

A 3D architectural rendering of a complex steel structure, possibly a bridge or a large industrial building, with various beams and supports. The structure is rendered in a light blue color with a semi-transparent effect, allowing the text to be visible through it. The background is a solid light blue.

Corso di aggiornamento sul D.M. 14 gennaio 2008
per il progetto di costruzioni in acciaio
- 9 giugno 2010 -

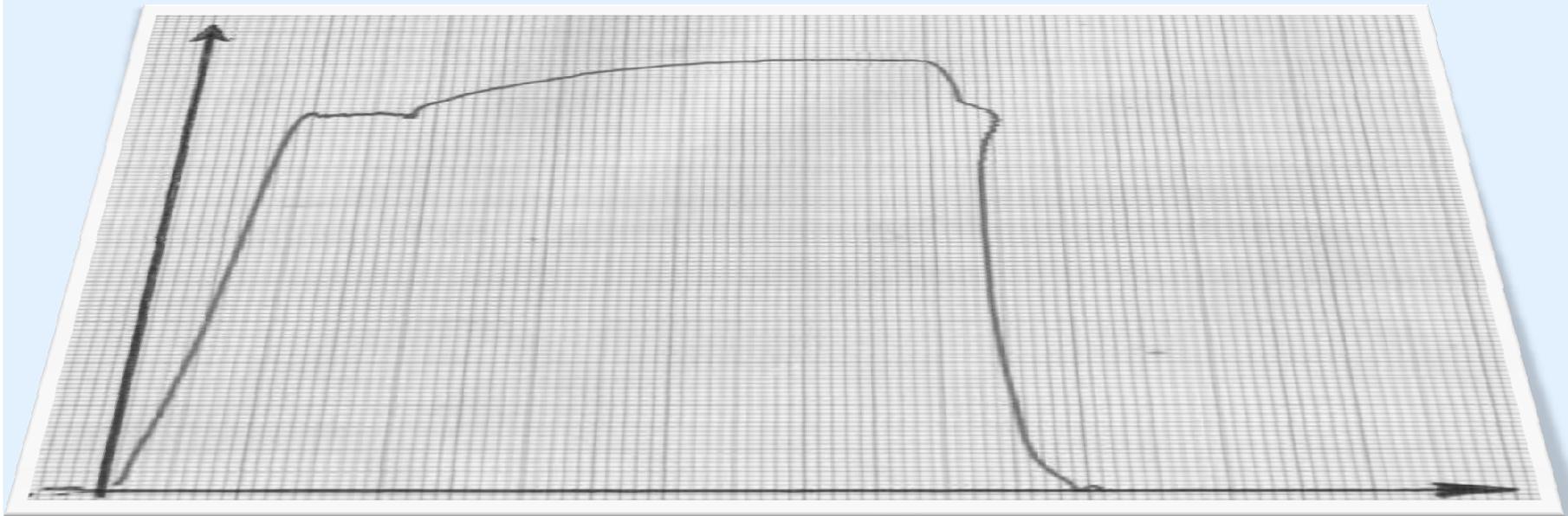
Strutture sismo-resistenti

**Progetto e verifica delle strutture in acciaio
con casi di studio**

Ing. Jacopo Morganti – Ing. Niccolò Lucia – Ing. Andrea Gheri



Il ruolo della duttilità nel DM 2008



Introduzione: duttilità nelle strutture



Principio fondamentale delle analisi sismiche previste dalla normativa è la **DUTTILITA'**.

Negli edifici ordinari (senza isolatori) le verifiche di resistenza degli edifici vengono condotte con riferimento allo **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV)**.

Il sisma di progetto è quello che ha probabilità di superamento pari al 10% nel periodo di riferimento:

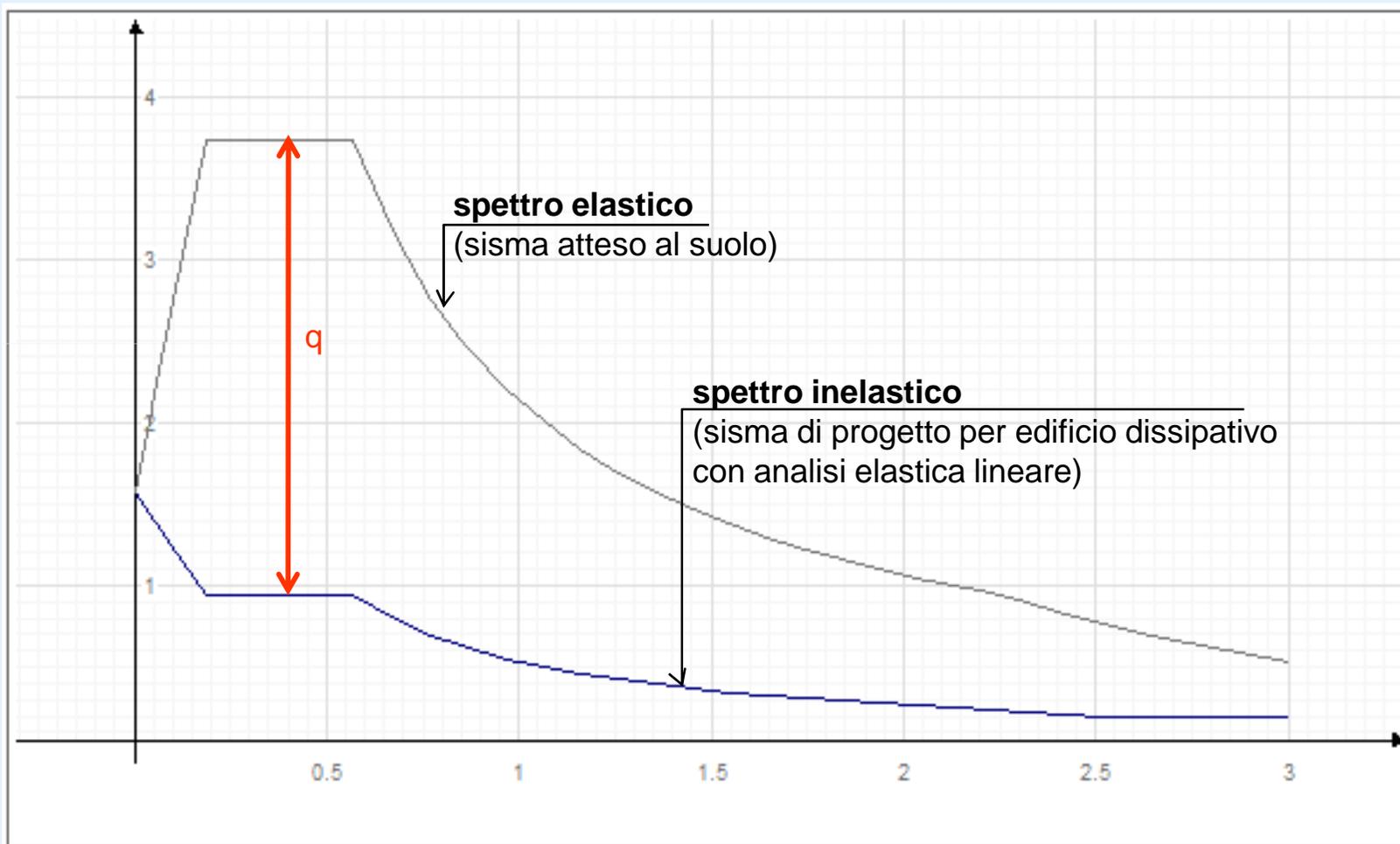
*“... a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e **significativi danni dei componenti strutturali** cui si associa una **perdita significativa di rigidità** nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali” [3.2.1.]*

*“Le **capacità dissipative** delle strutture possono essere messe in conto attraverso una **riduzione delle forze elastiche**, che tiene conto in **modo semplificato** della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovreresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni.” [3.2.3.5]*

*“Per contenere le incertezze e garantire un buon comportamento delle strutture sotto azioni sismiche, devono essere adottati **provvedimenti specifici** volti ad assicurare caratteristiche e di **duttilità** agli elementi strutturali ed alla costruzione nel suo insieme.” [7.1]*

*“Onde assicurare alla struttura un **comportamento dissipativo e duttile** evitando rotture fragili e la formazione di meccanismi instabili impreveduti, si fa ricorso ai procedimenti tipici della **gerarchia delle resistenze**. Si localizzano dunque le dissipazioni di energia per isteresi in zone a tal fine individuate e progettate, dette “dissipative” o “critiche”, effettuando il dimensionamento degli elementi non dissipativi nel rispetto del criterio di gerarchia delle resistenze; l'individuazione delle zone dissipative deve essere congruente con lo schema strutturale adottato.” [7.2.1]*

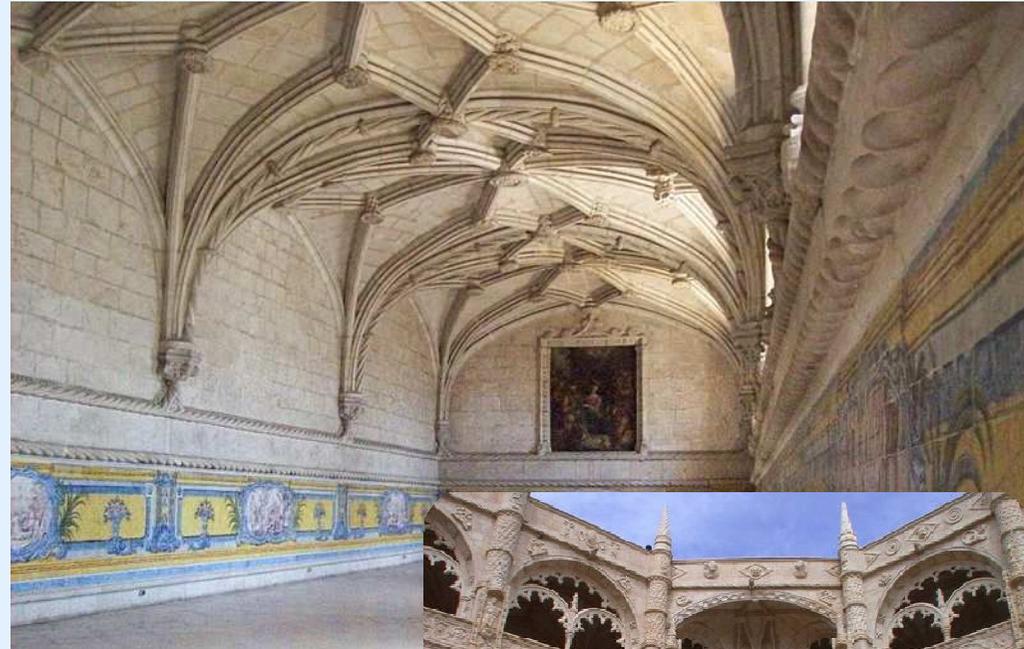
Introduzione: duttilità nelle strutture



Introduzione: duttilità nelle strutture



In generali edifici rigidi, con bassi periodi propri, risentono fortemente delle azioni sismiche. Viceversa, edifici con **bassi periodi propri** sono meno affetti dalle sollecitazioni sismiche.

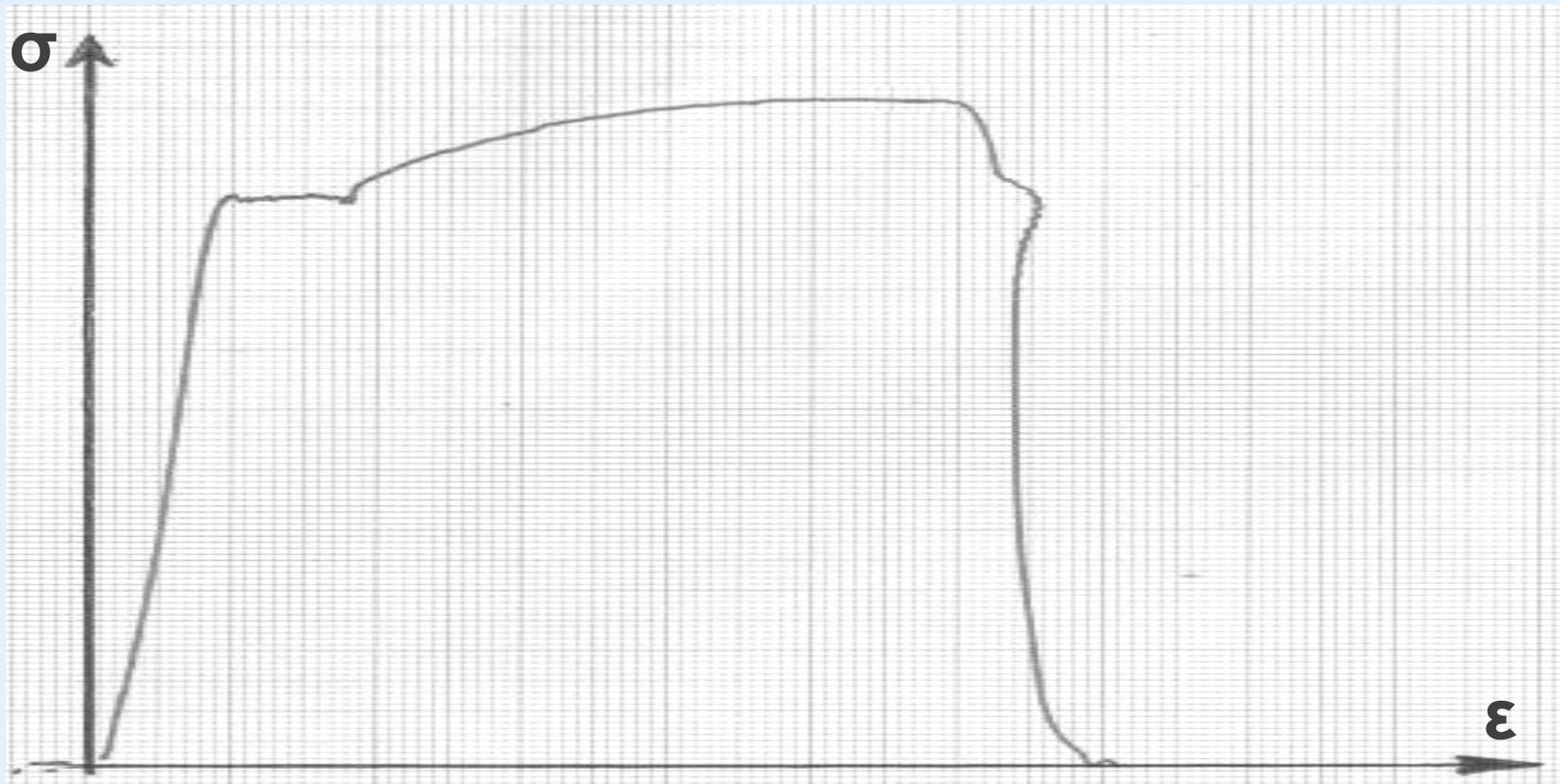


Il *Monasterio dos Jeronimos*, uno dei pochi edifici superstiti del terremoto di Lisbona del 1755 (9° grado Scala Richter - per confronto il terremoto dell'Aquila del 2009 è stato di 5,9)

Introduzione: duttilità nelle strutture

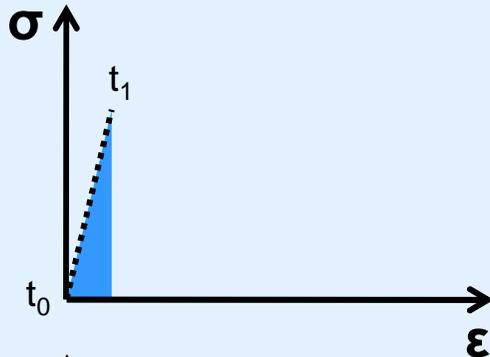


Tipico diagramma σ - ϵ di prova di carico a rottura di acciaio strutturale

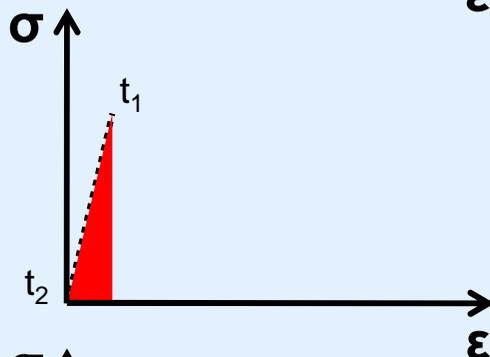




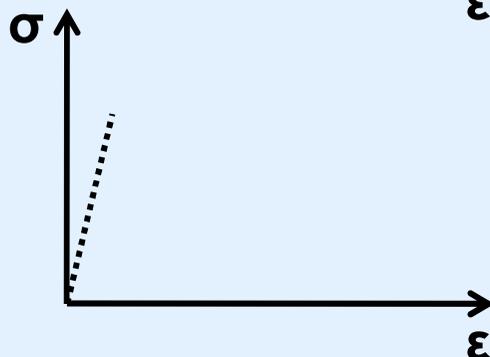
Energia assorbita in un ciclo carico-scarico da un sistema strutturale **elastico**



1) **Fase di carico:** l'energia assorbita in fase di carico è pari all'area triangolare sottesa dal diagramma σ - ϵ



2) **Fase di scarico:** la struttura ripercorre in senso inverso il diagramma σ - ϵ restituendo l'energia assorbita nella fase di carico

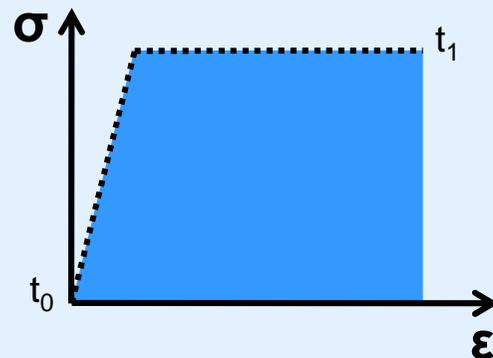


L'energia totale dissipata nel ciclo di carico scarico è nulla. Essa è data dalla differenza fra l'energia assorbita in fase di carico e l'energia restituita in fase di scarico

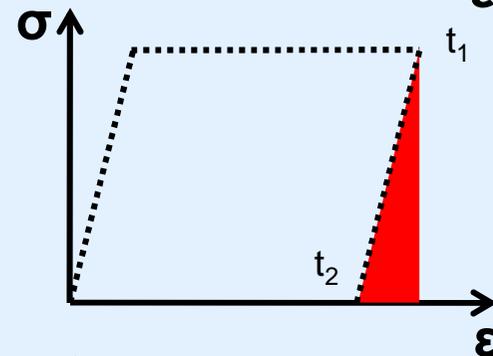
Introduzione: duttilità nelle strutture



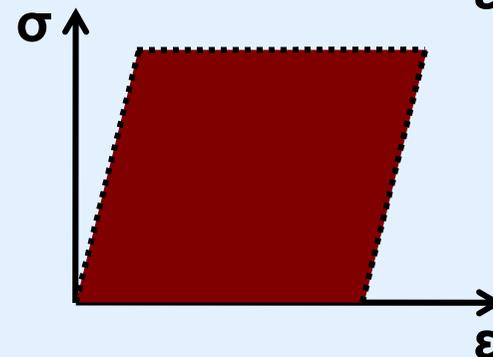
Energia assorbita in un ciclo carico-scarico da un sistema strutturale **plastico**



1) **Fase di carico:** l'energia assorbita in fase di carico è pari all'area sottesa dal diagramma σ - ε



2) **Fase di scarico:** il diagramma di scarico è parallelo al tratto elastico iniziale. Rimane una deformazione plastica permanente. L'energia restituita è pari al triangolo sotteso dal diagramma σ - ε

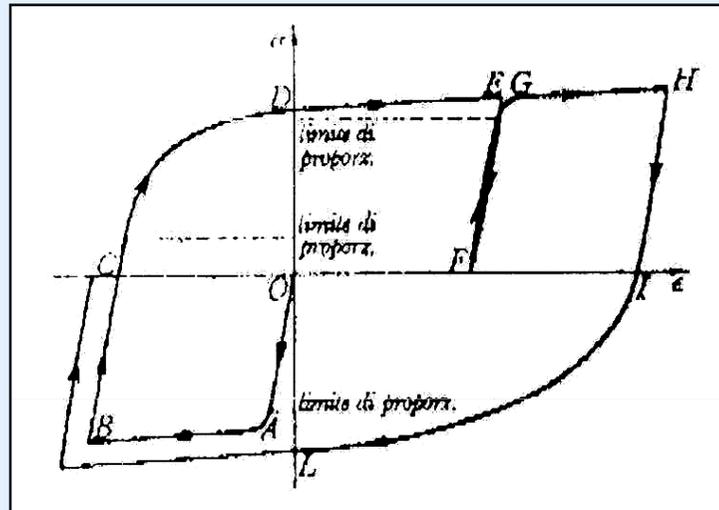


L'energia totale dissipata nel ciclo di carico scarico è notevole. Essa è data dalla differenza fra l'energia assorbita in fase di carico e l'energia restituita in fase di scarico ed è associata all'entità delle deformazioni plastiche permanenti.

Introduzione: duttilità nelle strutture



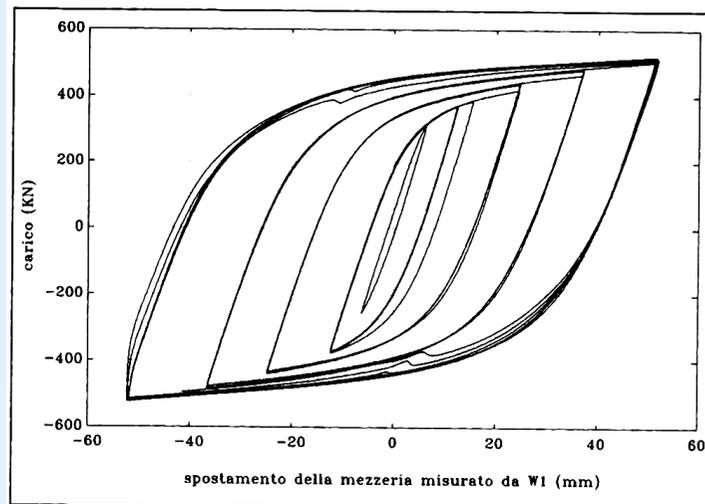
Energia assorbita per carichi ciclici alternati: cicli di isteresi



Ciclo di isteresi ideale dell'acciaio.

Si noti lo stondamento della curva di carico per inversione dei carichi dopo snervamento (effetto Bauschinger)

L'energia dissipata è quella racchiusa all'interno del diagramma di carico.

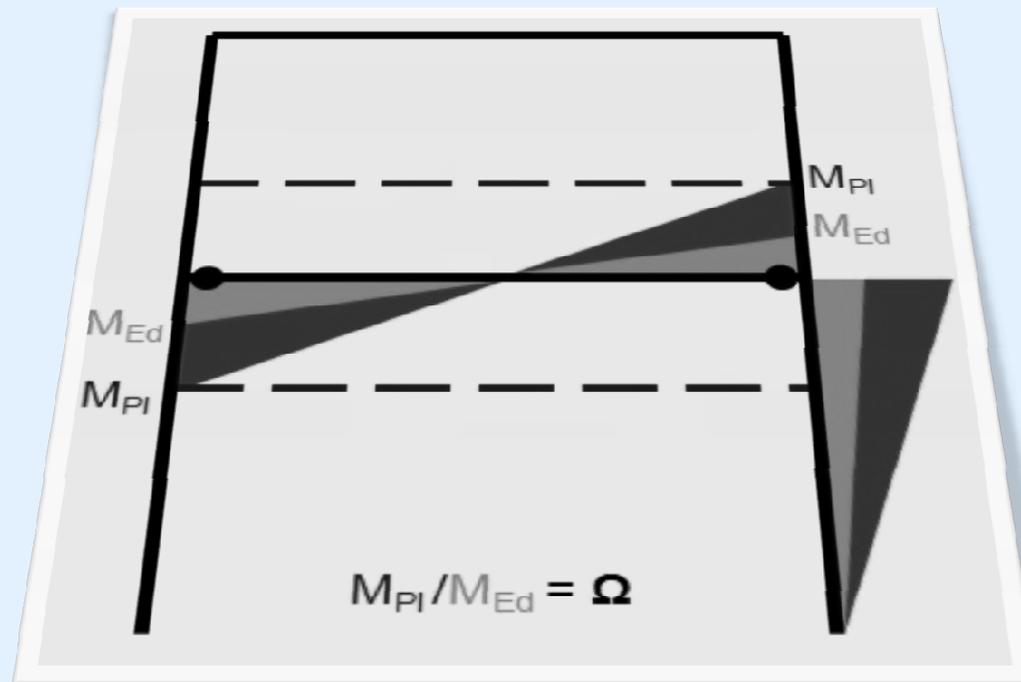


Ciclo di isteresi reale di una trave.

Si noti lo stabilizzarsi della curva di carico dopo alcuni cicli e la quantità di energia assorbita nei cicli di carico alternato.



La duttilità applicata alle strutture: zone dissipative e gerarchia delle resistenze



Introduzione: duttilità nelle strutture



In generale quindi le norme daranno due serie di prescrizioni:

1) **regole di progetto specifiche per le zone dissipative:**

si tratta di una serie di regole con lo scopo di garantire che le zone individuate come dissipative possano effettivamente dar luogo a meccanismi plastici. Ciò si traduce nel limitare lo stato di tensione all'interno dell'elemento strutturale dissipativo: di fatto il requisito è raggiunto quando le **sollecitazioni** sotto sisma di progetto inelastico (ridotto del fattore di struttura "q") sono **inferiori alla resistenza di progetto dell'elemento**.

2) **regole di progetto degli elementi al contorno delle zone dissipative:**

si tratta di una serie di regole che hanno lo scopo di evitare che i fenomeni di deformazione plastica si estendano al di fuori dell'elemento dissipativo, coinvolgendo ad esempio le colonne e causando il rischio di collasso per labilità della struttura. Ciò si traduce nel garantire che tali elementi rimangano nell'ambito elastico **non solo sotto sisma di progetto inelastico**, ma anche per sollecitazioni maggiori, che poi sono quelle realmente attese nella struttura. Tale risultato si ottiene con la **GERARCHIA DELLE RESISTENZE**:

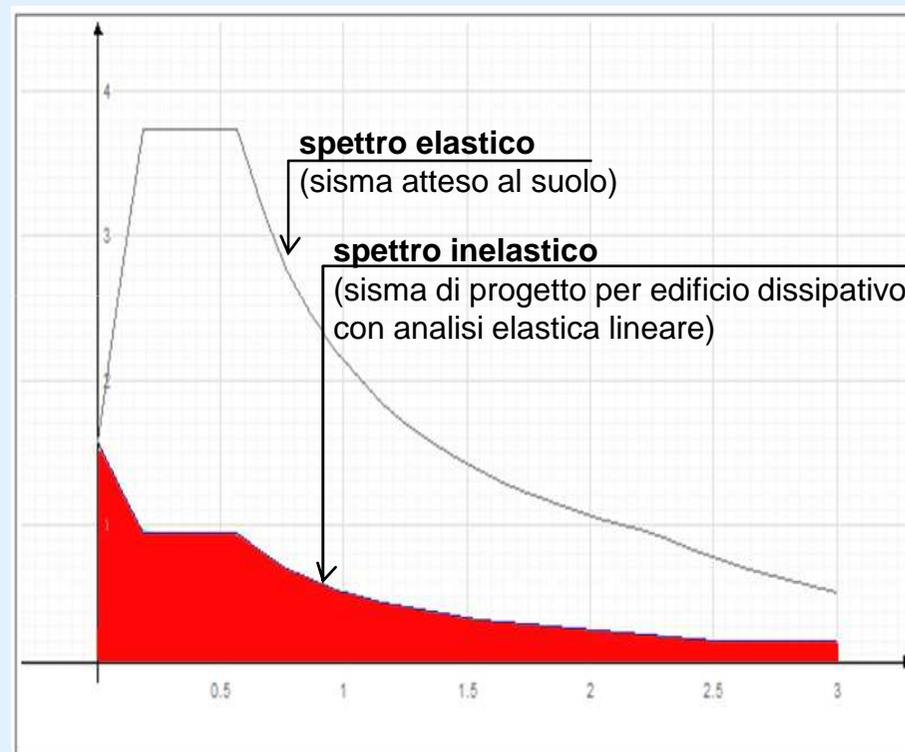
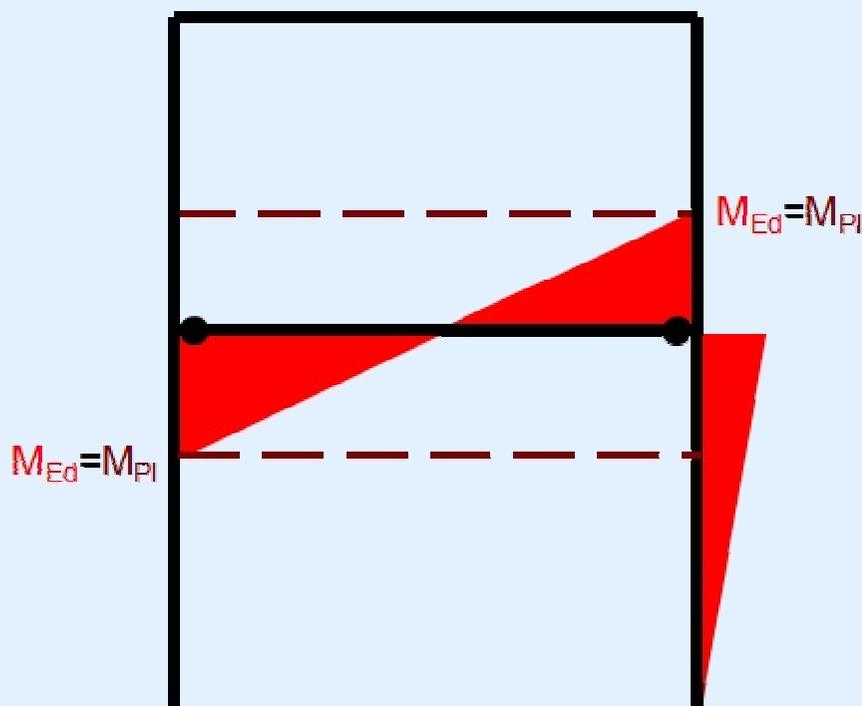
- gli elementi non dissipativi devono essere **sovraresistenti**;
- gli elementi dissipativi devono rimanere in ambito elastico per **carichi maggiorati**;

E' importante sottolineare che il sisma inelastico (ridotto di "q") non va inteso come il sisma realmente agente sulla struttura, ma come un **sisma convenzionale**, ridotto, che consente di progettare la struttura in ambito elastico lineare, ignorando in modo semplificato gli effetti reali derivanti dalla formazione delle zone dissipative.

Introduzione: duttilità nelle strutture



Le prescrizioni sulle **zone dissipative** richiedono che negli elementi strutturali più sollecitati dal sisma (zone dissipative) le sollecitazioni indotte dal sisma di progetto inelastico non superino lo snervamento. E' ammesso quindi il caso in cui $M_{Ed} = M_{Pl}$



Anche se il sisma reale supera come entità quello di progetto, tuttavia **le sollecitazioni nella struttura non aumentano oltre quelle di progetto** perché la formazione delle **cerniere plastiche** alle estremità delle travi fa diminuire la **rigidezza** dell'edificio e quindi la sua sensibilità alle accelerazioni sismiche.

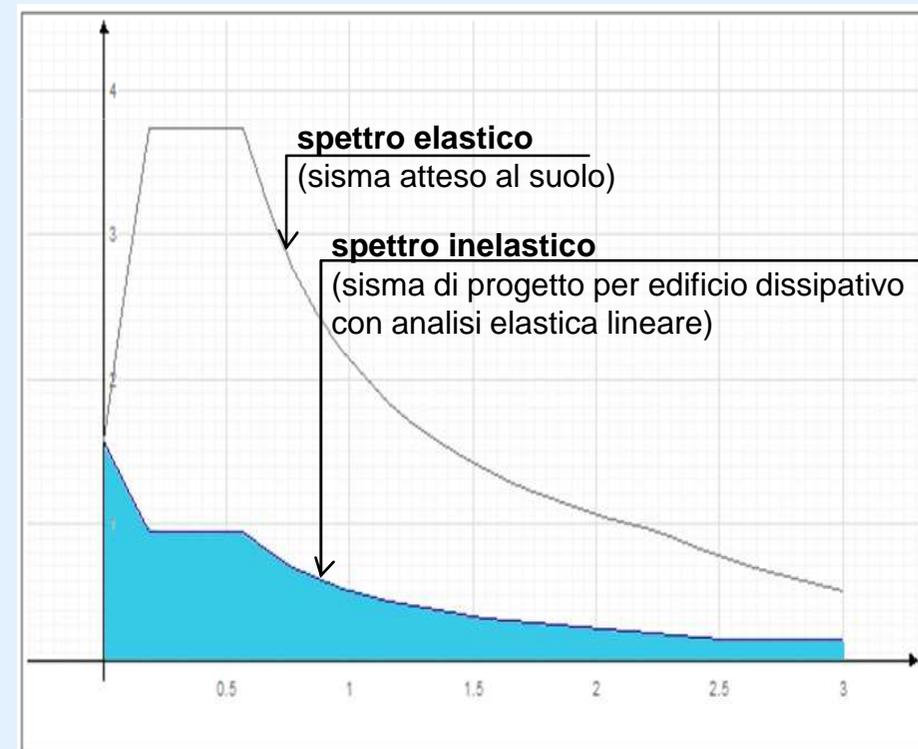
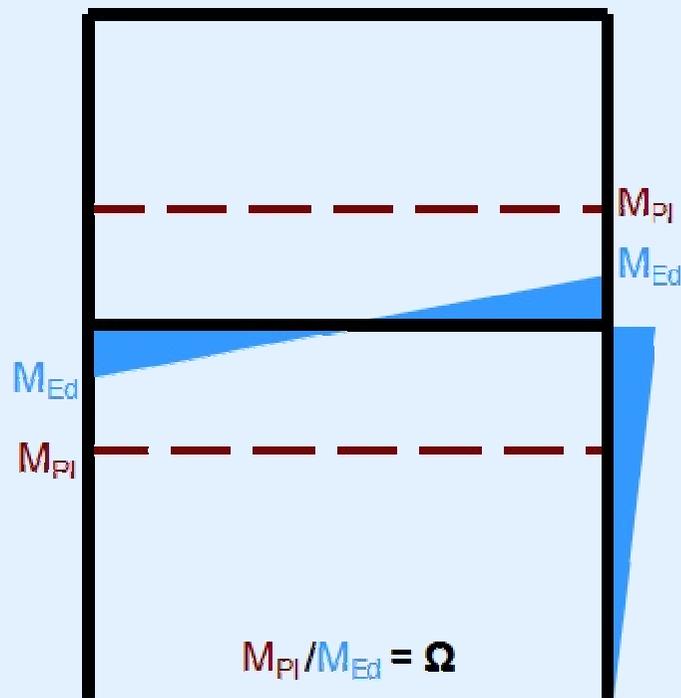
Introduzione: duttilità nelle strutture



In generale si potrà avere il caso in cui nelle zone dissipative $M_{Ed} < M_{Pl}$

Le zone dissipative sono verificate, in quanto in grado di resistere **oltre** il sisma di progetto.

Tuttavia sotto sisma di progetto **non si formano le zone dissipative**, la struttura quindi rimane rigida, con comportamento elastico, ed è soggetta **ad ulteriori aumenti delle sollecitazioni sismiche** fino ad arrivare alla plasticizzazione delle zone dissipative.

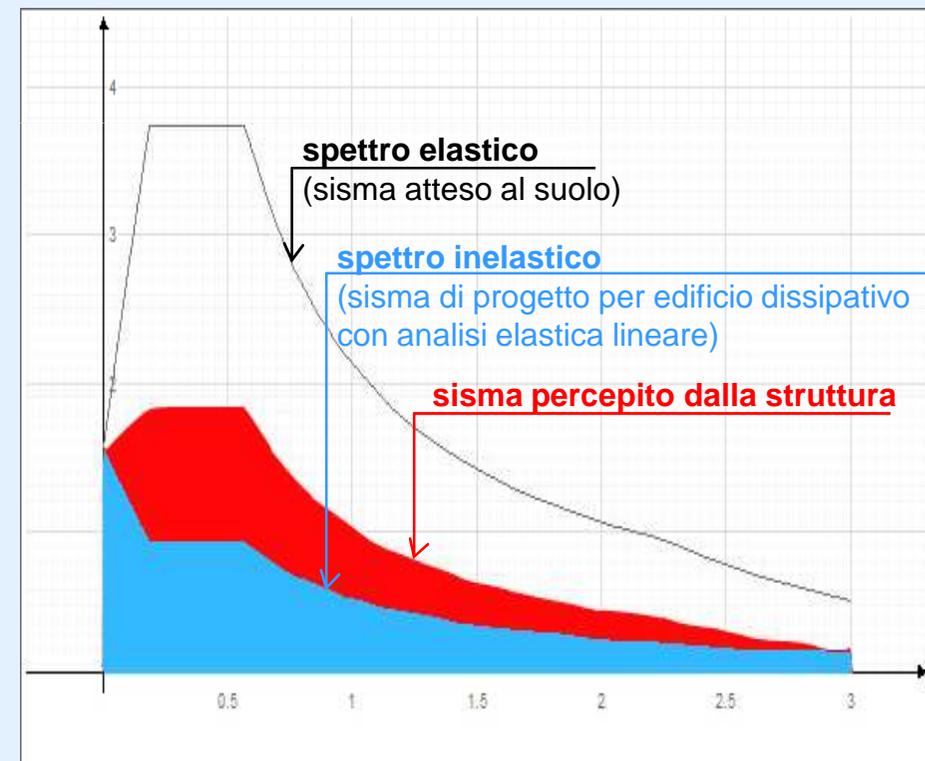
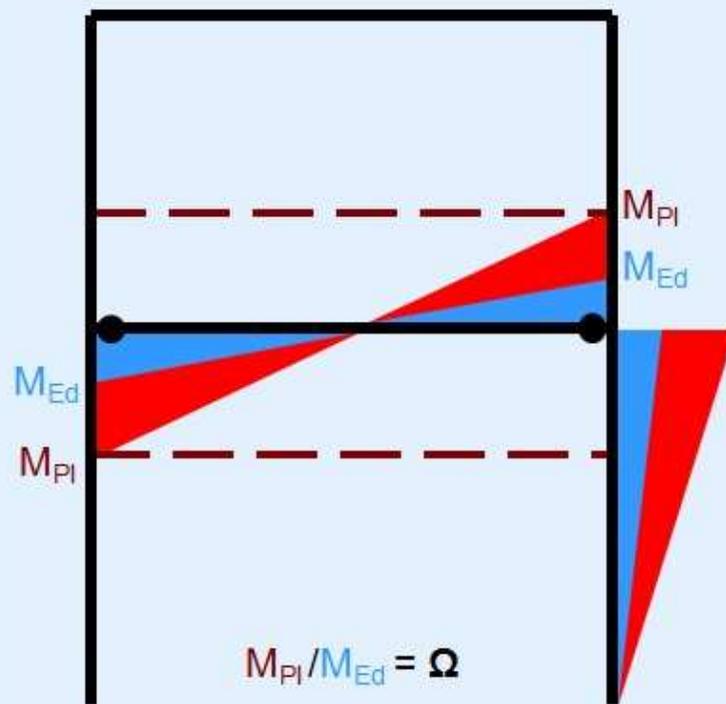


Introduzione: duttilità nelle strutture



Le **sollecitazioni sismiche** pertanto **aumenteranno linearmente in tutti gli elementi strutturali** fino a quando non si inneschi negli elementi dissipativi un **comportamento plastico**.

Quindi, se gli elementi dissipativi hanno un coefficiente di utilizzo, poniamo, del 50% per il sisma di progetto, allora la sollecitazione di tutti gli elementi aumenterà del doppio (1/0,5) fino a quando non si formeranno i meccanismi dissipativi alle estremità delle travi.

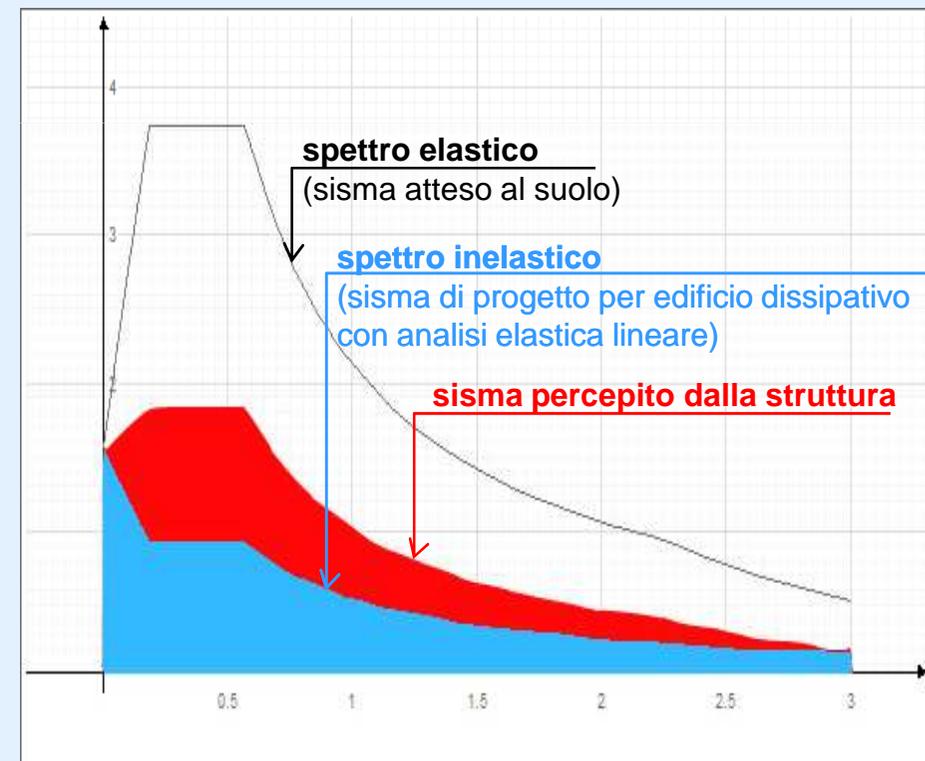
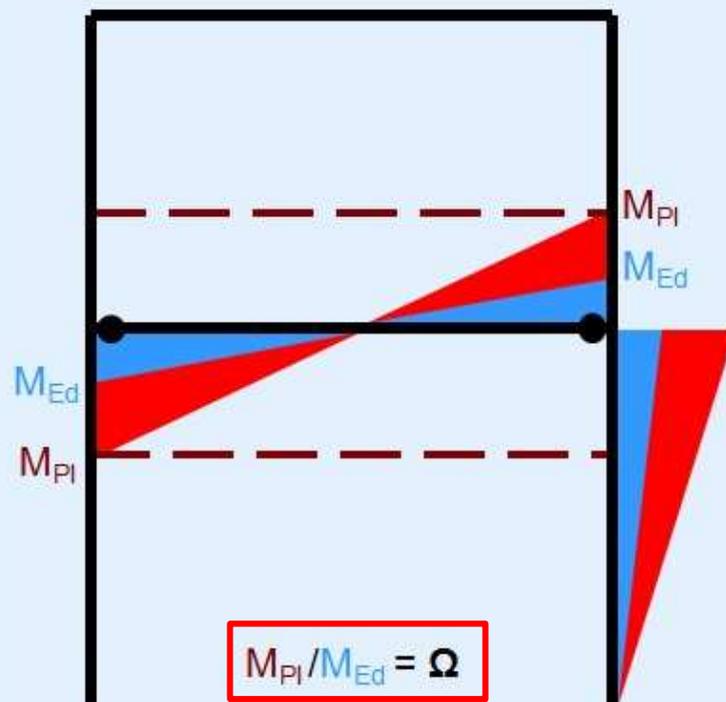


Introduzione: duttilità nelle strutture



Perché le **colonne** e gli altri elementi strutturali **rimangano in ambito elastico** e non diano luogo a formazioni di meccanismi plastici, è necessario che siano verificati per un sisma pari ad almeno **Ω volte il sisma di progetto**. In cui Ω rappresenta di quanto devono aumentare le tensioni nella struttura per arrivare ad innescare il meccanismo plastico zone dissipative.

Questo criterio di dimensionamento degli elementi non dissipativi costituisce uno dei requisiti della **gerarchia delle resistenze**.



Introduzione: duttilità nelle strutture



L'aumento dei carichi del coefficiente Ω costituisce un primo requisito della gerarchia delle resistenze.

Più in generale, oltre a resistere a carichi maggiorati dal coefficiente Ω , gli elementi non dissipativi devono essere elementi “**a completo ripristino di resistenza**”, devono cioè presentare, indipendentemente dai carichi esterni, una resistenza ultima maggiore rispetto a quella dell'elemento dissipativo.

La sovraresistenza degli elementi dissipativi è tipicamente del 10%.

Ciò vuol dire che la resistenza degli elementi non dissipativi deve essere pari ad almeno **1,1** volte quella degli elementi dissipativi.

Ad esempio: i **giunti** adiacenti che collegano le zone dissipative al resto della struttura devono presentare una resistenza pari a **1,1** volte la resistenza dell'asta che collegano.

In alcuni casi tale sovraresistenza è portata al 30% (telai ad alta duttilità)

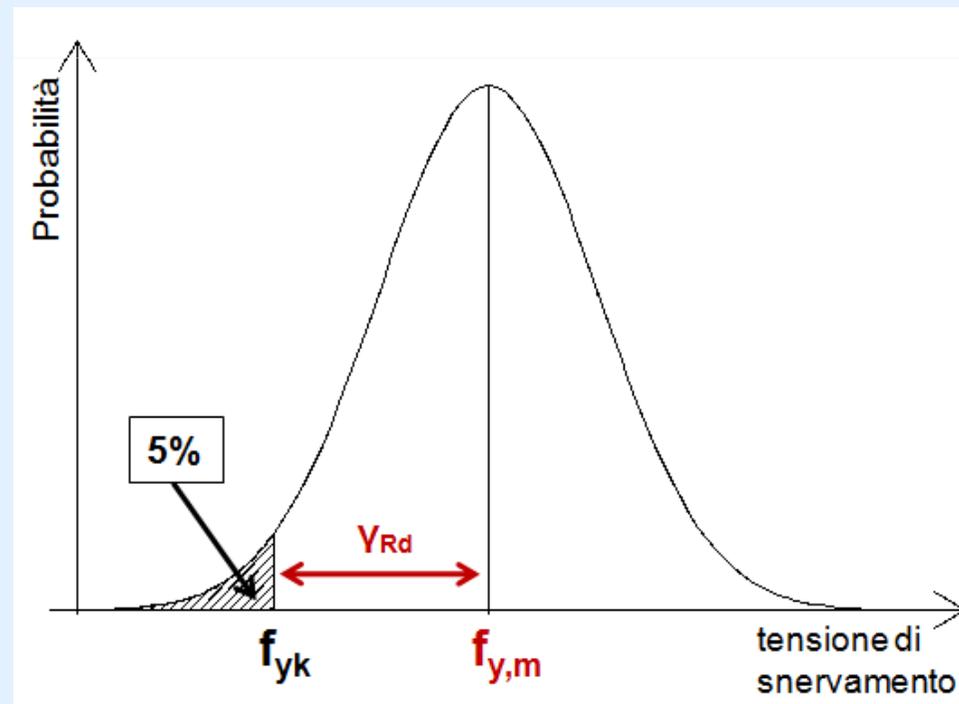
Introduzione: duttilità nelle strutture



La crisi dei **giunti** avviene tipicamente per **rottura fragile**.

Per questo motivo è indispensabile che i giunti (saldati e bullonati) che si trovano nelle zone dissipative siano sempre **sovradimensionati** per evitare che vengano coinvolti nei fenomeni plastici.

Nel dimensionamento dei giunti occorre considerare che la resistenza reale delle aste collegate è in genere maggiore rispetto alla resistenza nominale, che corrisponde alla resistenza caratteristica f_{yk} del materiale.



Introduzione: duttilità nelle strutture

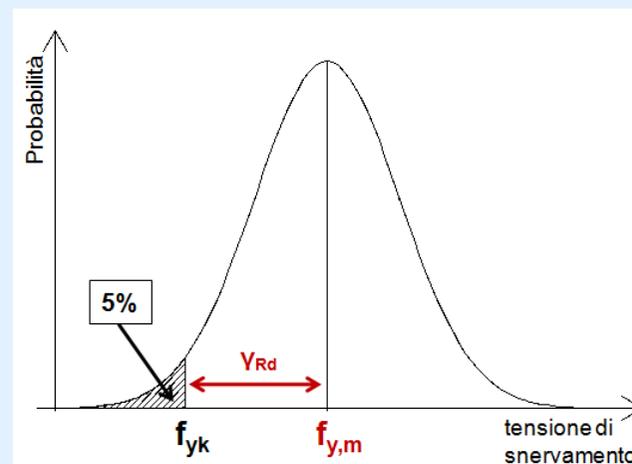


Il coefficiente di sovreresistenza del materiale, γ_{Rd} , è definito come il rapporto fra il valore medio $f_{y,m}$ della tensione di snervamento e il valore caratteristico f_{yk} nominale. In assenza di valutazioni specifiche si possono assumere i valori indicati nella Tab. 7.5.I;

Tabella 7.5.I - Fattori di sovreresistenza γ_{Rd}

Acciaio	$\gamma_{Rd} = \frac{f_{y,m}}{f_{yk}}$
S 235	1,20
S 275	1,15
S 355	1,10
S 420	1,10
S 460	1,10

Se la tensione di snervamento f_{yk} dell'acciaio delle zone non dissipative e delle connessioni è superiore alla $f_{y,max}$ dell'acciaio delle zone dissipative, è possibile assumere $\gamma_{Rd}=1,00$.





7.5.3.3 Collegamenti in zone dissipative

I collegamenti in zone dissipative devono avere sufficiente sovrarresistenza per consentire la plasticizzazione delle parti collegate. Si ritiene che tale requisito di sovrarresistenza sia soddisfatto nel caso di saldature a completa penetrazione.

Nel caso di collegamenti con saldature a cordoni d'angolo e nel caso di collegamenti bullonati il seguente requisito deve essere soddisfatto:

$$R_{j,d} \geq \gamma_{Rd} \cdot 1,1 \cdot R_{pl,Rd} = R_{U,Rd} \quad (7.5.2)$$

dove:

$R_{j,d}$ è la resistenza di progetto del collegamento;

$R_{pl,Rd}$ è la resistenza plastica di progetto della membratura collegata (da valutarsi secondo le indicazioni del § 4.2);

$R_{U,Rd}$ è il limite superiore della resistenza plastica della membratura collegata.

Introduzione: duttilità nelle strutture



Una particolare attenzione va rivolta nel caso in cui l'elemento dissipativo sia costituito da un'asta tesa collegata con giunti bullonati.

E' questo il caso delle aste dei controventi concentrici, che dissipano energia per allungamento plastico del controvento teso.

In tal caso occorre verificare che la **resistenza ultima a rottura della sezione netta** (depurata dei fori per i collegamenti) sia comunque maggiore della **resistenza plastica della sezione lorda**. [confronta il punto 4.2.4.1.2]

a) la resistenza plastica della sezione lorda, A ,

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad (4.2.7)$$

b) la resistenza a rottura della sezione netta, A_{net} , in corrispondenza dei fori per i collegamenti

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} \quad (4.2.8)$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} < N_{pl,Rd} = \frac{A f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$



$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} < N_{pl,Rd} = \frac{A f_{yk}}{\gamma_{M0}}$$

7.5.3.2 Parti tese delle zone dissipative

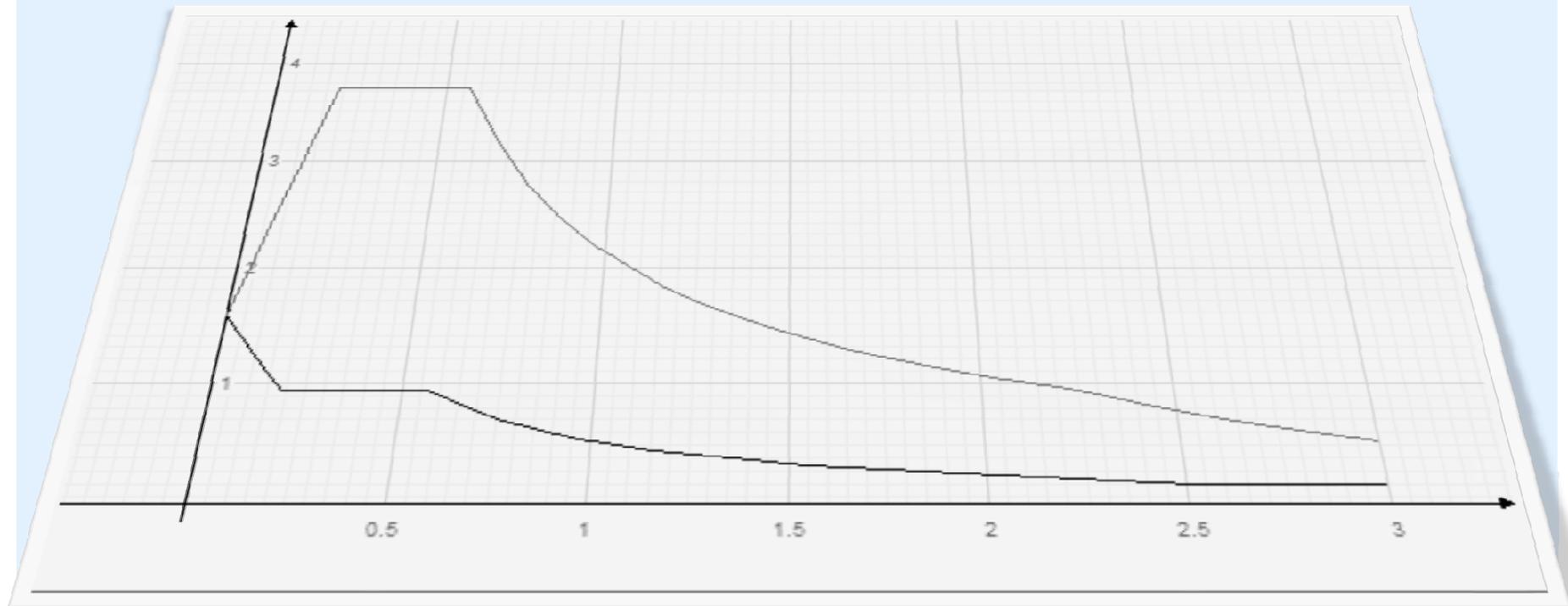
Nel caso di membrature tese con collegamenti bullonati, la resistenza plastica di progetto deve risultare inferiore alla resistenza ultima di progetto della sezione netta in corrispondenza dei fori per i dispositivi di collegamento. Pertanto si deve verificare che:

$$\frac{A_{res}}{A} \geq 1,1 \cdot \frac{\gamma_{M2}}{\gamma_{M0}} \cdot \frac{f_{yk}}{f_{tk}} \quad (7.5.1)$$

essendo A l'area lorda e A_{res} l'area resistente costituita dall'area netta in corrispondenza dei fori integrata da un'eventuale area di rinforzo e i fattori parziali γ_{M0} e γ_{M2} sono definiti nella Tab. 4.2.V del § 4.2.3.1.1. delle presenti norme.



La sollecitazione sismica: considerazioni sugli spettri di risposta



Spettri di risposta



*Il metodo d'analisi lineare di riferimento per determinare gli effetti dell'azione sismica, sia su sistemi dissipativi sia su sistemi non dissipativi, è l'analisi modale con spettro di risposta o “**analisi lineare dinamica**”. [7.3.2]*

Gli spettri di risposta non sono univoci come nel DM '96, bensì sono da calcolare caso per caso; inoltre, per uno stesso edificio, gli spettri per le varie verifiche agli stati limiti sono diversi fra loro.

I **parametri** che intervengono nel calcolo degli spettri di risposta sono:

- vita nominale dell'edificio (10, 50, 100 o più anni) [2.4.1 - 2.4.3]
- classe d'uso dell'edificio (classe I, II, III, IV) [2.4.2]
- coordinate geografiche del luogo dove è situato l'edificio [3.2 - 3.2.3.2.1]
- stato limite considerato e la conseguente probabilità di superamento [3.2.1]
- caratteristiche geologiche e geotecniche del terreno di fondazione [3.2.2 - 3.2.3.2.1]
- caratteristiche topografiche superficiali [3.2.2 - 3.2.3.2.1]
- caratteristiche della struttura (coefficiente di struttura) [3.2.3.5 – 7.3.1 -7.5.2.2]
 - materiale strutturale (acciaio, cls, ecc.)
 - schema strutturale (telaio, controventi concentrici, ecc.) [7.5.2.2]
 - regolarità in pianta [7.2.2 – 7.3.1 – 7.5.2.2]
 - regolarità in altezza [7.2.2 - 7.3.1]
 - classe di duttilità (alta o bassa) [7.2.1]

Spettri di risposta



Il sisma di progetto deve necessariamente essere calcolato con **programmi** specifici, routines o fogli di calcolo. Tuttavia questo non solleva il progettista dalla responsabilità del calcolo.

E' importante quindi avere la possibilità di riscontrare l'**attendibilità del sisma** adottato nelle verifiche.

The screenshot shows a software interface with the following elements:

- Navigation tabs: Quick, Dati generali, Dati struttura, Grafico, **Dati geografici** (selected).
- Section: Ricerca valori sismici
- Stato limite: Salvaguardia vita SLV (dropdown)
- Probabilità superamento: 0.10000000 (text input)
- Vita: 100.00000 (text input)
- Coordinate geografiche in gradi sessagesimali !
- Longitudine: 11.258060 (text input)
- Latitudine: 43.774440 (text input)
- Calcola (button)
- Results: Tr 949.12216, Ag 0.16510230, FO 2.3893672, Tc* 0.30962000
- Section: Ricerca coordinate geografiche
- Località: Firenze (text input)
- V (button)
- Cerca (button)
- Scegli DB Località (button)
- Scegli DB Parametri (button)

Spettri di risposta



Quick	Dati generali	Dati struttura	Grafico	Dati geografici
Intervalli	<input type="text" value="32"/>			
Durata totale	<input type="text" value="3.0000000"/>			
Normativa	<input type="text" value="DM 2008"/>			
				Ag(/g) <input type="text" value="0.16510230"/>
				ρ_D <input type="text" value="2.3893672"/>
				Tc* <input type="text" value="0.30962000"/>
Tipo spettro	<input type="text" value="Inelastico"/>			
Componente azione sismica	<input type="text" value="Orizzontale"/>			
Classe duttilità	<input type="text" value="Bassa"/>			
Categoria suolo	<input type="text" value="E"/>			
Amplificazione topografica	<input type="text" value="T1"/>			
Smorzamento	<input type="text" value="5.0000000"/>			

Spettri di risposta



Dati generali | **Dati struttura** | Grafico | Dati geografici

Materiale	Acciaio
Tipologia	Controventi eccentrici diagonale attiva
Regolarità in altezza	Regolare
Regolarità in pianta	Regolare
Risorse duttilità (acciaio)	Duttili

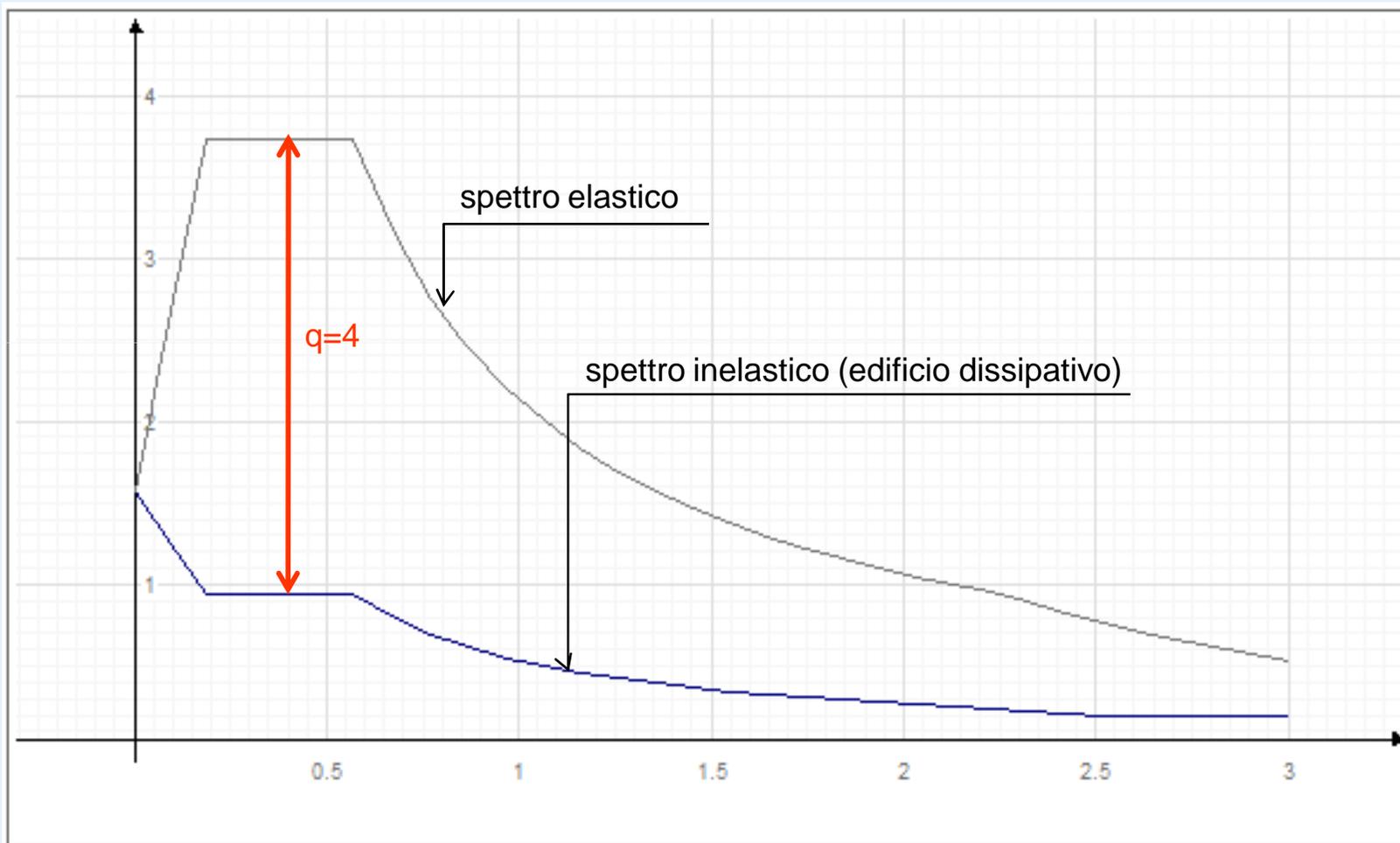
Calcola fattore di struttura (q)

Fattore di struttura (q)

Spettri di risposta



Spettri di risposta



Spettri di risposta



Ricerca valori sismici

Stato limite	Salvaguardia vita SLV	Probabilità superamento	0.10000000
		Vita	100.00000
Coordinate geografiche in gradi sessadecimali !			
Longitudine	11.258060	Latitudine	43.774440
<input type="button" value="Calcola"/>			
Tr	949.12216	Ag	0.16510230
		F0	2.3893672
		Tc*	0.30962000

Ricerca valori sismici

Stato limite	Danno SLD	Probabilità superamento	0.63000000
		Vita	100.00000
Coordinate geografiche in gradi sessadecimali !			
Longitudine	11.258060	Latitudine	43.774440
<input type="button" value="Calcola"/>			
Tr	100.57810	Ag	0.07167778
		F0	2.5960050
		Tc*	0.28000000

DM '96:

$$C = (S-2)/2 = \mathbf{0,07} \text{ (per Firenze)}$$

tale accelerazione era valida sia per gli SLE che per gli SLU.

Tuttavia agli SLU le azioni dovute al sisma erano da considerare con un fattore di combinazione pari a 1,5 che equivale ad un $A_g = 1,5 \times 0,07 = \mathbf{0,105}$

Spettri di risposta



Confronto fra sismi di progetto del DM '96 e del DM 2008

1) SLU/SLV

DM '96

$$C = (S-2)/2 = 0,07$$

fattore di combinazione 1,5

$$A_g = 1,5 \times 0,07 = 0,105$$

massimo coefficiente di risposta: 1

da cui **$A_{g_{max}} = 0,105$**

DM 2008

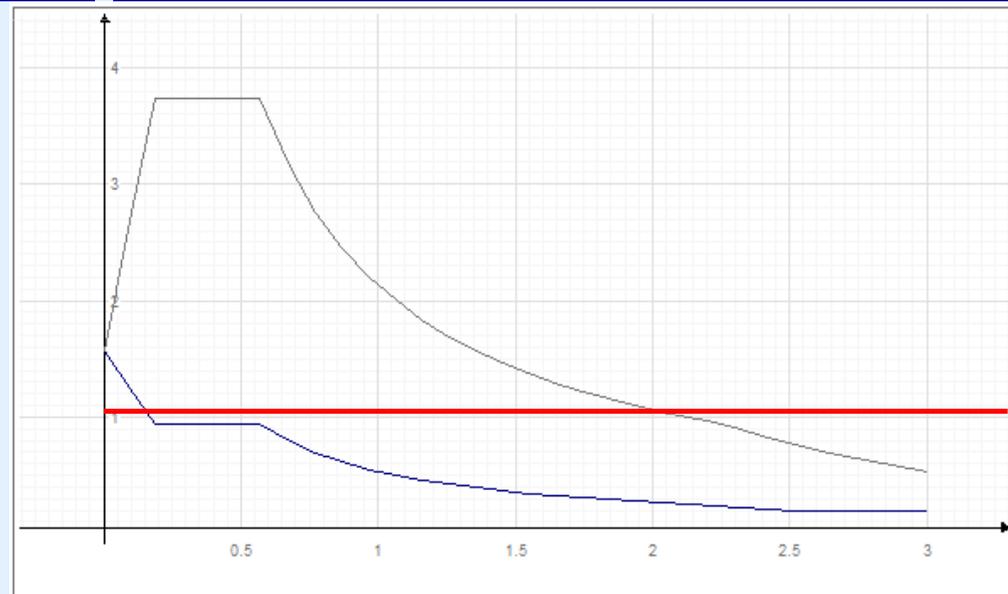
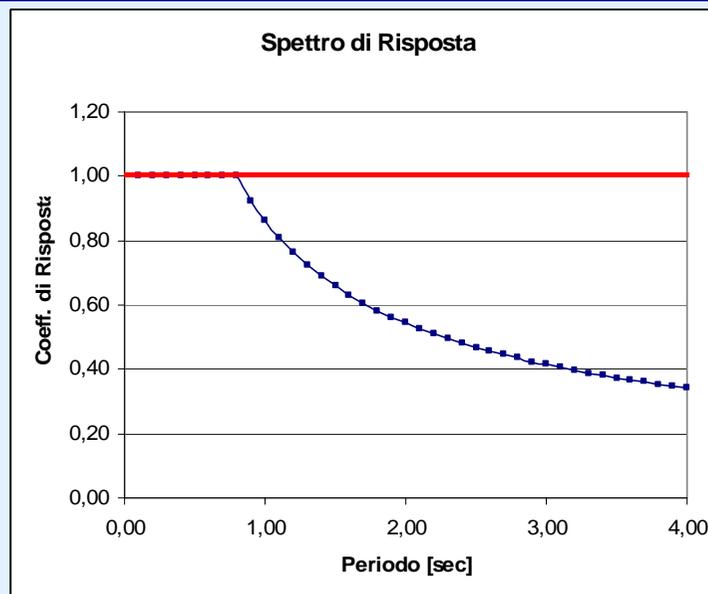
$$A_g = 0,165$$

fattore di combinazione 1

massimo coefficiente di risposta:

inelastico: $\sim 0,95$ (elastico: $\sim 3,75$)

da cui **$A_{g_{max}} = 0,16$** (elastico **$A_{g_{max}} = 0,62$**)



Incremento delle sollecitazioni: +50% (analisi plastica) oppure +450% (analisi elastica)

Spettri di risposta



Confronto fra sismi di progetto del DM '96 e del DM 2008

2) SLE/SLD

DM '96

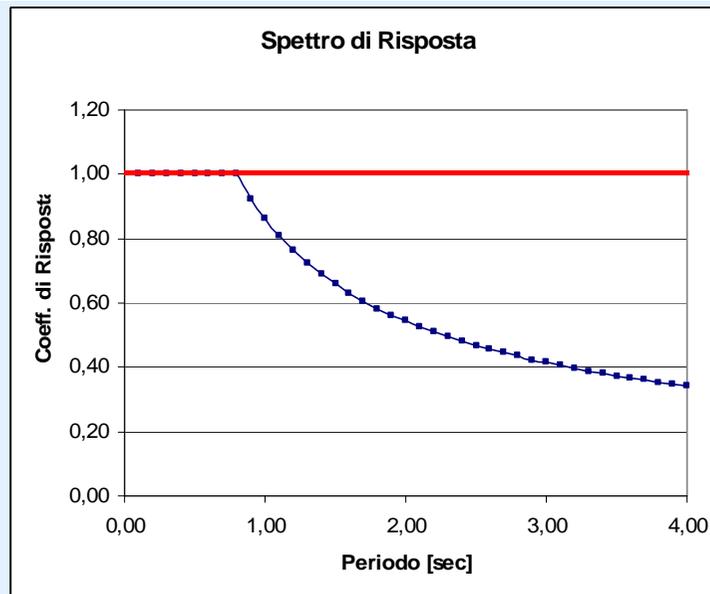
$$C = (S-2)/2 = 0,07$$

fattore di combinazione 1

$$A_g = 0,07$$

massimo coefficiente di risposta: 1

da cui $A_{g_{max}} = 0,07$



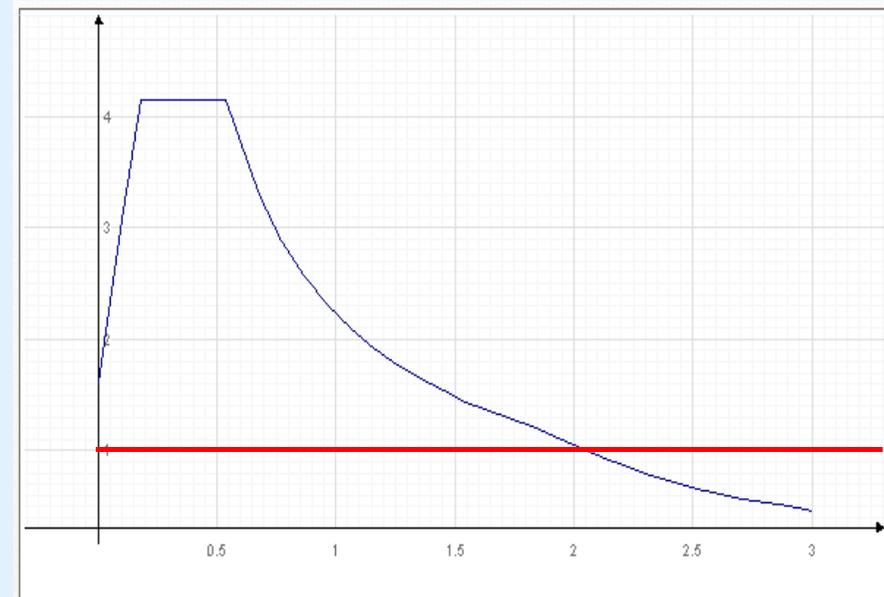
DM 2008

$$A_g = 0,072$$

fattore di combinazione 1

massimo coefficiente di risposta: ~ 4,05

da cui $A_{g_{max}} = 0,29$



Incremento delle sollecitazioni: +300%

Spettri di risposta



Dal sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici: “Azioni sismiche - Spettri di risposta ver. 1.03”

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

<input type="radio"/> Ricerca per coordinate	LONGITUDINE 11,2499	LATITUDINE 43,7874
--	------------------------	-----------------------

<input checked="" type="radio"/> Ricerca per comune	REGIONE Toscana	PROVINCIA Firenze	COMUNE Firenze
---	--------------------	----------------------	-------------------

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata

Nodi del reticolo intorno al sito

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

http://www.cslp.it/cslp/index.php?option=com_content&task=view&id=75&Itemid=20

Spettri di risposta



FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="60"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="101"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="949"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="1950"/>

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

.....■..... Strategia scelta

INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta



FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV**

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **E**

$S_s = 1,565$

$C_0 = 1,837$

Categoria topografica **T1**

$h/H = 0,000$

$S_T = 1,000$

(h =quota sito, H =altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%) **5**

$\gamma = 1,000$

Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0 **4**

Regol. in altezza **sì**

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q **1,5**

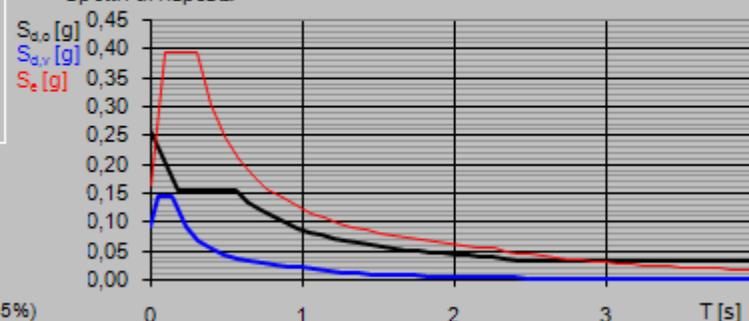
$\gamma = 0,667$

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta



Dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV): zone sismiche

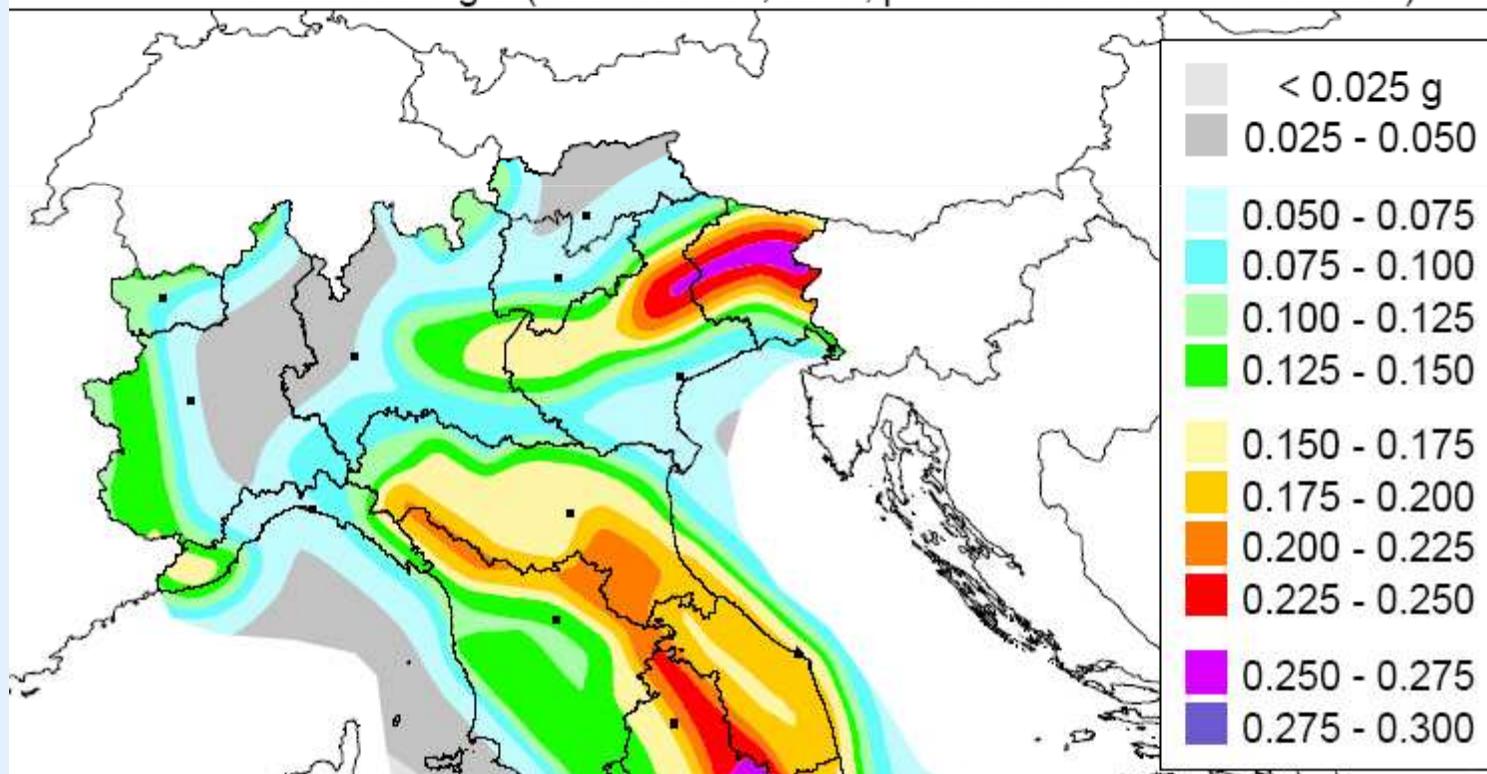
Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

espressa in termini di accelerazione massima del suolo

con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni

riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s; cat.A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005)

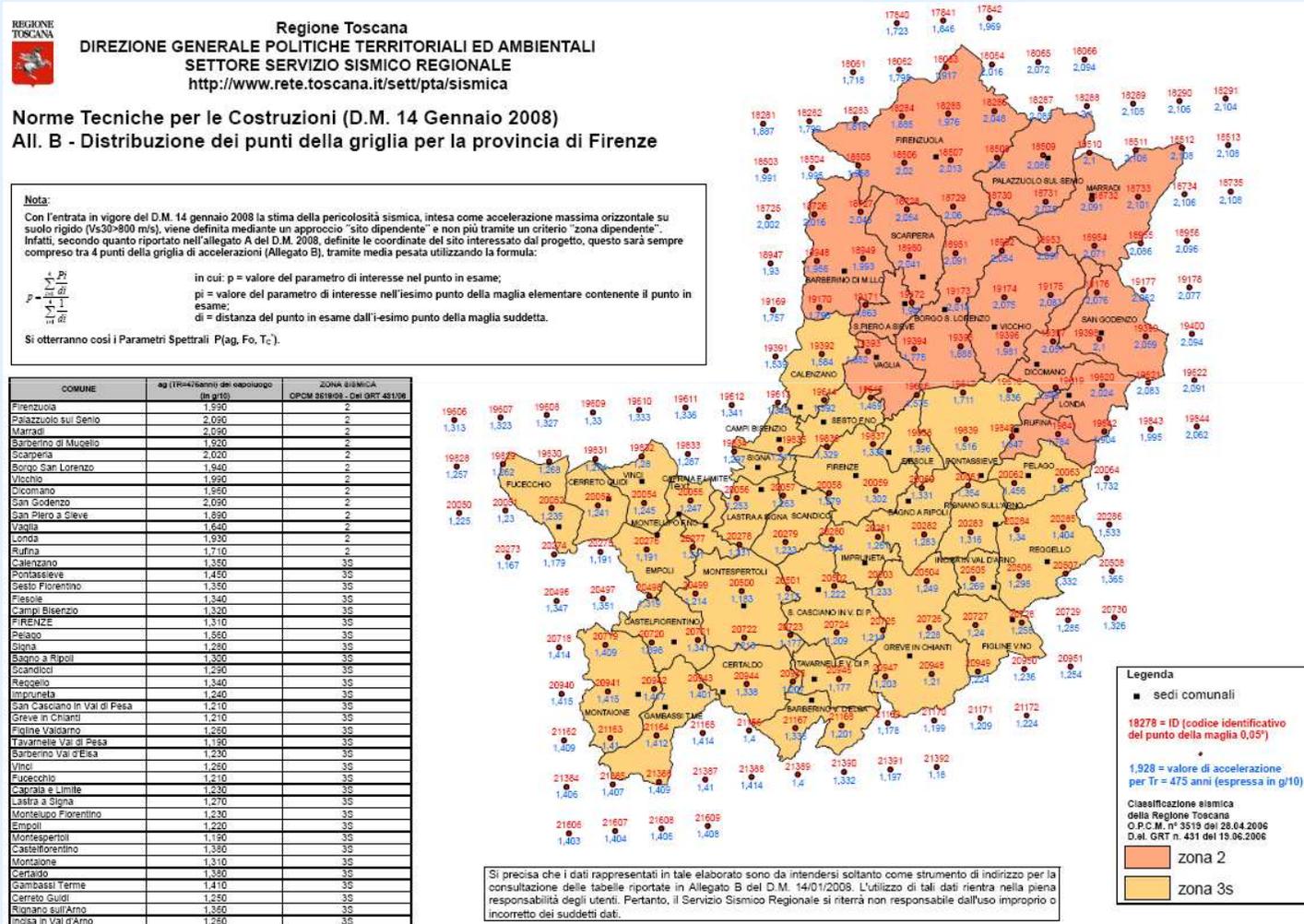


<http://zonesismiche.mi.ingv.it/>

Spettri di risposta



Dal sito della Regione Toscana: rischio sismico



http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/azioni_sismiche/index.htm