



*ing. angelo
biondi*

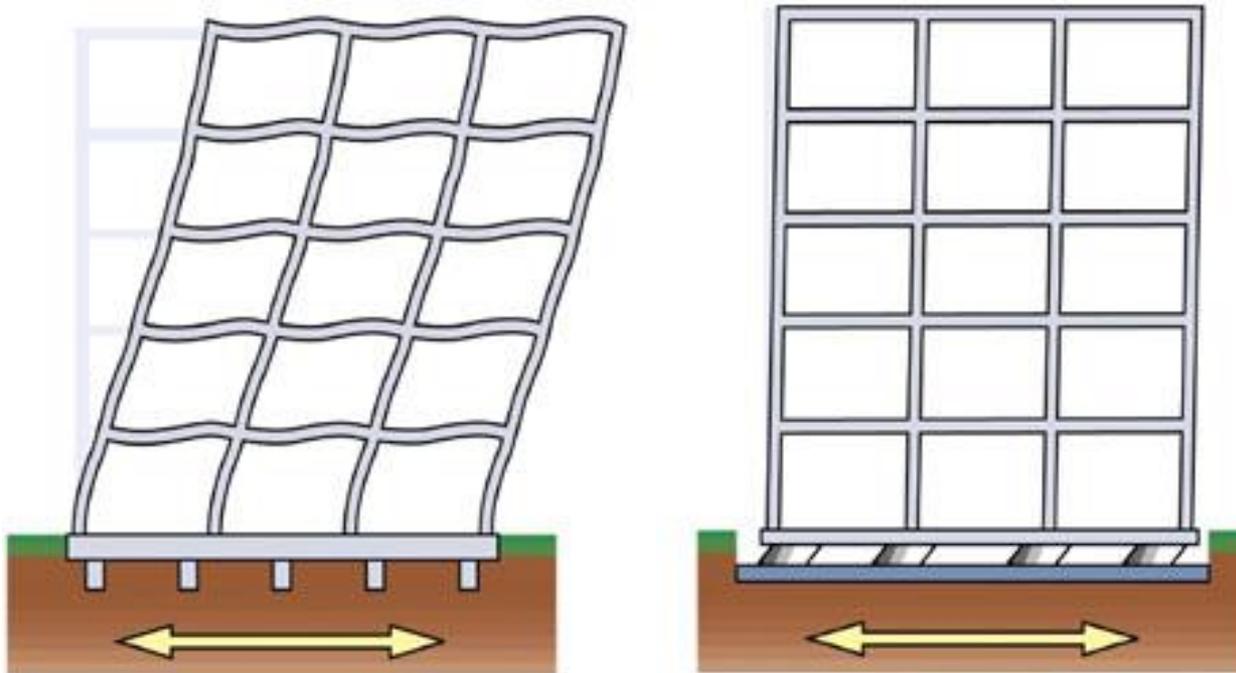


Isolatori Sismici

WWW.ANGELOBIONDI.COM

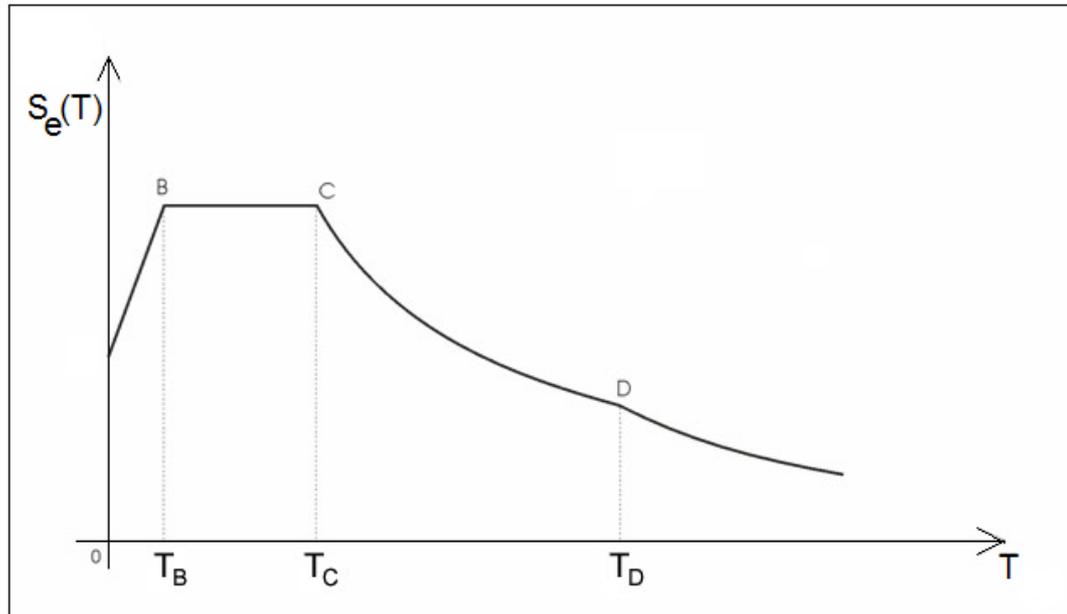
ISOLATORI SISMICI

Un'opportuna scelta delle caratteristiche meccaniche degli isolatori consente di **“disaccoppiare”** la sovrastruttura dalla sottostruttura nelle oscillazioni che coinvolgono prevalentemente spostamenti orizzontali. Il “disaccoppiamento” consiste nella diversificazione del comportamento dinamico delle due suddette porzioni della costruzione: durante un moto oscillatorio, mentre la sottostruttura subisce deformazioni di modesta entità, tanto più quanto maggiore è la sua rigidezza, la sovrastruttura compie oscillazioni tanto più ampie quanto minore è la rigidezza e resistenza degli isolatori. Dette oscillazioni sono dovute per la maggior parte alla deformazione degli isolatori collocati al di sotto della sovrastruttura e solo in minor parte alle deformazioni della sovrastruttura stessa. Durante un terremoto, generalmente, **tanto più sono ampie queste oscillazioni tanto più sono modeste le conseguenti accelerazioni, quindi le forze d'inerzia, che subisce la sovrastruttura.**



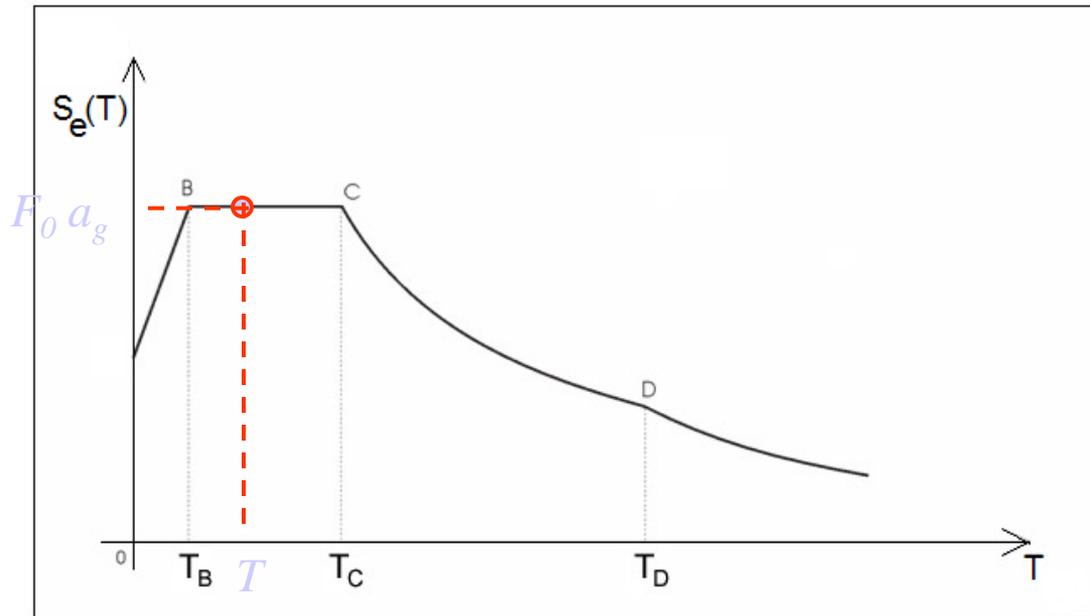
ISOLATORI SISMICI

L'andamento dello spettro di risposta proposto dalle NTC '08 dimostra che le accelerazioni spettrali S_e possono essere drasticamente ridotte se si riesce ad aumentare notevolmente il periodo principale T della struttura.



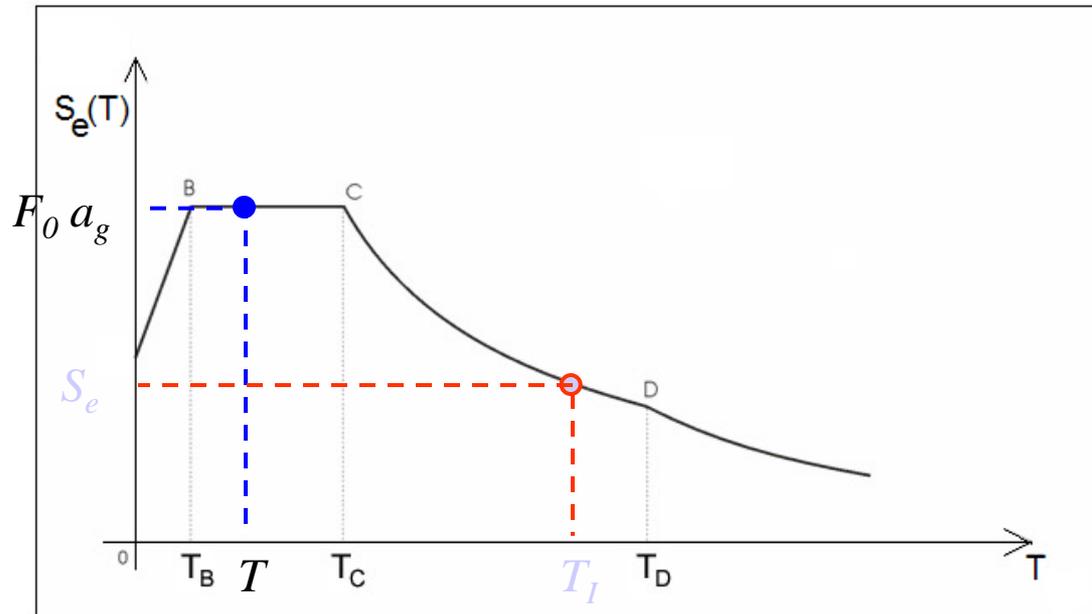
ISOLATORI SISMICI

Le strutture tradizionali, a base fissa, hanno periodo principale T abbastanza bassi, che in genere ricadono nell'intervallo in cui l'accelerazione spettrale S_e viene notevolmente amplificata.



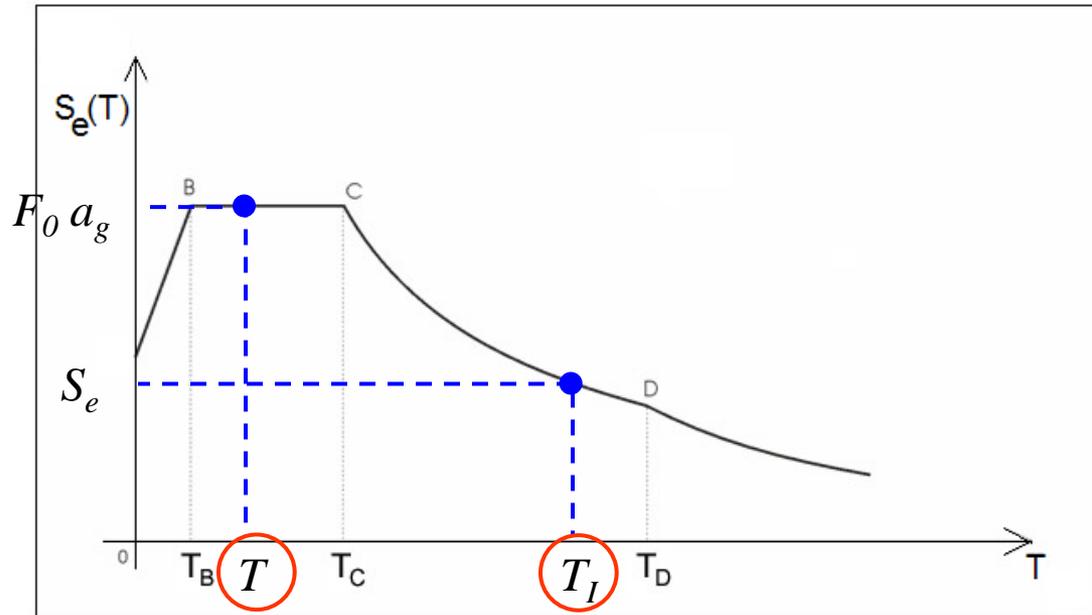
ISOLATORI SISMICI

Se alla base si interpone, tra fondazione e struttura, un elemento molto deformabile in senso orizzontale il periodo cresce notevolmente e conseguentemente l'accelerazione si riduce a valori molto più bassi.



ISOLATORI SISMICI

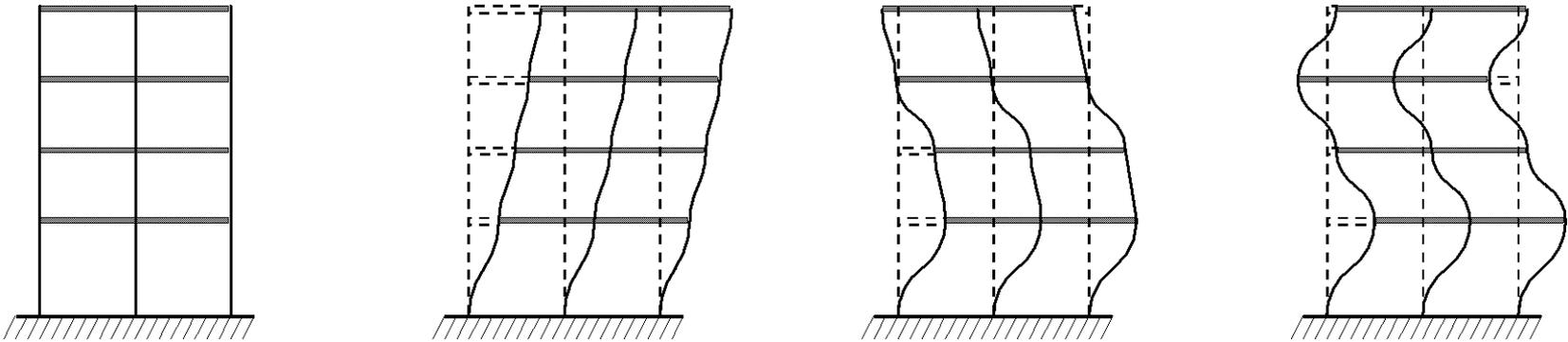
L'efficacia del sistema di isolamento è tanto maggiore quanto più alto è il rapporto tra il periodo della struttura isolata e il periodo della struttura a base fissa.



Si ottiene un buon “disaccoppiamento” quando risulta $T_{IS} \geq 3 \cdot T_{NonIS}$. Essendo T_{IS} il periodo della struttura isolata e T_{NonIS} quello della struttura non isolata. Maggiore è l'incremento di periodo (generalmente $T_{IS} > 2,0$ s) maggiore è la riduzione delle accelerazioni sulla sovrastruttura (spettro in accelerazioni) e l'incremento degli spostamenti (spettro in spostamenti), che si concentrano essenzialmente nel sistema di isolamento.

ISOLATORI SISMICI

Per ottenere i citati vantaggi in termini di riduzione delle accelerazioni spettrali, i fattori di partecipazione modale dei modi superiori al primo devono essere trascurabili, ovvero è necessario che le **masse partecipanti** siano **concentrate nei primi modi**.



Struttura a base fissa

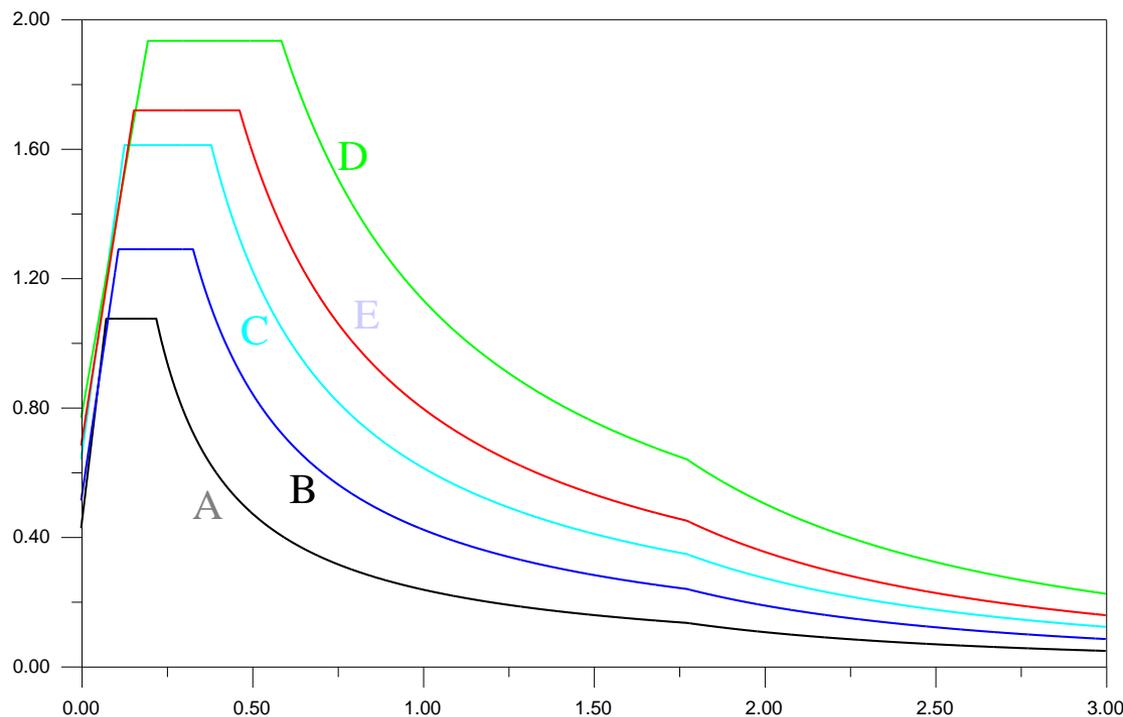


ISOLATORI SISMICI

- Strutture **molto alte** o dotate di **massa modesta** hanno periodo elevato e di conseguenza non traggono grossi vantaggi dall'isolamento in termini di riduzione dell'accelerazione spettrale.
- A fronte di una riduzione modesta dell'accelerazione spettrale, c'è il problema degli spostamenti che, risulterebbero troppo elevati. Con periodi superiori ai 3 secondi si potrebbero avere **spostamenti tali da rendere inagibile il fabbricato**; inoltre, i collegamenti verticali, scale e ascensori, condotte idriche, telefoniche, impianti in genere, diventerebbero ingestibili per fabbricati ad uso civile.

ISOLATORI SISMICI

Per **suoli soffici** (categorie D - E) gli spettri presentano amplificazioni particolarmente rilevanti per gli alti periodi. Come conseguenza per questi terreni la riduzione di accelerazione, e quindi il beneficio dell'isolamento, è molto minore.



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI ELASTOMERICI

ISOLATORI SISMICI



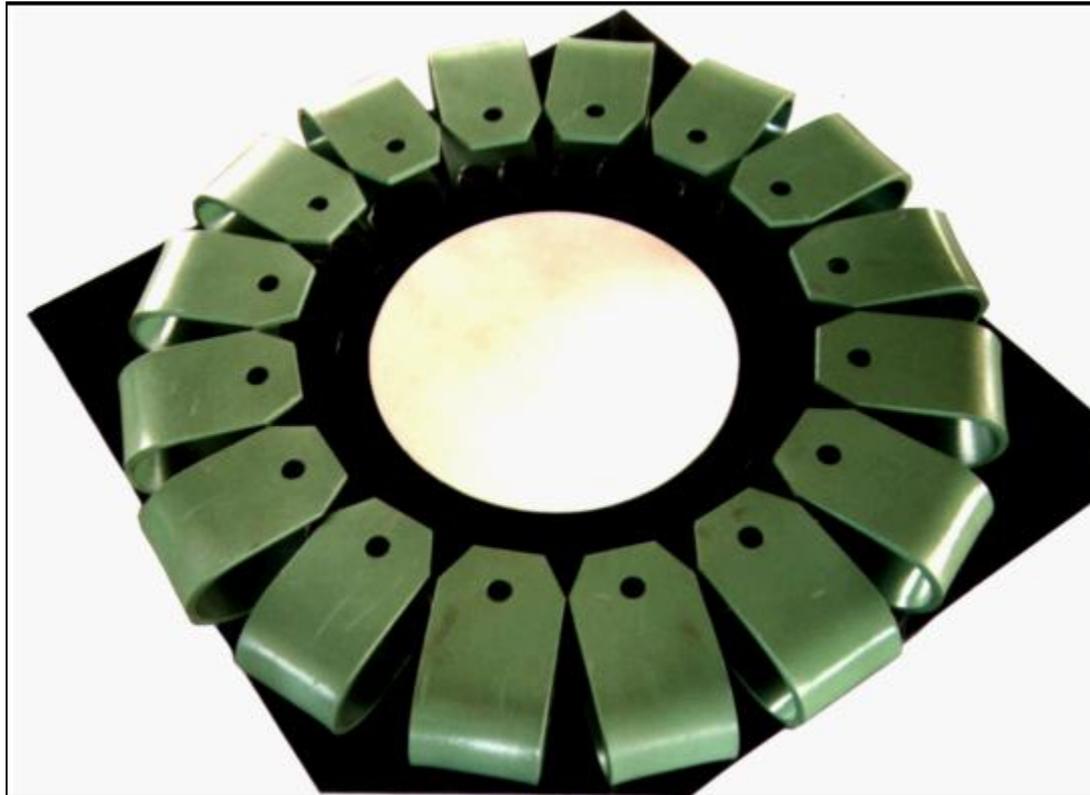
ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE
(Friction Pendulum)

ISOLATORI SISMICI



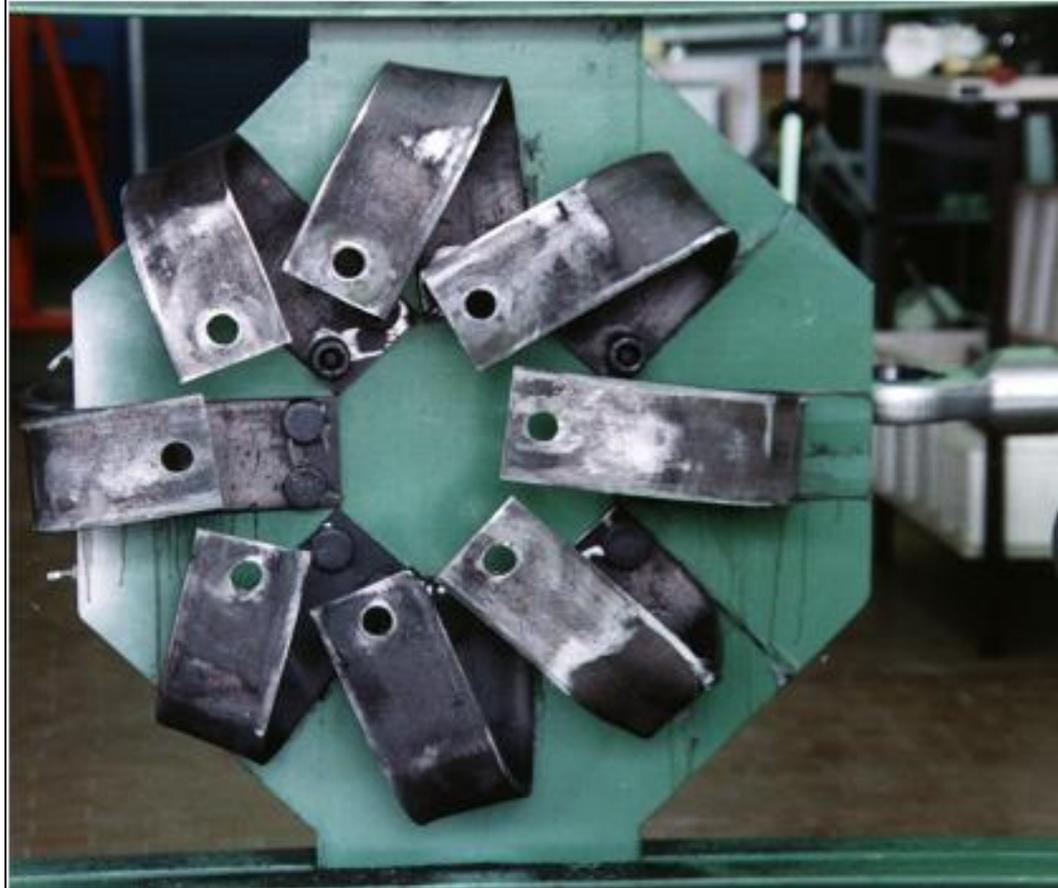
ISOLATORE A RITEGNI MECCANICI

ISOLATORI SISMICI



**ISOLATORE A RITEGNI MECCANICI A
RISPOSTA UNIFORME**

ISOLATORI SISMICI



***ISOLATORE A RITEGNI MECCANICI:
Deformazione a seguito di ripetuti cicli di
carico***



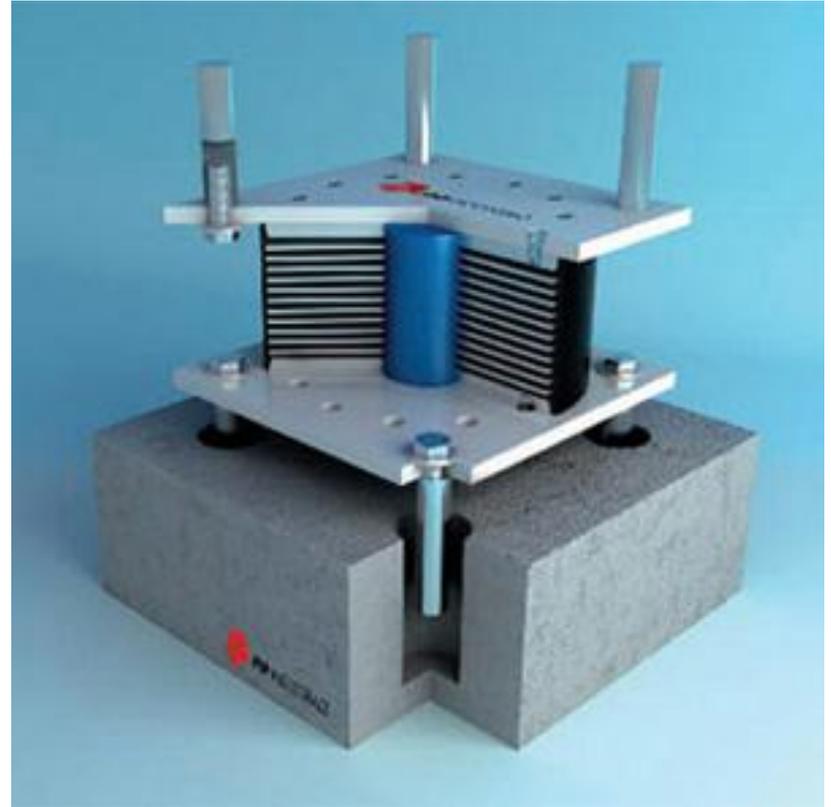
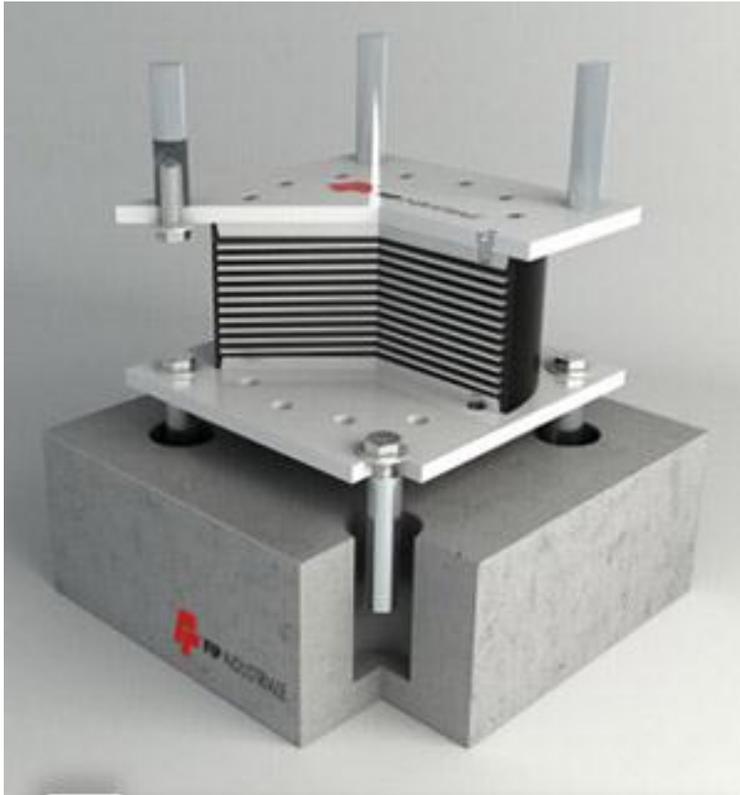
ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI ELASTOMERICI



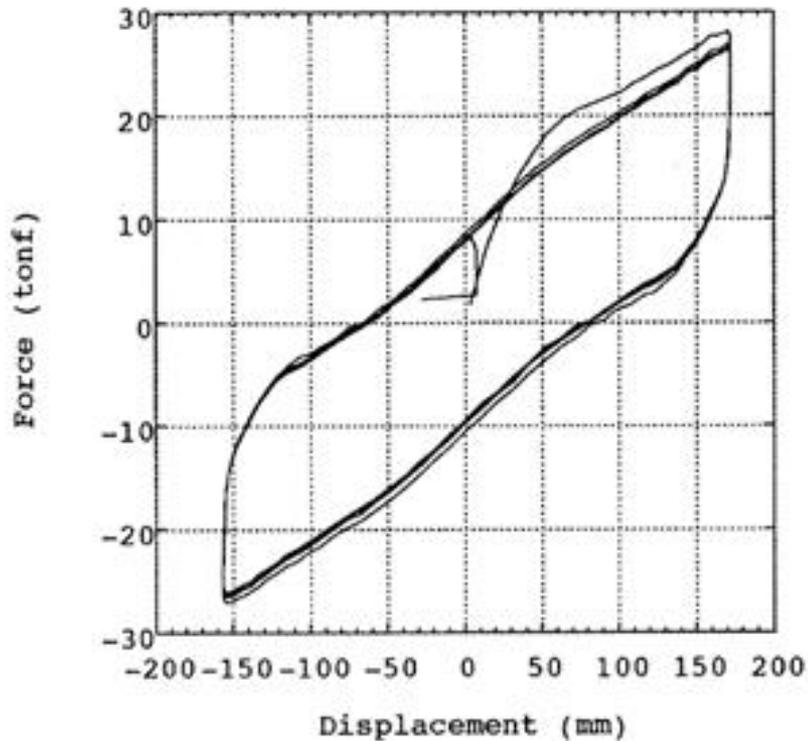
ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI ELASTOMERICI

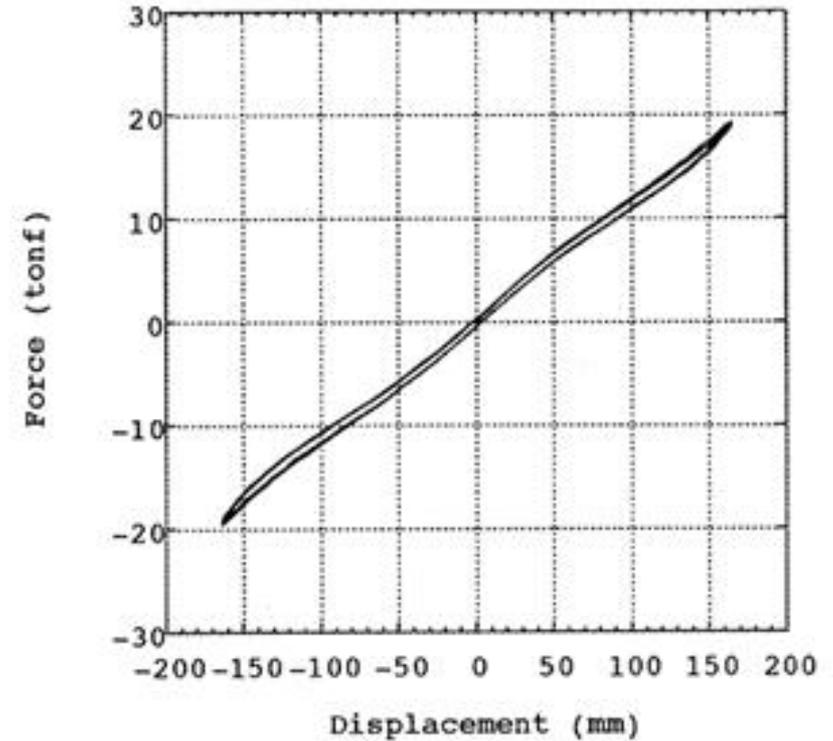


ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI ELASTOMERICI



Isolatore in gomma e piombo

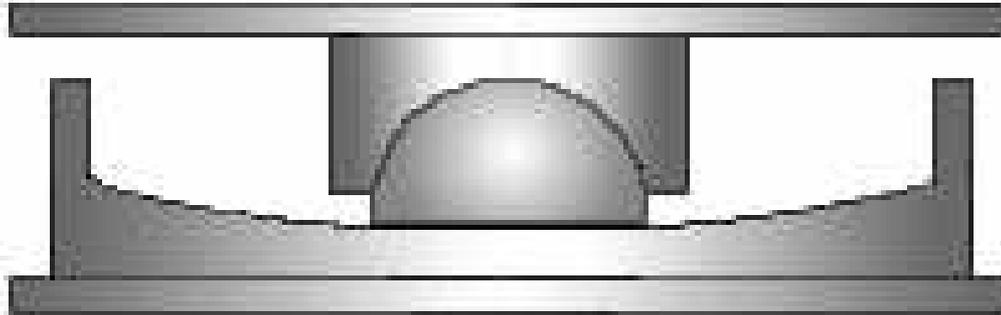


Isolatore in gomma

ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE

Sono costituiti da una coppia di superfici curve che scorrono l'una sull'altra.

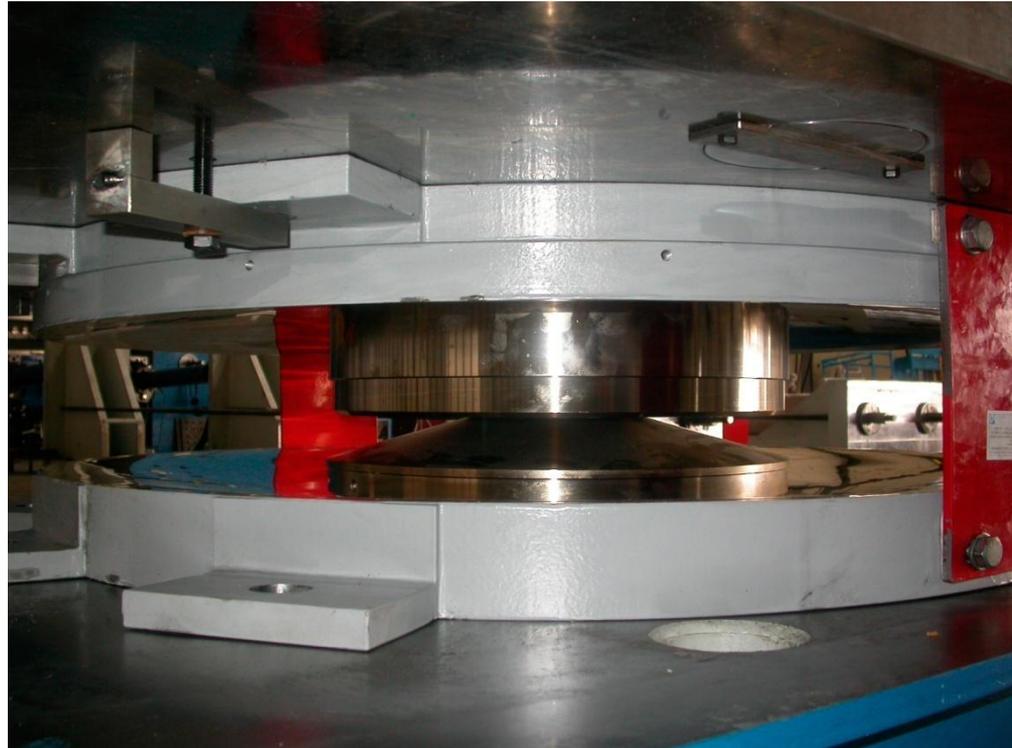


Isolatore a curvatura semplice

ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE

Sono costituiti da una coppia di superfici curve che scorrono l'una sull'altra.

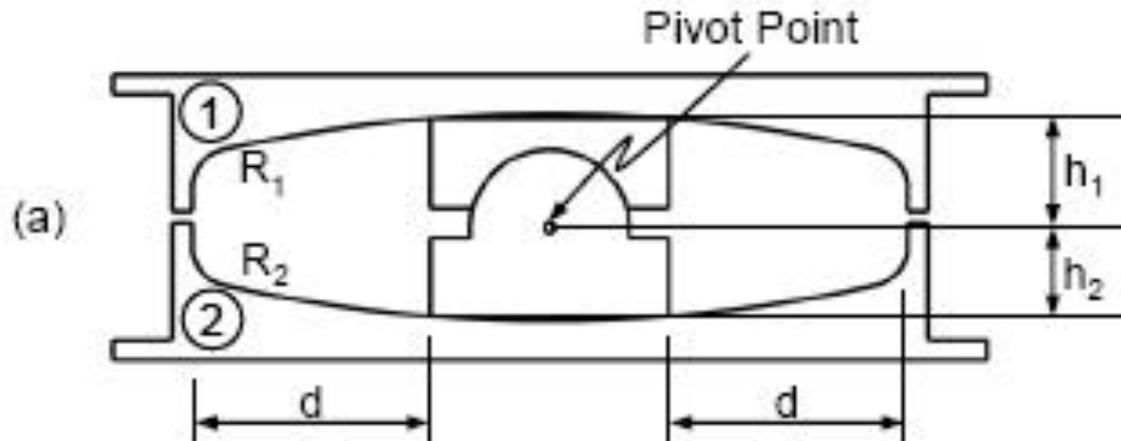


Isolatore a doppia curvatura

ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE

Sono costituiti da una coppia di superfici curve che scorrono l'una sull'altra.

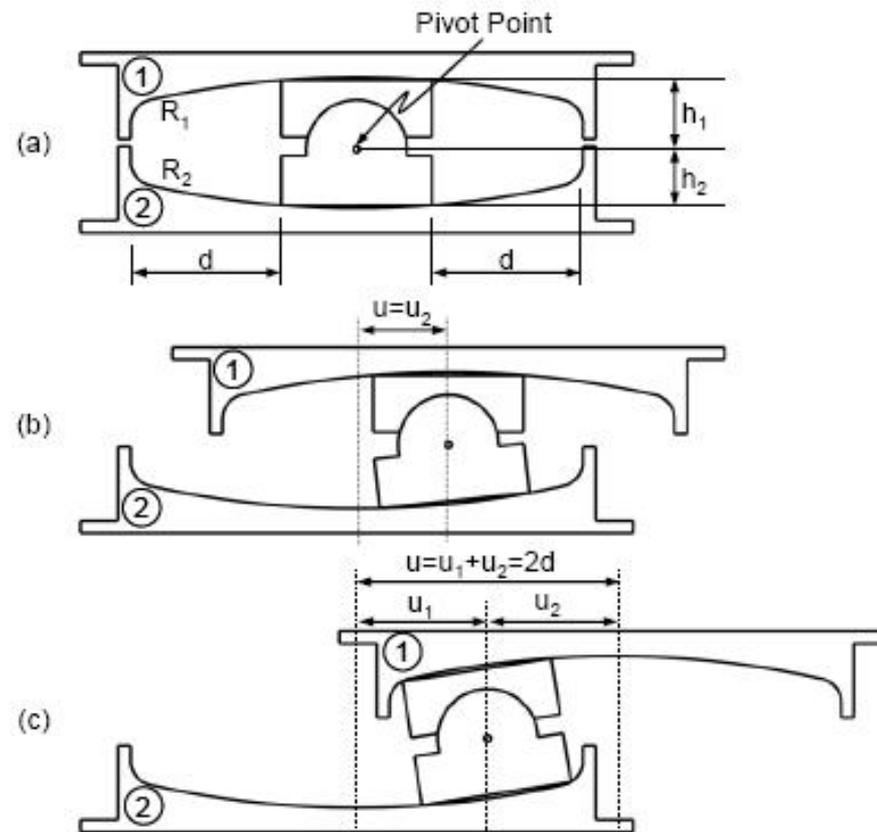


Isolatore a doppia curvatura

ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE

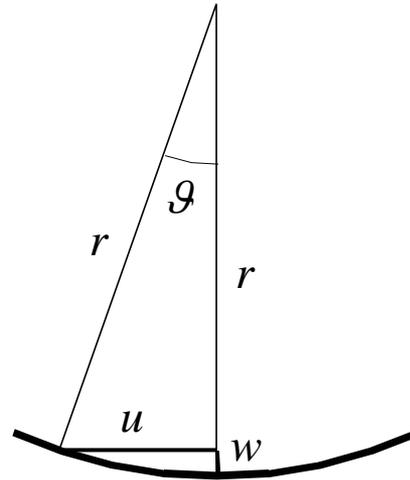
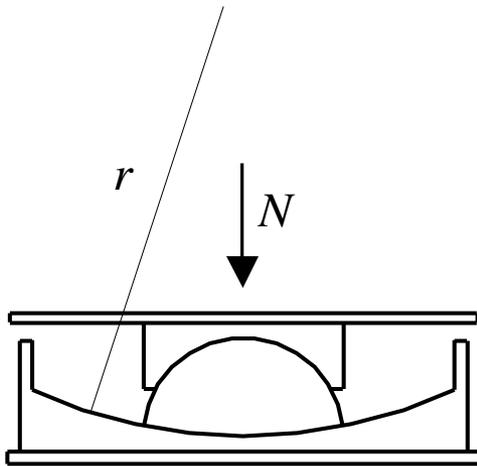
- Sfruttano la legge fisica del moto del pendolo per allungare il periodo naturale della struttura isolata.



ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE

- Sfruttano la legge fisica del moto del pendolo per allungare il periodo naturale della struttura isolata.



$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$$

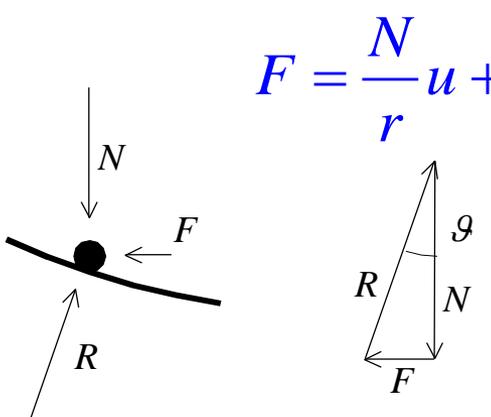
ISOLATORI SISMICI

ISOLATORI A PENDOLO SCORREVOLE

- Il **periodo** è indipendente dalla massa della struttura, con notevole vantaggio nel caso di isolamento di **edifici leggeri**.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{r}{g}}$$

- La forza di richiamo, e quindi la rigidità orizzontale, dipende linearmente dallo sforzo assiale, e cioè dalla massa che compete al singolo isolatore. Ne segue che i **baricentri di massa e rigidità di piano risultano sempre coincidenti**.



$$F = \frac{N}{r}u + \mu N \operatorname{sgn}(\dot{u}) = k(u)u$$

$$k(u) = N \left(\frac{1}{r} + \mu \frac{\operatorname{sgn}(\dot{u})}{u} \right)$$



ISOLATORI SISMICI

Isolatori elastomerici

- Sono costituiti da strati alterni di **lamierini in acciaio** e di elastomero, e possono avere all'interno un nucleo in piombo.
- Sono caratterizzati da **ridotta rigidità orizzontale**, per garantire l'incremento del periodo proprio della struttura, ed **elevata rigidità verticale**, al fine di ridurre l'abbassamento sotto carico.
- Il **nucleo in piombo** ha lo scopo di limitare gli spostamenti elastici e conferire un'adeguata capacità dissipativa per diminuire ulteriormente l'energia in ingresso.





ISOLATORI SISMICI

Isolatori elastomerici

- Vanno utilizzati insieme ad elementi ad attrito (**slitte**) che garantiscono la rigidità orizzontale sotto azioni orizzontali modeste (**vento**).
- Richiedono **ispezioni** periodiche per verificarne la funzionalità.
- Dopo un evento sismico possono risultare danneggiati e/o presentare **spostamenti residui**. In questo caso è necessario la loro sostituzione ed il ricentraggio dell'edificio.
- Sono relativamente **costosi**.





ISOLATORI SISMICI

Isolatori a pendolo scorrevole

- Sfruttano la legge fisica del **moto del pendolo** per allungare il periodo naturale della struttura isolata.
- Hanno la duplice funzione di dissipare energia per **attrito** e di generare la forza di richiamo per il **ricentraggio** della struttura attraverso l'azione della gravità.
- **Non richiedono ispezioni periodiche** per verificarne la funzionalità.
- Sono **meno costosi** degli elastomerici.



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI CILINDRICI IN GOMMA SU TRAVI DI FONDAZIONE

ISOLATORI SISMICI



Occorre quindi prevedere la possibilità di **sostituzione**, e dunque predisporre la struttura in modo che sia possibile trasferire temporaneamente alla sottostruttura, attraverso martinetti opportunamente disposti, il carico gravante sul singolo isolatore e prevedere un adeguato **spazio per le operazioni** necessarie alla **rimozione e sostituzione**.

Per ridurre o annullare gli **spostamenti residui** a seguito di un terremoto è inoltre necessario verificare la presenza o prevedere appositi elementi strutturali di contrasto contro cui fare forza per ricollocare la struttura nella sua posizione originaria.

ISOLATORI SISMICI



Deve essere garantita la **rigidità strutturale nel piano orizzontale** dei piani immediatamente al di sotto e al di sopra del sistema di isolamento, al fine di garantire una distribuzione regolare degli sforzi tra i diversi isolatori ed a distribuire correttamente le forze degli eventuali dispositivi ausiliari (che sono in genere in numero limitato) tra gli elementi strutturali che debbono assorbirli.

ISOLATORI SISMICI

Il corretto funzionamento di una struttura con isolamento sismico si realizza solo a condizione che la massa isolata, ossia quella della sovrastruttura, possa muoversi liberamente in tutte le direzioni orizzontali per spostamenti almeno pari a quelli di progetto. Questa condizione deve essere continuamente verificata in tutte le fasi progettuali, realizzative e di collaudo.

In particolare è importante controllare che **elementi non strutturali e/o impianti** non riducano o annullino le possibilità di movimento della struttura previste nella progettazione strutturale. In tal senso è richiesta la massima sensibilizzazione e la piena consapevolezza delle modalità di funzionamento di una struttura con isolamento sismico, da parte di tutti i progettisti, inclusi quelli architettonici e impiantistici.

Al riguardo occorre prestare molta attenzione ai dettagli delle condutture, in corrispondenza dell'attraversamento dei giunti, adottando delle **giunzioni flessibili** e comunque che possano subire gli spostamenti relativi di progetto senza determinare danni e perdite.

È inoltre importante controllare i coprigiunti e gli elementi di attraversamento orizzontale (**dispositivi di giunto**) e verticale (**scale, ascensori**), affinché siano concepiti e realizzati in modo da non creare impedimento al libero movimento della sovrastruttura.



ISOLATORI SISMICI



***ISOLATORI CILINDRICI IN GOMMA TRA TRAVI DI
FONDAZIONE E TRAVI DI ELEVAZIONE***

ISOLATORI SISMICI



**ISOLATORI CILINDRICI IN GOMMA TRA
PILASTRI E IMPALCATO**



INTERVENTI SULLE STRUTTURE IN CALCESTRUZZO

- Isolatori sismici -



ISOLATORI CILINDRICI IN GOMMA TRA PILASTRI E IMPALCATO

Nel caso di isolamento di edifici esistenti, la deformazione massima della testa del pilastro su cui si inserisce l'isolatore non deve essere superiore ad **1/20** di quella prevista per l'isolatore stesso.

ISOLATORI SISMICI



**APPARECCHIO DI APPOGGIO A BASSO ATTRITO
(SLITTA)**

ISOLATORI SISMICI



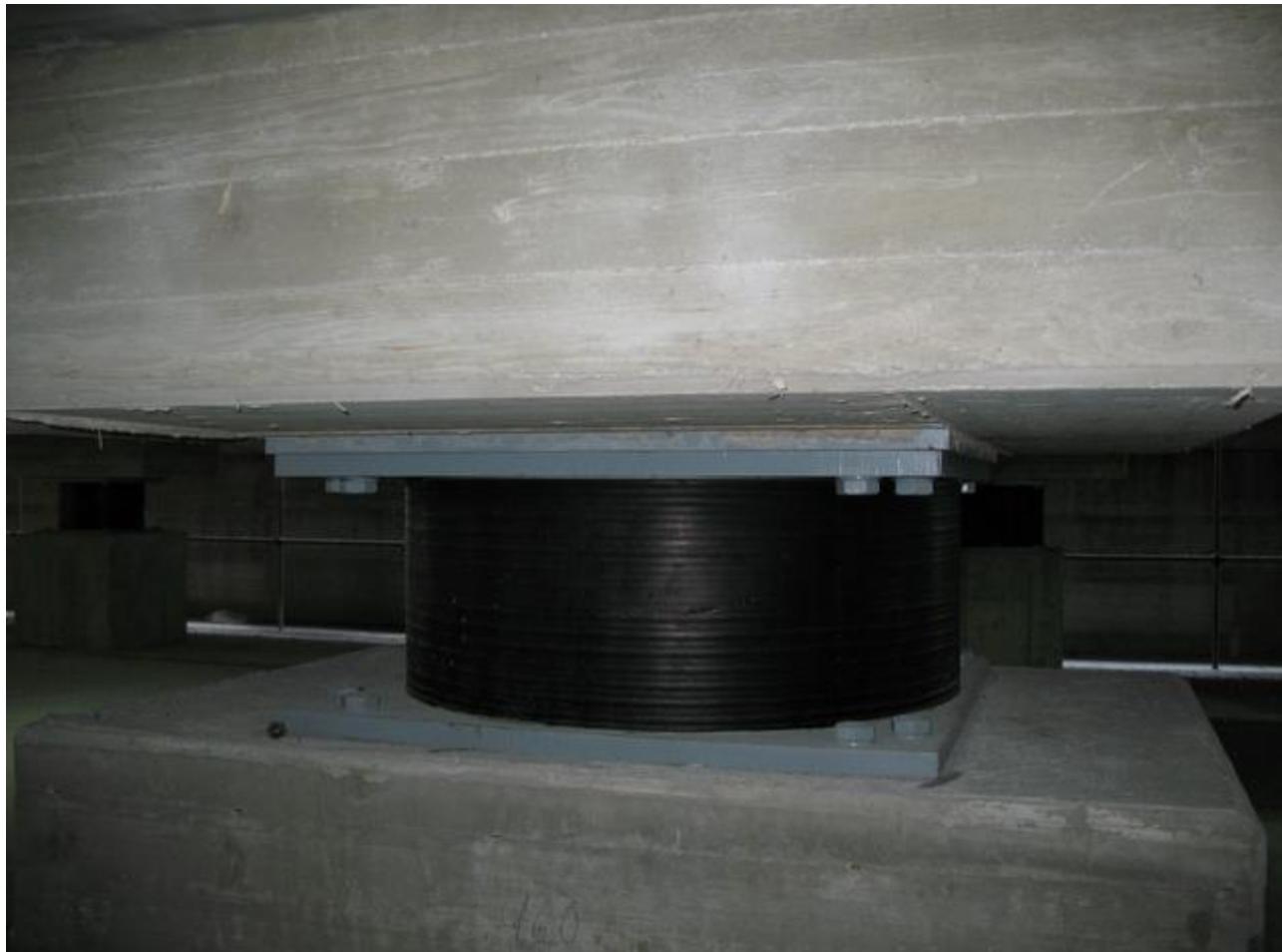
ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



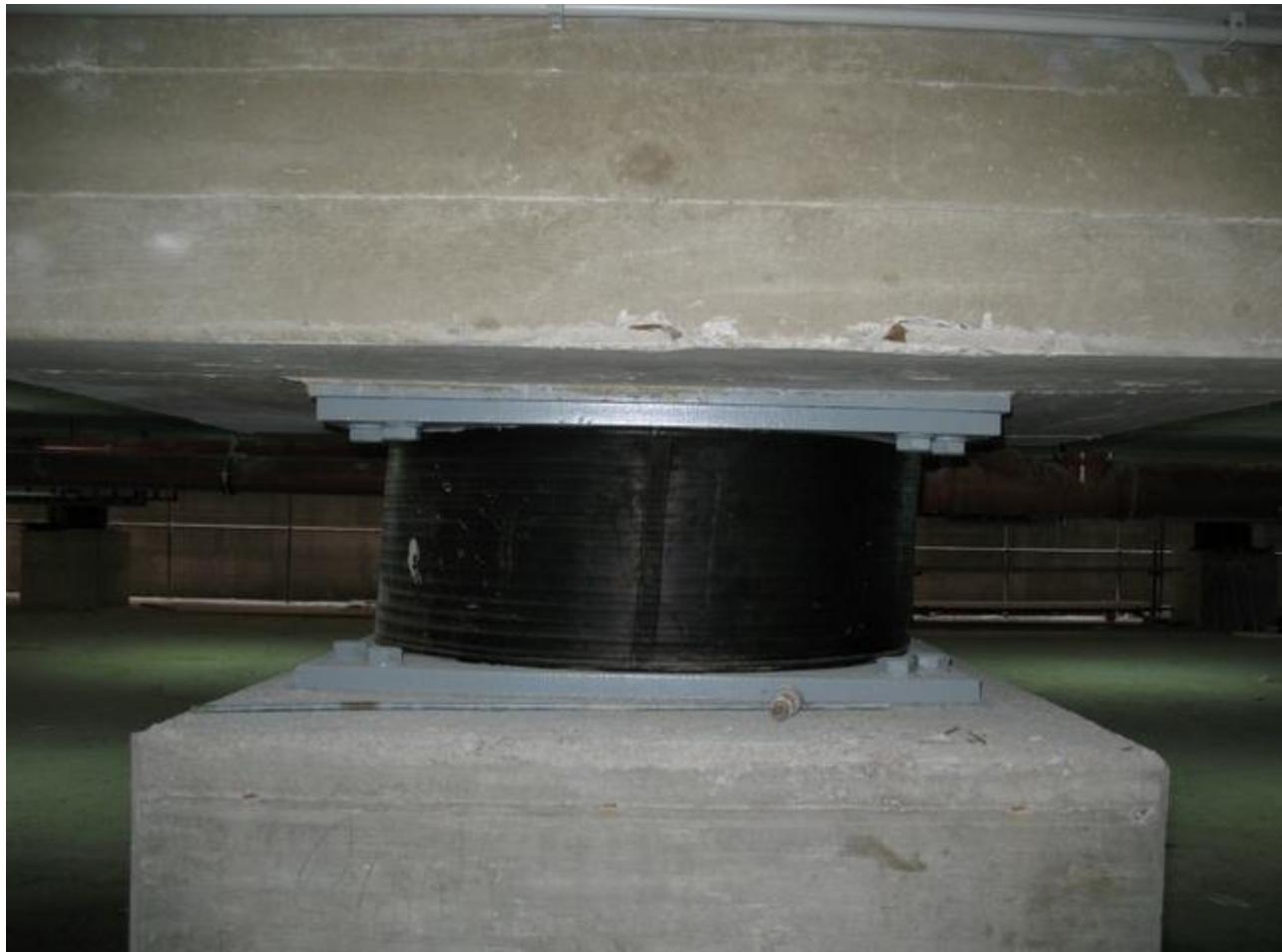
ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



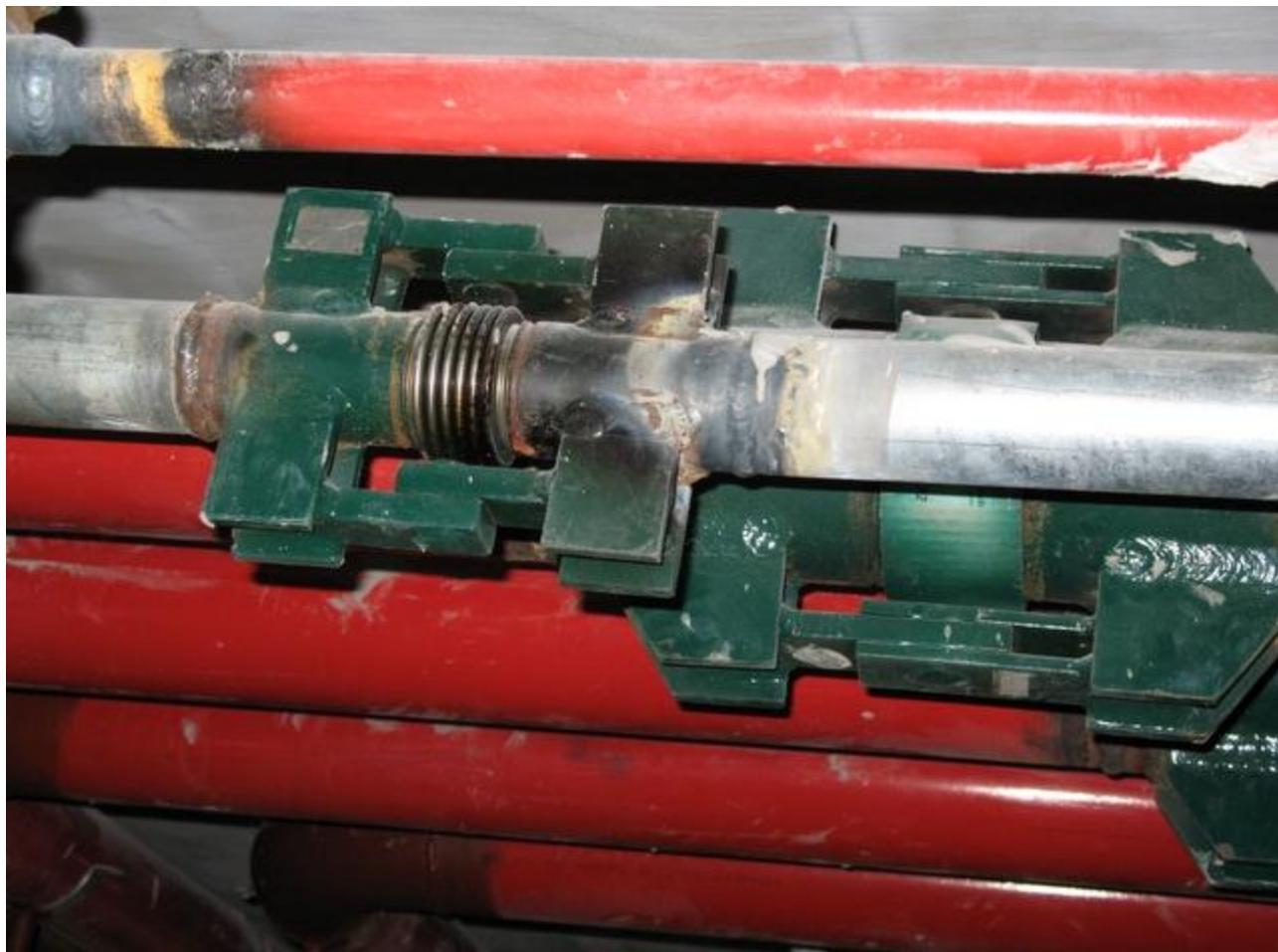
ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI





ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI





ISOLATORI SISMICI





ISOLATORI SISMICI



ISOLATORI SISMICI



www.angelobiondi.com