

Come progettato in capacità

Nel grafico di esempio, sotto è riportato il diagramma del momento flettente per soli carichi verticali minimi, al centro il diagramma del momento flettente per solo sisma peggiore che in questo caso agisce con la sua intensità massima in direzione X e contemporaneamente al 30% in direzione Y e sopra è riportata la somma dei due diagrammi.

Una progettazione corretta deve fare in modo che, per strutture intelaiate, in cui ai telai piani è affidata l'intera resistenza sismica, le zone dissipative si debbano creare alle estremità delle travi e al piede dei pilastri solo sulle fondazioni.

Le cerniere plastiche devono formarsi alle estremità delle travi in prossimità del tratto rigido dell'unifilare della trave come da grafico.

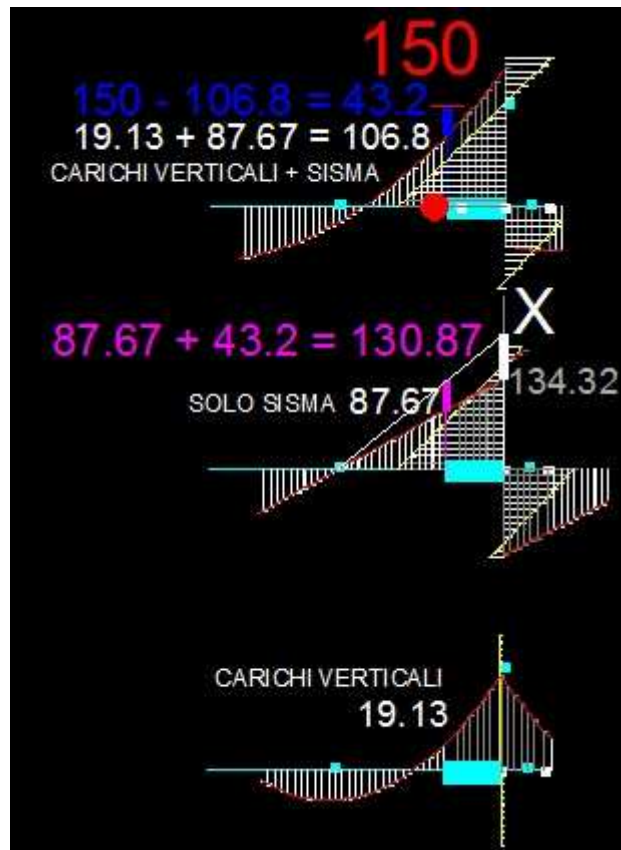
La lunghezza del tratto rigido è normalmente la metà del pilastro nella direzione della trave; la metà delle dimensioni della sezione del ritto. Nel caso di utilizzo del Nodo

Carannante invece, è pari alla dimensione del Nodo Carannante perché esso è molto più rigido della trave metallica confluyente in esso così come confermato dalle prove a rottura.

Le cerniere plastiche devono formarsi alla estremità delle travi e non dei pilastri per non far innestare un meccanismo che porterebbe alla traslazione dell'intero piano e quindi al collasso dell'intera struttura.

Allontanare le zone dissipative dai pilastri è quindi una buona pratica progettuale che però sotto sisma distruttivo, porta a un incremento di momento flettente nei pilastri che occorre portare in conto.

Come si vede dalla figura centrale, col sisma in aumento, l'incremento del momento sulla trave in asse al pilastro è un poco più grande rispetto all'incremento che si ha dove dovrà formarsi la cerniera plastica e, a parità di incremento sismico, aumenta all'aumentare della lunghezza del tratto rigido. Per travi con luci piccole il fenomeno aumenta, con grandi luci il fenomeno si attenua.



Nel caso in figura, **se 150 è il Momento Resistente** della trave metallica, e, 106.8 è il massimo momento sollecitante, in quanto è stato precedentemente accertato che per soli carichi verticali massimi il momento in questo punto è più piccolo, si ha, nel punto, una sovra resistenza flessionale della trave scelta di 43.2

Quando il sisma aumenta oltre quello di progetto, cioè quando M_{sisma} supera il valore 130.87 e quindi il momento flettente sollecitante complessivo supera 150, inizia a formarsi la cerniera plastica nel punto indicato.

Vediamo che valore assume il momento sulla trave in asse al pilastro quando inizia a formarsi la cerniera plastica.

Dalla similitudine dei triangoli, $130.87/87.67 = X/134.32$ da cui $X = 200.51$

Un aumento di momento di 43.2 alla trave nella zona dissipativa porta a un aumento di momento di $200.51 - 134.32 = 66.19$ alla trave in asse al pilastro. Da 134.32 arriva a 200.51 con un incremento complessivo del 49.28%.

Poiché nell'istante in cui sta per formarsi la cerniera plastica, siamo ancora in fase elastica, l'incremento % del momento *lungo la trave* al centro del pilastro è uguale all'incremento % di momento *nel pilastro* in asse alla trave.

Poiché vogliamo che il pilastro non si deve plasticizzare dobbiamo verificare il pilastro per il valore del momento incrementato in questo modo maggiorato ancora di un poco.

Dobbiamo verificare il pilastro per un momento pari a quello derivante dal calcolo + il 49.28%. Bisogna moltiplicarlo per 1.4928

Poiché il pilastro deve avere una resistenza ancora un poco più grande, lo verifichiamo per il valore del momento che raggiungerà in asse alla trave e non quello a filo trave che è leggermente più piccolo.

Ricapitolando, il procedimento adottato dal software Cj è questo:

Premesso che preventivamente è stato controllato che il Momento Resistente della trave è maggiore di quello dovuto ai carichi verticali massimi, dal suo valore togliamo il momento dovuto ai soli carichi verticali minimi che essendo fissi non intervengono nella simulazione col sisma in aumento.

Da quello che rimane togliamo anche il momento dovuto al sisma di progetto.

Il residuo è il Momento **Esuberante**, la sovra resistenza della trave rispetto a quella necessaria per il sisma di progetto previsto dalla legge.

Le Autorità, hanno accertato che, nel previsto periodo di vita della struttura, il sisma di progetto, statisticamente, non dovrebbe mai essere superato.

Se malauguratamente ciò dovesse accadere, la zona dissipativa per salvaguardare la vita degli abitanti, deve essere alle estremità delle travi e non alla estremità dei pilastri.

Dal calcolo del Momento Resistente esuberante, e dalla lunghezza del tratto rigido, con le semplici considerazioni geometriche dette, è ricavato il **moltiplicatoreGR** che amplifica il Momento restituito dal calcolo allo SLV e con cui dovrà essere verificato il pilastro.

Nessuno ci vieta di progettare una struttura più resistente rispetto a quella minima prevista dalla legge, comunque, volendo progettare in sicurezza, è sempre necessario ridurre al minimo il Momento esuberante rispetto alla resistenza che si vuole dare alla struttura.

Nel caso del c.a. nelle travi, non bisogna aumentare il numero di tondini necessari.

All'uopo il software, nel disegnare le sezioni delle travi in c.a., in alto, disegna anche il diagramma dell'area di ferro necessaria e dell'area di ferro resistente.

Nel caso di travi in acciaio, Cj effettua una strozzatura delle ali fino al max pari alla metà della larghezza delle ali per cercare di eguagliare il Momento Resistente con quello Sollecitante.

Sempre per chiarezza e per controllo, a ogni piano, per ogni trave e per ogni campata, a destra e a sinistra di ogni campata, nel percorso:

cantiere\relazioni\grafici\M_GRcernierePlastiche è riportato il relativo grafico.DXF che in modo dettagliato mostra il calcolo del Momento esuberante e il calcolo del moltiplicatoreGR.

Poiché il materiale con cui è costruita la trave potrebbe essere migliore rispetto alla qualità nominale scelta dal Progettista ed impostata nel calcolo, per non far plasticizzare il pilastro prima della trave, è necessario aumentare il momento di verifica ancora per il coefficiente γ_{Rd} previsto dalla norma.

Tutto questo si sta facendo per economizzare sfruttando la duttilità della struttura. Però una volta che interviene la duttilità, la struttura è andata in crisi in sicurezza e l'edificio dovrà essere rottamato.

Per progettare travi duttili, cioè più deboli che devono plasticizzarsi alle estremità sotto sisma distruttivo, è stato introdotto il fattore di comportamento q che riduce appunto le forze sismiche.

Per il pilastro, questo ragionamento non vale. I pilastri non devono plasticizzarsi.

Però se il moltiplicatore GR dei momenti calcolato come detto in precedenza, è esagerato, ed è maggiore di q , va ridotto al valore q .

E' inutile incrementare il momento al pilastro oltre il valore che assumerebbe dal calcolo elastico con forze sismiche effettive.

Il software calcola un moltiplicatore GR per fibre tese superiori e per fibre tese inferiori; a sinistra e a destra di ogni ritto. Il moltiplicatore finale assunto va combinato. Cj consente di combinarlo come si vuole. Sarà il Progettista della struttura a decidere.

Sempre per chiarezza e per controllo, il rapporto finale.TXT per ogni ritto nella direzione del telaio, e per ogni pilastro in carpenteria, nella direzione degli assi principali di inerzia della sua sezione, lato Rigido/Flessibile, è indicato il corrispondente moltiplicatore GR dei momenti da sisma, assunto nella verifica.

Sempre per chiarezza e per controllo, sono generati **2** diagrammi di momento e **2** diagrammi di stress restituiti anche in DXF. Uno con i valori dei momenti ai pilastri come dal calcolo elastico e l'altro con i momenti maggiorati dai moltiplicatori GR che sono utilizzati per le verifiche. Cj consente anche di porre tutti i moltiplicatori uguali a 1 verificando in questo modo i pilastri con i momenti del calcolo elastico.