



Metodi e tecniche per il rinforzo sismico degli edifici in cemento armato: I controventi dissipativi



Forum della Tecnica delle Costruzioni – MADE EXPO
Milano, 6 febbraio 2010



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Giorgio Monti

*Ordinario di Tecnica delle Costruzioni
Sapienza Università di Roma*

Si ringrazia il prof. Franco Braga

I controventi dissipativi

- Nel **1981** esce un articolo (Pall & Marsh) in cui compare il concetto di **controventi dissipativi**
- L'obiettivo è **rallentare** il movimento di una struttura “**by braking rather than breaking**”.
- Nel **1982** prima applicazione negli USA
 - (Columbia Sea First Building a Seattle)
- Nel **1985** prima procedura di progettazione (Austin & Pister)
- Fra il **1997** e il **2000** viene codificata nelle NEHRP
 - Guidelines for Seismic Rehabilitation of Buildings

I controventi dissipativi

- E' una tecnica di protezione che nasce per le strutture nuove ma si adatta molto bene (forse meglio) alle **strutture esistenti**
- A differenza dell'isolamento alla base, che riduce l'input sismico nella struttura, i controventi dissipativi puntano ad aumentare in modo drastico la **dissipazione di energia**
- La dissipazione di energia non avviene attraverso il danneggiamento della struttura (duttilità), anzi, l'obiettivo principale è proprio di **proteggere la struttura**
- Si raccoglie, attraverso elementi più rigidi della struttura (i **controventi**), l'energia sismica in eccesso e la si indirizza su appositi elementi destinati a dissiparla (i **dissipatori**).

Controventi dissipativi nella scuola Domiziano Viola (PZ)



Controventi dissipativi nella scuola Domiziano Viola (PZ)



La protezione passiva dai terremoti
mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

5

Controventi dissipativi nella scuola Domiziano Viola (PZ)

- L'inserimento dei dissipatori all'interno della struttura avviene per mezzo di **controventi posizionati** nella maglia dei telai strutturali demandati a portare le forze sismiche



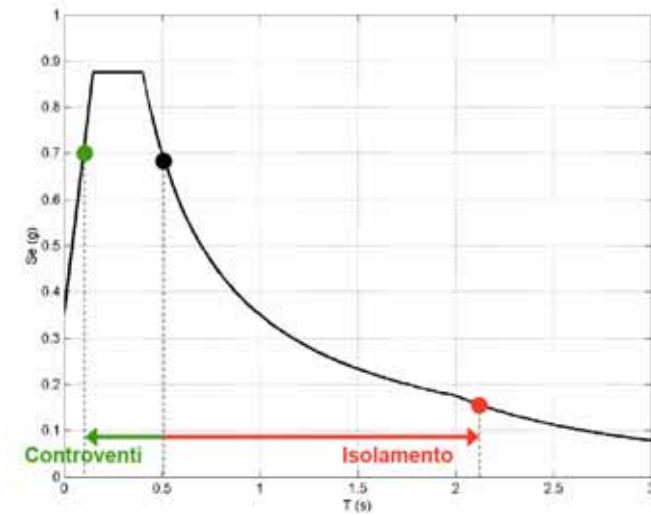
— telaio strutturale
— controventi
□ dissipatori

La protezione passiva dai terremoti
mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

6

Controventi elastici – Effetto della rigidezza aggiunta

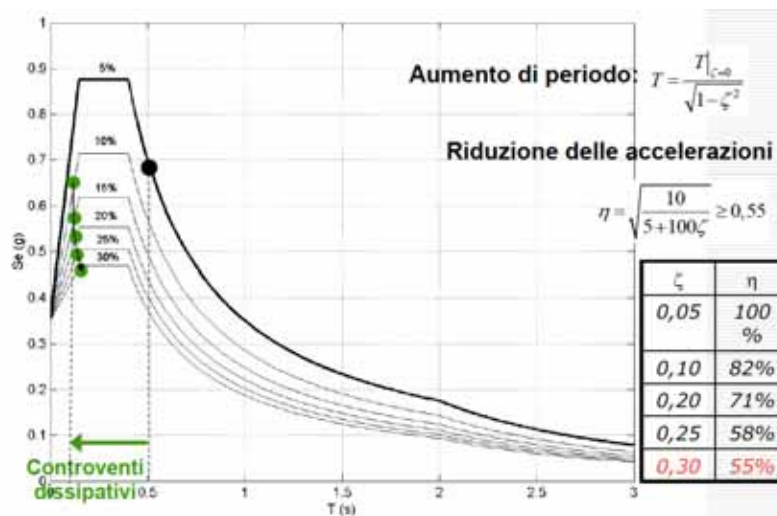


La protezione passiva dai terremoti mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

7

Controventi dissipativi – Effetto della dissipazione aggiunta



La protezione passiva dai terremoti mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

8

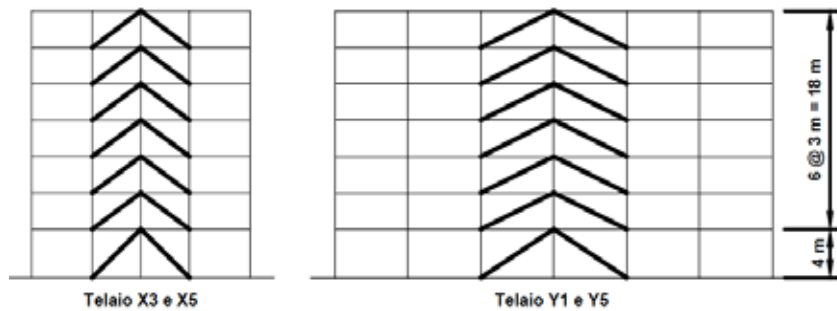
LA PROGETTAZIONE

La progettazione

- La progettazione di un sistema di protezione passiva mediante dissipazione è in generale un **processo iterativo complesso, che riguarda:**
 - la disposizione in **pianta e in elevazione dei controventi**
 - la **forma dei controventi**
 - la **rigidezza dei controventi**
 - le **caratteristiche dei dissipatori.**

Disposizione in pianta e in elevazione

- Deve garantire le proprietà di **regolarità** in elevazione e un'adeguata rigidezza a **torsione**.
- Deve sottostare a vincoli di carattere **architettonico**.



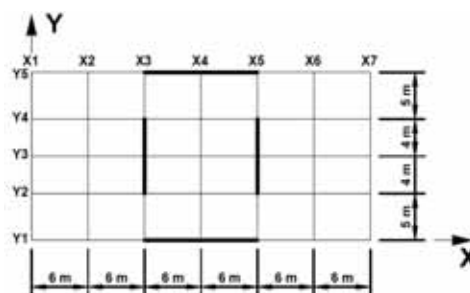
La protezione passiva dai terremoti
mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

11

Disposizione in pianta e in elevazione

- Deve garantire le proprietà di **regolarità** in elevazione e un'adeguata rigidezza a **torsione**.
- Deve sottostare a vincoli di carattere **architettonico**.











La protezione passiva dai terremoti
mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

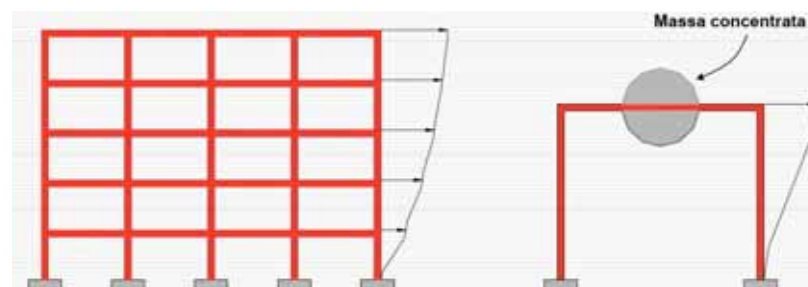
12

Configurazione dei controventi

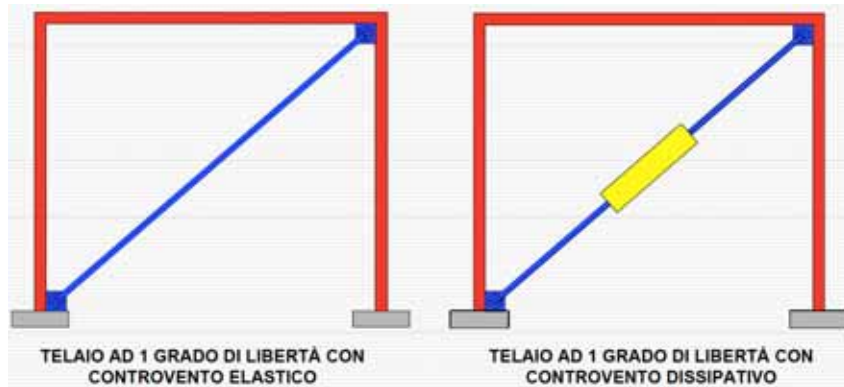
	Concentrici		Eccentrici	
a X				a X
a K				a V
a K				a K
a λ				a Y

Esemplificazione con sistema a 1 g.d.l.

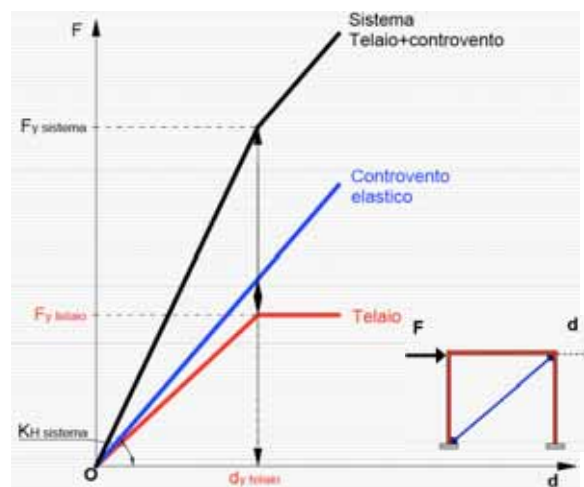
- E' possibile rappresentare il comportamento di un telaio complesso mediante un sistema equivalente in senso modale.



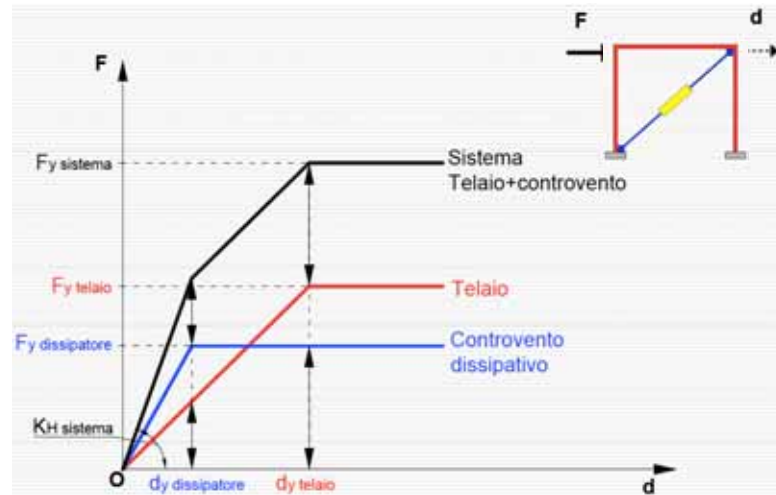
Esemplificazione con sistema a 1 g.d.l. controventato



Controventi elastici



Controventi dissipativi



La protezione passiva dai terremoti
mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

17

Progettazione dei controventi dissipativi

- La progettazione dei controventi è generalmente ricondotta alla soluzione di un problema di ottimizzazione strutturale
- La "funzione obiettivo" da minimizzare dipende:
 - dalla **rigidezza della struttura esistente**
 - dalla **resistenza della struttura esistente**
 - dalla **rigidezza del sistema di protezione**
 - dalla **capacità dissipativa del sistema di protezione.**

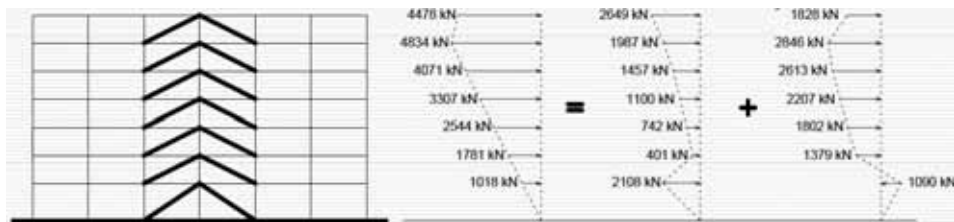
La protezione passiva dai terremoti
mediante controventi dissipativi

Giorgio Monti

18

Progettazione dei controventi dissipativi

- In un'ottica di dimensionamento si può ragionare in termini statici, definendo le forze sismiche di eccedenza con cui progettare i controventi.



Progettazione dei controventi dissipativi

- La progettazione deve essere iterativa:
 1. Definizione delle **proprietà strutturali dell'edificio e analisi strutturale** sia per carichi verticali che per forze sismiche
 2. Scelta della **capacità di dissipazione (in termini di fattore di smorzamento)** che si vuole conferire al sistema
 3. Scelta della **disposizione dei controventi dissipativi compatibilmente ai** vincoli architettonici
 4. Scelta delle **caratteristiche meccaniche dei singoli dissipatori** (in termini di legame "forza-deformazione") in modo da ottenere la capacità di dissipazione desiderata
 5. **Verifica delle reali prestazioni del sistema strutturale.**

I DISPOSITIVI

Dispositivi di dissipazione energetica

Tipo	Dissipatore	Parametri meccanici	Modello reologico
dispositivi a dissipazione "dipendente dallo spostamento"	Elasto-plastico (EP)	k_1 Rigidezza elastica α Fattore d'incrudimento μ duttilità	
	Attritivo (FR)	F_s Forza di scorrimento	
dispositivi a dissipazione "dipendente dalla velocità"	Viscoso lineare (VL)	c_d Coefficiente di viscosità	
	Elasto-viscoso lineare (VE)	k_d Rigidezza elastica η Fattore di perdita "loss factor"	

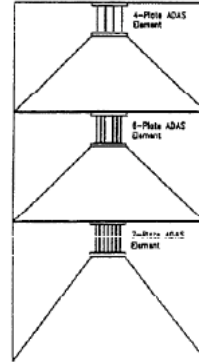
Dispositivi a dissipazione dipendente dallo spostamento



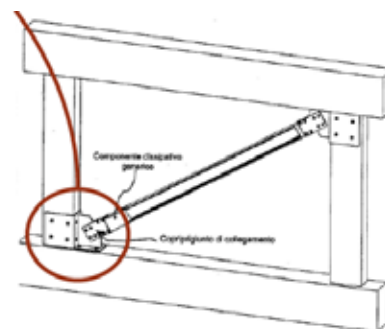
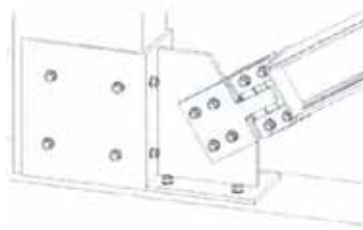
Piatti in acciaio sagomati ad X (Whittaker 1991)



Piatti in acciaio sagomati a V (Tsai & Hong 1992)

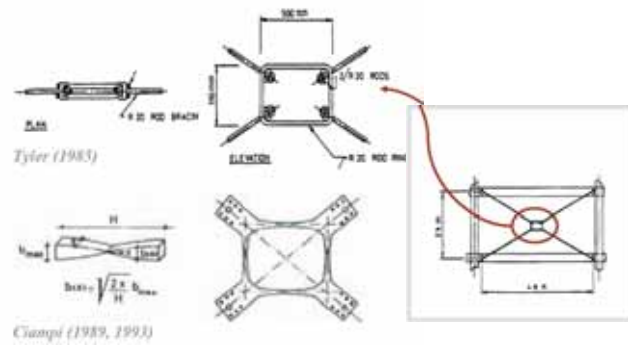


Dispositivi a dissipazione dipendente dallo spostamento



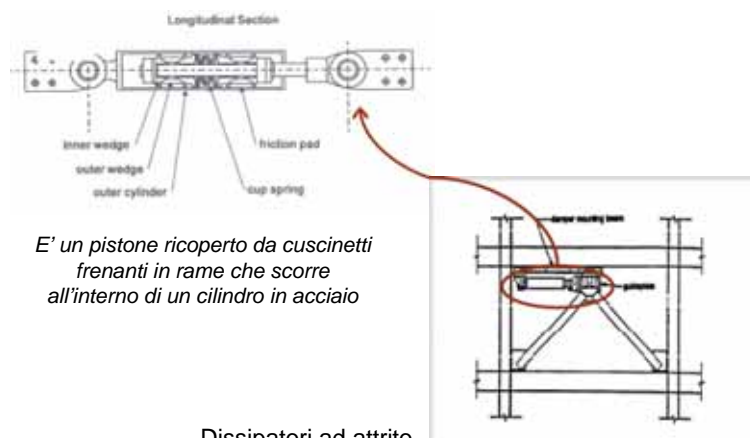
Coprigiunti dissipativi (Dolce e Marnetto 2000)

Dispositivi a dissipazione dipendente dallo spostamento



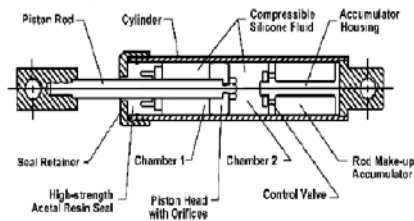
Dissipatori a telaio

Dispositivi a dissipazione dipendente dallo spostamento



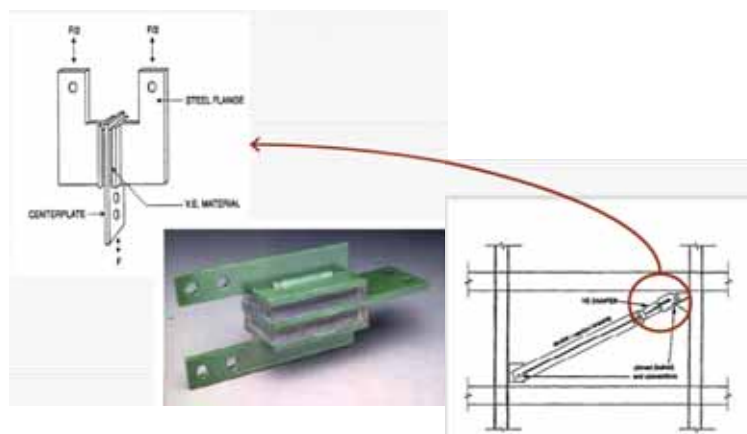
Dissipatori ad attrito
(Aiken & Kelly 1990)

Dispositivi a dissipazione dipendente dalla velocità



Dissipatori viscosi
(Harris & Crede 1976)

Dispositivi a dissipazione dipendente dalla velocità



Dissipatori visco-elastici
(strato di materiale visco-elastico fra due profilati a T)

ALCUNE APPLICAZIONI

Le applicazioni (scuola D. Viola a PZ)



Le applicazioni (scuola D. Viola a PZ)



Controventi dissipativi

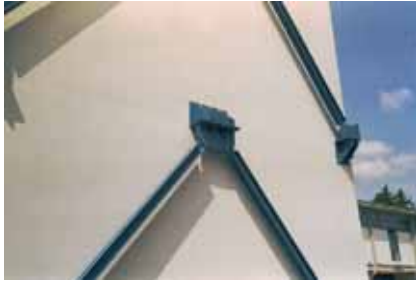


Coprigiunto dissipativo

Le applicazioni (scuola Gentile-Fermi a Fabriano)



Le applicazioni (scuola Gentile-Fermi a Fabriano)



Particolare del dissipatore



Particolare del collegamento
struttura-controvento



GRAZIE DELL'ATTENZIONE