

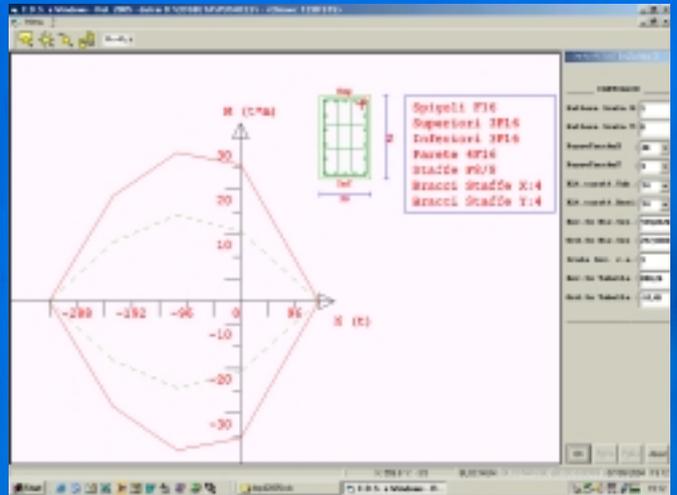
# Novità

Novità di **CDS Win** rel. 2005

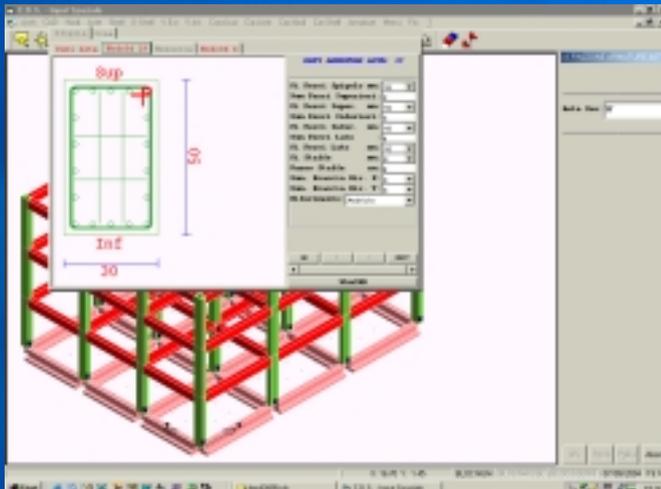
## Nuovo solutore

Il nuovo solutore **STS** di terza generazione denominato "WarpSolver" ha prestazioni straordinarie, basti pensare che una struttura a piastra di 150.000 gradi di libertà viene fattorizzata in appena 9 secondi su un PC entry level dotato di processore AMD 2600 e 512 Mbyte di Ram. Il WarpSolver raddoppia la velocità dei più prestanti solutori di terza generazione e stacca un

autovalori, particolarmente velocizzata nel caso di analisi sismiche nodali che possono richiedere un numero molto elevato di autovalori in funzione della tipologia strutturale. Le nuove funzioni di ricerca degli autovalori sono mediamente 20 volte più veloci nel "WarpSolver" rispetto allo



Visualizzazione del dominio di resistenza di una sezione in c.a.



Nuovo input delle armature per la riverifica degli elementi in c.a.

tempo di circa 100 volte inferiore a quello del precedente solutore (che, per inciso, è circa tre volte più veloce degli altri solutori di seconda generazione).

Il **CDS Win** WarpSolver è inoltre dotato di un accurato controllo della soluzione, a mezzo di appositi algoritmi, tra cui quelli per il calcolo del numero di condizionamento e del raffinamento iterativo della soluzione.

Analghi avanzamenti sono stati ottenuti nell'ambito della ricerca degli

## Riverifica Strutture

Una delle novità di maggior rilievo del **CDS Win 2005** è rappresentata dal modulo per la riverifica delle strutture esistenti. Tale riverifica può essere effettuata tramite un semplice calcolo lineare (confrontando i valori ultimi delle sollecitazioni con le caratteristiche della risoluzione elastica), ovvero attraverso un calcolo statico non lineare Push-Over. A tal scopo il **CDS Win** è stato dotato di apposite procedure per la

definizione in input delle armature sia nelle fasi travi e pilastri (in input per impalcati), sia nella fase aste3d (in input spaziale). Anche per questi nuovi comandi sono presenti le consuete fasi di copiatura e cancellazione.

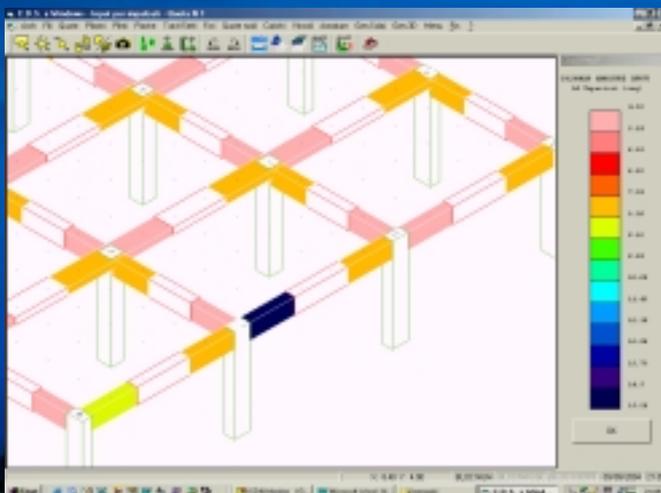
Le armature da considerare nella riverifica possono anche essere definite dall'utente graficamente nella fase di disegno ferri; in tal caso il **CDS Win** le traformerà automaticamente nel formato richiesto dal modulo di calcolo.

Sono state inoltre implementate nuove procedure per il calcolo e la visualizzazione dei domini di resistenza delle sezioni in c.a. e per la visualizzazione dei risultati della PushOver.

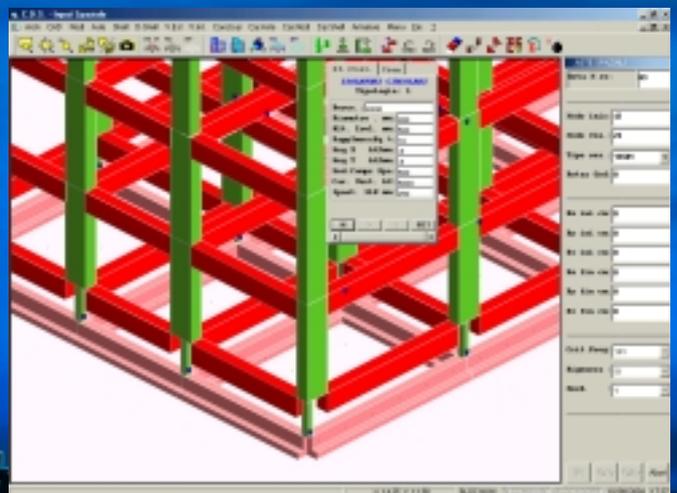
## Classe duttilità A

La nuova normativa prevede dei criteri per la progettazione di strutture ad alta capacità dissipativa (classe di duttilità "A").

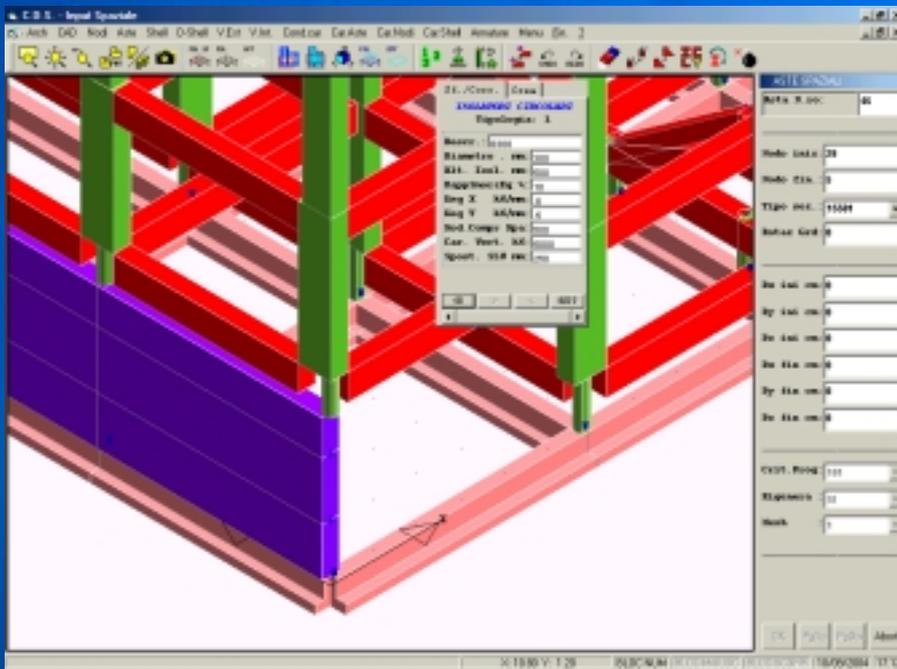
Tale tipo di progettazione viene premiata dalla norma con forze sismiche di progetto più basse, ma di contro viene richiesto il rispetto di tutta una serie di verifiche di gerarchia delle resistenze, mirate a proteggere gli elementi strutturali dalle rotture fragili a



Visualizzazione a mappa di colori del quantitativo di armature definito per le travi durante l'input per impalcati



Input di un isolatore nella fase input spaziale



*Struttura isolata con isolatori al piede pilastro e tra l'impalcato del livello 1 e la testa dei muri paraterra.*

al suolo massimo compatibile con un determinato livello di danneggiamento della struttura (prestazione). La PGA limite va poi confrontata con il valore di "PGA attesa", ovvero con il valore di Ag del sito.

**Verifica di nuove strutture**

Nel caso della progettazione di nuove strutture l'analisi statica non lineare può essere vantaggiosamente usata come metodo di ottimizzazione della risposta strutturale nei confronti del sisma, poiché permette di conoscere il probabile meccanismo di collasso della struttura. Il progettista è quindi messo in condizione di distribuire le resistenze ultime dei vari elementi in modo tale da ottenere, tra tutti i possibili, il meccanismo globale di collasso che rende massima la dissipazione di energia sismica.

Tale metodo permette quindi di giustificare a posteriori il fattore di struttura utilizzato e risulta più razionale nell'applicazione della filosofia del capacity design, di quanto non lo sia la progettazione in classe di duttilità A.

**Caratteristiche del solutore PUSH-OVER del CDS *Win***

Le principali caratteristiche del solutore push-over sono:

- Analisi incrementale di tipo "event by event" che tiene conto del collasso dei vari elementi strutturali, man mano che questi si verificano, valutando anche la necessaria redistribuzione delle azioni attraverso la tecnica dello scarico generale. Sono tenuti in conto gli effetti P-Delta con l'eventuale softening della risposta strutturale.

- Modellazione degli elementi asta di tipo elastoplastico a plasticità concentrata e duttilità limitata. Le cerniere plastiche sono localizzate nelle sezioni critiche e vengono caratterizzate in funzione del tipo di materiale, della geometria e, per le aste in c.a., in base anche alle armature presenti. Sia i valori

taglio ed i pilastri dalla formazione agli estremi di cerniere plastiche.

Nella versione 2005 di **CDS *Win*** sono stati implementati dei potenti automatismi che permettono di rispettare tutte le specifiche che la norma prevede per la classe di duttilità "A".

**Analisi statica non lineare PUSH-OVER**

La forza bruta del nuovo solutore "WarpSolver" sarebbe inutile se non fosse finalizzata ad affrontare le nuove e più complesse tecniche di simulazione numerica imposte dalla progressiva evoluzione delle conoscenze nell'ambito della ingegneria sismica.

L'analisi statica non lineare Push-Over è senz'altro una delle novità di maggior rilievo introdotta dalla ordinanza 3274. Tutte le normative tecniche più avanzate permettono infatti l'utilizzo di analisi più raffinate

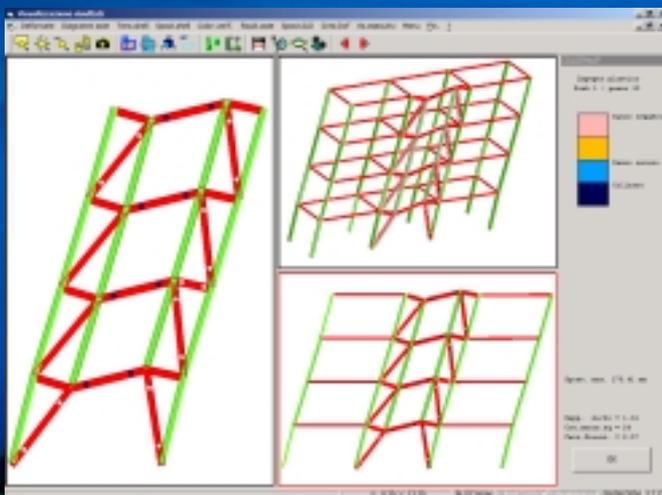
delle classiche analisi sismiche lineari, sia statiche che dinamiche modali, che sono le uniche a tutt'oggi utilizzate in Italia.

L'analisi PushOver è un'analisi statica incrementale che permette sia la verifica di strutture esistenti che la ottimizzazione nella progettazione di nuove strutture.

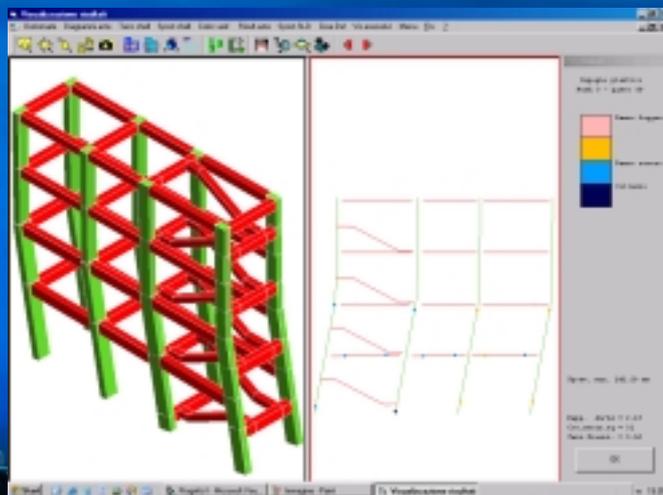
**Verifica esistente**

Questo tipo di analisi è in pratica la via obbligata nel caso di verifiche di edifici esistenti progettati solo per i carichi verticali. In questo caso infatti una verifica elastica risulta generalmente troppo penalizzante e di scarso interesse tecnico. Solo una analisi non lineare è in grado di valutare in maniera realistica il grado di sicurezza della struttura nei confronti del sisma.

Il risultato sintetico che esprime la sicurezza dell'edificio, richiesto dalla nuova normativa, è la cosiddetta "PGA limite" ovvero il valore di accelerazione



*Meccanismo di collasso di un telaio in acciaio con controventi dissipativi eccentrici*



*Analisi Push-Over di un edificio in c.a.*

resistenti ultimi per i vari tipi di sollecitazione, che le capacità rotazionali delle cerniere vengono calcolate in base alla nuova normativa sismica ed agli eurocodici.

Per le sezioni in c.a. è possibile tenere in conto del confinamento delle staffe ai fini della valutazione della resistenza e deformazione ultima del calcestruzzo conformemente alle più recenti teorie riportate nelle nuove versioni degli eurocodici EC2 ed EC 8. Oltre ai meccanismi duttili sono tenuti in conto anche i meccanismi fragili quali ad esempio il meccanismo di collasso a taglio per gli elementi in c.a., l'instabilità per la aste in acciaio ed il collasso dei nodi non confinati delle strutture in c.a.

La nuova normativa sismica prevede esplicitamente l'analisi Push-Over per:

- valutare i rapporti di sovrarresistenza 'AlfaU/Alfa1'
- verificare l'effettiva distribuzione della domanda inelastica negli edifici progettati con un determinato fattore di riduzione 'q';
- come metodo di progetto per gli edifici di nuova costruzione in sostituzione dei metodi di analisi lineari;
- come metodo per la valutazione della capacità di edifici esistenti.

L'analisi Push-Over fornisce il meccanismo di collasso con la progressione della formazione delle cerniere plastiche ed il loro impegno in termini di deformazioni anelastiche.

Nella figura viene mostrato il meccanismo di collasso di un telaio in acciaio con controventi dissipativi eccentrici. Le cerniere plastiche sono colorate in base al loro impegno in termini di deformazioni anelastiche. Valori più scuri evidenziano una maggiore domanda in termini di deformazioni plastiche. Si può vedere come le zone di dissipazione plastica sono localizzate sugli elementi di controvento deputati a tale scopo

mentre risultano protette le colonne.

Mentre per l'acciaio l'analisi non lineare dipende solamente dalla geometria delle sezioni e dalle caratteristiche meccaniche del materiale, per le verifiche delle strutture in c.a. è necessario conoscere le armature. Si tratta quindi di una riverifica in base alle armature di progetto nel caso di nuove costruzioni, mentre per gli edifici esistenti è necessario definire le armature nelle sezioni con le nuove fasi di input.

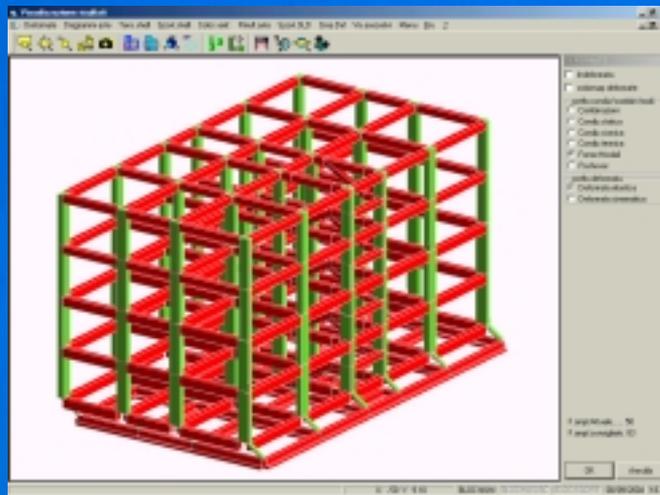
Le verifiche di sicurezza in questo tipo di analisi si ottengono confrontando la Curva di Capacità, che descrive come varia il taglio resistente totale alla base in funzione dello spostamento del baricentro dell'ultimo piano, con la domanda del sisma espressa in termini di spostamento.

Le verifiche saranno effettuate, come mostrato in figura, definendo sulla curva i vari livelli di prestazioni in termini di capacità di spostamento dell'edificio, e verificando che la domanda di spostamento dovuto al sisma atteso nel sito per quel livello di prestazione sia inferiore.

**CDS Win 2005** riporta inoltre i valori limite di PGA per i vari livelli di prestazione richiesti dalla normativa.

#### Analisi modale per strutture isolate

Il **CDS Win 2005** permette anche di effettuare il progetto di strutture isolate alla base, ovvero di strutture in cui sono previsti dei dispositivi, chiamati



*Deformata sotto azione sismica di una struttura isolata, si noti come tutto lo spostamento è concentrato nel dispositivo di isolamento.*

appunto isolatori sismici, da disporsi tra la fondazione e lo spicco dell'edificio capaci di impedire l'ingresso dell'eccitazione sismica.

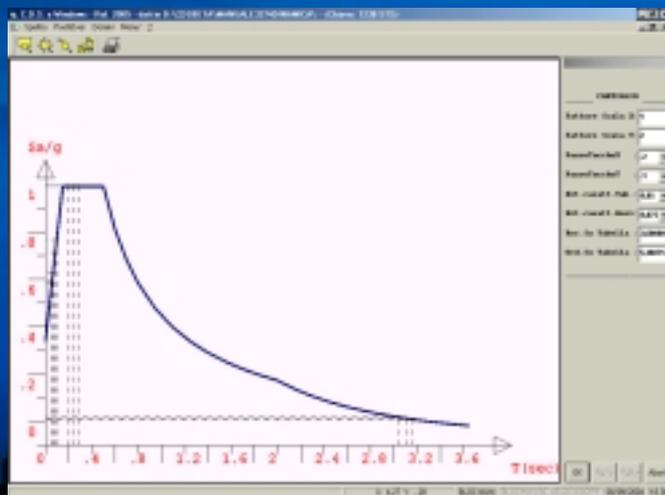
È stato pertanto predisposto un apposito archivio per gli isolatori che viene fornito precaricato con i dati caratteristici della maggior parte degli isolatori di tipo elastomero disponibili sul mercato italiano.

La definizione dell'isolatore è possibile sia nella fase dell'input per impalcati che nella fase dell'input spaziale. Anche per questi nuovi comandi sono presenti comode fasi di copiatura e cancellazione.

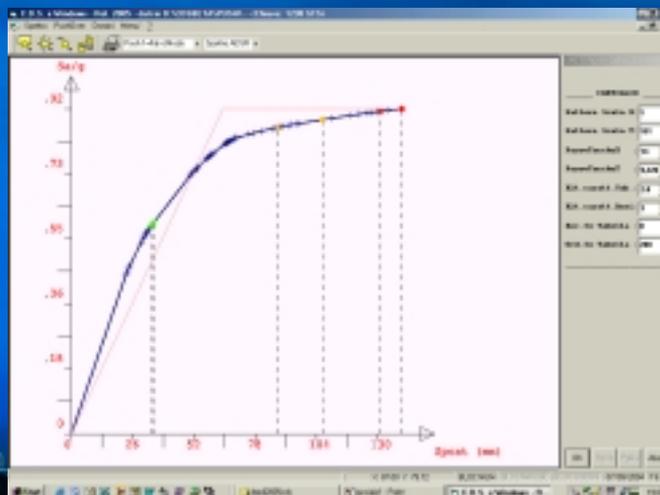
Gli isolatori possono essere inseriti tra il piede del pilastro e la fondazione ma anche tra elementi strutturali qualsiasi come nel caso di setti di fondazione, come mostrato nelle figure.

Il principio meccanico che sta alla base della protezione sismica mediante isolamento è quello di realizzare una interfaccia molto più deformabile della soprastruttura tra la fondazione e l'edificio, in modo da avere un innalzamento del periodo proprio della

**Novità 2005**



*Spettro di risposta elastico con evidenziati i periodi dei modi prevalenti di circa 3 s.*



*Spettro di capacità con riportato capacità e domanda per i vari livelli di prestazione.*

struttura a valori intorno o maggiori ai 2 secondi. Questo spostamento sui periodi alti dello spettro, associato alle caratteristiche dissipative del dispositivo, comportano una drastica riduzione delle accelerazioni.

Tale soluzione risulta essere inoltre quasi una via obbligata se è necessario mantenere una piena funzionalità anche in caso di forti eventi sismici come nel caso degli ospedali.

### Altri adeguamenti normativi in corso

Al momento della stampa di queste note (Settembre 2004) permane una fase di incertezza sulle sorti della normativa sismica: con decreto legge 28/05/04 n. 136, convertito in legge il 27/07/04, veniva istituita una apposita commissione, presso il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per la redazione delle Norme Tecniche per la verifica sismica relativa alle costruzioni ed alle opere di fondazione e sostegno dei terreni. Il decreto prevedeva una scadenza temporale di 30 giorni: a tutt'oggi siamo ancora in attesa di tali Norme. Per questo motivo si è ritenuto indispensabile posticipare a Dicembre 2004 il rilascio della versione definitiva del **CDS *W<sub>in</sub>* 2005**, che quindi comprenderà le modifiche relative alle Norme Tecniche di cui sopra.

### Altre innovazioni **CDS *W<sub>in</sub>* 2005**

- Nuova gestione della fase di selezione della tipologia dei nodi metallici: alla selezione di un determinato nodo vengono mostrate le icone delle sole giunzioni compatibili con i profili convergenti.
- Gestione multilingua dell'interfaccia e delle stampe: sono ora disponibili versioni di **CDS *W<sub>in</sub>* 2005** in Inglese, Francese e Spagnolo. La lingua può essere differenziata tra interfaccia e stampe.
- Procedura di selezione 'Progetti

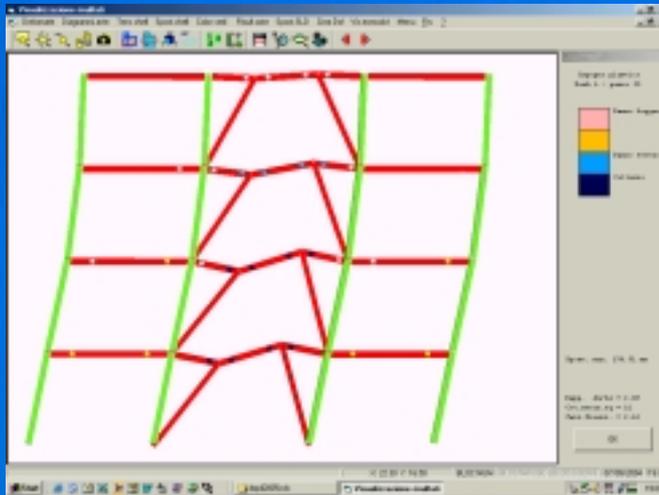
Recenti': è possibile dal menù principale accedere ad una lista dei progetti recenti con selezione grafica del singolo progetto.

- Comando per il lancio della riverifica SLE direttamente dalla fase di disegno ferri travi
- Fessurazione nelle travi su tutta la trave o solo nei conci con momento positivo secondo scelta utente
- Verifica agli SLU per i pilastri in c.a. considerando gli effetti del secondo ordine secondo il metodo della colonna modello.

### Novità di **CDMa *W<sub>in</sub>* rel. 2005**

Già nella versione 2004 si era dovuto inserire un nuovo solutore agli elementi finiti che permettesse il calcolo strutturale secondo quanto previsto dall'Ordinanza 3274. Mentre con la versione 2004 erano previste solamente le analisi lineari sia statica che modale, nella versione 2005 è stata implementata anche l'analisi statica non lineare Push-Over.

Gli elementi murari (sia maschi che architravi) sono modellati come elementi elastoplastici a plasticità concentrata deformabili sia a flessione che a taglio e con controllo dello spostamento ultimo. Sia il calcolo delle resistenze ultime che degli spostamenti ultimi sono conformi alla nuova normativa sismica. Sono presi in considerazione sia i modi di collasso flessionale che a taglio con i rispettivi valori di spostamenti ultimi previsti



**Collasso di un telaio in acciaio con controventi dissipativi eccentrici.**

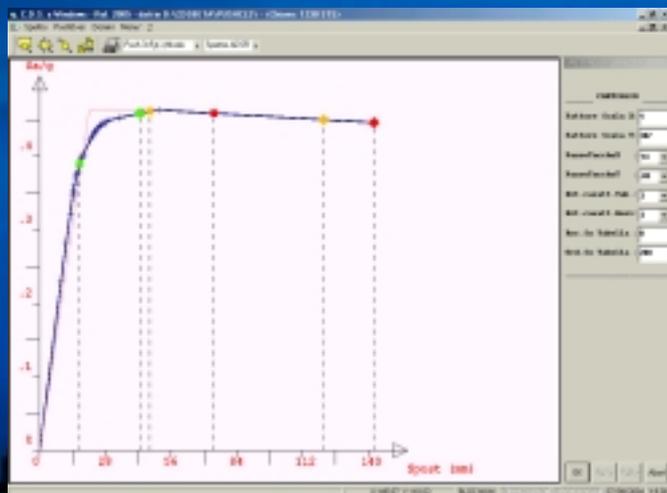
dalla normativa sismica.

I valori della resistenza ultima sia dei maschi che delle architravi sono calcolati prendendo in conto la presenza di eventuali provvedimenti di rinforzo quali tiranti passivi e attivi e cordoli in c.a.

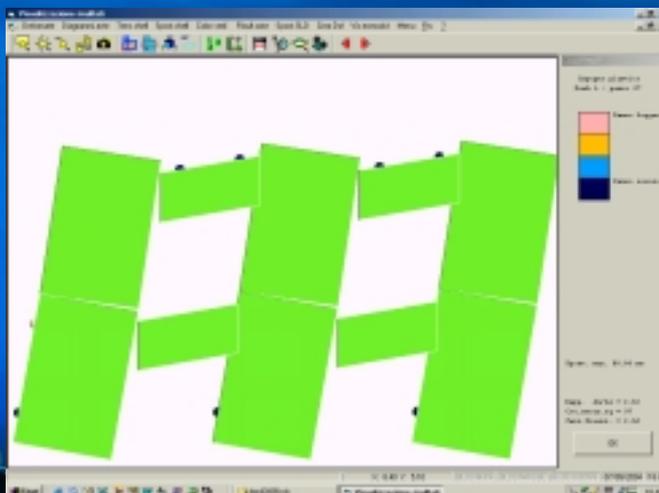
L'analisi Push-Over permette una più realistica valutazione della capacità di resistere al sisma e, rispetto alle analisi lineari, permette spesso di adeguare gli edifici in maniera più razionale senza la necessità di effettuare pesanti interventi finalizzati all'aumento della resistenza.

L'analisi statica non lineare permette inoltre di tenere in conto in maniera realistica la presenza di elementi in c.a. o acciaio in quanto la soluzione ottenuta è già rispettosa sia della compatibilità delle deformazioni anelastiche che delle capacità resistenziali dei singoli elementi.

La verifica è di tipo globale e viene effettuata confrontando sulla Curva di Capacità la capacità di spostamento della struttura con la domanda. Vengono inoltre calcolati i valori della PGA limite per i vari livelli di prestazione richiesti dalla Normativa.



**Curva di capacità Push-Over con ramo softening.**



**Meccanismo di collasso di tipo a telaio di una parete in muratura**