

2. Il software Cj

Il software Carannante Joints è specifico per calcolare e disegnare nel rispetto della normativa vigente strutture per edifici e capannoni: in acciaio, cemento armato e/o miste; col nodo Carannante e non.

Volendo poi sfruttare appieno il TelSpa, il solutore di calcolo del prof. Aurelio Ghersi, sempre con identico approccio per dati e risultati, si sta aggiungendo la possibilità del calcolo anche degli edifici in muratura.



Nella prima schermata di benvenuto ci sono gli attori principali.

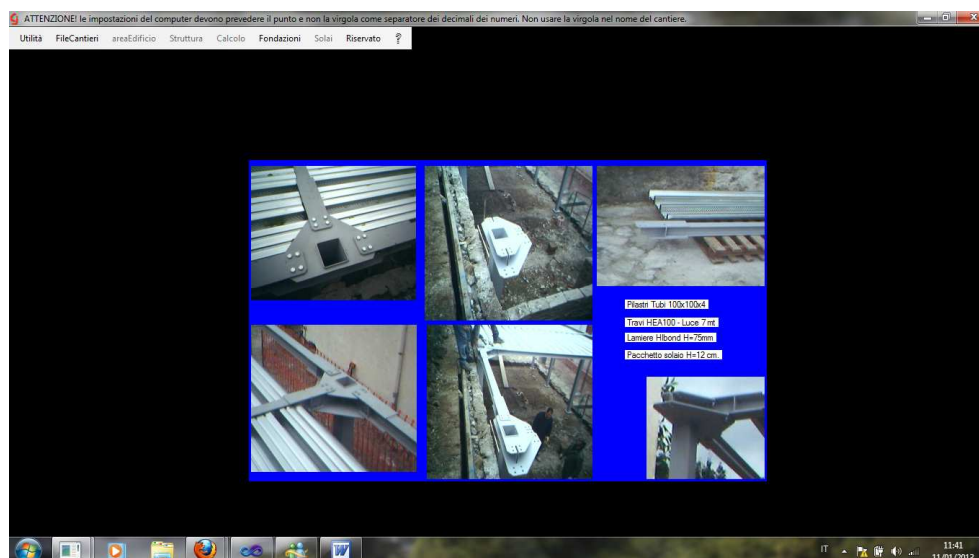
In alto a sinistra è visibile una applicazione col nodo Carannante, sotto le foto dell'ideatore del Nodo e del relativo sistema costruttivo, il tecnico fondatore del software e del prof. Ghersi che è il fornitore delle routine di calcolo e di verifica delle sezioni in acciaio, in cemento armato e miste.

E' visibile inoltre il logo dell'azienda.

Software e Nodo Carannante hanno stesso identico obiettivo comune: neutralizzare l'effetto devastante del sisma.

La seconda schermata mostra delle foto in cui è stato utilizzato il nodo Carannante con un solaio in acciaio, mentre in alto è visibile il menù principale:

Utilità, FileCantieri, areaEdificio, Struttura, Calcolo, Fondazioni, Solai, Riservato ?



Nel menù **Utilità** ci sono delle utilità che possono essere utilizzate a prescindere dal calcolo sequenziale della struttura. Ci sono i dati geometrici e statici delle sezioni; carichi da vento; da neve; verifiche delle sezioni compreso la pressoflessione deviata della sezione rettangolare in calcestruzzo; il Tubo, saldato o trafilato, con o senza raggio di curvatura, vuoto o pieno di calcestruzzo rafforzato o non con tondi o piatti sulle ali o sulle anime; Strutture piane generiche con cui è possibile risolvere Telai, Capriate, Travi Continue, ecc.; la verifica dell'altezza della trave rettangolare in c.a. per limiti di freccia secondo l'Eurocodice; il Dominio M-N nella sezione rettangolare in c.a; e ... altro.

Nel menù , **FileCantieri**, vengono gestiti i vari calcoli delle strutture di edifici. Con crea cantiere, salva ed esci.

Il nome del cantiere è una cartella in cui vengono conservati i file dati e risultati della struttura col nome del cantiere.

Nel menù **areaEdificio** vengono acquisiti, calcolati e memorizzati:

- i dati geologici e geotecnici dell'area di sedime della struttura in esame.
- I dati sismici della zona in questione.
- Infine l'utente deve scegliere uno o più tipi di solai. in acciaio, c.a. o altro che vuole utilizzare per la sua struttura.

Il solaio è un elemento portato dalla struttura, non interviene del calcolo dell'insieme spaziale; però è fondamentale per la definizione del mutuo collegamento rigido o meno fra i vari Telai Piani a ogni impalcato.

Nel menù **Struttura** si definisce l'ossatura intelaiata spaziale da calcolare.

Il procedimento è sequenziale e propedeutico.

L'approccio all'immissione dei dati non è del tipo matematico, cosa che lasciamo esclusivamente al prof.Gherzi, ma più intuitivo, come se si dovesse realmente procedere al montaggio della struttura stessa.

1. Si parte dalla definizione in pianta dell'unifilare dei Pilastrini a quota fondazioni.

Nel riferimento cartesiano adottato, essi possono essere immessi:

- singolarmente digitando su richiesta da parte del programma le coordinate per ogni singolo pilastro.
- importandone le coordinate dal DXF della pianta del progetto architettonico. In questo caso, la pianta architettonica deve essere preparata generando in essa un nuovo layer dal nome PilCj ed immettendo in questo layer un *punto* nel baricentro di ogni pilastro. La numerazione dei pilastri seguirà la sequenza di immissione dei punti. Per essere facilitati nella individuazione dei punti, è opportuno, applicare anche o un cerchio o una croce già disegnati sul *punto da applicare*. Sarà letto solo il punto.
- oppure si può generare una carpenteria regolare assegnando il numero di campate secondo X e secondo Y, dapprima con una unica

corrispondente dimensione, poi è possibile modificare la luce di qualche campata e, al menù successivo, immettere, modificare o eliminare qualche Pilastro o qualche Telaio piano generati automaticamente.

2. Poi bisogna collegare i pilastri con le travi, cioè bisogna definire i Telai Piani (tipologia di struttura idonea a resistere anche alle azioni orizzontali), normalmente nelle due direzioni principali, comunque il TelSpa consente di avere Telai comunque inclinati. La definizione e la numerazione dei Telai viene fatta in automatico se si è scelto di generare una carpenteria regolare. Che la struttura debba essere organizzata in Telai Piani, oltre a semplificare concettualmente e praticamente (è meglio ragionare su un foglio di carta) il calcolo, è quasi un obbligo perché la legge ci impone di effettuare le verifiche per il sisma di progetto agente separatamente in direzione X e poi in direzione Y con la stessa intensità e poi, poiché la Gerarchia delle Resistenze vuole travi giuste e pilastri esuberanti (nel senso che se il sisma ha intensità superiore a quella di progetto, si devono rompere le travi e non i pilastri), è necessario confrontare la rigidità del pilastro con la rigidità delle travi, e questo, lo si deve fare lungo ogni direzione di sollecitazione; nella direzione di ogni Telaio Piano. Lo stesso pilastro può essere *PRINCIPALE* in una direzione e *SECONDARIO* nell'altra direzione. Può essere più forte delle travi in una direzione e meno forte delle travi nell'altra direzione. Naturalmente nella direzione dove è meno forte delle travi ci dovranno essere altri pilastri, appartenenti allo stesso telaio, che devono essere idonei a contrastare gli effetti del sisma.

3. Si passa quindi alla definizione degli unifilari in elevazione.

Si deve indicare l'altezza dell'interpiano che sarà assegnata a tutti gli impalcati, poi è possibile cambiarne qualcuno.

4. Guardando a video i pilastri dall'alto ed andando col mouse sul numero che identifica un pilastro, viene visualizzata la quota del pilastro al tetto che è possibile reimpostare nella ipotesi di tetto inclinato. Nella futura automatica formazione dei telai piani l'ultimo impalcato assumerà la conformazione assegnata al tetto; gli unifilari

delle travi saranno inclinati. Il calcolo sarà esatto; però, per ora, il disegno automatico delle travi, se in cemento armato bisognerà adattarli manualmente col CAD. Se col nodo Carannante, invece, lunghezza e taglio inclinato delle travi metalliche è indicato in modo esatto.

5. Definito l'unifilare della struttura spaziale, si passa ad assegnare le sezioni alle aste del telaio spaziale cominciando da quelle dei Pilastri.

Il software segue la logica del sistema costruttivo Carannante ...

Poiché il sistema costruttivo consente di prefabbricare un pilastro per più piani, inizialmente occorre indicare assieme al numero totale di piani, il numero di *Tronchi Pilastro* ovvero *il n. di Carpenterie Tipo*.

Per un edificio di 12 impalcati, in cui i pilastri hanno sezione costante per 4 piani, occorre indicare 3 Tronchi pilastro.

La definizione della carpenteria con l'orditura dei solai e la posizione e definizione dei tompagni, viene richiesta per ogni Tronco Pilastro.

Poiché nelle strutture intelaiate anche le travi con la loro flessione si oppongono al sisma, e, così come siamo abituati a fare in zone non sismiche, cioè adottare per i pilastri sezioni più robuste ai piani bassi, in presenza di sisma potrebbe essere conveniente fare la stessa cosa anche per le travi; la rigidità dei telai sarà crescente verso il basso.

Per un edificio di 20 piani con una unica *carpenteria tipo*, basta indicare pilastri, travi ed orditura dei solai una sola volta. Un unico Tronco Pilastri.

Per posizionare i Pilastri, viene richiesta l'inclinazione in pianta dell'asse forte Jx della sezione del pilastro. Viene richiesta l'inclinazione di Jx, dell'asse forte dell'ellisse di inerzia della sezione, e non dell'altezza della sezione perché per alcuni profili metallici, per esempio per la serie HEA, la larghezza è maggiore dell'altezza.

L'inclinazione di Jx può variare da +90° a -90°.

Ogni volta che bisogna scegliere una sezione, compare a video una finestra in cui è possibile scegliere o aggiungere qualche altra sezione se non c'è, cui poi si assocerà il proprio materiale e le sue proprietà: in acciaio, in cemento armato, legno e, per analogia, si può indicare anche una sezione in muratura.

Nel form sotto, è stata scelta una HEA300 ruotata in pianta di 90°.



Poiché il TelSpa ragiona in termini di rigidezza, sezioni e materiali per travi e pilastri possono essere qualsiasi.

Esiste anche il profilo *nullo* (area ed inerzia=0), se si vuole eliminare un'asta senza inficiare la numerazione di nodi ed aste del modello agli elementi finiti generato in modo automatico dal software.

Allo stesso modo esiste anche il profilo *rigido* se serve. Area ed inerzia molto grandi.

La prima sezione scelta viene assegnata automaticamente a tutti i pilastri. Per correggere, basta scegliere un'altra sezione con la propria inclinazione in pianta e cliccare sui numeri che indicano i pilastri cui si vuole applicare la nuova sezione. Il mouse che sfiora un pilastro fa vedere a video le proprietà principali in memoria.

Come esempio, per far comprendere come si sta procedendo, il pannello *Dati nel piano del Telaio*, mostra il momento e il raggio di inerzia della sezione, anche se il pilastro è ruotato in pianta, lungo la direzione X.

Questi dati, sono prelevati dall'ellisse di inerzia della sezione scelta e saranno calcolati in funzione dell'angolo che ha immesso l'Utente.

Alle aste Ritto dei Telai piani cui il Pilastro appartiene, sarà applicato ai fini del calcolo della loro rigidezza, il momento e il raggio di inerzia calcolati dall'ellisse di inerzia della sezione, lungo la direzione del piano del Telaio cui il Ritto appartiene. Il solutore calcola col metodo delle rigidezze per cui ogni asta di ogni telaio piano, partecipa alla rigidezza globale.

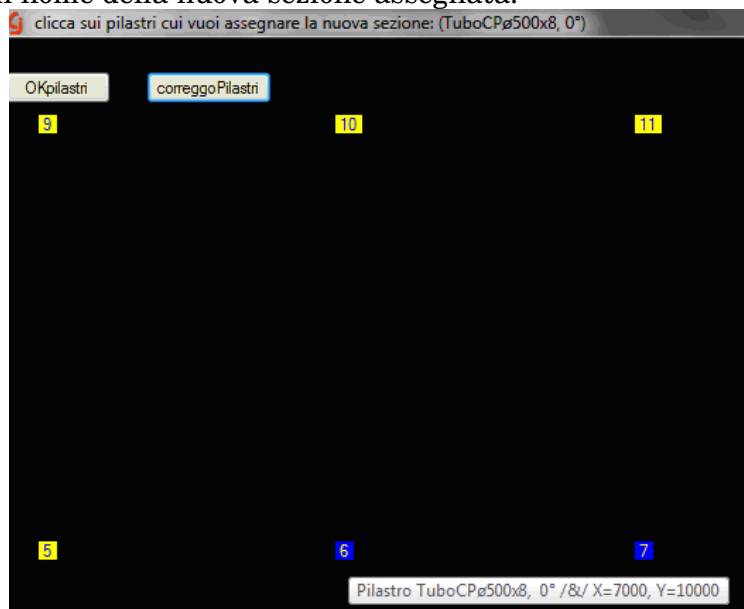
Dopo aver effettuato il calcolo, viene fatta la somma degli sforzi normali ai vari Ritti che corrispondono agli stessi pilastri. Solo dal listato del TelSpa sarà possibile vedere lo sforzo normale di competenza di ogni Ritto nel Telaio piano.

Il software Cj utilizza sempre lo sforzo normale complessivo al Pilastro e non quello parziale al Ritto.



Continuando nella immissione dei dati, ai 2 pilastri centrali assegniamo un TuboCircolare500x8 pieno di calcestruzzo.

Appena cliccato sul numero che identifica un pilastro, è subito restituito a video il nome della nuova sezione assegnata.



All'inizio tutti i Tronchi di un Pilastro hanno le stesse coordinate baricentriche assunte a quota fondazioni che possono essere controllate immediatamente nel disegno.DXF restituito dal software e che può essere letto e manipolato da ogni CAD.

Controllando gli allineamenti dei pilastri col CAD e ritornando in Carannante Joints è possibile affinare dette coordinate fino alla loro esatta definizione finale. Windows ci consente di passare facilmente da un software all'altro.

All'impalcato in cui termina un Tronco Pilastro ed inizia il Tronco Pilastro superiore, il menù *Fili Fissi* consente di vedere in una finestra, simbolicamente, il Pilastro superiore sul Pilastro inferiore.

Cliccando sul lato che si vuole fisso vengono spostati tutti i Tronco Pilastro superiori nella posizione voluta. La cosa è anche personalizzabile.

Vengono cambiate le coordinate baricentriche dei Tronchi Pilastro superiori e le travi adegueranno automaticamente la lunghezza del loro unifilare ai piani interessati.

I disegni.DXF delle carpenterie degli impalcati superiori avranno tutti i loro dati, esatti.

6. Dopo aver definito i Pilastrini, si passa alla assegnazione delle sezioni delle Travi.

Nello stesso form in cui sono raggruppati tutti i tipi di sezioni, si sono abilitati i 2 pannelli *VincoloSx* e *VincoloDx* in cui è possibile indicare come è vincolata la Trave a Sinistra e a Destra; sempre guardando il disegno a video.

In questo software agli elementi finiti, ogni trave è rappresentata in automatico con 3 aste. L'asta centrale rappresenta la trave nominale e fra le sue proprietà c'è l'area e l'inerzia il cui asse forte $J_x \geq J_y$ si presume verticale e complanare al telaio piano cui appartiene la trave. Se non è così, bisogna indicare l'angolo di J_x con la verticale. L'asta a sinistra/destra della trave rappresenta il vincolo sinistro/destro ed ha propria area ed inerzia. Se si è scelto di assemblare le travi col Nodo Carannante, l'asta *vincoloSx/Dx* avrà lunghezza, area ed inerzia mediate del nodo Carannante corrispondente.

Se in un nodo confluiscono travi diverse, la trave che caratterizza il nodo Carannante è quella più alta.

Il completo ripristino della resistenza è calcolato per la trave caratterizzante.

Se il vincolo è cerniera, l'elemento finito avrà lunghezza di 10mm ed inerzia=0.

Se il vincolo è saldato avrà lunghezza di 10mm e stessa area ed inerzia della trave nominale.

Se il vincolo è semirigido avrà lunghezza di 10mm e una inerzia stabilita dall'Utente in % rispetto all'inerzia della trave. In questo caso il collegamento, per definizione, non può essere a completo ripristino della resistenza. Si romperà prima il collegamento e poi la trave.

Vincolo a destra e sinistra della trave sono uguali. (Per ora la differenziazione fra vincoloSx e Dx dai 2 pannelli, non c'è, è per il futuro).

Il profilo della trave viene richiesto per ogni Tronco Pilastro; cioè per ogni gruppo di carpenterie uguali e le sue proprietà vengono assegnate automaticamente a tutte le travi del Tronco in esame, in tutti i Telai.

Per una eventuale correzione, il menù successivo, consente di immettere le travi per un singolo Telaio Piano oppure con altre procedure si possono applicare le proprietà di una trave guardando la carpenteria.

Oltre alle travi, viene richiesto, sempre per ogni Tronco Pilastro, di poter immettere le diagonali in qualche campata del telaio.

Se richiesto, in automatico è immessa una sola delle due diagonali a croce di S.Andrea perché, in quiete non lavorano, e, sotto sisma, una è tesa e l'altra, compressa, si instabilizza e non è utilizzabile. Alle diagonali è assegnata inerzia=0. Se non è così è necessario cambiare.

Appena immesse le travi e le eventuali diagonali, il software assembla i Telai in elevazione in elementi finiti detti aste. Ogni asta ha sue proprietà (nome della sezione, area, inerzia ...) ed è definita geometricamente dalle coordinate dei suoi 2 nodi di estremità. Ogni nodo è identificato dalle sue coordinate nel piano del telaio. Ogni Telaio è individuato dai suoi ritti che corrispondono ad altrettanti Pilastri in carpenteria e da cui sono state prelevate le proprietà. All'assemblaggio dei telai, per favorire l'industrializzazione edilizia, la trave immessa è applicata ovunque e tutti i ritti sono rappresentati con una sola asta. Il menù successivo consente di rappresentare anche i ritti con 3 aste. Le proprietà dell'asta centrale sono quelle nominali mentre l'asta al piede e in testa a ogni ritto potranno essere personalizzate per favorire la Gerarchia delle Resistenze. Di solito se il pilastro è in c.a. diventa un tubo pieno di calcestruzzo e se è una HE, le sue ali vengono *chiuse* con dei piatti diventando HE...C.

Ogni Telaio Piano ha una sua inclinazione in pianta definita dalle coordinate in pianta del 1[^] e dell'ultimo Ritto. I Telai Piani, così come i Nodi e le Aste in elevazione per ogni Telaio Piano, sono tutti numerati.

Esiste inoltre una corrispondenza biunivoca fra la numerazione della Trave in una carpenteria e la numerazione della stessa asta Trave nel Telaio Piano in elevazione. Modificando le proprietà di una trave in carpenteria, è modificata anche nel Telaio, e viceversa.

La trave scelta, è applicata in tutti i telai, al Tronco Pilastrini su cui si sta ragionando. Se non è così si può modificare con la procedura di *immissione del Telaio singolo* o con altre procedure. Terminata la procedura di immissione delle travi, è possibile modificare la sezione di qualche ritto/pilastrino all'interno di qualche telaio.

E' inoltre possibile modificare la rotazione di qualche nodo Carannante svincolandola dalla rotazione assunta dal pilastrino in pianta.

E ancora, cliccando su uno dei 4 terminali di un pilastrino, è possibile modificare le coordinate delle estremità della trave; ad es. a filo pilastrino se è una trave in c.a..

7. Nelle carpenterie, prima tipo, e poi eventualmente singole, devono essere definite le travi a sbalzo e le orditure dei solai.

I numeri colorati in giallo indicano i pilastrini, quelli in rosso le travi, quelli in celeste i terminali: dei nodi Carannante o delle estremità delle travi per altre tipologie di vincolo. Il mouse che sfiora un numero ne visualizza le proprietà principali.

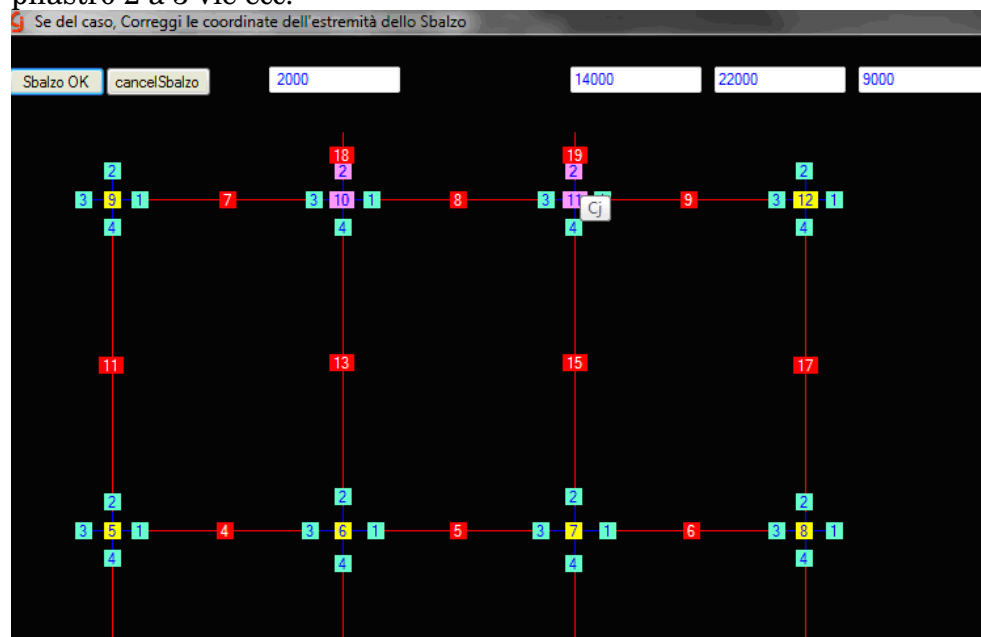
Attorno a ogni pilastrino, esistono 4 terminali, numerati in senso antiorario partendo da est, in cui si collegano le travi. Nei terminali liberi è possibile innestare delle travi a sbalzo. Per questi terminali, se nodo Carannante, la foratura è assegnata automaticamente di precisione; giuoco foro bullone = 0.3 mm. Nel grafico sottostante lo si è fatto ai pilastrini 10 e 11. E' stata immessa una trave a sbalzo lunga 2000 mm..

Nelle 3 caselle in alto a destra sono visibili le coordinate dell'estremità assunte dello sbalzo che si sta immettendo e che è possibile modificare.

Sono visualizzati sempre, solo i bottoni inerenti la procedura su cui si sta ragionando.

Il click sul bottone **SbalzoOK** termina la procedura dello sbalzo corrente.

Cliccando sul bottone **OkSbalzi** termina la procedura di immissione sbalzi e vengono eliminati i terminali che non servono. Il nodo Carannante o l'ancoraggio delle travi in c.a. al pilastro 1 sarà a 2 vie, al pilastro 2 a 3 vie ecc.



Per inserire un solaio continuo, non bisogna fare altro che scegliere un solaio fra tutti quelli caricati all'inizio e dopo averne indicato l'inclinazione rispetto alla trave di partenza, cliccare in modo sequenziale sulle travi che lo dovranno sorreggere. In apposite caselle, si possono mettere anche lunghezza e tipologia di solaio da applicare allo sbalzo Sinistro e Destro perché possono essere diversi da quella del travetto (es.: altezza o sovraccarico diverso). Un Click col tasto destro del mouse sul fondo nero termina la procedura di immissione di un solaio. Il solaio continuo o non, è numerato e può essere accettato o rifiutato se si è sbagliato qualche cosa. Tutti i campi solaio sono numerati e sono di color senape. La procedura è identica sia per i travetti di un solaio in c.a. che per le travi secondarie di un solaio in

acciaio con lamiere grecate. Quello che varia, è l'interasse e quindi i carichi che saranno applicati sulle travi.

Il menù **Solai** calcolerà e disegnerà le sezioni di tutti i solai così definiti.

Andando col mouse su un numero viene mostrato che cosa rappresenta, e, se solaio, a quale solaio continuo appartiene.



Anche tutti i travetti sono numerati. Cliccando sul numero di un travetto è possibile modificarne le sue proprietà. Se deve sorreggere per esempio, localmente, un peso maggiore.

Se nel definire un solaio si clicca su una sola trave e si chiude la procedura viene immesso uno sbalzo laterale: un solaio a bilancia sulla trave.

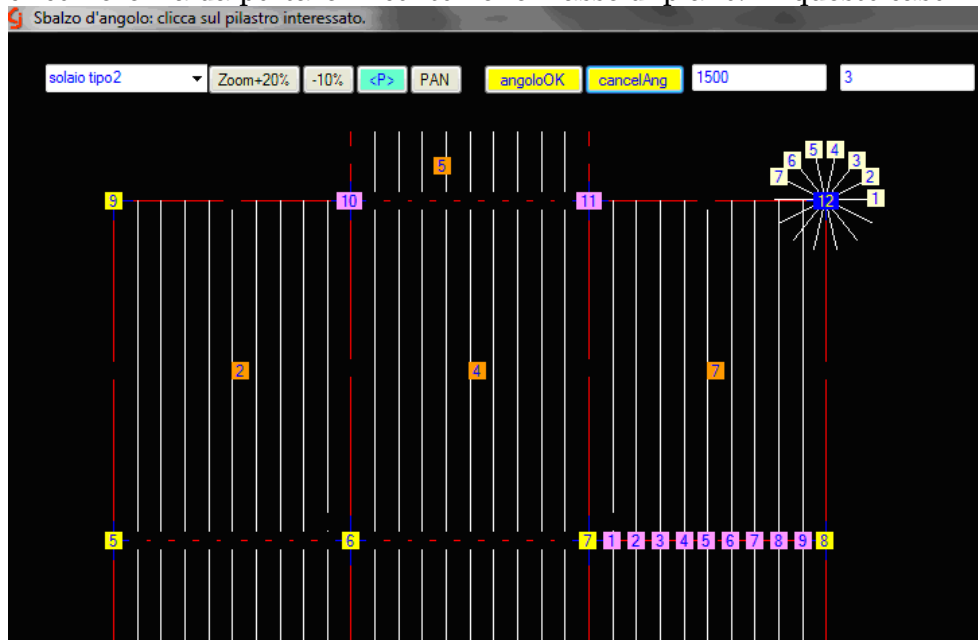
La lunghezza dello sbalzo è prelevata dalla casella in cui è stata immessa la lunghezza dello sbalzo sinistro.

Per una migliore visibilità si può utilizzare un zoom + 20% e uno -10%.

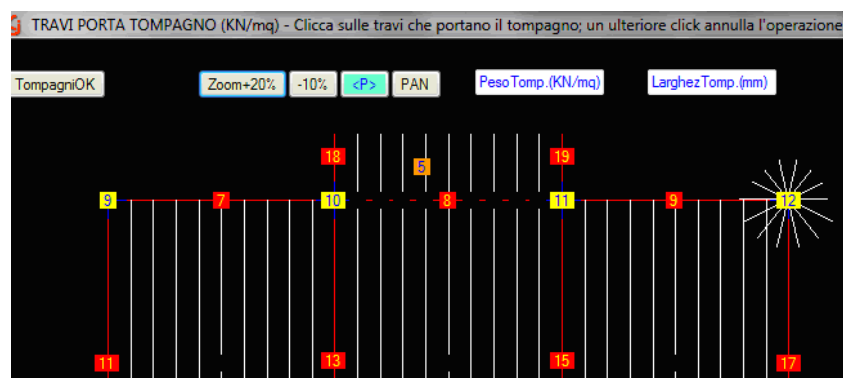
Il bottone **<P>** consente di cliccare in un punto del disegno per metterlo al centro dello schermo.

Il bottone **PAN** consente di spostare il disegno del segmento che collega 2 click successivi del mouse sul fondo nero.

Il bottone **OKsolai** termina la procedura di immissione dei solai ed apre la procedura di immissione degli sbalzi d'angolo; a bilancia, su un pilastro. Occorre indicare la lunghezza dello sbalzo e la % di circonferenza da portare in conto nelle masse di piano. In questo caso $\frac{3}{4}$.



Anche in questo caso si può o accettare o rifiutare lo sbalzo appena immesso o modificare la lunghezza di ogni travetto. Un click sul bottone **OKangoli** termina questa procedura ed apre la procedura di immissione dei tompagni sulle travi.



Occorre indicare il peso del tompagno a mq. Sarà poi trasformato in peso a ml sulla trave che lo sorregge conteggiandolo fino all'intradosso della trave superiore. Ai fini del sisma, invece, il peso del tompagno, è assegnato per metà all'impalcato inferiore e per l'altra metà all'impalcato superiore. Lo stesso per i tramezzi, i sovraccarichi non compiutamente definiti.

Occorre inoltre immettere la larghezza del tompagno perché sulla sua impronta non saranno conteggiati i sovraccarichi utili nel calcolo delle masse.

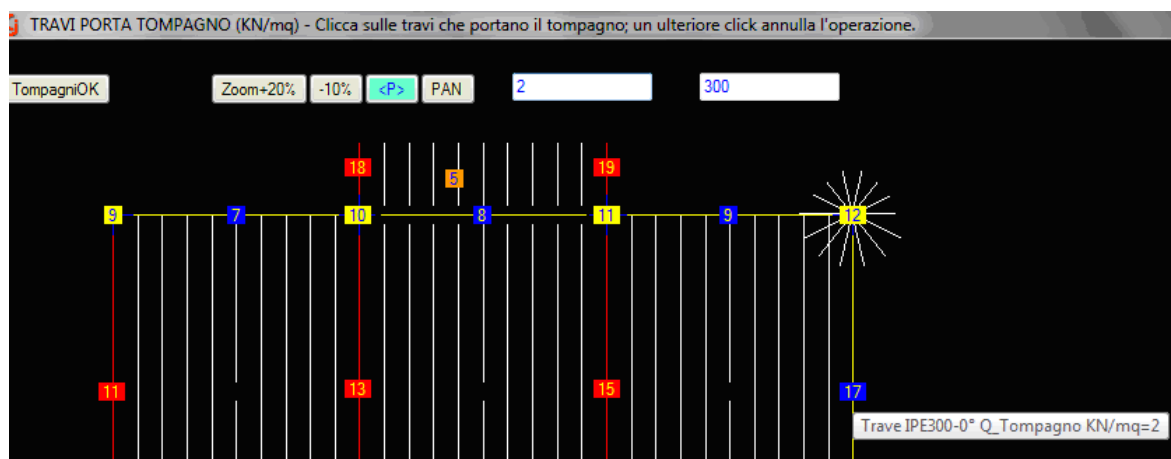
Per indicare dove sono ubicati i tompagni, basta cliccare sulle travi che li portano per applicarvi il relativo peso. Un ulteriore click sulla trave annulla l'operazione.

A video, la colorazione in giallo della trave indica la presenza del tompagno. Se il numero di una trave è sfiorato col mouse è restituito a video il relativo peso in memoria del tompagno: a mq e a ml.

Cambiando i dati immessi nelle caselle e da cui saranno prelevati a ogni applicazione, peso e larghezza del tompagno possono essere diversi per ogni click.

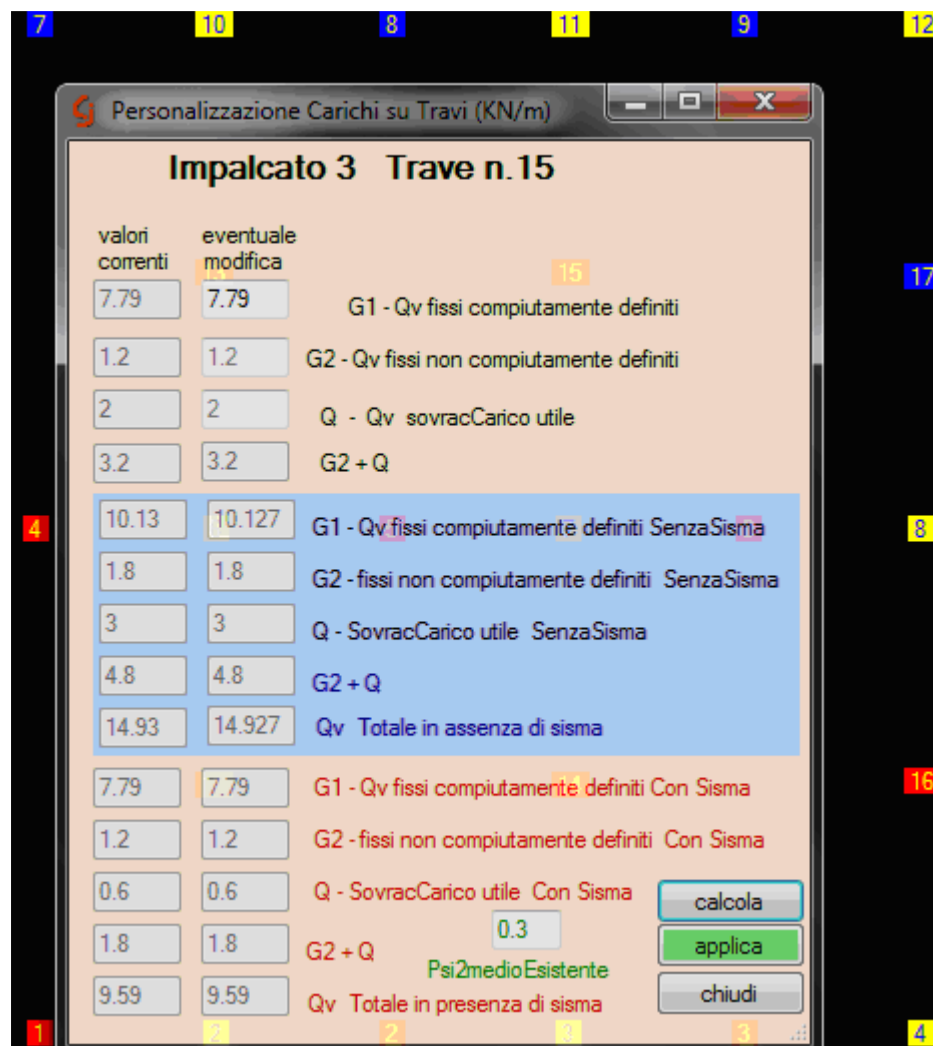
Se si vuole ridurre il peso del tompagno per eventuali vani di apertura bisogna immettere nella apposita casella un peso a mq più piccolo.

Per un edificio multipiano, in copertura è assegnato lo stesso carico da tompagno come da impalcato inferiore; se non si vuole questo, è necessario correggere immettendo la carpenteria della copertura dal menù *immissione carpenteria singola*.



Un click sul bottone **TompagniOK** termina la procedura di immissione dei Tompagni.

Il software a questo punto calcola il peso che sollecita ogni trave compreso il suo peso proprio. Peso che è possibile vedere sfiorando col mouse il numero che identifica ogni trave.



Un click sul numero che identifica una trave apre questa finestra che mostrando tutti i carichi, consente all'utente di personalizzarli. E' possibile vedere i carichi caratteristici, quelli maggiorati in assenza di sisma e quelli ridotti in presenza di sisma. Questi carichi sono ancora suddivisi in G1/G2/Q: Fissi / Compiutamente non definiti (incidenza tramezzi) / Sovraccarico utile.

Cliccando sul bottone **OK(vistiQfissi/Qvariabili)** vengono assegnati i relativi carichi a tutte le travi in tutte le carpenterie appartenenti al

Tronco Pilastro su cui si sta lavorando; al corrispondente gruppo di Carpenterie Tipo.

Questo gruppo di procedure si ripete per tutti i Tronchi Pilastro; per tutte le Carpenterie Tipo diverse fra loro.

Non abbiamo parlato di travi a ginocchio perché Carannante Joints non vuole adottarle. Fanno perdere la regolarità strutturale. La prima regola antisismica. E' meglio adagiare le scale su un solaio a soletta rampante con ballatoio di riposo appoggiato con dei pilastrini locali alla trave inferiore o appeso alla trave superiore. Se si vogliono utilizzarle, si devono correggere geometrie e carichi dei corrispondenti Telai che le contengono dal menù *Personalizzazione geometria Telaio*.

Quando è stata immessa una trave a sbalzo, le è stata assegnata la stessa sezione della trave di cui lo sbalzo ne è il naturale prolungamento. Ora che tutte le travi, anche quelle a sbalzo sono state immesse, è possibile rettificarle dal sottoMenù **Cambio di qualche Trave....** guardandole dalle carpenterie.

In generale, scelta un'altra sezione, è possibile applicarla alla campata che si vuole della trave continua (proiezione in pianta del telaio piano), a un impalcato, a tutti gli impalcati o alle travi del Tronco pilastro in esame. Il numero della campata dello sbalzo a S_x è = 0, il numero della campata dello sbalzo a D_x è uguale al n.di campate del telaio + 1.

I carichi, dalle piante delle carpenterie sono trasferiti automaticamente ai Telai piani verticali in elevazione.

Ora è ancora possibile affinare geometria e carichi di ogni telaio piano, ad esempio aggiungervi qualche Forza Orizzontale, trasformare i vincoli in cedevoli, modificare le coordinate di un nodo, aggiungere qualche asta, tratto rigido o un altro vincolo all'estremità di un'asta ecc.

Il telaio, personalizzato nella geometria è anche salvato come struttura piana a se stante al di fuori dell'edificio, e applicandovi altre tipologie di carichi può essere studiato anche come struttura piana a se stante.

Per l'edificio sotto sisma, le combinazioni di carico sono automatiche e sono state individuate dal prof.Gherzi.

Sono visualizzate quando si esegue il calcolo.

Dal menù **calcolo** si effettua il calcolo della struttura, e quindi si conosceranno spostamenti e sollecitazioni, compreso il valore dello $\text{Stress} = \text{Sollecitazione}/\text{Resistenza}$, senza e con gerarchia delle resistenze, a video e anche in diagrammi.DXF.

Successivamente si calcolano e si disegnano le armature delle travi in c.a. e/o si verificano le travi in acciaio che possono essere strozzate alle estremità nelle ali per cercare di eguagliare il momento resistente a quello sollecitante.

Per le travi in c.a. è consentito all'utente di rettificare le armature alle estremità. Una volta accettata l'armatura vengono ricalcolati i momenti resistenti alle estremità che necessariamente dovranno essere maggiori o uguali ai momenti sollecitanti.

Dalla differenza fra i momenti resistenti e sollecitanti è ricavata la sovra resistenza delle travi e da queste sono ricavate i moltiplicatoriGR con cui saranno moltiplicati i momenti flettenti nei pilastri.

Per far sì che le cerniere plastiche si formino alle estremità delle travi e non dei pilastri, questi ultimi sono progettati/verificati con i momenti maggiorati dai moltiplicatoriGR che amplificano i momenti restituiti dal calcolo elastico allo SLV. Il tutto è spiegato e disegnato nel dettaglio.

Studiando con l'analisi statica una struttura e calcolarne il periodo anche con la formula di **Rayleigh**, l'analisi modale, l'effetto Pi-Delta, il vedere nel DXF Baricentro e Centro delle Rigidezze, e altri accorgimenti rendono questo software scolastico e professionale.

Se la struttura è verificata, il menu **Fondazioni** consente di calcolare e disegnare le fondazioni su Plinti, su Travi Rovescie o su Pali.

Il menù **Riservato**, nella ipotesi di struttura realizzata con i Nodi Carannante, organizza la produzione robotizzata dei Nodi e la costruzione industrializzata della Struttura appena calcolata.

Inviando via e.mail il file datiCantiere.txt a commerciale@carannantejoints.com , sarà restituito il preventivo per la

fornitura della struttura interamente prefabbricata e bullonabile in opera.

Le parti più pesanti: il getto del calcestruzzo di completamento e sigillatura, andrà realizzato sul posto.

Questo software, specializzato per l'edificio multipiano in acciaio e in c.a., fa ancora altre due tipologie di calcolo:

1^ tipologia: Il capannone industriale.

E' una struttura più semplice, regolare, che si presta ad essere standardizzata anche nel calcolo.

La tipologia standardizzata è quella a falde multiple come nella foto sottostante.



Il pilastro, se con vie di corsa può essere con mensole o come in foto utilizzando anche tubi da riempire di calcestruzzo in opera o può essere prefabbricato in c.a..

La parte al di sotto delle vie di corsa del carroponete può avere una sezione, la parte al di sopra una sezione più snella.

La capriata è semplice, un corrente superiore rafforzato ulteriormente all'innesto nel nodo Carannante e 2 catene bullonate direttamente all'ala inferiore della parteA del Nodo Carannante.

Sul perimetro, in copertura, è possibile immettere degli sbalzi, anche notevoli, per effetto della grande luce delle travi da cui aggettano.

La copertura può essere con pannelli coibentati che magari sono anche integrati con pannelli solari.

La cosa importante è che data la leggerezza dell'insieme, le fondazioni possono essere sempre superficiali; possono essere anche plinti isolati collegati fra di loro.

Se un camion a pieno carico non sprofonda nella strada per arrivare al capannone, anche il capannone non sprofonderà con le sue fondazioni superficiali e un eventuale sisma, attraversa l'area di sedime al di sotto delle fondazioni superficiali e la struttura superiore, leggerissima, non si accorge nemmeno del suo passaggio.

Non è lo stesso in caso di palificata.

Le travi di collegamento dei plinti, che devono sopportare uno sforzo pari ad una % dei carichi verticali, sono piccolissime se di acciaio, e possono essere utilizzate anche come dima per posizionare i tirafondi. In questo modo, non sono necessari strumenti di misura per il montaggio dell'opera e le travi di collegamento in acciaio sono direttamente annegabili nel massetto di calcestruzzo al di sotto della pavimentazione del capannone.

Col calcolo dei tirafondi è generato un grafico.DXF che risolve il problema del posizionamento dei tirafondi con una apposita dima se occorre posizionare le barre di attesa del c.a. oppure immettendo la carpenteria all'impalcato 0 il telaio orizzontale di collegamento delle fondazioni può anche utilizzare dei Nodi Carannante rovesci. Tolta la parteA col relativo bicchiere solidale dal reticolo orizzontale, dopo il getto, nelle partiB di attesa possono innestarsi i pilastri che hanno al piede una parteA identica a quella asportata.

All'avvio, scegliendo di calcolare un capannone esce una finestra in cui è richiesto di immettere i dati essenziali che lo caratterizzano: n.di campate X e Y, luci, quota del colmo e della gronda, portata del carroponete e sbalzi dalla copertura. Una procedura guidata consente di fare il calcolo e i disegni. Bisogna solo cliccare su OK a ogni richiesta perché in ogni caso bisogna sempre eseguire tutte le procedure per generare tutte le variabili e i disegni.DXF. In corso d'opera è possibile effettuare le personalizzazioni del caso.

Quello che diversifica il capannone dall'edificio è il fatto che l'impalcato, per poter apprezzare il tiro delle catene, non viene considerato infinitamente rigido.

Solo un nodo di ogni telaio appartiene all'impalcato rigido per poter rispettare le ipotesi del TelSpa: il solutore del calcolo.

Un'altra diversificazione caratterizzante per questa tipologia strutturale, è il fatto che il calcolo è doppio. La costruzione è sollecitata dal sisma, e dopo, anche dal vento/neve con forze nettamente superiori date le grandi superfici esposte. Si sa come è scoccante calcolare il vento sulle pareti sopraVento, sottoVento, sulla 1^ falda, sulla 2^... Su una falda c'è tutta la neve, sull'altra la metà, l'impluvio è pieno di neve... Tutto questo è fatto in automatico in 60 cCarico.

2^ tipologia: Il calcolo multiplo per la civile abitazione.

Travi metalliche annegate nello spessore del solaio in c.a..

La filosofia del sistema costruttivo Carannante è consentire l'industrializzazione edilizia per la civile abitazione con un sistema aperto che amplifica la creatività dell'Architetto facendolo progettare con luci più ampie.

La gerarchia delle resistenze vuole l'uso di travi calcolate al limite, senza esuberi. Le travi di acciaio con la variabilità di luci e carichi per calcolarle al limite della loro resistenza non potrebbero mai essere tutte uguali; caratteristica che è essenziale per l'industrializzazione edilizia.

In questo ci aiuta il cemento armato.

Un primo calcolo consente di verificare le travi in acciaio, tutte uguali, ma piccole perché proporzionate per portare solo i carichi di montaggio: i pannelli solaio prefabbricati in c.a. o il solaio in acciaio.

La sezione della trave metallica da utilizzare è quella necessaria per portare il massimo carico di montaggio.

Nella fase di montaggio, il calcolo non è necessario che sia al limite.

Senza ripetere i dati da immettere, in un secondo cantiere, derivato automaticamente da quello di montaggio, le travi in acciaio sono sostituite da travi composte in cemento armato con annegato al loro interno le travi in acciaio vincolate col nodo Carannante e che hanno già uno loro stato tensionale generato nella fase di montaggio.

Saranno queste travi composte in c.a. che saranno calcolate al limite per ogni variabilità di luci e carichi portando anche in conto le *presollecitazioni* nelle travi metalliche incorporate e calcolate in precedenza nel cantiere di montaggio.

Saranno il calcestruzzo e le piccole barre di tondo da c.a. che adegueranno ogni trave alla propria sollecitazione.

Nella zona, con larghezza pari all'altezza della trave e quindi del solaio, dove si vuole che si crei la cerniera plastica per sisma superiore a quello di progetto, cioè nella zona all'innesto nel Nodo Carannante, tondo da c.a. e calcestruzzo saranno calcolati al limite in modo esatto.

Se in esubero, sarà variata anche la qualità del calcestruzzo.

Di solito bastano travi metalliche tutte annegabili nello spessore del solaio, nodi Carannante compresi, e, si sa, quanto il fatto di avere tutte travi a spessore di solaio sia importante sia dal punto di vista architettonico che costruttivo.

Non è possibile, in zona sismica realizzare un edificio con tutte travi a spessore. Sono vietate perché sotto flessione la parte di sezione compressa è troppo piccola per instaurare un processo di duttilità.

Col profilo metallico interno, invece, dopo che il calcestruzzo si è sgretolato nei punti voluti, la trave metallica interna, piegandosi, assicura il meccanismo dissipativo.

Una trave composta acciaio-c.a. porta molto di più ed è molto meno deformabile. Dosando opportunamente trave in acciaio e c.a., anche la deformabilità orizzontale dell'edificio rientra nei limiti di legge. La debole inerzia delle travi in c.a. a spessore di solaio è maggiorata dal profilo metallico interno e la resistenza della trave metallica è utilizzata completamente.

Le strutture di solo acciaio, invece, di solito, devono essere sovradimensionate per limiti di deformabilità.

L'integrazione fra la carpenteria metallica ed il cemento armato è la soluzione vincente per realizzare la civile abitazione.

Esempi concreti chiariscono meglio quanto detto.