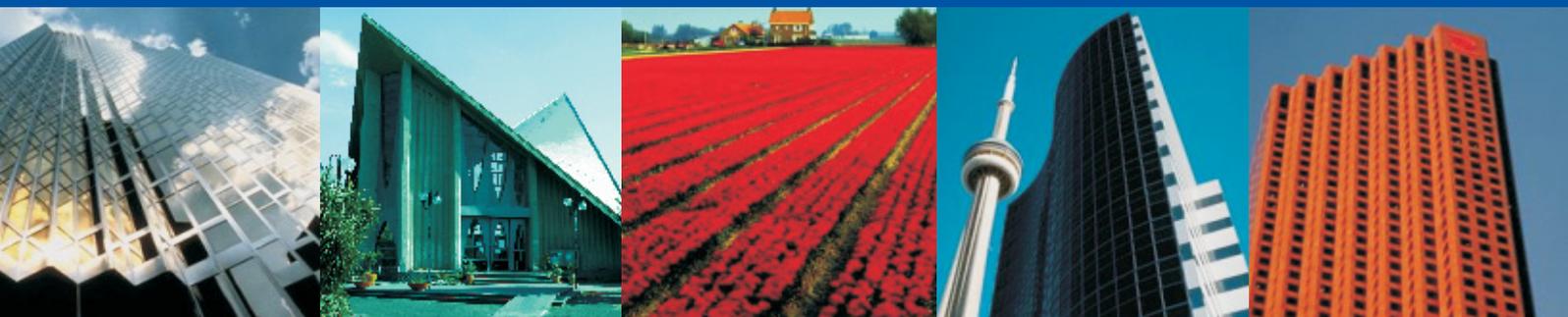


CDS *Win*[®]

Computer Design of Structures

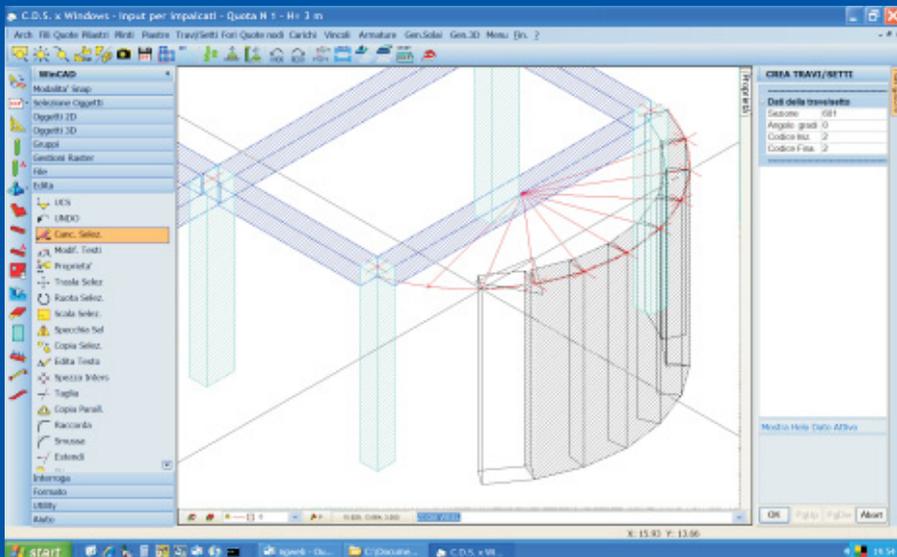


2008 Edition

Software Tecnico Scientifico[®]



www.stsweb.it



Costruzione grafica con comandi **WinCAD** integrati in **CDS Win**

CDS Win

Novità

2008 Edition

La release 2008 del **CDS Win** è senza dubbio una tra le più potenti ed innovative versioni mai realizzate.

È già disponibile la **release 2008/a** che comprende le innovazioni relative alle fasi di input e in parte quelle relative agli algoritmi di calcolo; le ulteriori innovazioni

WinCAD (CAD 2d/3d prodotto dalla **STS**), operazioni totalmente grafiche anche in fase di input.

Le procedure di input hanno quindi adesso un doppio "motore grafico". Il primo motore grafico (quello fino ad oggi utilizzato, basato sulle librerie grafiche OpenGL di **Windows**) permette una raffinata rappresentazione grafica di tutti gli elementi strutturali ed una comoda interazione con tali oggetti. Il secondo motore grafico è invece basato sul **WinCAD** e permette di

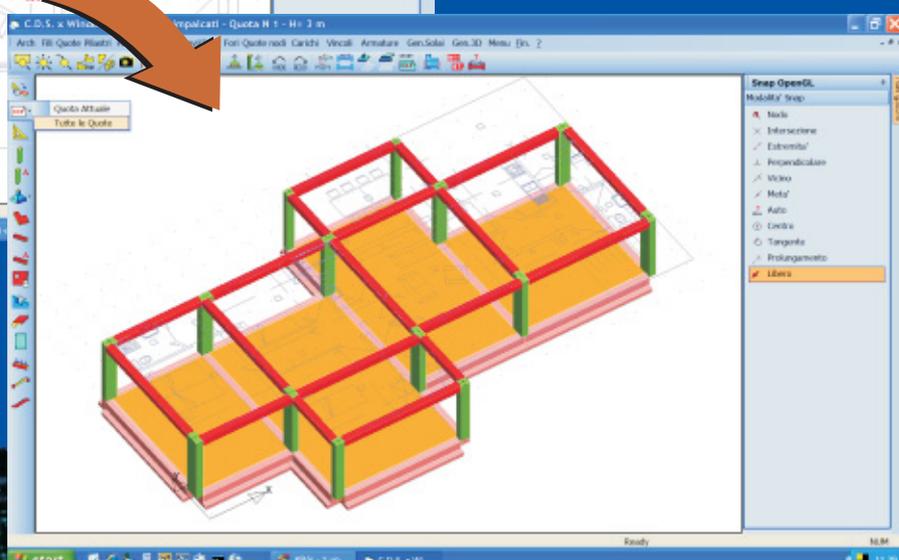
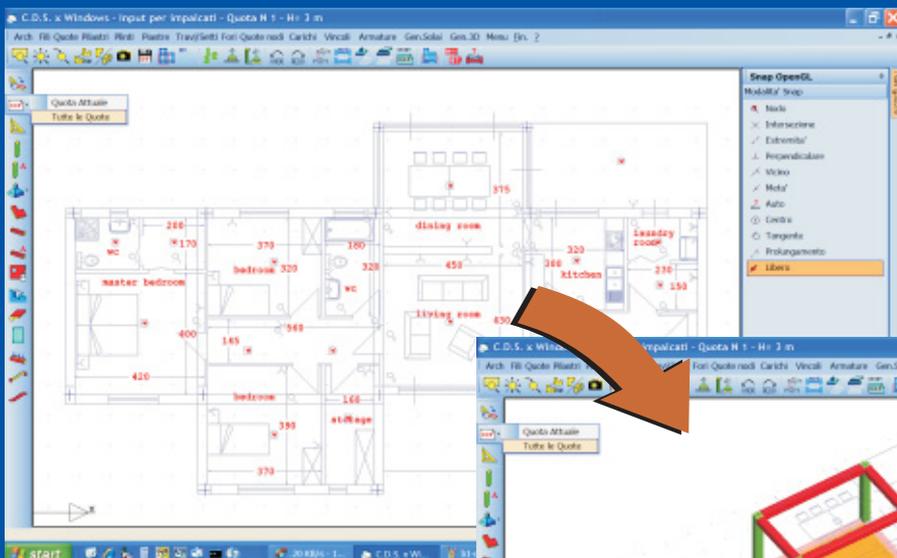
interagire contestualmente sia con gli elementi strutturali creati dal **CDS**, sia con gli oggetti grafici eventualmente creati dall'utente tramite i comandi del **WinCAD** stesso. La potenza di tale approccio è facilmente immaginabile. Tramite **WinCAD** è infatti adesso possibile durante l'input strutturale:

- Misurare angoli, distanze, aree, etc...
- Effettuare costruzioni grafiche che servono di "appoggio" per la immissione degli elementi strutturali
- Modificare il dxf di riferimento e memorizzarlo in modo totalmente automatico e trasparente all'utente
- "Solidificare" linee e polilinee tracciate con comandi CAD trasformandole in travi, pilastri, setti, platee, piastre, etc...
- Effettuare operazioni CAD del tutto generiche finalizzate all'input strutturale; ad esempio si potrebbe vettorializzare una immagine raster, portarla in scala referenziandola geometricamente ed infine usare il disegno vettoriale così ottenuto come riferimento per l'input grafico degli elementi strutturali. Tutto ciò senza mai abbandonare l'ambiente di lavoro **CDS Win**!!!

L'elenco sopra riportato rappresenta peraltro solo una minima parte delle operazioni che adesso si possono realizzare, essendo le possibilità ben più vaste e limitate solo dalla fantasia dell'utente!

INPUT PER IMPALCATI

Per quanto riguarda l'input per Impalcati è stata creata una nuova modalità di input totalmente grafico. I comandi di tale nuova modalità

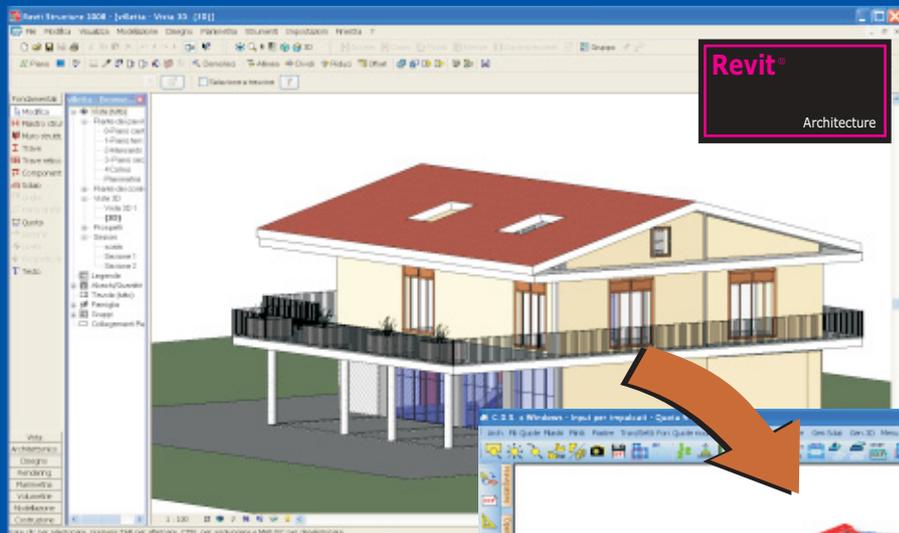


Importazione automatico modello strutturale da file **DXF**

CDS Win 2008 Edition

riguardanti gli ultimi dettami normativi e le novità sulle murature saranno disponibili nei primi mesi del 2008 con la **release 2008/b**.

Le fasi di input, sia per Impalcati che Spaziale, sono state notevolmente potenziate grazie ad una nuova tecnologia denominata "**WinCAD inside**", appositamente sviluppata dalla **STS**, che permette, attraverso il



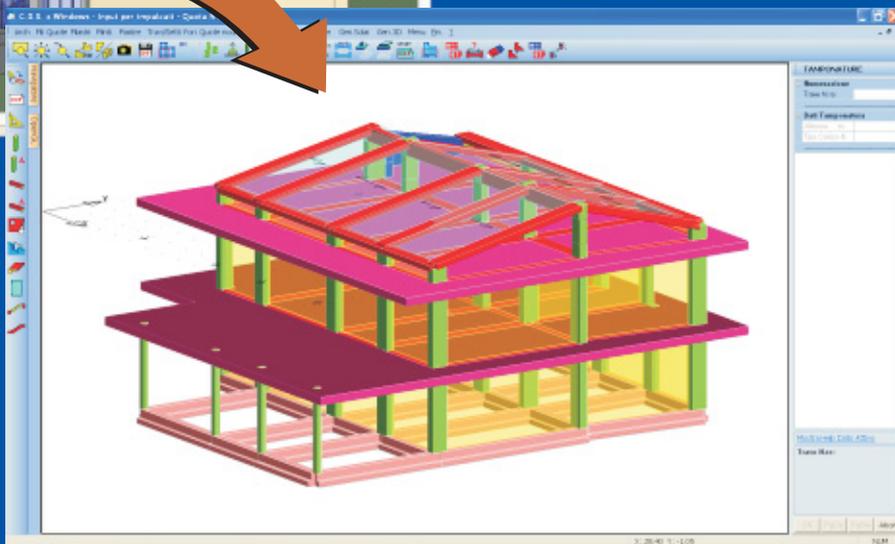
calcolo strutturale. Questo comando permette infatti di importare la struttura direttamente dai principali CAD architettonici (ad esempio **Revit®** sia **Structural®** che **Architectural®**, **ArchiCAD®**, **Allplan®**, **ArchLine®**, etc...).

La potenza di tale approccio rispetto all'import dal dxf consiste nel fatto che quest'ultimo non è in grado di rappresentare geometrie

sono stati raggruppati, per maggiore visibilità e comodità d'uso, nella toolbar verticale sinistra.

Il primo bottone di tale nuova toolbar serve a selezionare il motore grafico con cui si intende operare (**WinCAD** o **OpenGL**). È un vero e proprio "interruttore" che può essere azionato in qualsiasi momento durante l'input per passare, in base alle necessità, dal CAD al **CDS** e viceversa.

Il secondo bottone permette di creare la struttura a partire da polilinee che rappresentano sul file dxf di ciascun piano pilastri, travi setti, piastre, platee, etc.. Tale input, totalmente automatico, può interessare, a scelta dell'utente, un solo piano oppure l'intera struttura. Con tale nuova modalità è possibile predefinire, attraverso qualsiasi CAD, tutti gli elementi strutturali per poi generarli automaticamente all'interno del **CDS**. Attivando il motore **WinCAD** è anche possibile eseguire tutto il processo di prepara-

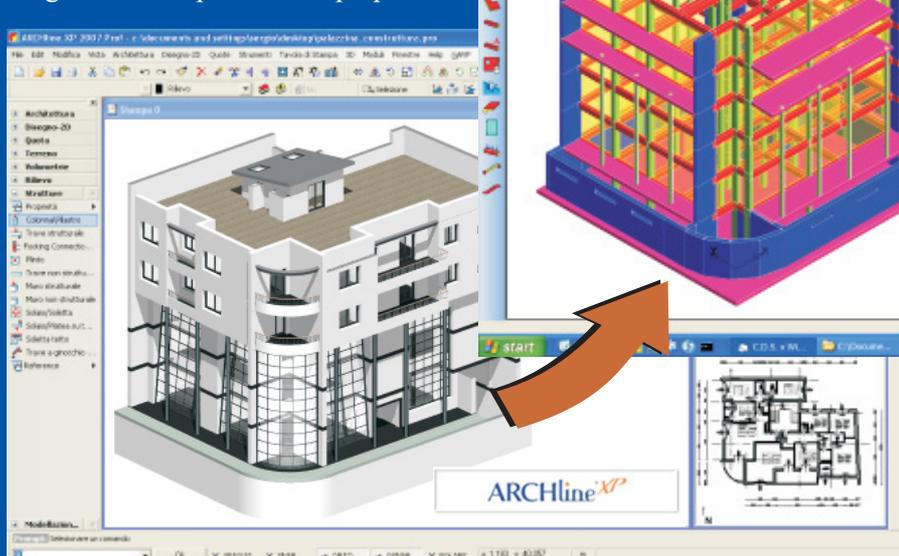


Importazione automatica modello strutturale da Revit Architectural o da Revit structural

zione del dxf senza mai uscire dall'ambiente **CDS Win**: basterà definire le polilinee e quindi richiederne la trasformazione.

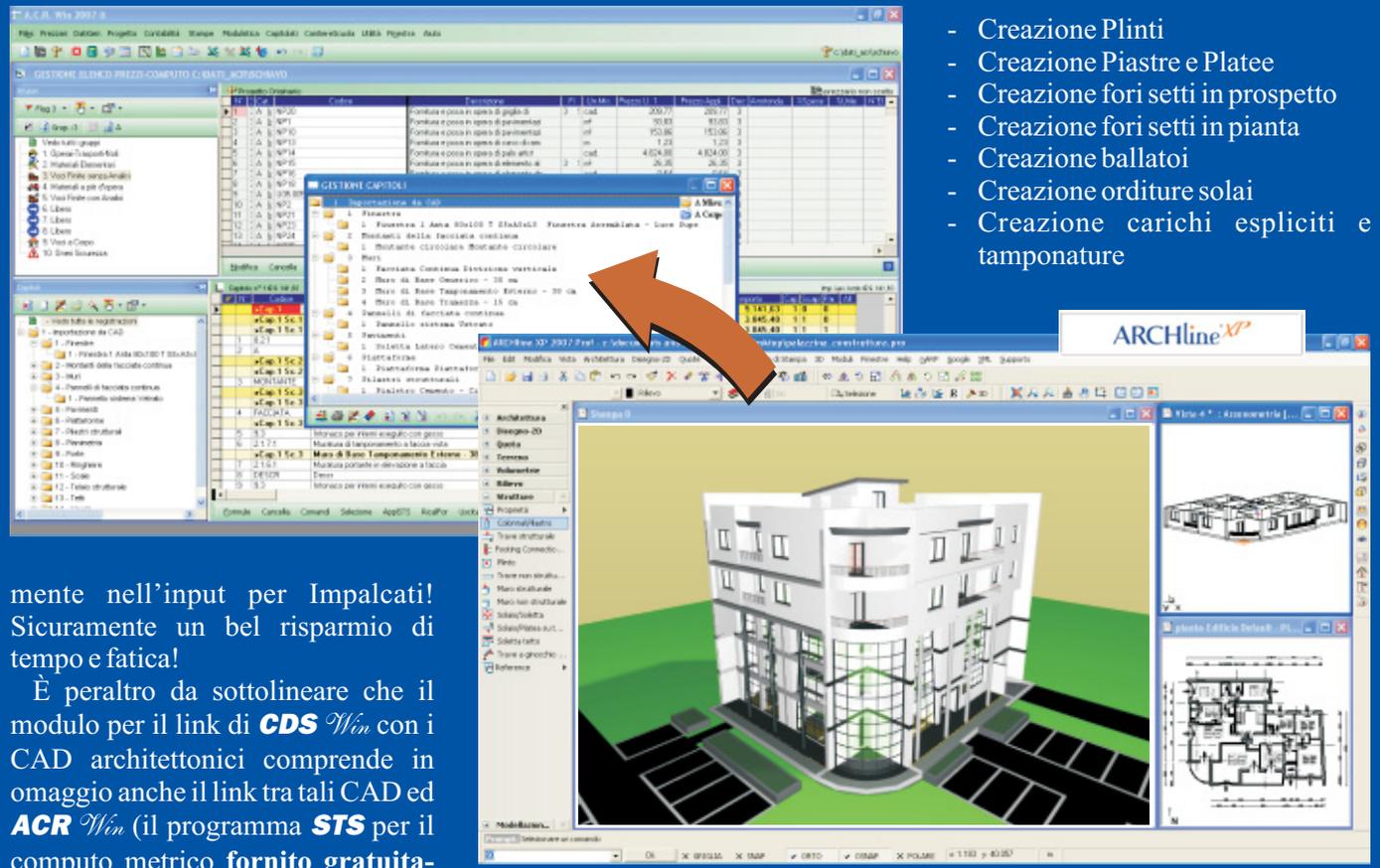
Il terzo bottone costituisce una vera e propria rivoluzione nel

non piane (ovvero ad impalcato non orizzontale!), mentre l'import dal CAD architettonico riproduce fedelmente qualsiasi geometria (anche tetti a falde, aste inclinate, etc...). Pensate alla comodità di poter



Importazione automatica modello strutturale da ARCHline

ricevere dal progettista della parte architettonica un file in cui gli elementi strutturali sono già impostati nella corretta posizione (dal punto di vista dei vincoli architettonici) e di poter trasferire tutta questa massa di informazione automatica-



- Creazione Plinti
- Creazione Piastre e Platee
- Creazione fori setti in prospetto
- Creazione fori setti in pianta
- Creazione ballatoi
- Creazione orditure solai
- Creazione carichi espliciti e tamponature

mente nell'input per Impalcati! Sicuramente un bel risparmio di tempo e fatica!

È peraltro da sottolineare che il modulo per il link di **CDS Win** con i CAD architettonici comprende in omaggio anche il link tra tali CAD ed **ACR Win** (il programma **STS** per il computo metrico fornito gratuitamente a tutti i possessori di **CDS Win**); è quindi possibile ottenere, senza alcun costo aggiuntivo, il computo metrico di tutte le entità progettuali presenti nel disegno architettonico (pavimenti, infissi, intonaci, impianti, etc...).

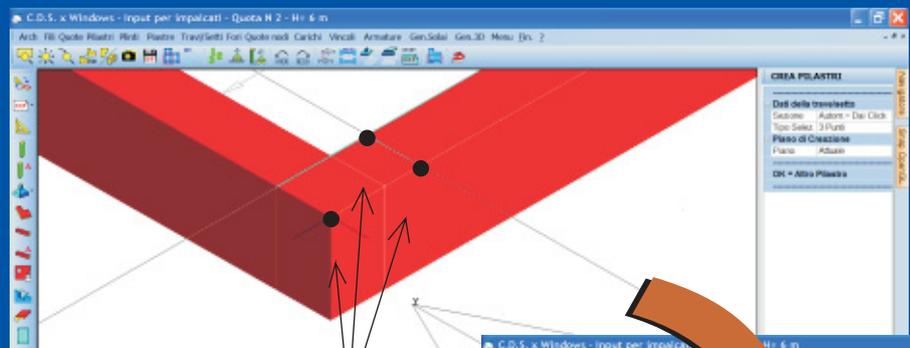
Importazione automatica computo da CAD architettonico

- I nuovi comandi comprendono:
- Creazione Standard Pilastri
 - Creazione Avanzata Pilastri
 - Creazione Standard Travi/Setti
 - Creazione Avanzata Travi/Setti

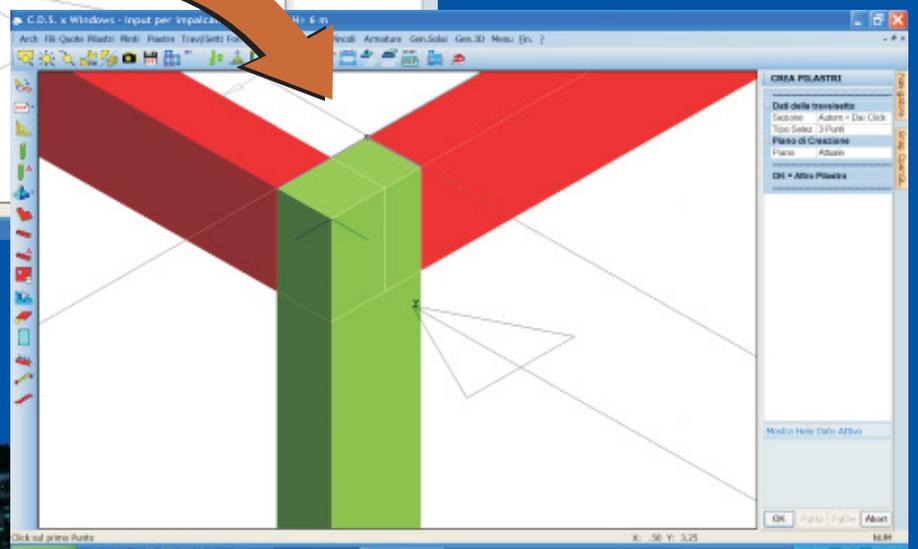
- Creazione automatica corpo scala a soletta rampante
- Creazione automatica corpo scala a trave ginocchio

Analizziamo questi comandi in dettaglio.

- Creazione Standard Travi, Setti e Pilastri: i comandi di creazione standard di travi, setti e pilastri, riprendono i comandi di creazione di tali elementi già introdotti nelle release 2006 e 2007 con visualizzazione contestuale dell'elemento "fantasma" legato al cursore durante la fase di creazione.

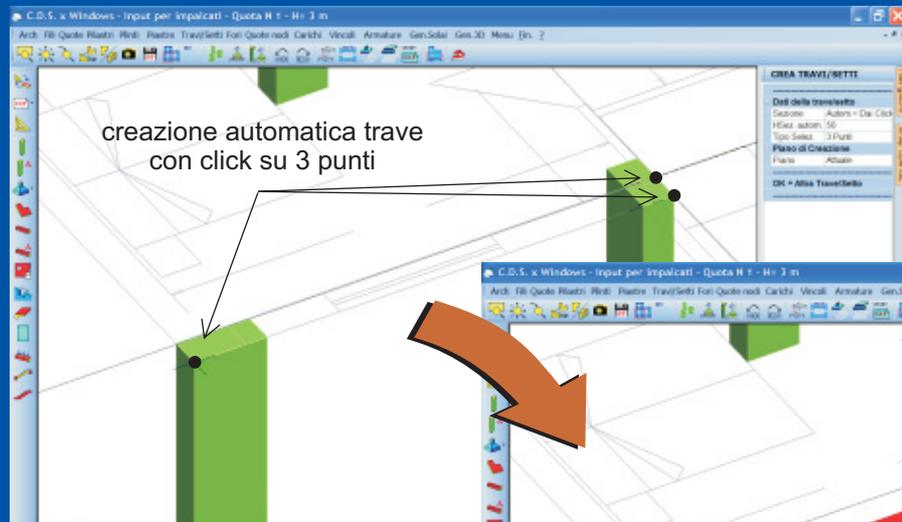


creazione automatica pilastro con click su 3 punti

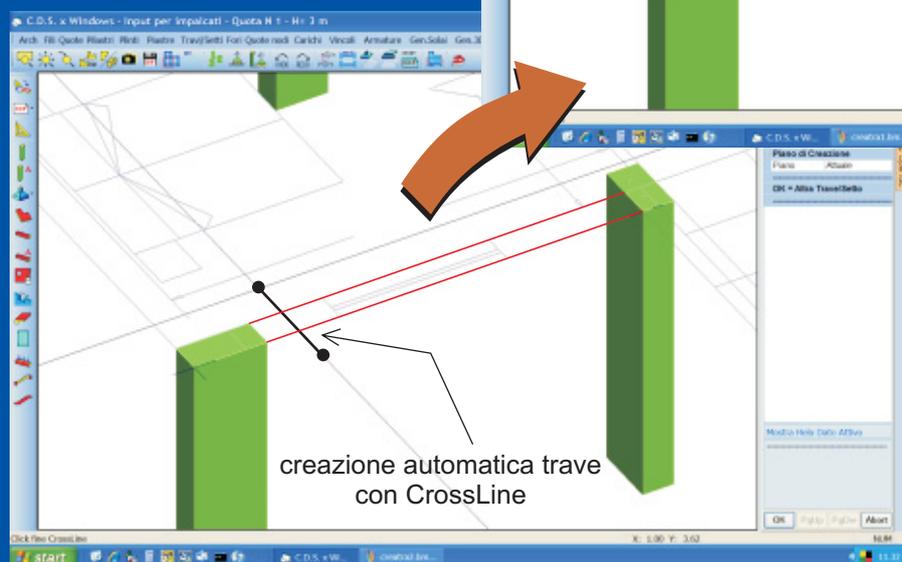
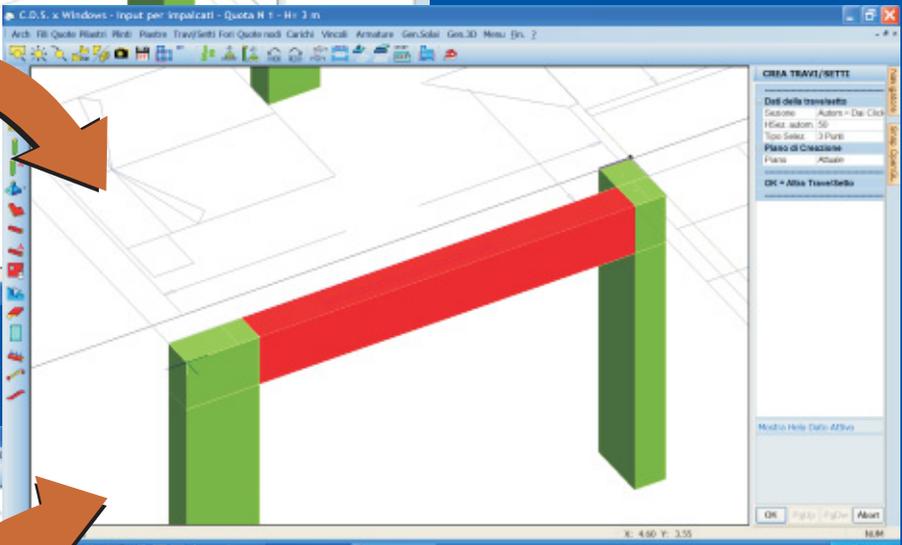


Creazione automatica pilastro tramite selezione grafica di 3 punti

I restanti comandi della toolbar verticale costituiscono, nel loro insieme, una modalità di input grafico alternativo basato sulla lucidatura del dxf. Le modalità di input delle precedenti versioni restano ancora disponibili ed invariate come fasi di correzione o qualora si voglia continuare ad operare alla vecchia maniera.



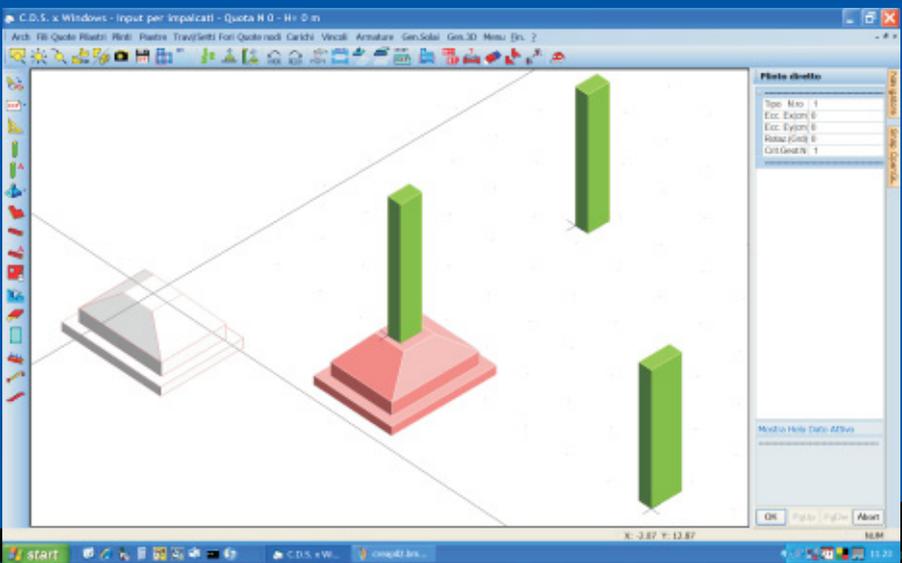
Creazione automatica trave tramite selezione grafica di 3 punti



Creazione automatica trave tramite CrossLine (segmento che attraversa linee trave)

- **Creazione Avanzata Travi/Setti e Pilastrì:** i comandi di creazione Avanzata sono molto potenti e presentano una serie di opzioni che li rendono estremamente versatili. Attraverso questi comandi travi, setti e pilastrì possono essere creati dal dxf semplicemente cliccando su tre punti oppure selezionando una linea ed un punto o una coppia di linee che ne individuano la sagoma in pianta. È anche possibile impostare esplicitamente la sezione che si intende creare ed individuare graficamente il bordo da non superare e la direzione verso cui sviluppare l'ingombro in pianta dell'elemento strutturale. Le generazioni possono essere eseguite, a scelta dell'utente, sul piano attuale, su tutti i piani, dal piano attuale all'ultimo piano, dal piano attuale

alla quota zero oppure dal piano attuale fino ad un piano finale fissato dall'utente.



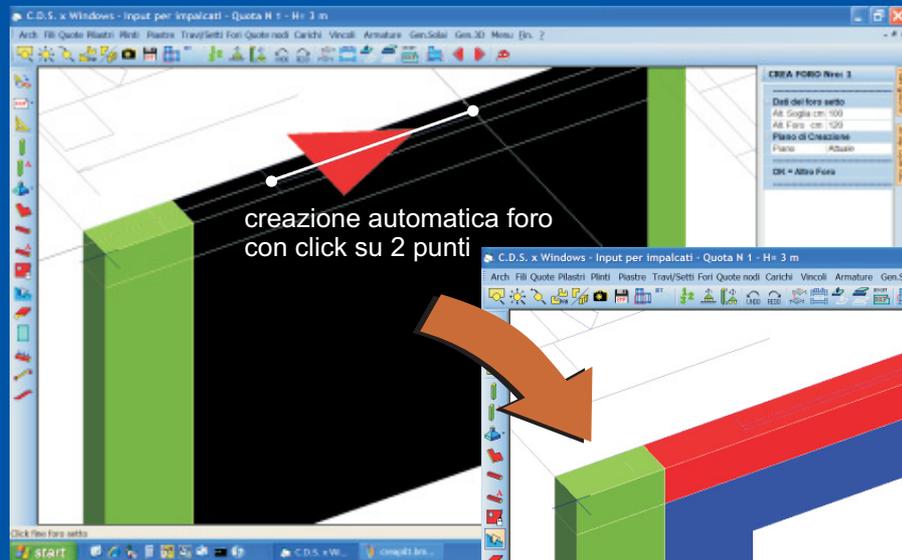
Creazione grafica plinti con trascinato a video

- **Creazione Plinti:** questo comando consente di impostare tramite una maschera il tipo di plinto, la sua geometria, eccentricità, rotazione e criterio di progetto associato. Il plinto così definito potrà essere posizionato con un semplice "click"

su un qualsiasi punto del dxf o sui fili fissi o sui pilastrì già presenti.

- **Creazione Piastre e Platee:** con questo comando viene proposta una mascherina in cui è possibile definire il tipo di sezione da associare alla piastra ed il relativo carico verticale. La definizione geometrica è poi totalmente grafica e sfrutta i riferimenti grafici sia del dxf sia quelli eventualmente creati dal **WinCAD**.

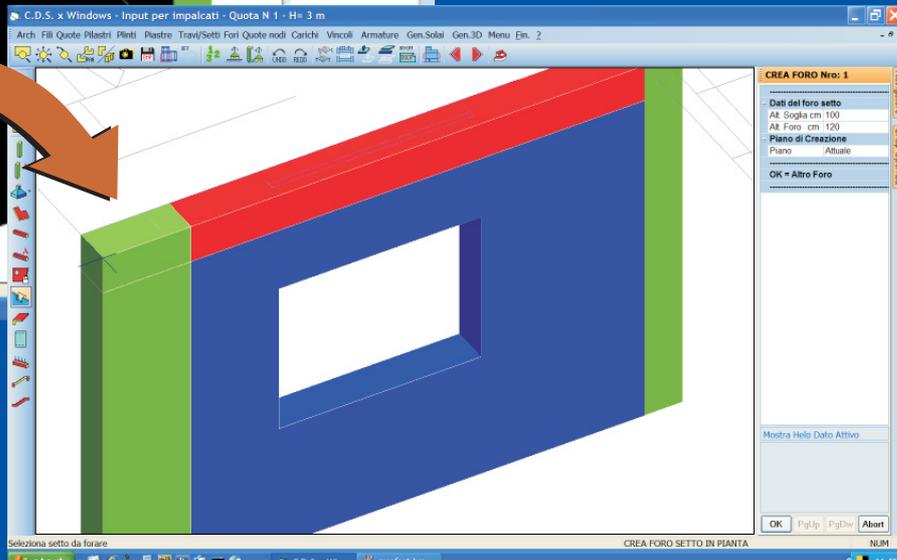
- **Creazione fori setti in Prospetto / Pianta:** questi comandi permettono di eseguire la foratura dei setti operando sul prospetto del setto o in pianta. Quest'ultima modalità (foro in pianta) è particolarmente comoda poiché permette anche di operare su



più piani contemporaneamente, secondo le opzioni del pluripiano sopra descritte.

- **Creazione ballatoi:** attraverso questo comando anche la creazione dei ballatoi risulta essere una operazione totalmente grafica; basterà associare il tipo di carico tramite la maschera dedicata e quindi selezionare la trave ed il profilo del ballatoio sul file dxf.

- **Creazione orditure solai:** un comando veramente utile che sicuramente apprezzerete moltissimo è proprio questo, che consente la

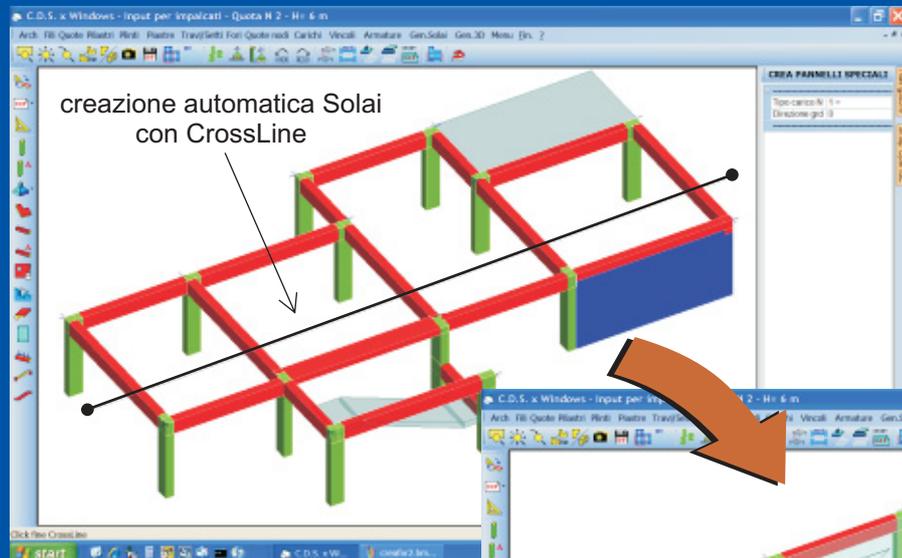


Creazione automatica foro tramite selezione grafica di 2 punti in pianta

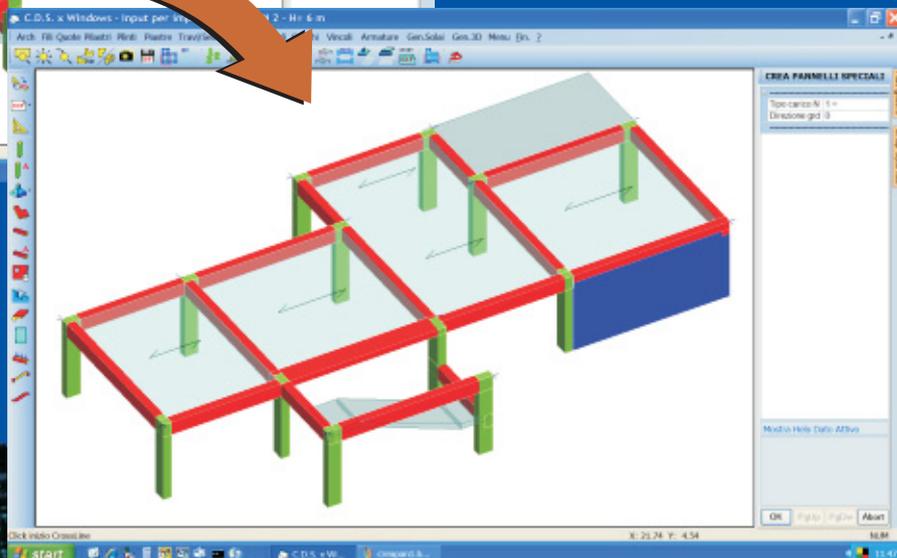
interessa ordire. Il programma si incaricherà di trovare le travi da caricare e di calcolare il relativo valore del carico da attribuire alle varie travi.

verticali, torcenti, laterali, etc...). Tali carichi verranno poi applicati in un colpo solo alle travi selezionate graficamente.

- **Creazione corpo scala:** di notevole interesse sono infine gli ultimi due comandi che permettono la creazione di tutto il corpo scala (sia a soletta rampante che con travi a ginocchio) tramite due semplici click sulle due travi "generatrici". La creazione della scala è infatti una operazione complessa che necessita di un notevole tempo ed un impegno non trascurabile da parte del progettista. I nuovi comandi permettono



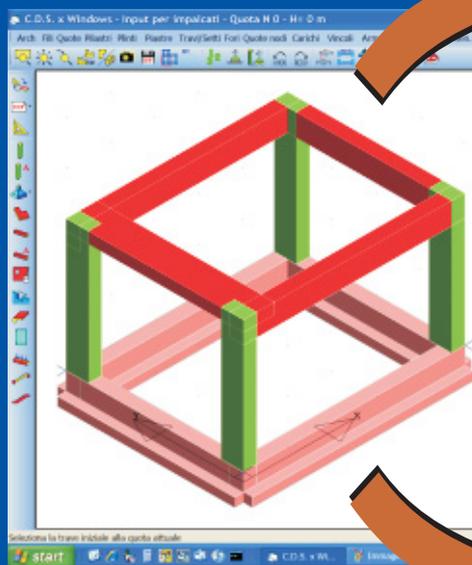
creazione delle orditure dei solai (come Pannelli Speciali). Inserire i solai adesso è veramente banale! Basta dichiarare il tipo di carico da associare alla orditura e la direzione dei travetti, che può eventualmente essere impostata graficamente. Per disporre il solaio all'interno di una o più maglie chiuse di travi, basterà poi attraversare tali maglie con una crossline o tracciare una crossline all'interno della maglia stessa che



Creazione automatica pannelli tramite CrossLine

adesso di automatizzare totalmente tale operazione; basterà infatti impostare i dati della generazione e selezionare le due travi che individuano nell'impalcato rispettivamente la trave di piano e la trave omologa alla trave di interpiano della scala. I parametri permettono di personalizzare la generazione automatica definendo:

- La sezione da usare per la creazione delle travi di piano e di interpiano. In caso si scelga la opzione "Automatica" verrà usata la stessa sezione delle travi "generatrici" selezionate dall'utente.
- Profondità del pianerottolo iniziale.
- Profondità del pianerottolo finale.



d) Carico gravante sulla scala definito in base all'archivio tipologie di carico scale.

e) Larghezza della scala. Se si sceglie la opzione "Automatica" tale larghezza verrà assunta pari a metà della lunghezza delle travi "generatrici".

f) Disposizione Rampe: permette di decidere se la rampa che sale o scende è quella di sinistra o di destra

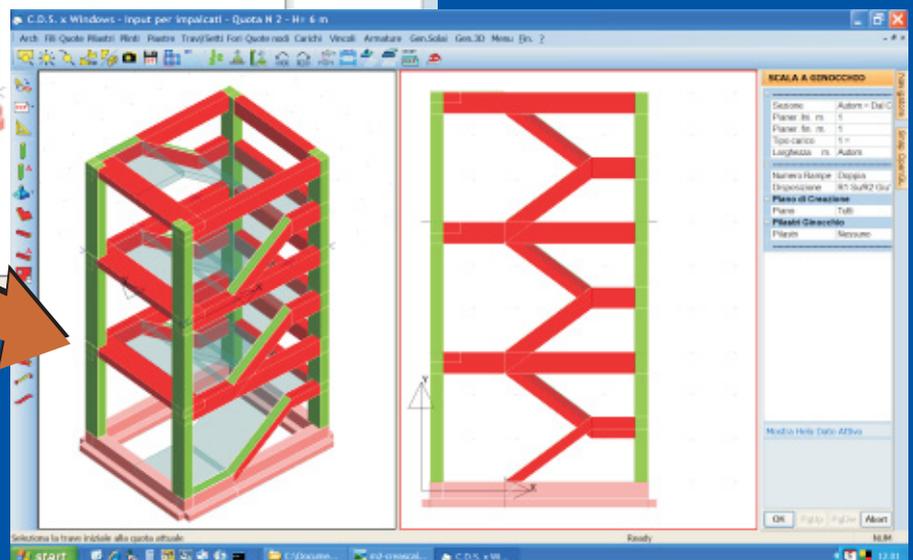
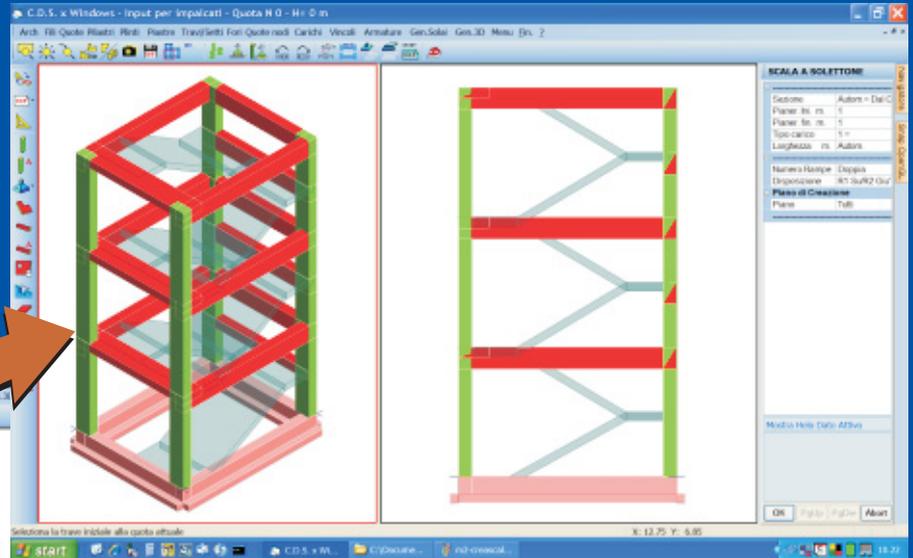
g) Piano di Creazione: Permette la generazione del corpo scala per tutti i piani o solo per una parte, secondo la gestione pluripiano già descritta in precedenza.

h) Pilastro Ginocchio: tale parametro è presente solo per le scale con trave a ginocchio e permette, opzionalmente, di generare in automatico anche i pilastri in corrispondenza delle estremità della travi a ginocchio.

INPUT SPAZIALE

Anche per quanto riguarda l'input Spaziale è stata creata una nuova toolbar verticale posta a sinistra dello schermo. In tale toolbar sono stati posizionati, per maggiore comodità dell'utente, alcuni comandi di valenza generale già presenti

- Importare schemi di sottostrutture sia 2d (ad esempio Reticolari di varie forme) che 3d (telai spaziali a maglie rettangolari) generate parametricamente in **WinCAD**, già complete dell'informazione per la definizione del tipo di sezione
- Trasformare i segmenti in aste e le



Creazione automatica scale a soletta rampante o a ginocchio

nelle precedenti release (quali ad esempio la Copia Globale, Undo, Redo) oltre al bottone per il cambio del motore grafico **OpenGL/WinCAD**.

La sinergia di **WinCAD** all'interno dell'input Spaziale è forse ancora più potente rispetto a quella realizzata all'interno dell'input per Impalcato.

Interagendo con **WinCAD** adesso è infatti possibile:

- Inserire nodi spaziali tramite costruzioni grafiche sfruttando gli Osnap di **WinCAD**

3Dface in shell (solidificazione) in base ad un set di selezione definito dall'utente. Il tipo di sezione da associare viene impostato tramite una apposita combo per la sezione dell'elemento corrente posta nella toolbar orizzontale.

- Spezzare segmenti immessi tramite **WinCAD** e trasformarli successivamente in aste3d

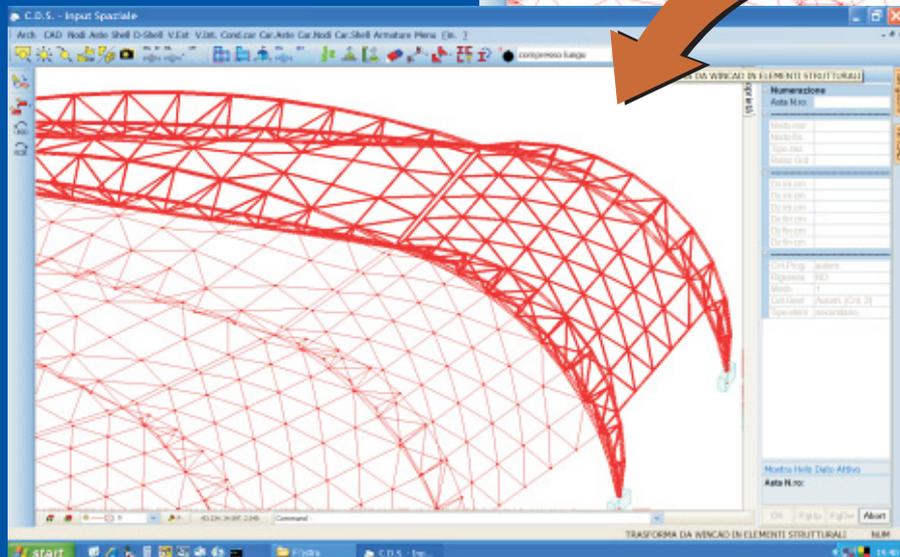
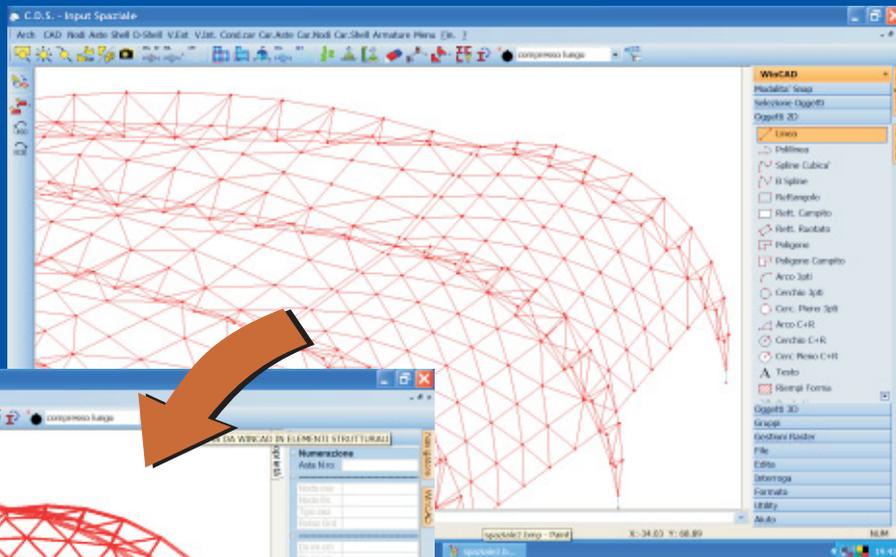
- Impostare un PdL (piano di lavoro) nello spazio appoggiandosi alle entità grafiche del **WinCAD** piuttosto che ai nodi strutturali

- Importare file dxf su giaciture qualsiasi per le successive operazioni di "solidificazione" delle entità grafiche.

CALCOLO

Tra le novità del calcolo possiamo segnalare:

- **Calcolo del valore di Kw** tramite una integrazione delle deformazioni



Solidificazione selettiva di modello 3D creato con comandi WinCAD su input spaziale

adesso possibile ottenere mesh molto più regolari e raffinate automaticamente in corrispondenza dei punti critici (fori, punti di innesto con altri elementi sia bidimensionali che monodimensionali, punti angolosi, etc...).

- **Nuova norma (2008/b)**: implementazione delle modifiche apportate al D.M. 14/09/2005.

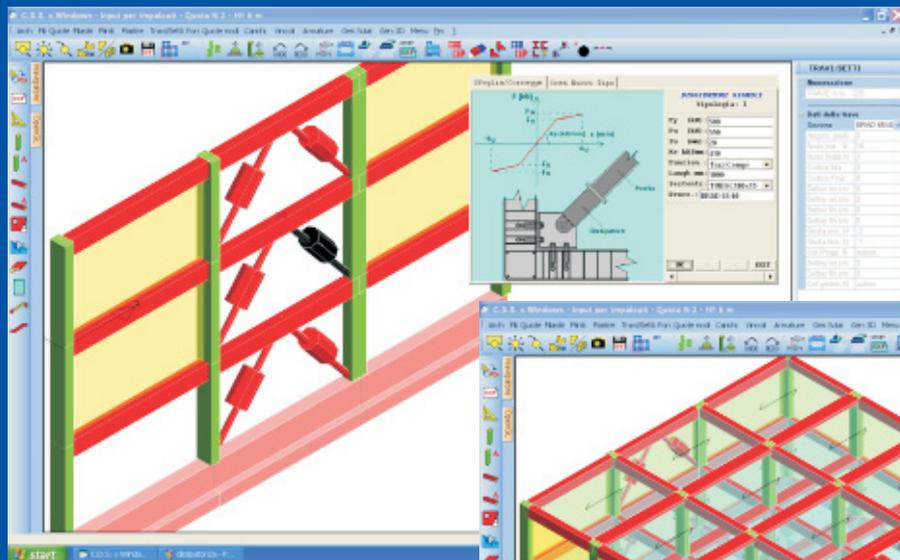
- **Nuovi elementi Extreme Precision Shell (EPSHELL) (2008/b)**

Per gli elementi strutturali bidimensionali, quali setti o piastre, la soluzione del problema elastico non è nota in forma chiusa e l'analisi strutturale è condotta tramite procedure approssimate quale quella agli elementi finiti. L'accuratezza dei risultati ottenuti facendo uso degli elementi finiti quadrangolari e triangolari è sicuramente buona quando si descrive il comportamento flessionale (fuori piano) dell'elemento strutturale, e ciò

del terreno pluristrato calcolate secondo Boussinesq. Il nuovo comando dedicato è stato inserito nei

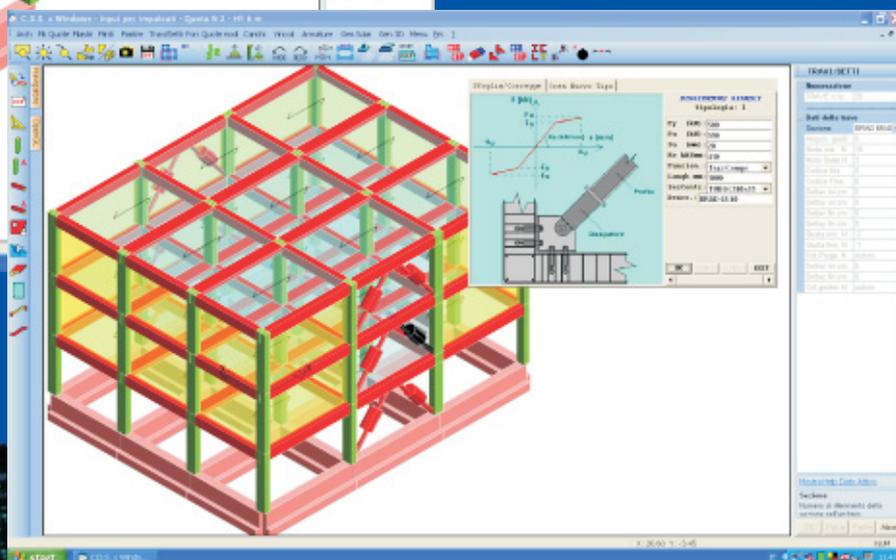
semplice ed economico strutture esistenti altrimenti non recuperabili.

- **Nuovo Meshatore (2008/b)**: è

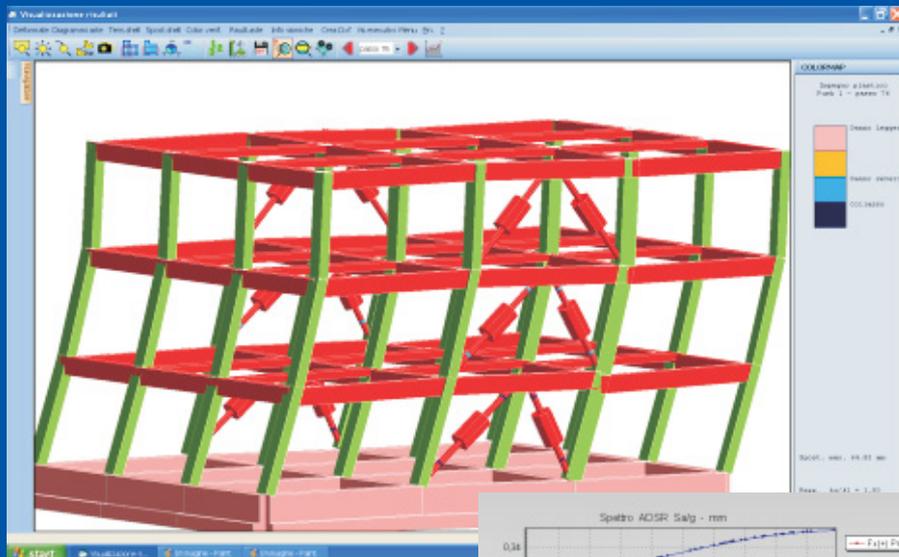


Criteri di Progetto Geotecnici delle fondazioni superficiali.

- **Dissipatori sismici**: questo nuovo modulo permette di studiare l'adeguamento sismico tramite la PushOver di strutture in c.a., acciaio e muratura. Il dissipatore sismico è un dispositivo che consente spesso di adeguare in modo relativamente



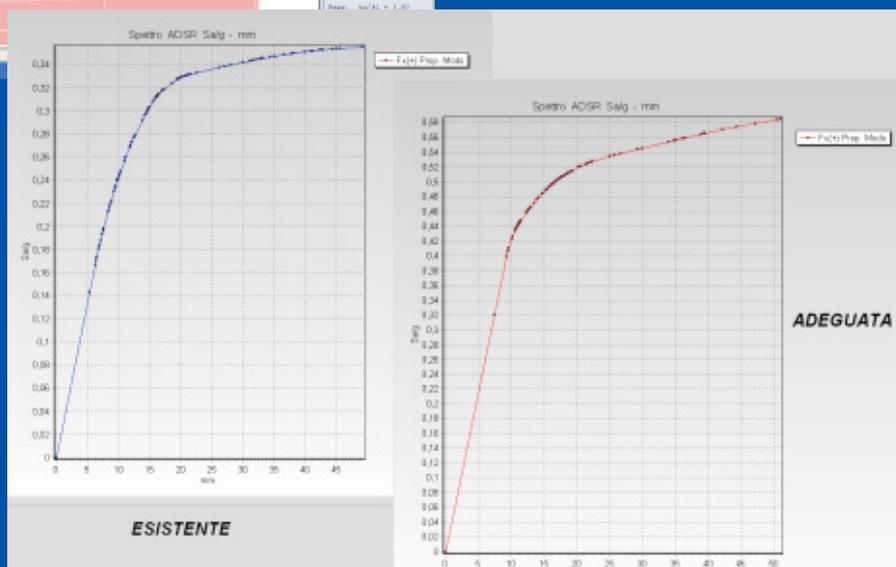
Input dissipatori sismici per calcolo Push-Over



sono quindi condensati. L'introduzione dei gradi di libertà di drilling migliora drasticamente la prestazione degli elementi finiti senza incrementare il numero di nodi utilizzati nella discretizzazione, sebbene si abbia ovviamente un aumento del numero complessivo dei gradi di libertà nodali. Inoltre i nuovi elementi finiti consentono di trattare in modo esatto il problema della connessione fra elementi strutturali mono e bi-dimensionali giacenti su uno stesso piano.

utilizzando sia il modello di Kirchhoff, che trascura la deformabilità a taglio, sia quello di Mindlin, che invece la tiene in conto, modelli questi entrambi inclusi in **CDS**. La precisione dei risultati si riduce invece quando gli stessi elementi finiti sono utilizzati nell'analisi del comportamento membranale (nel piano) dell'elemento. In particolare gli elementi triangolari a tre nodi, indispensabili per riuscire a discretizzare elementi strutturali di geometria qualunque, sono quelli con prestazioni peggiori.

Allo scopo di migliorare il grado di accuratezza nell'analisi membranale degli elementi strutturali sono stati introdotti nuovi elementi finiti (denominati **Extreme Precision Shell**), triangolari a 3 nodi e quadrangolari a 4 nodi, che differi-

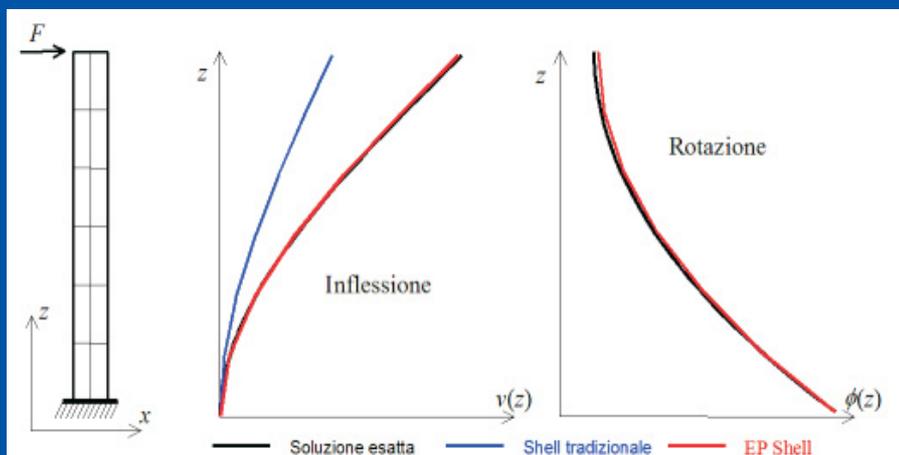


Incremento di resistenza sismica ottenuta con l'inserimento di dissipatori isteretici

finiti è condotta a partire dagli elementi di ordine superiore, triangolare a 6 nodi e quadrangolare ad 8 nodi, nei quali sono presenti, oltre a quelli di spigolo, anche nodi

La precisione dei risultati ottenuti tramite l'utilizzo dei nuovi elementi **EPShell** è mostrata tramite una semplice applicazione sull'elemento strutturale piano mostrato in figura, scelto sufficientemente snello in modo che la risposta sotto la forza applicata sia pressoché coincidente con quella, nota in forma esatta, di una trave a mensola caricata in testa.

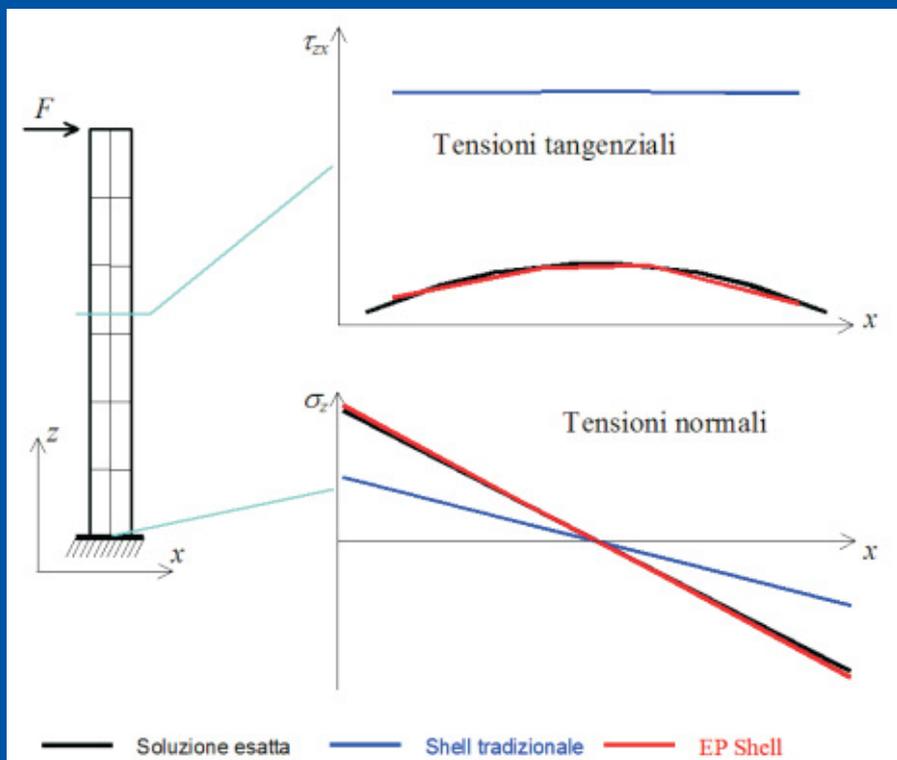
Nelle figure sono mostrati, a confronto con la soluzione esatta, gli andamenti degli spostamenti e delle rotazioni lungo l'elemento ottenuti tramite elementi finiti tradizionali e con **EPShell**. In entrambe le figure i nuovi elementi finiti forniscono risultati coincidenti con quelli esatti mentre gli elementi tradizionali sottostimano la risposta in termini di spostamento ed ovviamente non forniscono alcuna informazione sulla rotazione. In figura è anche mostrato come l'elemento **EPShell** incrementa drasticamente l'accuratezza dei risultati anche in termini delle distribuzioni delle tensioni nell'elemento.



Confronto di precisione fra elemento Shell tradizionale ed EPShell

scono da quelli tradizionali per la presenza dei gradi di libertà di drilling, ovvero delle rotazione nodali nel piano dell'elemento. La formulazione di questi elementi

intermedi posti nelle mezzerie dei lati. Le rotazioni di drilling dei nodi di spigolo sono scritte in termini degli spostamenti dei nodi intermedi ed i gradi di libertà di questi ultimi



Confronto di precisione fra elemento Shell tradizionale ed EPShell

MURATURE (2008/b)

Il programma **CDMa Win** per il calcolo delle murature si avvale, per le procedure di input, di tutti i potenziamenti già descritti per l'input per Impalcati del **CDS Win**.

Per quanto attiene gli ulteriori potenziamenti, ne elenchiamo di seguito i principali:

1. Nuovo **Archivio Rinforzi** con la

possibilità di definire varie tecniche di intervento, ad esempio:

- **Tiranti**
- **Stati di Coazione**
- **Reti metalliche ed in FRP.**

2. Nuova modalità grafica per la definizione degli interventi di rinforzo in fase di input Impalcati.

3. Nuovo elemento strutturale "catena" che può utilizzarsi sia per

annullare la spinta delle volte, che come elemento di cucitura delle pareti portanti.

4. Possibilità di inserire le **cerchiature dei fori**, con successiva generazione di questi elementi strutturali nel modello generale.

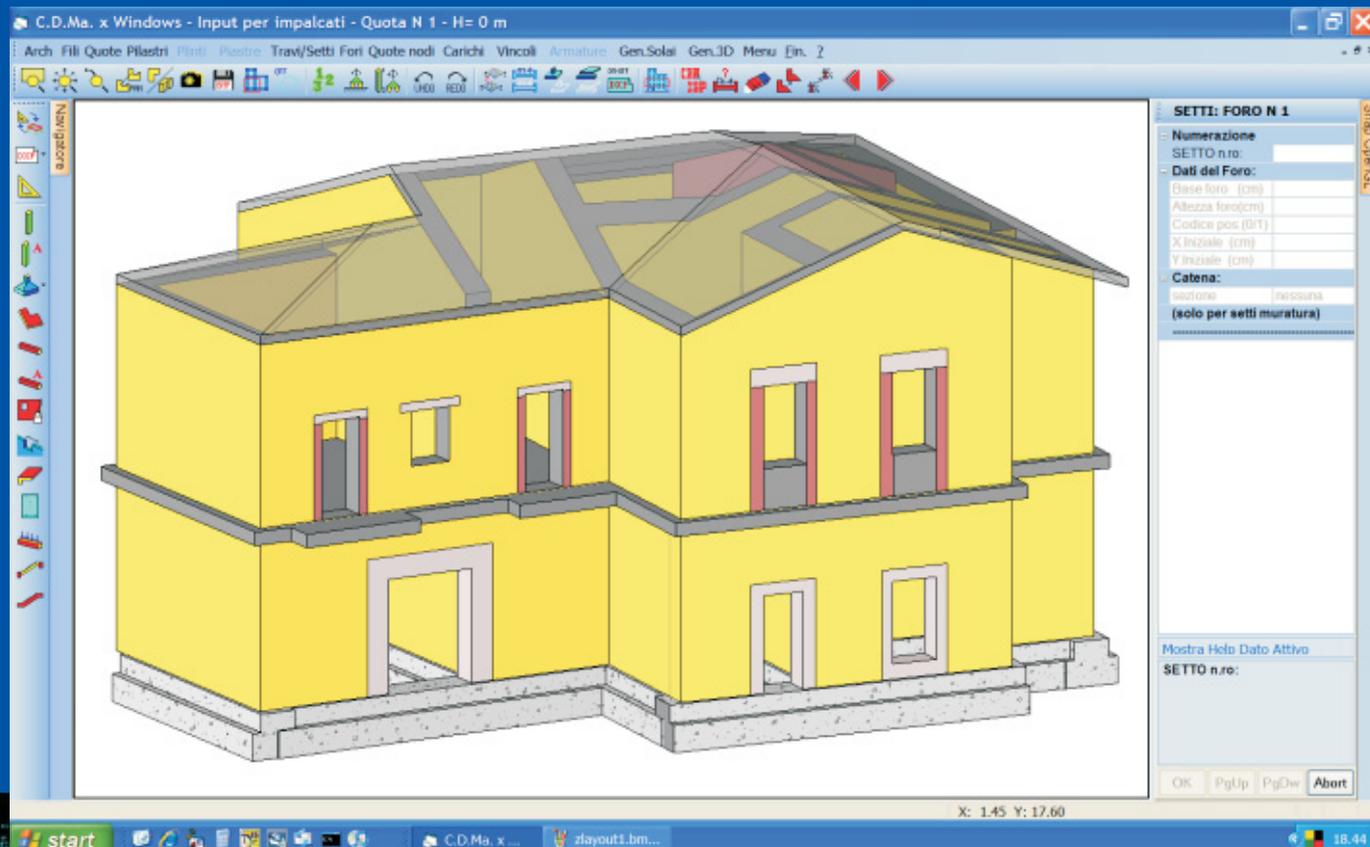
5. Restituzione in **Rendering fotorealistico** della struttura con visualizzazione del tipo di muratura utilizzata nelle varie parti della struttura.

Un'ultima precisazione va spesa infine per il modulo di calcolo del **CDMa Win**, che permette la modellazione delle strutture in muratura attraverso la generazione di due diversi modelli di calcolo.

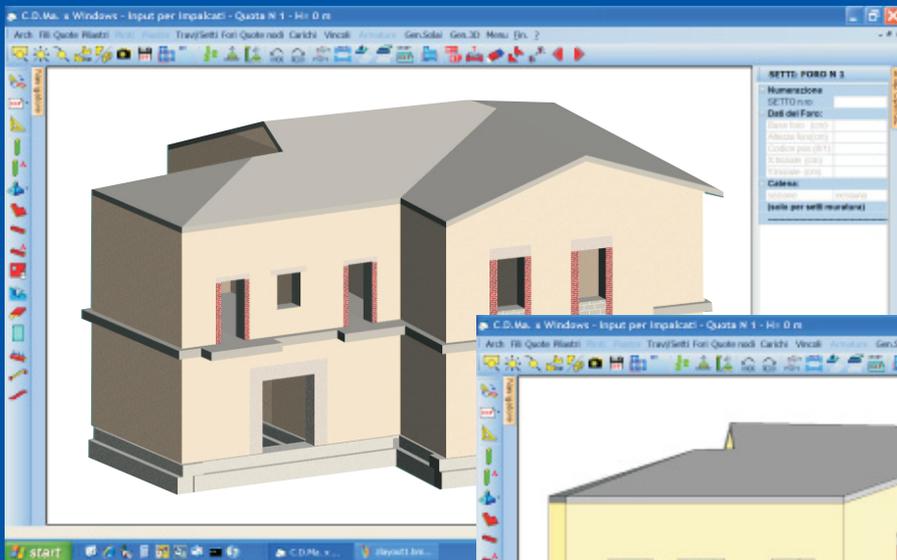
Entrambi questi modelli sono basati sulla individuazione dei maschi murari che possono essere generati o come elementi asta o come elementi shell.

Nel caso ci si accontenti di un calcolo lineare si può optare per il modello con maschi murari a shell. Se si intende eseguire un calcolo statico non lineare (PushOver) il modello sarà generato con maschi murari ad aste, aderendo fedelmente alla formulazione denominata SAM (Magenes e Calvi - 1996) [1].

L'originaria formulazione bidimensionale del metodo è stata estesa in **CDMa** al caso tridimensionale.



Struttura in muratura con nuovi elementi: cerchiature, architravi e sottofinestra



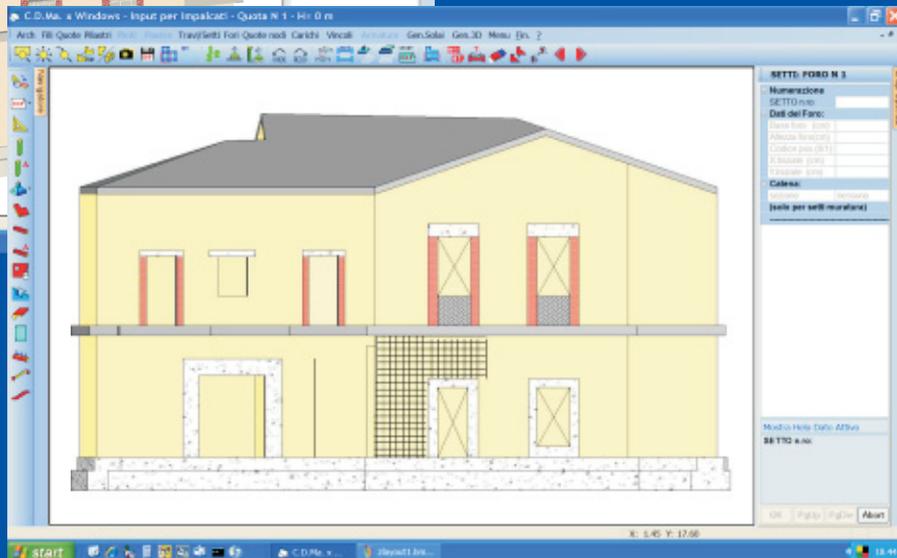
materiale muratura e consente un corretto calcolo per lo stato limite ultimo, compatibilmente alle limitazioni che l'analisi elastica comporta.

Eseguire, invece, un calcolo lineare su un modello di struttura in muratura creato con elementi shell tutti mutuamente incastrati seguendo

In ogni caso entrambi i modelli di calcolo sono comunque rispettosi del reale comportamento fisico della struttura in quanto:

- i maschi in corrispondenza delle mutue intersezioni trasversali non sono "cuciti" lungo tale spigolo ma solo in corrispondenza del solaio di piano o dell'eventuale cordolo
- le zone di muratura sopra i fori sono schematizzate come aste in muratura incernierate, in ottemperanza ai dettami normativi

Il modello così costruito evita di creare surrettiziamente connessioni tra elementi strutturali (tra pareti che si incrociano o tra maschi complanari attraverso shell incastrati sui

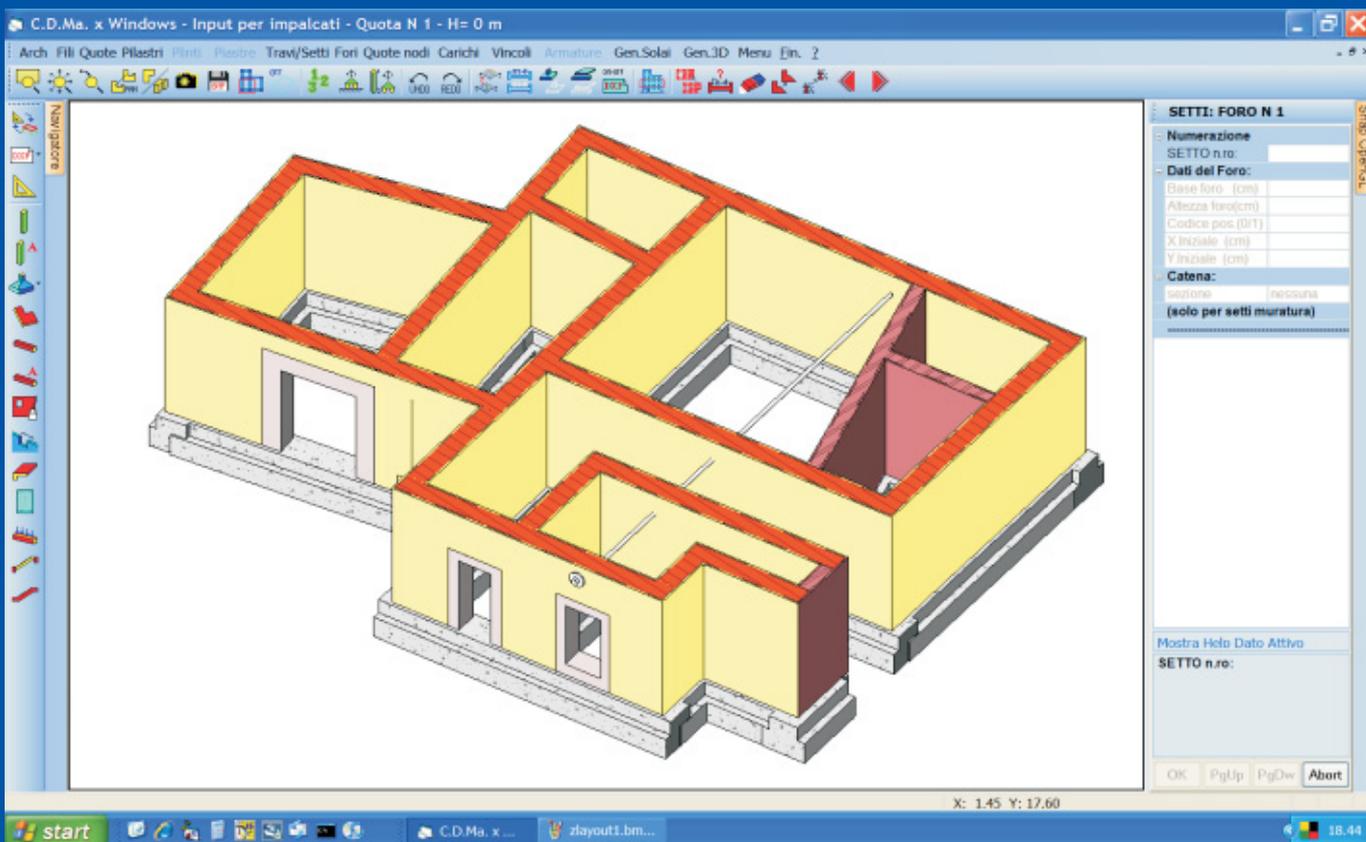


Struttura in muratura con rinforzi

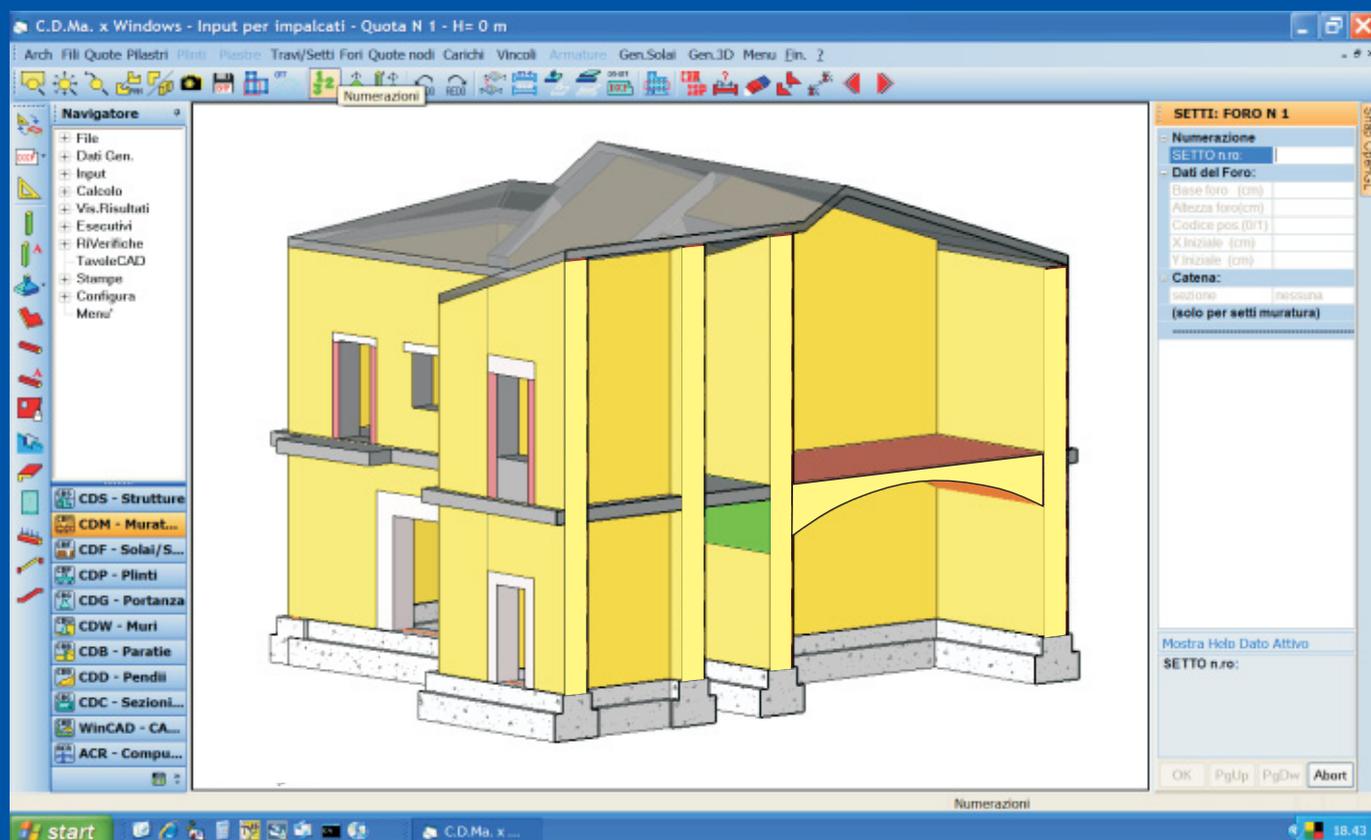
maschi) che aiutano a fare verificare la struttura, ma che, sfortunatamente, nella realtà fisica non esistono.

Quindi anche il modello a shell generato dal **CDMa** per l'analisi lineare tiene già intrinsecamente conto del comportamento del

fedelmente la geometria, ma ignorando totalmente il modo di funzionare della muratura, permette sicuramente di ottenere rappresentazioni grafiche geometricamente molto somiglianti ma con risultati di calcolo, il più delle volte, semplice-



Struttura in muratura con catena



Sezione trasversale di struttura in muratura con volta

mente errati. Infatti molto opportunamente le “Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni”, approvate dall’Assemblea Generale del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, ammoniscono il calcolista in merito alle trazioni nelle murature

calcolate agli elementi finiti con calcolo elastico, recitando testualmente:

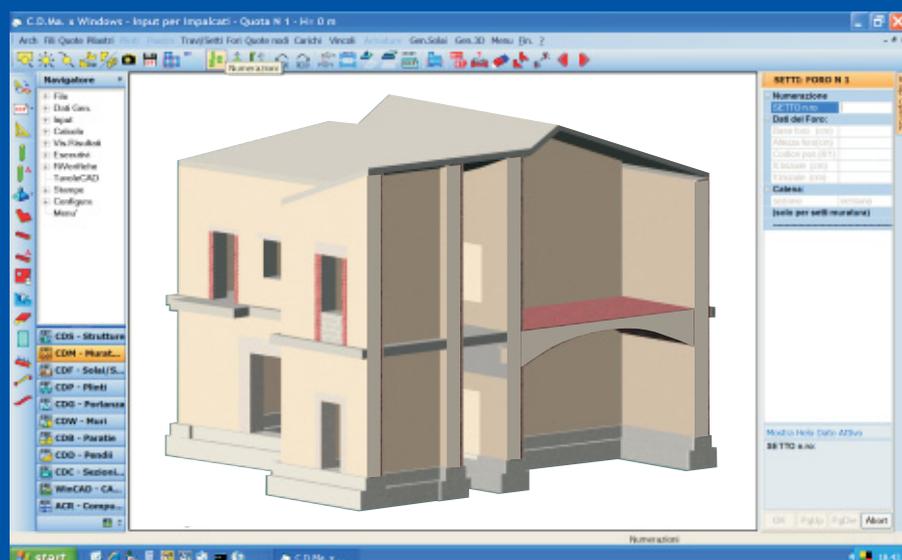
“L’analisi elastica ad elementi finiti è quindi utile per descrivere il comportamento strutturale in esercizio, nel caso di una costruzione non soggetta a dissesti significativi, ma **non consente di valutare la sicurezza nei riguardi dello stato**

limite ultimo. Infatti, il raggiungimento di condizioni limite di rottura del materiale a livello locale (stato tensionale puntuale) non può essere messo in alcun modo in relazione alle condizioni limite ultime della struttura, che comportano in genere la perdita di equilibrio di intere porzioni della costruzione.

Tali limitazioni possono essere concettualmente superate attraverso una modellazione non lineare ad elementi finiti, che consideri sia la non linearità del materiale che quella geometrica.”

Quindi, in buona sostanza, resta pacificamente asserito dal massimo organo tecnico-normativo in Italia, che il calcolo sismico agli elementi finiti delle murature necessita di un calcolo non lineare statico (PushOver) o dinamico, essendo l’analisi lineare “sconsigliata” nel caso in cui il modello FEM non rispecchi i meccanismi di fessurazione del materiale muratura.

[1] Metodi semplificati per l’analisi sismica non lineare di edifici in muratura G. Magenes, D. Bolognini, C. Braggio (Monografia INGV).



Rendering fotorealistico di struttura in muratura

Software Tecnico Scientifico®



Via Tre Torri, 11 - 95030 S. Agata li Battiati (CT)
e-mail: sts@stsweb.it
tel. 095/7252559-7254855 fax 095/213813

Corso Gelone, 39 - 96100 Siracusa
e-mail: sts.siracusa@stsweb.it
tel. 0931/66220

Via Michelino, 67 - 40127 Bologna
e-mail: sts.bologna@stsweb.it
tel. 051/6334066 fax 051/6337244