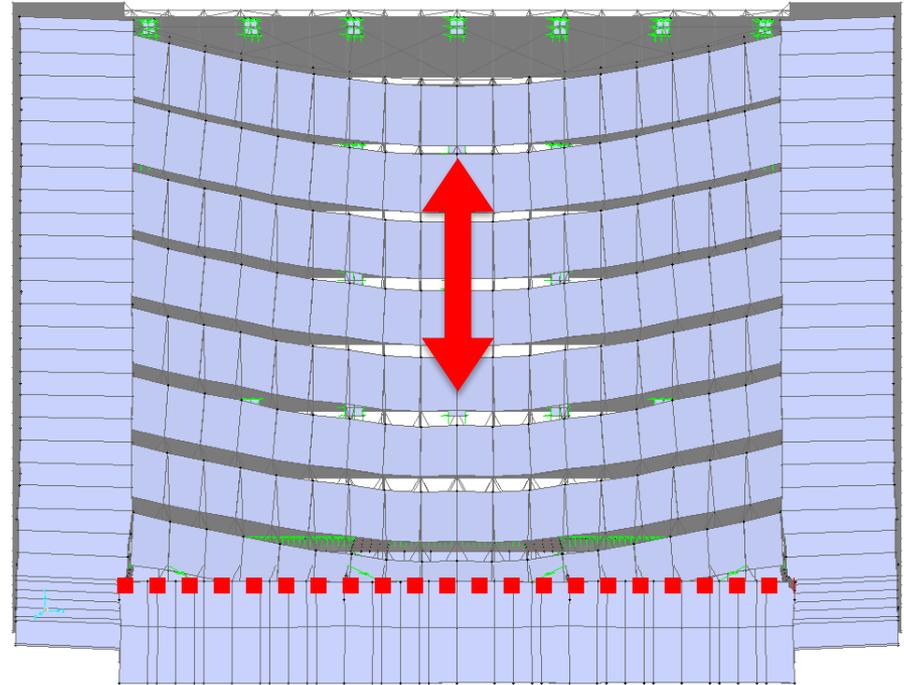


MIGLIORAMENTO SISMICO CON DISPOSITIVI ANTISISMICI

CASE HISTORY 3



Immagini fornite dal progettista Miyamoto Italia srl

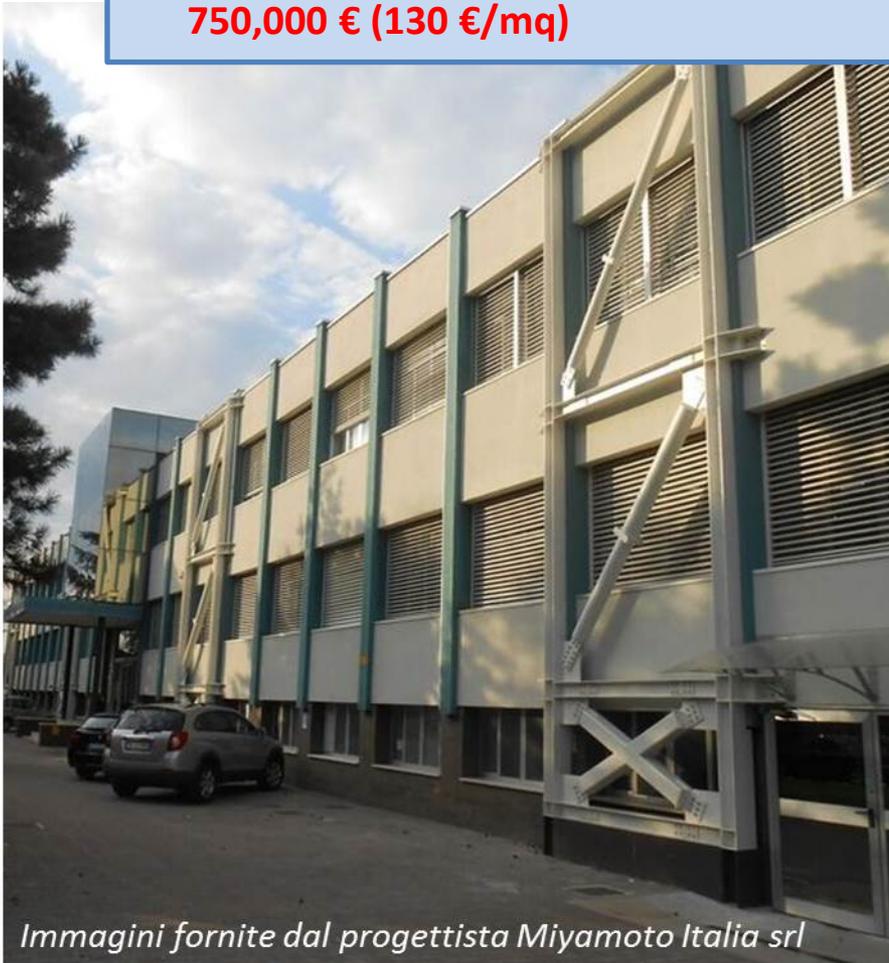


- EDIFICIO INDUSTRIALE IN ZONA SISMICA 3
- SUPERFICIE COMPLESSIVA: 5800 mq
- OBIETTIVO: **miglioramento sismico al 60% mediante dissipatori viscosi e ad instabilità impedita (rif. Legge n.122/2012)**

MIGLIORAMENTO SISMICO CON DISPOSITIVI ANTISISMICI

CASE HISTORY 3

- ❑ IMPORTO LAVORI PRIMA IPOTESI PROGETTUALE CON SOLUZIONI TRADIZIONALI (NON REALIZZATA): 1,500,000 €
- ❑ IMPORTO LAVORI INTERVENTI REALIZZATI MEDIANTE DISPOSITIVI ANTISISMICI: 750,000 € (130 €/mq)



Immagini fornite dal progettista Miyamoto Italia srl

CONCLUSIONI

- ❑ Obiettivo minimo: **riduzione rischio sismico** delle strutture e degli impianti con efficaci misure a costo contenuto
- ❑ Nel caso di attività produttive al tema della **salvaguardia della vita** si associa quello della **salvaguardia del patrimonio aziendale** e della **business continuity**
- ❑ Il **ritorno economico dell'investimento** può essere garantito attraverso l'impiego di **nuove tecnologie di protezione sismica** che forniscono **elevate prestazioni a costi contenuti e invasività limitata**

contatti

Ing. Andrea Vittorio Pollini, PhD

+39 339 4446026

andrea.pollini14@unibo.it