

Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## **Workshop**

**Progetto DPC\_ReLUIIS - triennio 2019-2021**

**Roma 5 luglio 2022**

### ***WP15 – CONTRIBUTI NORMATIVI PER ISOLAMENTO E DISSIPAZIONE***

***Coordinatori:***

***Prof. Giorgio Serino – Università di Napoli Federico II***

***Prof. Felice Carlo Ponzo – Università della Basilicata a Potenza***

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

n.	UR	Responsabile	Università	WP 15.1	WP 15.2	WP 15.3
1	UNIBAS_PO	Di Cesare	Basilicata	X	X	
2	POLIMI_QU	Quaglini	Politecnico di Milano	X		
3	UNINA_SE	Serino	Napoli Federico II	X	X	
4	UNIUD	Sorace	Udine		X	
5	UNIFI	Terenzi	Firenze		X	
6	UNICAL	Mazza	Calabria		X	
7	UNIPV	Pavese	Pavia	X		X
8	UNIBO	Silvestri	Bologna		X	X
9	UNINA_DE	De Luca	Napoli Federico II	X		X
10	UNINA_CO	Corbi	Napoli Federico II		X	
11	UNICAM	Dall'Asta	Camerino		X	

Titolo	Descrizione	Parti di Norma	Tipo di Prodotto
Task WP15.1 <a href="#">Dispositivi antisismici</a>	Aspetti normativi relativi ai <b>dispositivi antisismici</b> di isolamento e dissipazione	Capitolo 11.9	<b>Report esplicativi estesi</b> contenenti metodologie e risultati;
Task WP 15.2 <a href="#">Edifici esistenti</a>	Aspetti normativi relativi agli <b>interventi su edifici esistenti</b> con isolamento/dissipazione	Capitolo 7.10 e 8	<b>Commentario sintetico</b> di punti specifici delle norme e proposte di approfondimento / integrazione e omogeneizzazione con altre norme di settore;
Task WP 15.3 <a href="#">Ponti esistenti</a>	Aspetti normativi relativi agli <b>interventi su ponti esistenti</b> con isolamento/dissipazione	Capitolo 7.10	<b>Proposta di «Linee guida»</b> per la progettazione valide per le tipologie di dispositivi e strutture non esplicitamente trattate dalle norme.

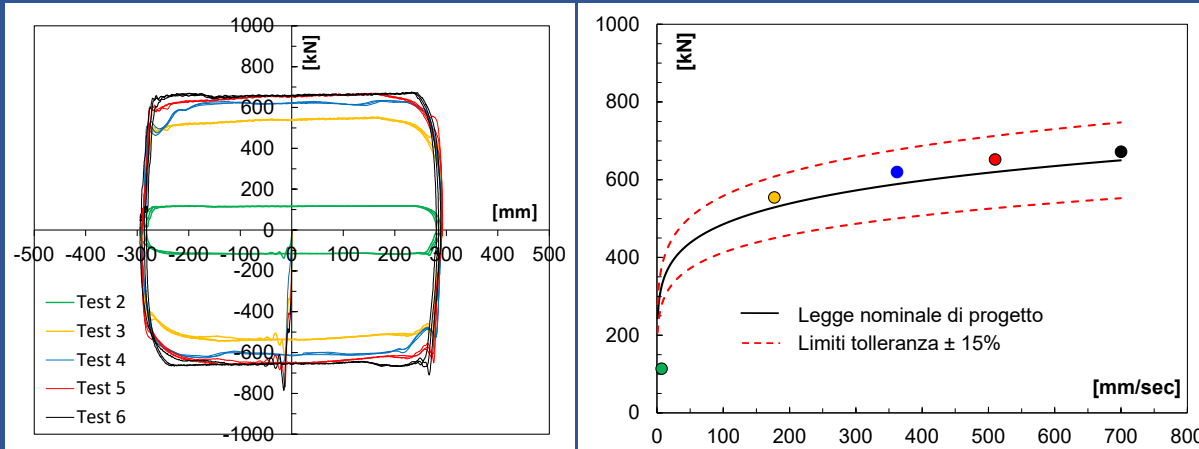
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.1: DISPOSITIVI ANTISISMICI

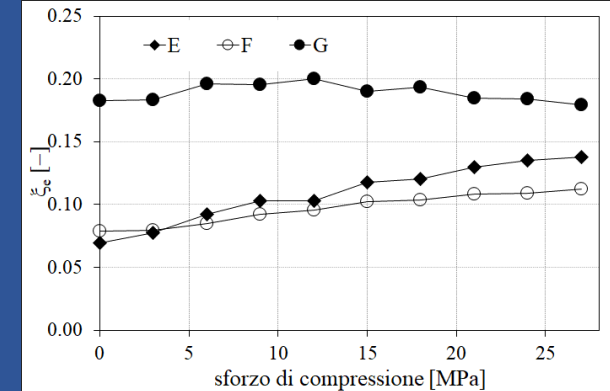
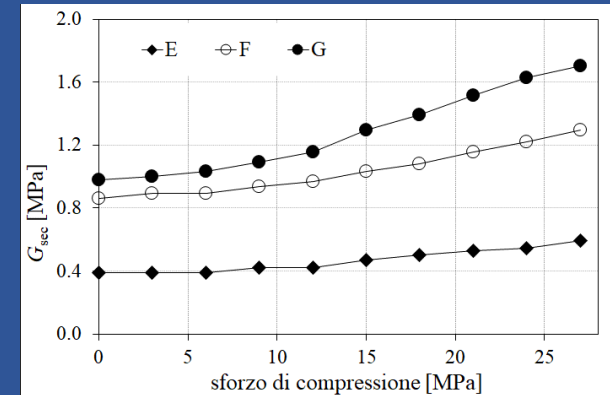
NTC 2018	Dispositivi	Obiettivi	Metodologia	Risultati
<b>11.9.3:</b> Procedure di Accettazione e Criteri di Conformità	Isolatori elastomerici e a scorrimento	Analizzare le più idonee metodologie di esecuzione delle prove individuando eventuali <b>limiti di non conformità</b>	Database delle prove di accettazione (distribuzione statistica, soglie di anomalia, etc.) ed esempio applicativo	Proposta di un <b>approccio multicriterio</b> per la definizione più idonea <b>dei criteri di conformità</b>
<b>11.9.5:</b> Dispositivi a comportamento non lineare (NLD)	Dissipatori isteretici	Investigare sulle <b>modalità di prova</b> che consentano di <i>replicare</i> l'effetto del <i>terremoto di progetto</i> in funzione del periodo fondamentale della struttura e della duttilità richiesta	Sperimentazione e analisi dinamiche non-lineari su edifici controventati. Analisi del quadro normativo internazionale	Proposta di integrazione del protocollo di prova di qualifica e accettazione con <b>indicazione del numero di cicli in funzione del periodo fond. strutturale e delle caratteristiche spettrali del terremoto</b>
<b>11.9.7:</b> Isolatori elastomerici	Isolatori elastomerici	Investigare gli <b>effetti del carico verticale</b> sulla rigidità orizzontale e lo smorzamento equivalente	Database sperimentale proprietà (G, $\xi$ ) delle mescole al variare del carico verticale. Analisi non-lineari su modello 3D di isolatore	Proposta di integrazione per la <b>definizione dei parametri sintetici</b> in funzione del carico verticale

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

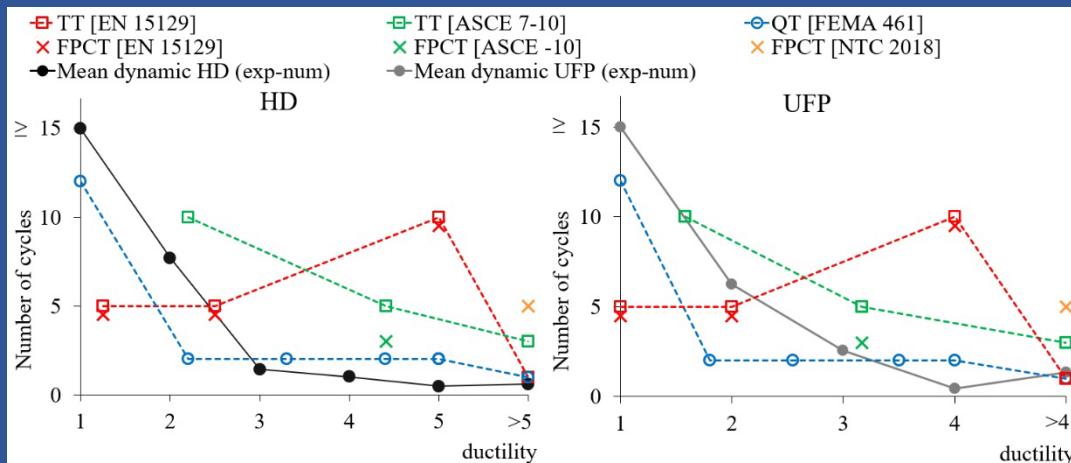
## WP 15.1: DISPOSITIVI ANTISISMICI



Prove di accettazione ai sensi delle NTC2018 su un dispositivo viscoso per la valutazione della legge costitutiva



Per dispositivi elastomerici, variazione del modulo a taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso equivalente con il livello di compressione dell'elastomero



Numero di cicli stimati da test dinamici sperimentali a confronto con i requisiti di norma per diversi dispositivi

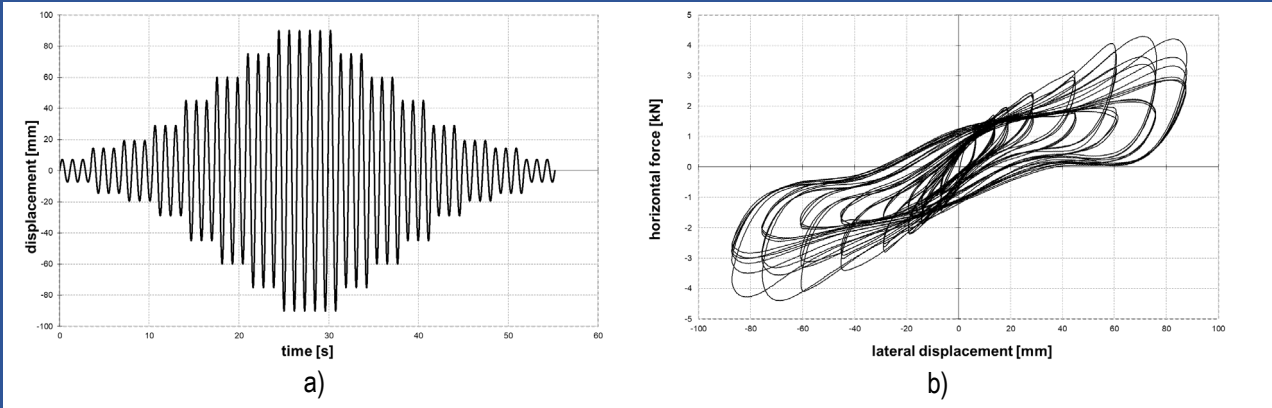
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.1: DISPOSITIVI ANTISISMICI

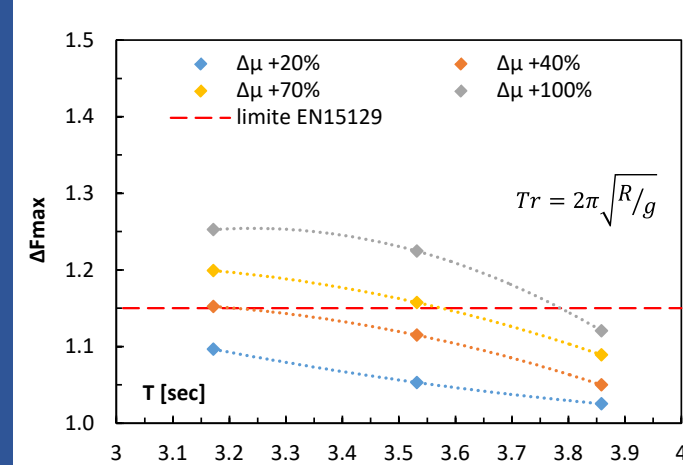
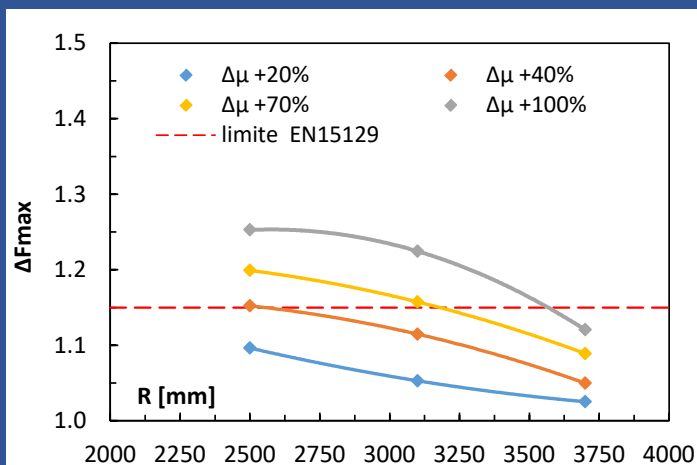
NTC 2018	Dispositivi	Obiettivi	Metodologia	Risultati
<b>11.9.7:</b> Isolatori elastomerici	Isolatori elastomerici  Isolatori fibro-rinforzati non vincolati	<b>Analizzare la Variabilità delle caratteristiche meccaniche</b> ottenute da prove di qualificazione rispetto ai valori riportati in <b>Tabella 11.9.IV</b>	analisi statistica del database di prove su isolatori elastomerici ad alto smorzamento (HDRB) e nucleo in piombo (LRB). Analisi dinamiche non-lineari	<b>Revisione dei limiti inferiori e superiori</b> della variabilità delle proprietà meccaniche degli isolatori e di valutazione del <b>carico critico</b>
<b>11.9.8:</b> Isolatori a scorrimento	Isolatori a scorrimento superficie curva	Investigare la <b>variabilità dei parametri costitutivi</b> e le ripercussioni sulle modalità di prova di qualificazione e di accettazione	analisi statistica del database di prove su pendoli semplici e doppi	Proposta di <b>revisione/integrazione dei limiti di variabilità</b> delle forze di reazione orizzontale del sistema
		<b>Spostamento in extra-corsa</b> in funzione delle caratteristiche geometriche e tecnologiche dell'isolatore	Prove sperimentali e analisi numeriche su modelli 3D di edifici in c.a. (WP3-RINTC)	Proposta <b>aggiornamento dei limiti di spostamento</b> di collasso.
		Analisi dell' <b>influenza della traiettoria</b> sul coefficiente di attrito degli isolatori	Analisi dei risultati di prove sperimentali unidirezionali e bidirezionali su slitte e pendoli doppi	Eventuali indicazioni aggiuntive su <b>scostamenti del coefficienti di attrito</b>

# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.1: DISPOSITIVI ANTISISMICI



Spostamento applicato ad isolatori elastomerici fibro-rinforzati, fino ad una deformazione tagliante del 300%, e corrispondente risposta forza – spostamento



Per isolatori a scorrimento, effetti delle variazioni dell'attrito in termini di incremento di forza alla base

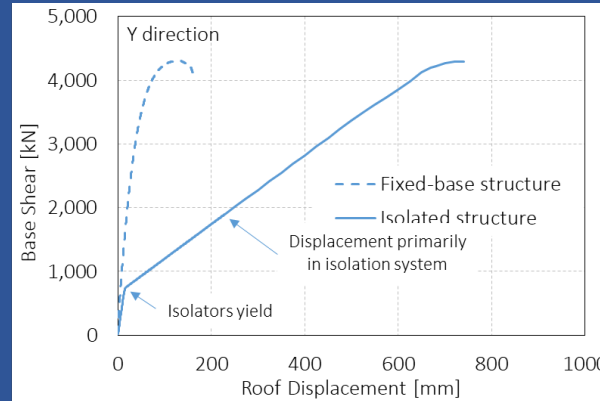
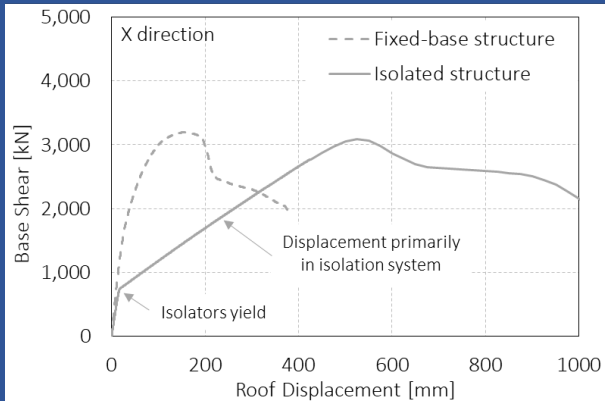
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.2: EDIFICI ESISTENTI - ISOLAMENTO

NTC 2018	Sistema	Obiettivi	Metodologia	Risultati
<b>7.10.5</b> Proprietà del sistema di isolamento, Modellazione e Analisi	Isolamento con <i>FPS</i>	Ridefinizione dei Limiti di applicabilità della <b>modellazione lineare equivalente</b> (ASCE/SEI 41-17)	caso studio di edificio in c.a. e analisi statiche lineari a confronto con analisi statiche e dinamiche non lineari al variare delle caratteristiche di progetto	Proposta di <b>revisione delle condizioni</b> per l'utilizzo.
		Possibilità di utilizzo del metodo di <b>analisi statica non lineare</b> (FEMA P695)		Proposta di <b>verifica mediante curva di capacità</b> per edifici isolati
	Isolatori elastomerici	Valutazione degli effetti della <b>variabilità delle caratteristiche meccaniche</b> degli isolatori durante la vita utile	Analisi dinamiche non lineari su casi studio facendo variare le proprietà meccaniche degli isolatori	Indicazioni progettuali aggiuntive relative agli <b>effetti sugli edifici isolati</b>
Isolatori fibrorinforzati non vincolati	Definizione di <b>modelli di isteresi trilineari</b>	Elaborazione dati prove sperimentali a taglio e compressione.	Indicazioni relative alla variabilità delle proprietà per effetto della temperatura e dell'invecchiamento	

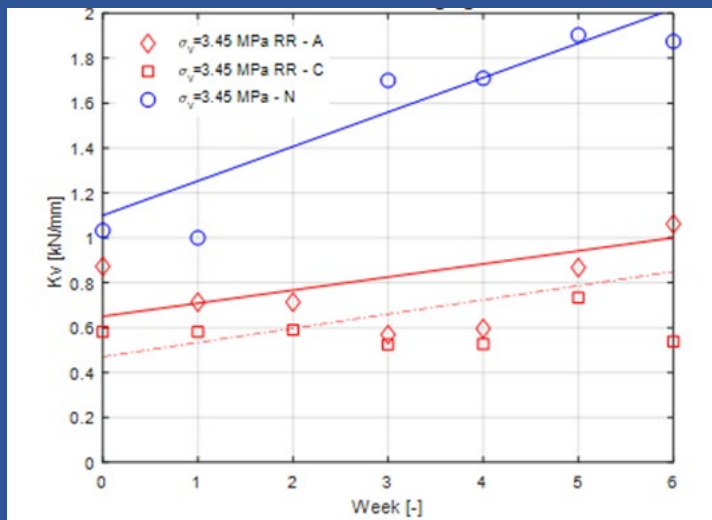
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.2: EDIFICI ESISTENTI - ISOLAMENTO

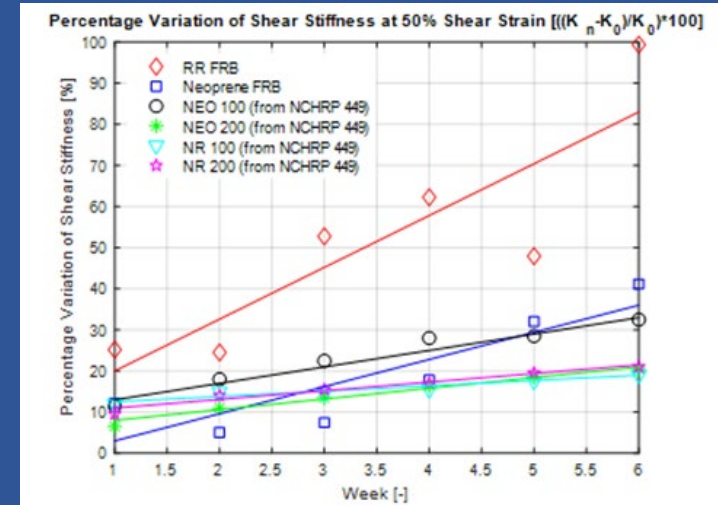


Curve di capacità a confronto tra le configurazioni a base fissa e isolata mediante dispositivi a scorrimento su superficie curva

Per isolatori fibro-rinforzati, percentuale di variazione della rigidità tagliante in funzione del tempo di invecchiamento



Per isolatori fibro-rinforzati, variazione della rigidità verticale in funzione del tempo di invecchiamento





# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.2: EDIFICI ESISTENTI - ISOLAMENTO

NTC 2018	<i>Sistema</i>	<i>Obiettivi</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
<b>7.10.6</b> Verifica	<i>Isolamento con FPS</i>	Valutazione dello <b>spostamento limite</b> per isolatori senza elementi di fine corsa	Costruzione di curve di fragilità per casi studio di edifici in c.a. mediante analisi dinamiche non lineari ( <b>WP3 - RINTC</b> )	Proposta di <b>revisione dello spostamento massimo</b> da considerare in verifica
	Misto, formato da Isolatori elastomerici e slitte	<b>Confronto con la normativa europea</b> dell'approccio di verifica proposto dalla normativa italiana	Casi studio di edifici in c.a. e analisi delle prestazioni della struttura adeguata	Proposta di <b>indicazioni aggiuntive per la verifica del sistema di isolamento</b>
	Isolatori elastomerici	Controllo degli <b>elementi non strutturali</b> di tamponatura nel piano e fuori piano	Analisi dinamiche non lineare di edifici isolati con struttura intelaiata e la presenza di tamponature	Proposta di indicazioni aggiuntive relative alla <b>valutazione del collasso sismico delle tamponature</b>

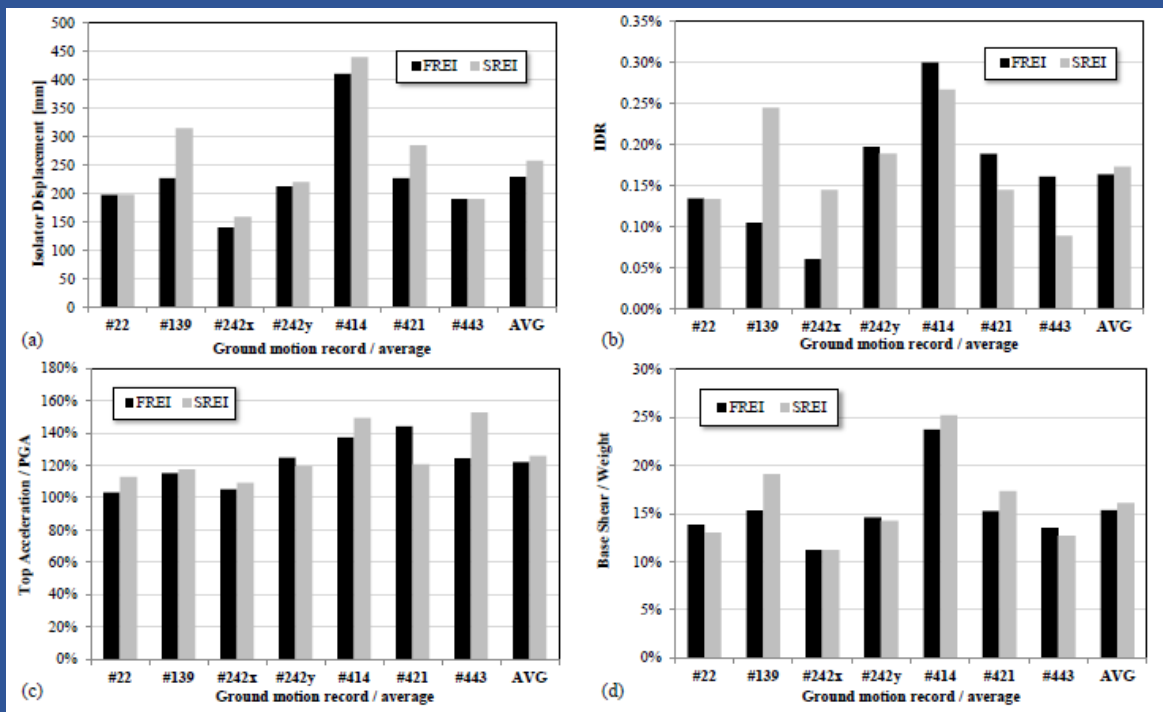
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.2: EDIFICI ESISTENTI - DISSIPAZIONE

NTC 2018	Sistema	Obiettivi	Metodologia	Risultati
<b>C7.10.5</b> Modellazione e analisi strutturale	Dispositivi isteretici	Investigare sulla risposta dinamica al fine di <b>replicare</b> l'effetto del <b>terremoto di progetto</b>	Caso di studio di un edificio in c.a. con controventi dissipativi mediante analisi dinamiche non lineari	Indicazioni sul <b>numero di cicli in funzione del periodo fondamentale strutt. e delle caratteristiche spettrali del terremoto</b> per le principali tipologie di dispositivi
	Dispositivi fluido-viscosi pressurizzati e Dispositivi metallici.	Verifica di parametri di progetto dei dispositivi e definizione e verifica di modelli speditivi di progetto	Applicazione dei metodi di progetto esaminati a casi studio specifici di edifici adeguati con controventi dissipativi mediante analisi statica non lineare, analisi dinamica lineare e non lineare e metodo energetico.	Proposta di <b>aggiornamento della classificazione</b> dei dispositivi
<b>C7.10.6</b> Verifiche	Tutti i dispositivi	Verifica <b>dell'efficacia dei dispositivi</b> per l'accrescimento delle prestazioni strutturali	Indicazioni di <b>utilizzo di dispositivi dissipativi in funzione delle tipologie strutturali</b> e delle prestazioni richieste.	

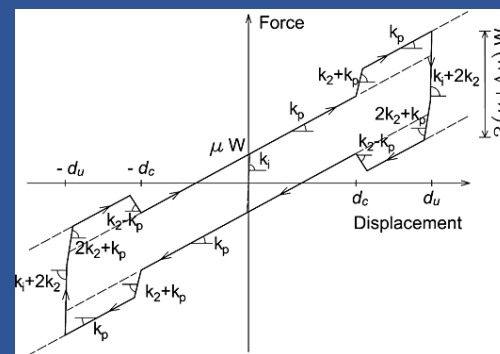
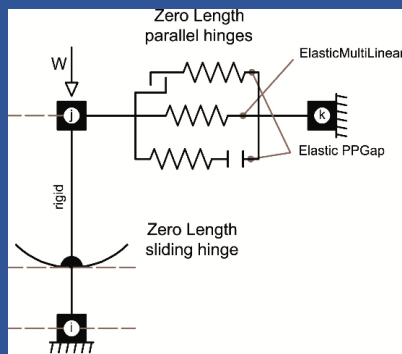
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.2: EDIFICI ESISTENTI - DISSIPAZIONE



Edificio isolato alla base, mediante isolatori elastomerici rinforzati mediante fibre (FREI) vs. acciaio (SREI): spostamento nell'isolatore (a), spostamento medio di interpiano (b), accelerazione normalizzata (c), taglio alla base normalizzato (d)

Modello modificato per l'isolatore a scorrimento su superfici curve (a) e legame costitutivo con forma a "doppio osso di cane inclinato" (b).



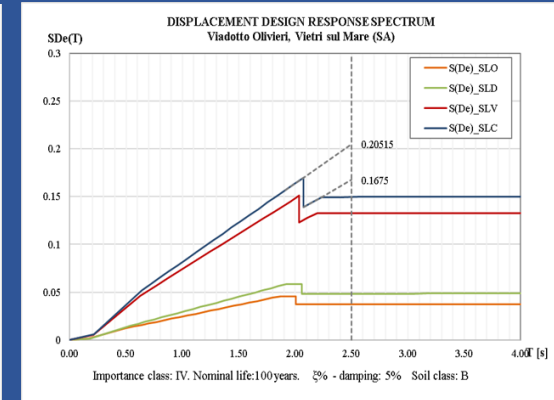
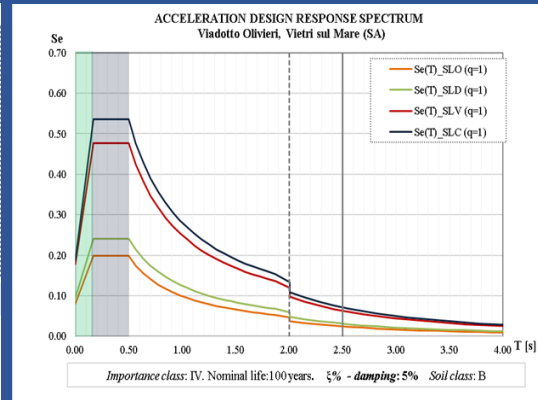
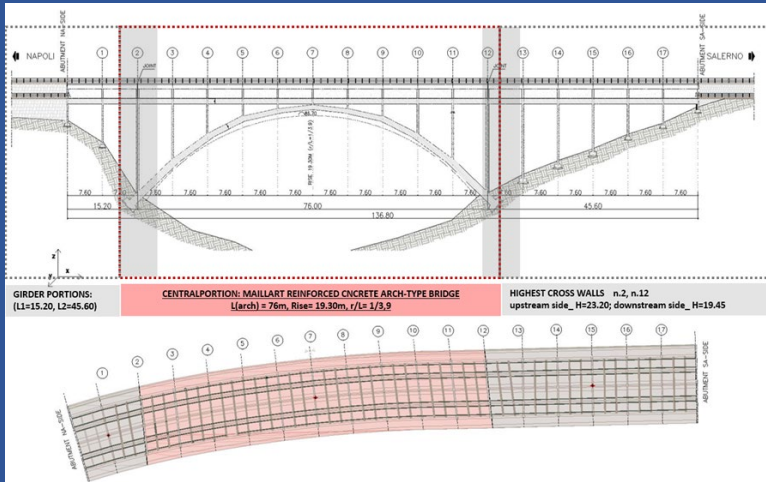
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.3: PONTI ESISTENTI - ISOLAMENTO

NTC 2018	<i>Sistema</i>	<i>Obiettivi</i>	<i>Metodologia</i>	<i>Risultati</i>
<b>7.10</b>	Isolamento con FPS  Isolamento con Isolatori elastomerici	valutazione della vulnerabilità sismica e delle specifiche prestazionali in funzione della <b>variabilità delle caratteristiche dei disp.</b>  Analisi di fattibilità circa l'impiego dell'isolamento di <b>ponti esistenti</b> ;  <b>progettazione semplificata</b> per isolamento di viadotti esistenti.	caso studio mediante modelli FEM e modelli semplificati a masse concentrate e analisi dinamiche non lineari e statistica dei principali parametri di risposta	Analisi prestazionale di strutture caso studio ( <b>UBDP e LBDP</b> )  Linee guida per la progettazione semplificata di sistemi di isolamento  Procedure per l'analisi di sistemi di isolamento sismico (Bound analysis & componente verticale)

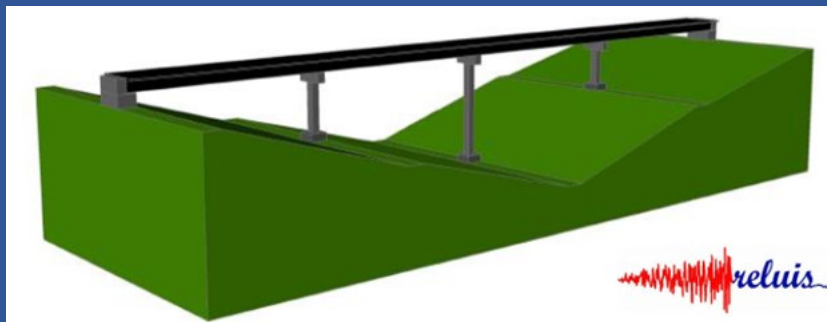
# Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica e strutturale

## WP 15.3: PONTI ESISTENTI - ISOLAMENTO

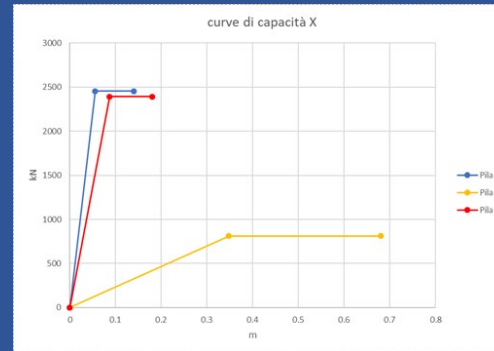


Viadotto Olivieri – Progetto soluzione a base isolata: spettri di progetto in termini di accelerazione e spostamento

Viadotto Olivieri – schema longitudinale



Vista 3D ponte caso studio



Curve di capacità delle pile nella direzione longitudinale e trasversale