

# Regolarità strutturale

## Planimetrica

## Albimetrica

### forma

in caso di grandi dimensioni

giunti di separazione

solai rigidi

meglio se simmetrica, semplice e convessa

il giunto deve trasmettere azioni orizzontali di un edg inferiore rispetto all'azione  $N_2$  minima per evitare instabilità

distribuzione rigidità

calo che  $C_m = C_k$

irrigidimenti nelle zone d'angolo

l'eccentricità accidentale impone di valutare un minimo momento torcente

in alternativa si amplificano le forze con:

$$\delta = 1 + 0,6 \frac{X}{L_e}$$

distribuzione masse

attenzione a grandi pesi: piscine, serbatoi, sp, parecchiature e biblioteche

distribuzione masse

### forma

ventrate, simmetrica e semplice

distribuzione rigidità

problematiche

interruzione elementi resistenti verticali

portici e gallerie, aule magne, grandi luci e costruzioni su pendio

piano di posa delle fondazioni a quote differenti

## Regolarità planimetrica NTC 2008

pianta compatta e simmetrica, rispetto a due direzioni ortogonali, per masse e rigidità

rapporto tra i lati del rettangolo in cui è inscritta la pianta è inferiore a 4

solai considerabili infinitamente rigidi nel loro piano

sporgenze e rientranze non superiori al 25% della dimensione totale dell'edificio nella direzione del ricambio della sporgenza

## Regolarità albimetrica NTC 2008

i sistemi resistenti si estendono dalle fondazioni alla sommità dell'edificio

masse e rigidità sono costanti o si riducono gradualmente dalla base alla cima (variazioni massime del 20%)

restringimenti delle sezioni dell'edificio gradualmente

rapporto tra resistenza effettiva e richiesta non troppo diverso tra piani diversi

# PBD - Performance Based Design

Data la rarità dell'evento sismico si ammette che la struttura possa subire danneggiamenti purché sia garantita la salvezza degli utenti

si "abbandona" la progettazione in termini di forze: i materiali non devono mai raggiungere le deformazioni ultime ( $\epsilon_{st} = 0,01, \epsilon_{cu} = 0,0035$ )

si adotta la progettazione in termini di spostamenti, consentendole di superare il limite elastico

livello di prestazione:

completa operabilità

operabilità con danni marginali

riparabilità dei danni

salvaguardia della vita con danni ingenti

collasso

SLD

SLU

dovendo progettare in base agli spostamenti è necessario valutare la duttilità di:

materiale

sezione

elemento

struttura

duttilità globale

$$\mu_0 = \frac{\Delta u}{\Delta y}$$

fattore di struttura

$$q = \frac{\Delta u}{\Delta y} = \frac{\Delta u}{\Delta y}$$

si associa l'ac3 direzione di picco alla SLU  $\Delta u$

spostamenti  $\Delta u$  corrispondente al collasso

per normalizzare:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

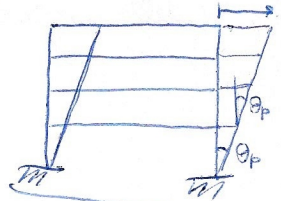
valore massimo

fattore di regolarità

si associa l'ac3 direzione di picco alla sd<sub>e</sub> globale elastica  $\Delta y$

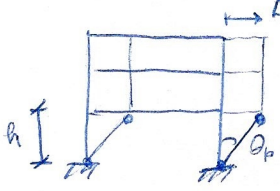
spostamento  $\Delta y$  corrispondente alla formazione della prima cricca plastica

globale (da realizzare)



$$\mu^d = \frac{\Delta y + \Delta p}{\Delta y} = \frac{m(h\theta_y + \theta_p)}{m h \theta_y} = 1 + \frac{\theta_p}{\theta_y} = 1 + \mu_s - 1 = \mu_s$$

di piano debole (da evitare)



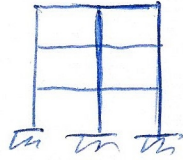
$$\mu^d = \frac{\Delta y + \Delta p}{\Delta y} = \frac{m(h\theta_y + \theta_p h/m)}{m h \theta_y} = 1 + \frac{1}{m} \frac{\theta_p}{\theta_y} = 1 + \frac{1}{m} (\mu^d - 1)$$

si richiede duttilità alle travi, grazie al per sé a comportamento duttile

si richiede duttilità alle colonne, grazie al per sé a comportamento fragile poiché presso-inflessa

# Systemi costruttivi e tecnologie per il P.B.D

## Telai resistenti a momento



no travi molto alte

trave debole colonne forte

regolarità ridotte e resistenze in altezza

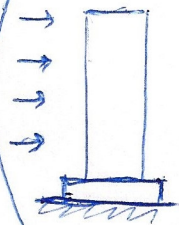
azioni assorbite alla base:

- $\geq 65\%$  dal telaio  $\Rightarrow$  strutture a telaio
- $\geq 65\%$  dalle pareti  $\Rightarrow$  strutture a pareti
- $\geq 50\%$  dal telaio  $\Rightarrow$  strutture miste equivalenti a telaio
- $\geq 50\%$  dalle pareti  $\Rightarrow$  strutture miste equivalenti a pareti

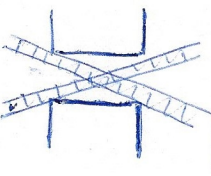
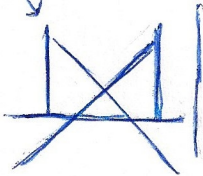
## Systemi a parete singola o a pareti accoppiate

mensole che devono avere grande duttilità alla base

deformabilità travi di collegamento



rotture per pressoflessione, taglio, scorrimento e ribaltamento



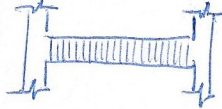
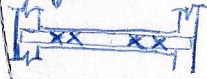
## Cerniere plastiche alle estremità delle travi

inibizione collasso per taglio (proprio):

passo staffe:

$\frac{1}{4}$  altezza sezione (CD A & B), 6 volte il diametro massimo delle barre longitudinali (CD A)

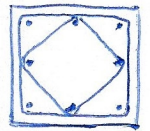
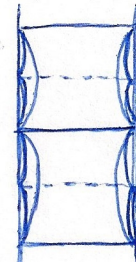
in caso di innescazione serve armatura bi-dragonale:



## Elementi compressi

confinamento sezione longitudinale

confinamento sezione trasversale



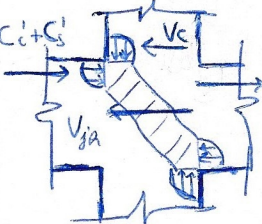
2 staffe!

si dimetta la luce libera di flessione!

## Modo trave-colonna

funzionamento a punte-travante

si realizza solo se la flessione in sezione non è eccessiva.



$$\begin{cases} V_{jh} = T + C_s + C_c - V_c \\ T = C_s + C_c \\ \Rightarrow V_{jh} = T + T + V_c \end{cases}$$

le NTC 2008 prevedono di ampliare la  $V_{jh}$  attraverso un coef. faticante pari; si mettono poi staffe nel nodo (se non viene confinato)

collasso per:

capacità portante trave

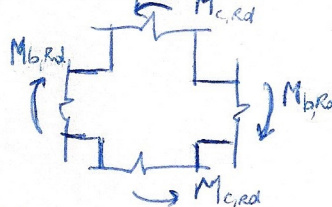
capacità portante colonna

espulsione coprifreno

ancoraggio armatura

taglio del pannello di nodo

la resistenza complessiva dei pilastri deve essere maggiore della resistenza complessiva delle travi

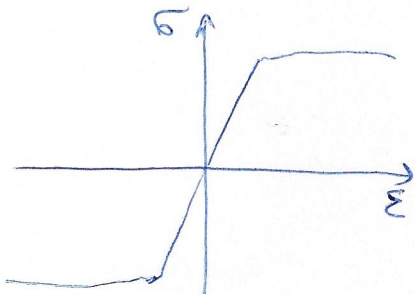


$$\sum M_{ord} \geq \rho_{ord} \sum M_{ord}$$

# Duttilità delle strutture in acciaio

## Duttilità del materiale:

uguale comportamento in trazione e in compressione:

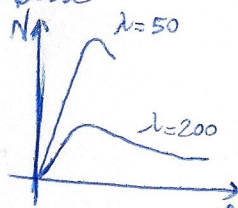


## Duttilità degli elementi:

Esse: si comportano duttilmente come il materiale

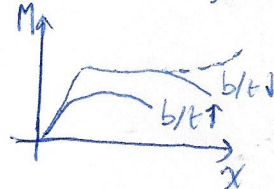
Arce: compressione: presentano l'instabilità

Comportamento fragile per snellezze ridotte, duttile per snellezze elevate, ma a fronte di resistenze notevolmente più basse



## elementi inflessi

instabilità locali riducono la duttilità o addirittura la capacità portante (non si sviluppa neppure il momento plastico, per  $b/t$  elevato)



## Duttilità delle strutture controventate:

Controventi reticolari eccentrici



disposizione nei nodi

Ampli per flessione



## giunti

di elementi inflessi: i saldatori sono a compressione ripartita se id. legano sia anima che piattabande

le instabilità locali vanno controllate con irrigidimenti

di arce base: la duttilità si ottiene nel caso di completo ripartimento (saldatura)

di arce compresse: normalmente più duttili delle arce collegate poiché queste sono scarsamente duttili

basta fornire adeguata resistenza

## Controventi reticolari concentrici

dispersione nei diagonali tesi

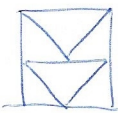
a K, confluenti in una colonna e quindi ritenuti non dissipabili



con diagonale tesa attiva:



a V, confluenti in un elemento orizzontale che deve essere continuo



## regole di progetto per strutture dissipative

elementi: classi in funzione della capacità rotazionale  
 $C_o = \frac{D_{pl}}{D_y} - 1$

classe 1  
 $C_o > 3$ , cerniere plastiche complete

classe 2  
 $C_o > 1,5$ , cerniere plastiche parziale

classe 3  
 si raggiunge la tensione di snervamento, ma non il momento resistente plastico

classe 4  
 gran instabilità

$$\frac{M_{ed}}{M_{red}} \leq 1$$

$$\frac{N_{ed}}{N_{red}} \leq 0,15$$

$$\frac{V_{ed,G} + V_{ed,M}}{V_{red}} \leq 0,50$$

trave-colonna

$$\sum M_{c,pl,rd} \geq \eta_{sc} \sum M_{b,pl,rd}$$

pannelli nodali

prestazione doppia rispetto alle consuete applicazioni

$$\frac{V_{pl,ed}}{\min(V_{r,ed}, V_{b,ed})} \leq 1$$

diagonali dei controventi



una diagonale riduce l'instabilità dell'altro: nel piano lavorano con l'instabilità minore

$$1,3 \leq \bar{\lambda} \leq 2 \text{ per } X$$

$$\bar{\lambda} \leq 2 \text{ per } V$$