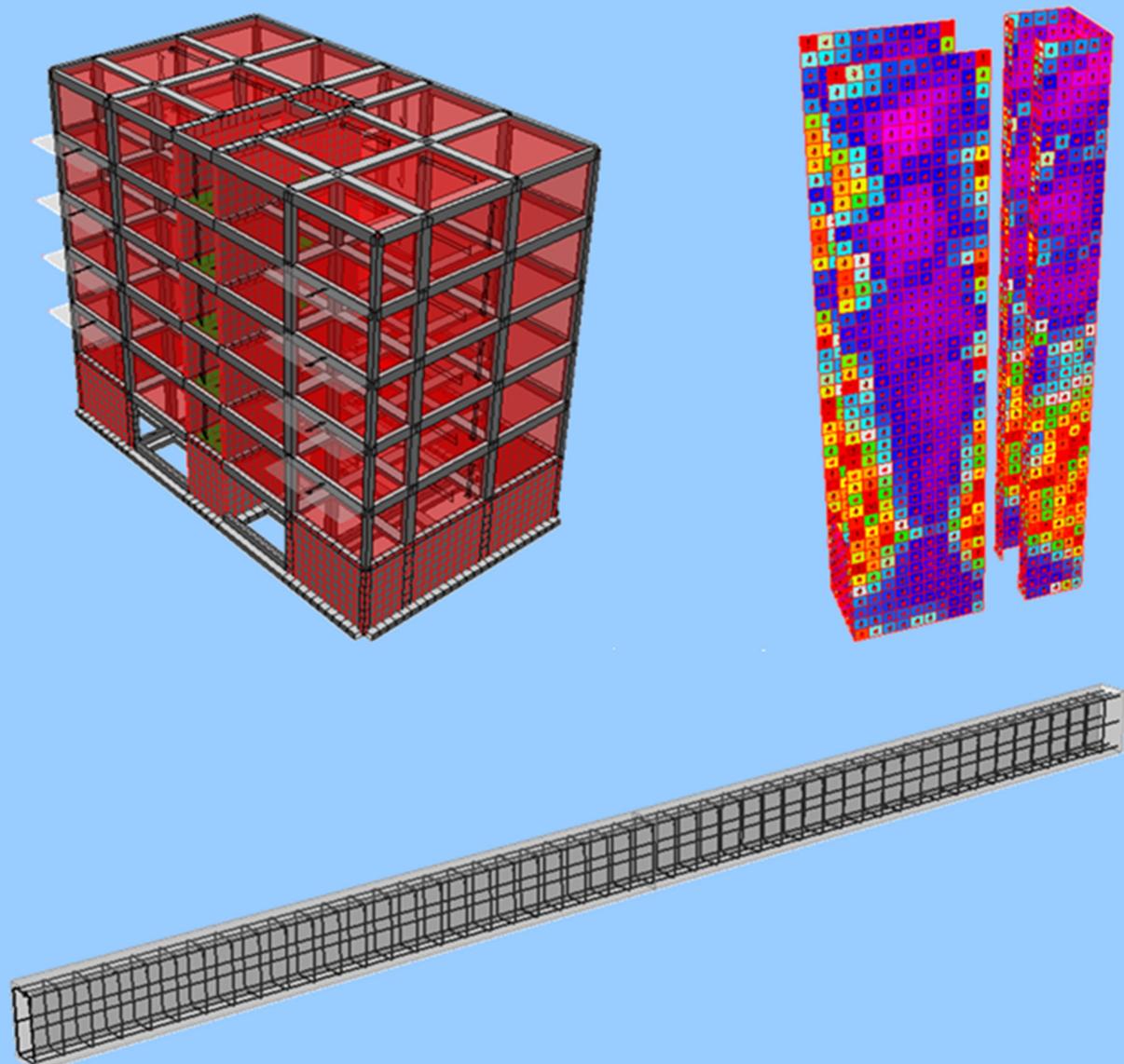


TUTORIAL 2

Modellazione, progetto e verifica di una struttura mista Telaio-Pareti in C.A.



**Modellazione, progetto e verifica
di una struttura mista telaio-pareti in c.a.**



FASE: STUDI		DOCUMENTO: TUTORIAL 2 DM 2018			
DATA: settembre 2019		PRATICA: 1814	FILE: Tutorial 2 DM2018.docx	ELAB N° :	
rev. 4	18/05/20	Aggiornamento CMP 31	Cmr		
rev. 3	03/09/19	Aggiornamento alle NTC 2019	Cmr	Cmr	Lbr
rev. 2	19/03/15	Verifiche di fondazioni e pilastri, comando “tipo di combinazione modale”	Cmr	Frn	Lbr
rev. 1	07/05/12	Novità: piano di taglio	Sst	Lbr	Lbr
rev. 0	18/05/10	EMISSIONE	Rbn	Lbr	Rssc
revisione	data	motivo della revisione:	redatto da:	controllato da:	approvato da:

INDICE

1. Presentazione	1
2. Caratteristiche geometriche del modello	3
3. Impostazioni generali	7
3.1. Apri e salva modello	7
3.2. Nozioni di base	8
3.3. Informazioni progetto e normativa di riferimento	11
3.4. Unità di misura	13
3.5. Materiali	14
4. Modellazione	16
4.1. Inserimento telaio 3D	16
4.1.1. Utilizzo del macrocomando “Telaio 3D”	16
4.1.2. Eliminazione dei tamponamenti	25
4.1.3. Modellazione della campata centrale	27
4.1.4. Inserimento dei balconi	38
4.1.5. Inserimento degli elementi shell	40
4.2. Creazione delle Sezioni	43
4.2.1. Creazione dei “Pilastro 2 [30x50 cm]”e “Pilastro 3 [50x30 cm] ”	44
4.2.2. Creazione della “Trave ad L”	45
4.2.3. Creazione della “Trave ad L Fittizia”	46
4.2.4. Creazione delle sezioni rimanenti	48
4.2.5. Gestione del Database sezioni	48
4.3. Configurazione dei Solai	51
4.3.1. Configurazione dei balconi	51
4.3.2. Configurazione del vano scale e dei pianerottoli	55
4.4. Configurazione e assegnazione delle condizioni di carico elementari	57
4.5. Configurazione dei Beam	63
4.5.1. Configurazione dei pilastri	63
4.5.2. Assegnazione del filo fisso estradosso solaio	68
4.5.3. Configurazione della “TRAVE X [25x50 cm]”	69
4.5.4. Configurazione del “Cordolo Fittizio [30x25 cm]”	72
4.5.5. Configurazione dei restanti elementi beam nei piani in elevazione	73
4.5.6. Configurazione delle fondazioni	75
4.6. Condizioni di caricamento Beam	77
4.7. Configurazione degli elementi Shell	80

4.8.	<i>Rimeshatura degli elementi Shell</i>	85
4.9.	<i>Definizione degli impalcati</i>	88
4.10.	<i>Parametri sismici</i>	90
5.	<i>Calcolo del modello</i>	97
5.1.	<i>Inviluppi</i>	98
5.2.	<i>Calcolo del fattore Theta</i>	103
6.	<i>Progetto e verifica</i>	108
6.1.	<i>Set di involuppi e impostazioni di verifica</i>	108
6.2.	<i>Progetto e verifica delle travi</i>	111
6.2.1.	Inserimento tipologia e geometria armatura	114
6.2.2.	Progetto e verifica della sezione	116
6.2.3.	Editazione armature	135
6.3.	<i>Progetto e verifica dei pilastri</i>	139
6.3.1.	Inserimento tipologia e geometria armatura	139
6.3.2.	Progetto della sezione	143
6.3.3.	Verifica della sezione (Pressoflessione, taglio, Duttilità, Gerarchia delle resistenze, Nodo trave-pilastro)	155
6.4.	<i>Progetto e verifica delle pareti</i>	172
6.4.1.	Progetto e verifica a pressoflessione dei vani ascensore e scale con le sollecitazioni ricavate dall'analisi	172
6.4.2.	Progetto e verifica delle pareti del vano scala e ascensore come da indicazioni del cap. 7.4.4.5 delle NTC 2018	179
6.4.3.	Progetto e verifica delle pareti del vano scala e ascensore come da indicazioni del cap. 7.4.4.5 delle NTC 2018 modellandola rigidità dell'impalcato	190
7.	<i>Verifiche di deformabilità</i>	193
8.	<i>Grafici strutturali, computo e relazione di calcolo,</i>	196
8.1.	<i>Elaborati grafici strutturali</i>	197
8.1.1.	Disegno della pilastrata "6"	197
8.1.2.	Disegno della travata 4-18	199
8.1.3.	Disegno della casseratura del primo piano	200
8.2.	<i>Computo</i>	202
8.3.	<i>Relazione di calcolo</i>	203

1. Presentazione

Molti motivi ci rendono restii ad avviarci all'utilizzo di un nuovo software e tra essi ci sono sicuramente la mancanza di tempo, il pensiero di dovere leggere i manuali, il rifiuto di una nuova logica semmai diversa dallo strumento che si sta utilizzando o che si utilizzava. Tutto questo porta molte volte a rinunciare ad un software più completo ed efficiente o a mettere da parte una licenza acquistata per continuare ad utilizzare il vecchio strumento.

Inoltre, c'è da fare una considerazione sulle versioni dimostrative dei programmi; il loro obiettivo fondamentale, di natura commerciale, è quello di pubblicizzare il software consentendo all'utente di conoscerlo facendone uso, anche se in versione limitata. Ogni anno le software house distribuiscono un notevole quantitativo di CD dimostrativi ma solo una piccolissima parte è impiegata per il suo scopo mentre tutto il resto finisce nell'angolo dedicato al materiale pubblicitario e/o informativo raccolto nel tempo.

Il presente Tutorial vuole raggiungere due obiettivi fondamentali: il primo è di dare un primo e pratico supporto a coloro che si apprestano all'utilizzo del software; il secondo è di rendere più completo il messaggio che si vuole trasmettere con un CD dimostrativo. Per cui il suo contenuto non è di certo di natura teorica ma è semplicemente costituito dalla descrizione pedissequa di un'applicazione; in particolare si tratta della modellazione, del calcolo, del progetto, della verifica e del disegno di una struttura intelaiata in c.a.

Questo esempio applicativo sarà impiegato sia per conoscere i comandi fondamentali e/o principali di CMP sia per entrare nella logica dello strumento.

Già dall'indice sopra riportato possiamo iniziare ad individuare i tratti essenziali della logica di base di CMP.

Il primo blocco di operazioni riguarda la fase di modellazione; esso è

suddiviso in ulteriori tre grandi blocchi, ognuno contenente un gruppo specifico di comandi. Il primo blocco riguarda i settaggi generali, il secondo la modellazione degli elementi ed il terzo la configurazione degli stessi.

Il passo successivo riguarda il calcolo del modello; esso è la fase in cui il pre e post processore CMP interfaccia con il solutore agli elementi finiti.

Una volta terminato il calcolo c'è tutta la fase di progettazione e verifica che vede come step principale la creazione degli involucri (automatica o manuale), dei set di involucri e delle impostazioni di verifica.

La progettazione delle sezioni avviene nello stesso ambiente, come qualunque altra operazione; basta soltanto aprire la finestra dedicata a tale operazione (Finestra Sezioni) ed affiancarla a quella dedicata al modello complessivo (Finestra Modello).

A quest'ultima fase può seguirne un'altra che dà la possibilità di editare le armature progettate (questa è una parte essenziale nella verifica delle strutture in c.a. esistenti e nel controllo della gerarchia delle resistenze). Ovviamente, una volta eseguita l'editazione, sarà necessario riverificare le sezioni utilizzando il gruppo di comandi che va sotto il nome di "Strumenti". Per ultimo si può procedere all'editazione degli elaborati: tabulati di calcolo; tavole esecutive strutturali; computi.

2. *Caratteristiche geometriche del modello*

La struttura mista telaio-pareti in c.a., di cui si andrà ad effettuare la modellazione, il progetto e la verifica mediante il codice di calcolo strutturale CMP, ha le caratteristiche geometriche riportate nei grafici seguenti. L'edificio è composto da 5 piani fuori terra aventi interpiano pari a 3.1 m e da un piano interrato avente altezza utile pari a 2.8 m con murature in cls.

La copertura è costituita da falde piane. Nei piani fuori terra, tranne la copertura, sono collocati 2 balconi definiti come in figura.

Sono presenti 3 tipologie di pilastri (40x40, 30x50, 50x30) aventi sezione costante per tutto il loro sviluppo in altezza. Le travi sono costituite da 14 tipologie sezionali, 4 riguardanti la fondazione (60x30, 100x30, 120x30, sezione a "T rovescio" 100x30+25x70), 9 presenti nella parte in elevazione (25x40, 25x50, 25x60, 25x60 fittizia, trave ad "L" 25x60+17.5x25, trave ad "L" fittizia 25x60+17.5x25, 30x50, 50x25, trave fittizia che schematizza la rigidità derivante dai solai 50x25, 60x25) e un cordolo situato in corrispondenza della sommità del muro di cantina (30x25).

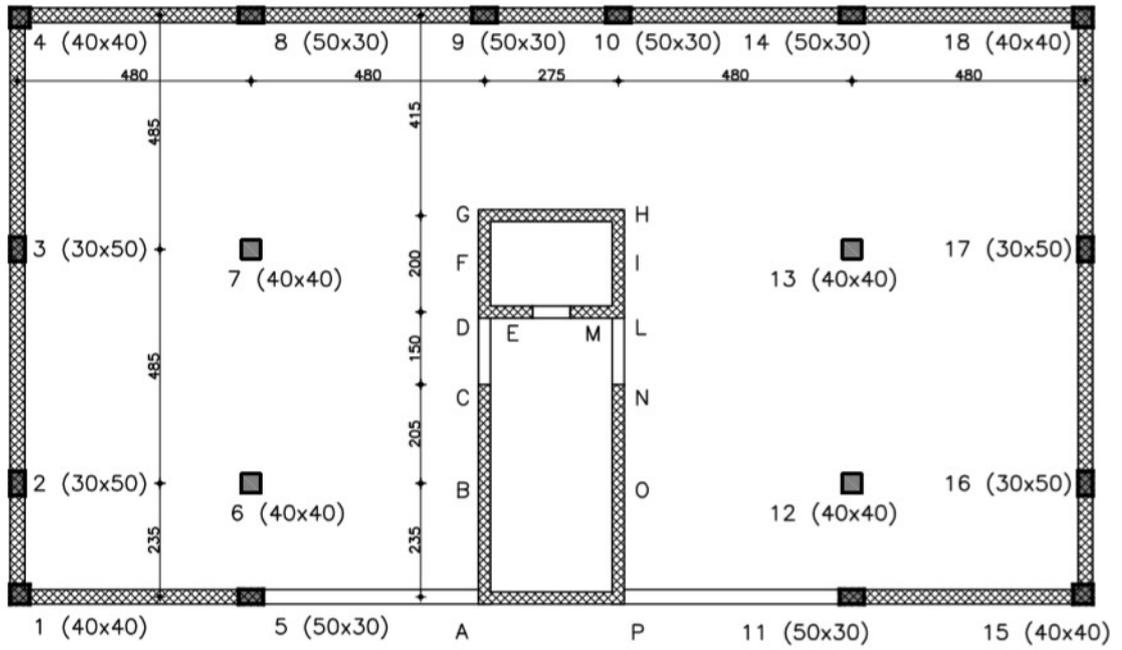
Nota: le travi fittizie sono costituite da un materiale fittizio avente peso nullo; l'argomento sarà trattato nel dettaglio più avanti.

All'interno del telaio sono alloggiati i vani scale e ascensore costituiti da pareti in c.a. aventi spessore pari a 25 cm.

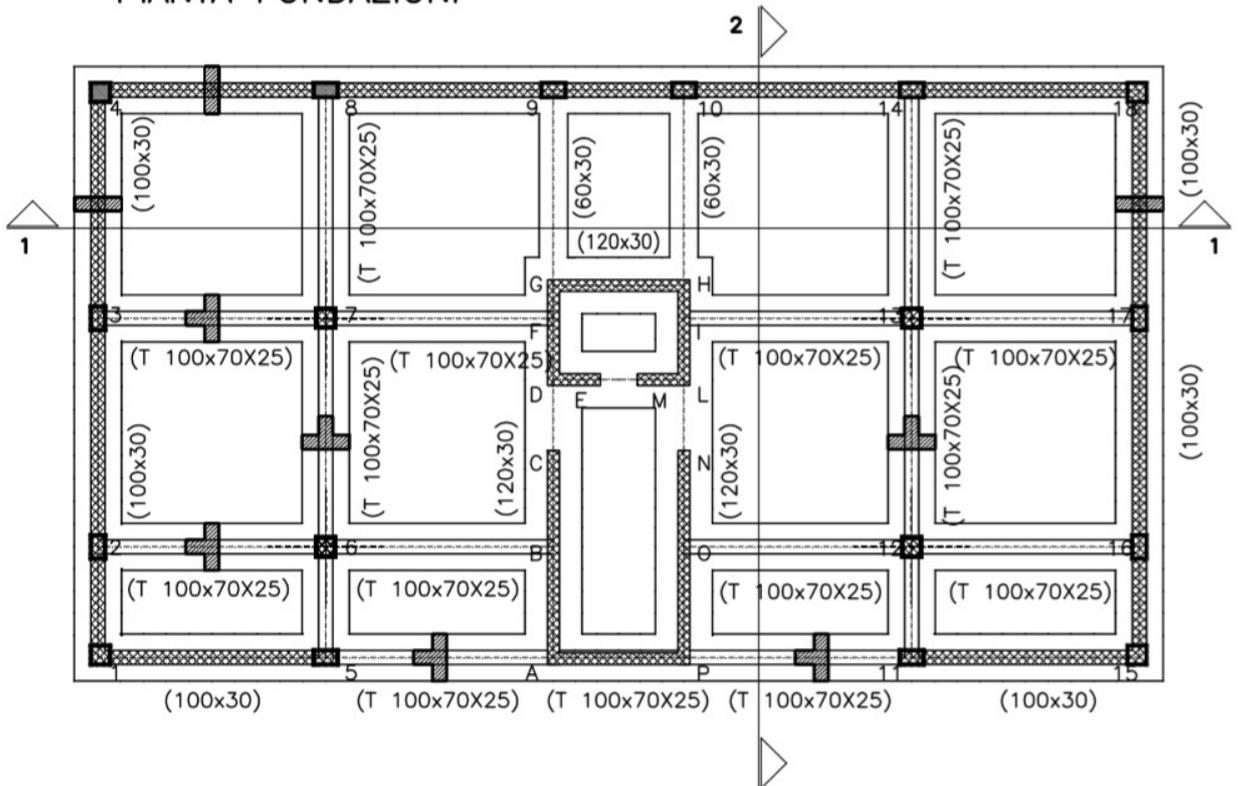
Il piano interrato è parzialmente delimitato da muri in c.a. aventi spessore pari a 30 cm.

Il primo grafico riporta i fili fissi dei pilastri; è buona regola fare in modo, ove possibile, che gli assi congiungenti due nodi coincidano con l'asse longitudinale delle travi. Questa "regola" ci consentirà di ridurre il numero di "offset rigidi" da assegnare ai singoli "beam". Seguono la pianta del piano di fondazione, dell'interrato, quella del piano tipo ed infine le due sezioni.

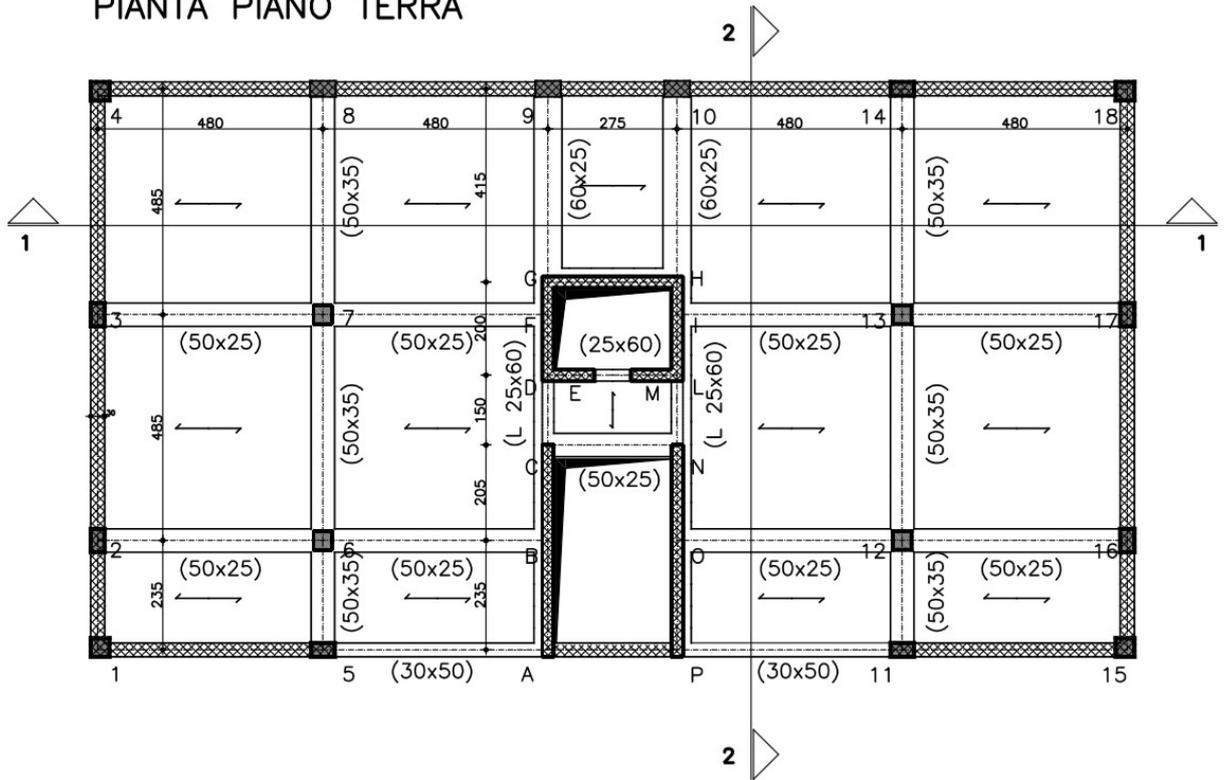
PIANTA FILI FISSI



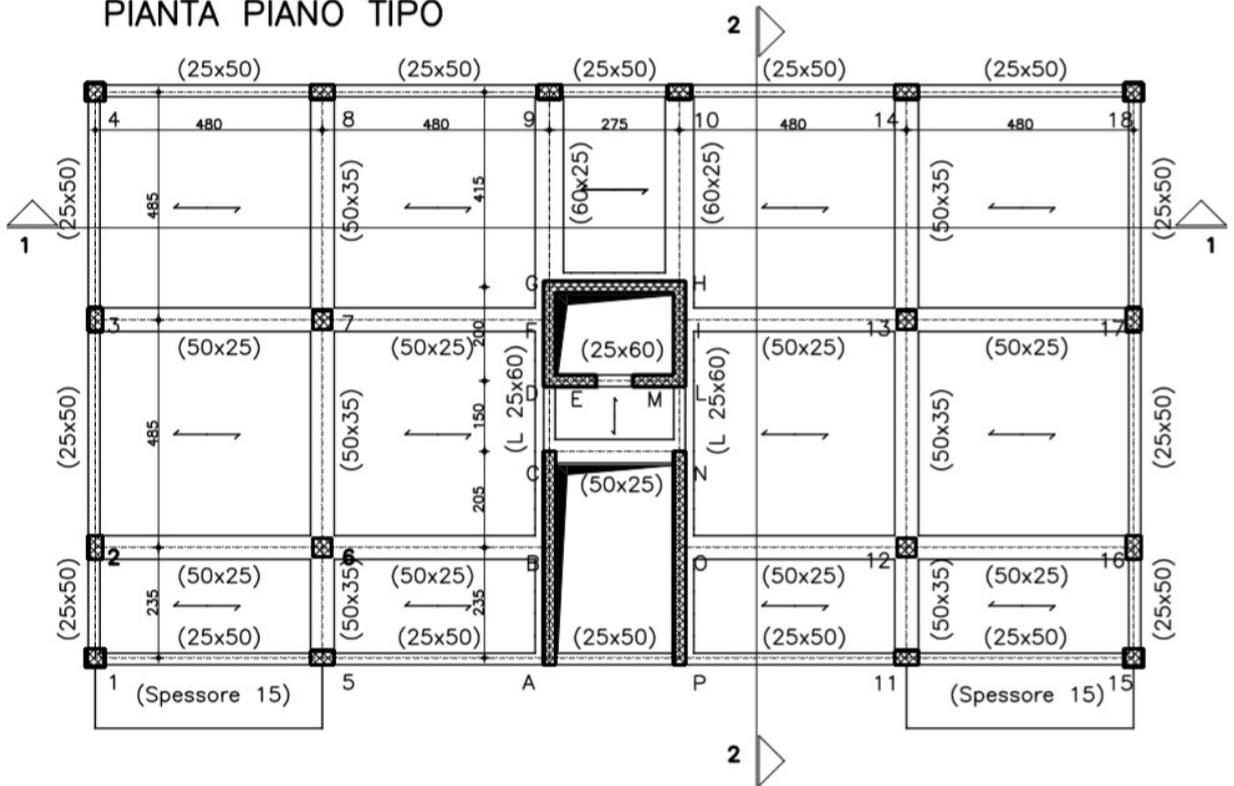
PIANTA FONDAZIONI



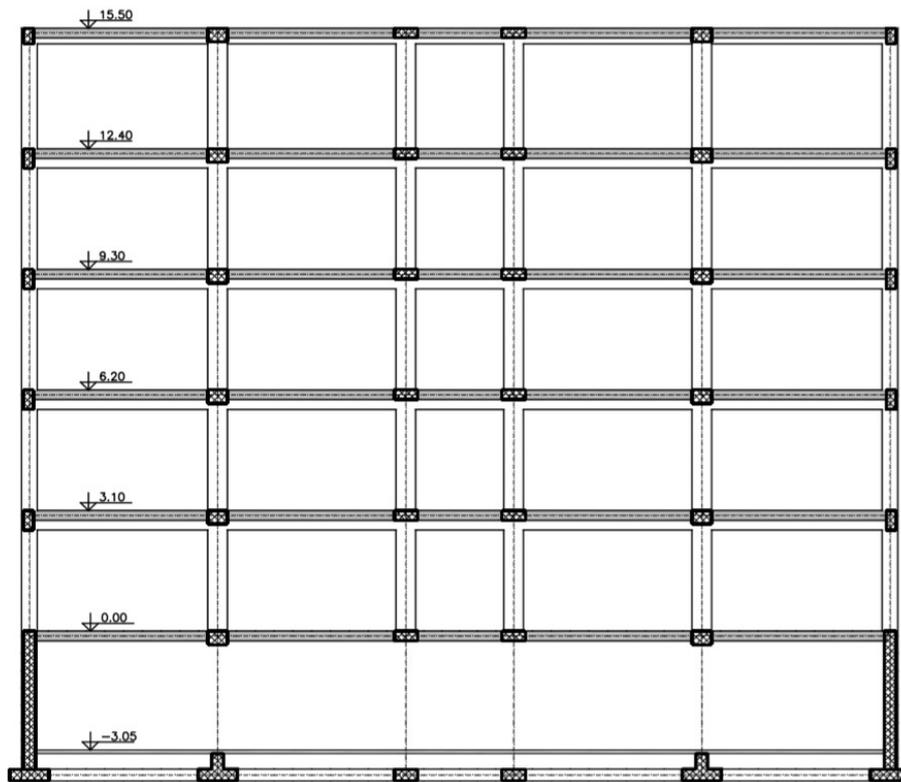
PIANTA PIANO TERRA



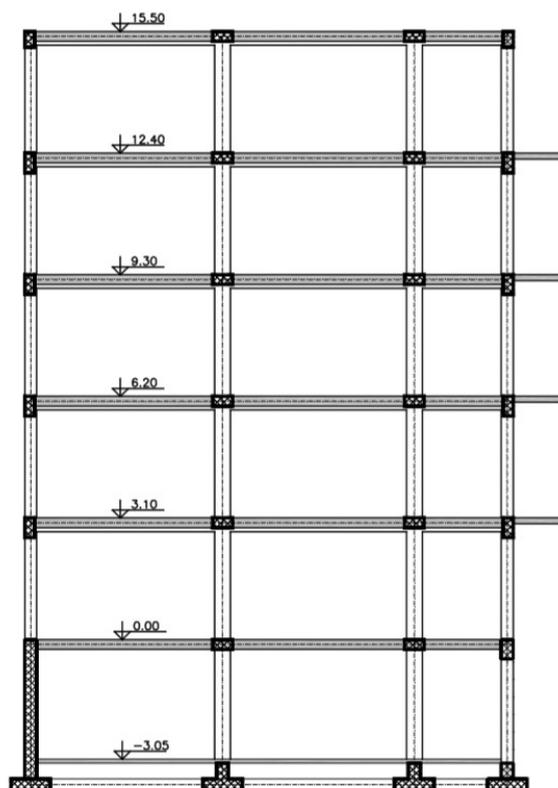
PIANTA PIANO TIPO



SEZIONE 1



SEZIONE 2



3. Impostazioni generali

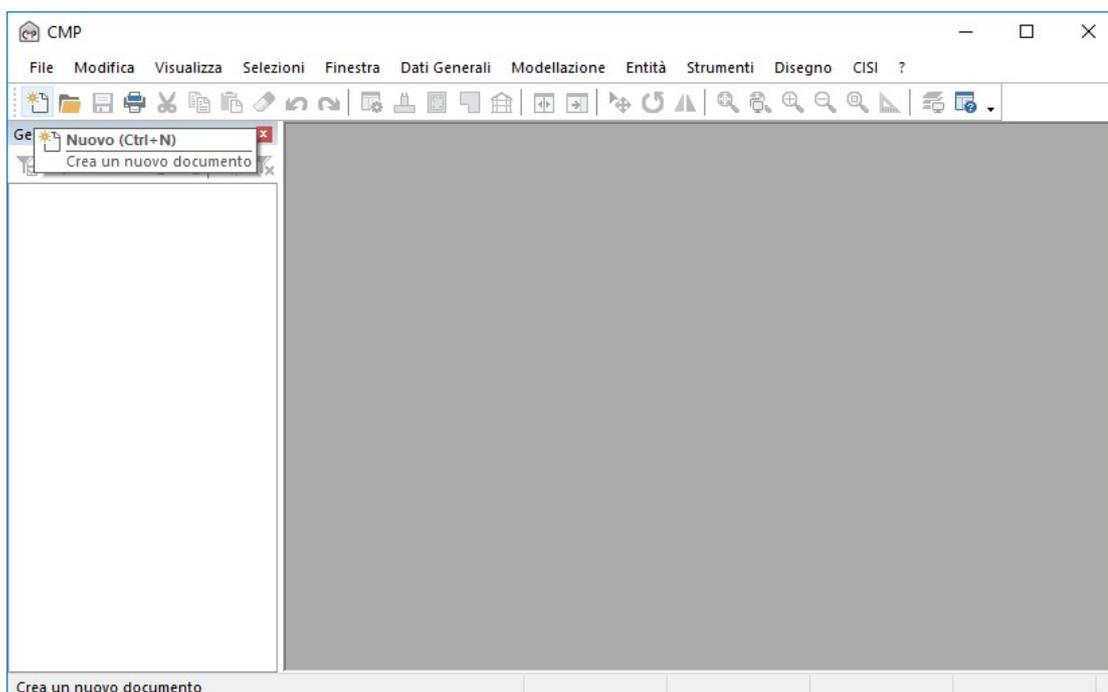
3.1. Apri e salva modello

Prima di iniziare a lavorare creiamo la cartella di destinazione del nostro lavoro; essa può essere creata in una qualunque posizione ed andrà a contenere non solo il file principale di estensione **“.CMP”** ma anche tutti i files che il programma genererà nel corso del nostro lavoro.

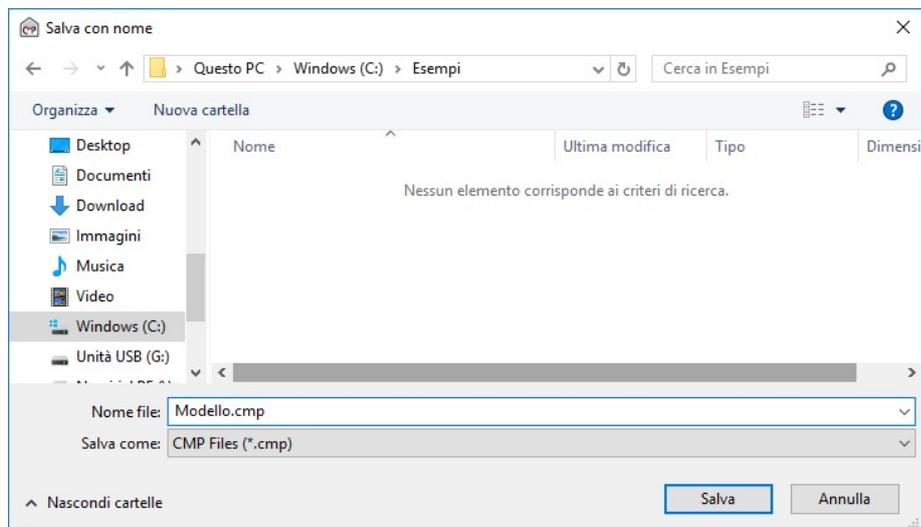
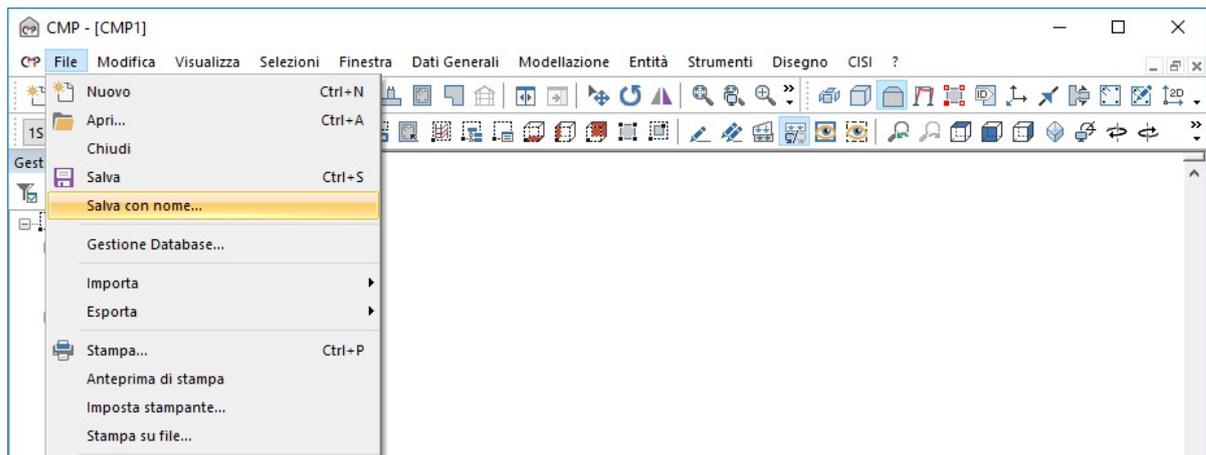
Nel nostro caso andiamo a creare in **“C”** una cartella col nome **“Esempio”**.

Avviamo il programma cliccando sull'icona **“CMP 30”** comparsa sul desktop in seguito all'installazione.

Per aprire un nuovo modello scegliamo **“Nuovo”** dal menu **“File”** oppure clicchiamo sul tasto **“Nuovo”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.



Sempre dal menu **“File”** scegliamo **“Salva con nome”** per assegnare al modello un nome ed una collocazione nel nostro computer; chiamiamo il file **“Modello”** e salviamolo nella cartella **“Esempio”**.



3.2. Nozioni di base

In CMP si lavora utilizzando 4 finestre (o viste):

- *la finestra modello, in cui si realizza fisicamente il modello ad elementi finiti e che è quella corrente al momento dell'apertura di ogni file;*
- *la finestra sezioni, in cui è possibile definire le sezioni da associare agli elementi travi e pilastri;*
- *la finestra piastre, attraverso cui si può gestire la modellazione delle solette in c.a.;*
- *la finestra plinti, dedicata alla progettazione delle fondazioni dirette.*

All'apertura di un nuovo file, nella parte superiore della finestra modello

vengono visualizzati dei menù di comandi, la cui funzione è descritta in seguito:

- menù “File”: contiene i comandi dedicati all’apertura, memorizzazione, importazione documenti;
- menù “Modifica” : qui si trovano i comandi che consentono di modificare e cancellare di parti del modello;
- menù “Visualizza”: raggruppa i comandi che consentono la gestione delle modalità di visualizzazione;
- menù “Selezioni”: contiene le funzioni dedicate alla gestione delle modalità e dei gruppi di selezione;
- menù “Finestra”: tramite i comandi che si trovano qui è possibile spostarsi da una finestra all’altra oppure scegliere come disporre a video le finestre correnti;
- menù “Dati Generali”: da qui si possono impostare i dati generali validi per tutto il documento CMP;
- menù “Modellazione”: raggruppa i comandi per la creazione di entità e modifica della geometria del modello;
- menù “Entità”: qui si trovano gli strumenti per assegnare i dati agli elementi finiti;
- menù “Strumenti”: contiene i comandi che consentono di lanciare il calcolo e gestire la fase di elaborazione del progetto;
- menù “Disegno”: da qui è possibile creare i files di disegno esecutivo in formato DXF;
- menù “?”: contiene le funzioni di help e le informazioni sul codice di calcolo.

L’assegnazione delle proprietà (geometriche, meccaniche, di carico, ecc)

avviene in due modalità. Una volta aperta la finestra di dialogo corrispondente ad una proprietà, possiamo selezionare il tasto “assegna” presente in ogni finestra di dialogo e quindi:

- cliccare su ogni singolo elemento con il tasto sinistro del mouse;
- attivare l’opzione “applica a\selezione corrente”, che consente di assegnare il dato a tutte le entità selezionate.

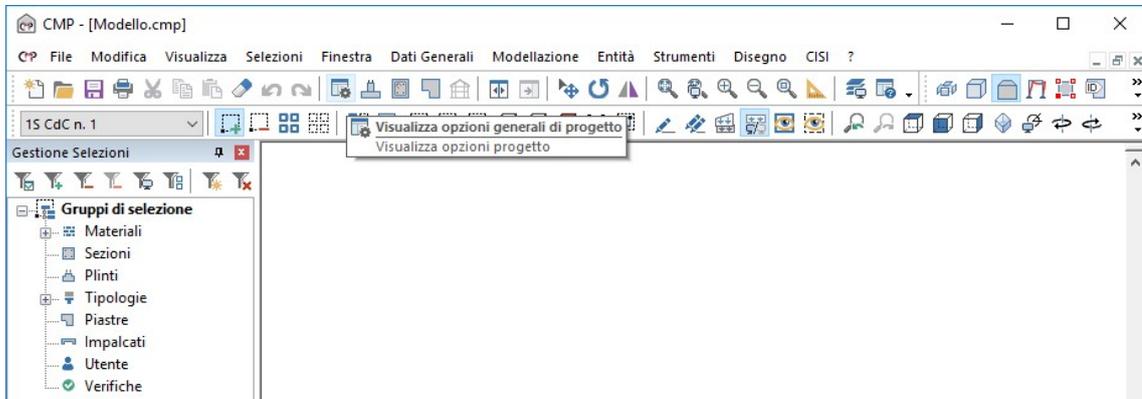
La selezione/deselezione delle entità è pertanto un’operazione di primaria importanza, sia nella fase di modellazione che nella fase di progettazione. Il fatto che un elemento sia selezionato o meno è evidenziato a video dal cambio di colore. Nelle impostazioni standard, il colore degli elementi selezionati è il rosso. Esistono svariati modi per selezionare gli elementi; i principali, che è indispensabile conoscere per iniziare ad usare il programma sono i comandi “seleziona”  e “deseleziona” , utilizzabili in due modalità:

- modalità singola, attivabile semplicemente cliccando con il tasto sinistro del mouse sull’elemento finito in oggetto;
- modalità a finestra, che consente di agire su tutte le entità interamente contenute in rettangolo tracciato sullo schermo dal mouse. Per attivarlo, clicchiamo con il tasto sinistro in un punto in alto a sinistra e spostiamoci, sempre tenendo premuto, sul punto opposto in basso a destra.

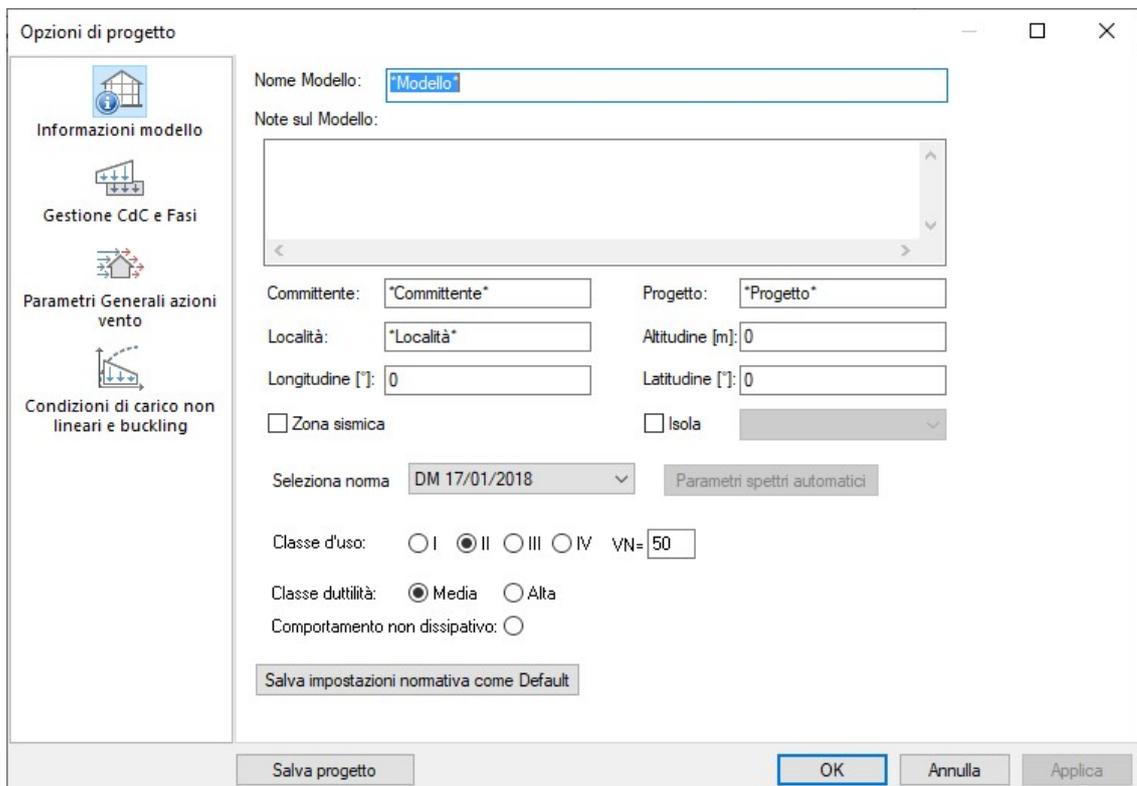
Data l’importanza della selezione/deselezione degli elementi in CMP, l’intera parte a sinistra della schermata ne è dedicata alla gestione: la struttura ad albero contiene gruppi di elementi creati in automatico dal programma (in base materiali, sezioni, tipologie, ecc) o dall’utente che possono essere richiamati, selezionati o deselezionati.

3.3. Informazioni progetto e normativa di riferimento

Iniziamo ora la fase di modellazione. Attivando il comando “Opzioni generali progetto” è possibile impostare alcuni dati di base del modello.



*Si apre un dialogo che contiene diverse finestre, elencate nella parte a sinistra; la prima che si presenta è “**Informazioni modello**”.*



*Nel campo “**Modello**” possiamo digitare il nome del nostro modello, così come nei tre campi sottostanti si potrebbero inserire le informazioni relative al*

“Committente”, alla “Località” ed al “Progetto”. Tutte le informazioni di cui sopra andranno a completare le intestazioni della relazione di calcolo.

In particolare, è possibile annotare nel box “Note sul Modello” tutto ciò che riguarda il modello. Si può pensare di usare questa opzione per allegare al file da mandare in assistenza un messaggio contenente i problemi riscontrati.

Proseguiamo inserendo le coordinate di Longitudine e Latitudine “Lon=” 10.56° e “Lat=” 44.36° e l’altitudine del sito di costruzione; quindi premiamo l’opzione “Zona Sismica”.

Nel campo “Seleziona norma” selezioniamo l’opzione “DM 17/1/2018”, scegliamo la classe d’uso 2, con vita nominale VN 50 anni, una classe di duttilità **Bassa**.

In questo modo abbiamo scelto di condurre il nostro calcolo sulla base del Testo Unitario “Norme tecniche per le costruzioni”; che la nostra costruzione avrà una vita utile di 50 anni; che il calcolo deve essere condotto in zona sismica.

Opzioni di progetto

Nome Modello: "Modello"

Note sul Modello:

Committente: "Committente" Progetto: "Progetto"

Località: "Località" Altitudine [m]: 0

Longitudine [°]: 10.56 Latitudine [°]: 44.36

Zona sismica Isola

Seleziona norma: DM 17/01/2018 Parametri spettri automatici

Classe d'uso: I II III IV VN= 50

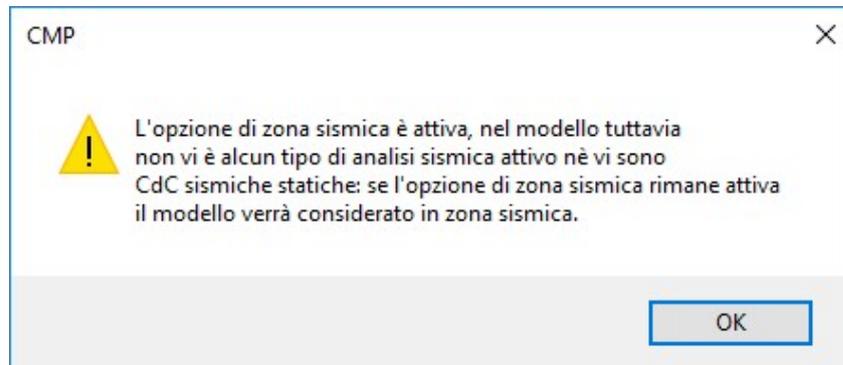
Classe duttilità: Media Alta

Comportamento non dissipativo:

Salva impostazioni normativa come Default

Salva progetto OK Annulla Applica

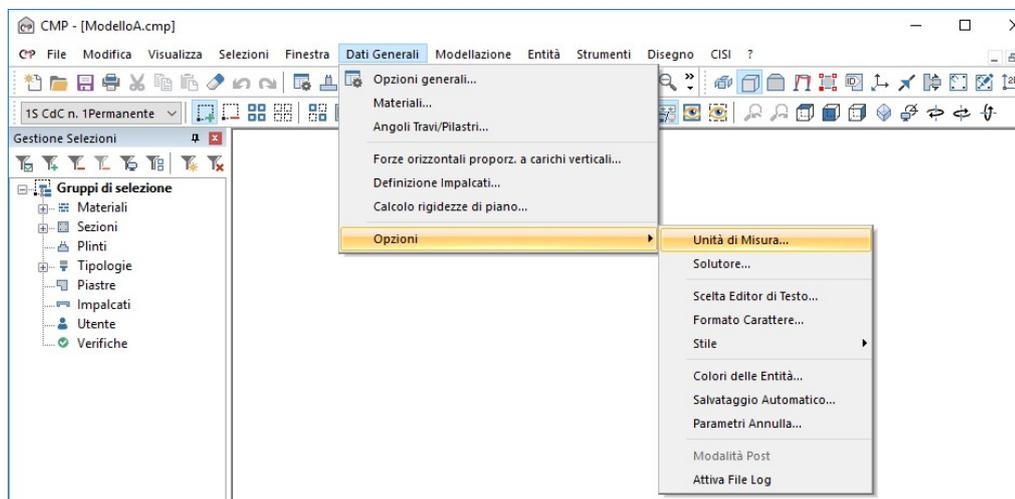
Una volta terminate le nostre scelte clicchiamo sul tasto “**Applica**” e sul tasto “**OK**” nella finestre di dialogo successive.



Clicchiamo sul tasto “**OK**” ed andiamo a vedere come è possibile impostare le unità di misura.

3.4. Unità di misura

Impostiamo le unità di misura che vorremo utilizzare scegliendo dal menù “Dati generali>Opzioni” il comando “Unità di misura...”.



Scegliamo in tutte le caselle a sinistra i “**daN**”, tranne per la “Tensione” dove impostiamo, Forza in “**N**” e “Lunghezze” in “**mm**”, oppure le unità di misura che intendiamo utilizzare, e clicchiamo sul tasto “**OK**” per confermare la nostra scelta. Le impostazioni di questa finestra possono essere salvate una

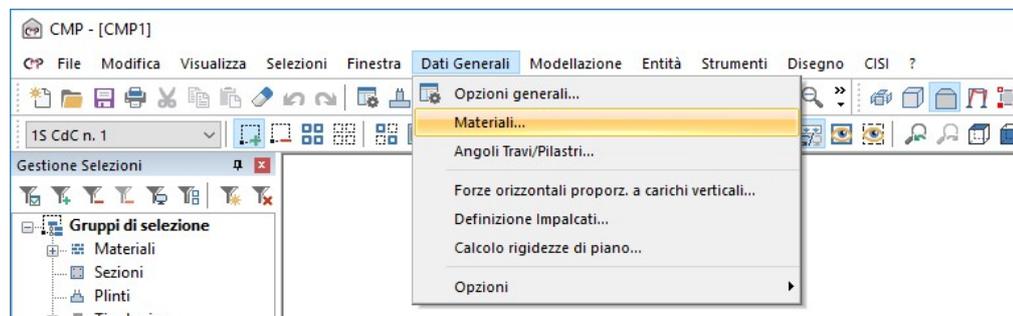
volta per tutte cliccando sul tasto **“Salva come Predefiniti”** e durante il lavoro possono essere cambiate a piacimento in qualunque momento.



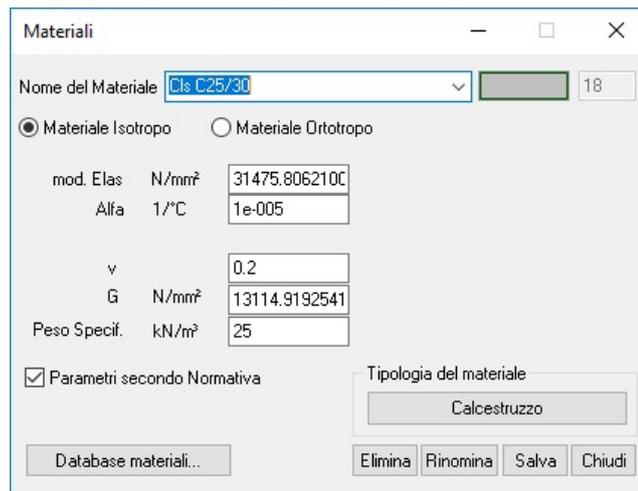
Clicchiamo sul tasto **“OK”** ed andiamo a vedere come è possibile leggere i legami costitutivi dei materiali in uso e come si possono modificare e/o creare.

3.5. Materiali

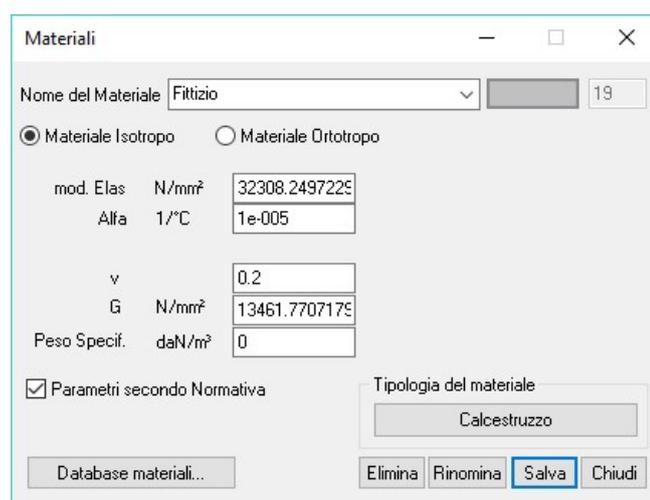
Sempre dal menù **“Dati Generali”** clicchiamo sul comando **“Materiali...”**



Nella finestra di dialogo **“Materiali”** è possibile visionare i materiali già in archivio e crearne dei nuovi attraverso l'imputazione dei dati descritti nella finestra. Inizialmente, scegliamo un materiale presente nel database del programma: nel menù a tendina scegliamo pertanto il materiale **“Cls 25/30”**.



Clicchiamo il pulsante Calcestruzzo: vi troveremo indicazioni relative alla resistenza del materiale e al legame costitutivo utilizzato per rappresentarlo. Successivamente clicchiamo il pulsante “Ok” e quindi “Salva”. Proviamo ora a creare un nuovo tipo di materiale. Scriviamo all’interno della casella “Nome del Materiale” la dicitura “Fittizio”; questo materiale sarà utile per schematizzare particolari situazioni geometriche (questo argomento verrà trattato dettagliatamente nella parte relativa alla definizione delle sezioni e alla configurazione degli elementi). Lasciamo inalterati tutti i dati, ad eccezione del peso specifico, cui assegniamo un valore pari a 0 daN/m^3 , in modo da non interferire con il peso proprio strutturale.



Clicchiamo sul tasto “Salva” e quindi sul tasto “Chiudi” per uscire dalla finestra di dialogo.

4. Modellazione

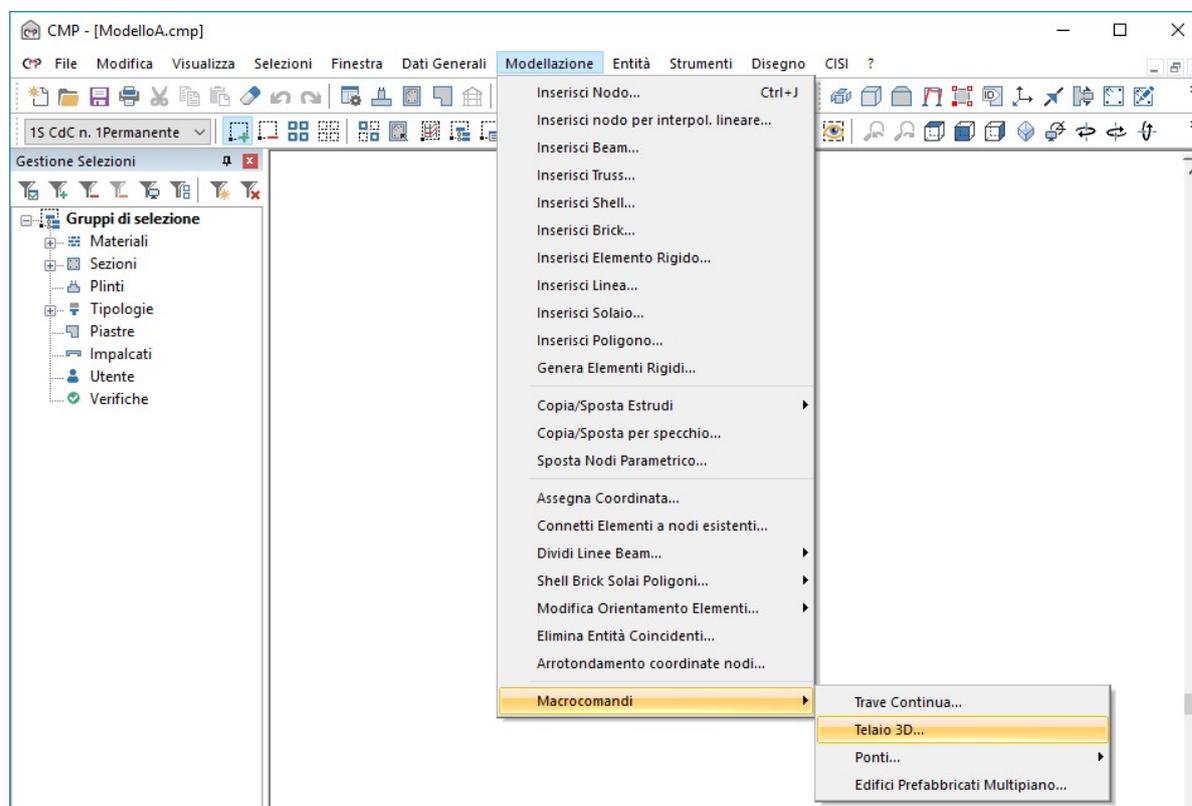
4.1. Inserimento telaio 3D

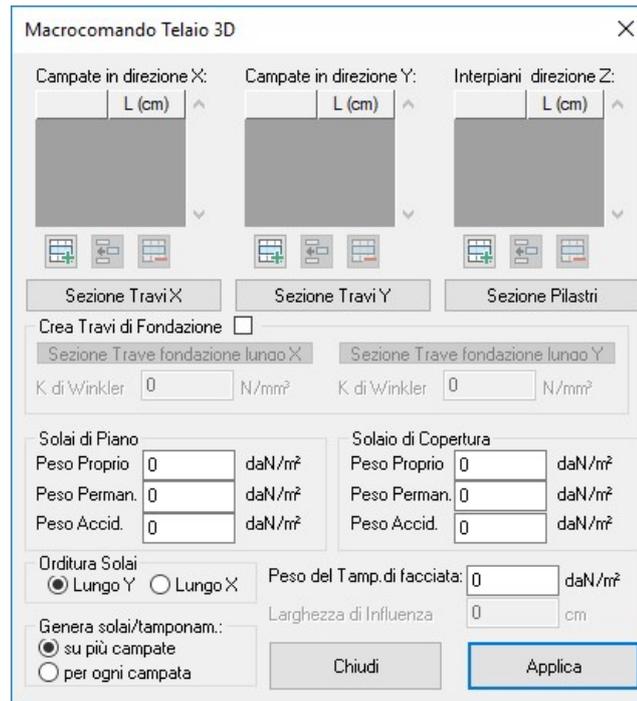
La modellazione geometrica di una qualunque struttura e quindi anche della nostra può procedere secondo diversi percorsi. L'inserimento può essere eseguito introducendo singolarmente tutti i nodi, i beam e i solai, ricalcando completamente la geometria della struttura. Nel nostro caso è consigliabile l'utilizzo del metodo descritto in seguito, essendo il più rapido e il più efficace al fine dell'apprendimento delle potenzialità operative di CMP.

4.1.1. Utilizzo del macrocomando "Telaio 3D"

Essendo la struttura regolare in altezza e in pianta, procediamo utilizzando il macrocomando "**Telaio 3D**".

Dal menu "Modellazione" scegliamo "**Macrocomandi**" e successivamente "**Telaio 3D**".





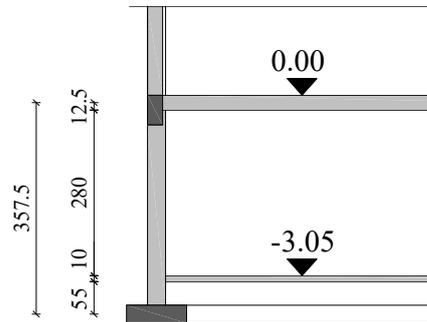
Nella colonna “Campate in direzione X” clicchiamo 5 volte il pulsante “Aggiungi elemento alla griglia” e andiamo a digitare i seguenti valori partendo dalla prima riga: 480, 480, 275, 480 e 480.

Allo stesso modo procediamo con l’inserimento delle campate in direzione y inserendo i seguenti valori: 235, 485 e 485.

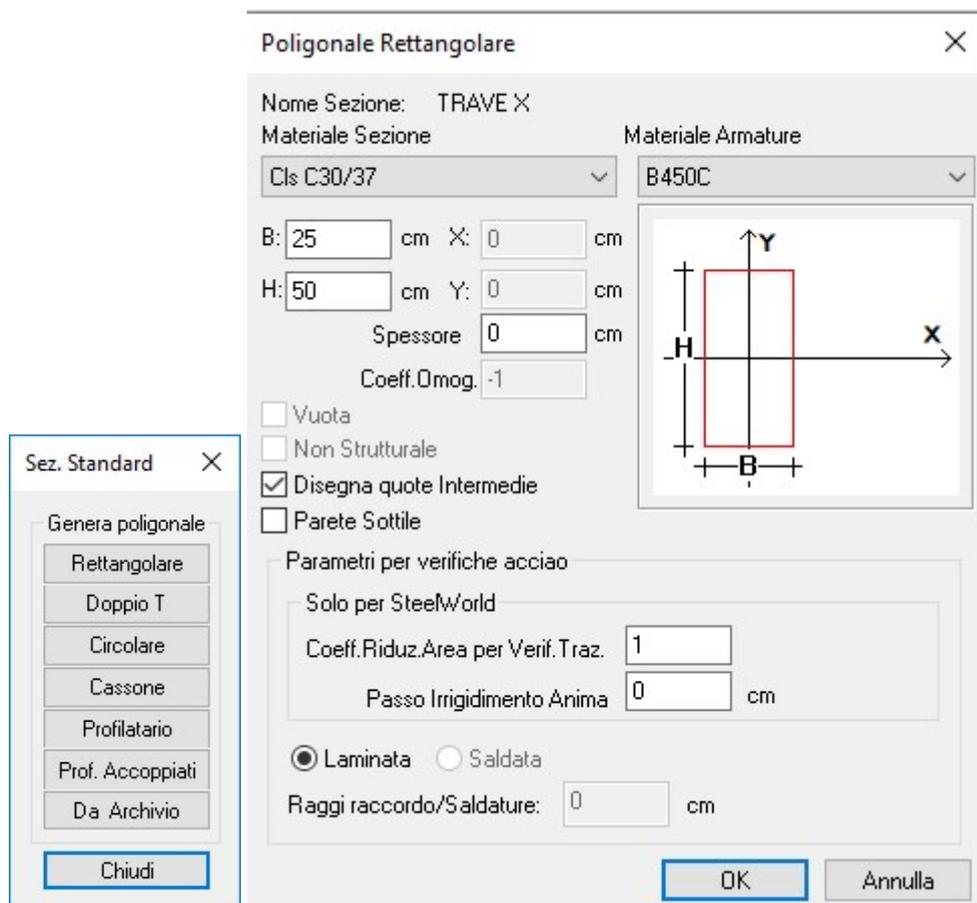
Nella colonna “Interpiani direzione Z” andiamo ad inserire 6 righe con i seguenti valori: 357.5, 310, 310, 310, 310 e 310.

Nota: il valore 357.5 nasce dall’aver considerato un altezza utile di 2.8 m a cui sono stati sommati 12.5 cm derivanti dal solaio di piano terra (posto in posizione baricentrica rispetto all’asse di definizione), 10 cm di pavimentazione del piano interrato e 55cm derivanti dal posizionamento della fondazione.

SEZIONE 2-2



Selezioniamo il pulsante **“Sezione travi X”**. Si aprirà la finestra **“Sez. Standard”**; andiamo a cliccare su **“ Rettangolare ”**.



Nella nuova finestra, **“Poligonale Rettangolare”**, bisogna scegliere il materiale **“Cls 30/37”** nel menù a tendina riferito a **“Materiale Sezione”**.
Attribuire alla sezione una base **“B:”** pari a **25 cm** e un’altezza **“H:”** pari a **50**

cm. Cliccare “**OK**” per chiudere la finestra.

Ripetere l’operazione per l’inserimento della sezione della trave Y utilizzando una base pari a **60** cm e un’altezza di **25** cm.

Seguire il medesimo procedimento per quanto riguarda l’inserimento della sezione relativa ai pilastri; i valori da inserire saranno: **40x40** cm.

Arrivati a questo punto, andiamo a spuntare l’opzione “**Crea Travi di Fondazione**”.

Procediamo cliccando sul pulsante “**Sezione Trave fondazione lungo X**” e scegliamo “**Rettangolare**”. Inseriamo i valori “**60**” cm per la base “**B**” e “**30**” cm per l’altezza “**H**”.

In direzione Y è richiesto l’inserimento di una trave a “**T rovescio**”. Andiamo a cliccare i pulsanti “**Sezione Trave fondazione lungo y**” e “**Doppio T**”; successivamente introduciamo i seguenti valori: **L1=100**, **L2=0**, **S1=30**, **S2=0**, **S3=25** e **H=70**.

Negli spazi dedicati al “**K di Winkler**” inserire il valore “**0.002**” N/mm³.

Passando alla definizione dei solai, assegniamo ai “**Solai di Piano**” peso proprio pari a **400** daN/m², peso permanente **250** daN/m² e peso accidentale **200** daN/m². Per il “**Solaio di Copertura**” attribuiamo: peso proprio **400** daN/m², peso permanente **200** daN/m² e peso accidentale **130** daN/m².

Nella casella relativa al peso del tamponamento di facciata inseriamo il valore “**625**” daN/m².

Nel riquadro “**Orditura Solai**” spuntiamo l’opzione “**Lungo X**”.

Per la creazione del macromodello basta cliccare sul pulsante “**Applica**” rispondendo “**Sì**” alla successiva richiesta di continuazione .

Macrocomando Telaio 3D

Campate in direzione X:		Campate in direzione Y:		Interpiani direzione Z:	
	L (cm)		L (cm)		L (cm)
1°Camp	480	1°Camp	235	1°Inter	357.5
2°Camp	480	2°Camp	485	2°Inter	310
3°Ca...	275	3°Camp	485	3°Inter	310
4°Camp	480			4°Inter	310

Sezione Travi X Sezione Travi Y Sezione Pilastri

Crea Travi di Fondazione

Sezione Trave fondazione lunoo X Sezione Trave fondazione lunoo Y

K di Winkler N/mm² K di Winkler N/mm²

Solai di Piano		Solaio di Copertura	
Peso Proprio	400 daN/m ²	Peso Proprio	400 daN/m ²
Peso Perman.	250 daN/m ²	Peso Perman.	200 daN/m ²
Peso Accid.	200 daN/m ²	Peso Accid.	130 daN/m ²

Orditura Solai
 Lungo Y Lungo X

Peso del Tamp.di facciata: daN/m²

Larghezza di Influenza cm

Genera solai/tamponam.:
 su più campate
 per ogni campata

Chiudi Applica

Al termine della generazione del modello verrà aperta in automatico la finestra “Gestioni CdC e Fasi” nella quale sarà possibile visionare le diverse tipologie di carico definite e quindi associate al modello. Continuiamo cliccando il pulsante “Chiudi”.

Gestione CdC e Fasi

Condizioni di carico elementari statiche - Moltiplicatori gravitazionali

n°	Descrizione	x	y	z	Tipo	grp	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_{25}	Φ
1S	CdC n. 1Permanente	0	0	-1	Permanente		1	1	1	1	1
2S	CdC n. 2Tampon.	0	0	0	Permanente		1	1	1	1	1
3S	CdC n. 3Accid.A	0	0	0	Abitazioni Uffici	1	0.7	0.5	0.3	0.3	1
4S	CdC n. 4Accid.B	0	0	0	Abitazioni Uffici	1	0.7	0.5	0.3	0.3	1
5S	CdC n. 5Copertura	0	0	0	Tetti e coperture co...	2	0.5	0.2	0	0	1

Fase 1

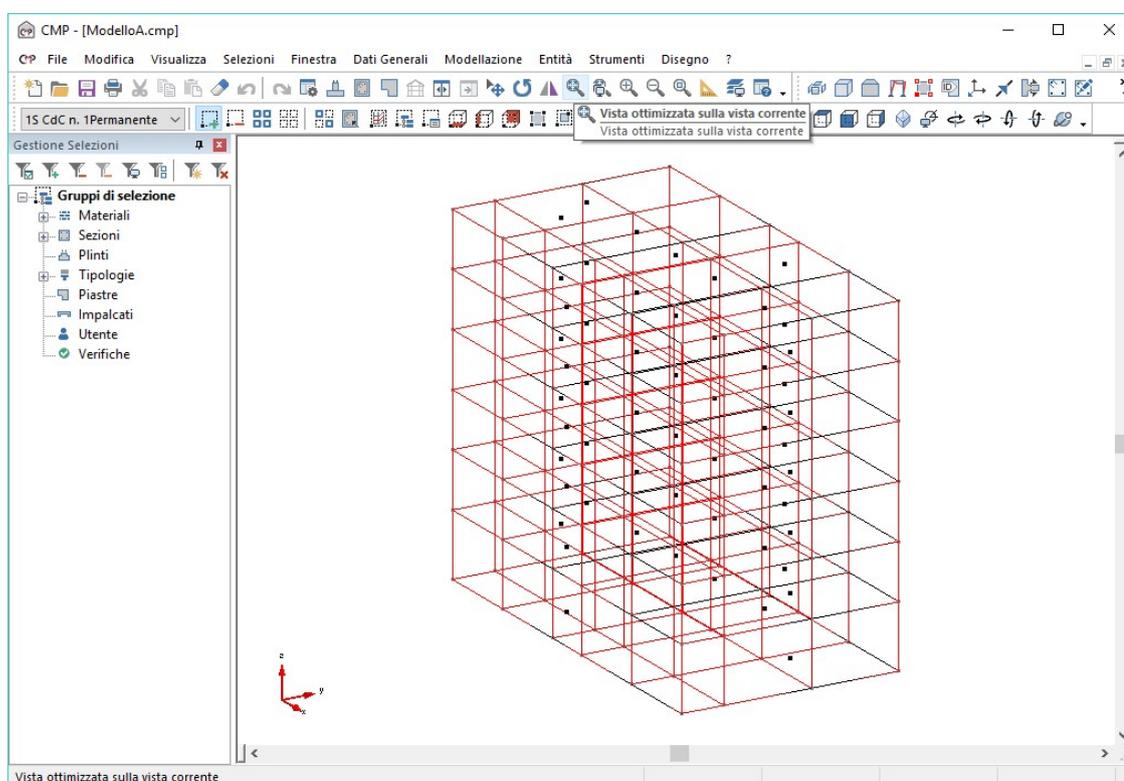
Abilita verifica per fasi

Chiudi

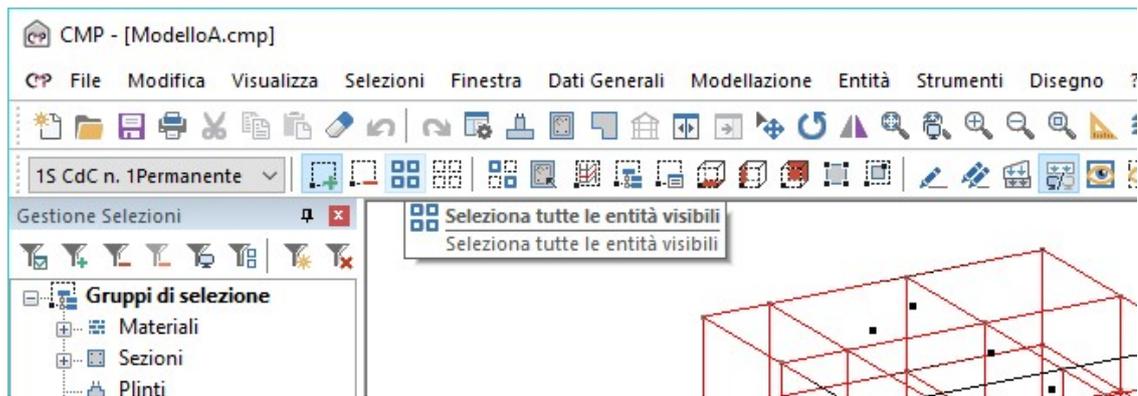
Nota 1: il macrocomando genera di default: 2 condizioni di carico permanente, 2 condizioni di carico accidentale per il piano tipo e una accidentale relativa alla copertura.

Nota 2: il numero “-1” nella casella “Z” indica il calcolo in automatico del peso proprio degli elementi strutturali, ovvero elementi beam, shell e brick.

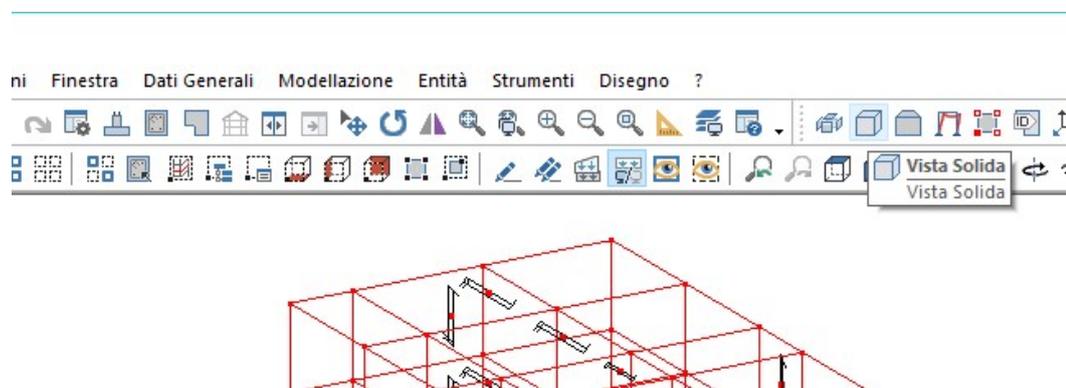
Clicchiamo sul tasto “Vista ottimizzata sulla vista corrente” della BARRA DEGLI STRUMENTI.



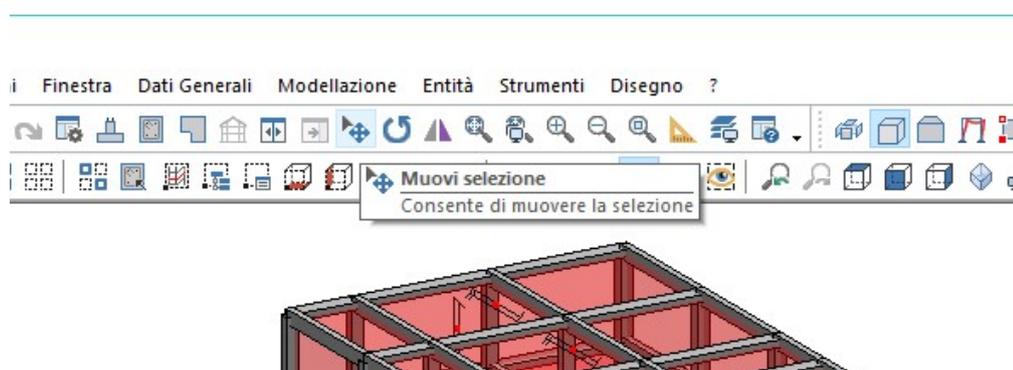
Successivamente premiamo il pulsante “Seleziona tutte le entità visibili” della BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO.



*Clicchiamo sul pulsante “**Vista Solida**” della **BARRA DEI COMANDI** in modo da eseguire un primo controllo delle sezioni assegnate ai vari elementi.*



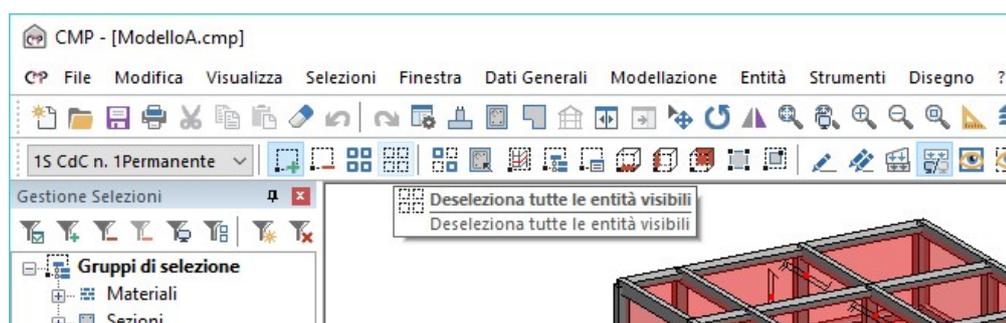
*Al fine di ottenere, dal programma, dei disegni esecutivi che abbiano le quote altimetriche corrette, è necessario far coincidere il baricentro del solaio di piano terra con il piano XY posto a quota $Z=-12.5$ cm. Per giungere a tale risultato basta eseguire la traslazione dell'intera struttura verso il basso. Mantenendo selezionato il modello in ogni sua componente cliccare il pulsante “**Muovi Selezione**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.*



Si aprirà una finestra di dialogo nella quale clicchiamo il pulsante “**Sposta**” e scriviamo nella casella “dZ” il valore “**-370**”. A questo punto cliccare il pulsante “**Applica**” in modo da eseguire l’operazione richiesta, quindi il pulsante “**Chiudi**” per tornare alla finestra del modello.

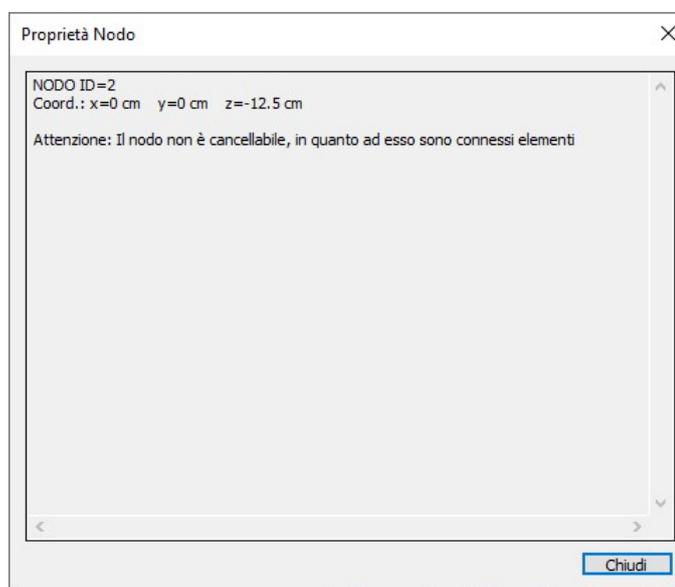
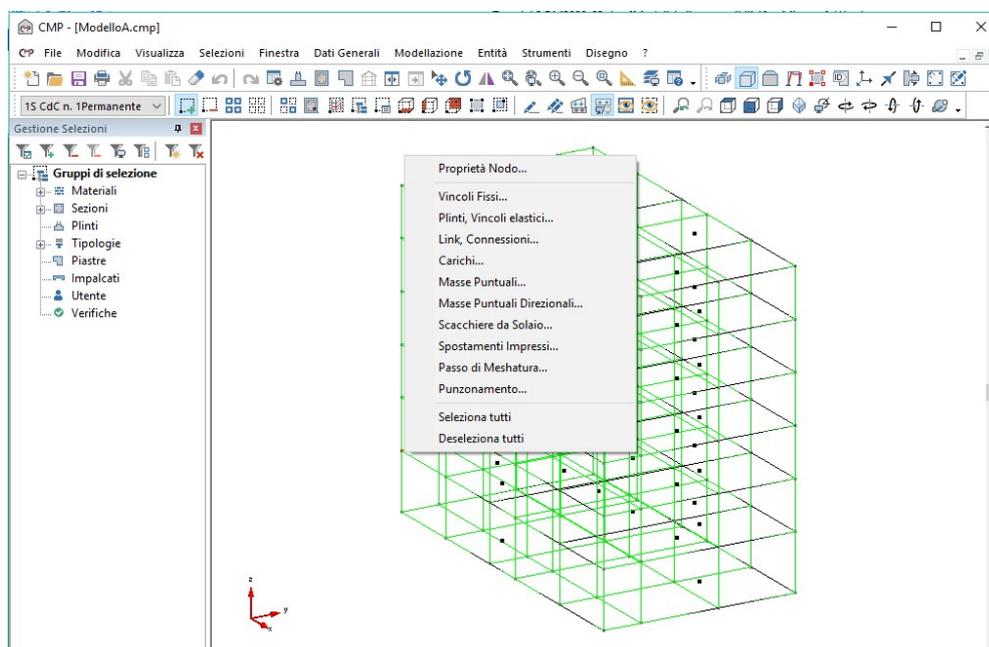


Deselezioniamo il modello cliccando il pulsante “**Deseleziona tutte le entità visibili**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**. Togliamo l’opzione “**Vista Solida**” andando a premere l’apposito pulsante.



Per eseguire un semplice controllo dell’operazione appena eseguita potrebbe essere utile posizionarsi con il cursore del mouse in corrispondenza del nodo del piano terra relativo al pilastro 1, quindi cliccando col pulsante destro

selezionare **“Proprietà Nodo”**. Verifichiamo che nella relativa finestra le coordinate del nodo siano tutte pari a -12.5.

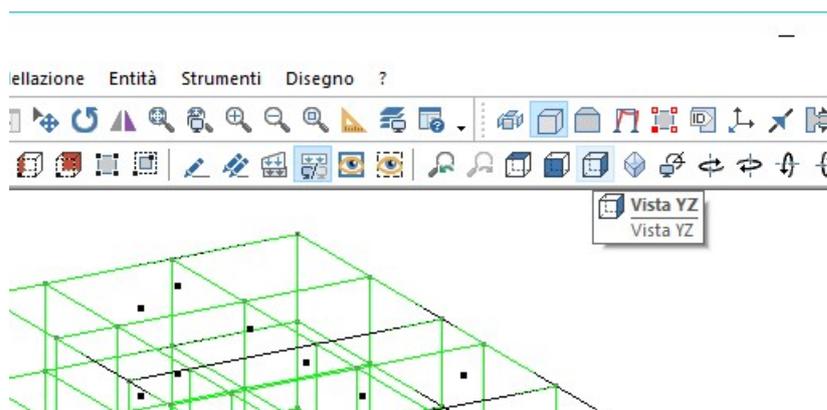


Una volta terminato il controllo, deseleggiamo tutto, disattiviamo la vista solida e salviamo il lavoro fin qui fatto cliccando sul tasto **“Salva”**. Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato **“ModelloA”** contenuto nella cartella **“Tutorial2”**.

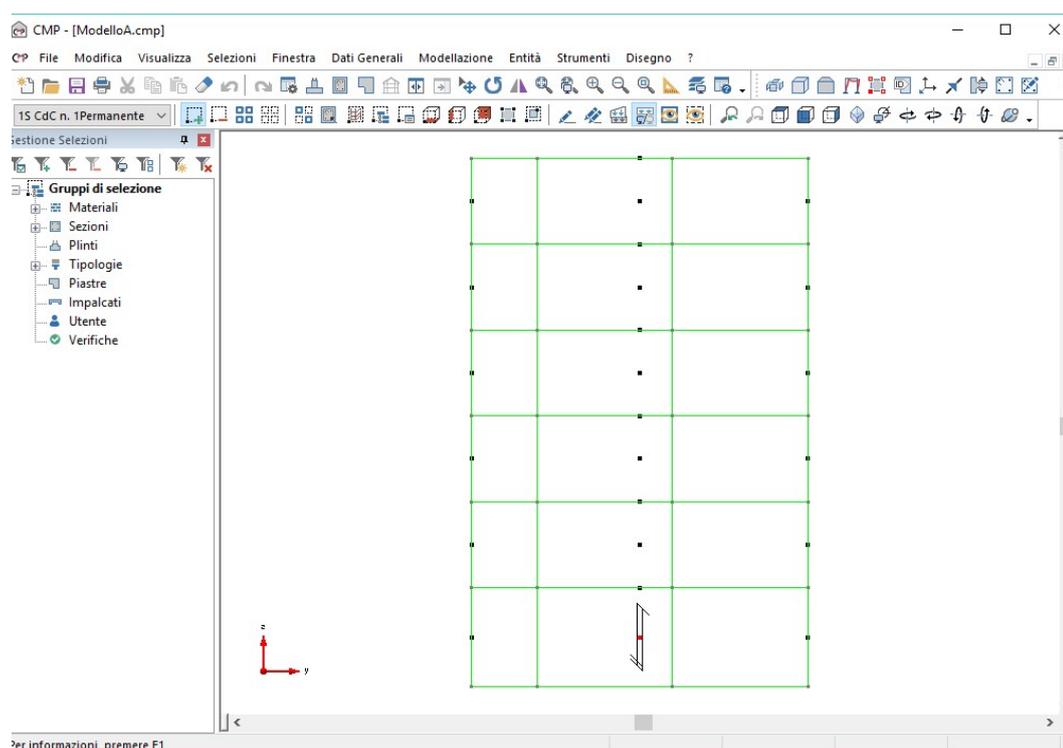
4.1.2. Eliminazione dei tamponamenti

La modellazione della struttura prosegue modificando i tamponamenti laterali del piano interrato in quanto andranno sostituiti da elementi strutturali di tipo Shell, per la modellazione dei muri di cantina.

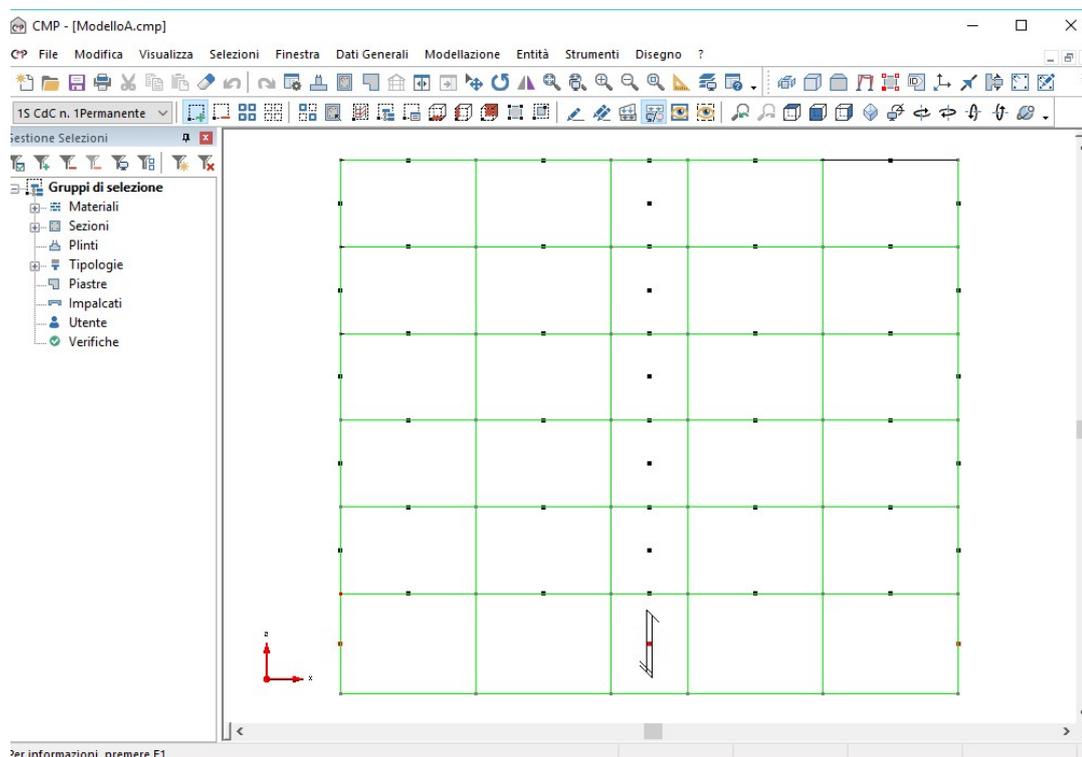
Clicchiamo sul pulsante “Vista YZ” della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.



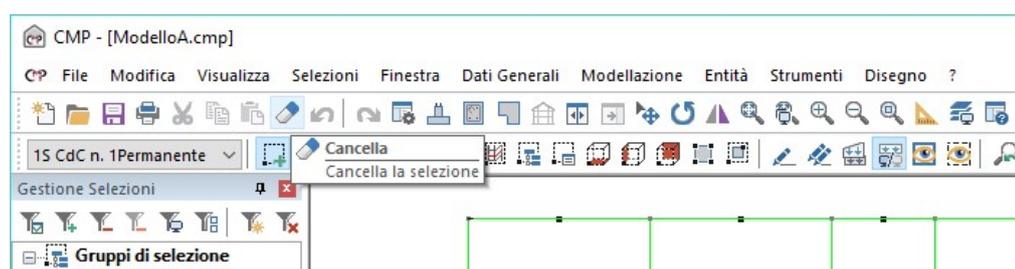
Selezioniamo i tamponamenti del piano interrato cliccando sulla loro maniglia (puntino nero posto nel baricentro dell'elemento).



A questo punto clicchiamo sul pulsante **“Vista XZ”** e selezioniamo i tamponamenti ortogonali ai precedenti.



Per cancellare la selezione clicchiamo sul tasto **“Cancella”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI** (oppure ricorriamo al tasto **canc/del** della tastiera). Confermiamo l’operazione cliccando sul tasto **“Sì”** della finestra di dialogo successiva.



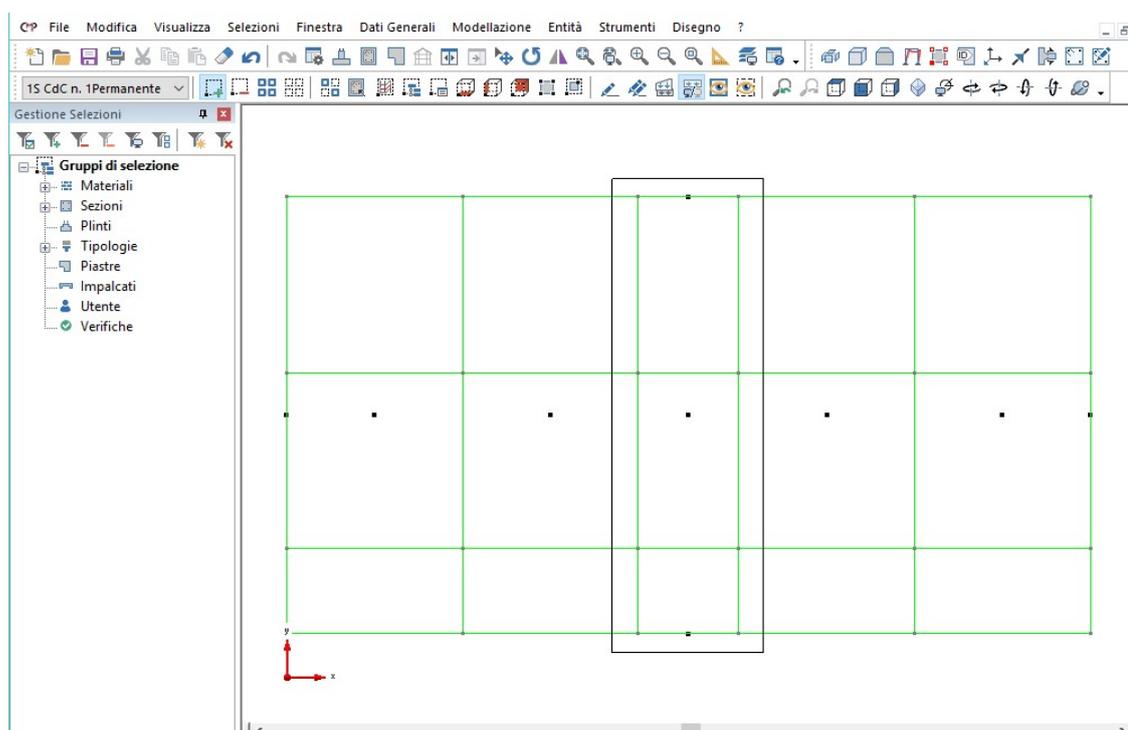
Nota: i nodi sono identificati tramite lettere e numeri come riportato nella pianta dei fili fissi. Questo ci consente di definire gli elementi da modificare o cancellare. Tale classificazione fa riferimento esclusivamente ai disegni precedentemente inseriti per illustrare il progetto; non corrisponde quindi all’assegnazione automatica generata dal programma.

4.1.3. Modellazione della campata centrale

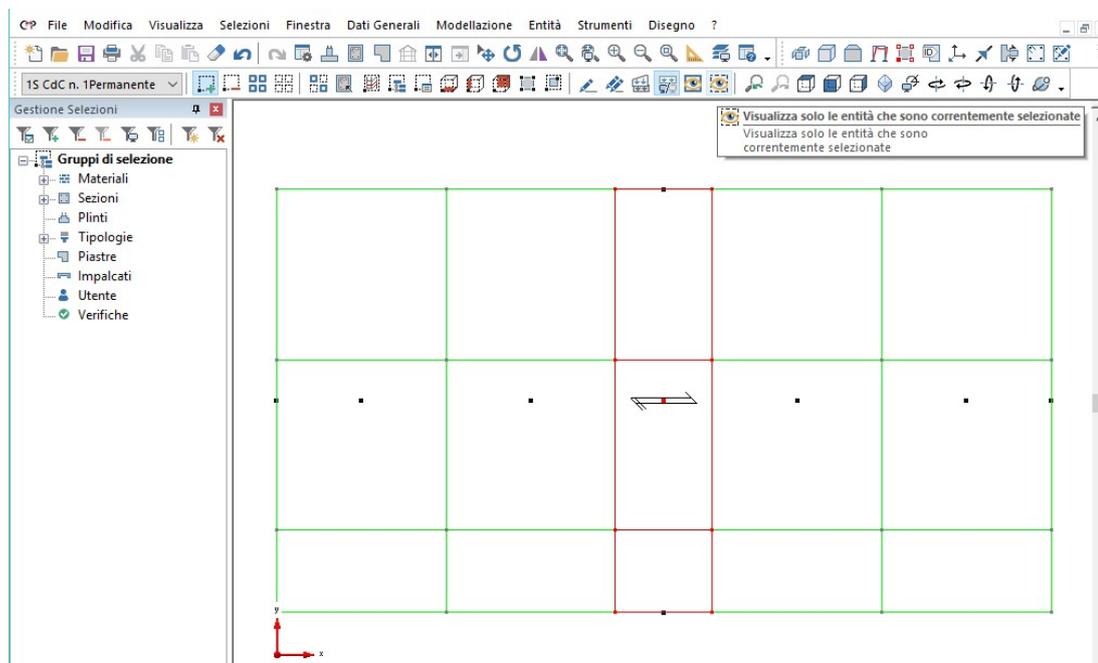
Avendo modellato l'intera struttura tramite l'inserimento di un telaio regolare i prossimi passaggi avranno lo scopo di immettere entità che consentiranno di realizzare i vani scale e ascensore. Risulta comodo utilizzare la rotellina del mouse per effettuare uno zoom sul modello, per tornare ad una vista complessiva è possibile effettuare uno zoom estensione con il tasto **“Vista ottimizzata sulla vista corrente”**. Premiamo il pulsante **“Vista XY”**, verifichiamo che sia attivo il comando **“Seleziona a Finestra”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.



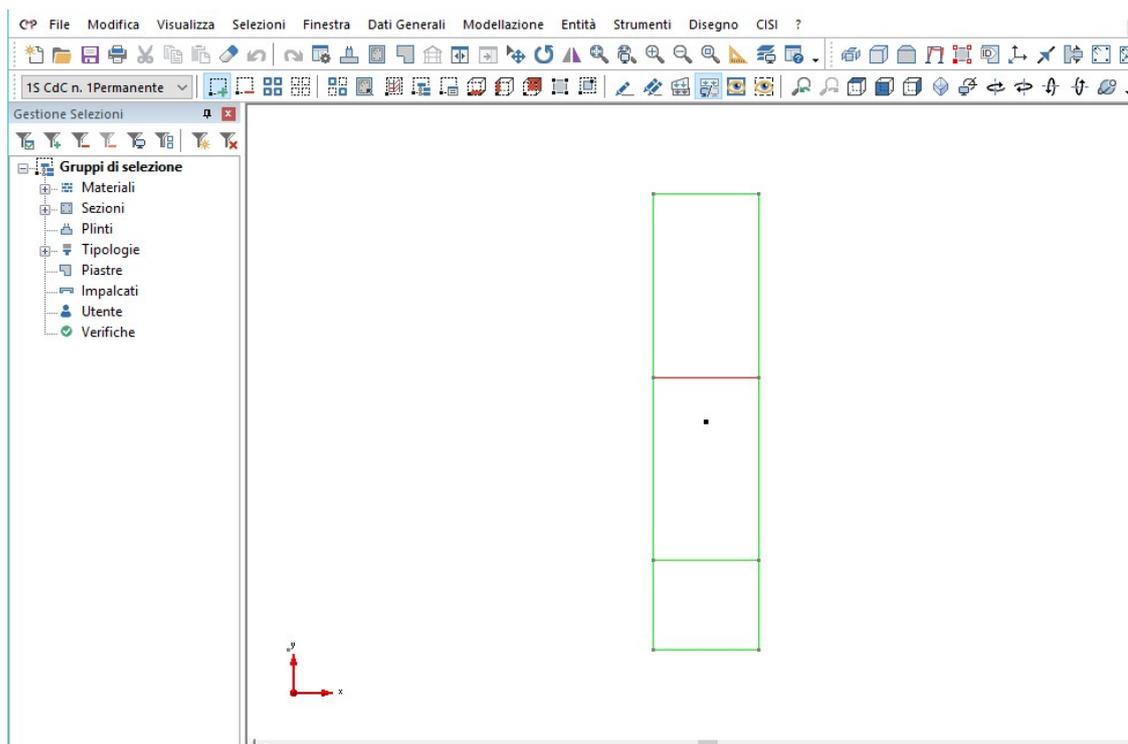
Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse creiamo una finestra, dall'angolo in alto a sinistra a quello in basso a destra, che seleziona la parte centrale del modello come in figura.



*Per nascondere gli elementi non selezionati, in modo da lavorare solo con le entità strettamente necessarie, clicchiamo sul pulsante “Visualizza solo le entità che sono correntemente selezionate” della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.*

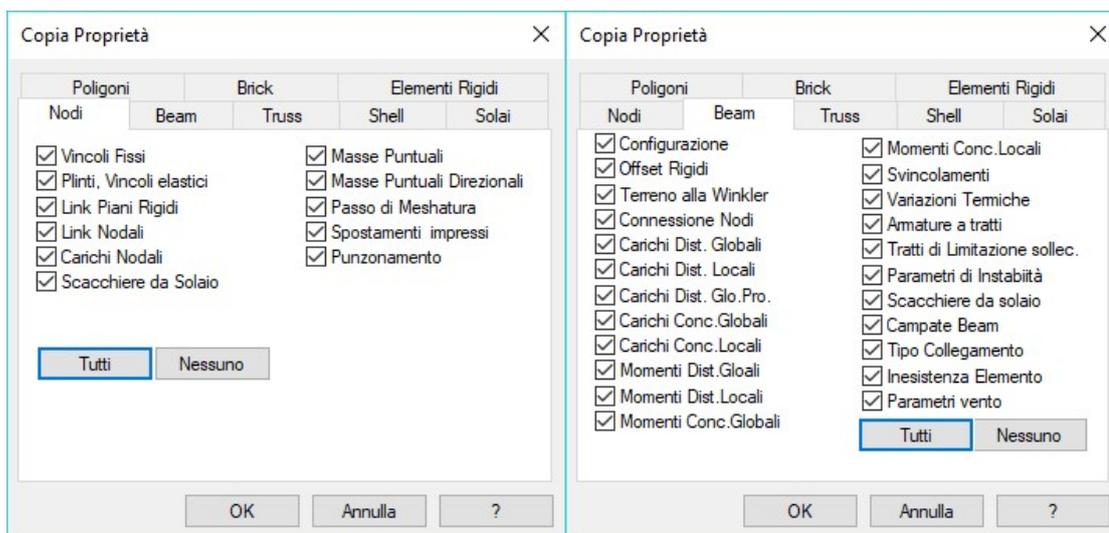


Deselezioniamo il modello e selezioniamo solo l'elemento beam (F-I) intermedio, come indicato in figura.

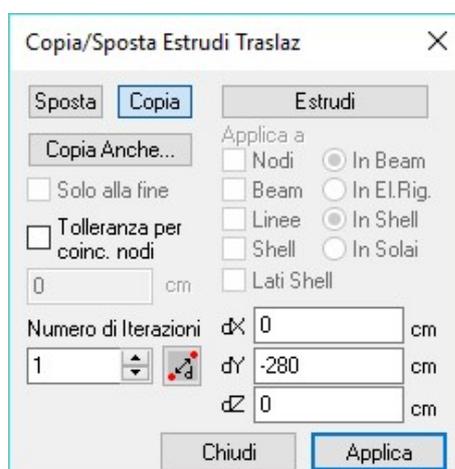


Copiamo la selezione cliccando il pulsante **“Muovi selezione”**. Oltre ad attivare la funzione **“Copia”** all’interno della finestra di dialogo, selezioniamo inoltre **“Copia Anche...”**.

Nella finestra di dialogo clicchiamo sul tasto **“Tutti”** sia nella scheda **“Nodi”** che nella scheda **“Beam”** e poi sul tasto **“OK”** per confermare le scelte fatte.

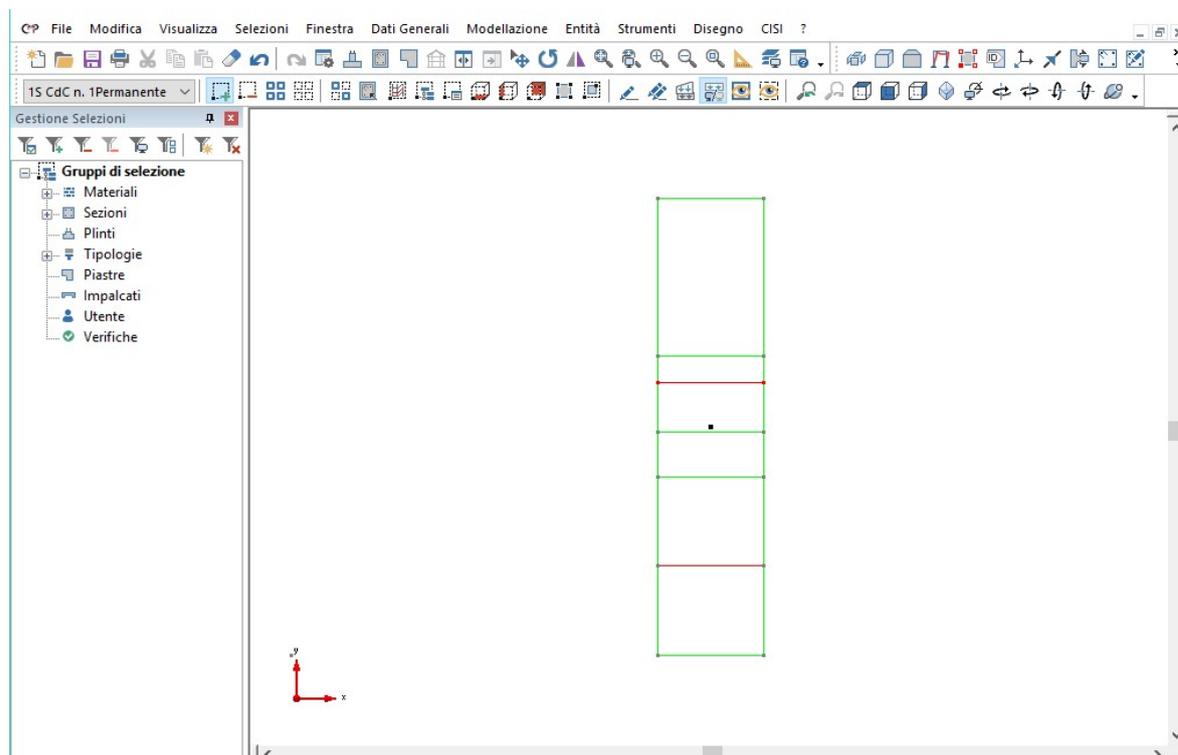


Digitiamo nella casella **“dY”** il valore **“70”** in modo da creare dei beam paralleli ai primi per ogni piano aventi le stesse proprietà degli originali. Clicchiamo su **“Applica”** per generare la copia. Senza chiudere la finestra di dialogo digitiamo in **“dY”** il valore **“-130”**, premiamo **“Applica”** e ripetiamo l’operazione anche per una distanza pari a **-280 cm**. Dopo aver creato le 3 copie necessarie chiudiamo la finestra cliccando il tasto **“Chiudi”**.

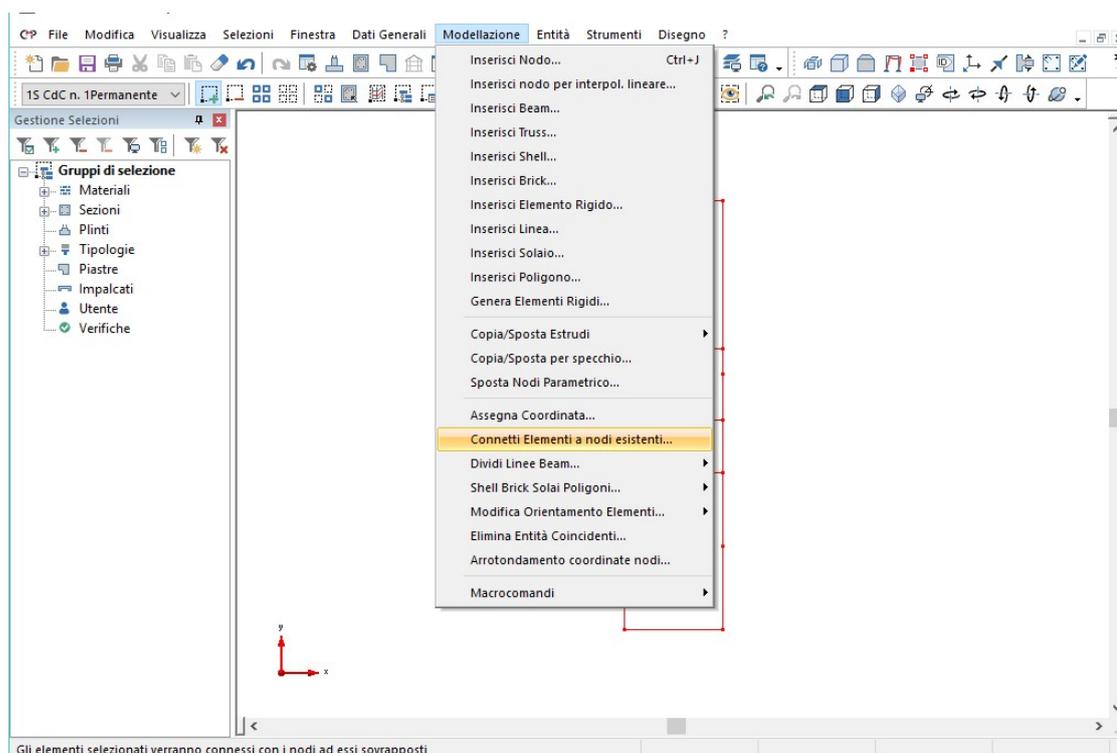


Al termine di tale processo andiamo a selezionare anche il beam **B-O**, come

indicato in figura; successivamente, tramite il comando “Cancella” eliminiamo gli oggetti.



Selezioniamo tutta la parte di modello visibile e dal menù “Modellazione” scegliamo “Connetti Elementi a nodi esistenti...”.

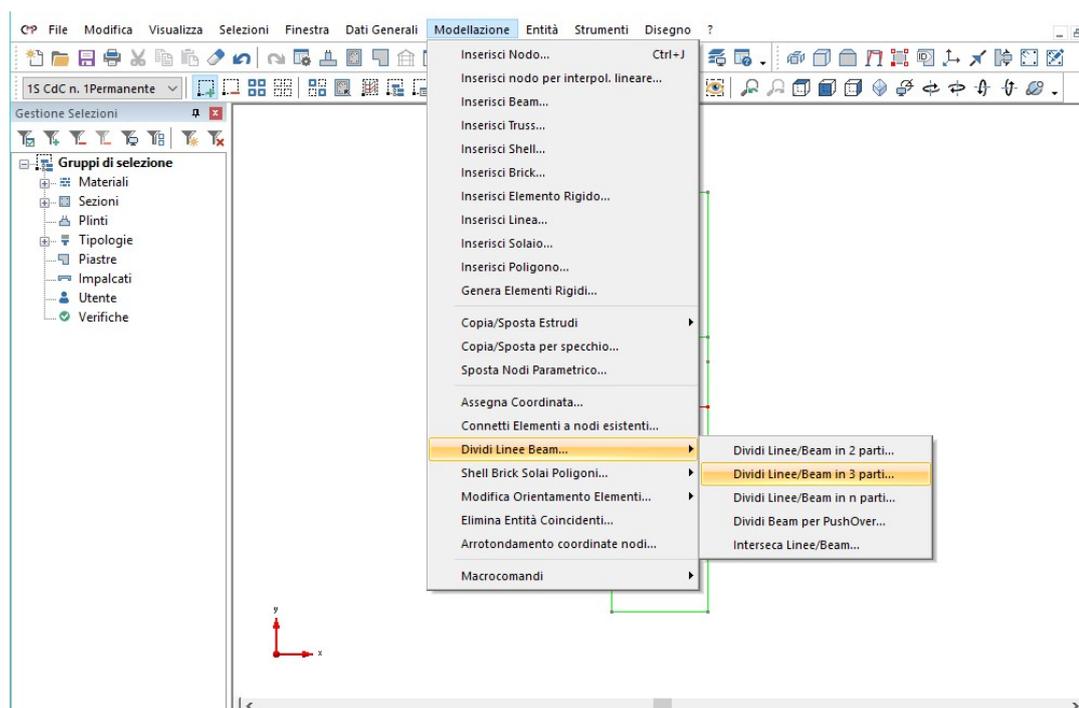


Si aprirà una finestra di dialogo nella quale andiamo a spuntare l'opzione **“Beam/Truss”** in **“Agisci su:”**. Clicchiamo su **“Applica”** per chiudere e salvare l'operazione.

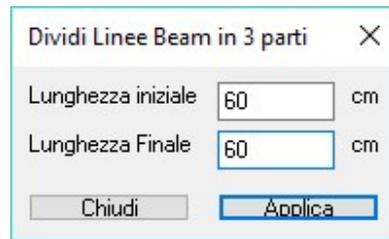


Tramite l'utilizzo di questo comando spezzettiamo gli elementi beam in corrispondenza di ogni nodo intersecato.

Deselezioniamo il modello utilizzando il solito pulsante **“Deseleziona tutte le entità visibili”**. Selezioniamo il beam **D-L**, cliccandolo. Nel menù **“Modellazione”** scegliamo **“Dividi Linee Beam...”** e successivamente **“Dividi Linee/Beam in 3 parti...”**.

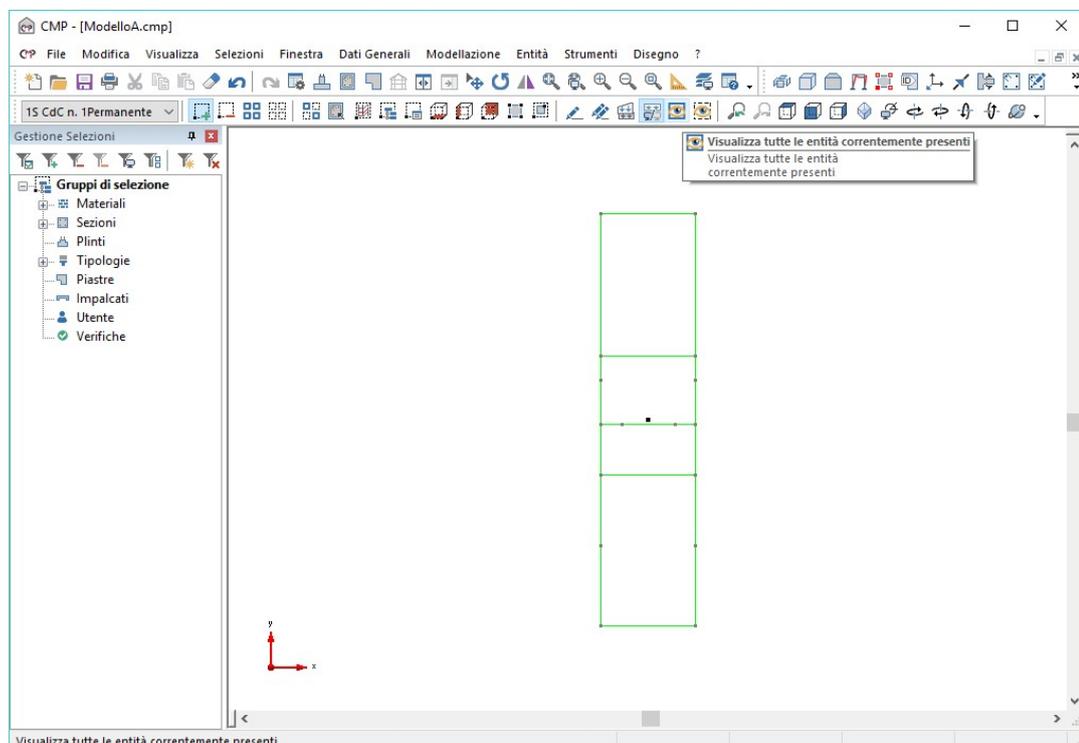


Nella nuova finestra di dialogo inserire nelle caselle il valore 60. Cliccare sul pulsante “**Applica**” per eseguire l’operazione e chiudiamo la finestra.

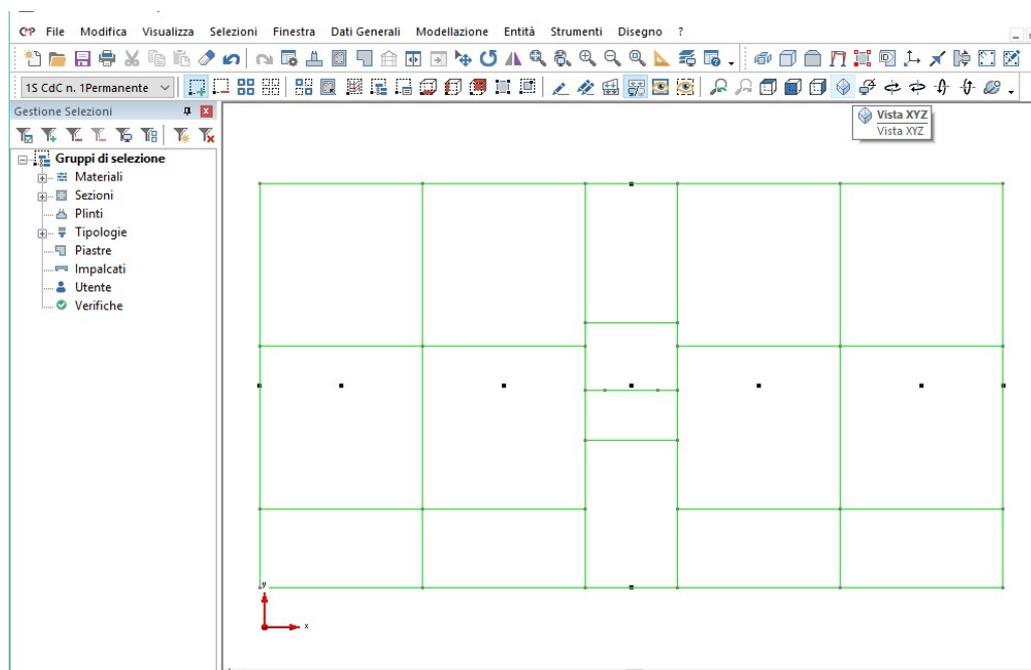


L’utilizzo di questo comando comporta l’introduzione automatica di due nodi compresi nelle parti di beam creati. In tal modo abbiamo definito le spalle relative al vano ascensore e individuato il beam relativo all’apertura nel medesimo vano.

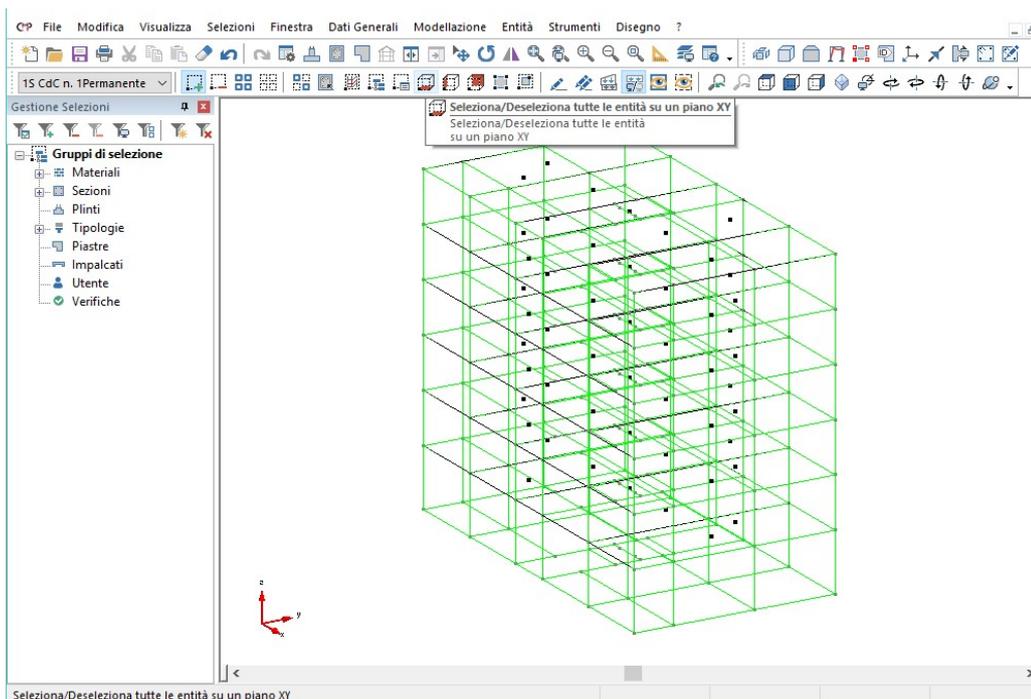
Arrivati a questo punto è stata assegnata la geometria dei beam da cui andremo a creare, per estrusione, gli shell che comporranno i vani scala e ascensore. Deselezioniamo tutto, accendiamo le entità non visibili utilizzando il comando “**Visualizza tutte le entità correntemente presenti**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.



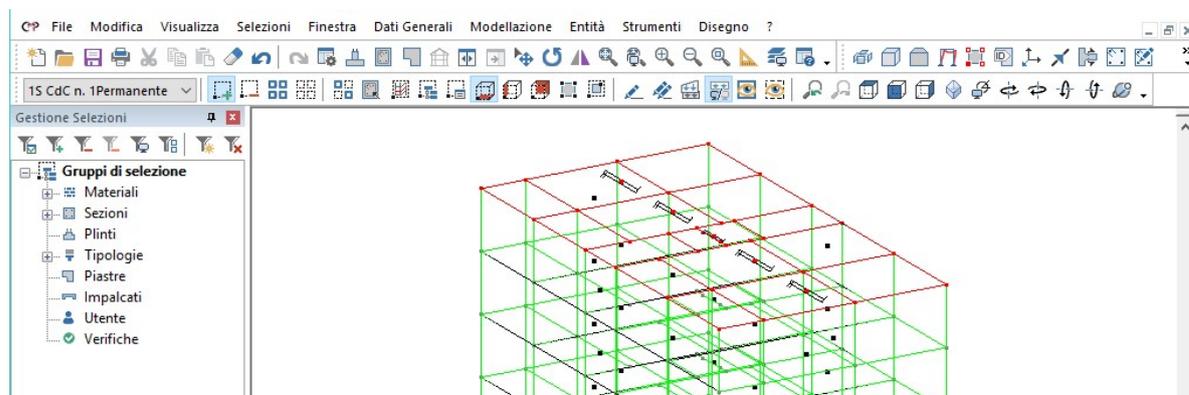
Torniamo alla vista tridimensionale utilizzando l'apposito comando **“Vista XYZ”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.



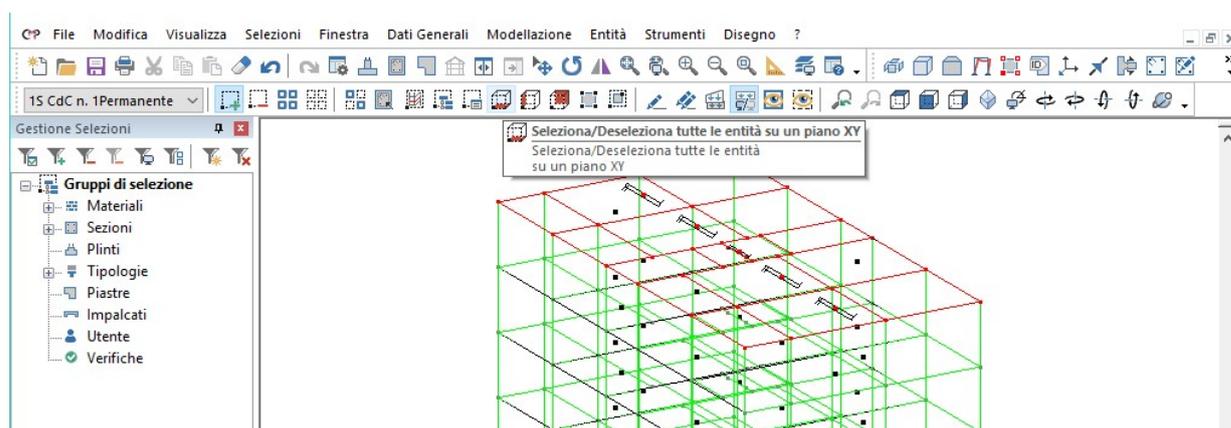
Attiviamo l'opzione **“Seleziona/Deseleziona tutte le entità visibili sul piano XY”** cliccando sul relativo pulsante della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.



Clicchiamo, nella “FINESTRA MODELLO”, un nodo appartenente al piano relativo alla copertura.



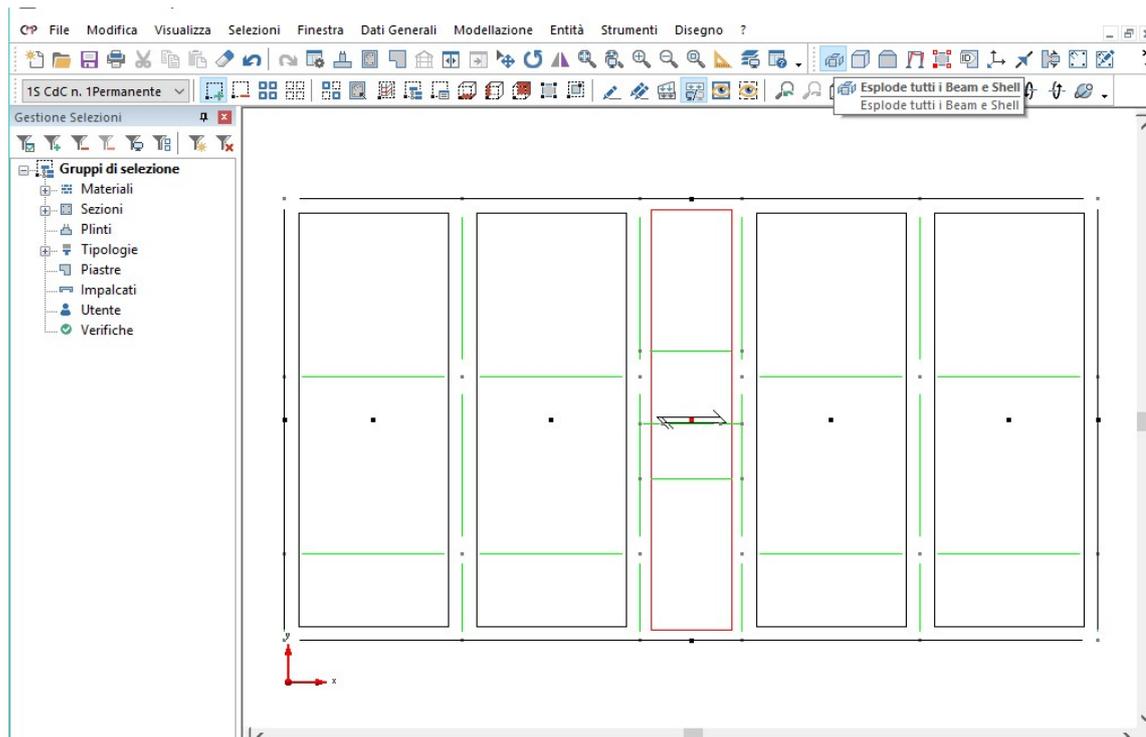
Ricordiamoci di cliccare nuovamente il pulsante appena usato in modo tale da disabilitare l'opzione.



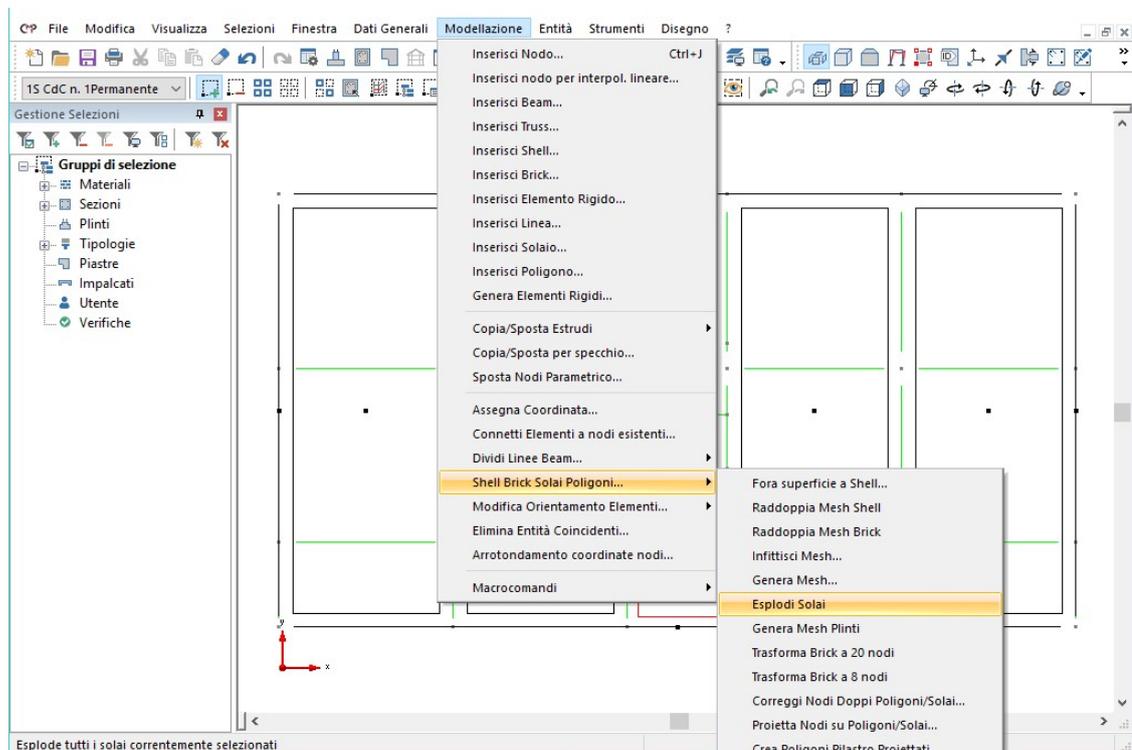
*Per selezionare tutti i piani eccetto quello di copertura utilizziamo il pulsante “**Seleziona tutto in modo complementare**”.*

*Nascondiamo gli elementi non visibili, impostiamo una vista dall'alto cliccando il pulsante “**Vista XY**”, deseleggiamo la vista corrente tramite l'apposito comando e selezioniamo solo il solaio centrale.*

Con tale operazione siamo in grado di andare a selezionare tutti i solai centrali tranne quelli di copertura. Per rendere meglio visibili le entità selezionate, utilizziamo la vista esplosa:



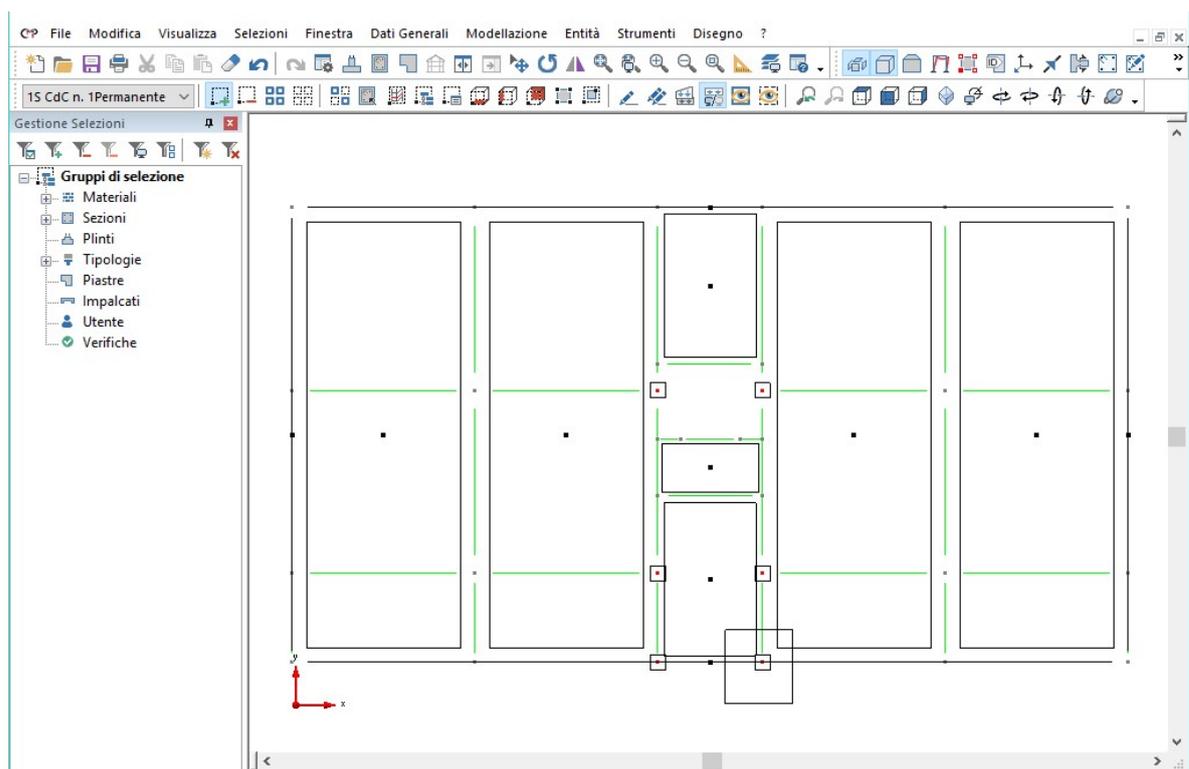
Dal menù “Modellazione”, usufruendo del comando “Esplosi Solai” presente nel sottomenù “Shell Brick Solai poligoni...” è possibile dividere il solaio in parti, in modo da modellare ogni campata con un diverso solaio e quindi riuscire a predisporre diversi carichi agenti su di essi.



*Svilupperemo ora una possibile procedura per la cancellazione degli elementi in esubero creati dal macromodello ma non presenti nella struttura. Andremo ad eliminare il solaio intermedi che in corrispondenza del vano ascensore e i pilastri (**B**, **F**, **I**, e **O**) presenti nella campata centrale in corrispondenza dei muri.*

*Selezioniamo il solaio compreso dagli angoli **DGHL** (relativo al vano ascensore) ed eliminiamolo con l'apposito tasto.*

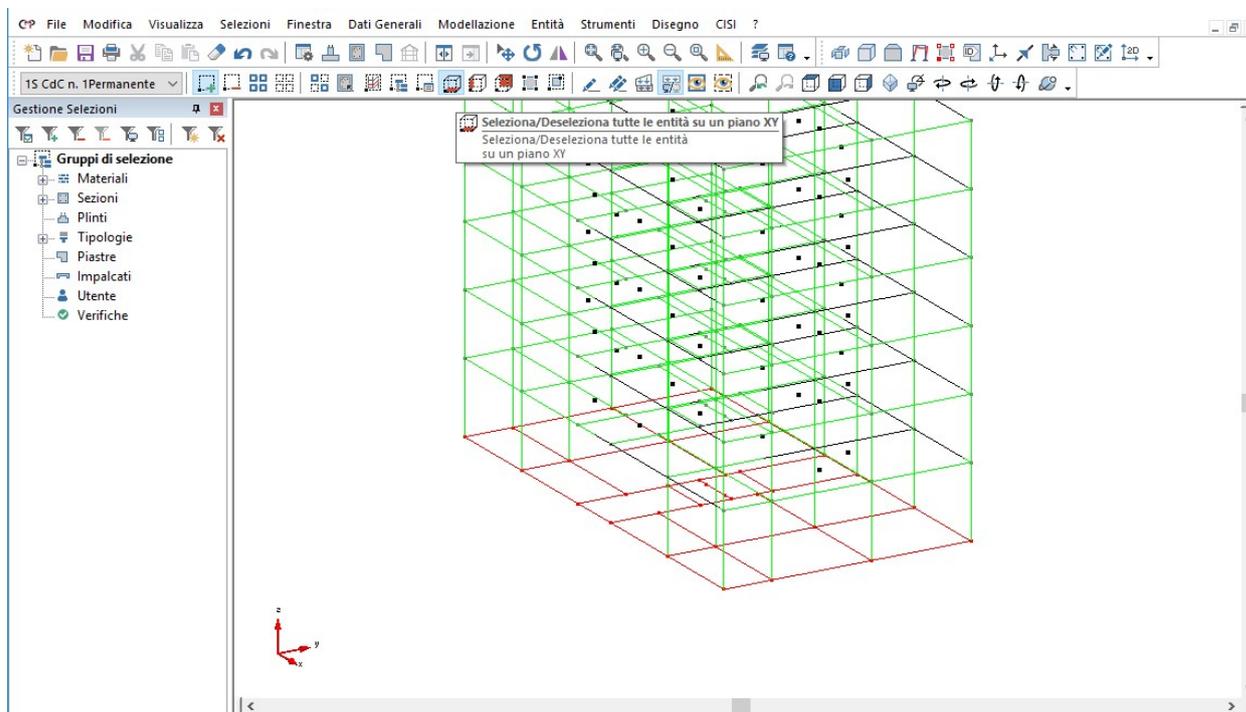
*Attiviamo la vista solida utilizzando il relativo pulsante. Tenendo premuto il tasto sinistro del mouse creiamo una finestra, dall'angolo in alto a sinistra a quello in basso a destra, per ogni pilastro (**A**, **B**, **F**, **I**, **O** e **P**) da eliminare come in figura.*



Eliminiamo gli elementi selezionati, deseleggiamo l'intero modello e riportiamoci nella vista tridimensionale ricordando di disattivare la vista solida.

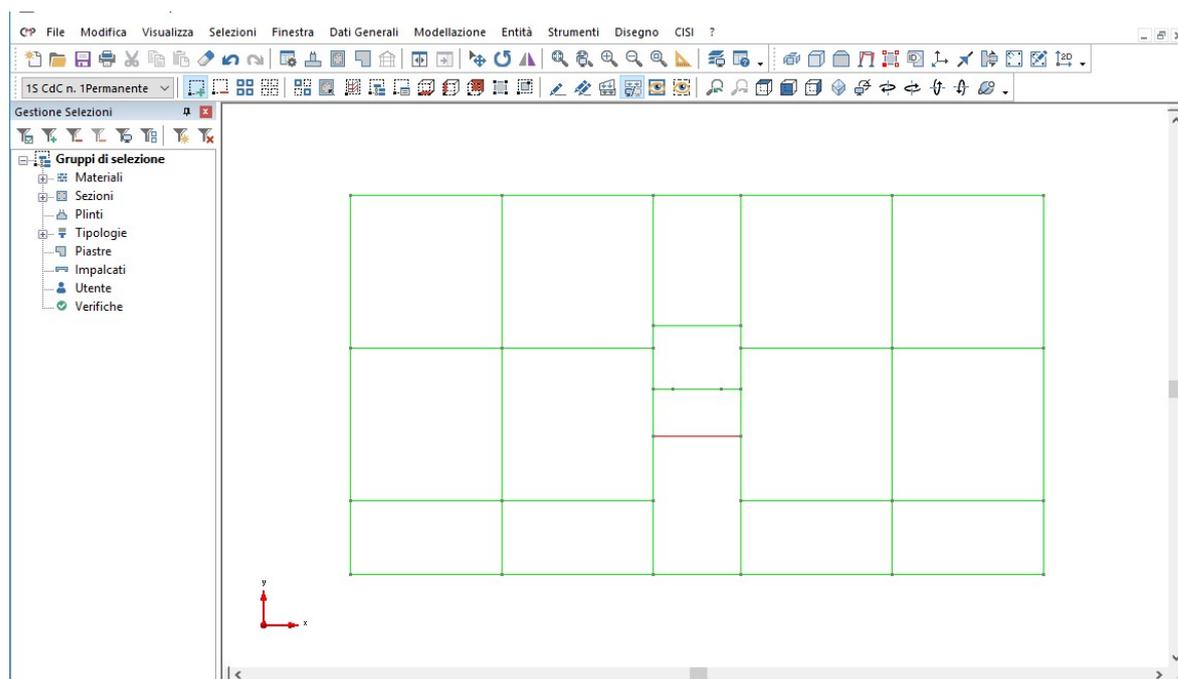
Nota: nell'operazione di cancellazione degli elementi è stato appositamente omessa l'eliminazione dei beam non riportati nei grafici iniziali (3-7, 7-F, I-13, 13-17, 2-6, 6-B, O-12, 12-16). La motivazione di tale scelta risiede nel fatto che anche se non è stata prevista alcuna trave di collegamento consideriamo che, in realtà, la presenza dei travetti nei solai implica un comportamento a telaio della struttura. Da tale considerazione nasce l'idea di introdurre una sezione (dalle dimensioni derivanti dall'ipotetico accostamento di 4 travetti, quindi 50x25 cm), composta da materiale fittizio (senza peso). Perciò, quando si andranno a definire le sezioni di questi elementi, bisognerà introdurre una in grado di rappresentare al meglio tale condizione. La questione sarà approfondita nel momento in cui si introdurranno tutte le sezioni richieste nel modello.

Attiviamo il tasto “Seleziona\Deseleziona tutte le entità visibili sul piano XY”, selezioniamo il piano comprendente le fondazioni.



Nascondiamo gli elementi non selezionati utilizzando l'apposito comando, disattiviamo il tasto usato per la selezione, portiamoci nella vista XY e deseleggiamo il modello.

Selezioniamo l'elemento beam C-N, come rappresentato in figura, e cancelliamolo utilizzando l'apposito comando.

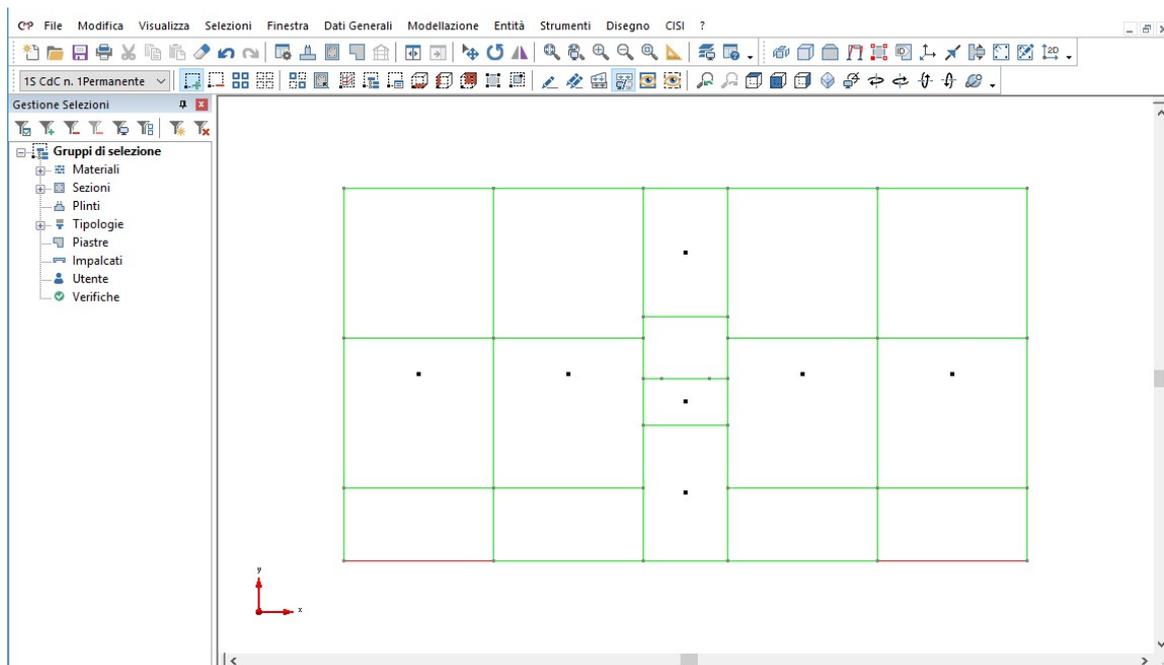


Riaccendiamo la visualizzazione di tutto il modello e riportiamoci in vista tridimensionale. Selezioniamo il piano di copertura, spegniamo gli elementi non selezionati, e portiamoci nella vista XY. Cancelliamo l'elemento beam C-N.

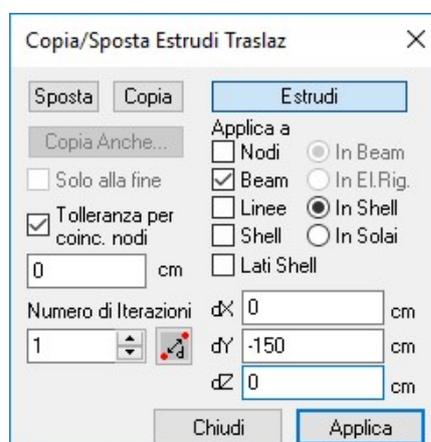
Riportiamo il modello in vista 3D, riaccendiamo le entità non visibili e deseleggiamo tutto.

4.1.4. Inserimento dei balconi

Selezioniamo solo il primo piano, il secondo, il terzo ed il quarto. Spegniamo gli altri elementi, deseleggiamo e portiamoci in vista XY. Selezioniamo gli elementi beam 1-5 e 11-15;



Utilizzando il comando **“Muovi selezione”** eseguiamo l’estrusione di tali oggetti. Nella nuova finestra di dialogo attiviamo le opzioni **“Estrudi”** in **“In Solai”**, spuntiamo **“Beam”** e digitiamo in **“dY”** il valore **“-150”**.

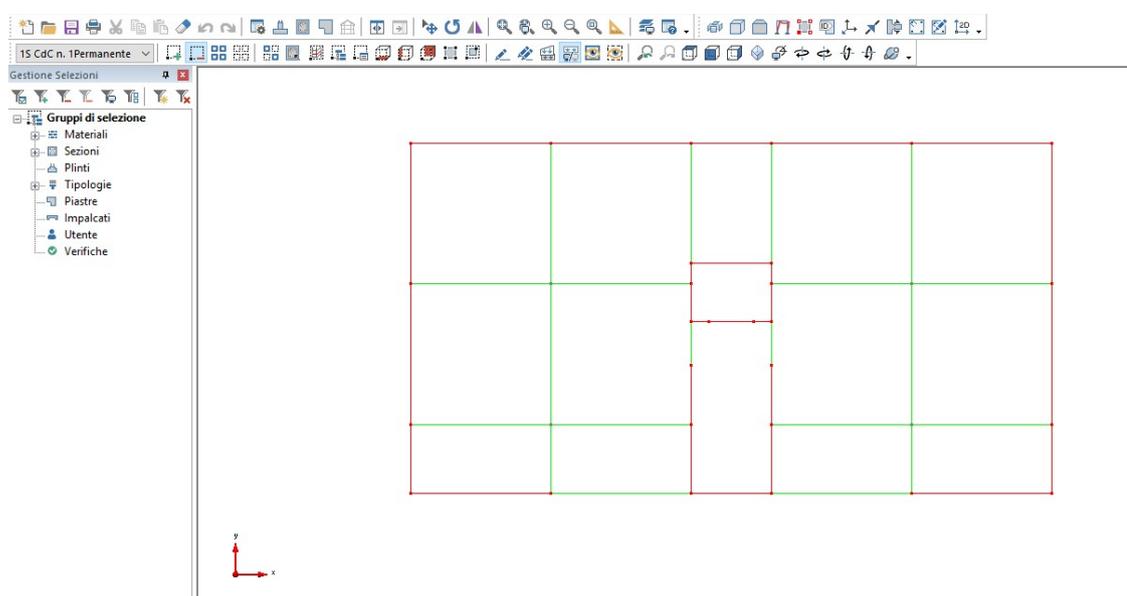


Premiamo il tasto **“Applica”** e chiudiamo la finestra. Cliccare sul pulsante **“Vista ottimizzata sulla vista corrente”** in modo da visualizzare le modifiche. Torniamo ad una vista tridimensionale del modello ricordandoci di accendere tutti gli elementi non visibili e deseleggiamo tutto.

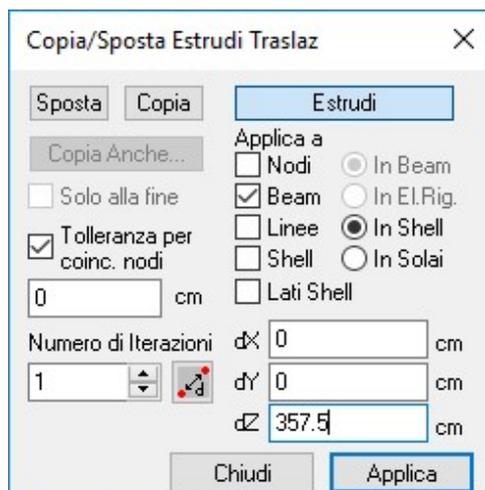
4.1.5. Inserimento degli elementi shell

Passiamo ora alla modellazione degli shell, elemento necessario per il calcolo delle pareti che delimitano i vani scale, ascensore, e per i muri di cantina.

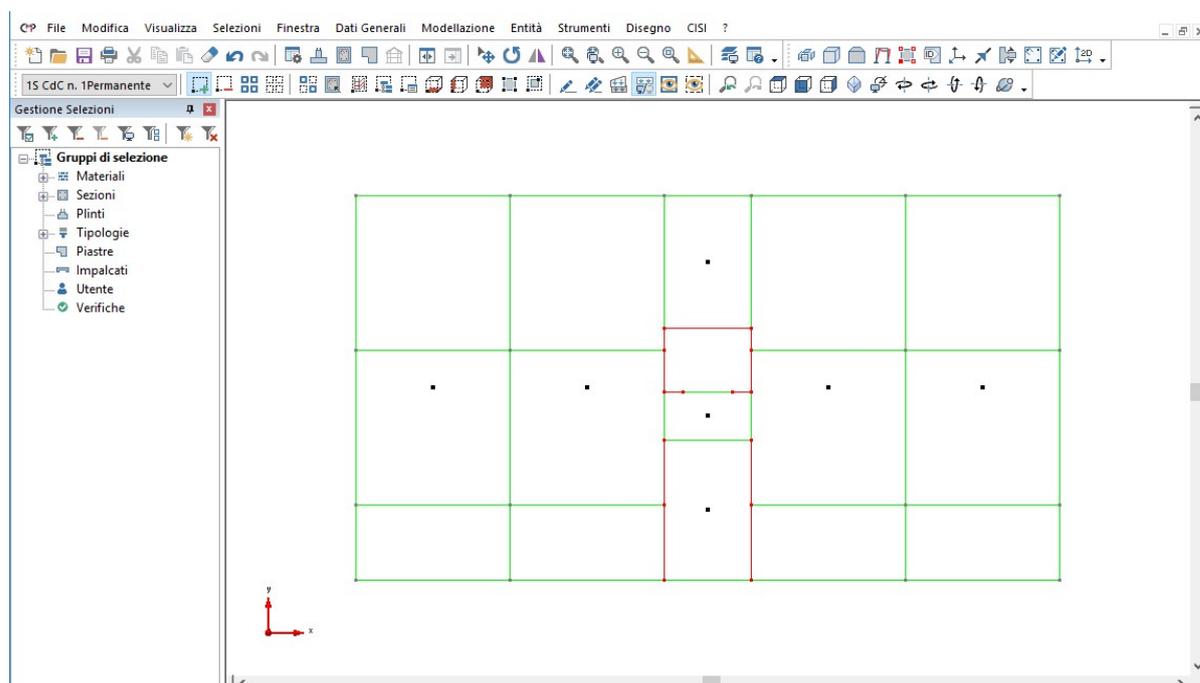
Tramite i metodi precedentemente introdotti, selezioniamo il piano comprendente le fondazioni e rendiamo invisibili gli oggetti non selezionati. A questo punto selezioniamo gli elementi da estrarre. Cominciamo cliccando su ogni beam rappresentante la geometria dei vani scale (**A-C**, **A-P**, **N-P**), ascensore (**E-D**, **D-G**, **G-H**, **H-L**, **L-M**, **N-P**), e dei muri di cantina (**5-1**, **1-4**, **4-18**, **18-15**, **15-11**, **P-A**) come in figura.



Utilizzando il comando “**Muovi selezione**” apriamo una nuova finestra di dialogo, clicchiamo la casella “**Estrudi**”, spuntiamo le opzioni “**Beam**” e “**In Shell**” ed estrudiamo la selezione di una distanza pari a **357.5 cm** nella direzione “**dZ**”.



*Premiamo il pulsante “**Applica**”, senza chiudere la finestra, deseleggiamo il modello e andiamo a selezionare solo il piano terra, ricordandoci di spegnere gli elementi non necessari. Dopo esserci riportati in pianta, procediamo col selezionare gli elementi relativi alla geometria dei vani scale (**A-C, N-P**) e ascensore (**E-D, D-G, G-H, H-L, L-M, N-P**) come mostrato in figura.*



*A questo punto eseguiamo un'altra estrusione; nella finestra andiamo ad impostare, nella casella relativa al “Numero di Iterazioni”, il valore 5 che sarà per un'altezza pari a **310** cm da digitare nella casella relativa agli spostamenti “dZ”.*



Applicare le impostazioni e chiudere la finestra.

Tornare ad una vista tridimensionale, ricordandoci di visualizzare anche le entità nascoste precedentemente, selezionare tutto e di attivare l'opzione vista solida in modo da effettuare un rapido controllo visivo.

*Deselezioniamo tutto, disattiviamo la vista solida e salviamo il lavoro fin qui fatto cliccando sul tasto “**Salva**”.*

*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**ModelloB**” contenuto nella cartella “**Tutorial2**”.*

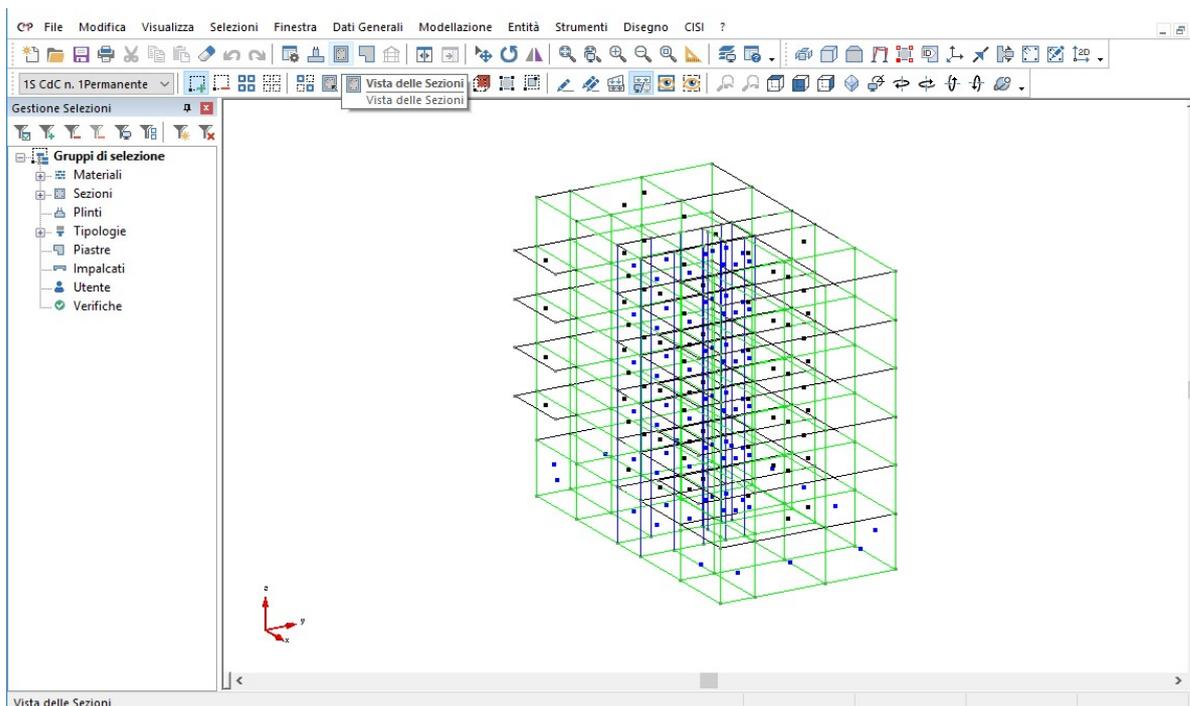
*Nota: all'apertura del file, il programma informerà l'utente della presenza di “Warning”; sono messaggi del programma che avvisano della presenza di elementi non correttamente configurati, nel presente caso ci si riferisce ai solai. Successivamente viene richiesto se si desidera visualizzarli sul modello, scegliere “**No**” per aprire il modello fin qui realizzato.*

4.2. Creazione delle Sezioni

Per poter assegnare le giuste sezioni agli elementi beam disegnati è necessario crearle e/o richiamarle da un archivio.

Nota: tutte le sezioni create possono essere salvate in un database, in modo da poterle richiamare ed utilizzare per qualsiasi altro modello. Naturalmente, le sezioni caricate sono state progettate per altri modelli, quindi dovranno essere modificate in modo che risultino nuovamente verificate (la replica del processo di progetto è necessaria per stabilire la quantità di armatura).

*Dalla **BARRA DEGLI STRUMENTI** scegliamo il comando “**Vista delle Sezioni**”. In questo modo si passa dalla “**FINESTRA MODELLO**” alla “**FINESTRA SEZIONI**”.*

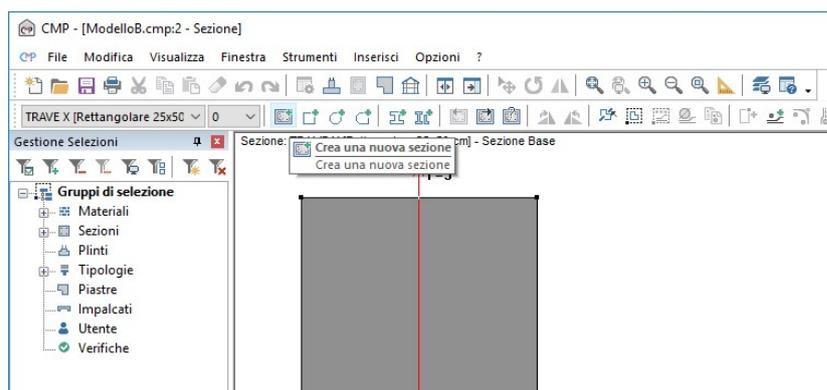


*Nota: nel passaggio dalla “**FINESTRA MODELLO**” alla “**FINESTRA SEZIONI**” la **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO** è sostituita dalla **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI**.*

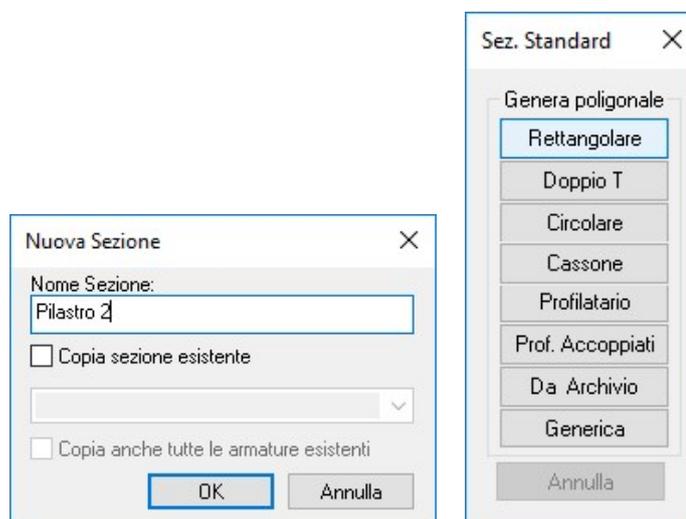
4.2.1. Creazione dei “Pilastro 2 [30x50 cm]” e “Pilastro 3 [50x30 cm]”

Avendo eseguito una macromodellazione iniziale sono già presenti le sezioni definite precedentemente. A questo punto bisognerà creare tutte quelle rimanenti, necessarie per il calcolo e il progetto del modello.

Dalla **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI** della **“FINESTRA SEZIONI”** scegliamo il comando **“Crea una nuova sezione”**.



Nella finestra di dialogo digitiamo il nome della sezione **“Pilastro 2”** e clicchiamo sul tasto **“OK”**. Scegliamo la sezione **“ Rettangolare”** nella nuova finestra apertasi.



Nella finestra di dialogo **“Poligonale Rettangolare”** scegliamo il **“Materiale Sezione”** indicando **“Cls 30/37”** e digitiamo il valore **“30”** nella casella **“B:”** e **“50”** in quella **“H:”**.

Poligonale Rettangolare ✕

Nome Sezione: Pilastro 2

Materiale Sezione: Cls C30/37 ▼

Materiale Armature: B450C ▼

B: 30 cm X: 0 cm

H: 50 cm Y: 0 cm

Spessore: 0 cm

Coeff.Omog.: -1

Vuota

Non Strutturale

Disegna quote Intermedie

Parete Sottile

Parametri per verifiche acciaio

Solo per SteelWorld

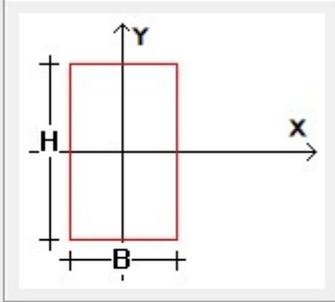
Coeff.Riduz.Area per Verif.Traz. 1

Passo Irrigidimento Anima 0 cm

Laminata Saldata

Raggi raccordo/Saldature: 0 cm

OK
Annulla

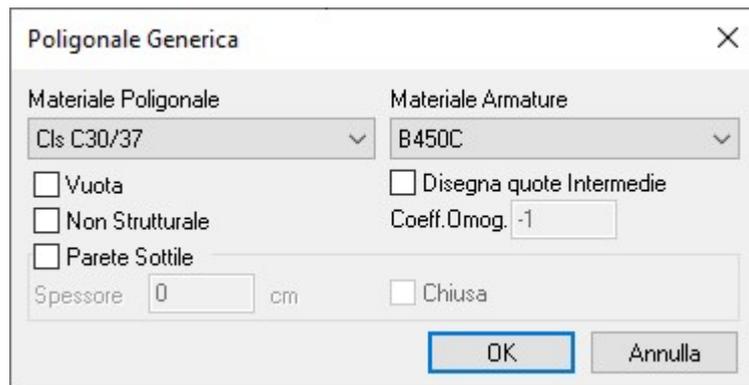


Una volta terminato clicchiamo sul tasto **“OK”**.

Ripetiamo l’operazione per creare la sezione **“Pilastro 3 [50x30 cm] ”**.

4.2.2. Creazione della “Trave ad L”

Inseriamo ora la trave ad **“L”** chiamandola **“Trave L”**; cliccando il pulsante **“Crea una nuova sezione”**, scegliamo la sezione **“Generica”**. All’apertura della nuova finestra clicchiamo il tasto **“OK”**, ricordandoci di controllare che i materiali corrispondano.

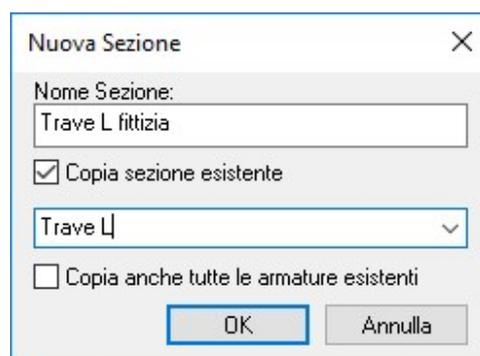


Inseriamo le seguenti coordinate: $1 \equiv (-12.5; -30)$, $2 \equiv (-12.5; 30)$, $3 \equiv (30; 30)$, $4 \equiv (30; 5)$, $5 \equiv (12.5; 5)$, $6 \equiv (12.5; -30)$. Al termine dell'inserimento chiudere la finestra.

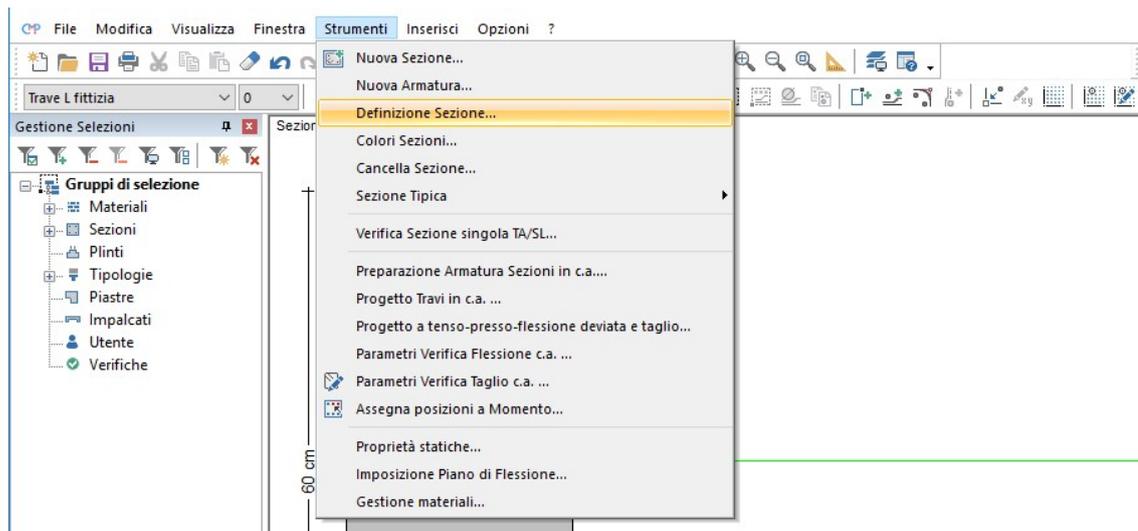
4.2.3. Creazione della "Trave ad L Fittizia"

Inseriamo una seconda trave ad "L" (Trave L Fittizia) identica alla prima ma costituita da materiale "Fittizio" da inserire in corrispondenza dei muri di parete dei vani scala e ascensore.

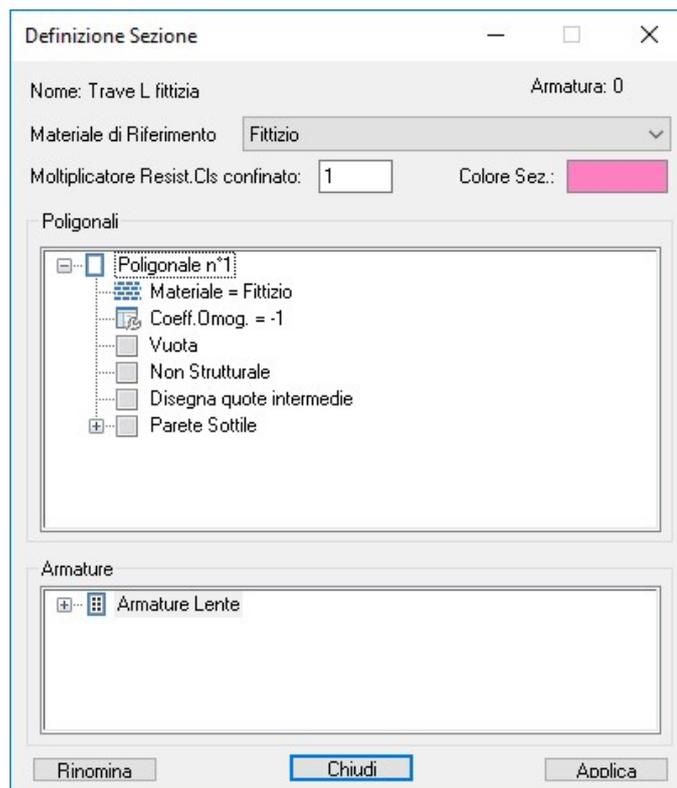
Clicchiamo il pulsante **"Crea una nuova sezione"**; all'apertura della finestra digitiamo il nuovo nome, spuntiamo l'opzione **"Copia sezione esistente"** e scegliamo, nel menù a tendina, la dicitura **"Trave L"**.



Infine premere il tasto **"OK"**. A questo punto, selezionare dal menù **"Strumenti"** il comando **"Definizione Sezione..."**.



*Nella nuova finestra selezioniamo il materiale “**Fittizio**” in “Materiale di Riferimento” e nel materiale della poligonale n.1.*



*Salviamo le impostazioni premendo “**Applica**” e chiudiamo il dialogo.*

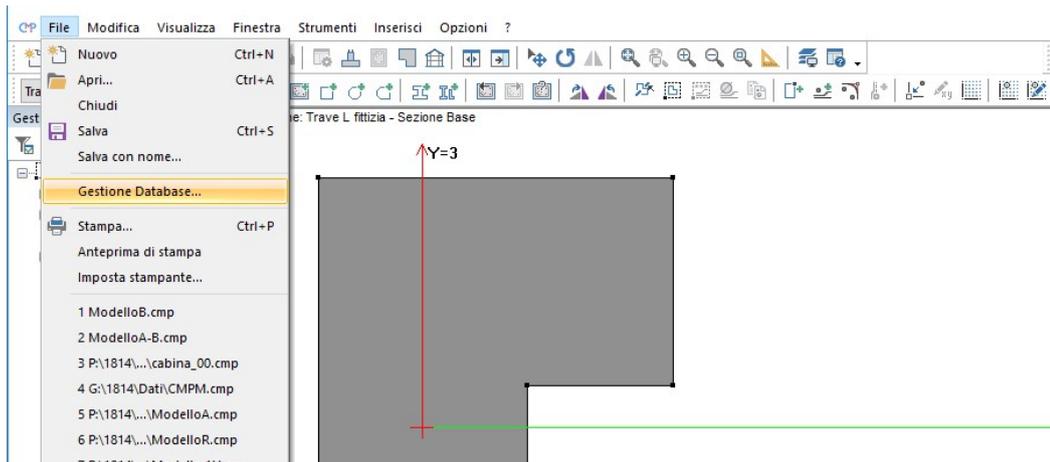
4.2.4. Creazione delle sezioni rimanenti

A questo punto possiamo scegliere di caricare le sezioni rimanenti direttamente da un database contenuto nella cartella “**Esempio**” del CD allegato, oppure di crearle, come esercizio, seguendo la tabella riportata di seguito, utilizzando i metodi introdotti.

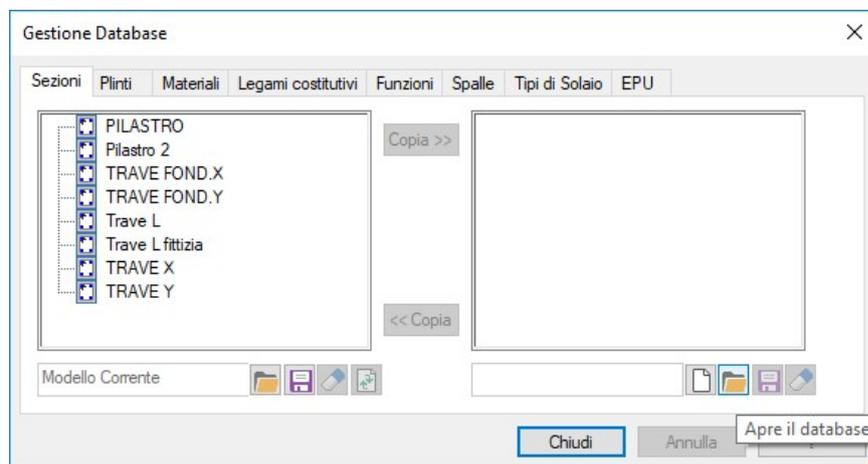
NOME SEZIONE	DIMENSIONE (cm)		MATERIALE
	Base, “ B ”	Altezza, “ H ”	
<i>Pilastro 2</i>	30	50	<i>Cls 30/37</i>
<i>Pilastro 3</i>	50	30	<i>Cls 30/37</i>
<i>Trave fond. 3</i>	100	30	<i>Cls 25/30</i>
<i>Trave fond. 4</i>	120	30	<i>Cls 25/30</i>
<i>Trave 3</i>	25	60	<i>Cls 30/37</i>
<i>Trave 3 Fittizia</i>	25	60	<i>Fittizio</i>
<i>Trave 4</i>	30	50	<i>Cls 30/37</i>
<i>Trave 5</i>	50	25	<i>Cls 30/37</i>
<i>Trave 5 Fittizia</i>	50	25	<i>Fittizio</i>
<i>Trave 6</i>	50	35	<i>Cls 30/37</i>
<i>Trave 7</i>	25	40	<i>Cls 30/37</i>
<i>Cordolo Fittizio</i>	30	25	<i>Fittizio</i>

4.2.5. Gestione del Database sezioni

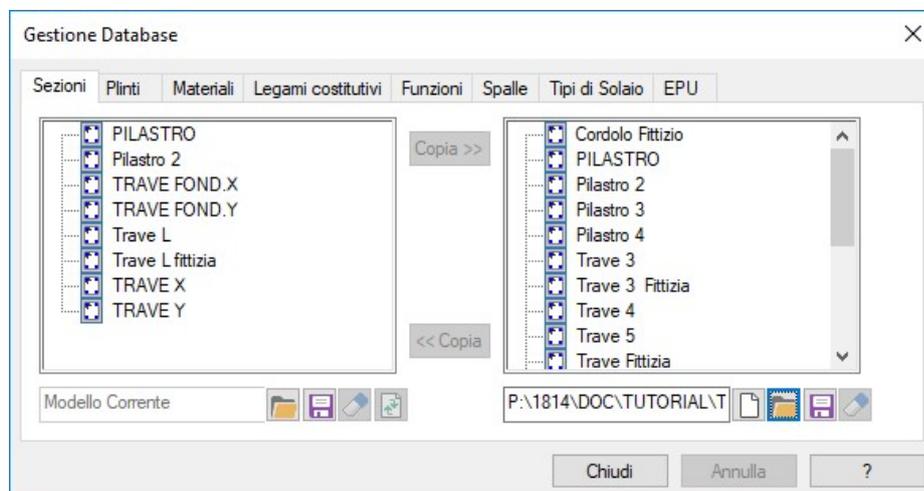
Per richiamare le sezioni dal database selezioniamo dal menù “File” il comando “**Gestione Database...**”.



Nella nuova finestra cliccare, nella parte destra, il tasto “Apri” come in figura.



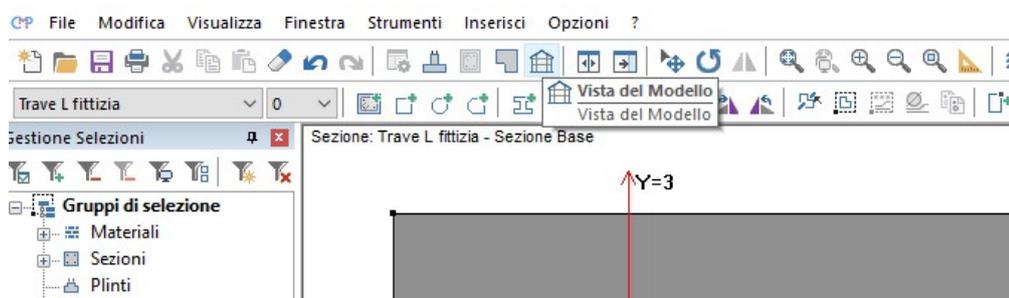
Scegliere di aprire il file “Esempio.cdb”, e selezionare, nella finestra di destra, le sezioni non ancora definite. Successivamente cliccare il tasto il tasto “<<Copia” come in figura. Chiudere la finestra.



Nota 1: abbiamo scelto di inserire tipologie di travi differenti anche per quelle sezioni aventi stessa forma geometrica ma con gli assi ruotati, in modo tale da evitare di avere travi con differente sistema di riferimento locale.

Nota 2: per una scelta di modellazione, l'inserimento del materiale fittizio ha lo scopo di creare elementi senza peso proprio in corrispondenza della sovrapposizione tra beam e shell, già inglobati nella parete. Questi elementi consentiranno di realizzare una modellazione che si approssima meglio alle reali condizioni di funzionamento delle strutture.

Una volta terminato chiudiamo la “FINESTRA SEZIONI” per tornare alla “FINESTRA MODELLO”; per fare questo clicchiamo sulla “X” nera posta nell'angolo alto a destra della “FINESTRA SEZIONI”, oppure clicchiamo sul pulsante “Vista del Modello” della BARRA DEGLI STRUMENTI.



Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “ModelloC” contenuto nella cartella “Tutorial2”.

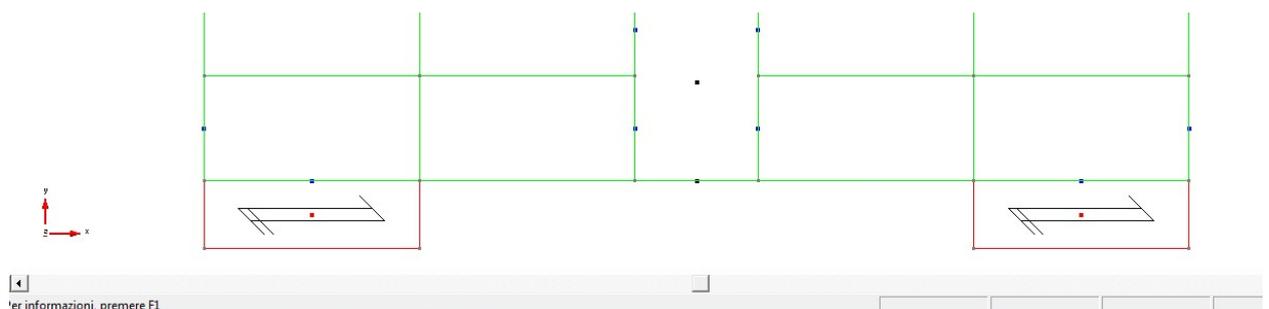
4.3. Configurazione dei Solai

Il solaio di CMP non è considerato come elemento strutturale, ma come superficie di carico in grado di distribuire i carichi sugli elementi di appoggio (beam o nodi). Per questo motivo può essere utilizzato per schematizzare qualunque area di carico (un esempio tipico può essere la schematizzazione delle tamponature).

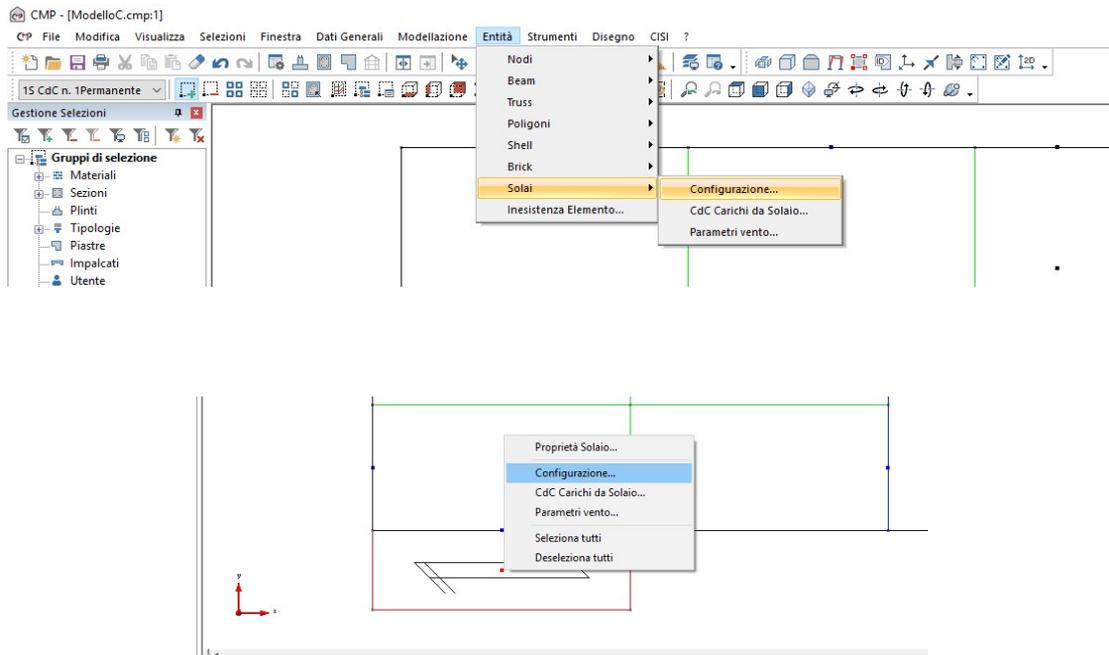
Avendo utilizzato una modellazione globale del telaio, i solai presenti, nel piano tipo, in quello di copertura e quelli relativi ai tamponamenti laterali, sono già stati impostati inizialmente (peso proprio, sovraccarico permanente e sovraccarico accidentale). Gli unici elementi “solaio” da modificare sono quelli derivanti dai carichi proiettati dal vano scale e quelli relativi ai balconi.

4.3.1. Configurazione dei balconi

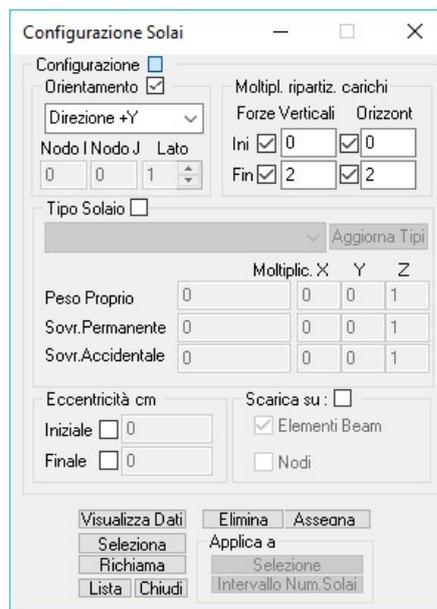
Selezioniamo tutto il modello eccetto il piano relativo alla copertura, spegniamo le parti non necessarie, portiamoci in vista XY e selezioniamo i balconi.



Dal menù “Entità”, selezioniamo “Solai” e successivamente “Configurazione...”. Oppure, cliccando col tasto destro del mouse in corrispondenza della maniglia di un solaio, è possibile scegliere il comando “Configurazione” dal menù corrispondente.



Nella nuova finestra di dialogo attiviamo l'opzione **“Configurazione”**, scegliamo nel menù a tendina, relativo all'orientamento, la dicitura **“Direzione +Y”**. Inseriamo il valore **“0”** nelle caselle riferite a **“Moltipl. Ripartiz. Carichi”** **“Ini”**, le quali, definita la direzione +Y, sono riferite al bordo libero del balcone. Negli spazi relativi a **“Fin”**, relativi al bordo appoggiato all'elemento beam, digitiamo il valore **“2”**.

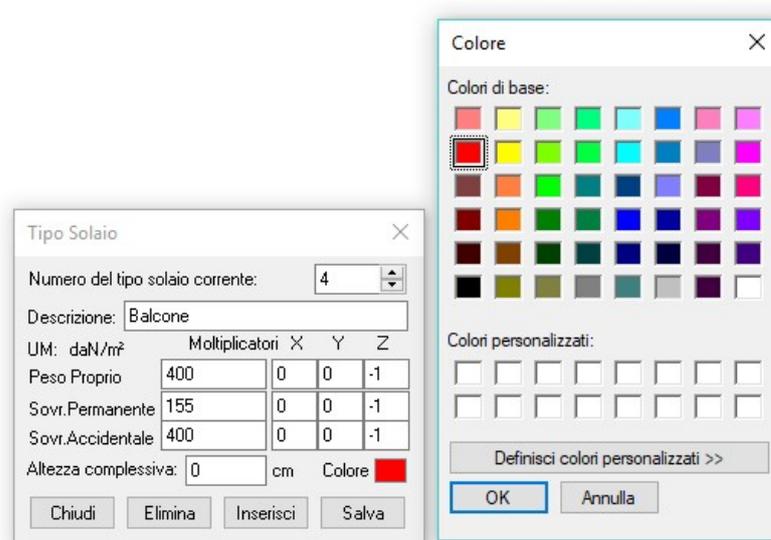


Nota: i moltiplicatori di ripartizione dei carichi servono a distribuire diversamente le azioni dei solai sugli elementi interessati; di default il programma individua il carico complessivo e lo ripartisce in ugual misura tra gli elementi di appoggio. Nel caso dello sbalzo è stato necessario assegnare alla trave di appoggio il coefficiente 2 in modo tale da modificare il carico assegnato in automatico da $q/2$ a q , mentre è stato assegnato 0 al lato libero in modo tale da trasformare il valore di default $q/2$ in 0. Tale distribuzione dei carichi può essere differente per le forze verticali ed orizzontali; le prime riguardano la distribuzione dei carichi verticali le seconde la distribuzione delle masse sismiche da considerare nel calcolo delle forze orizzontali da sisma.

*A questo punto clicchiamo il pulsante “**Aggiorna Tipi**”, in modo da configurare un novo tipo di solaio. Nella nuova finestra scorrere i numeri fino al valore “4” nella casella corrispondente a “Numero del tipo solaio corrente.”; alla domanda “Si vuole creare un nuovo tipo di solaio?” clicchiamo rispondendo “Sì”. Nella casella “Descrizione” immettiamo la dicitura “**Balcone**” e digitiamo i valori:*

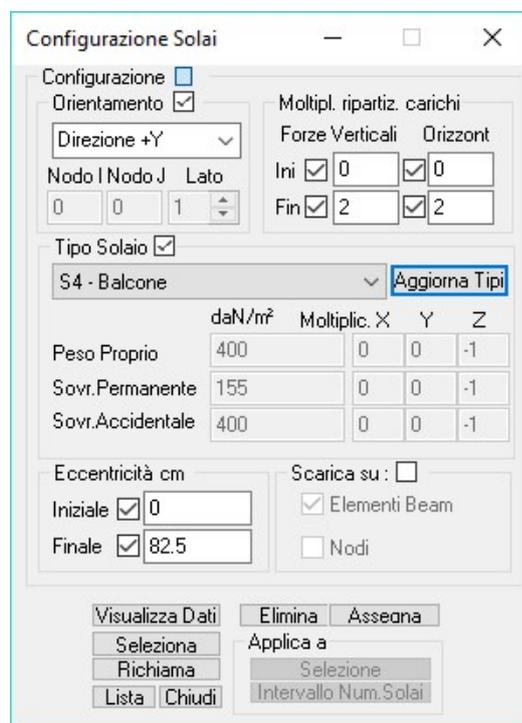
- *400 nella casella corrispondente a “Peso Proprio”;*
- *155 nella casella corrispondente a “Peso Proprio*
- *400 e “Sovr. Accidentale”.*

*Cambiamo il colore dell'elemento facendo doppio click in corrispondenza della casella rossa; scegliamo, per esempio, il colore “Grigio scuro”. Clicchiamo su “**Salva**” e poi su “**Chiudi**”.*



Nel menù a tendina, relativo al tipo del solaio, carichiamo “S4 - Balcone”.

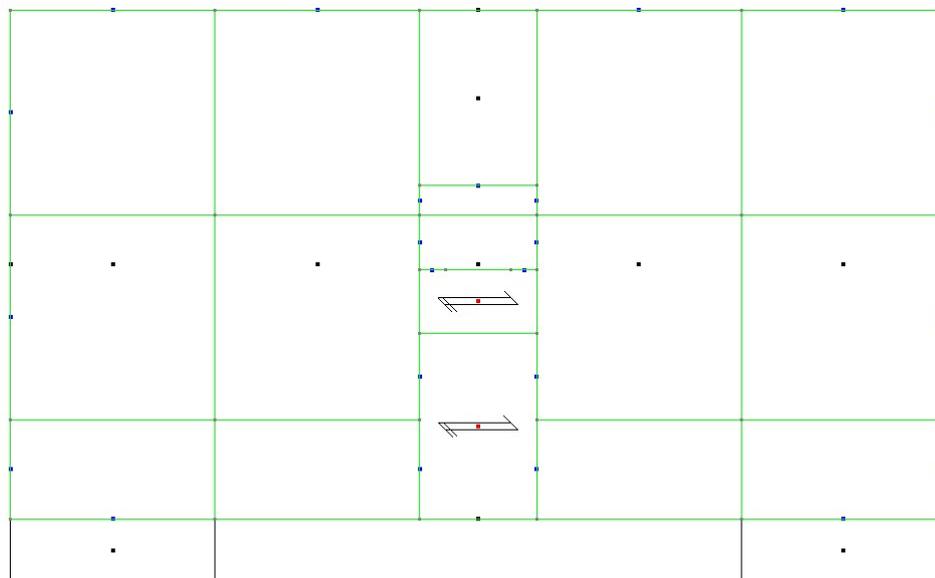
Digitiamo nella casella “Eccentricità cm” “Finale” il valore “82.5”, considerando, in tal modo, l’effetto torsionale che il balcone genera sulla trave d’appoggio.



Clicchiamo sui pulsanti “Assegna” e “Applica a... Selezione”, quindi chiudiamo la finestra di dialogo.

4.3.2. Configurazione del vano scale e dei pianerottoli

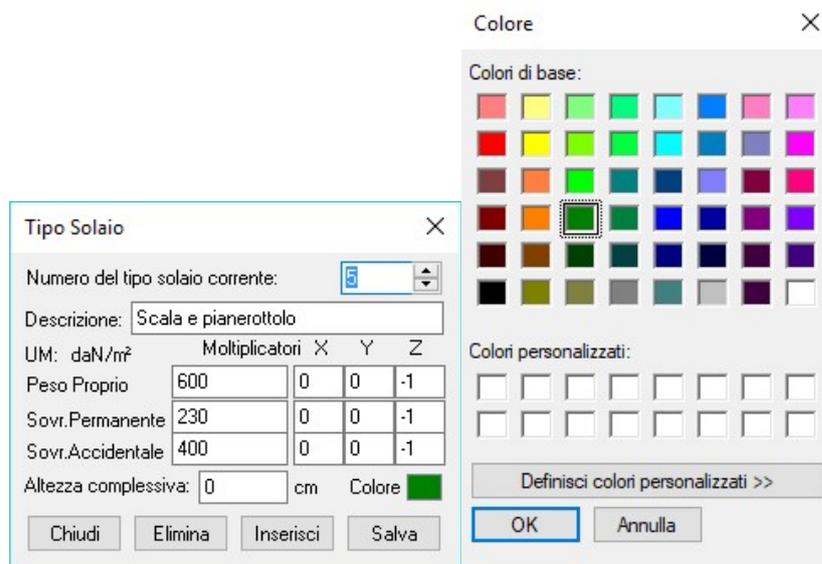
Deselezioniamo il modello, e selezioniamo i solai relativi al vano scala (A-C-N-P) e ai pianerottoli (C-D-L-N).



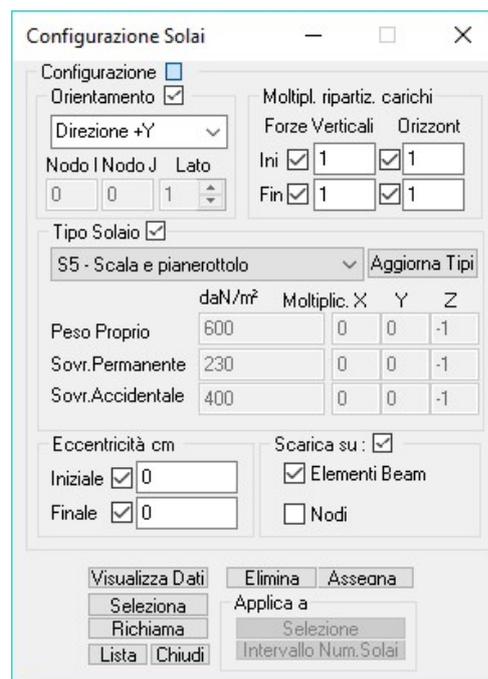
Riapriamo la finestra di dialogo “Configurazione Solai”, attiviamo l’opzione “**Configurazione**” ed orientiamo i solai in “**direzione +Y**”. Aggiungiamo un nuovo tipo di solaio dal nome “**Scala e pianerottolo**”, impostando i seguenti valori di carichi:

- “Peso proprio” pari a **600 daN/m²**;
- “Sovr. Permanente” pari a **230 daN/m²**;
- “Sovr. Accidentale” di **400 daN/m²**.

Cambiamo il colore di default in “Verde scuro”.

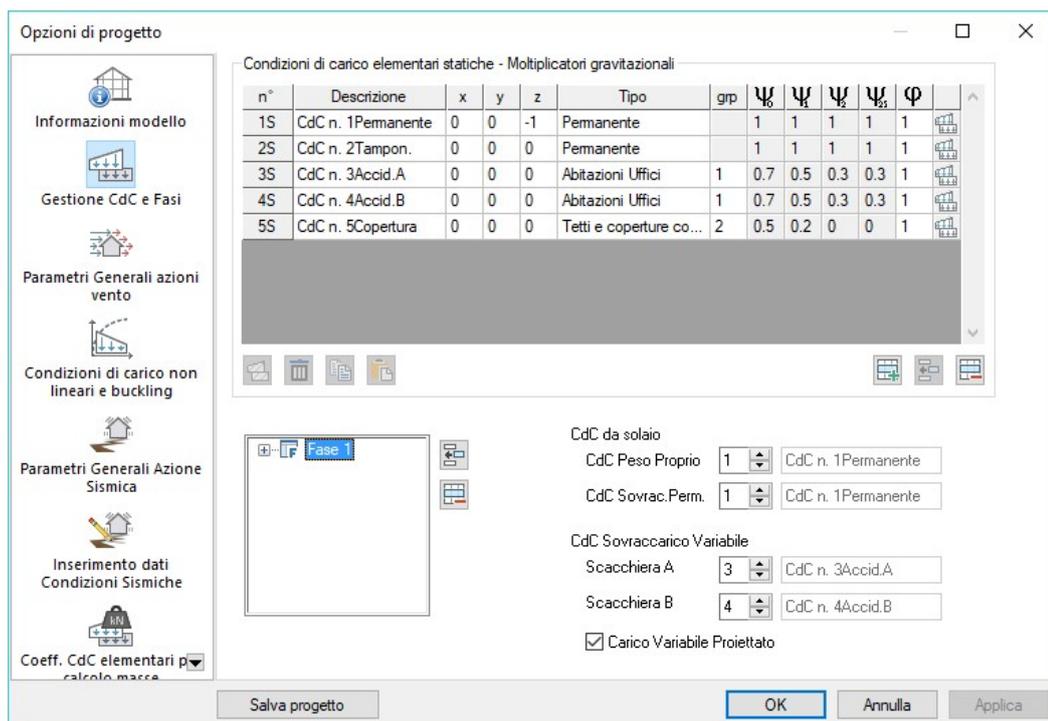
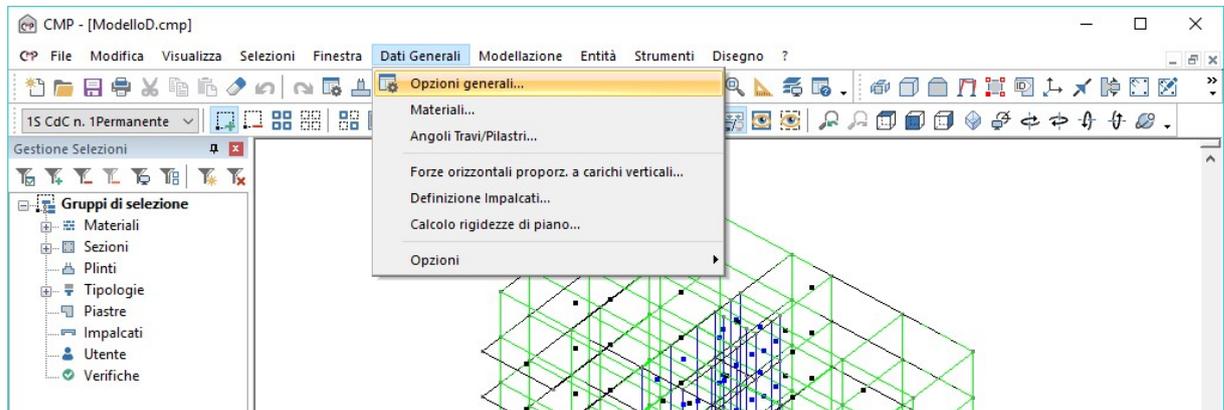


Scegliamo nel menù a tendina il tipo di solaio appena introdotto e assegniamolo alle selezioni tramite la procedura riportata precedentemente.

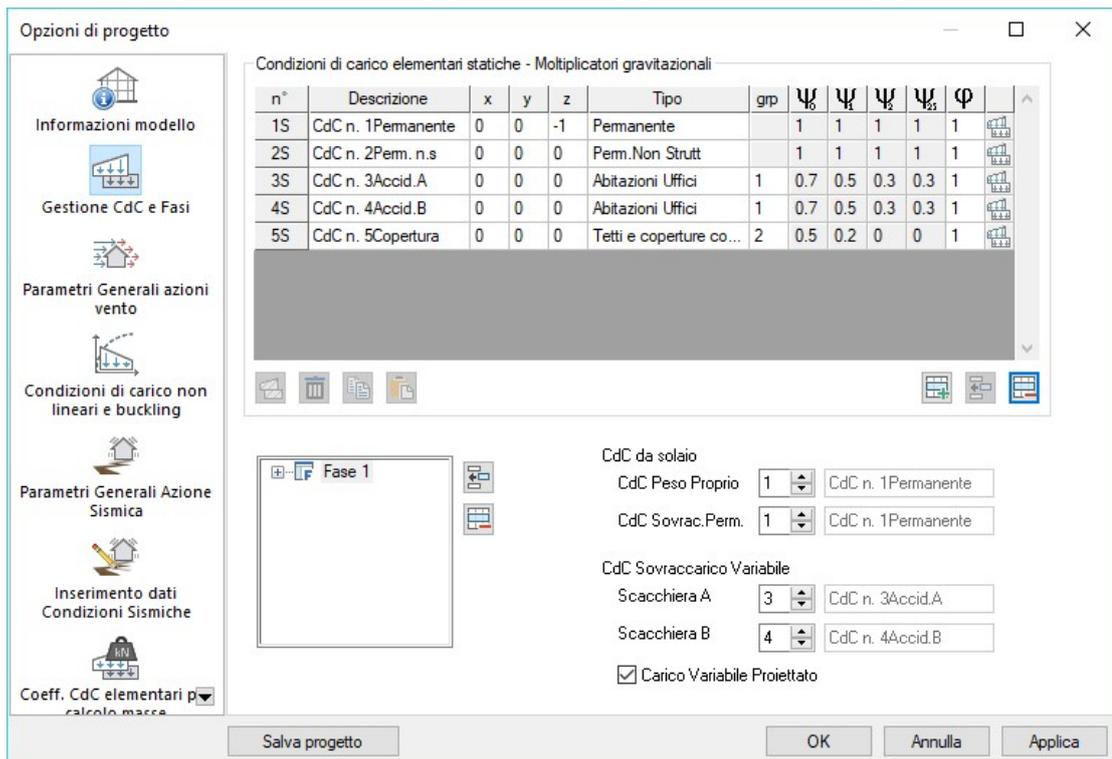


4.4. Configurazione e assegnazione delle condizioni di carico elementari

Dal menù “Dati Generali”, scegliamo “Opzioni generali”; quindi, selezioniamo “**Condizioni di carico elementari statiche e fasi...**” tra i riquadri presenti sulla sinistra della finestra di dialogo:



Nella finestra rileviamo la presenza di 5 condizioni di carico definite di default dal macrocomando come precedentemente descritto. Definiamo la condizione di carico elementare “2S” come permanente non strutturale, a tale fine rinominiamo la casella come “**CdC n. 2Perm. n.s.**” in “Descrizione”, e sotto la dicitura “Tipo” l’opzione “**Permanente non Strutturale**”.



In questo modo possiamo distinguere la tipologia di azioni presenti negli elementi (Permanenti strutturale, Permanenti non strutturali), associandole a condizioni di carico differenti (CdC n. 1 Permanente, CdC n. 2 Perm. n.s.).

Ricordiamo che per la verifica nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR), le condizioni di carico permanenti sono moltiplicate per un coefficiente γ_{G1} (coefficiente parziale del peso proprio della struttura) pari a 1.3, e le condizioni di carico permanenti non strutturali sono moltiplicate per un coefficiente γ_{G2} (coefficiente parziale del peso proprio degli elementi non strutturali) pari a 1.5.

Consideriamo:

- *Tamponamenti: Peso proprio (CdC n.2), Sovraccarico Perm (CdC n.1)*
- *Balconi: Peso proprio (CdC n.1), Sovraccarico Perm (CdC n.2)*
- *Copertura: Peso proprio (CdC n.1), Sovraccarico Perm (CdC n.2)*
- *Solaio tipo: Peso proprio (CdC n.1), Sovraccarico Perm (CdC n.2)*

- Vano scala/ ascensore: Peso proprio (CdC n.1), Sovraccarico Perm (CdC n.2).

Introduciamo una nuova condizione di carico elementare relativa al vano scale e al pianerottolo che definisce una serie di coefficienti di partecipazione per l'azione sismica.

Clicchiamo il pulsante “**Aggiungi condizione di carico**”, rispondiamo “sì” alla domanda successiva; in “Descrizione” digitiamo “**CdC n. 6 Scale e pianerottoli**” e scegliamo nel menù a tendina, riferito ai tipi di carico, la dicitura “**Magazzini, Archivi, Scale**”.

Opzioni di progetto

Condizioni di carico elementari statiche - Moltiplicatori gravitazionali

n°	Descrizione	x	y	z	Tipo	grp	Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_3	Φ
1S	CdC n. 1Permanente	0	0	-1	Permanente		1	1	1	1	1
2S	CdC n. 2Perm. n.s	0	0	0	Perm.Non Strutt		1	1	1	1	1
3S	CdC n. 3Accid.A	0	0	0	Abitazioni Uffici	1	0.7	0.5	0.3	0.3	1
4S	CdC n. 4Accid.B	0	0	0	Abitazioni Uffici	1	0.7	0.5	0.3	0.3	1
5S	CdC n. 5Copertura	0	0	0	Tetti e coperture co...	2	0.5	0.2	0	0	1
6S	CdC n. Scala e plane.	0	0	0	Magazzini, Archivi, S...	1	1	0.9	0.8	0.8	1

CdC da solaio

CdC Peso Proprio: 1 CdC n. 1Permanente

CdC Sovrac.Perm.: 1 CdC n. 1Permanente

CdC Sovraccarico Variabile

Scacchiera A: 3 CdC n. 3Accid.A

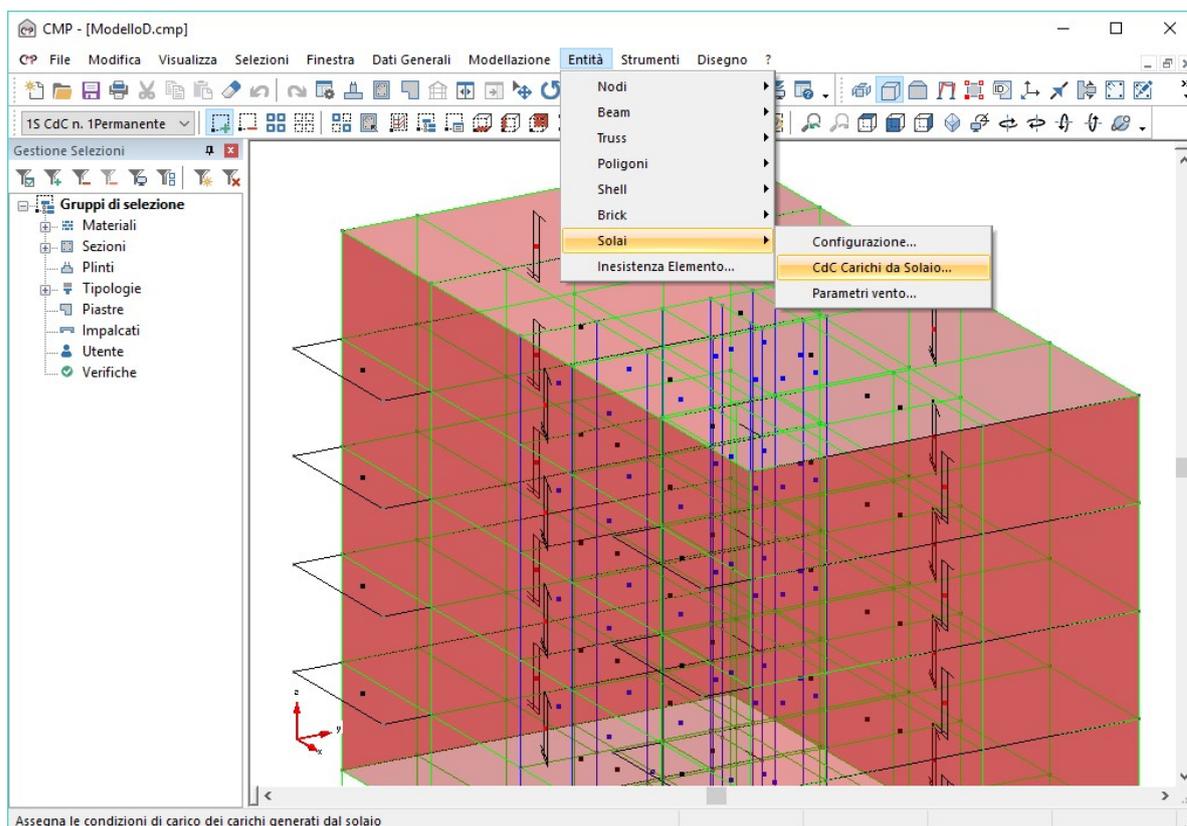
Scacchiera B: 4 CdC n. 4Accid.B

Carico Variabile Proiettato

Salva progetto OK Annulla Applica

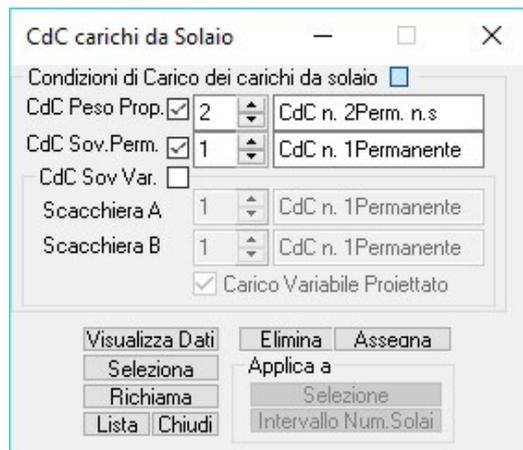
Affinché i carichi dei solai vadano nelle condizioni di carico corrispondenti, occorre assegnare opportuni “Dataset”. I solai inseriti con il macrocomando hanno già impostazioni automatiche. In particolare, i solai di piano scaricheranno i carichi secondo quanto indicato nello schema collocato nella parte in basso a destra del comando:

Premiamo il tasto “**Applica**”, quindi usciamo dal comando premendo il tasto “**Ok**”. Occorre ora modificare il “Dataset” degli altri solai (tamponamento, balcone, copertura, e vano scala). Tenendo selezionati tutti i tamponamenti, scegliamo dal menù “Entità” il comando “Solaio” e successivamente lo strumento “CdC Carichi da Solaio...”



Nella nuova finestra spuntiamo l’opzione “**Condizione di Carico dei carichi da solaio**”, e impostiamo su “**CdC Peso Prop.**” la condizione di carico “**CdC n.2Perm.n.s.**”, effettuiamo la stessa operazione per “**CdC Sov.Perm.**” associandola alla tipologia di carico “**CdC n.1Permanente**”.

Quindi clicchiamo i pulsanti “**Assegna**” e “**Applica a... Selezione**”, successivamente chiudiamo il dialogo.



Eseguiamo la stessa operazione per i solai di Balcone e Copertura.

*Per il solai del vano scale e dei pianerottoli, scegliamo l'opzione “**Condizione di Carico dei carichi da solaio**”, impostiamo nelle caselle relative a “Scacchiera A” e “Scacchiera B” la condizione di carico numero “6”, clicchiamo i pulsanti “Assegna” e “Applica a... Selezione”, successivamente chiudiamo il dialogo.*



Deselezioniamo il modello, accendiamo le entità non visibili e attiviamo la vista tridimensionale

*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**ModelloD**” contenuto nella cartella “**Tutorial2**”.*

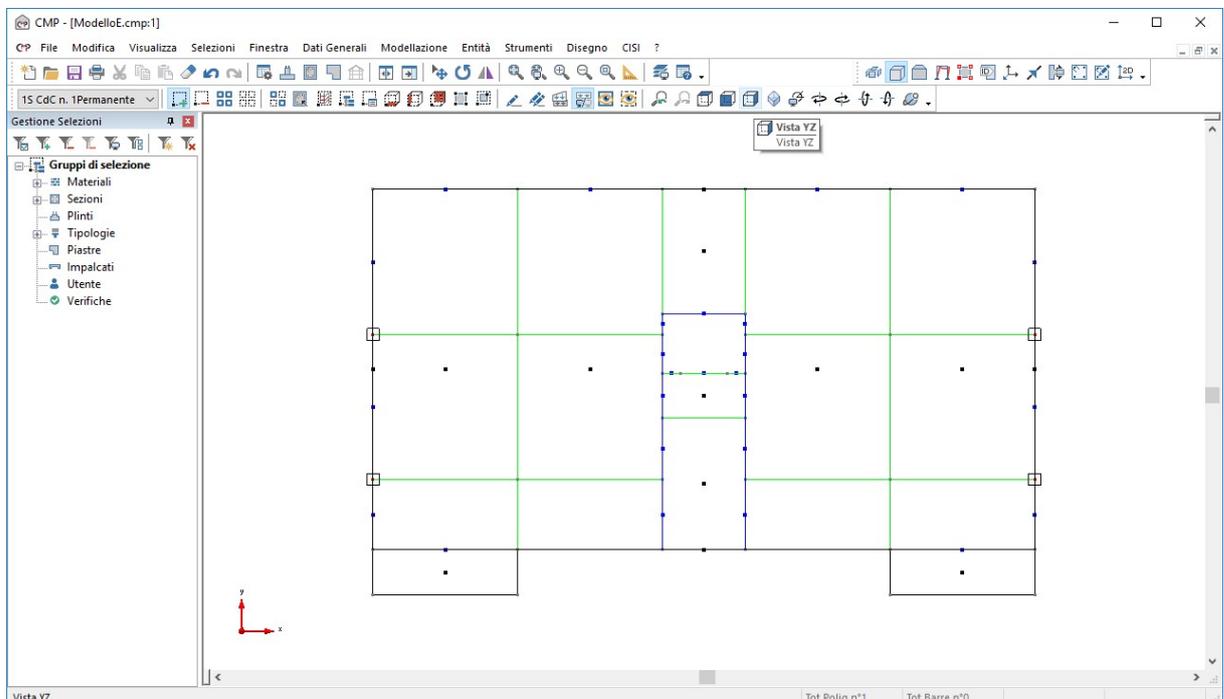
4.5. Configurazione dei Beam

In questo paragrafo andiamo ad assegnare ai beam inseriti i seguenti tipi di dati:

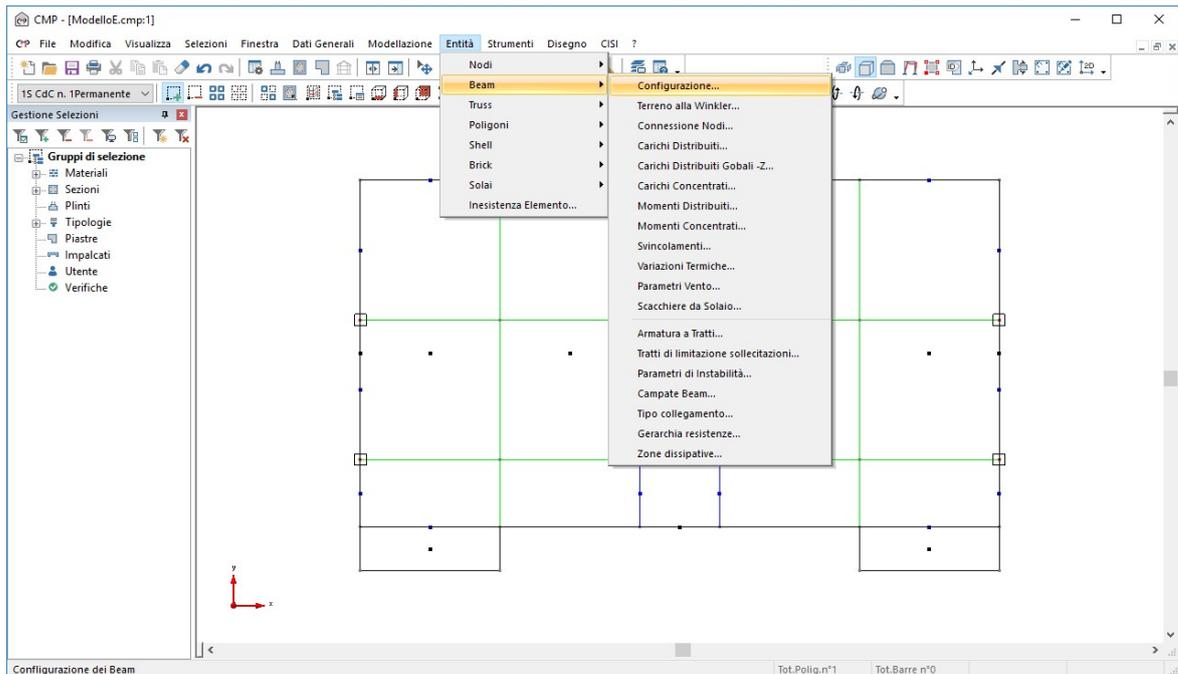
- *le sezioni trasversali create precedentemente;*
- *gli eventuali offset di posizione;*
- *l'orientamento del sistema di riferimento locale.*

4.5.1. Configurazione dei pilastri

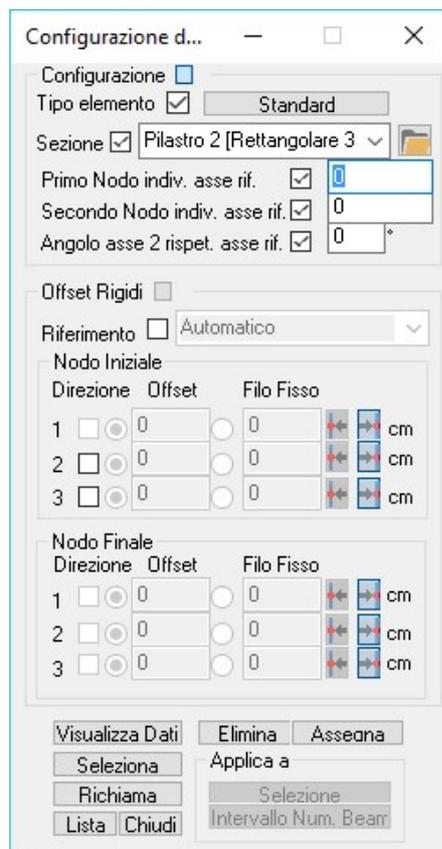
Portiamoci nella vista XY, attiviamo la vista solida (in modo da avere un controllo rapido visivo sulla geometria appena inserita) e selezioniamo tutti i pilastri lungo i lati corti (2, 3, 16, 17) creando una finestra di selezione tenendo cliccato il pulsante sinistro del mouse dall'angolo in alto a sinistra a quello in basso a destra.



Dal menù “Entità” entriamo in “Beam” e scegliamo “Configurazione...”.



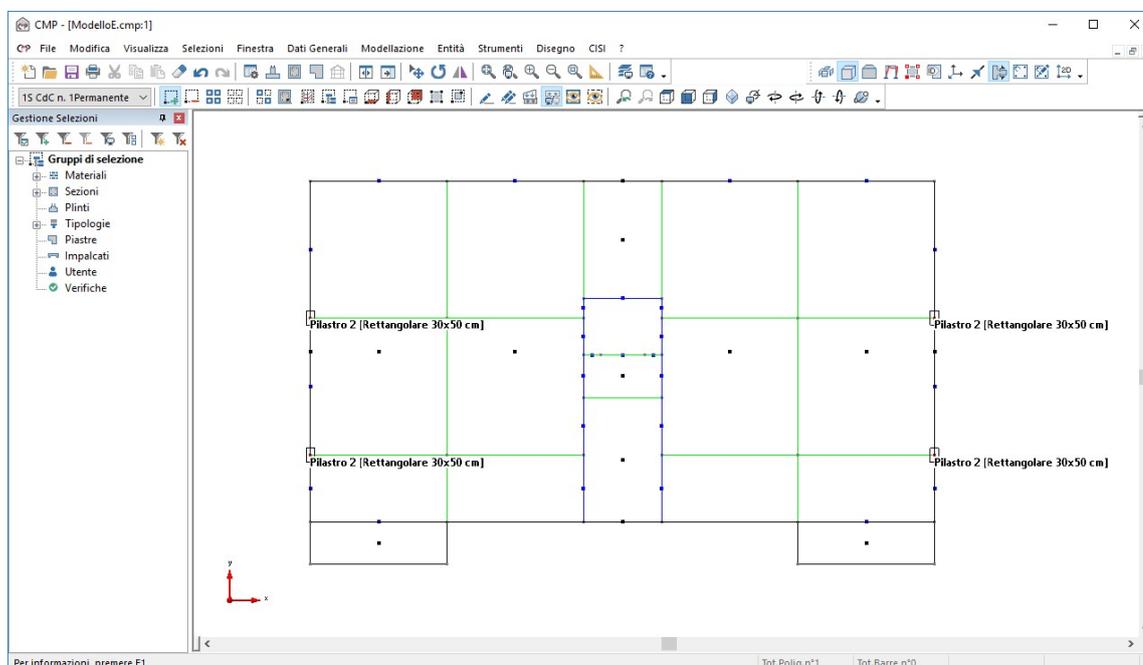
Nella nuova finestra spuntiamo l'opzione **“Configurazione”**, nel menù a tendina riferito alla **“Sezione”** impostiamo **“Pilastro 2 [30x50 cm]”**, premiamo i tasti **“Assegna a... Selezione”** senza chiudere.



Per un controllo più approfondito dei dati appena inseriti è possibile effettuare

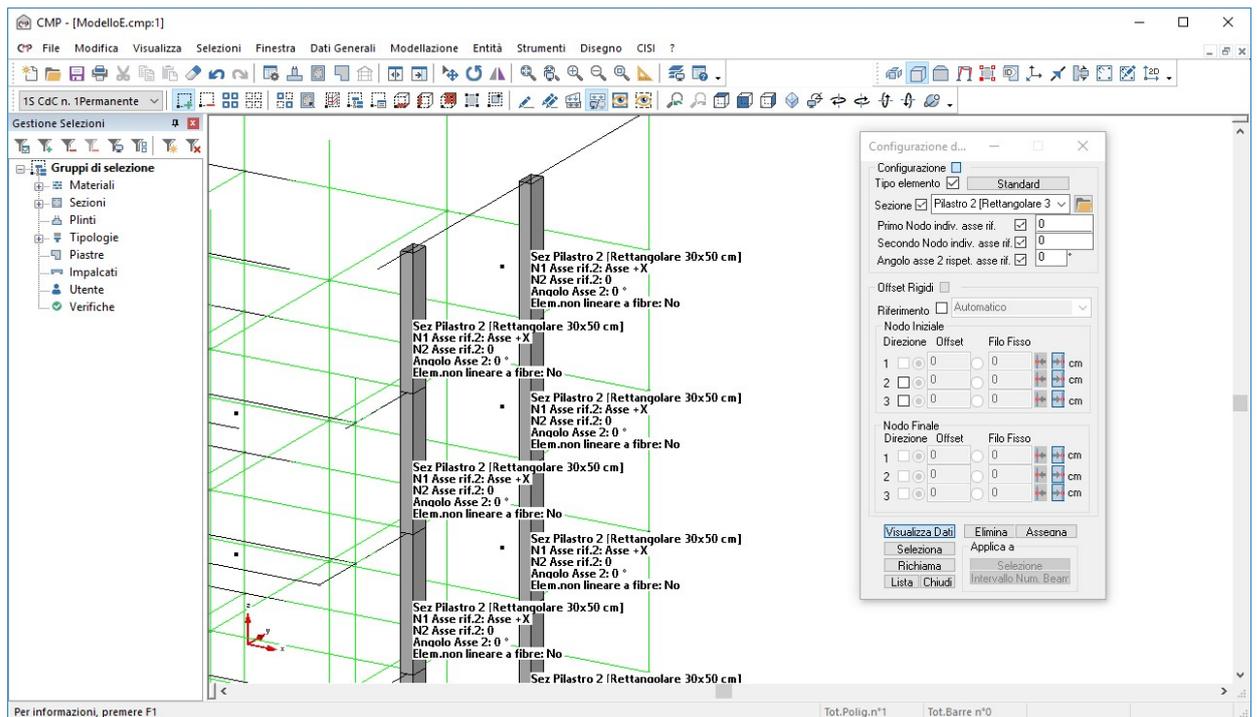
le seguenti operazioni:

- a) cliccare il pulsante **“Visualizza le sezioni attribuite a ciascun Beam”** della **BARRA DEI COMANDI**.

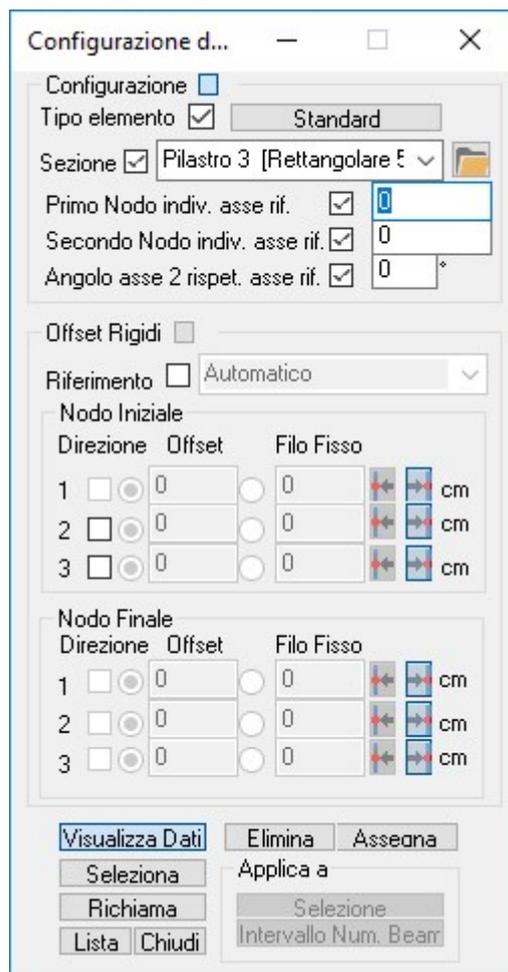


Questo comando permette di visualizzare le sezioni attribuite agli elementi selezionati; al termine del controllo è possibile rimuovere questa opzione cliccando ancora sul pulsante appena introdotto.

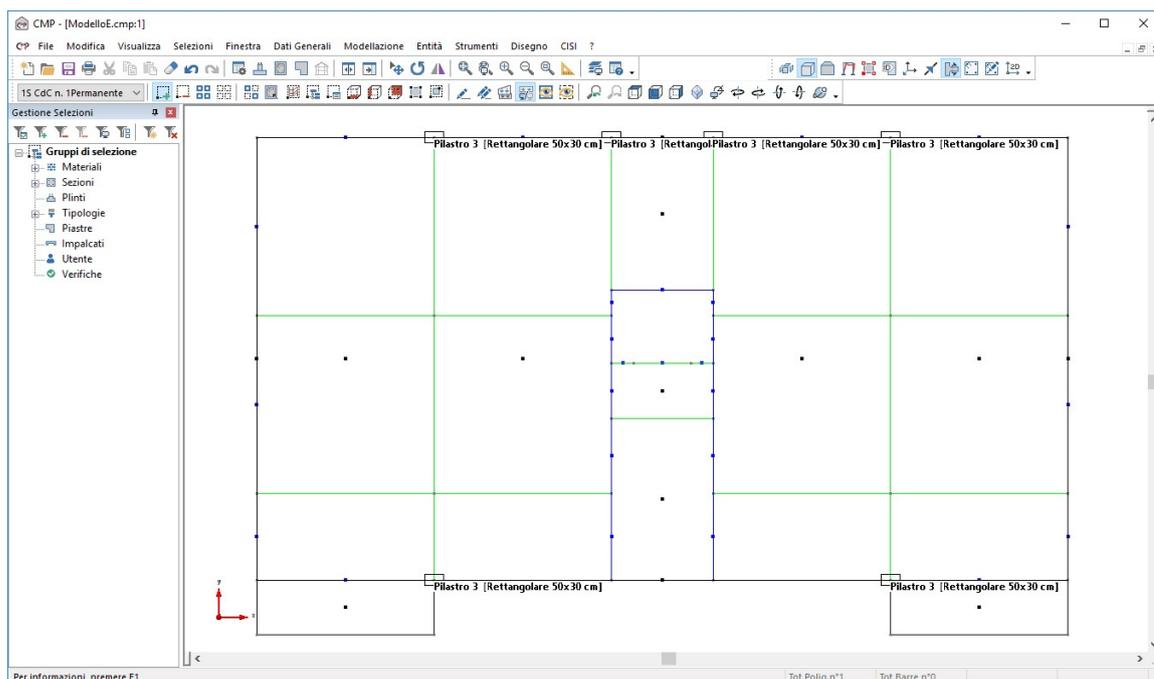
- b) Premendo il tasto **“Visualizza Dati”** nella finestra **“Configurazione dei Beam”** è possibile visualizzare le proprietà associate agli elementi beam selezionati. Disattivare l’opzione a controllo eseguito.



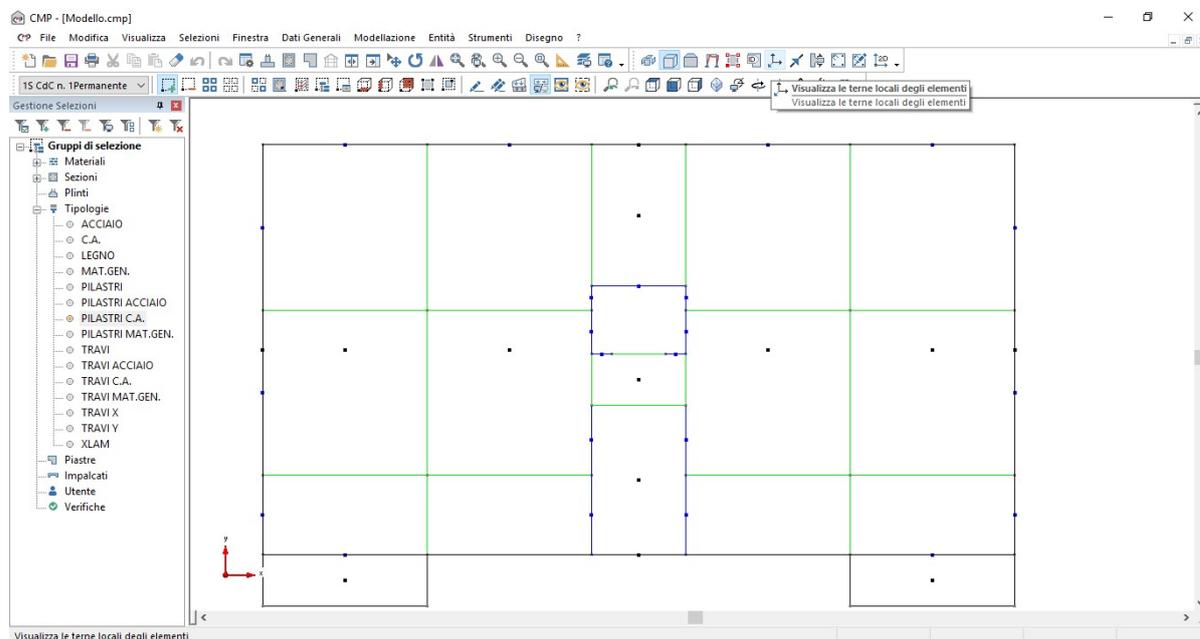
Deselezioniamo il modello, disattiviamo l'opzione "Assegna", selezioniamo i pilastri: 8, 9, 10, 14, 5 e 11. scegliamo il "Pilastro 3 [50x30 cm]", infine, assegniamo le impostazioni inserite e chiudiamo il dialogo.



Per ridisegnare il modello e visualizzare le modifiche apportate, cliccare il tasto **“Ridisegna tutto”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.



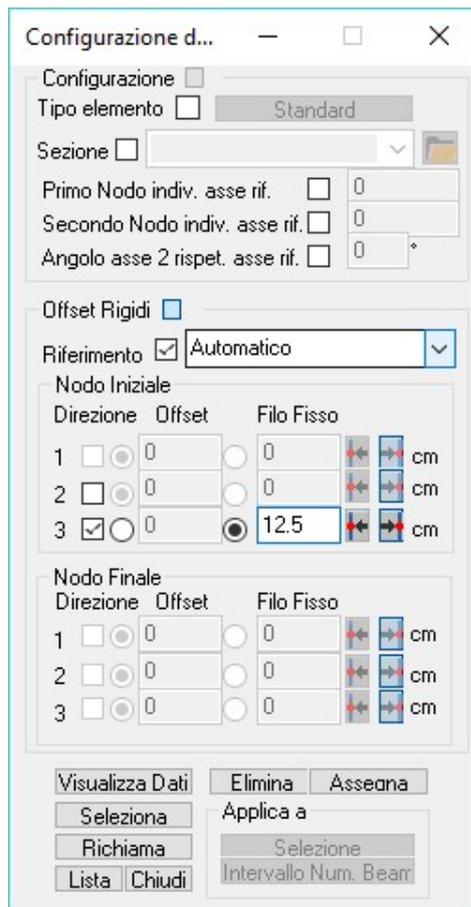
*In ogni momento è possibile visualizzare il sistema di riferimento locale dell'elemento selezionato cliccando sul tasto “Visualizza le terne locali degli elementi” della **BARRA DEI COMANDI**.*



4.5.2. Assegnazione del filo fisso estradosso solaio

In CMP è possibile assegnare, agli elementi Beam, un offset geometrico. Tale comando permette l'allineamento degli elementi a dei fili fissi prestabiliti dall'utente. Il vantaggio di tale procedura consiste nella realizzazione di disegni esecutivi aventi tutte le entità nelle esatte posizioni spaziali.

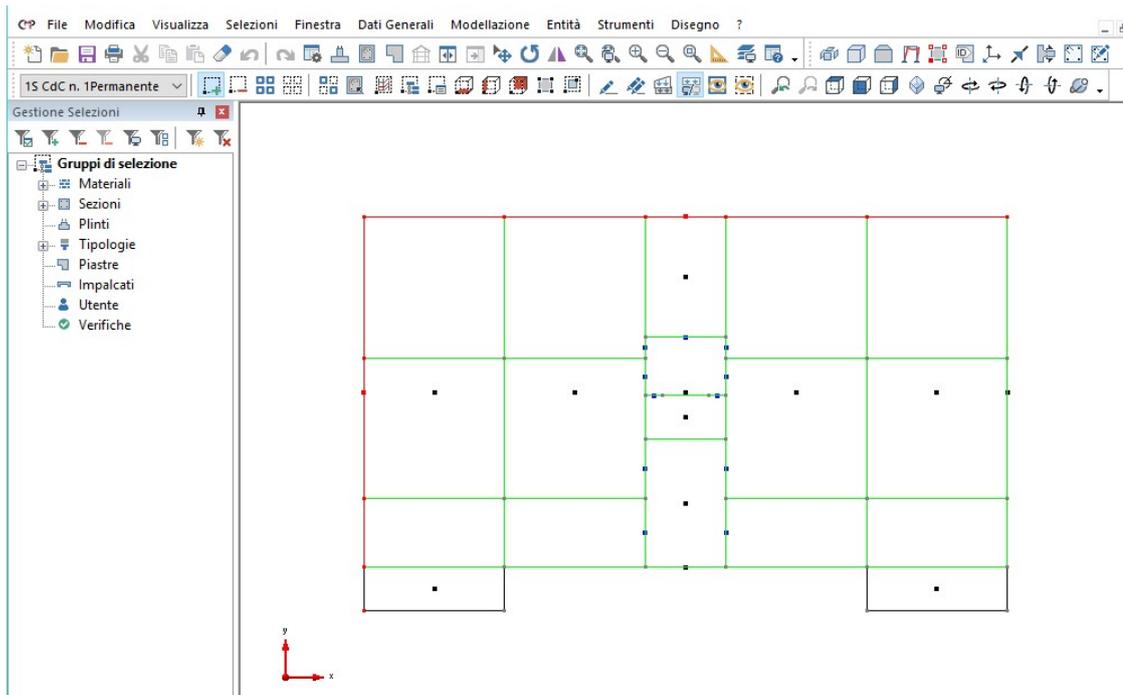
Deselezioniamo il modello e portiamoci in vista 3D. Selezioniamo tutti i piani eccetto quello contenente le fondazioni. Apriamo la finestra di dialogo relativa alla configurazione degli elementi beam, attiviamo l'opzione “Direzione 3” nella sezione “Nodo Iniziale”. Nella casella relativa a “Filo Fisso” introdurre il valore “12.5” e assegnare le impostazioni alle entità selezionate.



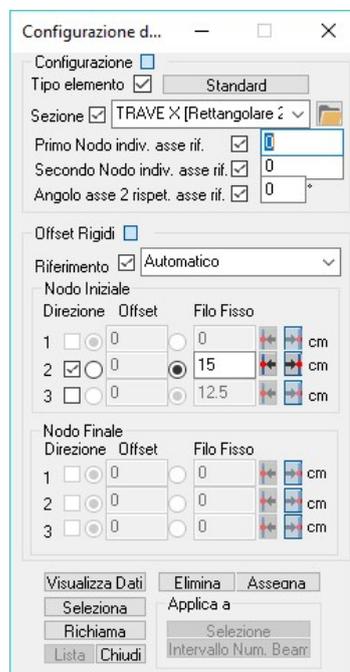
Nota: il valore “12.5” rappresenta la distanza tra gli elementi di piano (nodi e beam) e l’estradosso del solaio. L’ipotesi iniziale consiste nel considerare il posizionamento degli elementi di piano in corrispondenza del baricentro del solaio, avente spessore pari a 25 cm.

4.5.3. Configurazione della “TRAVE X [25x50 cm]”

Deselezionare il modello, visualizziamo tutto eccetto i piani delle fondazioni e terra, impostare la vista XY. Selezioniamo le travate: 1-4, 4-18.

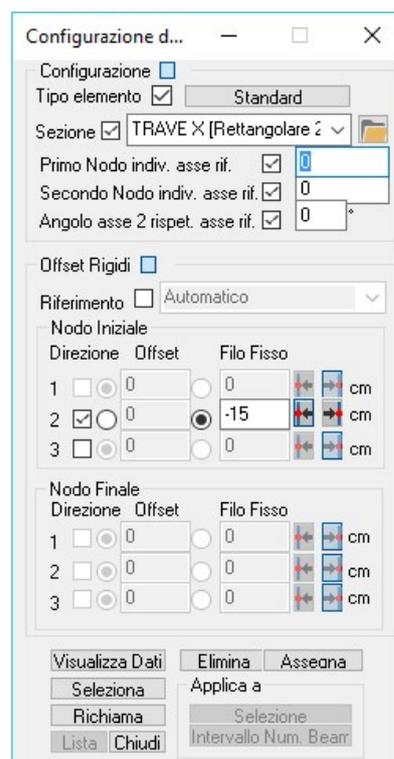
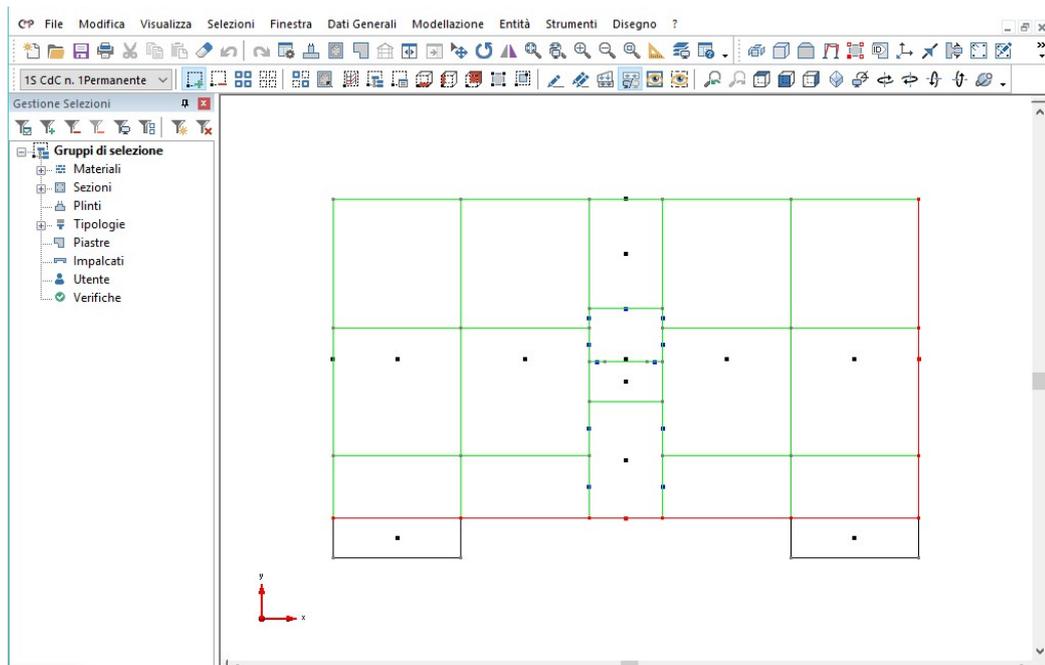


Dal menù “Configurazione dei Beam” spuntiamo “Configurazione”, scegliamo “TRAVE X [25x50 cm]”, nella sezione “Nodo Iniziale” spuntiamo “2” e digitiamo nella casella relativa al “Filo Fisso” il valore “15”. Assegniamo le impostazioni alla selezione senza chiudere il dialogo.



Nota: impostando il seguente filo fisso otteniamo come risultato finale l’allineamento delle travi al filo esterno dei pilastri.

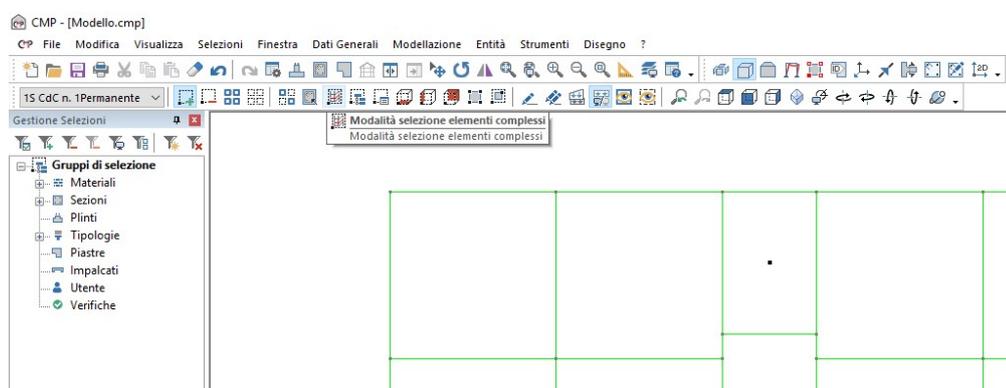
Senza chiudere la finestra di configurazione, deseleggiamo il modello, selezioniamo le altre travate di bordo (1-15, 15-18), applichiamo le impostazioni precedenti ricordandoci di cambiare il lato di riferimento del filo fisso cliccando sul pulsante a fianco della casella come riportato in figura e il valore dell'offset in “-15”.



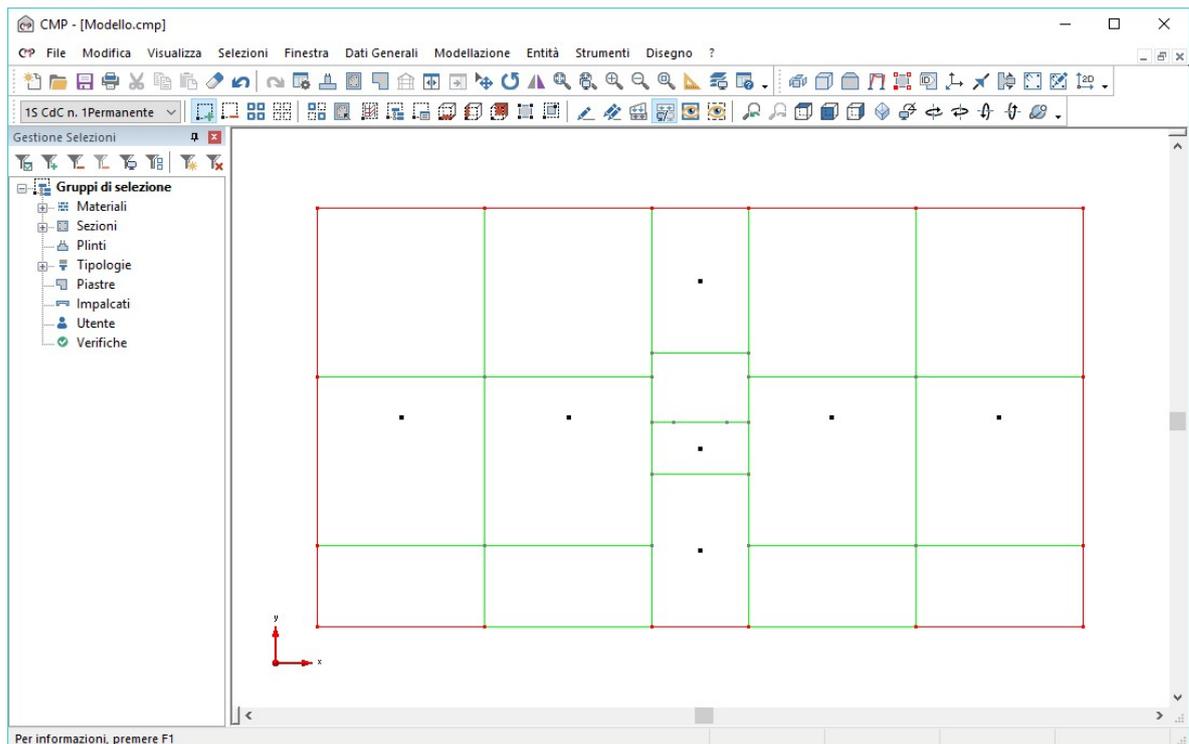
Il filo fisso del beam è definito sul lato con orientazione positiva del sistema di riferimento locale. Per questo motivo le travi di sinistra necessitano di una traslazione differente rispetto a quelle di destra. Applichiamo le configurazioni e chiudiamo la finestra.

4.5.4. Configurazione del “Cordolo Fittizio [30x25 cm]”

*Ora, deselezioniamo tutto, accendiamo gli elementi invisibili e selezioniamo le seguenti travi, relativi al solo piano terra: 5-1, 1-4, 4-18, 18-15, 15-11 e A-P. Può risultare utile, al fine di una migliore visualizzazione, porsi in vista XY. Un ulteriore metodo di selezione molto efficace è quello che viene attivato dall'utilizzo del pulsante “**Modalità selezione elementi complessi**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**.*



Con tale strumento è possibile selezionare le travate 1-4, 4-18 e 15-18 semplicemente eseguendo tre click. Le rimanenti selezioni (1-5, A-P e 11-15) devono essere eseguite singolarmente disattivando il comando appena introdotto.



*Assegniamo a questi elementi la sezione “**Cordolo Fittizio [30x25 cm]**”.*

4.5.5. Configurazione dei restanti elementi beam nei piani in elevazione

*Passiamo a selezionare solo gli elementi **5-A** e **P-11**, in modo da assegnare loro la sezione “**Trave 4 [30x50 cm]**”.*

*Lavoriamo ora con il modello in vista XY, nel quale sono state nascoste tutte le entità relative al piano contenente le fondazioni. Applichiamo alle travate **3-F**, **I-17**, **2-B** e **O-16** la sezione “**Trave Fittizia [50x25 cm]**”.*

*Nota 1: per effettuare la selezione, in questo caso, non è consentito l'utilizzo del comando “**Modalità selezione elementi complessi**”, in quanto esso seleziona solo una travata appartenente ad un piano. Nel nostro caso siamo in presenza di 6 piani sovrapposti.*

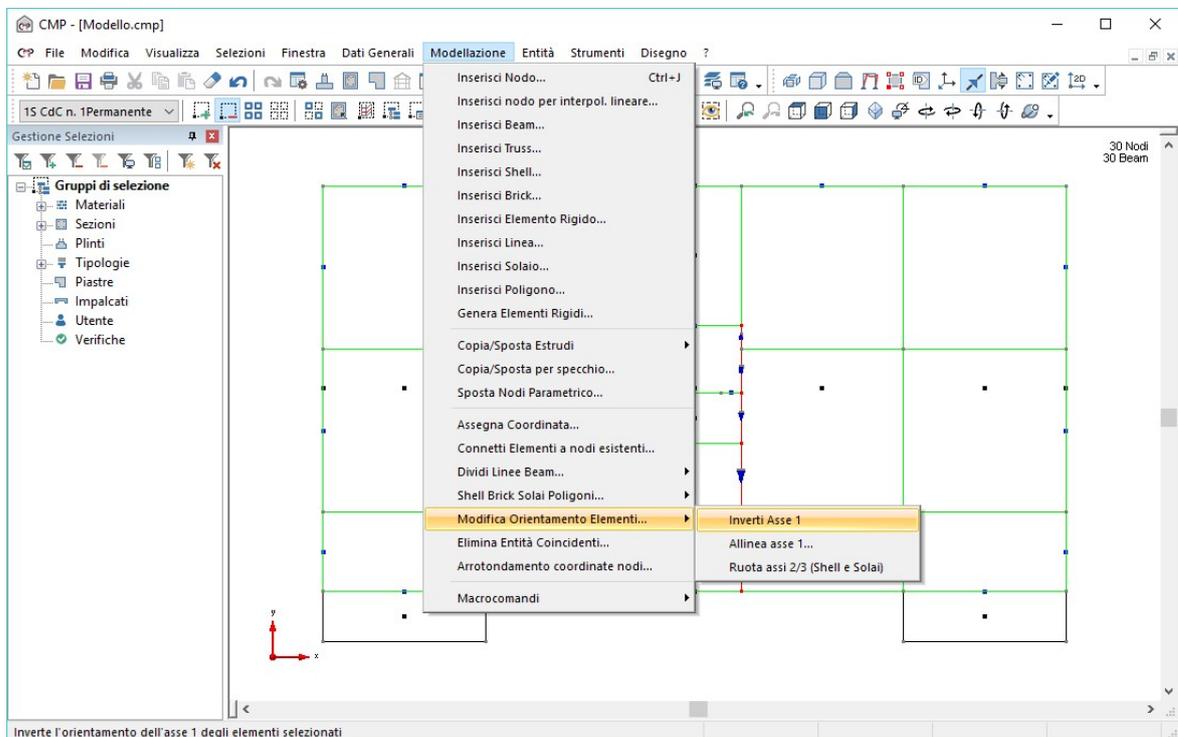
Nota 2: Come precedentemente riportato, abbiamo scelto di inserire la trave fittizia in corrispondenza dei pilastri, in modo da schematizzare il comportamento a telaio indotto dalla presenza del solaio.

Configuriamo gli elementi **E-M** abbinando loro la sezione “**Trave 3 [25x60 cm]**” e quelli **D-E** e **M-L** associando loro la sezione “**Trave 3 Fittizia [25x60 cm]**”.

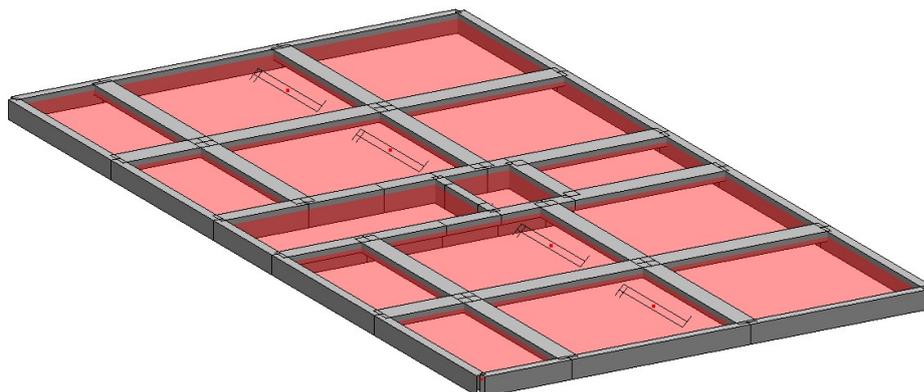
Impostiamo agli elementi **C-N** la sezione “**Trave 5 [50x25 cm]**”.

Configuriamo gli elementi **C-D** e **L-N** assegnando loro la sezione “**Trave L**” e quelli **A-C**, **D-G**, **G-H**, **H-L** e **N-P** attribuendo la sezione “**Trave L Fittizia**”.

Gli elementi riferiti alla travata **H-P** sono da ruotare di “**180°**”; a tal scopo, dal menù “**Modellazione**” scegliamo il comando “**Inverti Asse 1**” da “**Modifica Orientamento Elementi...**”, dopo averli selezionati.



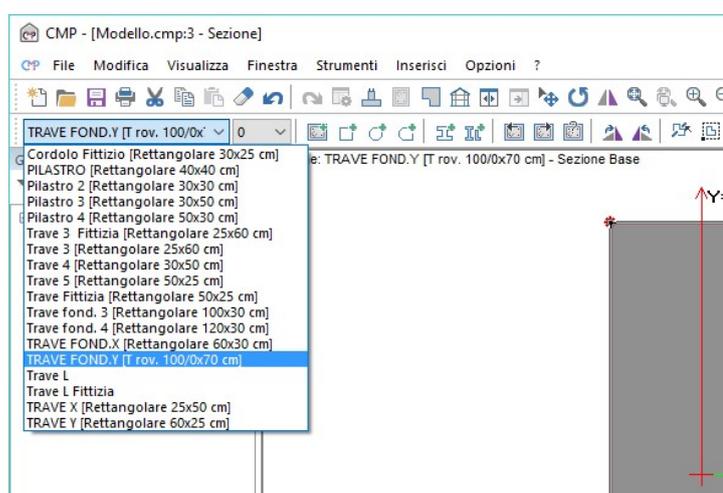
Come controllo parziale può risultare utile selezionare il piano di copertura, attivando la vista solida e confrontare il risultato con l'immagine seguente.



4.5.6. Configurazione delle fondazioni

Come esercizio lasciamo all'utente la parte di modellazione relativa all'assegnazione delle sezioni agli elementi beam contenuti nel piano delle fondazioni.

Dopo aver assegnato le sezioni, rimane da risolvere l'impostazione della trave a "T" rovescio. Portiamoci nella **"FINESTRA SEZIONI"** tramite l'apposito comando, selezioniamo dal menù a tendina della **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONE** la sezione **"TRAVE FOND.Y [100/0x70 cm]"**, selezioniamola cliccandola sul bordo e premiamo il pulsante **"Muovi selezione"** analogo a quello nella **"FINESTRA MODELLO"**.



Nella nuova finestra inseriamo i seguenti valori: **Punto Iniziale**≡(0; 0) e **Punto**

Finale=(0; 20).

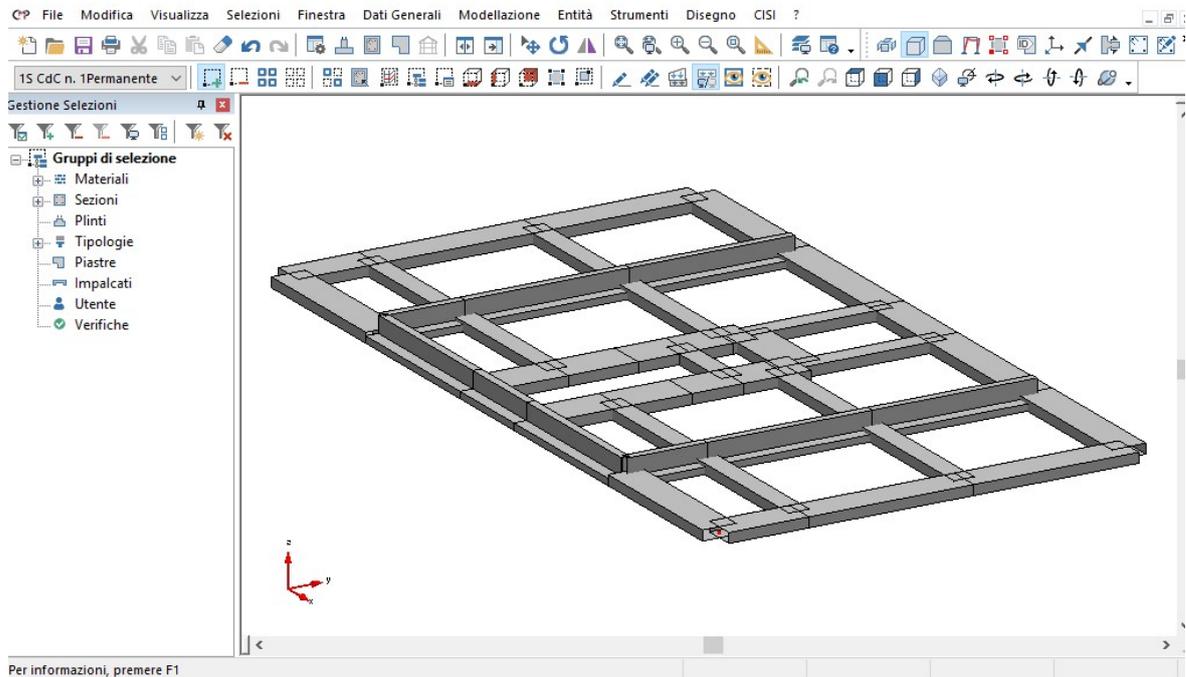


Punto Iniziale		Punto Finale	
X:	0 cm	X:	0 cm
Y:	0 cm	Y:	20 cm

Chiudi Applica

Nota: avendo spostato il riferimento secondario della sezione, abbiamo allineato le travi a “T” rovescio all’altezza dei cordoli di collegamento in modo che il piano di contatto struttura/terreno sia lo stesso per tutti gli elementi di fondazione.

Torniamo alla “FINESTRA MODELLO” e selezioniamo solo il piano relativo alle fondazioni, attiviamo la vista tridimensionale e quella solida; il risultato, così ottenuto, viene riportato nell’immagine seguente.



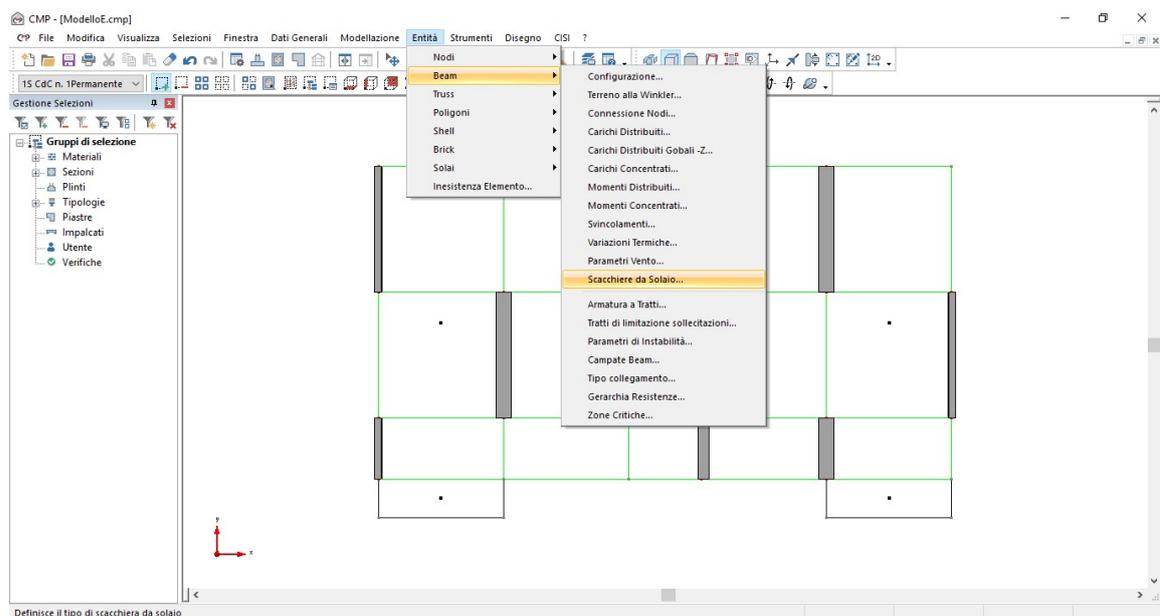
Accendiamo tutte le entità non visualizzate e portiamo il modello nella vista tridimensionale deselegionando ogni suo elemento.

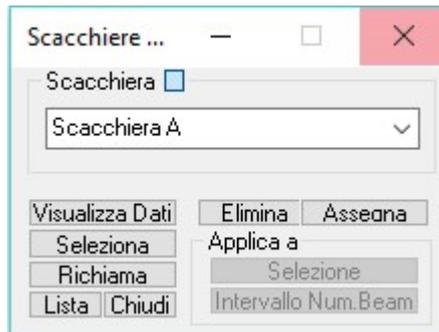
Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**ModelloE**” contenuto nella cartella “**Tutorial2**”.

4.6. Condizioni di caricamento Beam

CMP, al fine di ottenere le condizioni più gravose per ogni elemento, include l'opzione di scacchiera dei carichi. Tale impostazione ci permette di stabilire la distribuzione dei carichi che i solai scaricano sulle travi, in modo da riuscire a massimizzare i valori delle sollecitazioni. Nel caso specifico di trave su più appoggi siamo in grado di massimizzare sia i valori del momento positivo, sia quelli del momento negativo.

Nel nostro caso, visualizziamo solo il piano terra, il secondo e il quarto, portiamoci in pianta XY. Attiviamo la vista solida ed andiamo a selezionare solo gli elementi beam che interessano allo scopo: **1-2, 3-4, 6-7, 9-G, F-D, C-B, H-I, L-N, O-P, 13-14, 11-12 e 16-17**. Dal menù “Entità”, scegliamo “**Beam...**” e ancora “**Scacchiere da Solaio...**”; nella finestra relativa attiviamo l'opzione “**Scacchiera**”, scegliamo la “**Scacchiera A**” e assegniamola alla selezione.

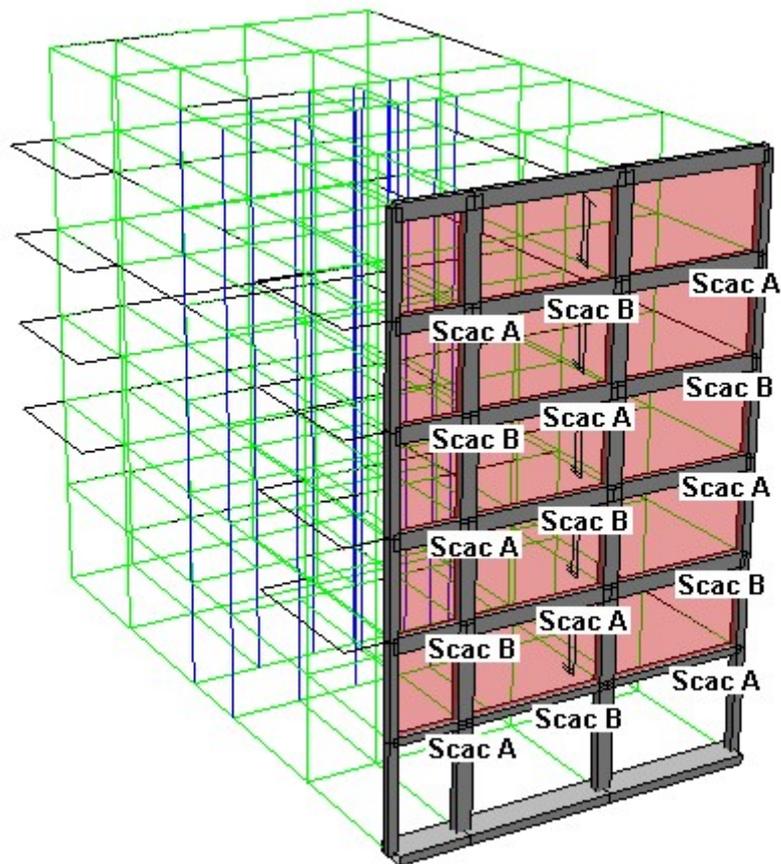




Analogamente, selezioniamo tutti gli altri beam non considerati precedentemente ed assegniamo loro la “**Scacchiera B**”.

Ora rendiamo visibili il primo piano e il terzo; ripetiamo le operazioni precedentemente introdotte in modo da applicare le scacchiere A e B anche ai restanti elementi. In questo caso, invertiamo le scacchiere in modo da sfalsarle anche in verticale, quindi applichiamo alla prima selezione la scacchiera B e alla seconda selezione quella A.

Nota 1: per il calcolo delle sollecitazioni delle travi abbiamo distribuito i carichi sfalsando le scacchiere sul piano. Analogamente, per ottenere le sollecitazioni massime sui pilastri, derivanti dai carichi verticali in campata, abbiamo sfalsato le scacchiere anche da un piano all’altro, ottenendo una distribuzione analoga a quanto segue.



Nota 2: In copertura non è necessaria l'assegnazione di alcuna scacchiera, in quanto, si ritiene il carico da neve costante su tutta la superficie. Il programma, di default, abbina agli elementi beam di copertura la “Scacchiera A”; in questo modo il carico si distribuisce uniformemente su tutta l'area interessata. In assenza di definizione da parte dell'utente, i carichi sono distribuiti uniformemente.

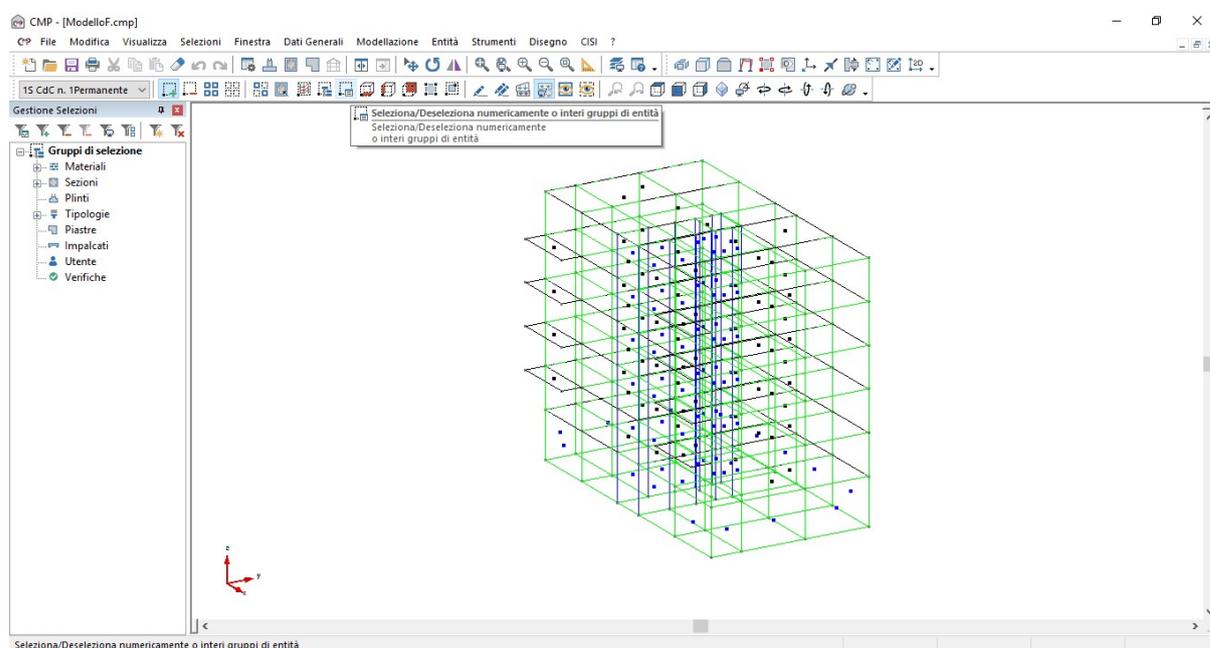
Riaccendiamo le entità nascoste, riportiamo il modello nella vista 3D e deselezioniamolo.

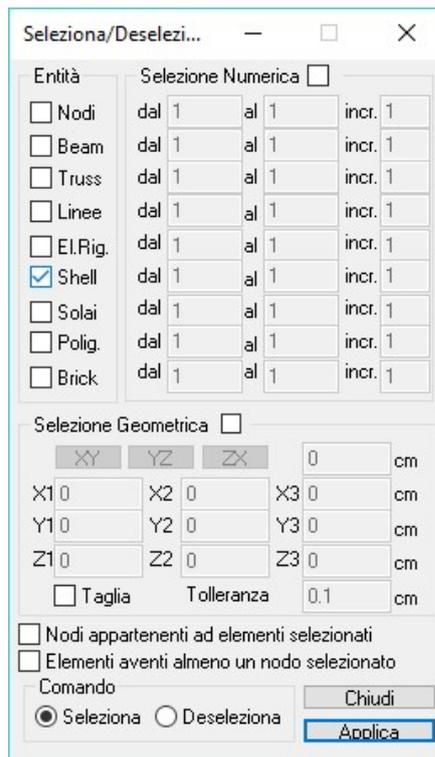
Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “ModelloF” contenuto nella cartella “Tutorial2”.

4.7. Configurazione degli elementi Shell

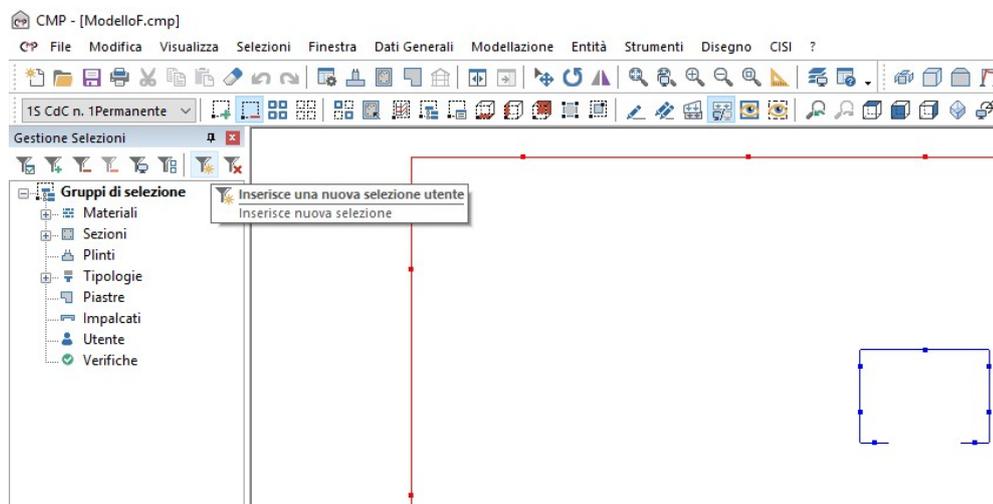
Per l'inserimento delle proprietà da attribuire agli elementi shell, decidiamo di avvalerci di un metodo molto veloce di selezionamento. In tal modo potremo servirci di questo sistema anche nel caso di recupero delle informazioni, quali le sollecitazioni e gli spostamenti.

Clicchiamo sul pulsante **“Seleziona\Deseleziona numericamente o interi gruppi di entità”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**; nella finestra di dialogo spuntiamo **“Shell”** in **“Entità”**, premiamo il tasto **“Applica”** e chiudiamo.

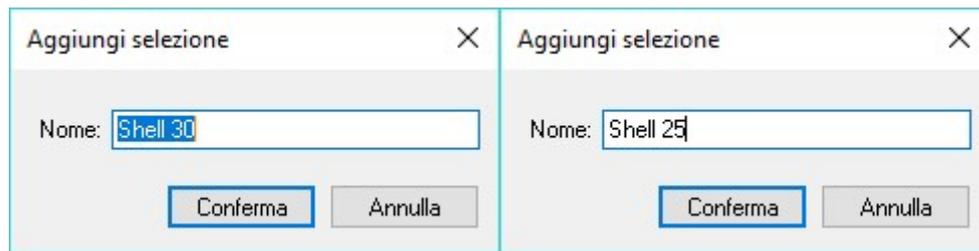




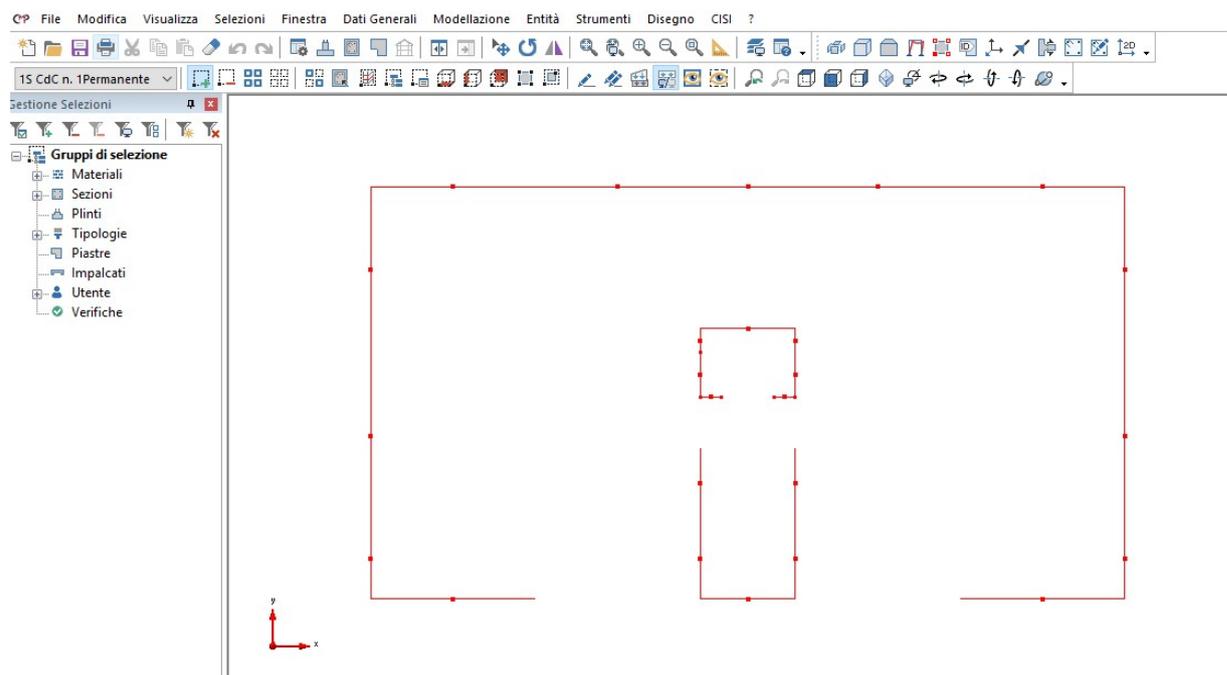
*Spegniamo le entità non selezionate e, portandoci in pianta, deseleggiamo gli shell rappresentanti i vani scale e ascensore. Clicchiamo il tasto “**Inserisce nuova selezione utente**” dal comando **GESTIONE SELEZIONI**.*



*Nella nuova finestra digitiamo “**Shell 30**” in “Nome Selezione” e clicchiamo il pulsante “**Salva**”. In questo modo, agli elementi selezionati, è assegnata automaticamente la sezione appena creata. Senza chiudere, selezioniamo solo gli shell relative ai vani scale e ascensore, digitiamo “**Shell 25**” e premiamo il tasto “**Salva**” e chiudiamo il dialogo.*



Dopo aver creato questi gruppi di selezione passiamo alla configurazione degli Shell. Dal menù “Entità” selezioniamo “Shell” e successivamente “Configurazione...”.



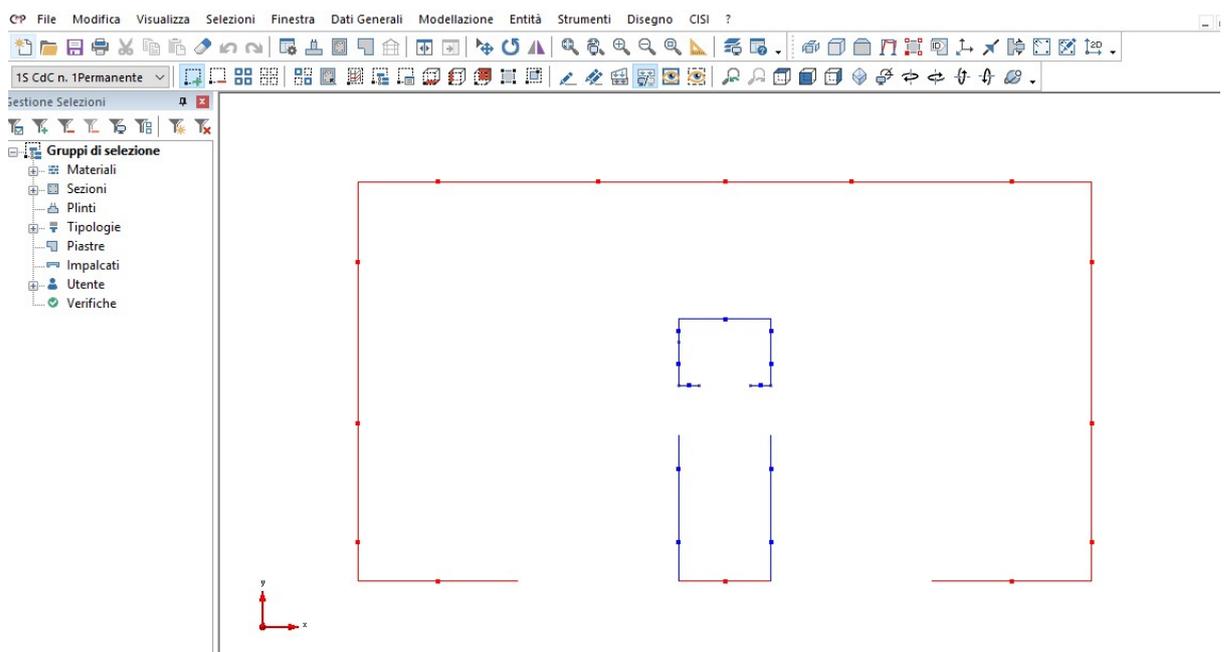
Si aprirà una nuova finestra di dialogo “Configurazione degli...”; spuntiamo l’opzione “Configurazione” che rende attivi i possibili campi di scelta. Accettiamo la configurazione di “Shell Standard + vincolo Drill”, mentre andiamo ad assegnare “C25/30” come “materiale” di riferimento. Come ultimo parametro definiamo uno “Spessore Membranale” pari a 25 cm. Come già effettuato per altri elementi, assegniamo queste impostazioni alla selezione, tramite gli appositi pulsanti della finestra.

Nota: l’utilizzo del vincolo Drill nella definizione degli Shell elimina la labilità rotazionale attorno alla normale di tali elementi. Per maggiori informazioni

consultare il manuale utente del solutore utilizzato.



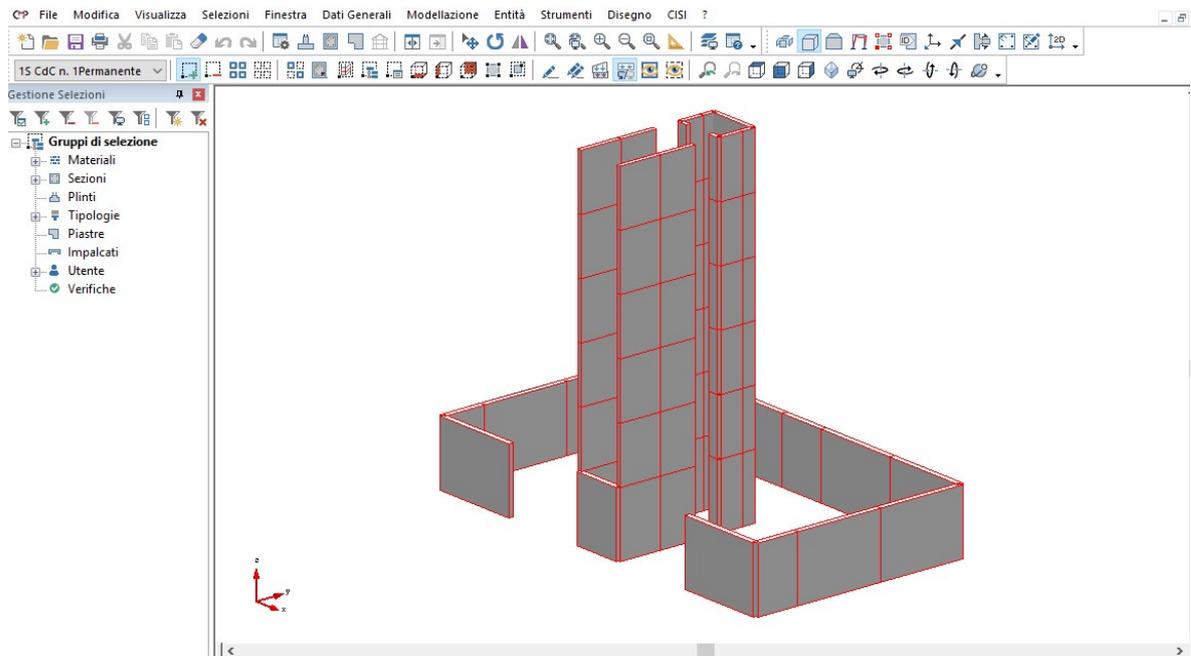
*Senza chiudere la finestra, deseleggiamo il modello e tramite il comando “**Gestione selezioni**” andiamo a richiamare la selezione “**Shell 30**” precedentemente creata, utilizzando il comando “**carica selezione**”.*



Ritornando nella finestra di configurazione modifichiamo solo lo spessore

membranale che questa volta sarà pari a “30” cm e procediamo con la sua assegnazione. Una volta completata questa operazione si può chiudere la finestra di dialogo.

Selezioniamo tutti gli elementi visibili e visualizziamo la vista solida tridimensionale “Vista XYZ” per verificare l’avvenuta configurazione.

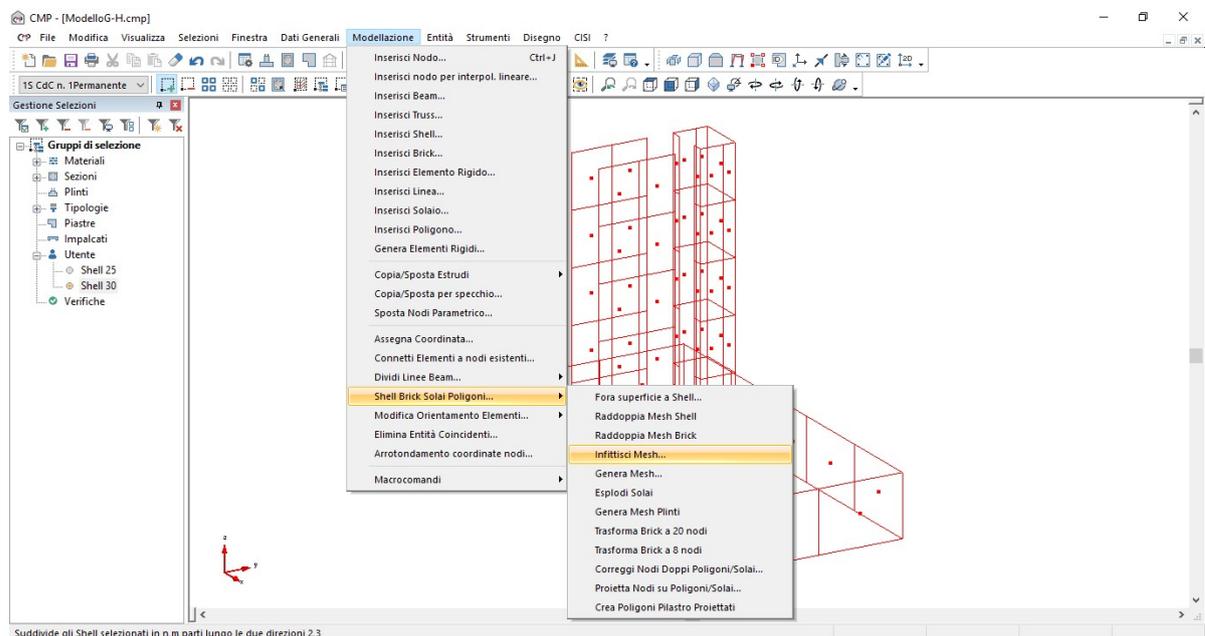


Riattiviamo le parti non visibili, togliamo l’opzione di “vista solida” e deseleggiamo l’intero modello. Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “ModelloG” contenuto nella cartella “Tutorial2”.

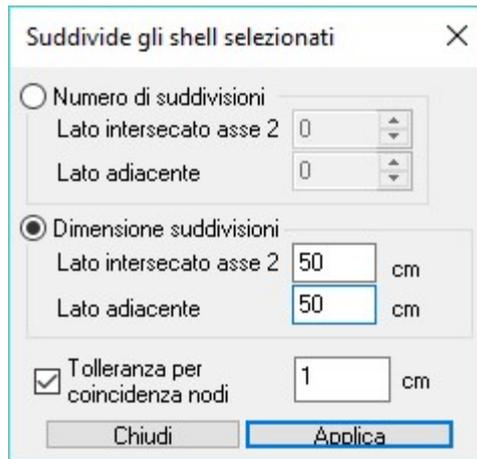
4.8. Rimesatura degli elementi Shell

Dopo aver definito la configurazione degli elementi shell, li selezioniamo cliccando sul pulsante **“Seleziona/Deseleziona numericamente o interi gruppi di entità”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI MODELLO**; nella finestra di dialogo spuntiamo **“Shell”** in **“Entità”**, premiamo il tasto **“Applica”** e chiudiamo. Spegniamo le entità non selezionate tramite l'apposito comando.

Dal Menù **“Modellazione”** selezioniamo **“Shell Brick Solai Poligoni...”** e successivamente **“Infittisci Mesh...”**.



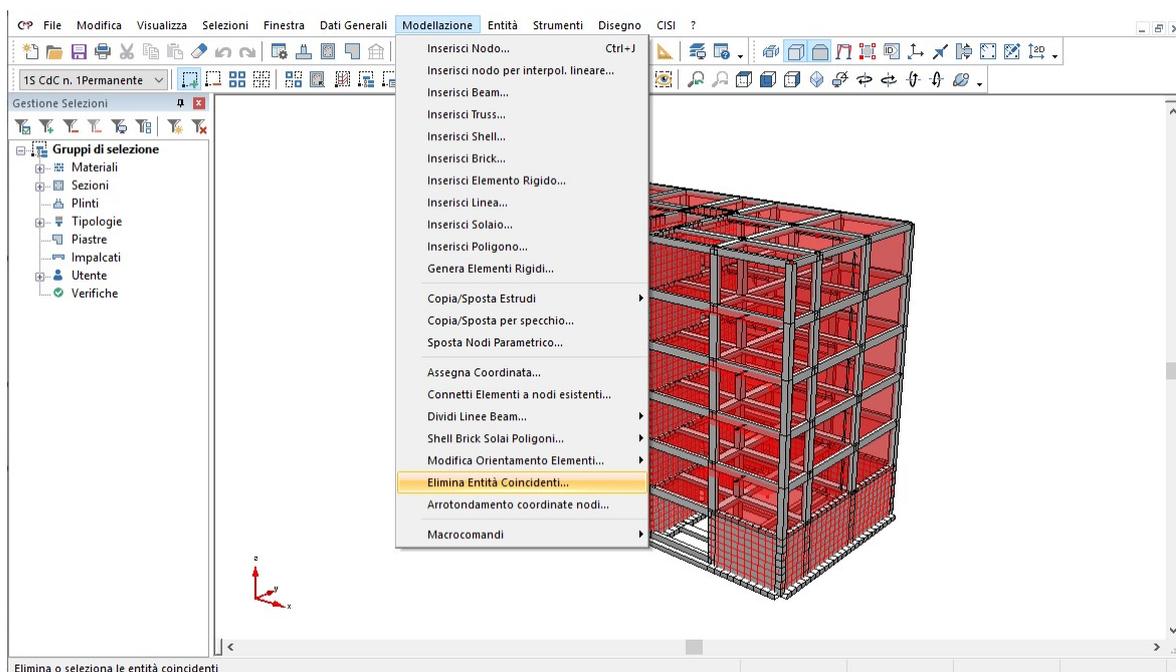
Si apre la finestra di dialogo **“Suddivide gli shell selezionati”**; in questa finestra andiamo a spuntare l'opzione **“Dimensione suddivisioni”** e digitare **“50”** in entrambi gli spazi di scelta. Spuntiamo anche l'opzione **“Tolleranza per coincidenza nodi”** inserendo **1 cm**. In questo modo abbiamo definito una dimensione massima per gli elementi che consente di ottenere una maggiore precisione di calcolo.



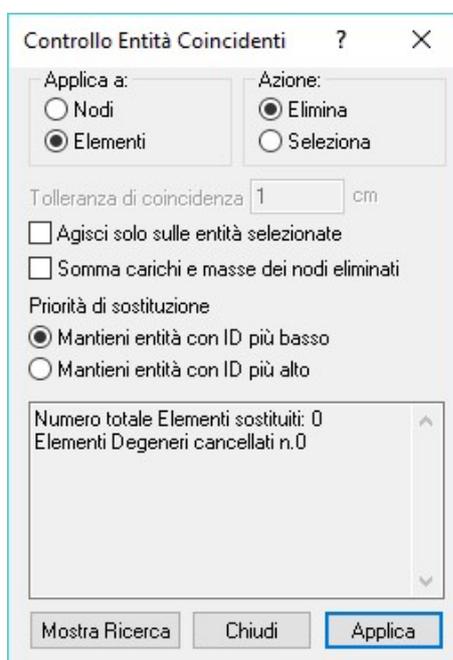
Dopo aver definito la dimensione degli shell dobbiamo riconnettere gli elementi che sono stati realizzati. Riattiviamo le parti nascoste, mettiamoci in vista tridimensionale e selezioniamo tutto il modello.

*Dal Menù “Modellazione” selezioniamo “**Connetti elementi a nodi esistenti**”, e spuntiamo le opzioni “**Mantieni le coordinate dei nodi**” e “**Beam/Truss**”. Introduciamo una tolleranza di 2 mm e completiamo l’operazione con applica.*

*E’ consigliabile, a questo punto, verificare il modello eliminando gli eventuali elementi coincidenti creati durante la modellazione. L’operazione si esegue con l’apposito comando “**Elimina entità coincidenti**” dal Menù “Modellazione”.*



All'interno della nuova finestra di dialogo digitiamo il valore "1" in "Tolleranza di coincidenza", clicchiamo sul tasto "Applica". Senza chiudere la finestra, andiamo a spuntare l'opzione "Elementi" e ancora "Applica". Adesso è possibile chiudere.



Nota: in generale è sempre consigliabile attribuire a tale operazione un determinato valore di tolleranza in modo da poter ovviare a piccoli problemi dovuti alla non esatta sovrapposizione degli elementi.

Deselezioniamo l'intero modello.

Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato "ModelloH" contenuto nella cartella "Tutorial2".

4.9. Definizione degli impalcati

Passiamo ora all'individuazione dei vari impalcati nel modello.

Il concetto di "Impalcato" all'interno di CMP corrisponde a quello intuitivo: un insieme di elementi che fanno parte dello stesso orizzontamento.

Dal menù "Dati generali" scegliamo "**Definizione impalcati...**".

Nella nuova finestra di dialogo aggiungiamo un numero di righe pari al numero di livelli d'impalcato cioè 7, incluso quello di fondazione, presenti nell'edificio, cliccando il pulsante "**Aggiungi impalcato**" denominandoli "fondazione, impalcato n°1, 2, ecc. ", cominciando dal piano di fondazione. Per ogni impalcato diamo il nome identificativo alla "verticale", e in questo caso abbiamo dato lo stesso nome a tutte le verticali cioè "**Vert1**" poiché i vari livelli appartengono tutti alla stessa verticale.

Successivamente andiamo a definire la quota di ogni impalcato, cliccando prima nella casella numerica della colonna "**quota**" e poi cliccando su un nodo appartenente al livello considerato e in questo modo per tutti gli impalcati verranno visualizzate in automatico nella colonna le quote individuate; selezioniamo col baffo la casella "**definizione geometrica**", clicchiamo il tasto "**applica**" e poi "**inserisci tolleranze automatiche**", e in questo modo CMP calcola in automatico le coordinate delle altezze intermedie tra i vari livelli "**DZ sup**" e "**DZ inf**" rispetto alla quota di riferimento dell'impalcato.

Nome Impalcato	Verticali	Quota (cm)	Defin. geom.	Poligono	DZ sup (cm)	DZ inf (cm)	Selezione	Piano Rigido	Nodo Master	Ecc. Masse	Metodo di calcolo Theta	Orientam. Theta	Elem. di Riferim.	Nodo di Riferim.	Origine per calcolo (cm)
Impalcato n°1	Vert1	-370	<input checked="" type="checkbox"/>	0	178.75	0		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Rif. Sisma			Centro massa ln
Impalcato n°2	Vert1	-12.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	178.75		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Rif. Sisma			Centro massa ln
Impalcato n°3	Vert1	297.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Rif. Sisma			Centro massa ln
Impalcato n°4	Vert1	607.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Rif. Sisma			Centro massa ln
Impalcato n°5	Vert1	917.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Rif. Sisma			Centro massa ln
Impalcato n°6	Vert1	1227.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Rif. Sisma			Centro massa ln
Impalcato n°7	Vert1	1537.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	155		<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>		Rif. Sisma			Centro massa ln

L'analisi del modello deriva dall'assunzione di semplificazioni. Una di esse è,

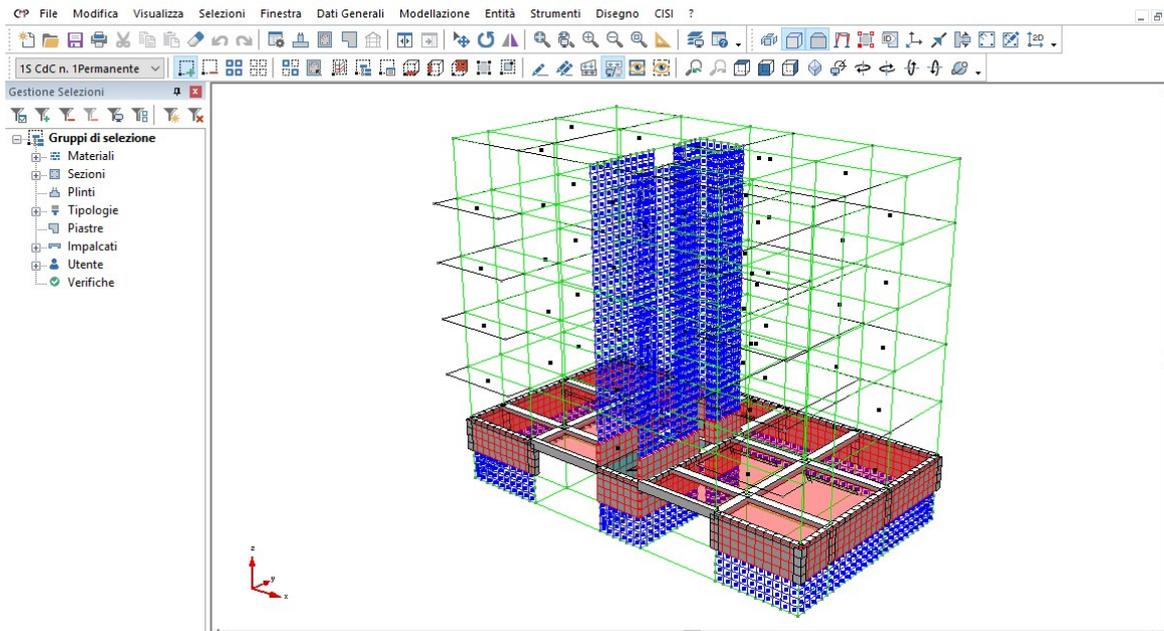
per esempio, l'introduzione di piani rigidi. I punti appartenenti a tali piani mantengono le distanze relative tra di loro invariate. Tale facilitazione è ammissibile in quanto la differenza in termini di risultati tra la schematizzazione in solai o in lastre risulta essere minima.

Clicchiamo nelle caselle relative alla colonna **“piano rigido”** di tutti i piani tranne quello di fondazione, lasciando il numero **“0”** nella colonna **“nodo master”** così che CMP individui in automatico come nodo master il nodo più vicino al baricentro di piano corrispondente alla distribuzione di masse della prima CdC sismica SLU disponibile, e segniamo col baffo la casella **“ecc. masse”** in modo da considerare l'eccentricità delle masse dell'impalcato in condizione sismica per tutti gli impalcati, che sarà definita nei **“Parametri generali dell'azione sismica”** nel comando **“Parametri generali”** del menù **“dati generali”**.

Successivamente selezioniamo come metodo di calcolo del fattore theta in modalità Theta il **“Metodo ordinario”** e come riferimento Theta indichiamo **“riferimento sisma”** per tutti gli impalcati e poi **“ok”**.

Nome Impalcato	Verticali	Quota (cm)	Defin. geom.	Poligono	DZ sup (cm)	DZ inf (cm)	Selezione	Piano Rigido	Nodo Master	Ecc. Masse	Metodo di calcolo Theta	Orientam. Theta	Elem. di Riferim.	Nodo di Riferim.	Origine per calcolo (cm)
Impalcato n°1	Vert1	-370	<input checked="" type="checkbox"/>	0	178.75	0		<input type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa In
Impalcato n°2	Vert1	-12.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	178.75		<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa In
Impalcato n°3	Vert1	297.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa In
Impalcato n°4	Vert1	607.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa In
Impalcato n°5	Vert1	917.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa In
Impalcato n°6	Vert1	1227.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	155	155		<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa In
Impalcato n°7	Vert1	1537.5	<input checked="" type="checkbox"/>	0	0	155		<input checked="" type="checkbox"/>	0	<input checked="" type="checkbox"/>	Metodo ordinario	Rif. Sisma			Centro massa In

Cliccando sul nome di un impalcato e poi **“seleziona”** possiamo visualizzare gli elementi che sono compresi al livello considerato; per l'esempio indicato in figura è stato richiesto l'impalcato terra.

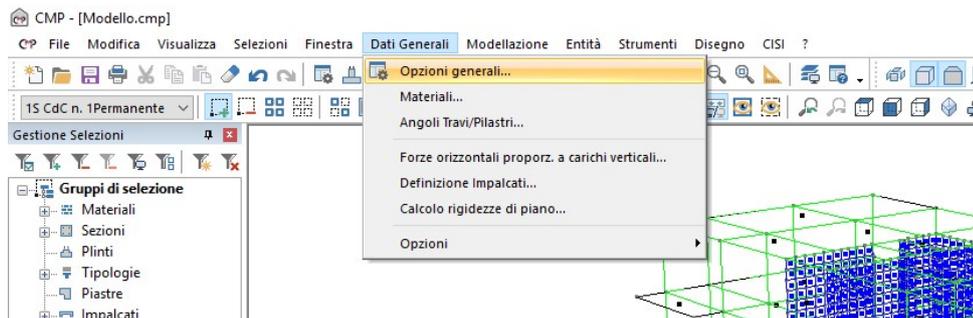


*Per verificare il risultato ottenuto o riprendere il lavoro da questo punto in poi è possibile aprire il file denominato “**ModelloI**” contenuto nella cartella “**Tutorial2**”.*

4.10. Parametri sismici

Prima di passare al calcolo del modello rimane da definire i parametri sismici.

*Nel menù “**Dati Generali**” scegliamo il comando “**Opzioni Generali**”.*



*Nell’elenco dei comandi sulla sinistra, scegliamo “**Parametri generali azione sismica**”. Nella finestra di dialogo è già attiva la sola parte relativa alla normativa scelta; se volessimo modificare la normativa di riferimento, è possibile farlo cliccando “**Informazioni generali**”, presente nell’elenco sulla parte sinistra della finestra di dialogo. Nel nostro caso è stato scelto il “**D.M.***

17/01/2018”.

Iniziamo col settare i seguenti parametri: nel box “Categoria suolo fondazione:” scegliamo “B”; nella casella “Categoria Topografica” selezioniamo “2”.

Per definire il fattore di struttura clicchiamo sul tasto “qx” della scheda. Nella finestra di dialogo apertasi effettuiamo le operazioni seguenti: rimuoviamo il segno di spunta dalla casella “Imposto” del box “Fattore di Struttura q”; selezioniamo “Edifici non regolari in altezza 7.2.2” e “Edifici regolari in pianta 7.2.2” nel box “KR”; scegliamo “Strutture telaio, a pareti accoppiate, miste” nel box “Tipologia (Tab.7.4.I)”; selezioniamo “a) Struttura a telaio con più piani e più campate” nel box “Da Tipologia Edificio”; clicchiamo sul tasto “OK”.

Fattore di Struttura qx ×

Edifici con Struttura in C.A. (par. 7.4.3.2) e Prefabbricate (par. 7.4.5.1)

Tipo Struttura
 In Opera Prefabbricato

KR Edifici non regolari in altezza
 Edifici regolari in pianta

Tipologia (tab. 7.4.I)
 Strutture a telaio, a pareti accoppiate

α_U / α_1
 Da Analisi Non Lineare
 α_1 0 α_U 0

Da Tipologia Edificio
 a) Edifici a telaio con più piani e più campate
 α_U / α_1 1.3

q0 3.9 kw 1

Edifici in Acciaio (par. 7.5.2.2) e miste Acciaio-Calcestruzzo (par. 7.6.2.2)

KR Edifici non regolari in altezza
 Edifici regolari in pianta

Tipologia (tab. 7.5.II)
 a) Strutture intelaiate

c_U / α_1
 Da Analisi Non Lineare
 α_1 0 α_U 0

Da Tipologia Edificio
 Edifici a un piano
 α_U / α_1 0

q0 0

Fattore di Struttura q per stati limite ultimi
 Imposto q = 3.12 da usare: 3.12
 q0 = 3.9 da usare: 3.9

Controllo massimo fattore di struttura SLV
 Fattore di struttura per SLD: 1.5

OK Annulla

Lo stesso procedimento lo eseguiamo per il fattore di struttura “qy”.

*Una volta tornati alla finestra principale “**Parametri Generali Azione Sismica**”, ci resta da selezionare il tipo di analisi da condurre; spuntiamo l’opzione “**Analisi dinamica**” e clicchiamo sul tasto “**Parametri Analisi Modale**”.*

Dati Generali Analisi Modale

Numero autovalori: 0

Metodo di Calcolo: Rest. Lanczos

Matrici di Massa: CONSISTENT matrice di massa completa

Matrice geometrica a seguito di analisi NL Comb. assegnata

Sequenza di STURM Consenti moto rigido

Escludi Masse

sui gradi di libertà vincolati Massa x

da nodi selezione Massa y

Massa z

Tolleranza (Wilson)/Contr. norma (Lanczos): 0

Numero massimo iteraz. nel calcolo autovalori: 24

Numero autovettori (0-> default): 0

Parametri per metodo di Ritz

	N. vettori	C.d.C	
Direzione x	0	1	CdC n. 1
Direzione y	0	1	CdC n. 1
Direzione z	0	1	CdC n. 1

Metodo di combinazione: CQC combinazione quadratica completa CF 0.1

Segno del risultato della combinazione: Segno del modo prevalente distinto per ogni elemento

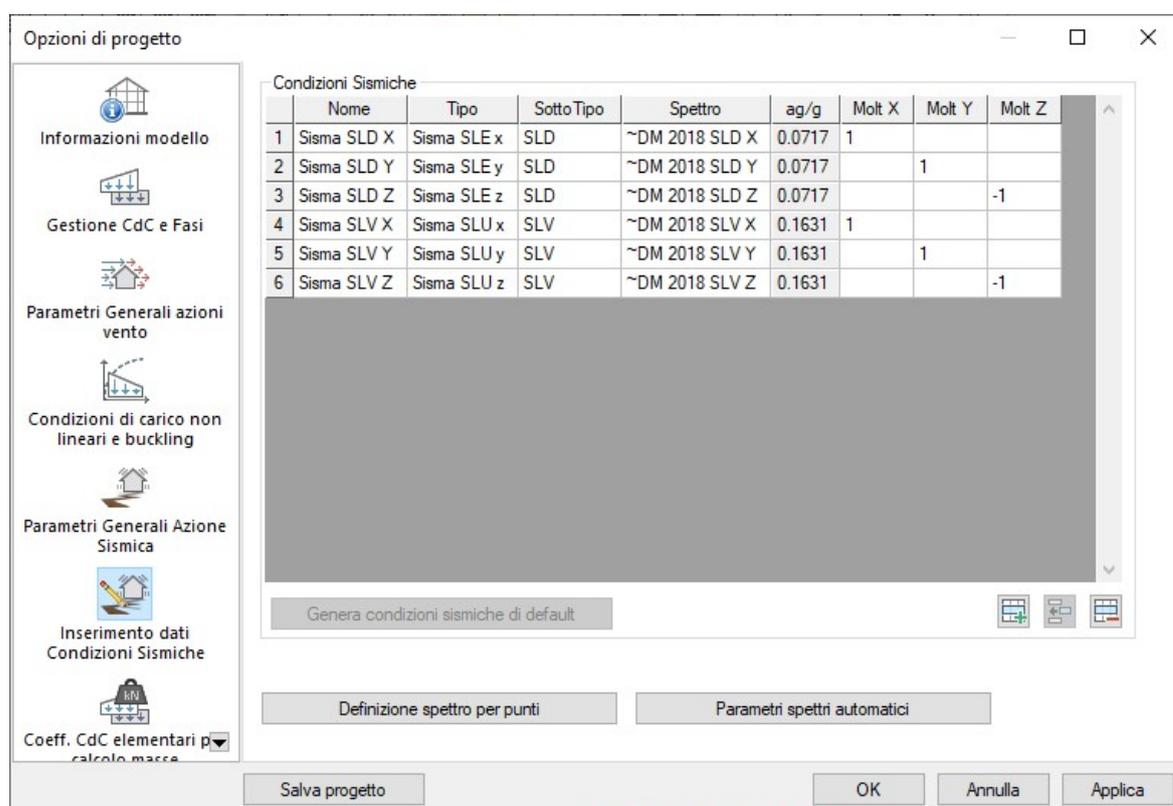
Permutazione segni per involucri con sigma combinata: Con segno dei risultati sempre positivo

OK Annulla

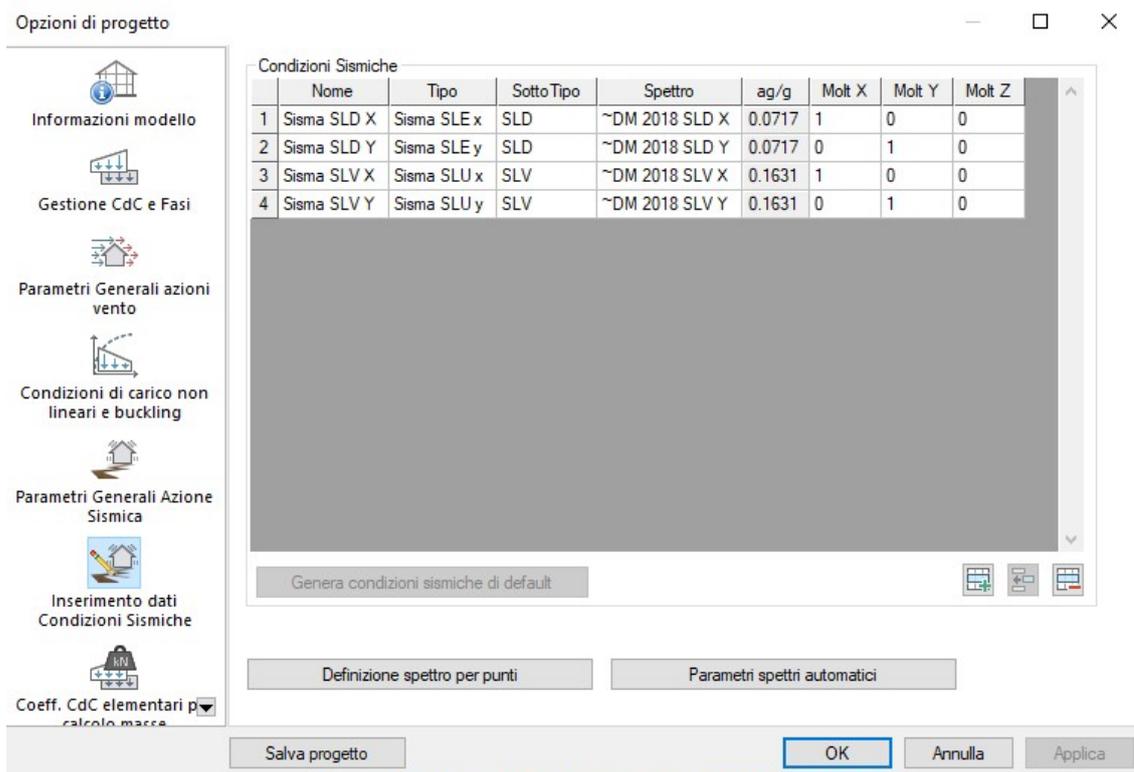
La finestra di dialogo aperta offre la possibilità di scegliere diverse metodologie di calcolo; per la nostra applicazione lasceremo invariate le impostazioni di default mentre andremo ad imputare come numero di autovalori da considerare nell'analisi il numero "50".

Nella parte inferiore del comando, andiamo a settare le impostazioni illustrate nell'immagine seguente:

Una volta ritornati nel comando **“Parametri generali azione sismica”** selezioniamo il pulsante **Applica**. Come suggerito dal software, continuiamo col definire le condizioni sismiche; clicchiamo sul tasto **“Definizione Condizioni Sismiche”** presente nell’elenco dei comandi sulla sinistra, e, una volta aperta la nuova finestra, clicchiamo su **“Genera condizioni sismiche di default”**. È possibile anche in questa scheda modificare la accelerazione massima al sito **“ag/g”**, cliccando sul tasto **“Parametri Spettri Automatici”**.



Al fine di considerare, unicamente, il sisma lungo x ed y rimuoviamo le condizioni di sisma lungo z, quindi le righe 3 e 6. Per fare ciò clicchiamo sulla riga 3 e quindi sul tasto **“Cancella elemento dalla griglia”** . Per esercizio ripetiamo la stessa operazione per l’ultima riga ed una volta terminato confermiamo le scelte con un clic sul tasto **“Applica”**.



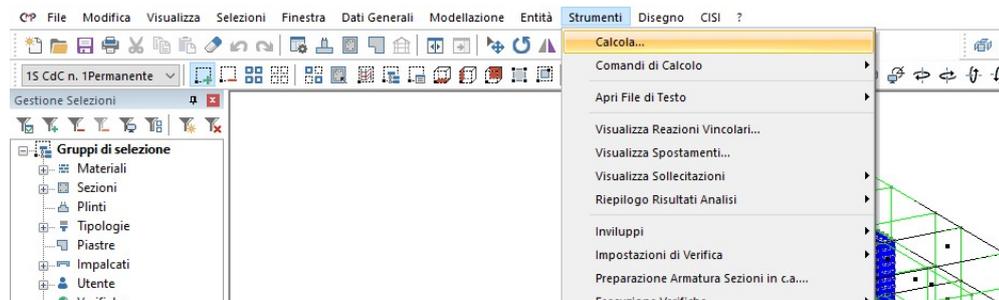
Per confermare tutte le impostazioni chiudiamo la finestra “Parametri Generali Azione Sismica” con un clic sul tasto “Chiudi”.

Il file “ModelloL” contenuto nella cartella “Tutorial2” contiene il modello fin qui creato.

5. Calcolo del modello

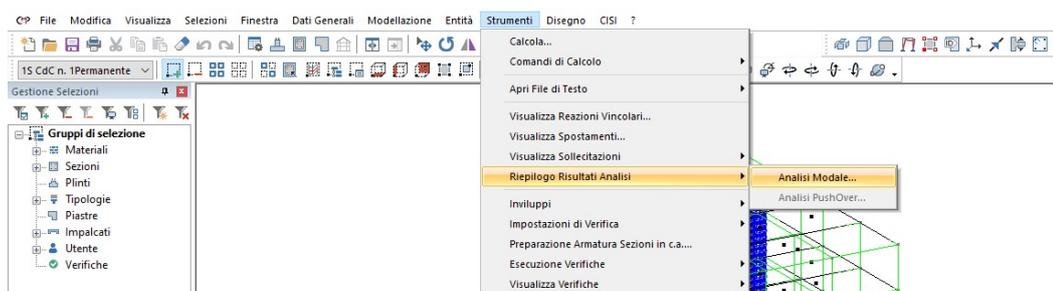
A questo punto siamo pronti a lanciare il calcolo del nostro modello.

Dal menù “Strumenti” selezioniamo il comando “Calcola...” e clicchiamo sul tasto “Si” alla domanda “Il modello è stato cambiato, Salvo?”.



Una volta terminato il calcolo possiamo passare alla seconda fase della nostra analisi.

Visto che abbiamo eseguito un'analisi di tipo di dinamico, un primo passo da fare è controllare l'eccitazione delle masse raggiunta nelle direzioni X e Y. Per cui, sempre dal menù “Strumenti” entriamo “Riepilogo Risultati Analisi” e successivamente clicchiamo il comando “Analisi Modale...”.



La finestra di dialogo che abbiamo aperto ci consente di controllare l'eccitazione complessiva delle masse sismiche nelle due direzioni scelte per il sisma, i periodi e le frequenze della struttura relativi ad ogni modo di vibrare.

Riepilogo Risultati Analisi Modale

Riepilogo
 Periodo
 Hz
 Mx%
 My%
 Mz%
 MxTot%
 MyTot%
 MzTot%

	L1	L2	L3	L4
MxTot%	89.2915	86.4829	87.1436	87.154
MyTot%	88.8577	89.8084	89.8804	89.9011
MzTot%	99.94	99.99	99.94	99.94

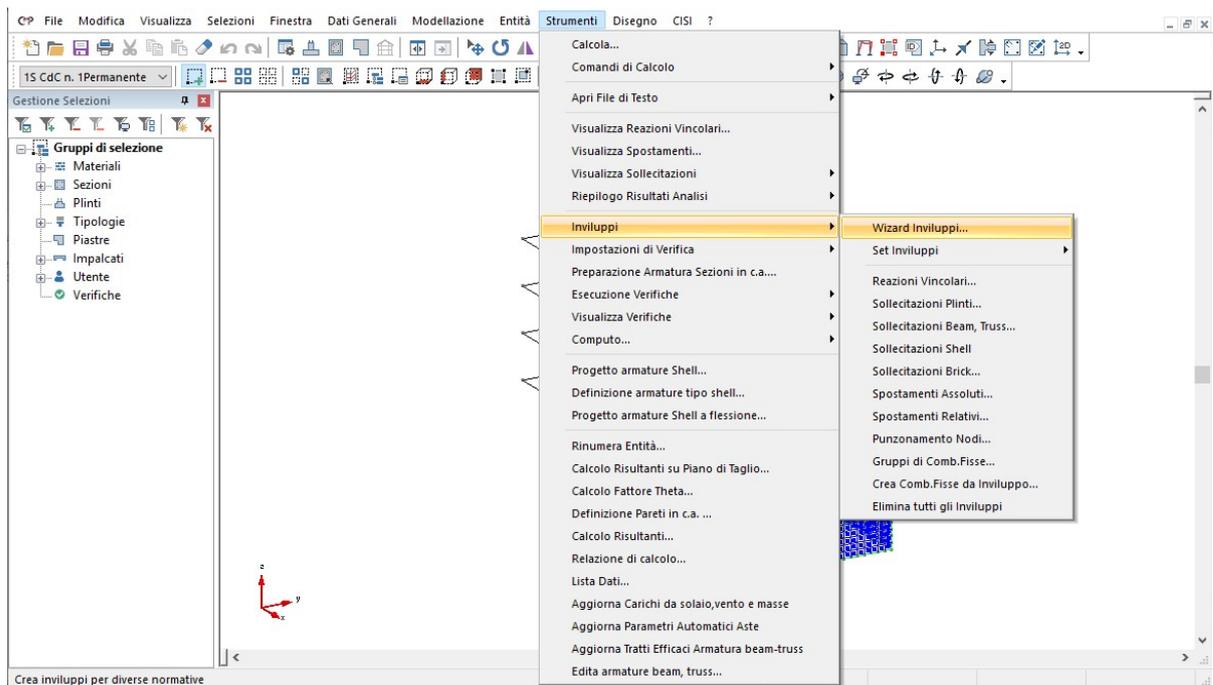
Periodi Fondamentali Struttura:
 Sisma x: T = 0.76068 s, Lancio n°2, Modo n°1
 Sisma y: T = 0.64604 s, Lancio n°2, Modo n°2
 Sisma z: T = 0.19317 s, Lancio n°1, Modo n°5

Chiudi

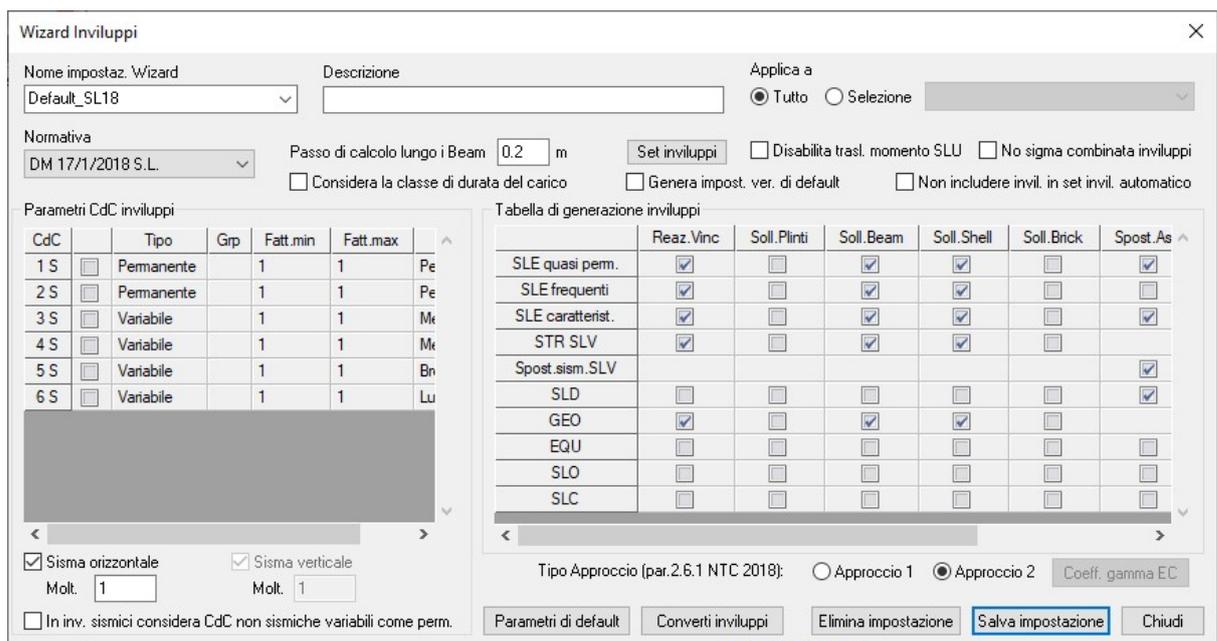
Sempre dal menù “Strumenti” potremmo scegliere di visualizzare le reazioni vincolari, gli spostamenti e le sollecitazioni per ogni condizione di carico elementare (statica o dinamica). Per poter invece visualizzare le stesse caratteristiche derivanti dalle combinazioni delle condizioni di carico elementari dobbiamo procedere alla generazione automatica degli involuipi così come descritto di seguito. Prima di proseguire salvare il modello fin qui realizzato. Deselezioniamo l’intero modello.

5.1. Inviluppi

Gli involuipi delle cdc elementari possono essere creati in maniera automatica oppure manualmente. Vediamo la prima strada. Occorre entrare nel menù “Strumenti” ed eseguire il comando “Inviluppi”, “Wizard involuipi”.



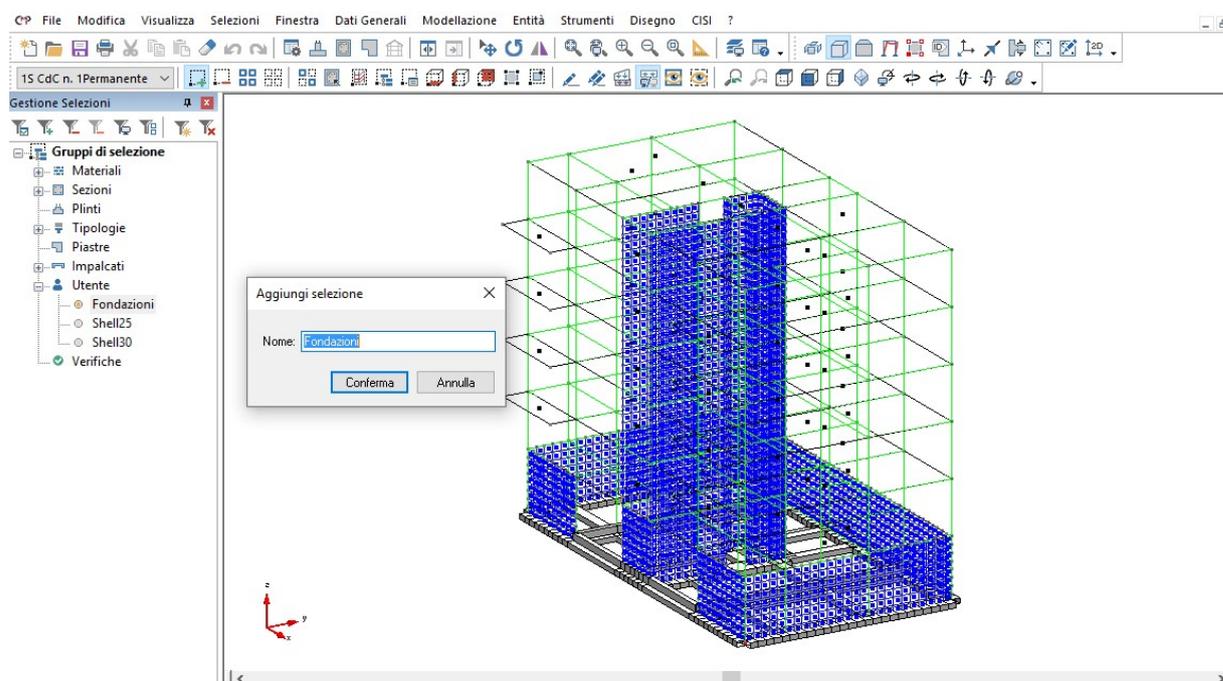
La finestra che si apre è illustrata nella figura seguente:



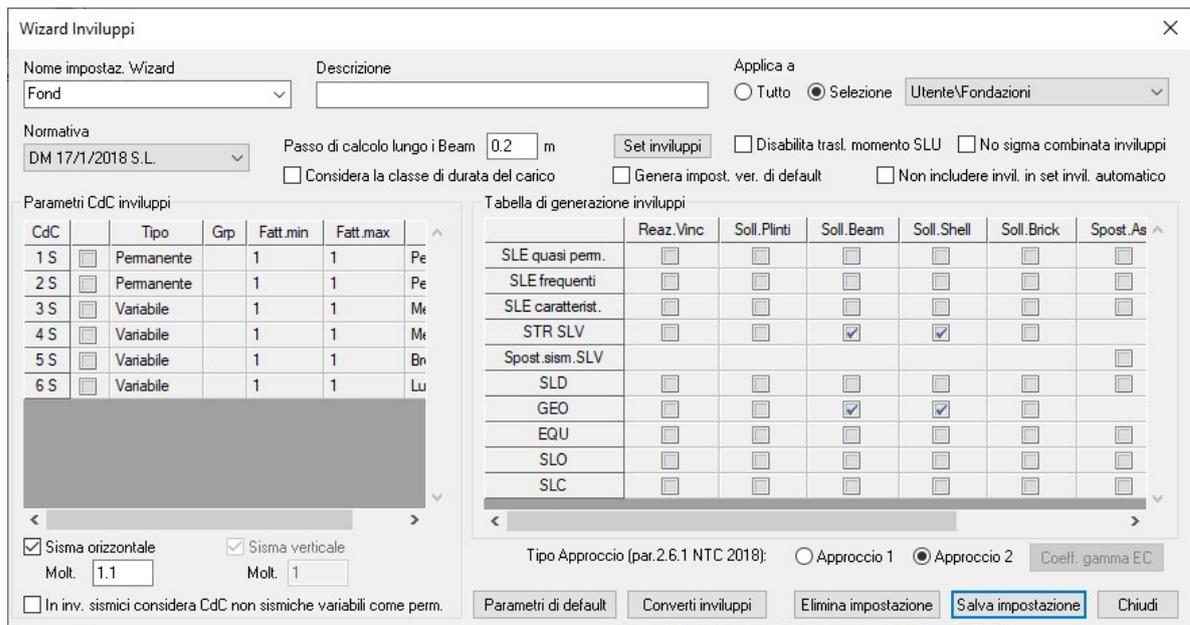
Lasciando le impostazioni di default, saranno creati in automatico tutti gli involuppi necessari alla progettazione e verifica delle strutture in elevazione.

Il codice di calcolo applica automaticamente le indicazioni normative per la verifica in gerarchia delle resistenze delle strutture in elevazione. Per le fondazioni, invece, a partire dalla versione 27 è stata disattivata l'amplificazione automatica delle sollecitazioni sismiche per le verifiche a

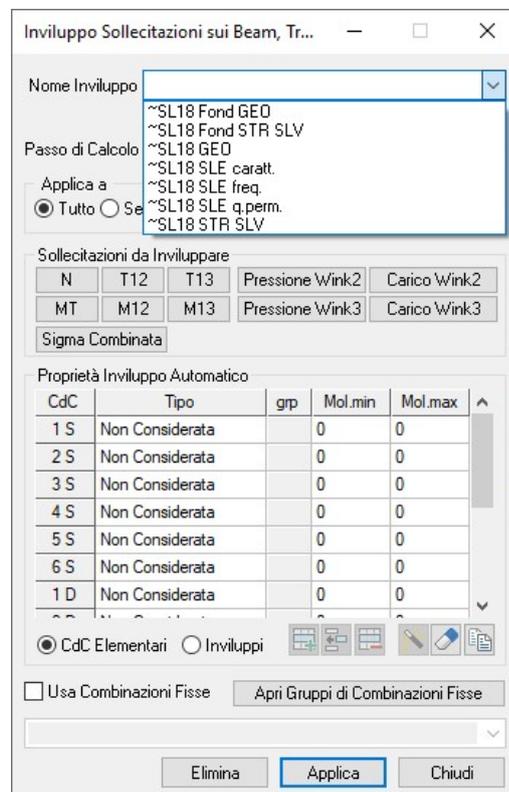
*SLU. Nel caso in cui si voglia tenerne conto, dobbiamo creare un Wizard di involuppi ad hoc, procedendo nel seguente modo. Innanzi tutto, attraverso il comando “**Gestione selezioni**”, creiamo una selezione di elementi che include le sole strutture di fondazione e che chiamiamo appunto “**Fondazioni**”:*



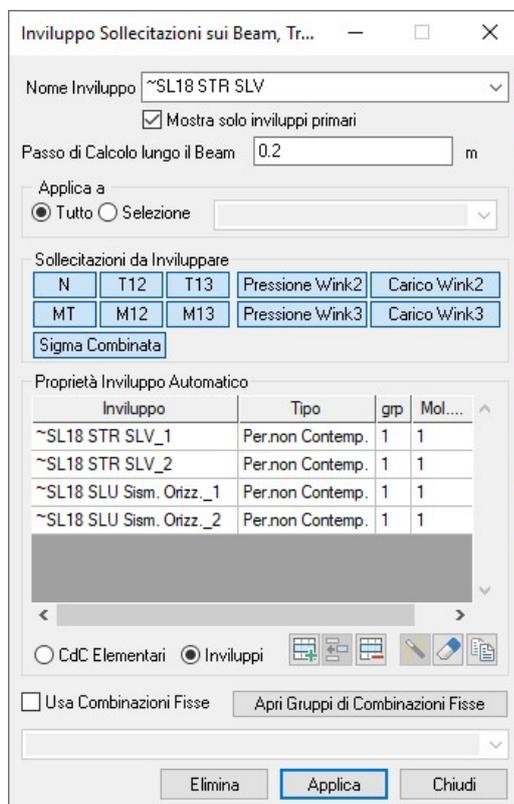
*Dopo di che, attraverso il comando “**Strumenti**”, “**Involuppi**”, “**Wizard involuppi**” creiamo un nuovo gruppo di involuppi, che possiamo chiamare a titolo di esempio “**Fond**”. Rispetto alle impostazioni di default, dobbiamo fare le seguenti modifiche: imporre l’applicazione alla sola selezione “**Fondazioni**” appena creata; assegnare un moltiplicatore 1.1 (1.3 nel caso di progettazione in CDA) alle azioni orizzontali. Si veda a tal proposito l’immagine riportata in seguito:*



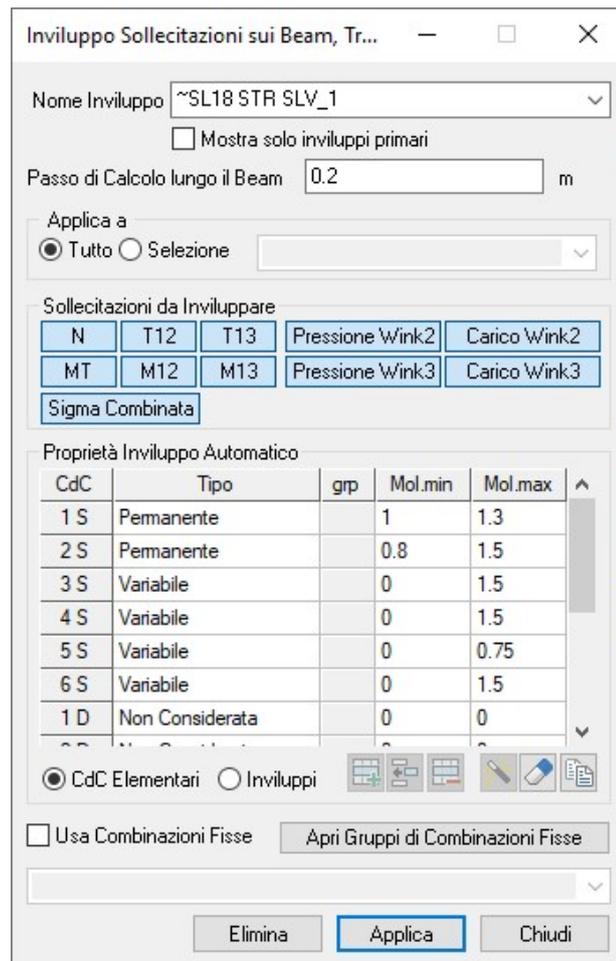
A questo punto, abbiamo ottenuto in automatico gli involuppi da utilizzare nella progettazione. Possiamo visualizzare la struttura dei suddetti involuppi utilizzando ad esempio il comando “Strumenti/Involuppi/Sollecitazioni beam”. Aprendo il menù a tendina di fianco a “Nome involuppo”, compaiono tutti gli involuppi di involuppi creati dal software:



Scegliamo di visualizzare l'inviluppo “~SL18 STR SLV”; trattandosi di un inviluppo di inviluppi e non di un inviluppo singolo, occorre selezionare “**Inviluppi**”, in basso a sinistra:



La finestra mostra com'è ricavato l'inviluppo in oggetto: in pratica, è costituito da quattro inviluppi elementari (ovvero inviluppi di singole cdc elementari, distinguibili in quanto i nomi terminano con “..._1/2/...”), ciascuno dei quali è considerato “**Per. non contemporaneo**” rispetto agli altri. Volendo visualizzare le caratteristiche degli inviluppi elementari, dobbiamo disattivare “**Mostra solo inviluppi primari**”; questo consente la vista, nel menù a tendina, dei nomi degli inviluppi delle singole cdc, in aggiunta ai nomi degli inviluppi di inviluppi. Scegliamo ad esempio “~SL18 STR SLV_1”: nella finestra “**Proprietà inviluppo automatico**” viene visualizzata la sua struttura, ovvero le condizioni di carico considerate, la loro tipologia e i moltiplicatori minimi e massimi:



La stessa finestra di dialogo può essere utilizzata per creare gli involuppi manuali: è possibile realizzarli daccapo oppure partire da quelli automatici e facendo opportune modifiche. Questa seconda strada è più semplice: in entrambi i casi, comunque, dovremmo avere tuttavia l'accortezza di scegliere un nome che non contenga il carattere “~” che contraddistingue i soli involuppi automatici.

5.2. Calcolo del fattore Theta

La normativa al punto 7.3.1 dice che le non linearità geometriche sono prese in conto, quando necessario, attraverso il fattore Theta, e in particolare per le costruzioni civili esse possono essere trascurate nel caso in cui ad ogni orizzontamento risulti:

$$\theta = \frac{P \cdot d_r}{V \cdot h} \leq 0,1$$

Con CMP è possibile effettuare questo controllo in maniera semplice se sono definiti correttamente gli orizzontamenti dell'edificio nel comando **“Dati generali/Definizione impalcati..”**, cosa che abbiamo già fatto precedentemente.

Dal menù **“Strumenti”** clicchiamo **“Calcolo fattore Theta”** e si apre la finestra di comando.

Calcolo Fattore Theta

Nome Impostazione

Gruppo di Combinaz.:

Gruppi di combinazioni fisse...

Verticale: Tutte Singola

Impalcato: Tutti Singolo

Modalità:

Riferimento:

Visualizza risultati: Dettagliati Sintetici

Calcola amplificaz. max

Salva Elimina **Calcola** Chiudi

Definiamo un nome nel riquadro **“nome impostazione”** e scegliamo **“calcolo fattore Theta”**, poi clicchiamo il tasto **“crea combinazione fisse da involuipi ”** e si apre una nuova finestra.

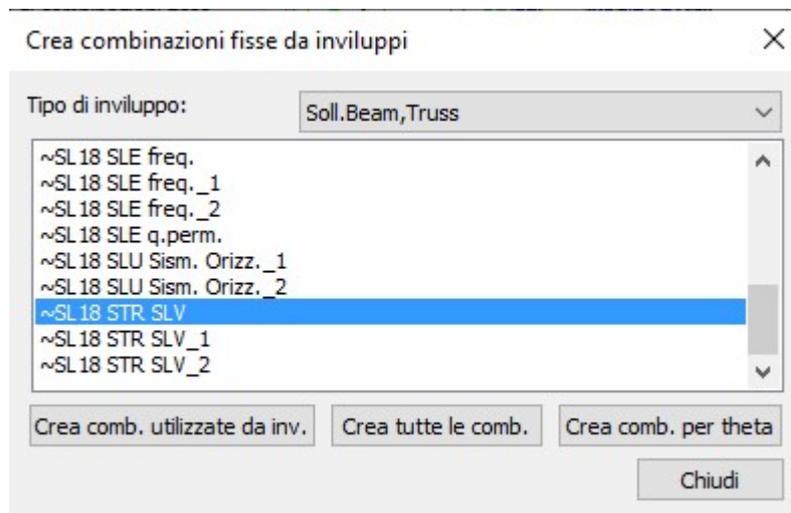
Crea combinazioni fisse da involuipi

Tipo di involuppo:

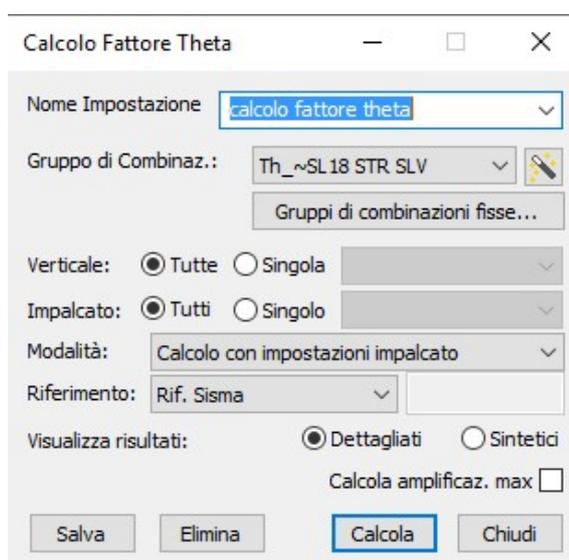
Crea comb. utilizzate da inv. Crea tutte le comb. Crea comb. per theta

Chiudi

Nel riquadro “**Tipo di involuppo**” selezioniamo “**Soll. Beam, Truss**” poi sotto clicchiamo su “**~SL18 STR SLV**” e infine “**Crea comb. Theta**” e “**chiudi**”; in questo modo abbiamo indicato l’involuppo in cui il CMP deve agire per avere le sollecitazioni di calcolo elementare da combinare in condizione sismica.



Ritornando sulla finestra “**calcolo fattore Theta**”, nel riquadro “**Gruppo di combinazioni**” selezioniamo “**~Theta: ~SL08 STR SLV**” che è il gruppo di combinazioni appena creato, poi nella indicazione delle “**Verticali**” seleziono “**Tutte**” e per “**Impalcato**” seleziono “**Tutti**”; nel riquadro “**Modalità**” e “**Riferimento**” seleziono rispettivamente “**Calcolo con impostazioni impalcato**” e “**Rif. Sisma**” cioè gli stessi parametri di calcolo inseriti anche nella “**definizione degli impalcati**”. Clicco il tasto “**Salva**” e “**Calcola**”.



A questo punto compare la finestra con il calcolo del fattore Theta per ogni impalcato, esclusa la fondazione, in direzione X “**Theta X**”, in direzione Y “**Theta Y**” e il valore con lo spostamento vettoriale integro (non scomposto in X e Y) “**Theta combinato**”, con la modalità adottata e le combinazioni utilizzate per il calcolo dei tre valori e si può notare come tutti i valori di Theta calcolati non superano il limite da normativa di 0,1.

Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo Calc.	h (cm)
Vert1	Impalcato n°2	221	(1097.5; 601.611)	Ordinario	357.5
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (daN)	dr (cm)	H (daN)
theta X	16	0.01341	-2104374.	0.42426	186225.76
theta Y	24	0.01952	-2109090.	0.55722	168411.54
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo Calc.	h (cm)
Vert1	Impalcato n°3	219	(1097.5; 564.452)	Ordinario	310
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (daN)	dr (cm)	H (daN)
theta X	11	0.03391	-1680085.	-1.0070	-160936.7
theta Y	28	0.02323	-1697571.	-0.8226	-193940.6
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo Calc.	h (cm)
Vert1	Impalcato n°4	217	(1097.5; 564.452)	Ordinario	310
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (daN)	dr (cm)	H (daN)
theta X	4	0.03417	-1313750.	1.18960	147518.65
theta Y	26	0.02238	-1325663.	-0.9136	-174590.8
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo Calc.	h (cm)
Vert1	Impalcato n°5	215	(1097.5; 564.452)	Ordinario	310
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (daN)	dr (cm)	H (daN)
theta X	4	0.02973	-952229.3	1.19575	123561.64
theta Y	25	0.02092	-969773.5	-0.9371	-140106.6
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo Calc.	h (cm)
Vert1	Impalcato n°6	213	(1097.5; 564.452)	Ordinario	310
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (daN)	dr (cm)	H (daN)
theta X	7	0.02296	-585807.5	-1.1218	-92325.86
theta Y	32	0.01766	-597517.0	0.91535	99881.740
Verticale	Impalcato	Nodo rif.	Orig. theta (cm)	Metodo Calc.	h (cm)
Vert1	Impalcato n°7	211	(1097.5; 597.584)	Ordinario	310
dir. Theta	Comb.	Val. Theta	P (daN)	dr (cm)	H (daN)
theta X	8	0.03335	-217303.2	0.81024	17029.605
theta Y	30	0.01778	-218360.0	0.88188	34944.943

Chiudi

Le combinazioni indicate le possiamo visualizzare andando nel menù “strumenti”, “involuppi” e clicchiamo su “Gruppi di combinazioni fisse” e si apre una finestra “Tabella dei gruppi di combinazione fissa”. Nel riquadro “Nome del gruppo” selezioniamo “~Theta: ~SL08 STR SLV” e come possiamo notare nella parte sottostante vengono indicate tutte le combinazione numerate considerate per il calcolo del fattore Theta.

Tabella dei gruppi di combinazione fissa

Nome del gruppo:

Combinazione	CdC1	CdC2	CdC3	CdC4	CdC5	CdC6	Dyn1	Dyn2	Dyn3	Dyn4	Dyn5	Dyn6	Dyn7	Dyn8
C1 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	-1	0	-0.3	0
C2 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	1	0	-0.3	0
C3 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	-1	-0.3	0
C4 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	1	-0.3	0
C5 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	-1	0	0.3	0
C6 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	1	0	0.3	0
C7 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	-1	0.3	0
C8 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	1	0.3	0
C9 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	-1	0	0	-0.3
C10 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	1	0	0	-0.3
C11 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	-1	0	-0.3
C12 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	1	0	-0.3
C13 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	-1	0	0	0.3
C14 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	1	0	0	0.3
C15 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	-1	0	0.3
C16 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	1	0	0.3
C17 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	-0.3	0	-1	0
C18 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0.3	0	-1	0
C19 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	-0.3	-1	0
C20 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	0.3	-1	0
C21 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	-0.3	0	1	0
C22 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0.3	0	1	0
C23 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	-0.3	1	0
C24 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0	0.3	1	0
C25 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	-0.3	0	0	-1
C26 Th_~SL18 STR SLV	1	1	0.3	0.3	0	0.8	0	0	0	0	0.3	0	0	-1

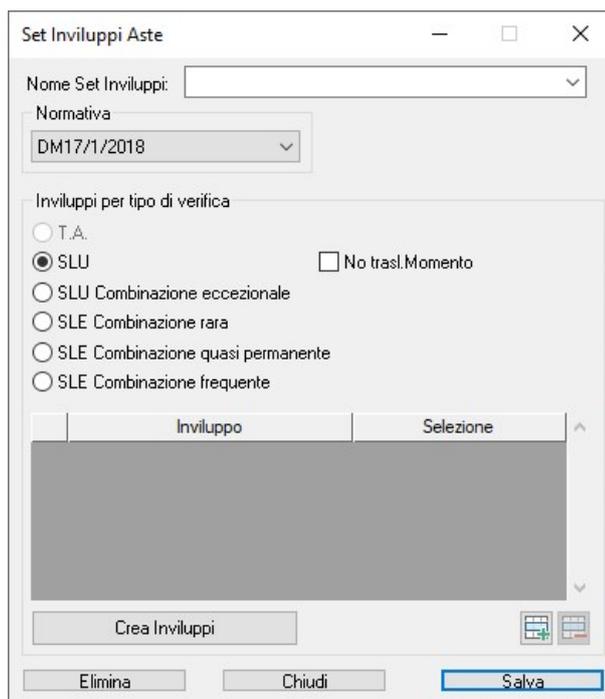
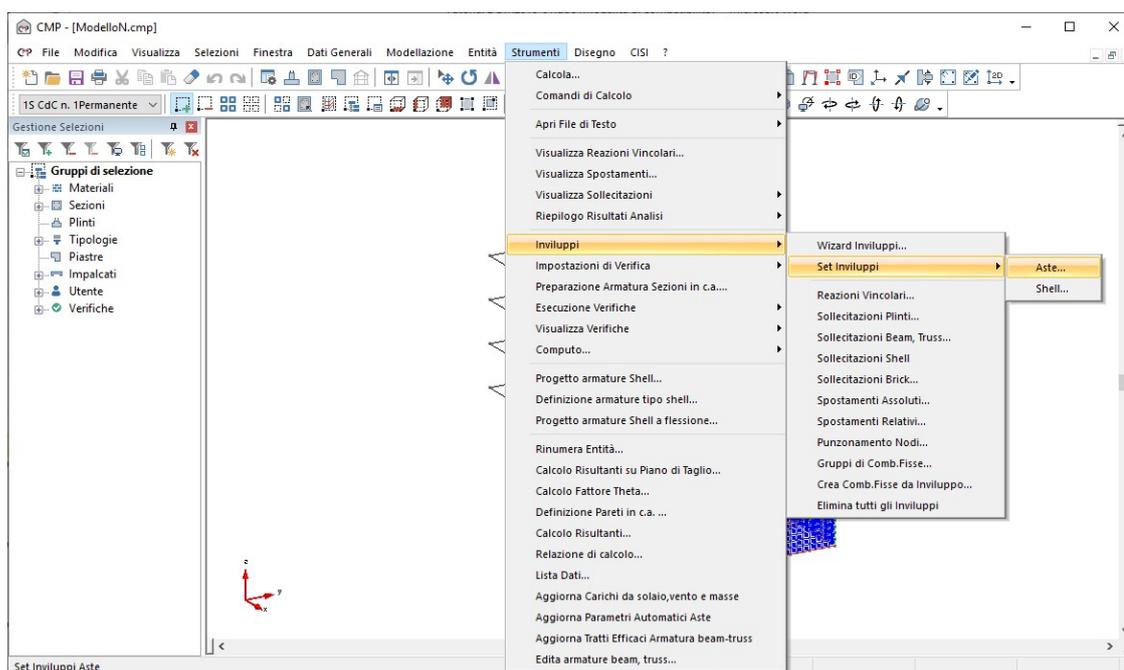
Crea comb. fisse da involuppo...

Il file “ModelloM” contenuto nella cartella “Tutorial2” contiene il modello fin qui creato.

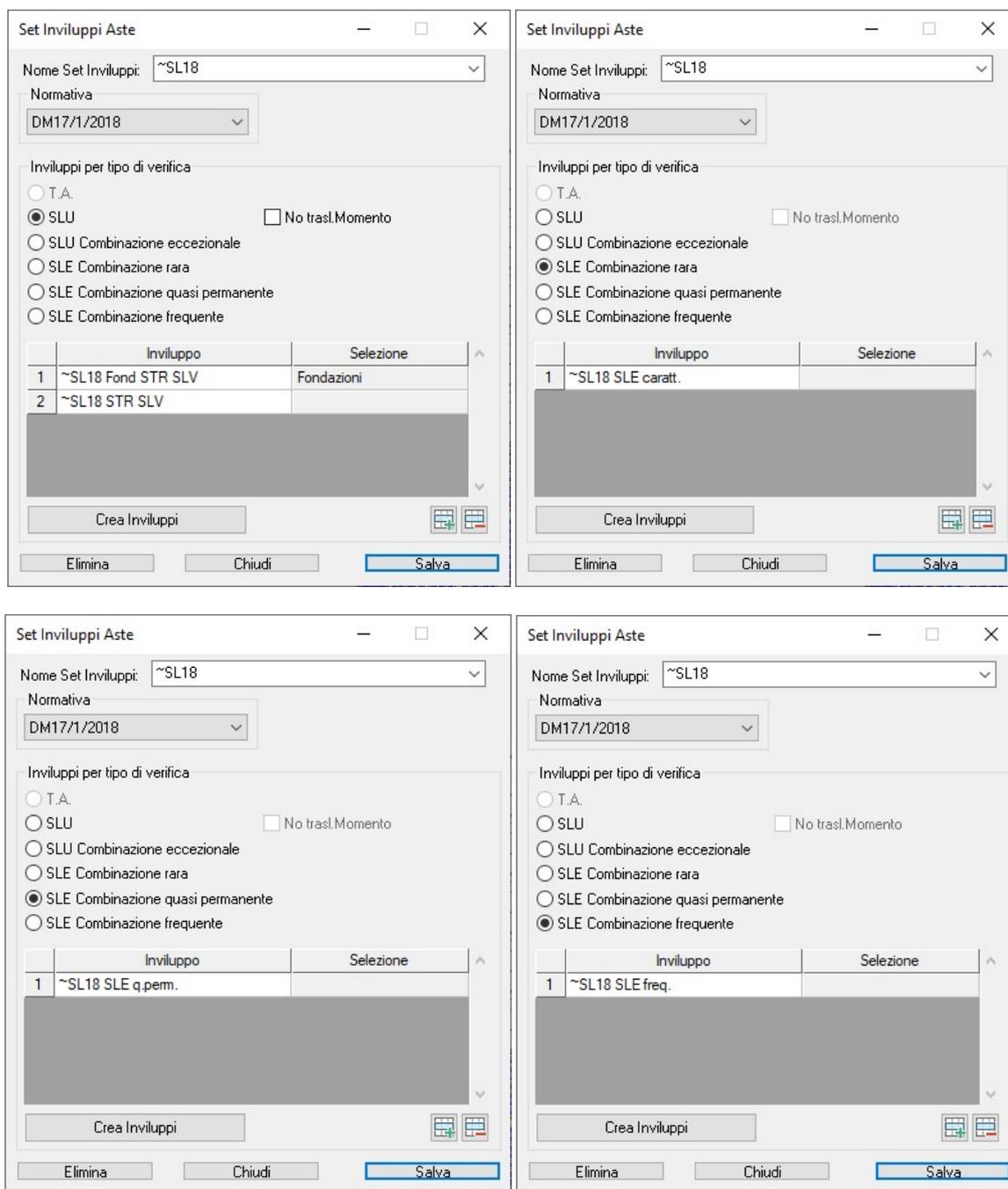
6. Progetto e verifica

6.1. Set di involuipi e impostazioni di verifica

Il comando “**Wizard involuipi**” precedentemente descritto, oltre a generare gli involuipi, crea anche i set di involuipi e le impostazioni di verifica. Per visualizzare la struttura dei set di involuipi, andiamo sotto “**Strumenti**”, “**Involuipi**” e da qui in “**Set involuipi**, “**Aste...**”.



In “Nome set di involuipi,” apriamo il menù a tendina e richiamiamo “~SL18”, ovvero il set di involuipi creato in maniera automatica. Come mostrano le figure seguenti, a fianco di ogni verifica e di ogni gruppo di elementi, compare l’involuppo/i utilizzato/i per eseguirla:



Se si volesse procedere alla modifica dei set di involuipi, occorre agire in questa finestra di dialogo.

Possiamo verificare l'attivazione della "Gerarchia Resistenze" in entrambe le verifiche cliccando sul corrispondente pulsante. Così facendo si attiva la finestra riportata nella figura seguente:

Parametri Gerarchia Resistenze

Parametri da Normativa (solo DM'08/EC/DM'18)

Amplificazione sollecitazioni aste

L'amplificazione delle sollecitaz. è attiva

Forza Attivazione

GammaRd Travi 1.1

GammaRd Pilastrri 1.1

Verifica Duttilità Flessionale nodi trave-pilastro

La verifica di duttilità è attiva

Forza Attivazione

GammaRd 1.3

Limitazione azione assiale pilastrri c.a.

La limitazione Nc,lim dei pilastrri c.a. è attiva

Forza Attivazione

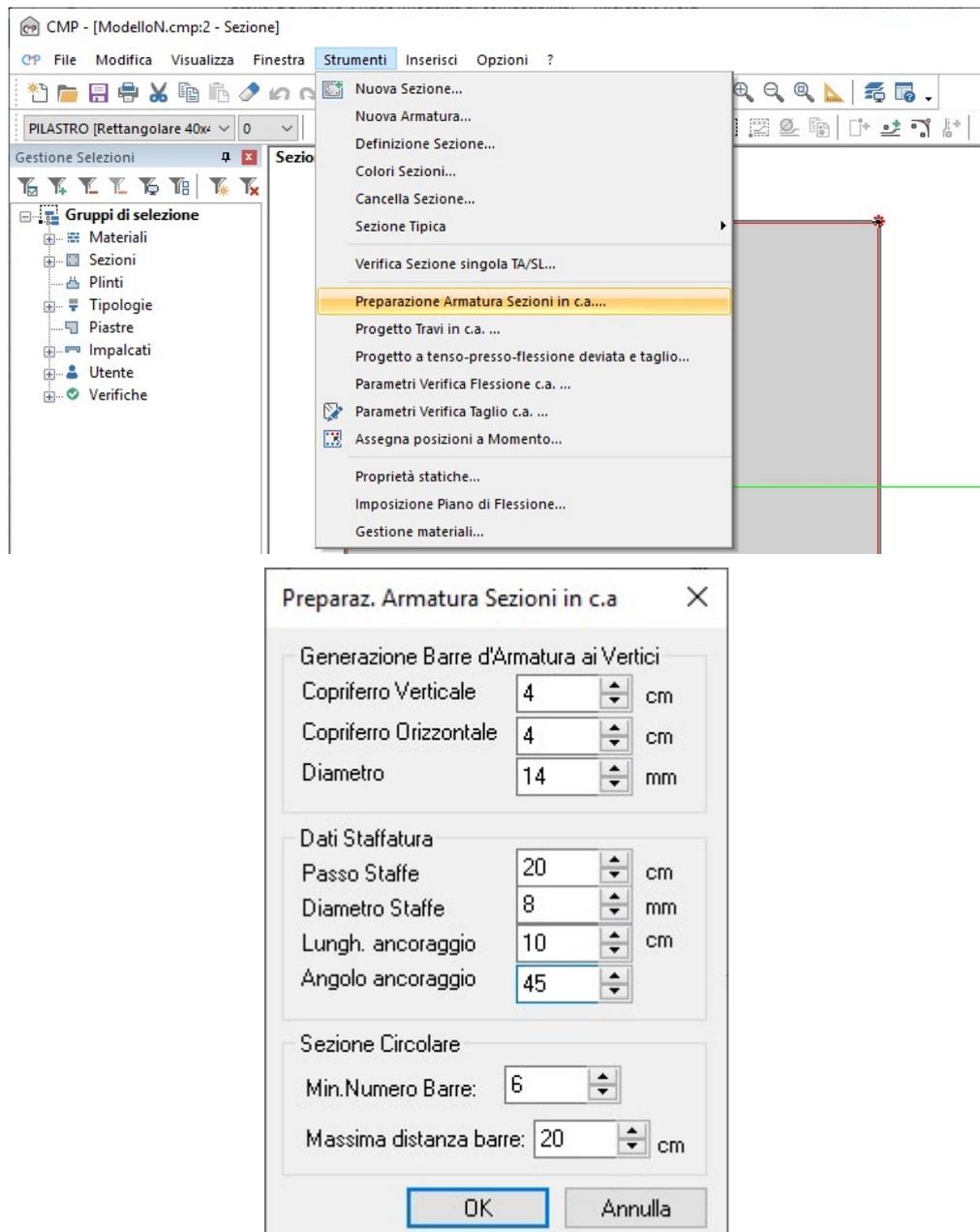
Verifica nodi trave pilastro

GammaRd 1.1

OK Annulla

6.2. Progetto e verifica delle travi

Passiamo al modulo "Sezioni". Per assegnare l'armatura di partenza, selezioniamo nel menù "Strumenti" il comando "Preparazione Armatura Sezioni in c.a...", modifichiamo il valore "16" del "Diametro" inserendo dei "φ14" e clicchiamo su "Applica".



*Il comando utilizzato ha associato a tutte le sezioni disponibili un'armatura base costituita da ferri di vertice, aventi un diametro di **14 mm**, e da una staffa avente un diametro di **8 mm**, impostando un copriferro omogeneo pari a **4 cm**. L'armatura di base potrà essere integrata e/o modificata nel corso della progettazione della singola sezione.*

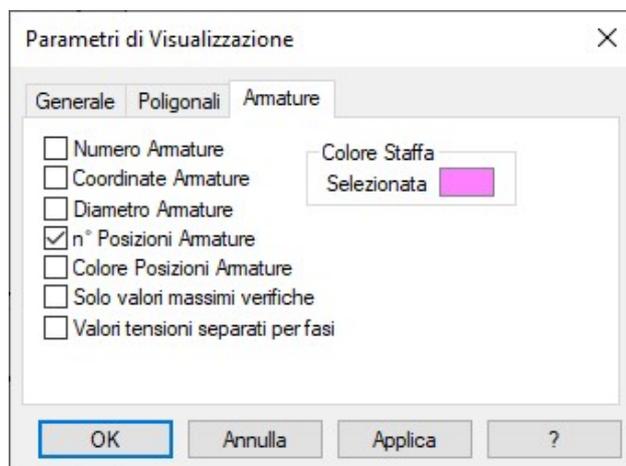
*Per il progetto delle travi condurremo una progettazione a flessione semplice e taglio. Per fare questo, selezioniamo la sezione "**TRAVE X [25x50 cm]**" dal*

box in alto a sinistra della “FINESTRA SEZIONI” e la posizione 1, in modo da rendere visibile l’armatura. Affianchiamo la “FINESTRA SEZIONI” e la “FINESTRA MODELLO” con l’apposito pulsante “affianca le finestre in verticale” , attiviamo la vista solida e selezioniamo solo gli elementi beam interessati dal progetto con l’apposito tasto “seleziona tutti i Beam che posseggono la sezione corrente” .

Il risultato finale di tali operazioni è dato dalla doppia visualizzazione, “FINESTRA MODELLO” e “FINESTRA SEZIONI” affiancate; in più, nella “FINESTRA MODELLO” sono selezionati tutti gli elementi aventi la sezione corrente nella “FINESTRA SEZIONI”.

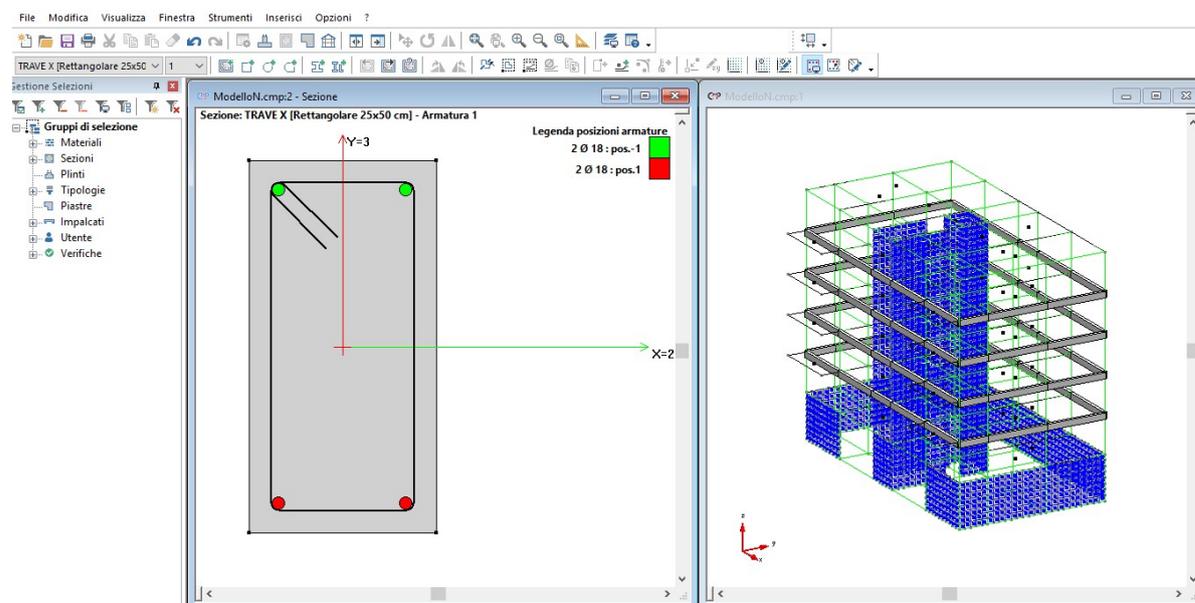
Nota: per operare nella “FINESTRA SEZIONI” o nella “FINESTRA MODELLO” è necessario attivarle cliccando su di esse. Il colore più intenso della barra azzurra superiore indica quale delle due finestre è attiva.

Nella “FINESTRA SEZIONI”, premiamo il tasto “Gestione di tutte le visualizzazioni” della BARRA DEGLI STUMENTI; nella nuova finestra di dialogo selezioniamo la scheda “Armature”, spuntiamo l’opzione “Colore Posizioni Armature”. Clicchiamo su “Applica” e chiudiamo la finestra.



Lo stesso risultato si poteva ottenere premendo sul pulsante , nella barra dei comandi della vista delle sezioni.

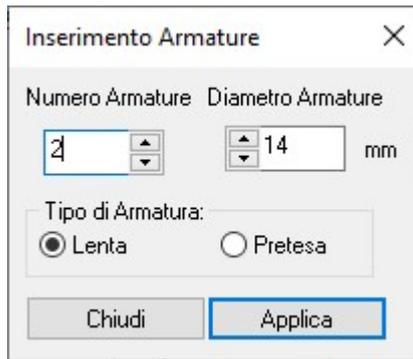
Il comando “preparazione delle armature” ha assegnato alle barre inferiori la posizione “1” e a quelle superiori la posizione “-1”.



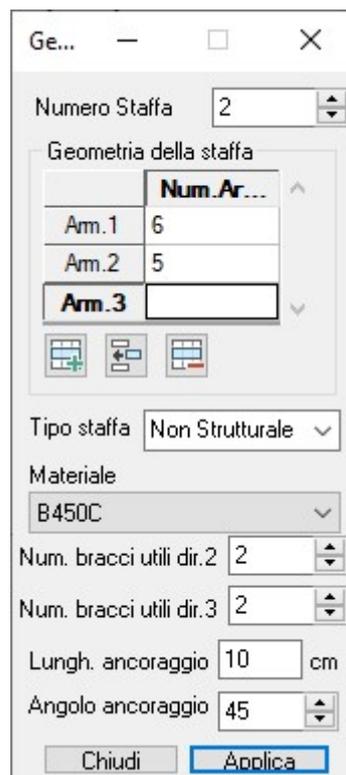
Con le operazioni descritte precedentemente, visualizziamo il colore relativo all’assegnazione delle posizioni e il numero dei tondini.

6.2.1. Inserimento tipologia e geometria armatura

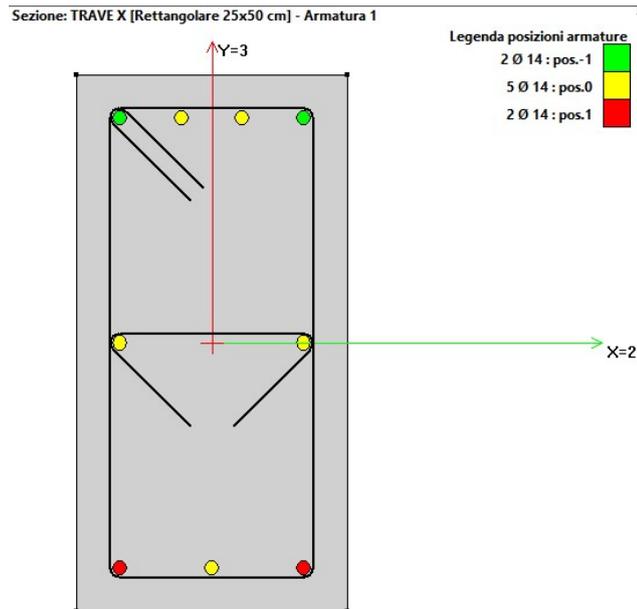
Per esercitarci sul disegno delle armature andiamo ad integrare l’armatura base della sezione “**TRAVE X [25x50 cm]**” aggiungendo due ferri del diametro di ($\phi 14$) superiormente ed uno solo sia inferiormente che ai lati destro e sinistro, tutti in posizione “0”. Per aggiungere dei ferri bisogna selezionare le 2 barre tra le quali dobbiamo inserire l’armatura aggiuntiva poi clicchiamo sul comando “**Armature lineari**  ” e digitiamo numero e diametro dei ferri desiderato e tipo di armatura “**lenta**” e “**applica**”.



Per inserire altre barre tra altre armature bisogna deselegionare le precedenti selezionate. Inseriamo uno “spillo” orizzontale intermedio dal menù “inserisci” poi “staffe”. Nella casella “numero staffa” seleziono “2”, clicco sui due ferri intermedi e in questo modo compare lo spillo, poi nella casella “tipo staffa” selezioniamo “non strutturale”, “applica” e “chiudi”.



Come controllo è possibile confrontare la sezione inserita con l'immagine sottostante.

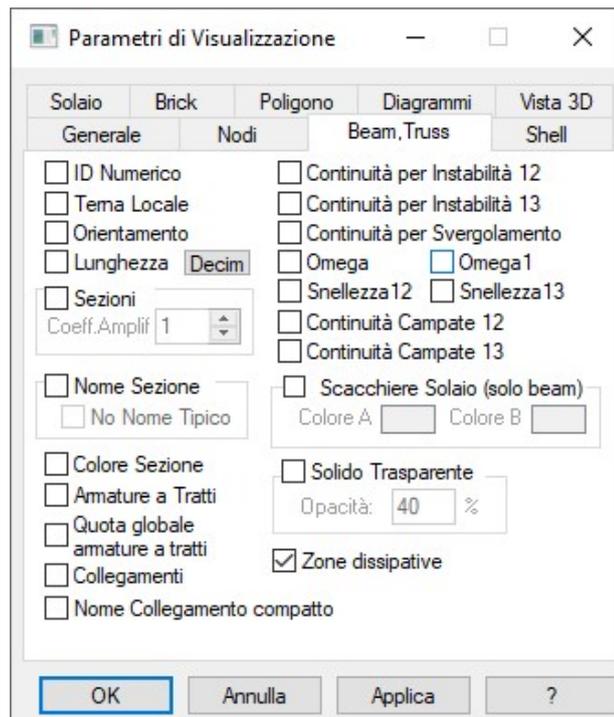


Selezioniamo tutti i ferri superiori col cursore da sinistra verso destra, e clicchiamo sul tasto **“Diametro ferri”**  sulla barra degli strumenti. Digitiamo **“18”** nella finestra di dialogo apertasi, chiudiamo il comando con un clic sul tasto **“OK”** e deseleggiamo i due ferri con un clic sull’area libera della **“FINESTRA SEZIONI”**. Ripetiamo la stessa operazione per i ferri disposti inferiormente, associando un diametro **“16”**.

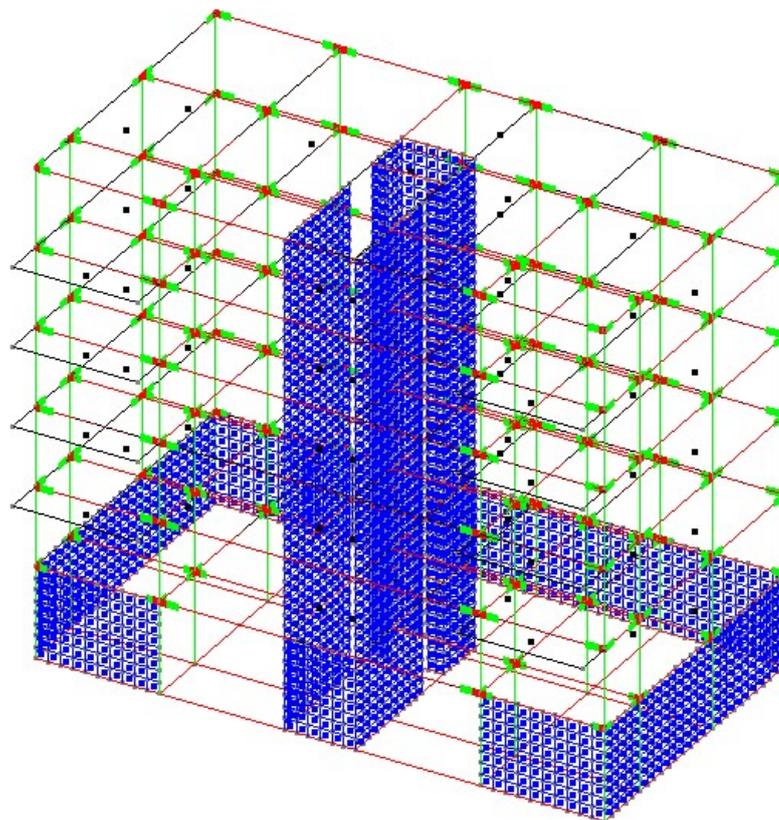
6.2.2. Progetto e verifica della sezione

Prima di procedere con la progettazione, dobbiamo assicurarci che la procedura automatica abbia assegnato correttamente le zone dissipative alla estremità delle travi. Per fare ciò, torniamo nella finestra del modello e richiamiamo il gruppo di selezione **“Travi CA”**, già presente tra i gruppi di selezione creati in automatico da CMP nella sezione **“Tipologie”**.

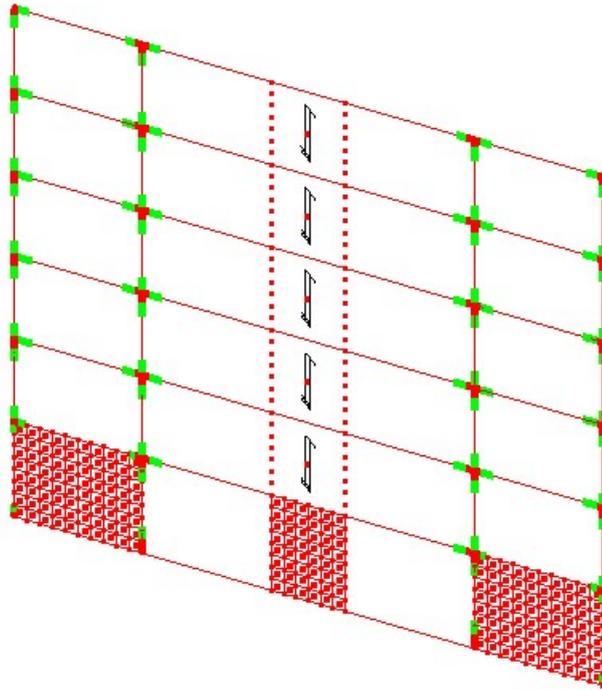
Attiviamo ora la visualizzazione delle zone dissipative assegnate in automatico alle travi, cliccando l’apposito pulsante nel comando **“Gestione di tutte le visualizzazioni/beam, truss”** e selezionando in sequenza **“Applica”** e **“ok”**:



Sui beam selezionati compaiono l'altezza della zona dissipativa (tratto verde) e l'ingombro dei nodi (tratto rosso), chiaramente visibili disattivando la vista solida:



*Per facilitare il controllo, selezioniamo un telaio per volta: deseleggiamo tutte le entità e, utilizzando l'apposito comando , andiamo a selezionare il telaio che si trova nella parte anteriore del modello. Spegliamo la restante parte di modello e disattiviamo il comando “**Seleziona/deseleziona tutte le entità in un piano xz**” cliccandoci sopra:*

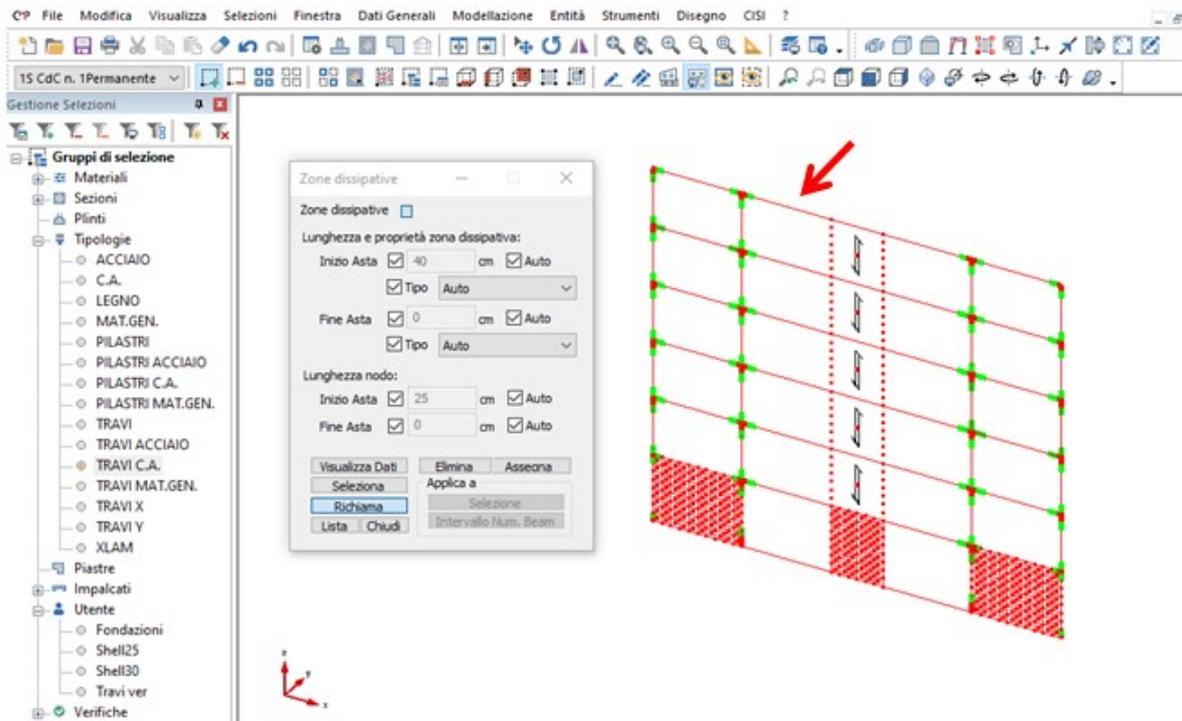


Come si può osservare, non è stata assegnata la dimensione del nodo e della zona dissipativa alle estremità dei beam nei punti in cui sono connessi agli shell.

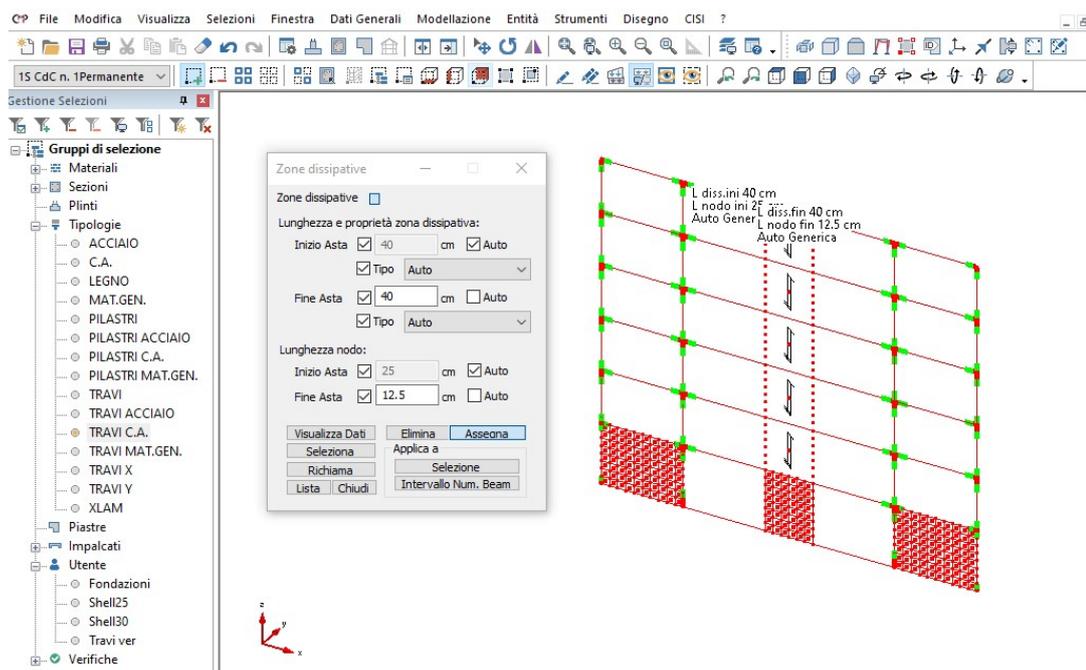
NOTA: Si tratta di una peculiarità della procedura, che non è in grado – nella versione attuale - di rilevare la dimensione dello shell e di conseguenza del nodo.

*Occorre provvedere manualmente ad inserire questi dati, utilizzando il comando che si trova in “**Entità>beam>zone dissipative**”. Dopo aver attivato il comando, andiamo richiamare i dati assegnati a ciascun beam; insieme*

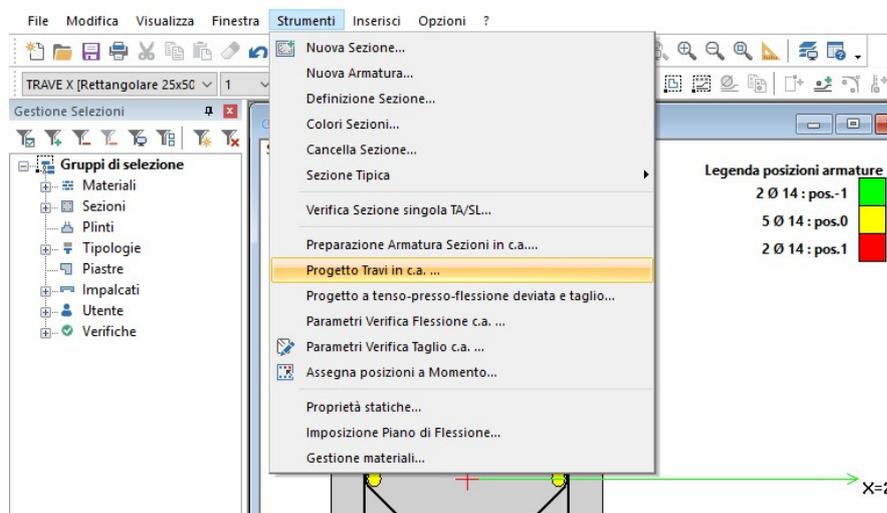
faremo l'operazione con quello indicato dal puntatore nell'immagine, attivando il tasto "richiama" e cliccando sul beam.



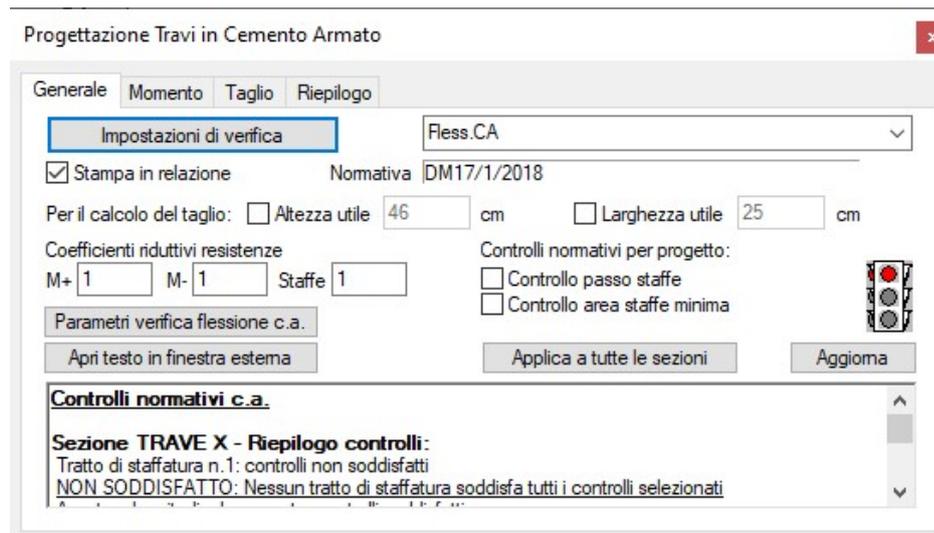
Una volta richiamati i dati, togliamo la spunta da "auto" nelle righe che corrispondono a "Fine Asta" e digitiamo manualmente i corrispondenti valori; procediamo assegnamoli al beam cliccando prima il pulsante "assegna" e poi il beam stesso:



Questa operazione andrà condotta su tutti i beam in cui non sono state assegnate automaticamente le zone dissipative. Lasciamo questo esercizio al lettore; una volta completata l'assegnazione occorrerà chiudere il comando e spegnere la visualizzazione delle zone dissipative dal comando “**Gestione di tutte le visualizzazioni**”. Procediamo con la progettazione delle travi. Apriamo la finestra delle “sezioni” e visualizziamo la sezione “**Trave X**”. Disponiamo sullo schermo affiancate la finestra “modello” e la finestra “sezioni”, mantenendo attiva quest'ultima. Scegliamo dal menù “**Strumenti**” il comando “**Progetto Travi in c.a...**”.



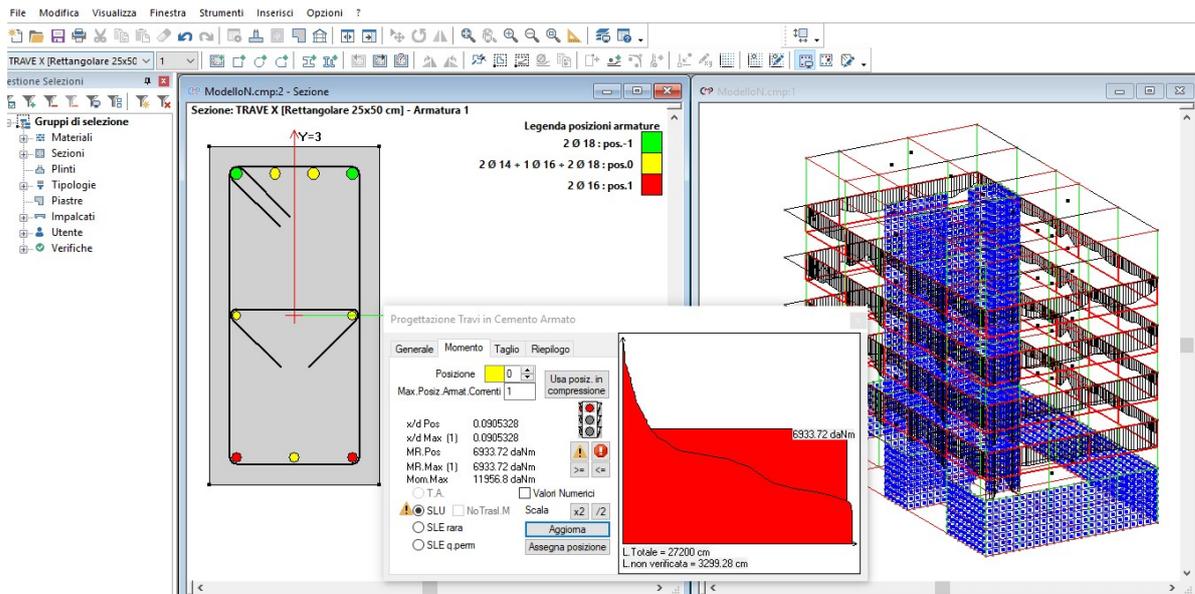
Nel box accanto al tasto “**Impostazioni di Verifica**” è già impostata la voce “**Fless. CA**”; nel riquadro “**Per il calcolo del Taglio**”, troviamo i valori “**46**” nella casella “**Altezza Utile**” e “**25**” nella casella “**Larghezza Utile**”, calcolati automaticamente in quanto la sezione rettangolare rientra tra quelle tipiche.



Cliccando sul tasto “Impostazioni di Verifica” è possibile settare il “Set Inviluppi”. Nel nostro possiamo lasciare quello di default “~SL18”. Nella finestra spuntiamo tutte le opzioni “Controlli normativi per progetto”.

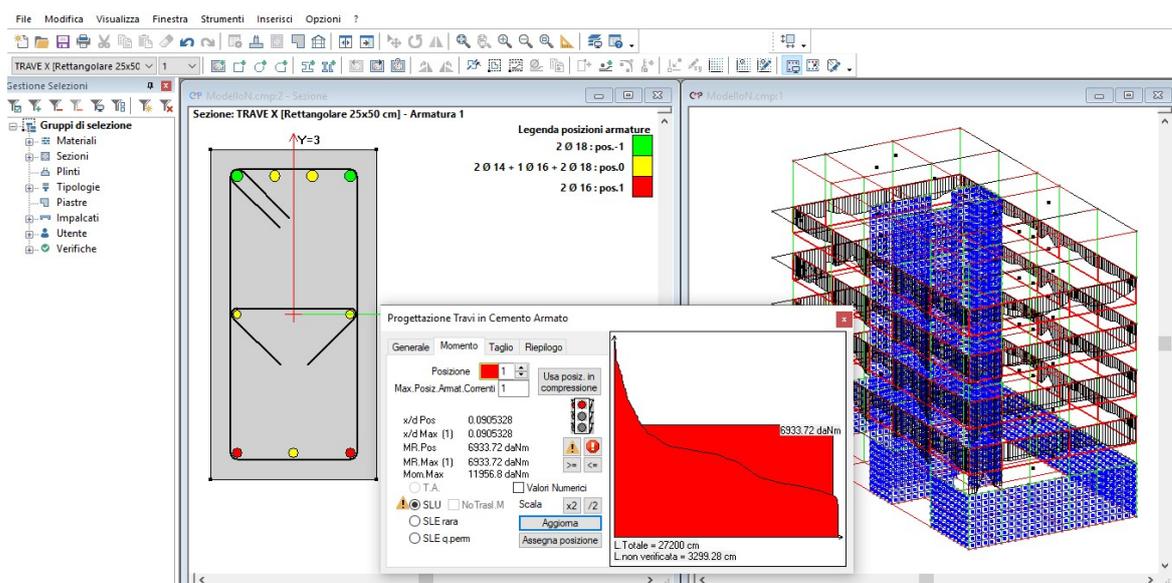


Passiamo alla scheda “Momento”, riduciamo la scala di rappresentazione del diagramma di involuppo dei momenti con il tasto “/2” e spuntiamo l’opzione “SLU” in basso a sinistra.

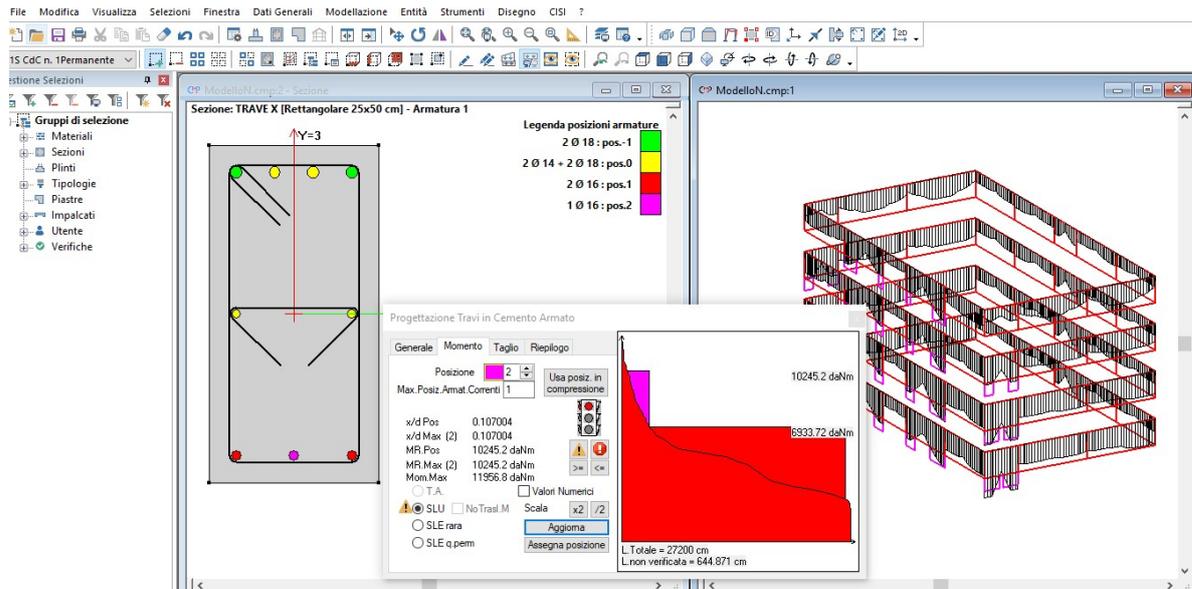


Nota: l'ultima scelta ci consente di "visualizzare" in tempo reale il risultato della verifica/progetto delle armature nella condizione di stato limite ultimo. Durante il processo di progetto a fianco di questa comparirà un punto esclamativo nel caso in cui la verifica corrispondente non fosse ancora soddisfatta su tutti i beam aventi la sezione in oggetto.

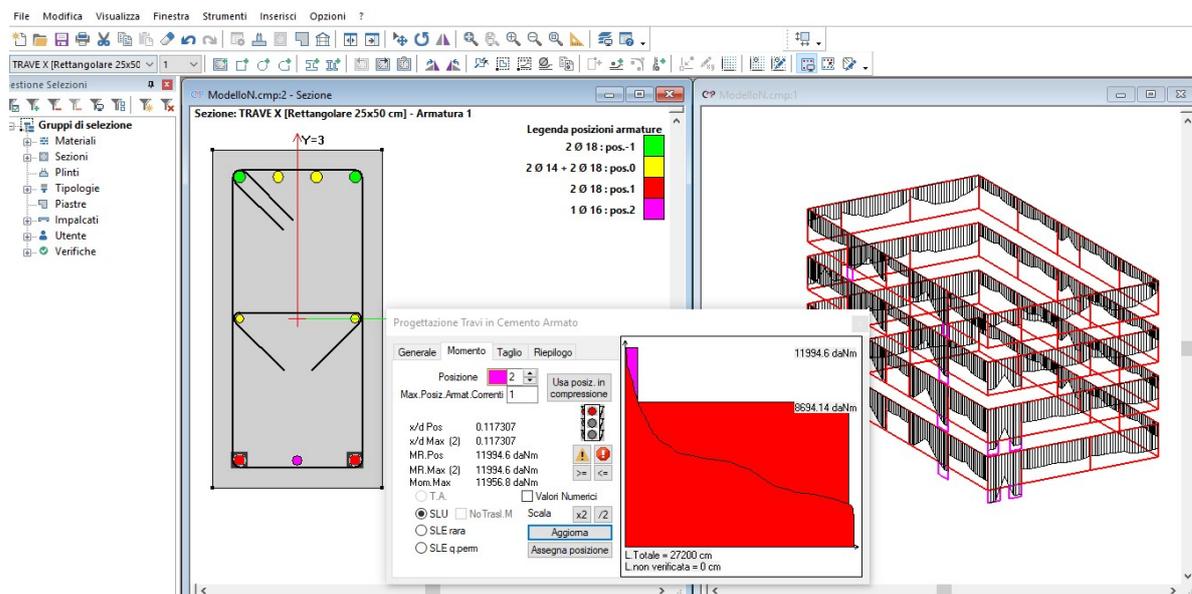
Iniziamo con il progetto delle armature inferiori selezionando la posizione "1" (posizione corrente a momento positivo) nella casella "Posizione".



Spegliamo le entità non selezionate nella “FINESTRA MODELLO”. Come si può notare, nell’angolo in basso a sinistra della finestra di dialogo, la verifica allo stato limite ultimo non è ancora soddisfatta (evidenziata dal simbolo giallo di pericolo). Procediamo con l’integrare l’armatura base nelle sezioni non ancora verificate: selezioniamo “2” nella casella “Posizione” e clicchiamo sul ferro inferiore non ancora selezionato.

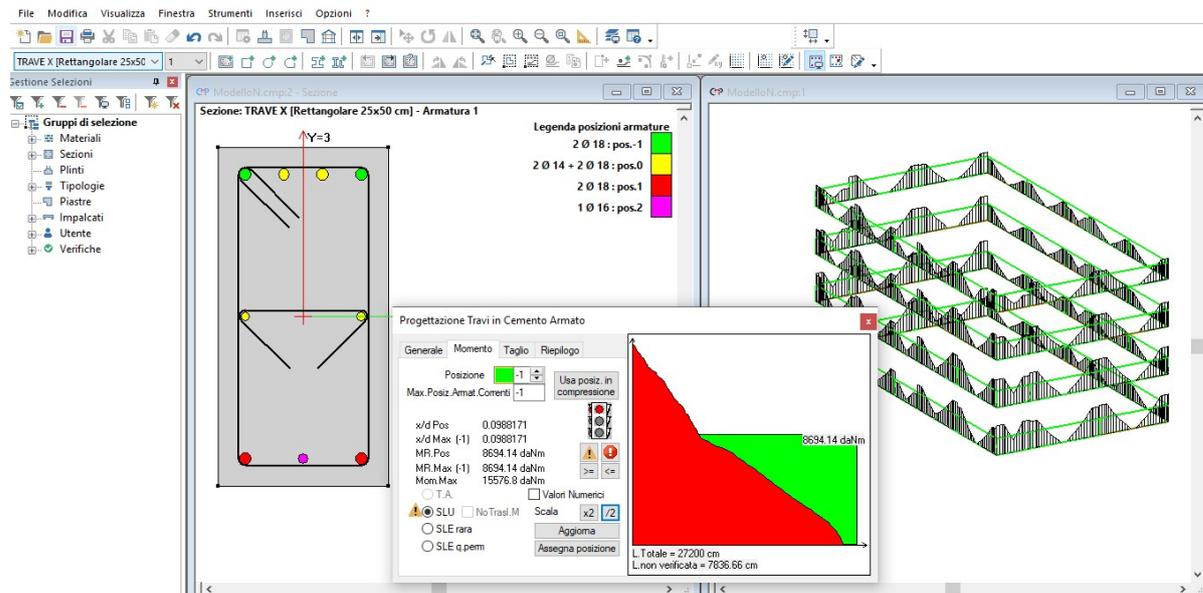


L’armatura disposta non è ancora sufficiente: selezioniamo pertanto le due barre in posizione 1 e andiamo a modificarne il diametro, trasformandole in barre del 18.



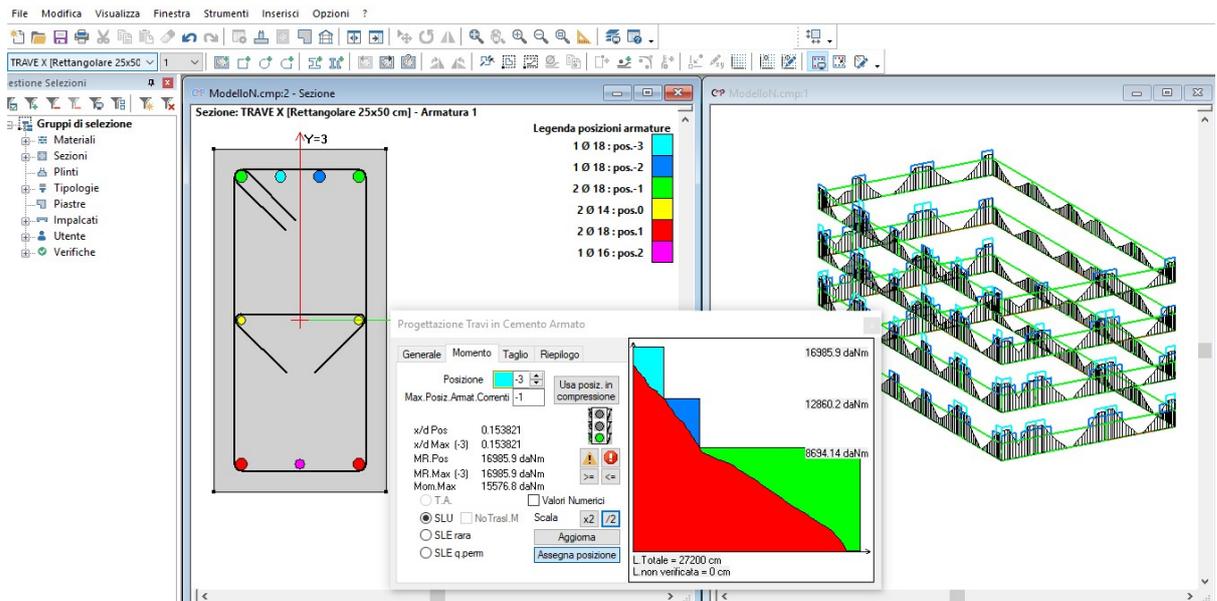
Sia nel riquadro a destra della finestra “**Progettazione Travi in Cemento Armato**” (nel grafico della scheda Momento è indicato che non ci sono più tratti non verificati “ $L. non verificata=0\text{ cm}$ ”), sia nella “**FINESTRA MODELLO**” si nota che il momento resistente della sezione, armata con i tre ferri selezionati, copre le sollecitazioni di progetto.

Chiarito questo, passiamo all’armatura superiore scegliendo “-1” nella casella “**Posizione**”.

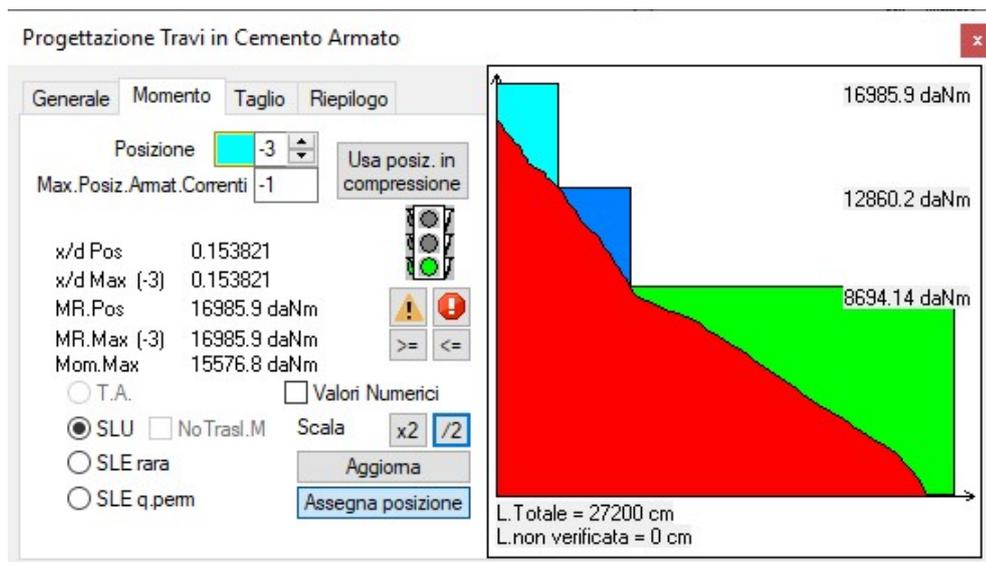


Procediamo con l’integrare l’armatura base nelle sezioni non ancora verificate: selezioniamo “-2” nella casella “**Posizione**” e clicchiamo su uno dei due ferri non ancora selezionati.

Al fine di ottenere un migliore utilizzo dei ferri, selezioniamo “-3” nella casella “**Posizione**”, attiviamo il tasto “**Assegna posizione**” della finestra di dialogo “**Progettazione Travi in Cemento Armato**” e clicchiamo sul ferro superiore rimasto in posizione “0”.



Come si può notare, nell'angolo in basso a sinistra della finestra di dialogo, la verifica allo stato limite SLU è soddisfatta (evidenziata dal fatto che il simbolo giallo di pericolo è scomparso).

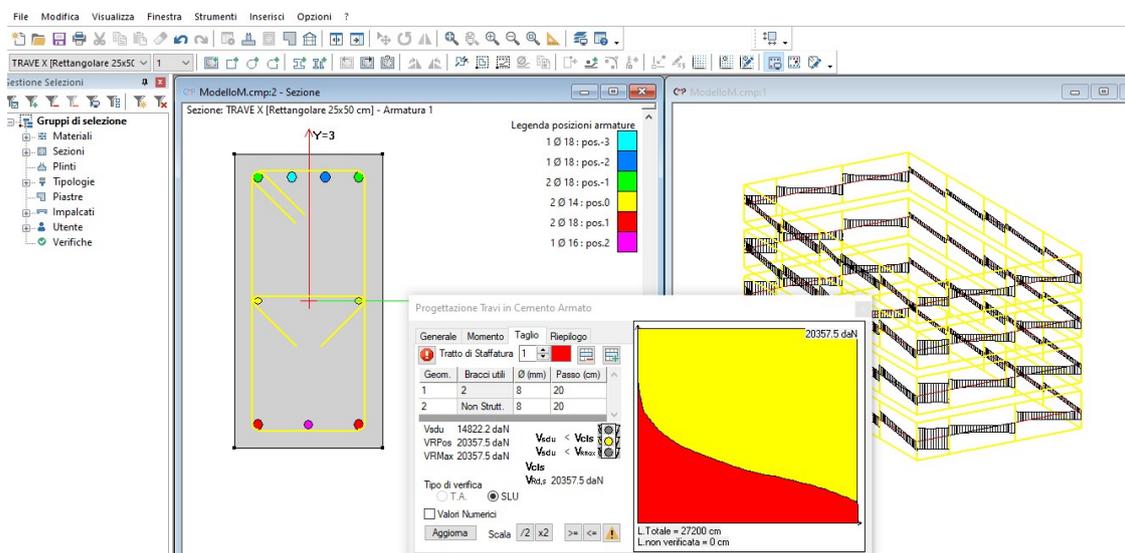


Nota: ai ferri laterali intermedi è stata assegnata a posizione n. 0. A tale posizione corrispondono dei ferri correnti non strutturali in modo da eseguire una progettazione a favore di sicurezza.

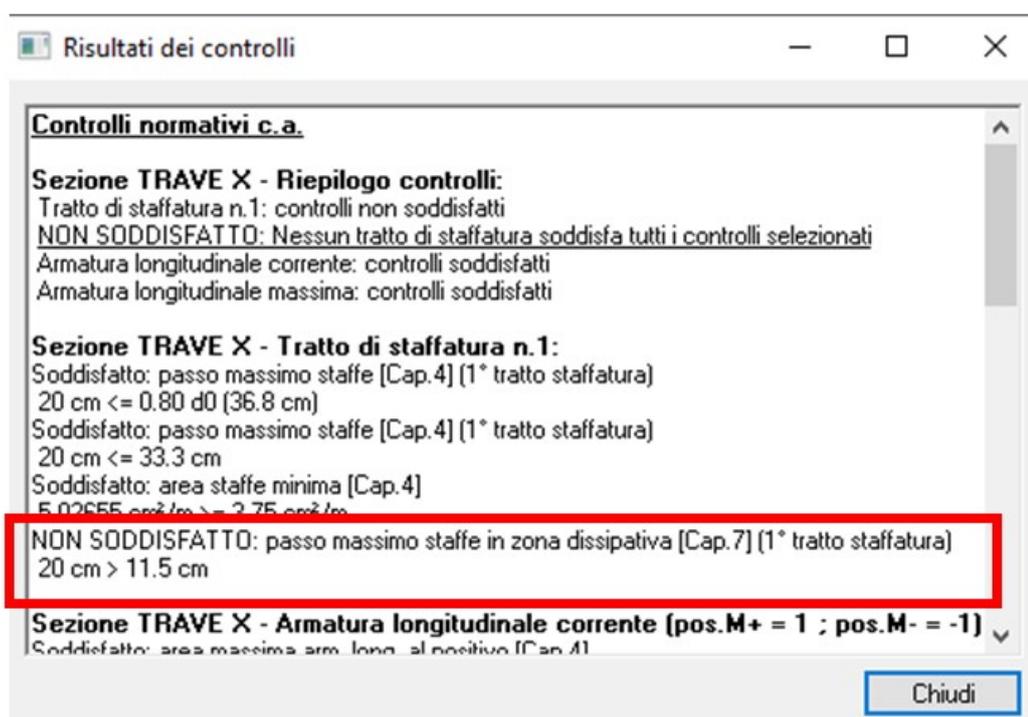
Passiamo alla scheda "Taglio" e clicchiamo più volte sul tasto "/2".

Utilizzando il tasto  aggiungiamo un'altra riga, relativa allo spillo che

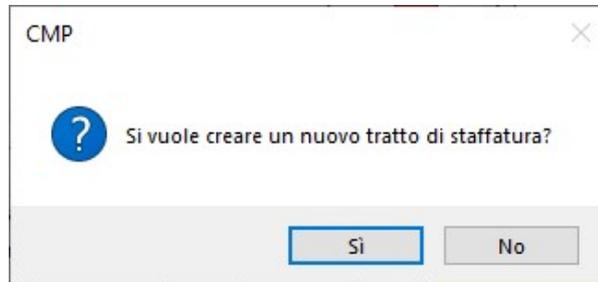
abbiamo precedentemente inserito; andiamo a compilarla associando allo spillo un diametro di 8 mm e un passo di 20 cm. Osservando il modello, possiamo verificare che la staffatura disposta ogni 20 cm garantisce un diagramma del taglio resistente che copre l'intero involuppo.



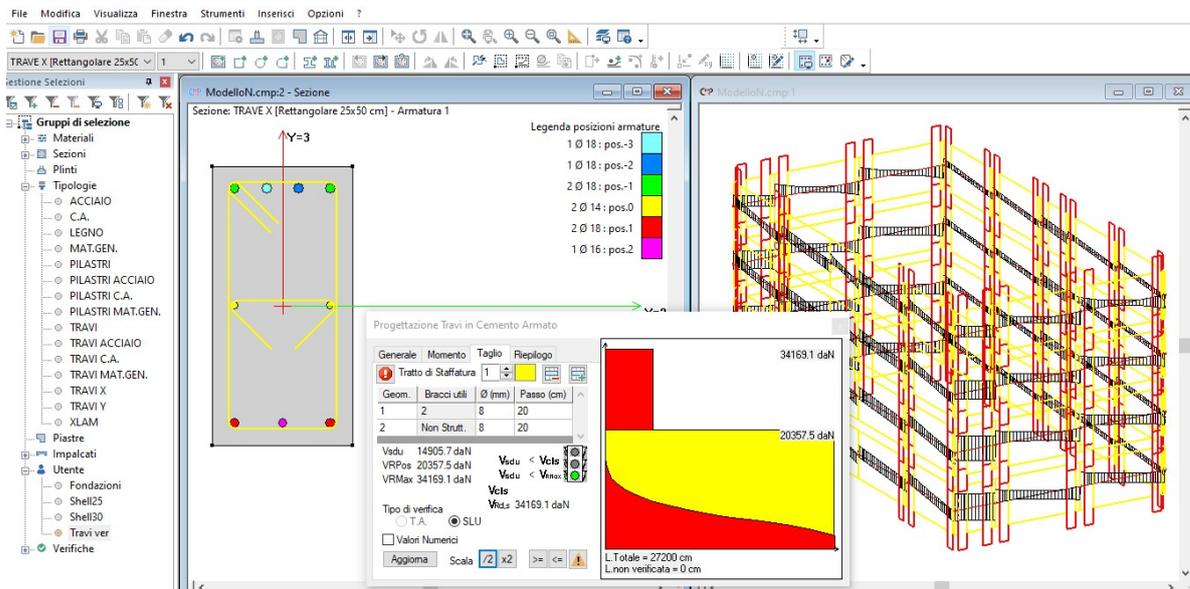
Il semaforo, tuttavia, rimane giallo: questo significa che uno dei controlli normativi non è soddisfatto. Per capire di quale controllo si tratta, torniamo nel comando “Generale” e selezioniamo l’opzione “Apri testo in forma estesa”; nel testo è messo in evidenza il controllo non soddisfatto:



Torniamo nella finestra “**Taglio**” dopo aver chiuso “**Risultati dei controlli**”; utilizzando le frecce a fianco di “**Tratto di staffatura**”, selezioniamo “**2**”. Comparirà il seguente messaggio, a cui dobbiamo rispondere di sì:



Nella nuova finestra che si apre, nella colonna “**passo**” cancelliamo 20 e lo sostituiamo con 10; quindi selezioniamo “**aggiorna**”:



Il semaforo verde indica che i controlli normativi ora sono tutti soddisfatti.

Al fine di completare il modello fin qui realizzato si deve procedere con la progettazione delle sezioni rimanenti; questa operazione viene lasciata a chi legge come esercizio. Al termine di questa operazione, nella scheda “**Riepilogo**” vengono visualizzati i risultati di tutte le verifiche relativi a tutte le sezioni, in modo da controllare quali sono quelle sezioni che ancora necessitano di controlli.

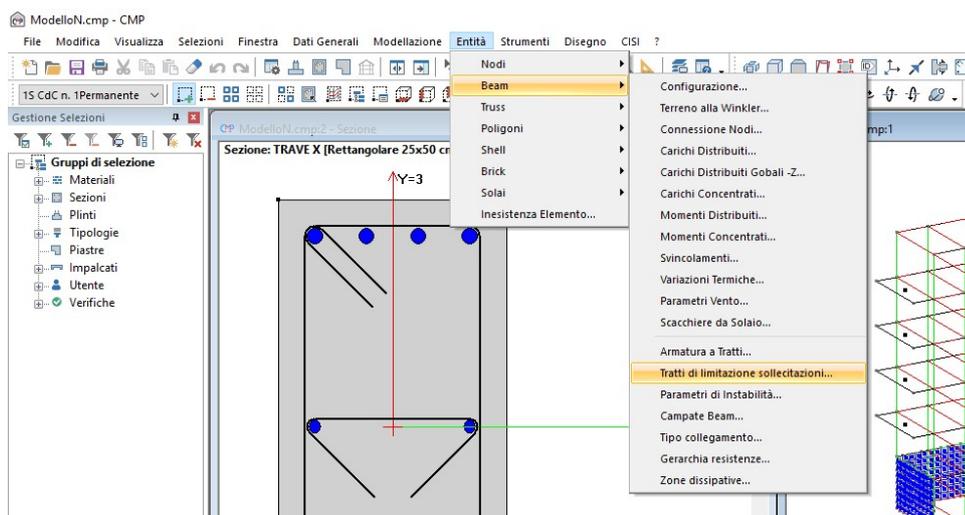
Progettazione Travi in Cemento Armato

Generale Momento Taglio Riepilogo

Sezione	M+	M-	T	Rel.
Cordolo Fittizio	✗	✗	✗	<input type="checkbox"/>
Trave 3	●	●	●	<input checked="" type="checkbox"/>
Trave 3 fittizia	✗	✗	✗	<input type="checkbox"/>
Trave 4	●	●	●	<input checked="" type="checkbox"/>
Trave 5	●	●	●	<input checked="" type="checkbox"/>
Trave 5 fittizia	●	●	●	<input type="checkbox"/>
Trave 6	●	●	●	<input checked="" type="checkbox"/>
Trave 7	●	●	●	<input checked="" type="checkbox"/>
Trave fond 3	●	●	●	<input checked="" type="checkbox"/>
Trave fond 4	●	●	●	<input checked="" type="checkbox"/>

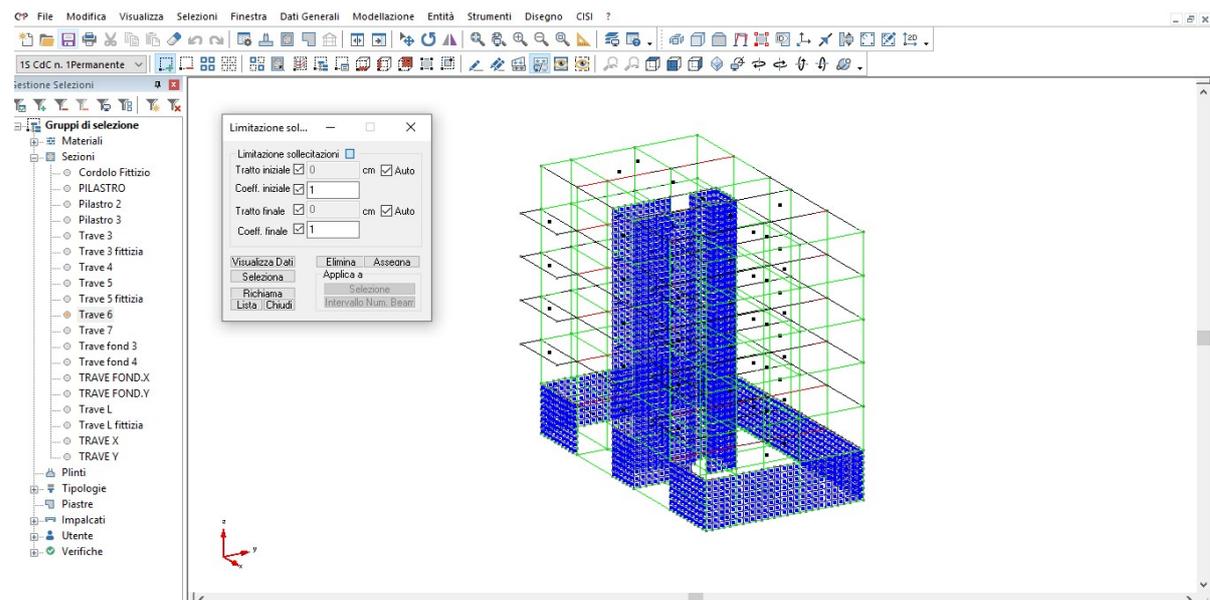
Aggiorna

NOTA: Alla luce della progettazione in gerarchia delle resistenze, è bene evitare di eccedere nell'armatura delle travi, soprattutto agli appoggi. Per permettere di calibrare meglio la progettazione, conviene pertanto ricorrere a una funzione del programma, che consente di smussare i diagrammi dei momenti flettenti in modo da tenere conto dell'effettiva dimensione dei pilastri. A tale comando si può accedere dal menù “Entità>beam>tratti di limitazione sollecitazioni”, dalla finestra del modello:



Come esempio, selezioniamo i beam a cui è assegnata la sezione “Trave 6”, attiviamo il comando “limitazione sollecitazioni”, quindi assegniamo i tratti di limitazione “auto”: questi vengono calcolati in automatico dal software, sulla

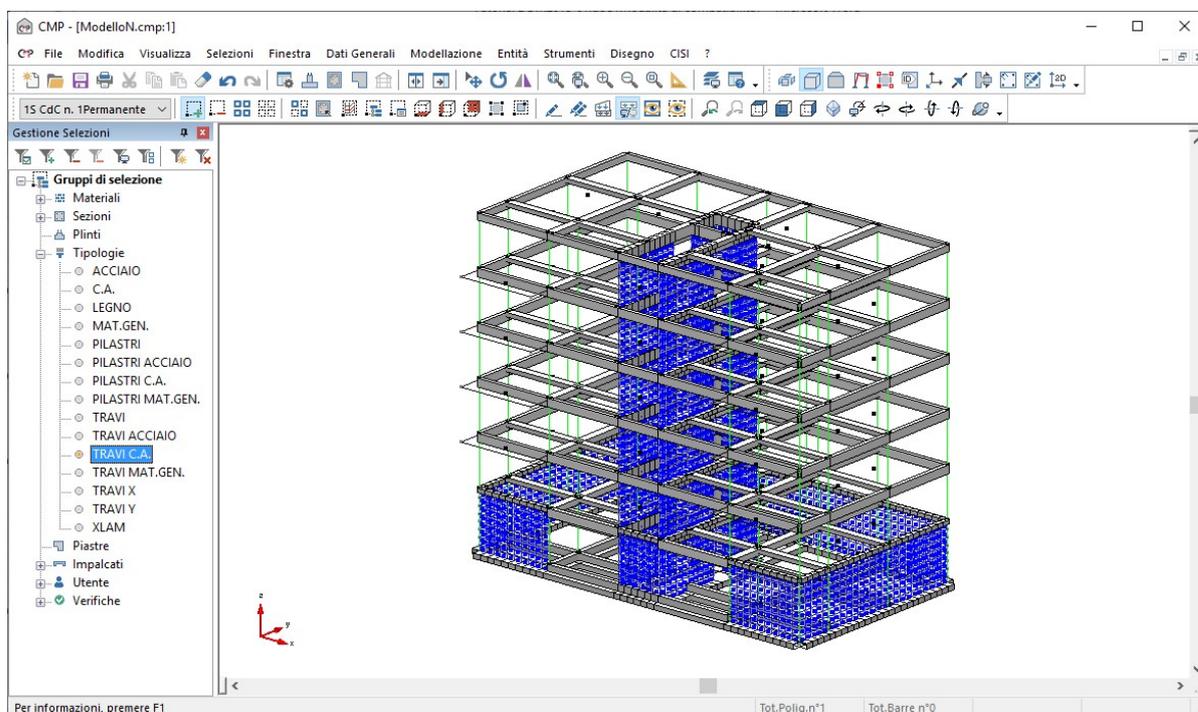
base della sezione del pilastro. Utilizzando un coefficiente 1, il tratto di limitazione sollecitazione è pari alla dimensione della sezione del pilastro che sporge dal nodo nella direzione della trave. Questo equivale a interrompere i diagrammi di sollecitazione dei momenti e dei tagli a filo della sezione del pilastro. Applichiamo le impostazioni settate con i comandi “Assegna” e “applica a selezione”:



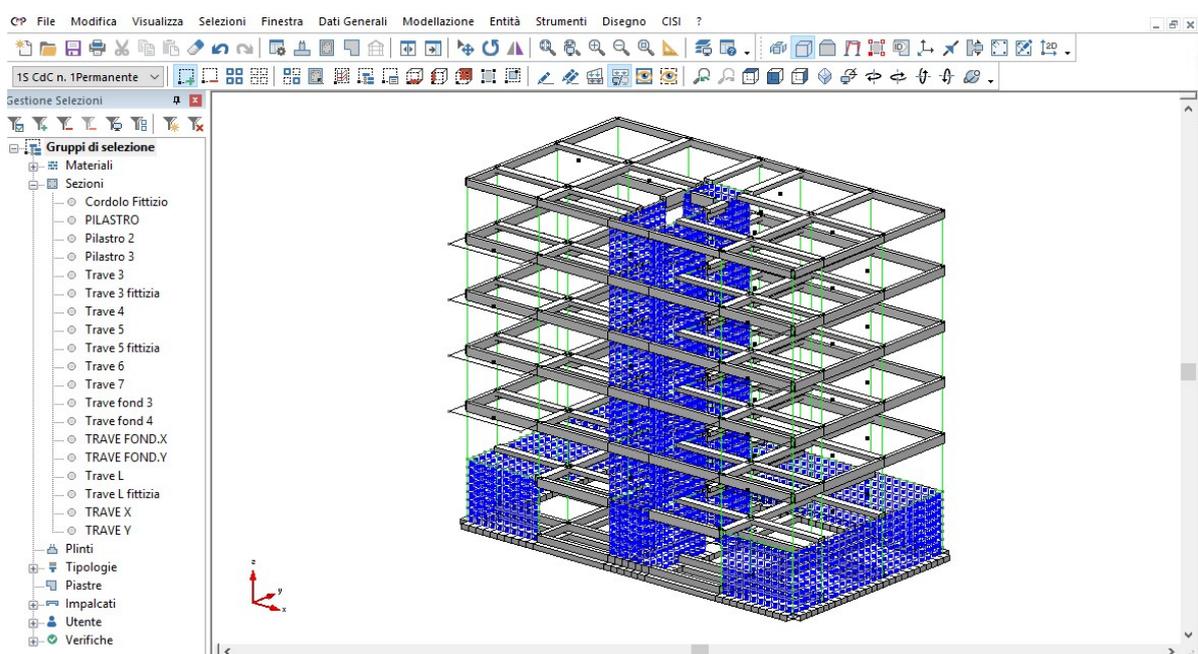
Torniamo alla progettazione delle travi. Le sezioni che sono state realizzate con materiali fittizi devono essere progettate solo nei casi in cui si voglia estrarre dei disegni esecutivi completi, come nel caso delle travi ad L sul vano scala (per cui bisogna progettare e armare le travi “Trave L fittizia”)

Al contrario le sezioni “Trave 3 Fittizia [25x60 cm]” e “Cordolo Fittizio [30x25 cm]” non devono essere progettate e non devono essere conteggiate nella relazione di calcolo. Per questo, provvediamo alla cancellazione delle armature, selezionando i quattro ferri d’angolo che abbiamo creato precedentemente, con il tasto “Cancella”. Si aprirà una finestra di dialogo in cui si comunica che la cancellazione delle armature comporta l’eliminazione della staffatura; procediamo confermando questa operazione.

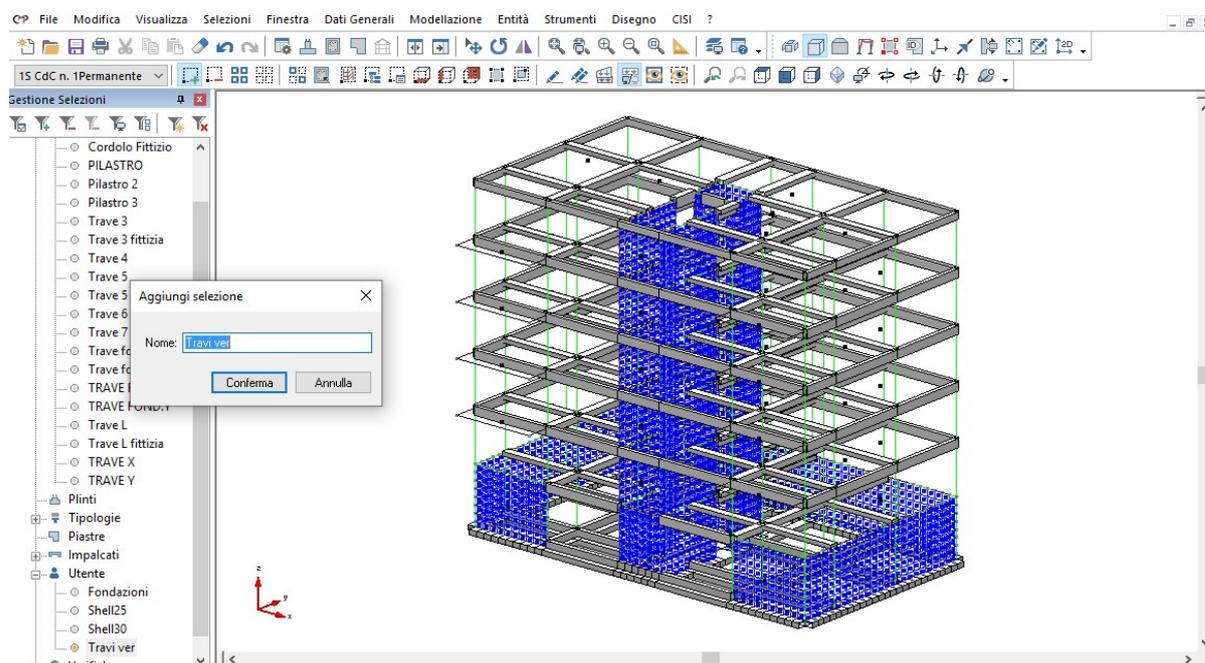
Una volta terminato, chiudiamo la “FINESTRA SEZIONI”, ingrandiamo la “FINESTRA MODELLO”, visualizziamo l'intero modello in vista tridimensionale e deseleggiamo tutto. Attraverso i comandi di selezione, selezioniamo tutte le travi in c.a., con i gruppi di selezione pre-definiti:



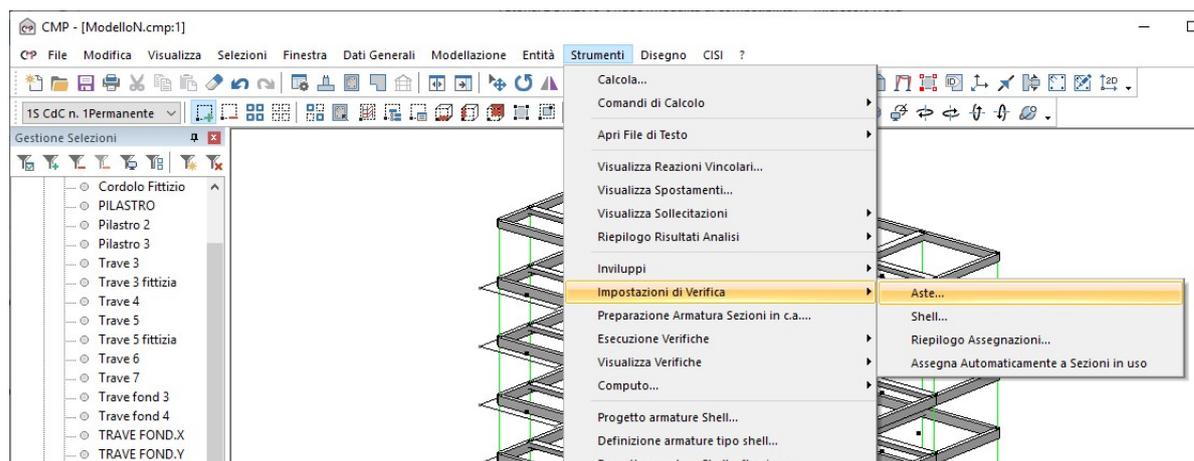
Sempre utilizzando i gruppi di selezione, deseleggiamo i beam cui è sono assegnate le sezioni da escludere dalle verifiche:



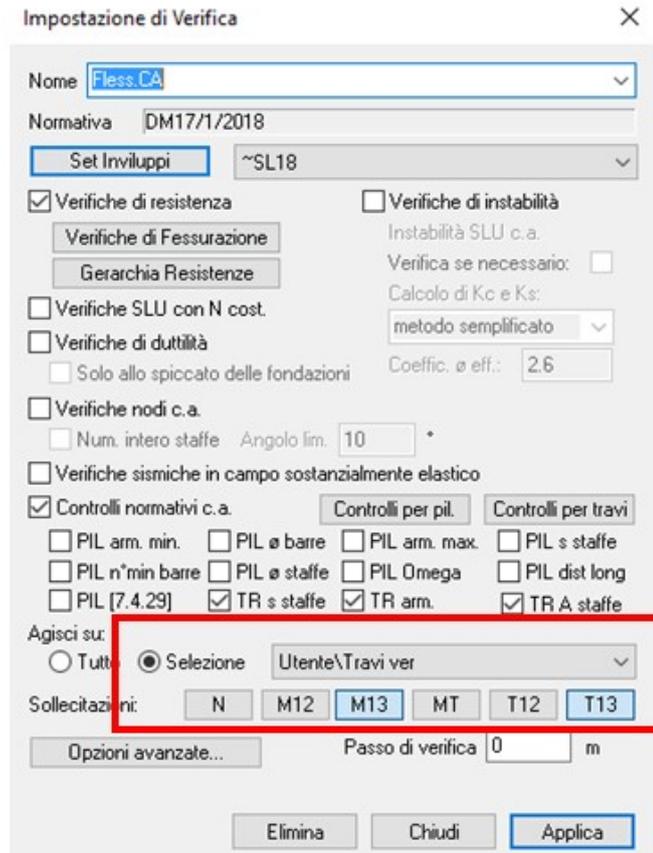
Creiamo una selezione utente con i beam selezionati, che chiamiamo “Travi ver”:



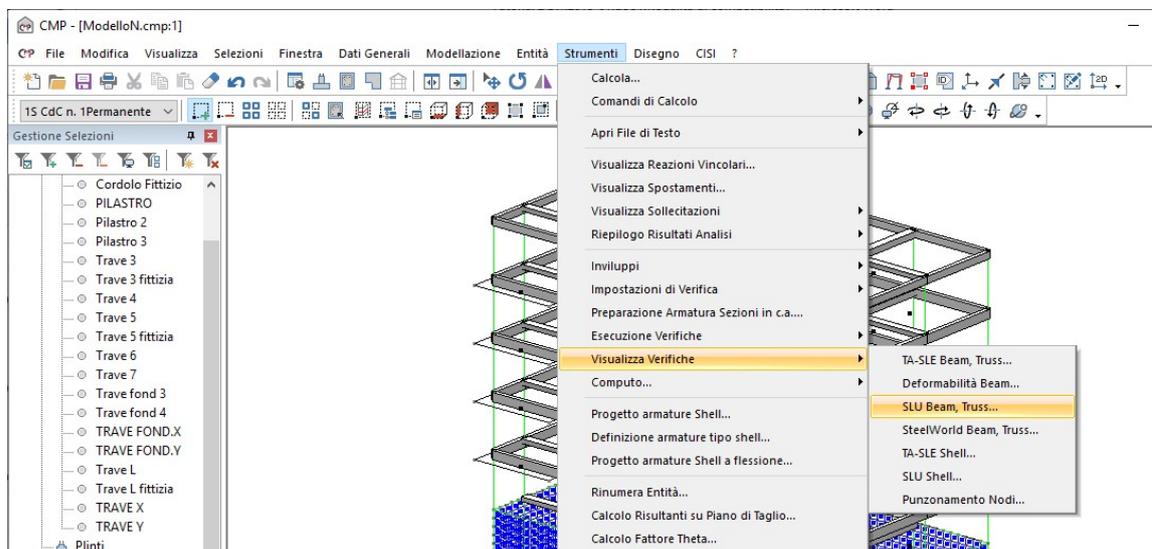
Il passaggio successivo consisterà nell'andare a modificare l'impostazione di verifica creata in automatico, in modo che le verifiche siano condotte solo sugli elementi non fittizi. Apriamo quindi il comando “Impostazioni di verifiche; aste” dal menù “Strumenti”:



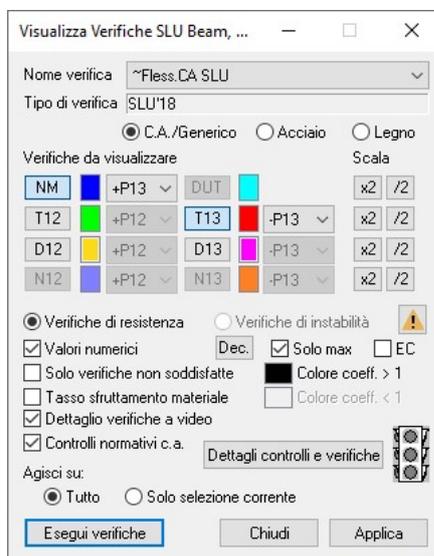
Selezioniamo la verifica “Fless c.a.” e modifichiamo il gruppo di selezione su cui la verifica agisce, scegliendo “Travi ver”:



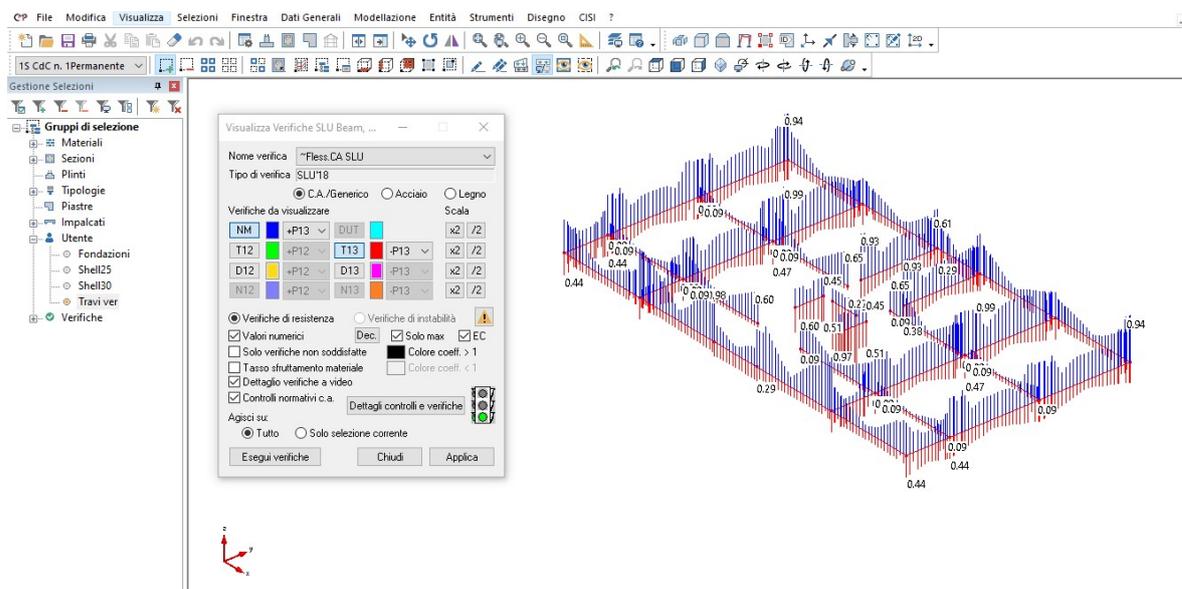
Usciamo dal comando selezionando il tasto **“Applica”**. A questo punto, andiamo a visualizzare le verifiche sulle travi. Dal menù **“Strumenti”** scegliamo il comando **“Visualizza verifiche\SLU beam, Truss”**:



Nella finestra che si apre, scegliamo la verifica “~Fless CA SLU”, quindi selezioniamo le verifiche “NM” e “T13” e diamo il comando “Esegui verifiche”:

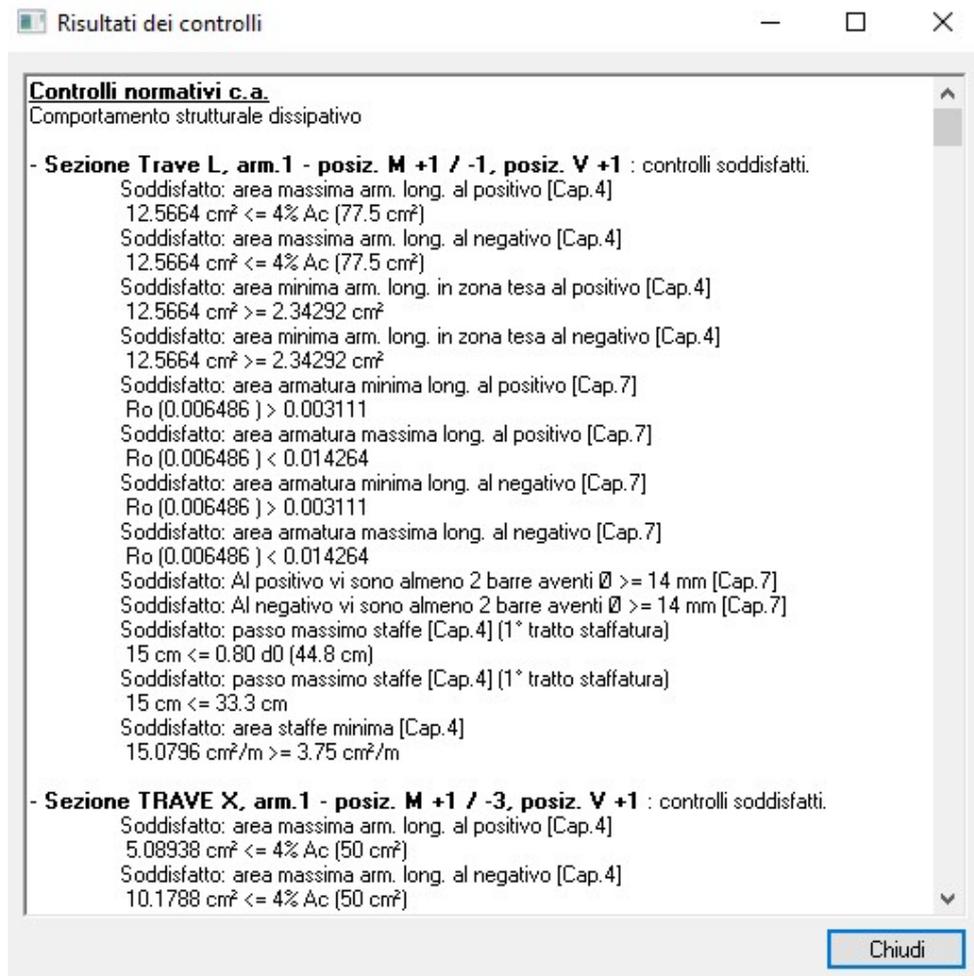


Il programma inizia l’elaborazione dei dati; al termine, scegliendo “Applica”, in corrispondenza degli elementi selezionati vengono visualizzati i coefficienti di sfruttamento relativi alle due verifiche di flessione e taglio. Data l’abbondanza di numeri, si consiglia di selezionare solo alcuni elementi per volta; nell’immagine allegata sono state deselezionate e spente tutte le parti di modello, ad eccezione delle travi dell’impalcato di copertura:



Nota: i numeri selezionati corrispondono al coefficiente di sfruttamento. Se il numero è <1 , la verifica è soddisfatta.

*Il semaforo verde indica che verifiche e controlli normativi risultano entrambi soddisfatti. Per approfondire i risultati delle elaborazioni, selezioniamo l'opzione "**Dettagli controlli e verifiche**":*



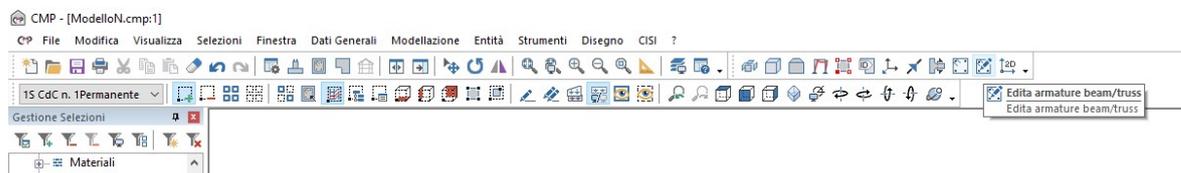
Attraverso la barra di scorrimento che si trova sulla sinistra, possiamo visualizzare nel dettaglio i controlli normativi effettuati.

*Al termine della lettura, chiudiamo la finestra e ritorniamo sulle verifiche; infatti, una volta constatato che sono tutte soddisfatte, è sempre bene assegnare ai beam l'armatura proposta, tramite il comando "**Edita armature beam**".*

6.2.3. Editazione armature

L'editazione delle armature è un'operazione, attraverso la quale, è possibile inserire i ferri direttamente negli elementi beam, in modo che l'utente possa sceglierne la tipologia, la loro lunghezza e le rispettive posizioni. Tale procedimento risulta molto utile per l'analisi di strutture esistenti.

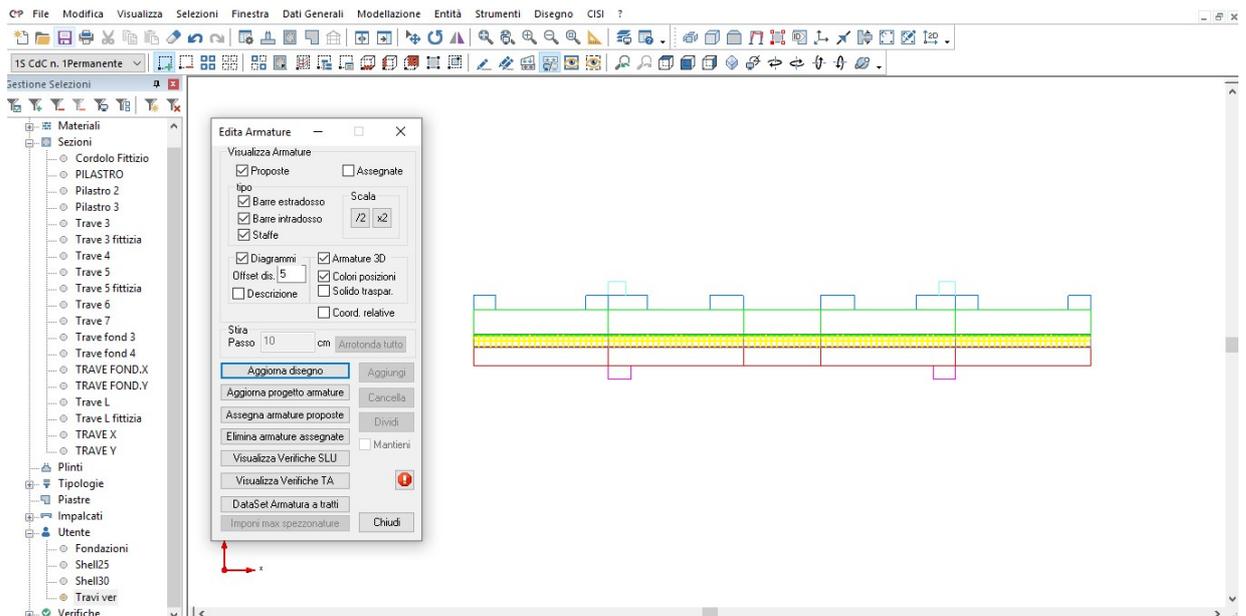
Chiudiamo la finestra, visualizziamo la “**FINESTRA MODELLO**” e selezioniamo una sola travata (per esempio la **18-70** al quarto piano). Spegniamo le entità non selezionate e portiamoci in vista ZX. Clicchiamo il comando “**Edita armature Beam/Truss**” della **BARRA DEI COMANDI**.



All'apertura della nuova finestra, spuntiamo le opzioni: “**Proposte**”, “**Armatura 3D**” e “**Colori posizioni**”.

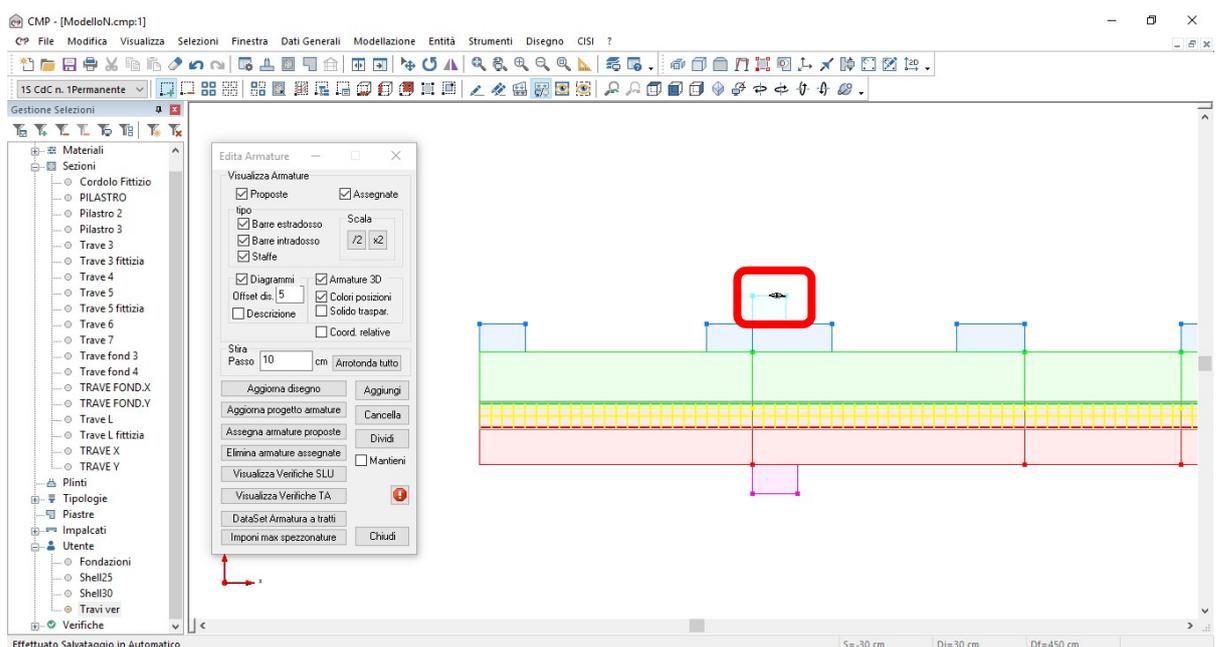


Per aggiornare il modello clicchiamo sul comando “**Aggiorna progetto armature**”; disattiviamo la vista solida delle travi

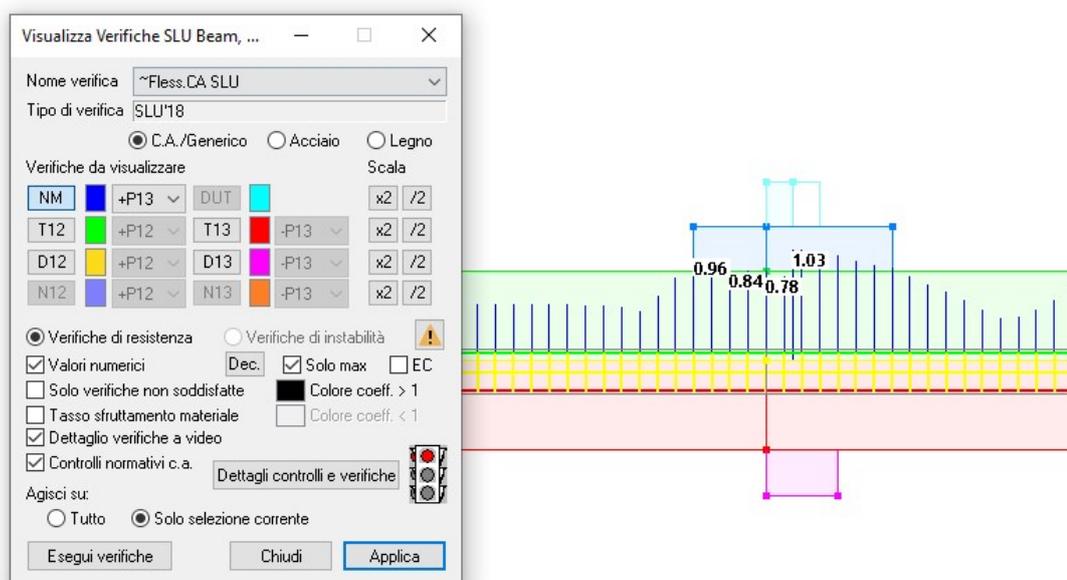


Tali armature sono quelle inserite dalla progettazione delle travi, e a questo punto bisogna assegnarle alle travi in questione tramite il comando nella finestra Edita armature “**Assegna armature proposte**”.

Spuntando l’opzione “**Assegnate**” è possibile variarle. In corrispondenza delle estremità dei tondini sono apparse delle “maniglie” con cui è si può modificare le lunghezze delle armature proposte come rappresentato in figura. Per eseguire tale operazione clicchiamo su una maniglia e tenendo premuto, scorriamo il mouse fino alla posizione prescelta.



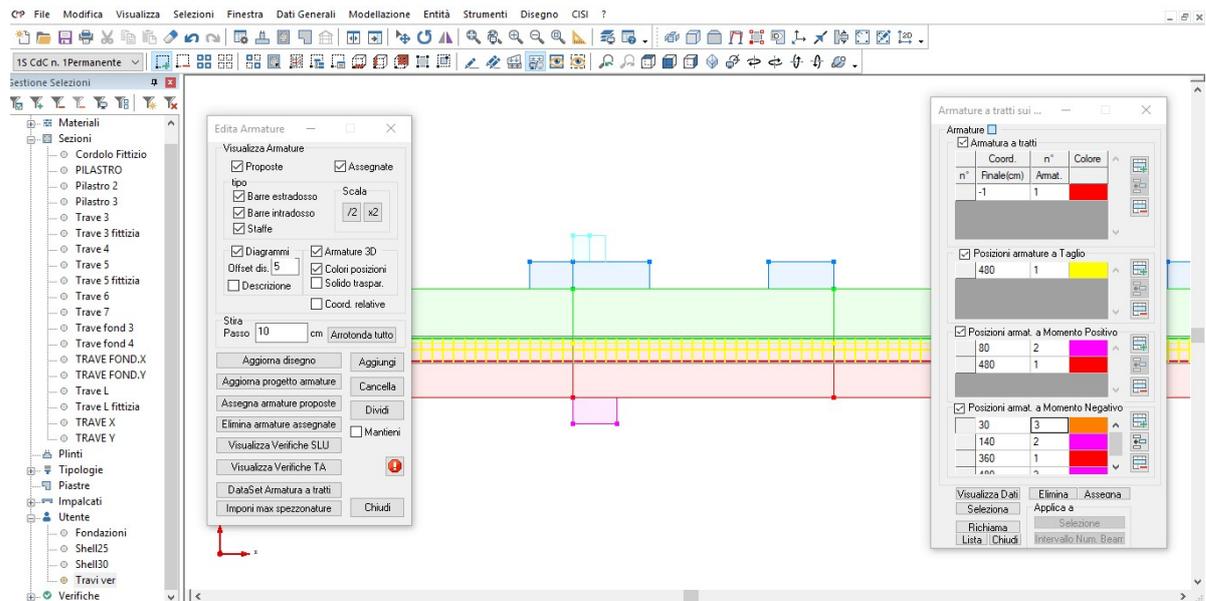
In questo esempio abbiamo accorciato i ferri relativi alla posizione n. -3 (ferri di colore azzurro). Evidenziamo i diagrammi del momento e verificiamo che nella zona modificata la verifica non è più soddisfatta. Clicchiamo il tasto **“Visualizza Verifiche SLU”**. Nella nuova finestra inseriamo l’involuppo in **“Nome Verifica”**, attiviamo il tasto **“NM”**, scegliamo di spuntare **“Solo selezione corrente”** e premiamo **“Applica”**.



Si può notare che, nel tratto modificato, le verifiche di resistenza non sono più soddisfatte (indicato dal colore rosso del diagramma dei momenti sollecitanti).

Chiudiamo la finestra **“Visualizza verifiche SLU Beam, Truss”**.

Un'altra soluzione, relativa all'inserimento di armature esistenti, è l'utilizzo del comando **“DataSet Armatura a tratti”** della finestra **“Edita Armature”**. Attivando tale comando è possibile interagire con una tabella nella quale si possono inserire tutte le armature previste in una travata definendone: tipologia, lunghezza e posizione. Nel nostro esempio, attiviamo l'opzione **“Armature”**, selezioniamo il comando **“Richiama”** e clicchiamo sull'elemento beam direttamente nella **“FINESTRA MODELLO”**.



A questo punto siamo in grado di visualizzare l'intera descrizione dell'armatura presente nel beam richiamato.

Armature a tratti sui ...

Armature

Armatura a tratti

	Coord.	n°	Colore
n°	Finale(cm)	Armat.	
-1		1	Red

Posizioni armature a Taglio

25	1	Yellow
75	2	Red
427.5	1	Yellow
427.5	2	Red

Posizioni armat. a Momento Positivo

80	2	Magenta
480	1	Red

Posizioni armat. a Momento Negativo

40	3	Orange
140	2	Magenta
360	1	Red
480	2	Magenta

Visualizza Dati Elimina Assegna
 Selezione Applica a
 Richiama Selezione
 Lista Chiudi Intervallo Num. Beam

Chiudiamo la finestra; andiamo a modificare l'armatura assegnata in modo che coincida di nuovo con quella proposta e chiudiamo il dialogo “**Edita armature**”.

NOTA: L'operazione di editazione delle armature proposte dal comando “Edita armature” deve essere eseguita per tutte le travi.

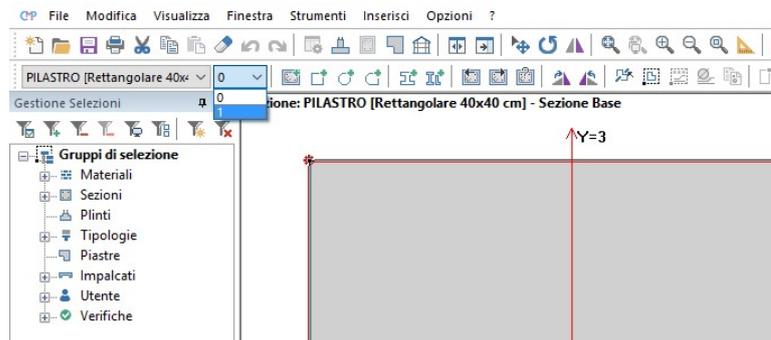
Il file “**ModelloN**” contenuto nella cartella “**Tutorial2**” contiene il modello fin qui creato.

6.3. Progetto e verifica dei pilastri

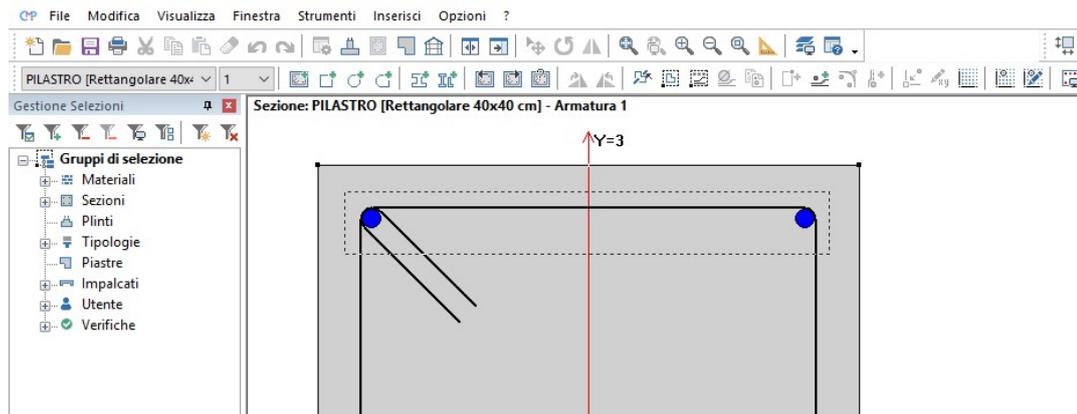
Per il progetto delle sezioni passiamo alla “**FINESTRA SEZIONI**” con un clic sul tasto “**Vista delle Sezioni**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI**. Iniziamo con la progettazione dei pilastri 40x40, che avevamo inserito nel modello iniziale. Scegliamo quindi “**PILASTRO [40x40 cm]**” nella menù a tendina

6.3.1. Inserimento tipologia e geometria armatura

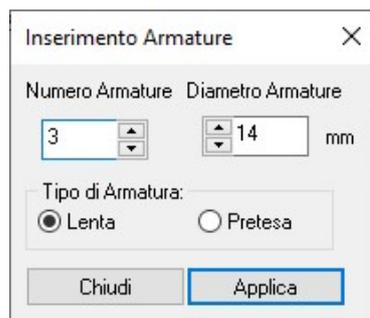
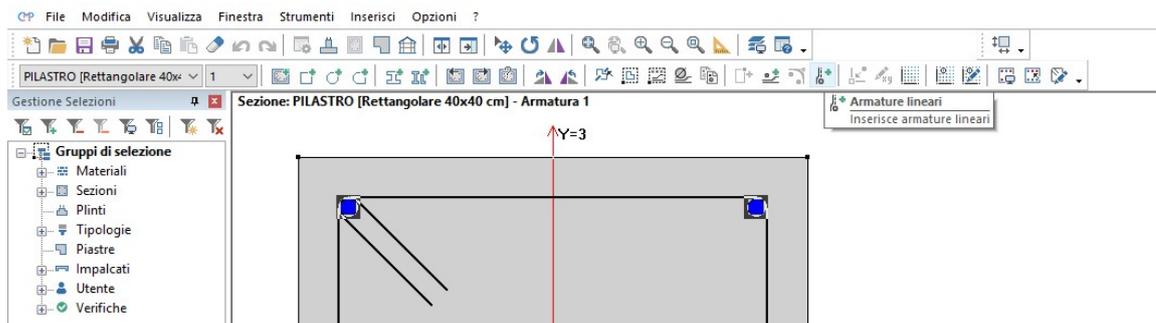
Per visualizzare l'armatura di base scegliamo “**1**” nel menù a tendina in alto a sinistra del riquadro.



Prima di effettuare la verifica a presso/tenso flessione deviata e taglio, aggiungiamo altri ferri $\phi 14$ per ogni lato; evidenziamo con un riquadro (tracciato da sinistra verso destra tenendo il tasto sinistro del mouse premuto) i due ferri del lato superiore.



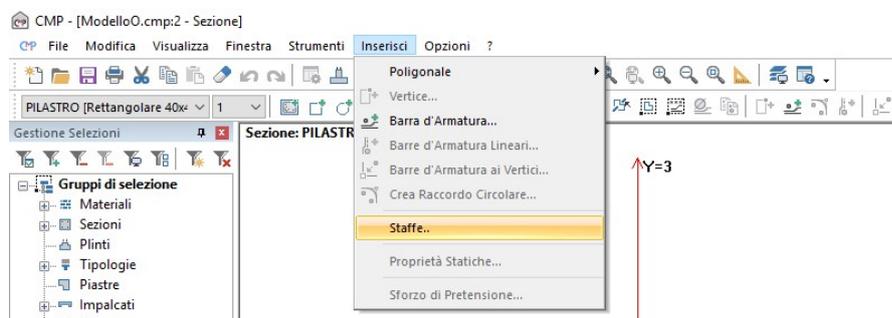
*Clicchiamo quindi sul comando “**Armature lineari**” della **BARRA DEGLI STRUMENTI**; inseriamo “**3**” nel numero di armature e confermiamo i rimanenti parametri esistenti con “**applica**”.*



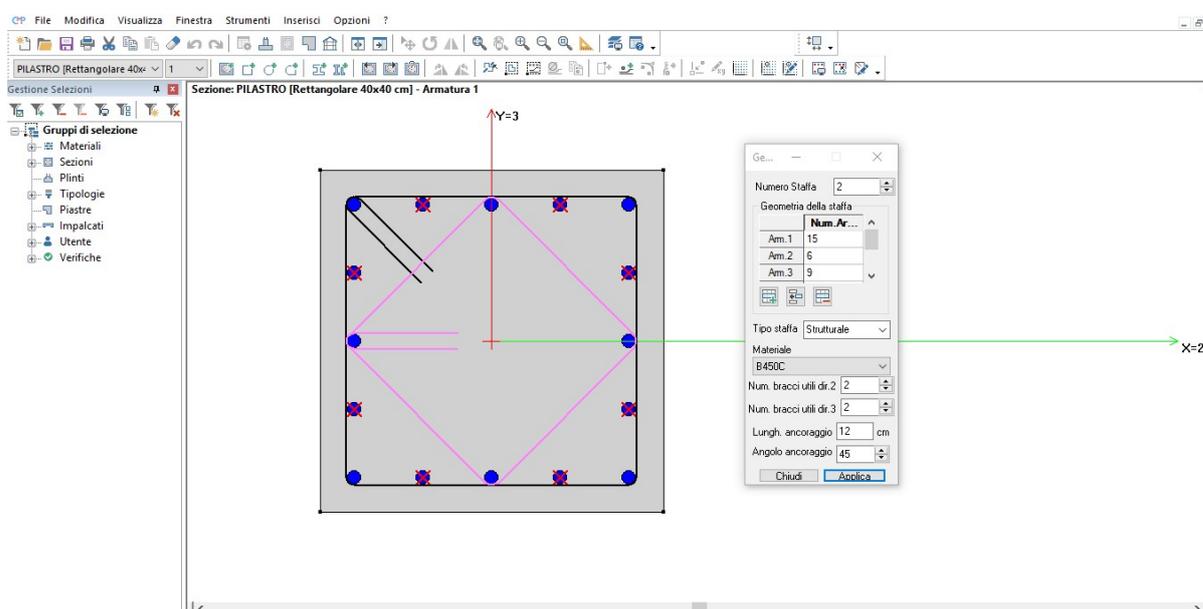
Al fine di prendere confidenza con la procedura sopra descritta ripetiamo l’operazione per i tre lati rimanenti”.

*Nota: per ripetere il procedimento è necessario deselezionare i ferri che non interessano cliccando nell’area libera della “**FINESTRA SEZIONI**”.*

Procediamo con l'inserimento di una seconda staffa che collega i tondini intermedi di ogni lato. Dal menù “**Inserisci**” selezioniamo il comando “**Staffe**”.

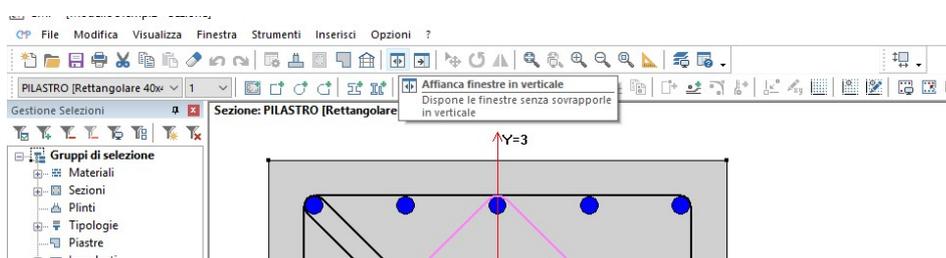
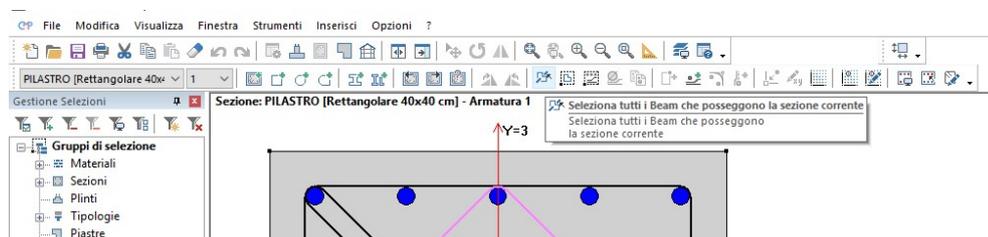


Introduciamo il valore “2” nella casella “**Numero Staffa**”, clicchiamo direttamente sulla sezione il tondino intermedio di destra e successivamente gli altri. Scegliamo l'opzione “**Strutturale**” in “**Tipo staffa**”, indichiamo “**Num. Bracci utili dir.2**”=2 “**Num. Bracci utili dir.3**”=2 e premiamo il tasto “**Applica**”..



Applichiamo le impostazioni e chiudiamo la finestra di dialogo. Tutte le barre longitudinali associate alla sezione non sono ancora ferri strutturali; fin qui non abbiamo fatto altro che disegnare la configurazione di armatura che riteniamo più opportuna.

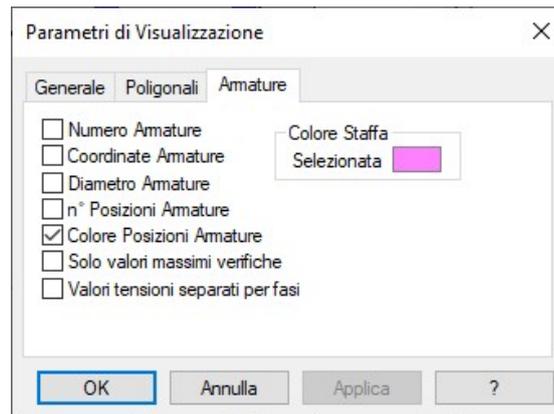
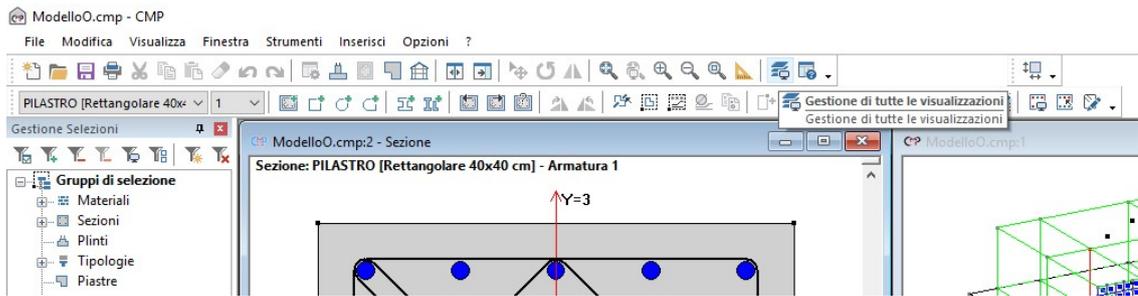
Dalla **BARRA DEGLI STRUMENTI SEZIONI**, premiamo il pulsante **“Seleziona tutti i Beam che posseggono la sezione corrente”**; successivamente clicchiamo il tasto **“Affianca finestre in verticale”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI**.



Il risultato finale di tali operazioni è dato dalla doppia visualizzazione, **“FINESTRA MODELLO”** e **“FINESTRA SEZIONI”** affiancate; in più, nella **“FINESTRA MODELLO”** sono selezionati tutti gli elementi aventi la sezione corrente nella **“FINESTRA SEZIONI”**.

Nota: per operare nella **“FINESTRA SEZIONI”** o nella **“FINESTRA MODELLO”** è necessario attivarle cliccando su di esse. Il colore più intenso della barra azzurra superiore indica quale delle due finestre è attiva.

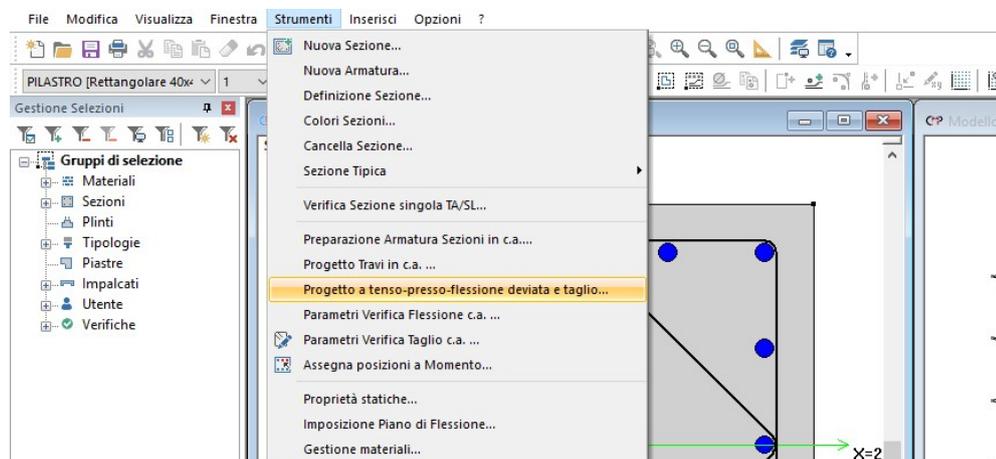
Nella **“FINESTRA SEZIONI”**, premiamo il tasto **“Gestione di tutte le visualizzazioni”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI**; nella nuova finestra di dialogo selezioniamo la scheda **“Armature”**, spuntiamo le opzioni **“n. Posizioni Armature”** e **“Colore Posizioni Armature”**. Clicchiamo su **“Applica”** e chiudiamo la finestra.



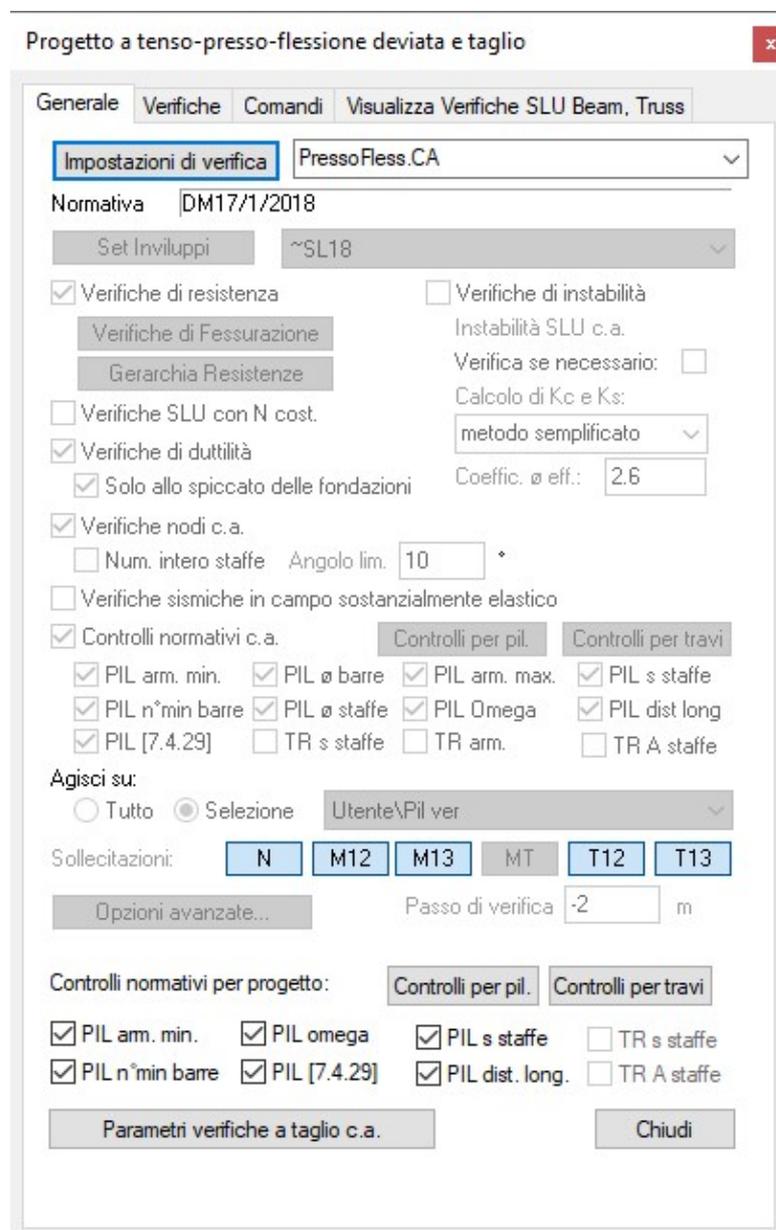
Nota: l'operazione appena introdotta ci permetterà una migliore visualizzazione delle proprietà dei tondini nel momento in cui si andranno a progettare e verificare le sezioni introdotte.

6.3.2. Progetto della sezione

Passiamo ora al progetto e alla verifica della sezione: andiamo nel menù "Strumenti" e selezioniamo il comando "Progetto a tenso-pressoflessione deviata e taglio..."



Iniziamo col settare la scheda “Generale”; selezioniamo nel box accanto al tasto “**Impostazioni di Verifica**” l’impostazione “**PressoFless.CA.**” ovvero l’impostazione di verifica costruita precedentemente:



Accanto al tasto “**Set Involuppi**” comparirà l’involuppo che verrà utilizzato per la verifica a pressoflessione dei pilastri ovvero “~SL18”. Selezioniamo “**Controlli per pil.**” da **Controlli normativi**:

Progetto a tenso-presso-flessione deviata e taglio

Generale Verifiche Comandi Visualizza Verifiche SLU Beam, Truss

Impostazioni di verifica PressoFless.CA

Normativa DM17/1/2018

Set Involuppi ~SL18

Verifiche di resistenza Verifiche di instabilità

Verifiche di Fessurazione Instabilità SLU c.a.

Gerarchia Resistenze Verifica se necessario:

Verifiche SLU con N cost. Calcolo di K_c e K_s: metodo semplificato

Verifiche di duttilità Coeff. ϕ eff.: 2.6

Solo allo spiccato delle fondazioni

Verifiche nodi c.a.

Num. intero staffe Angolo lim. 10 °

Verifiche sismiche in campo sostanzialmente elastico

Controlli normativi c.a. Controlli per pil. Controlli per travi

PIL arm. min. PIL ϕ barre PIL arm. max. PIL s staffe

PIL n°min barre PIL ϕ staffe PIL Omega PIL dist long

PIL [7.4.29] TR s staffe TR arm. TR A staffe

Agisci su:

Tutto Selezione Utente\Pil ver

Sollecitazioni: N M12 M13 MT T12 T13

Opzioni avanzate... Passo di verifica -2 m

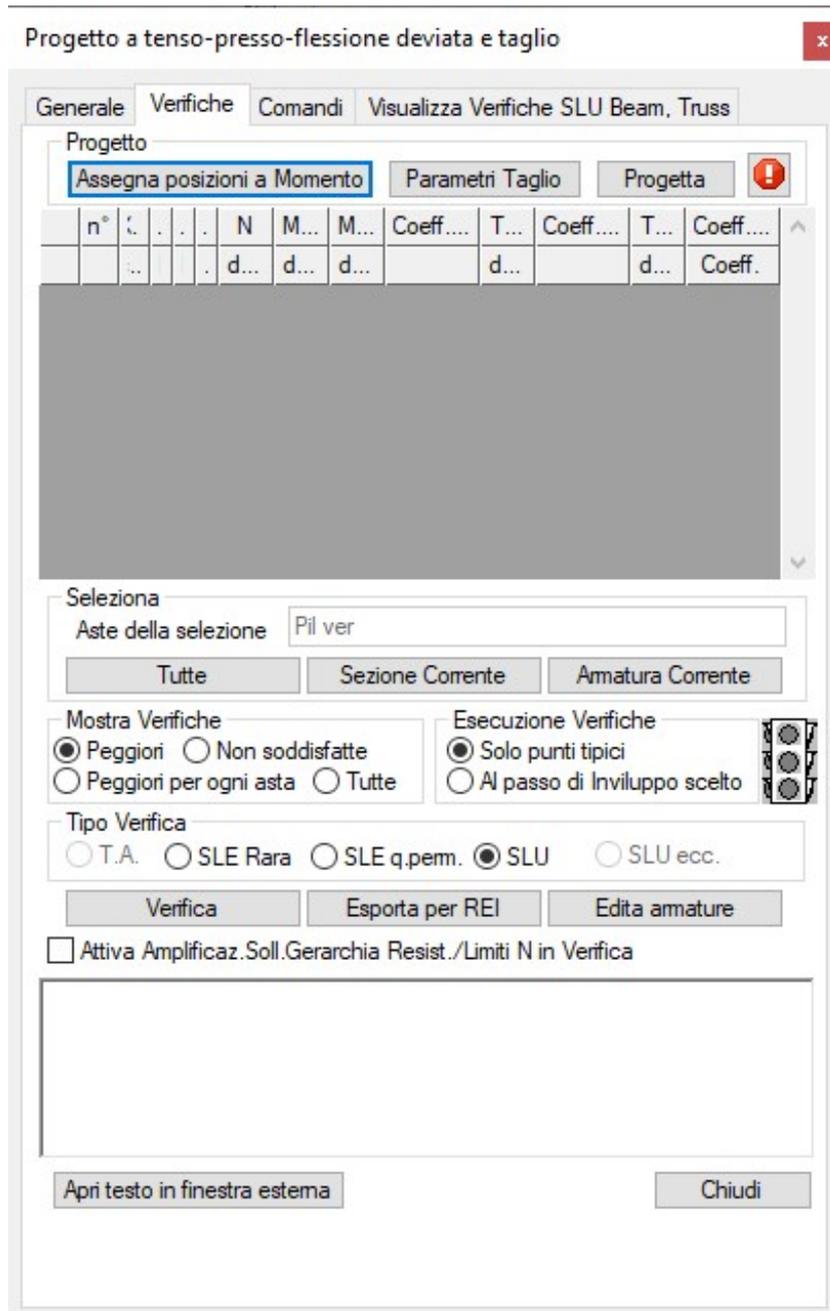
Controlli normativi per progetto: Controlli per pil. Controlli per travi

PIL arm. min. PIL omega PIL s staffe TR s staffe

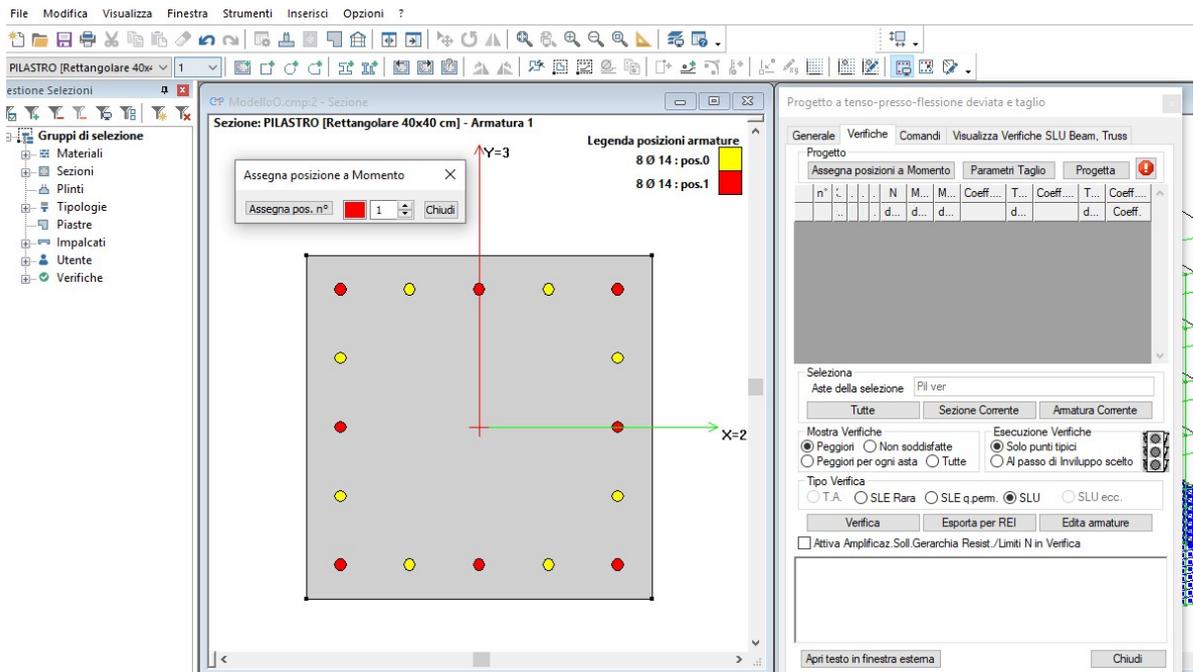
PIL n°min barre PIL [7.4.29] PIL dist. long. TR A staffe

Parametri verifiche a taglio c.a. Chiudi

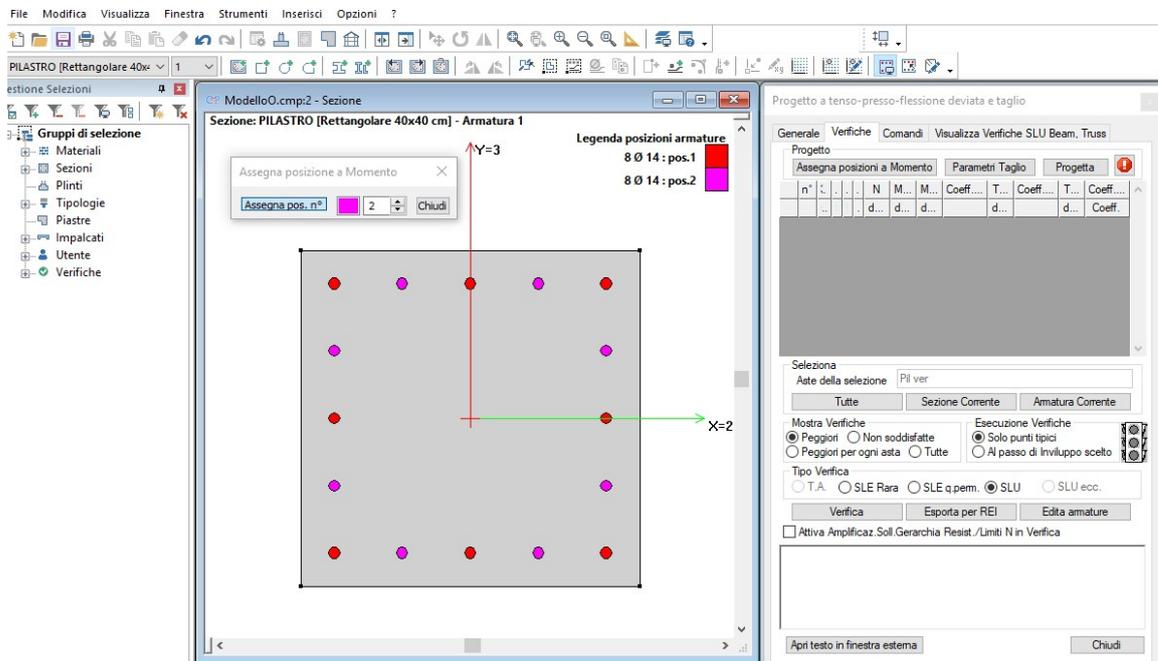
fatto questo abbiamo concluso l'impostazione dei parametri di questo comando e passiamo ora alla scheda successiva "Verifiche".



Clicchiamo sul tasto “Assegna posizioni a Momento”; nella finestra di dialogo che si apre, clicchiamo sul tasto “Assegna pos. n°”, selezioniamo “1” nel box accanto e clicchiamo su tutti i ferri di bordo e mezzeria che dovranno costituire l’armatura base.



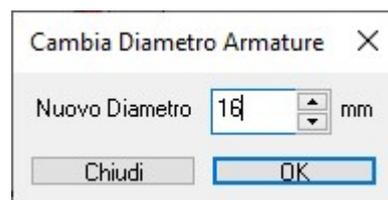
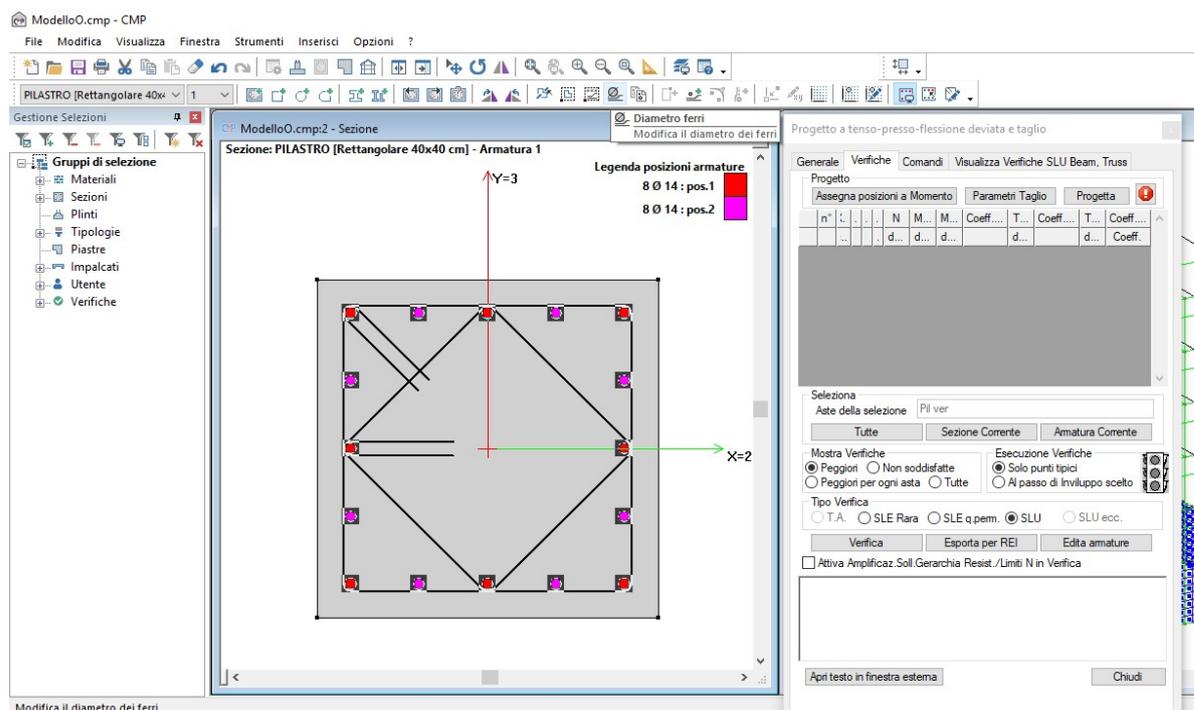
Procediamo con l'integrare l'armatura nella sezioni: selezioniamo "2" nella casella "Assegna Posizione a Momento" e clicchiamo sui ferri non ancora selezionati.



Una volta terminato clicchiamo sul tasto "Chiudi" della finestra "Assegna posizione a Momento".

Nota: le posizioni “1” e “-1” sono di quei ferri che saranno presenti per tutta la lunghezza del beam (pilastro o trave); le posizioni successive, 2, 3,... sono relative a quei ferri da aggiungere alle sezioni non ancora verificate con l’armatura base. Nel caso dei pilastri le posizioni da utilizzare sono solo quelle positive (non potendosi individuare un lato “negativo” o un “positivo” in caso di verifica a pressoflessione deviata).

*Selezioniamo tutti i ferri, e clicchiamo sul tasto “**Diametro ferri**” sulla barra degli strumenti. Digitiamo “16” nella finestra di dialogo apertasi, chiudiamo il comando con un clic sul tasto “**OK**” e deseleggiamo i ferri con un clic sull’area libera della “**FINESTRA SEZIONI**”.*



Per configurare i parametri di verifica a taglio clicchiamo sul tasto **“Parametri Taglio”** nella scheda **“Verifiche”** della finestra di dialogo **“Progetto a tenso-presso-flessione deviata e taglio”**.

Una volta aperta la nuova finestra di dialogo andiamo a controllare i parametri di verifica a taglio nei box in basso: $d_2=36$ cm e $bw_2=40$ cm per la verifica a taglio in direzione **“2”**; $d_3=36$ cm; $bw_3=40$ cm per la verifica a taglio in direzione **“3”**.

Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=2	8	15

*Nota: il parametro **“d”** rappresenta l’altezza utile mentre il parametro **“bw”** la base della sezione da sottoporre alla verifica a taglio. Le direzioni **“2”** e **“3”** possono essere lette direttamente sulla sezione che si sta progettando; nel caso è possibile modificare tali valori attivando il segno di spunta a fianco di ciascuno di essi.*

Lasciando la riga in alto invariata abbiamo scelto di associare ai pilastri delle staffe di 8 mm di diametro poste ad un passo di 15 cm. Aggiungiamo una riga alla tabella delle staffe, per definire anche il diametro e il passo delle staffe strutturali di geometria 2.

Confermiamo le impostazioni con un clic sul tasto “**Applica**”.

Creiamo un ulteriore tratto di staffatura, impostando su “Tratto di Staffatura” il valore “2”. Lasciamo le righe invariate e scegliamo di modificare sia il diametro che il passo:

Parametri verifiche a taglio c.a.

Tratto di staffatura: 2

Geom.	Bracci utili	Ø (mm)	Passo (cm)
1	dir.2=2 dir.3=2	10	8
2	dir.2=2 dir.3=2	10	8

d2: 36 cm bw2: 40 cm
 d3: 36 cm bw3: 40 cm
Lato minore sez. per controllo passo staffe: 40 cm
Confinamento sezione:
Fattore di efficienza bst2: 34.6 cm
 Imposto: 0.5591447; bst3: 34.6 cm
Coeff. riduttivo resistenza taglio staffe: 1

per Tensioni Ammissibili
 Tag.resistente da Tco

Inserisci staffe
Parametri DM'18

Applica Chiudi

Confermiamo le impostazioni con un clic sul tasto “**Applica**” della finestra di dialogo “Parametri Verifiche Taglio c.a.” e poi chiudiamo la finestra col tasto “**Chiudi**”.

Il passo successivo consiste nel “lanciare” la progettazione della sezione cliccando il tasto “**Progetta**”. Il programma seguirà i passi seguenti:

- assegnazione delle armature in posizione 1 a tutti i beam aventi la sezione in oggetto;
- individuazione delle sezioni non ancora verificate;
- assegnazione della posizione successiva alle sezioni da verificare ancora;
- riverifica della sezione.

Questo processo, valido sia per l'armatura a presso-tenso-flessione che per quella a taglio, termina o quando le verifiche sono tutte soddisfatte o quando non vi sono più a disposizione delle posizioni aggiuntive. Nel secondo caso dovremo andare ad aggiungere altri ferri all'armatura già disegnata, assegnare ad essi la posizione 3 e quindi rilanciare la progettazione.

NOTA: Il comando esegue solo la progettazione a pressoflessione e a taglio sulla base delle sollecitazioni derivate dal calcolo; i nodi trave-pilastro, la duttilità e la gerarchia delle resistenze trave-pilastro non vengono considerate in fase di progetto. Parimenti, la progettazione viene eseguita senza considerare l'amplificazione delle sollecitazioni di taglio. Quest'ultima però, come la limitazione della sollecitazione di compressione sul calcestruzzo ("Verifiche di resistenza" 7.4.4.2.2.1) per la gerarchia delle resistenze nell'involuppo "Combinazioni Sismiche SLU", può essere o meno applicata nell'esecuzione delle verifiche a seconda che sia o meno attivata l'opzione "Attiva Amplificaz.Soll.Gerarchia Resist./Limiti N in verifica".

*Una volta conclusa la fase di progettazione, clicchiamo sul tasto "**Sezione Corrente**" per attivare, nella vista modello, tutti e soli i beam che posseggono la sezione in oggetto e lanciamo le verifiche premendo il tasto "**Verifica**". Prima di lanciare la verifica, dal box "**Tipo Verifica**" possiamo scegliere il tipo di verifica da eseguire.*

Progetto a tenso-presso-flessione deviata e taglio

Generale Verifiche Comandi Visualizza Verifiche SLU Beam, Truss

Progetto

Assegna posizioni a Momento Parametri Taglio Progetta

	n°	X cm	pos M-	pos M+	pos T	N daN	M12 daNm	M13 daNm	Coeff
<input type="checkbox"/>	2	0	-1	1	1	-71696.9	-8397....	6921.18	0.615
<input type="checkbox"/>	2	0	-1	1	1	-31879.6	7240.05	-8824...	0.751
<input type="checkbox"/>	2	0	-1	1	1	-57954.3	-8331.96	9110....	0.723
<input type="checkbox"/>	948	0	-1	1	1	-30476.8	-359.066	222.35	0.109
<input type="checkbox"/>	948	0	-1	1	1	-15147.1	-73.0584	-442.073	0.054
<input type="checkbox"/>	191	0	-1	1	1	-191553	3.33754	-773.154	0.683
<input type="checkbox"/>	953	0	-1	1	1	-30477	359.069	222.35	0.109

Selezione
Aste della selezione ~PILASTRI C.A.

Tutte Sezione Corrente Amatura Corrente

Mostra Verifiche
 Peggiori Non soddisfatte
 Peggiori per ogni asta Tutte

Esecuzione Verifiche
 Solo punti tipici Al passo di Involuppo scelto

Tipo Verifica
 T.A. SLE Rara SLE q.perm. SLU SLU ecc.

Verifica Esporta per REI Edita amature

Attiva Amplificaz. Soll. Gerarchia Resist./Limiti N in Verifica

Controlli normativi c.a.

- Sezione PILASTRO, arm. 1 - PosM+1, PosM-1, PosV1 : contro
 Soddisfatto: diametro delle barre arm. long. minimo
 16 mm >= 12 mm
 Soddisfatto: area am. long. minima
 16.00E+002 >= 0.10 * N-1 / 5.1 / 4.00E04 + ...

Apri testo in finestra esterna Chiudi

Nella tabella presente nella parte centrale del comando sono visualizzate verifiche a Presso-flessione (Coeff. MN), e Taglio nelle due direzioni (Coeff. T12, Coeff. T13). I Coeff. MN, T12, T13 corrispondono a coefficienti di sfruttamento; in grassetto vengono evidenziati i valori di coeff. di sfruttamento più elevati.

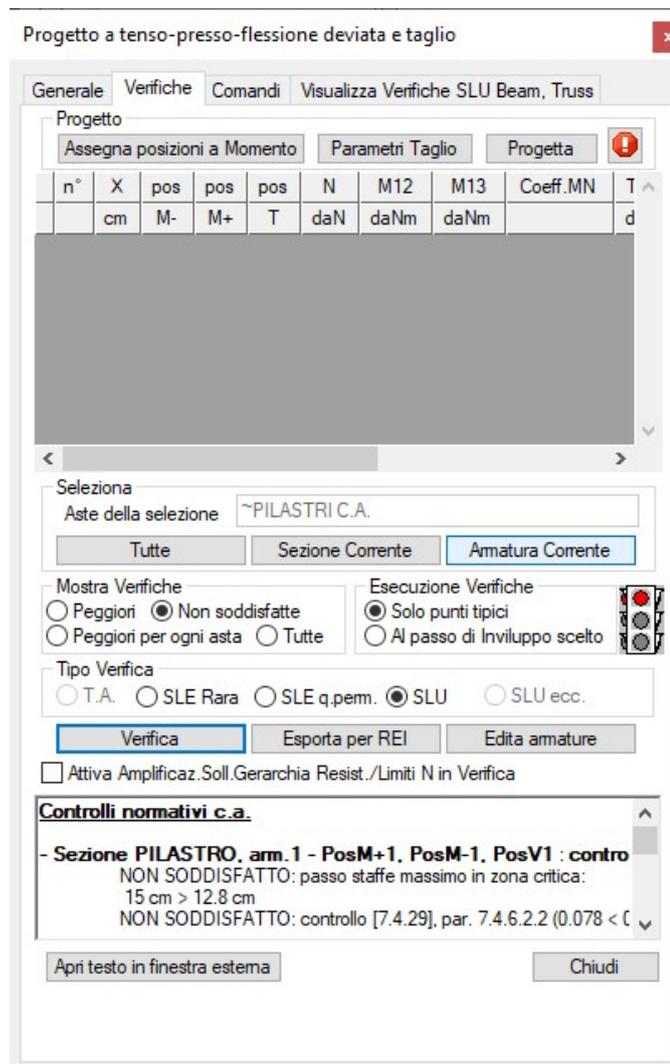
L'icona rappresentante il semaforo indica se le verifiche sono soddisfatte o meno. In particolare:

- se il semaforo è verde abbiamo tutte le verifiche soddisfatte;
- il semaforo rosso indica che alcune verifiche non sono soddisfatte;

- il semaforo giallo indica controlli normativi non soddisfatti.

Nella parte inferiore del comando sono riportati i report dei controlli normativi; inoltre, se attive nell'impostazione delle verifiche scelta, vengono riportati anche i report delle verifiche di duttilità e del nodo trave-pilastro.

In "Mostra verifiche" scegliamo l'opzione "non soddisfatte"; la tabella nella parte centrale del comando si modificherà come illustrato nella figura seguente:



I valori numerici sono spariti, ma il semaforo resta rosso. Questo indica la presenza di altre verifiche (di duttilità o dei nodi trave-pilastro) non soddisfatte; per capire meglio di cosa si tratta, si può visualizzare il contenuto

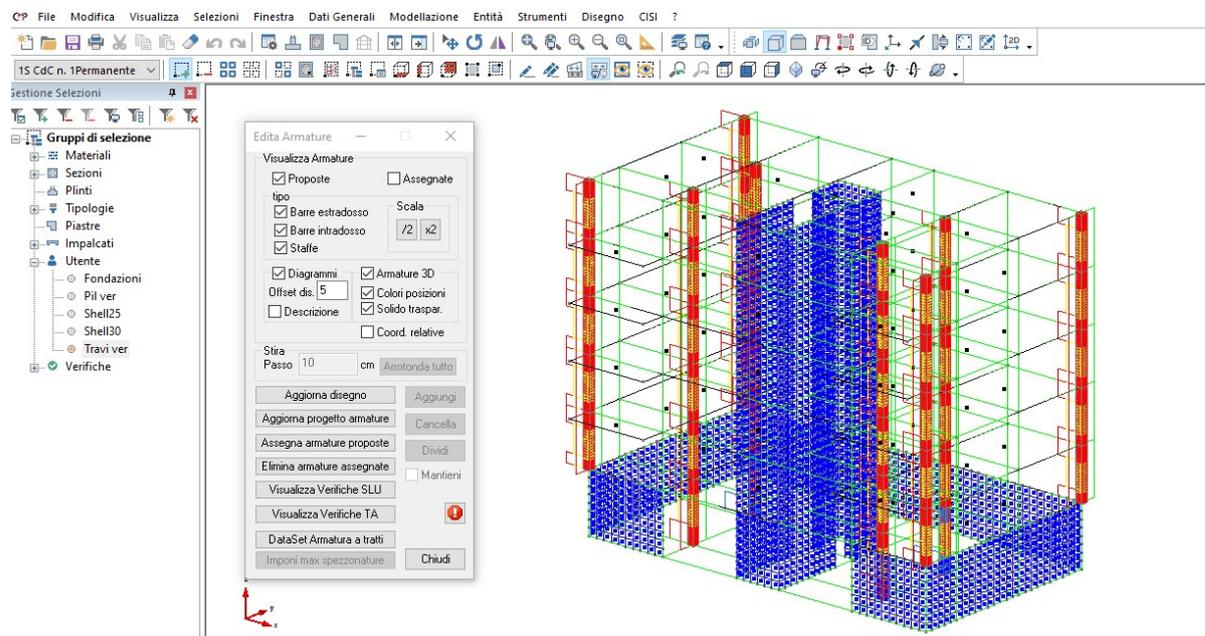
della parte inferiore del comando, utilizzando il comando **“Apri testo in forma estesa”**.

Sempre nella scheda **“Verifiche”** della finestra di dialogo **“Progetto a tenso-pressoflessione deviata e taglio”** clicchiamo sul tasto **“Edita armature”**.

Il comando attivato offre una serie di opzioni per visualizzare le armature progettate e verificate.

Nella finestra attiva spuntiamo le opzioni **“Proposte”**, **“Armature 3D”**, **“Colori posizioni”** e **“Solido trasparente”** clicchiamo sul tasto **“Aggiorna disegno”**.

Come si può notare dalla **“FINESTRA MODELLO”**, è comparsa a video la distribuzione tridimensionale delle armature. Visualizziamo solamente la **“FINESTRA MODELLO”**, chiudendo la finestra di **“Progetto a tenso-pressoflessione deviata e taglio”**, ma conservando attiva la finestra di dialogo **“Edita Armature”**.

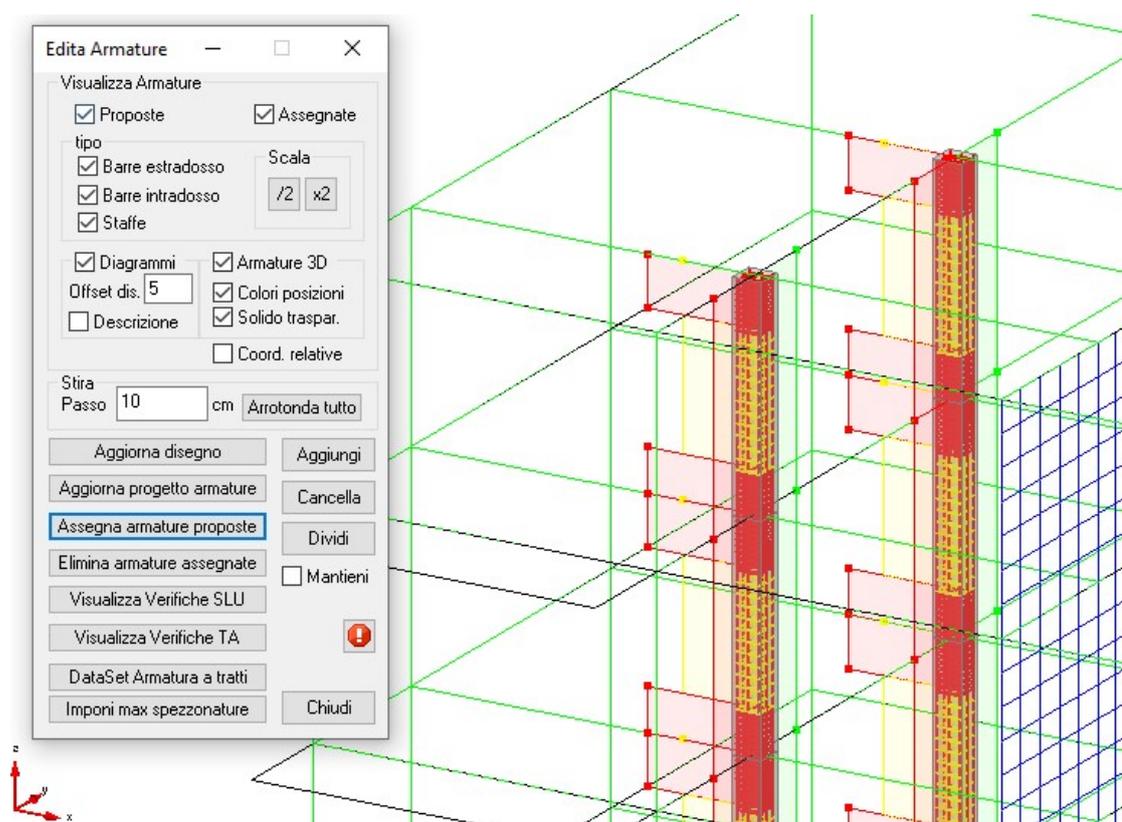


Per una migliore visualizzazione degli elementi è conveniente non visualizzare i nodi di definizione degli elementi, disattivando il comando **“Visualizza le maniglie di selezione delle entità”** della **BARRA DEI COMANDI** (spegniamo le

entità non selezionate). Volendo visualizzare il modello in dettaglio, tramite il tasto **“Zoom a finestra”** della **BARRA DEGLI STRUMENTI**, è possibile eseguire l’ingrandimento desiderato.

Nella finestra attiva clicchiamo sul tasto **“Assegna armature proposte”**.

Se spuntiamo il tasto **“Assegna”**, si può notare dalla **“FINESTRA MODELLO”** che sono comparse delle maniglie sulla distribuzione dei ferri di armature.

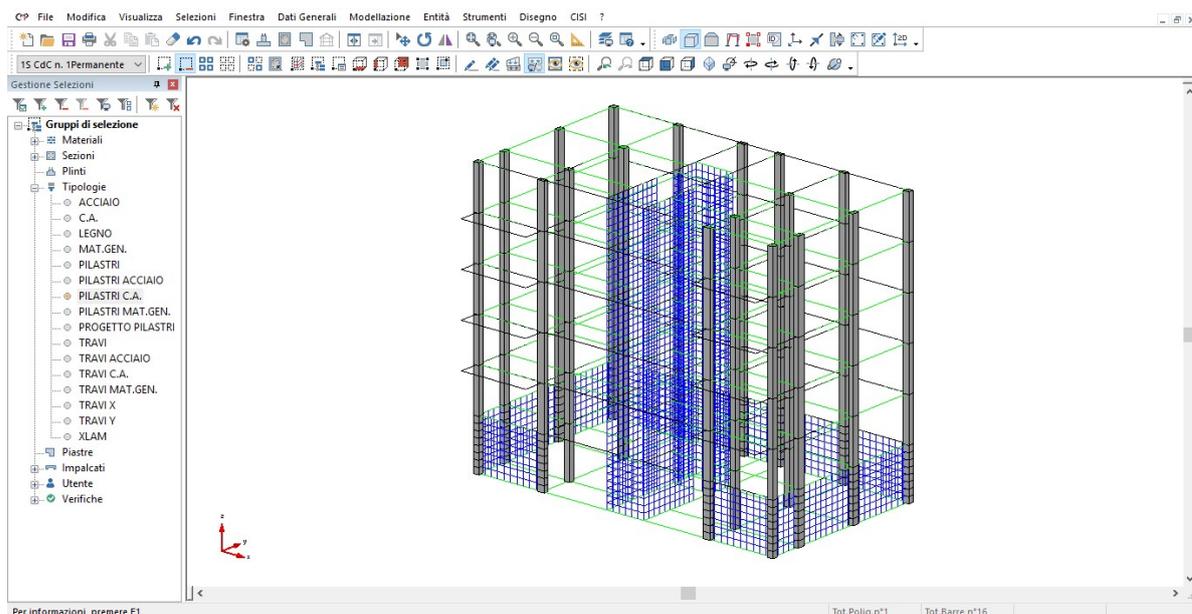


Chiudiamo ora il comando **“edita armature”** e proseguiamo con la verifica dei pilastri.

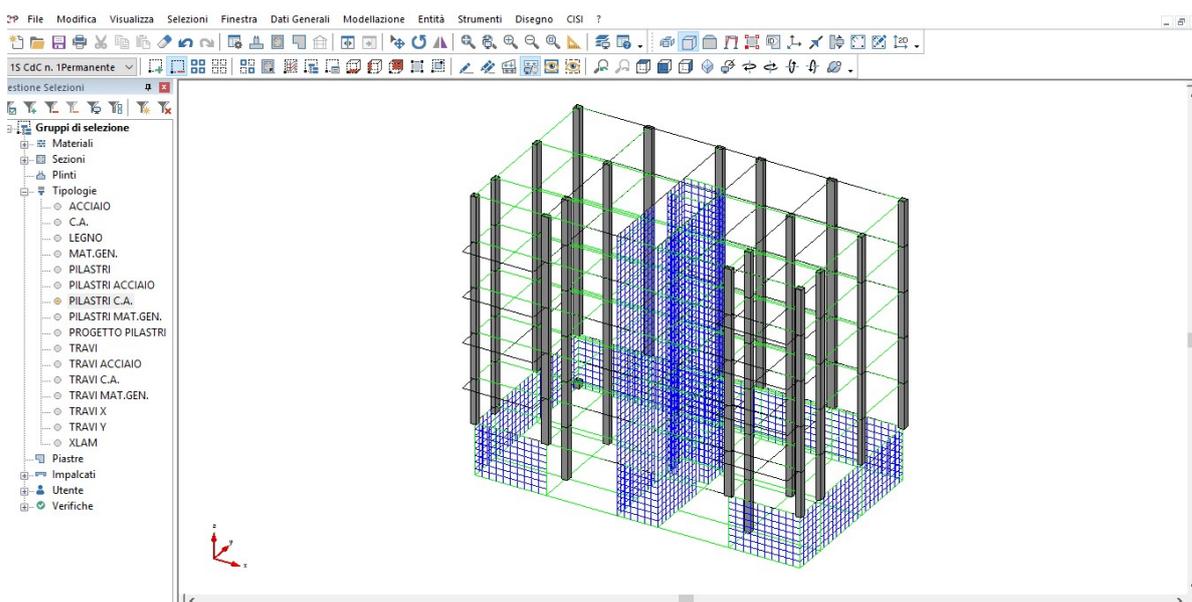
6.3.3. Verifica della sezione (Pressoflessione, taglio, Duttività, Gerarchia delle resistenze, Nodo trave-pilastro)

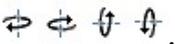
Nel modello le pilastrate sul perimetro sono state modellate a partire dallo spiccato delle fondazioni; includono pertanto elementi beam che entrano nel muro in c.a. perimetrale. Tali elementi servono principalmente per consentire

lo scambio di sollecitazioni tra il beam del piano terra e gli shell sottostanti; non devono tuttavia essere sottoposti a progettazione e verifica; occorre pertanto creare un gruppo di selezione contenente i soli pilastri che andremo a sottoporre a verifica. Per fare ciò, richiamiamo il gruppo di selezione “Pilastri CA”, già presente tra i gruppi di selezione creati in automatico da CMP nella sezione “Tipologie”.

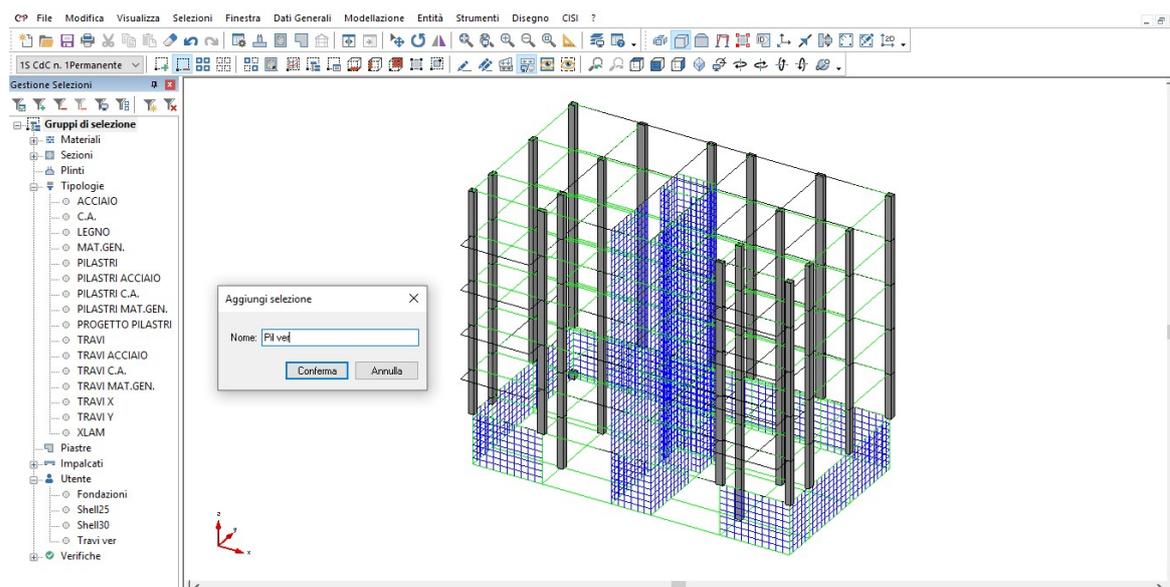


Con il comando “Deseleziona a finestra”  deseleggiamo tutti i beam che si trovano all'interno degli shell dell'interrato:

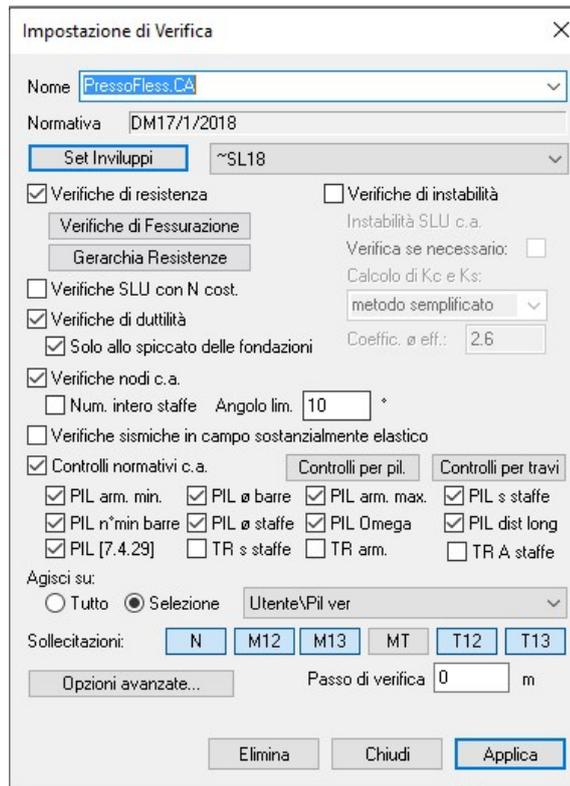


Per agevolare questa operazione si possono utilizzare le funzioni “Zoom”, attivabili utilizzando i pulsanti  della barra degli strumenti, e le funzioni di rotazione del modello, utilizzando i pulsanti .

Salviamo gli elementi rimasti in un nuovo gruppo di selezione che chiamiamo “Pil ver”:

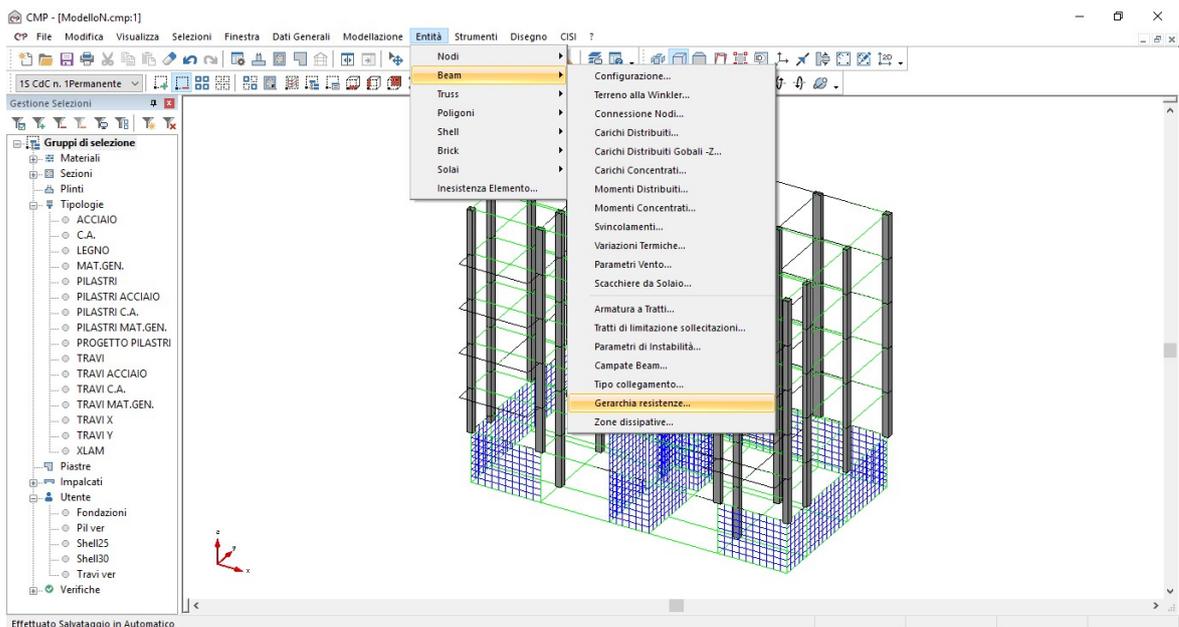


Dopo aver scritto il nome, selezioniamo il tasto “**Conferma**”. Analogamente a quanto fatto per le travi, andiamo a modificare le impostazioni delle verifiche a pressoflessione generate in automatico, imponendo di agire solo sulla selezione creata. Apriamo il comando da “**Strumenti\impostazione di verifica\aste**” e andiamo a modificare le impostazioni come mostrato in figura:

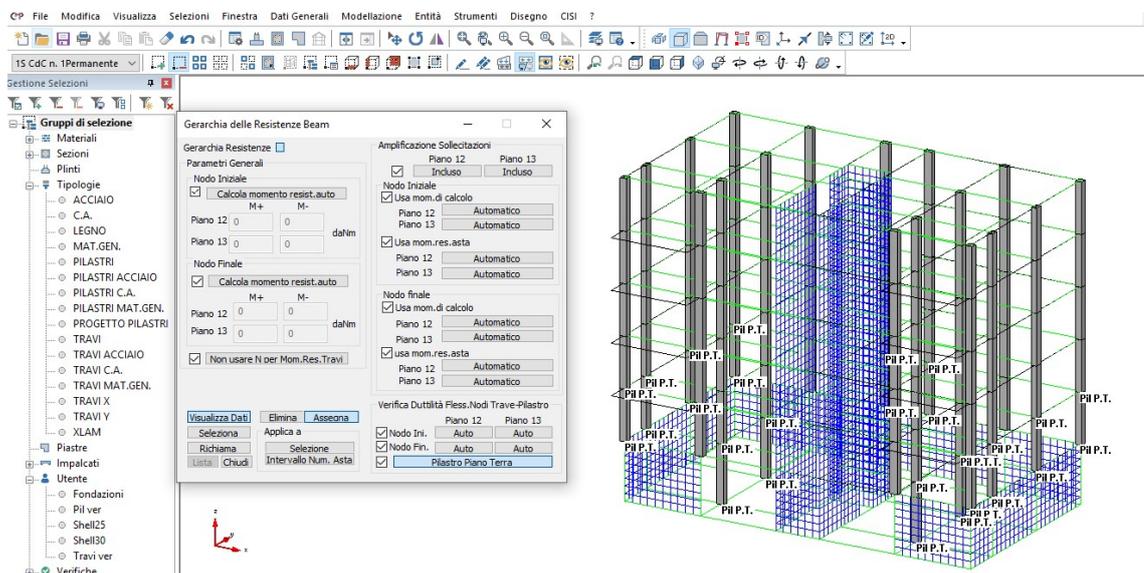


*Usciamo dal comando selezionando il tasto “**Applica**”.*

*Prima di procedere alla fase di verifica, occorre assegnare agli elementi i parametri per la verifica in gerarchia delle resistenze. Apriamo il comando “**Gerarchia delle resistenze**” che si trova nel menù “entità/beam”:*

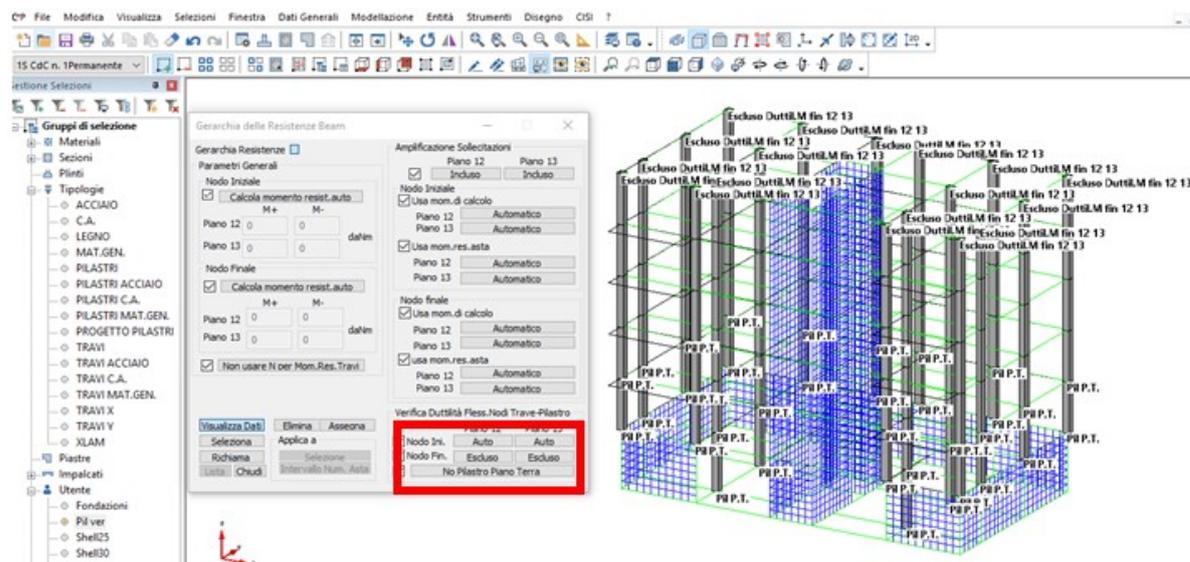


Attraverso questo comando, occorrerà assegnare la proprietà “Pilastro piano terra” ai beam di base di ogni pilastrata:

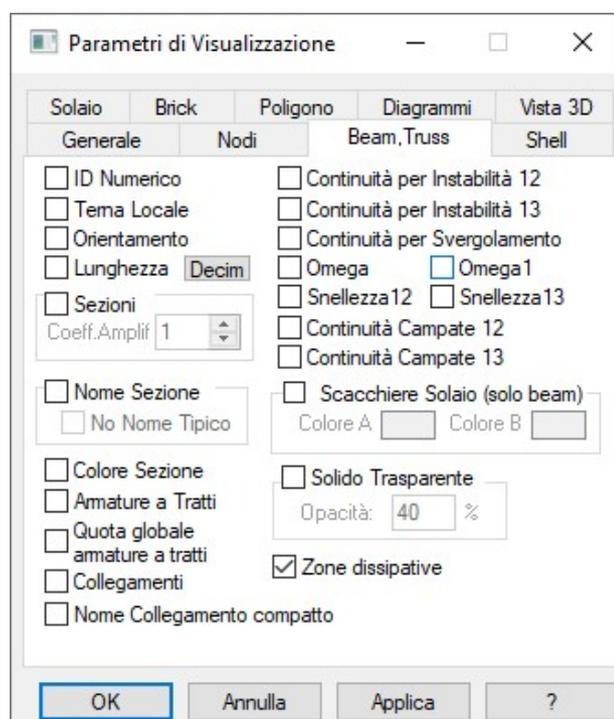


NOTA: Per le pilastrate che partono dalle fondazioni, la proprietà “Pilastro piano terra” dovrà essere assegnata ai beam dell’interrato; per le pilastrate che partono dal muro perimetrale, il dato dovrà essere assegnato ai beam del piano terra. Anche in questo caso, può risultare comodo utilizzare le funzioni di “Zoom” e le funzioni di rotazione del modello, attraverso i pulsanti disponibili nella barra dei comandi.

Inoltre, occorrerà escludere la parte superiore dei pilastri di dell’ultimo piano dalle verifiche del nodo trave/pilastro:

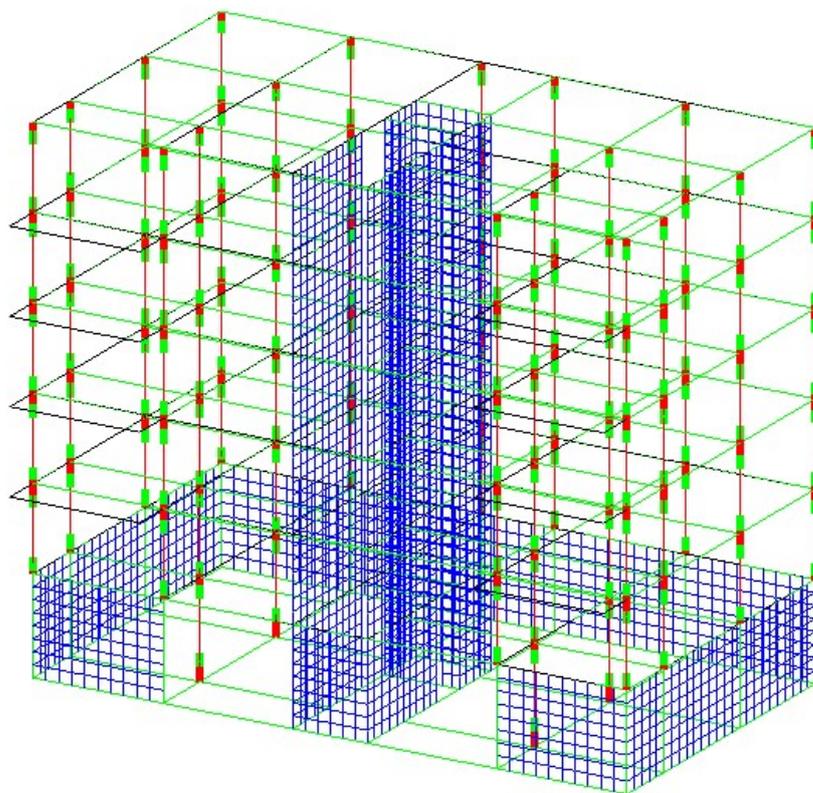


Chiudiamo il comando **“Gerarchia delle resistenze beam”**; il passo successivo consiste nel controllare che la procedura automatica abbia assegnato correttamente i dati per le verifiche di duttilità. Per fare questo, iniziamo visualizzando le zone dissipative assegnate in automatico ai pilastri, cliccando l'apposito pulsante nel comando **“Gestione di tutte le visualizzazioni/beam, truss”** e selezionando in sequenza **“Applica”** e **“ok”**:

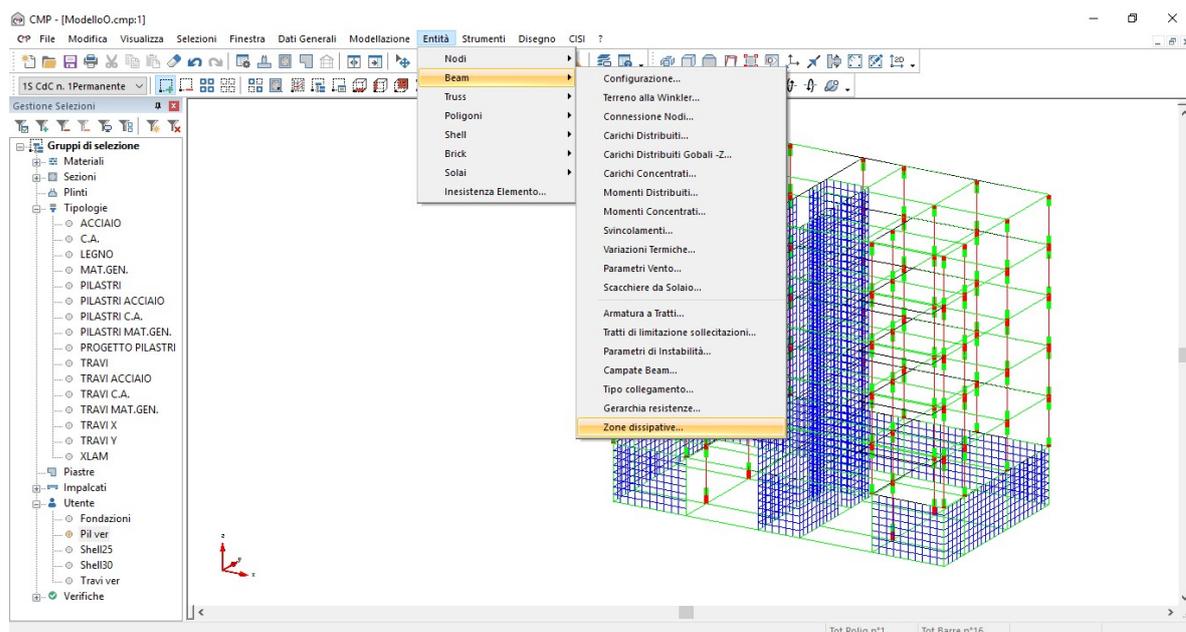


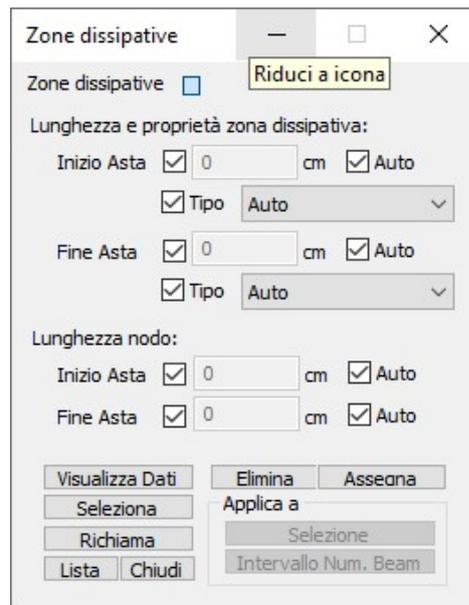
Sui pilastri selezionati compaiono l'altezza della zona dissipativa (tratto verde)

e l'ingombro dei nodi (tratto rosso), visibili con chiarezza se si disattiva la vista solida:

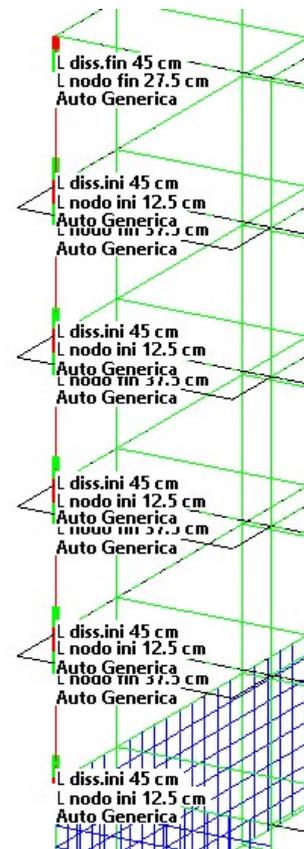
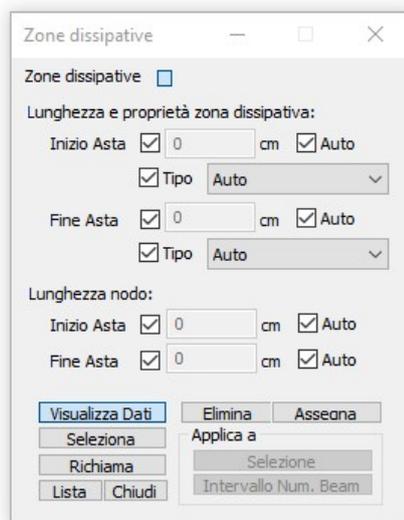


Eventuali modifiche potranno essere fatte utilizzando il comando **“Entità/beam/zone dissipative”**:

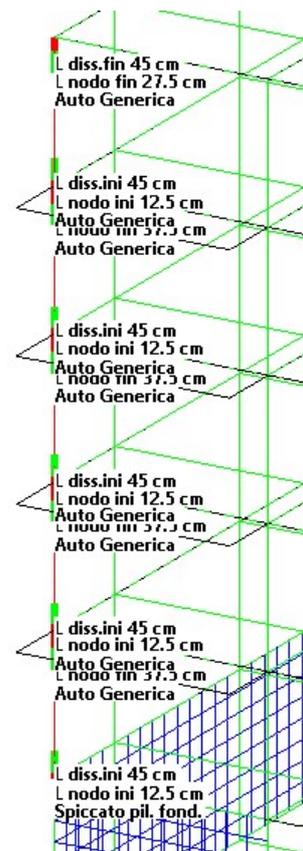
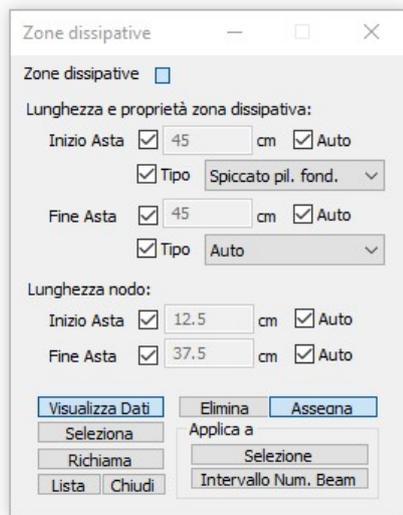




NOTA: Se all'interno di questo comando si seleziona “visualizza dati”, sarà possibile visualizzare la dimensione delle zone dissipative direttamente sui pilastri, assieme alla tipologia di verifica di duttilità eseguita. Per evitare che compaiano a video troppe scritte, deseleggiamo tutti i pilastri e selezioniamo una sola pilastrata, sul perimetro della struttura:



La scritta “**Auto Generica**” indica che la zona dissipativa appartiene ad un pilastro di elevazione; se non diversamente specificato nell’impostazione delle verifiche, la verifica di duttilità viene eseguita controllando il soddisfacimento dei controlli normativi. “**Auto spiccato pil. fond**”, invece, indica una zona dissipativa allo spiccato delle fondazioni; in questo caso le verifiche di duttilità sono eseguite in forma analitica. Concentriamoci sul beam in partenza dal muro dell’interrato: il programma non riconosce questo beam come il primo della pilastrata, pertanto assegna alla zona dissipativa di base la proprietà “**Auto Generica**”. In realtà, questo dato non è corretto; dobbiamo intervenire andando ad assegnare alla zona dissipativa di base la proprietà “**Spiccato pil. fond**”:

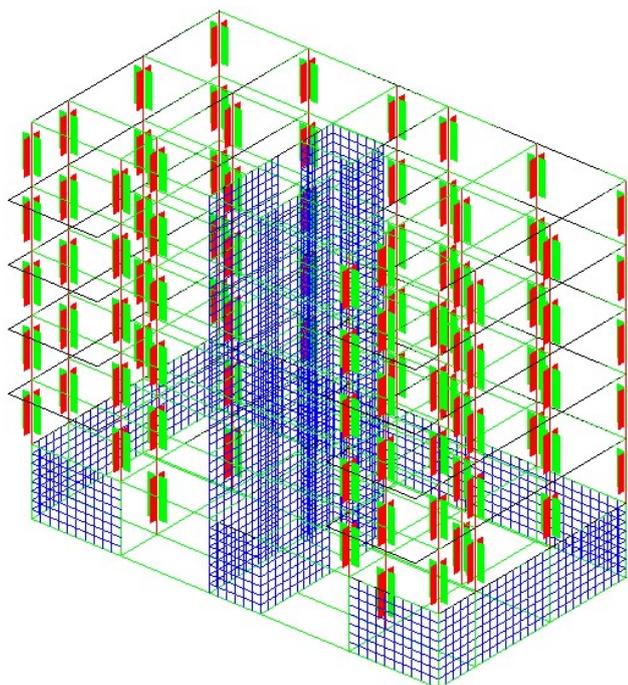


Dobbiamo ripetere la stessa operazione per tutti i beam del piano terra delle pilastrate che spiccano dal muro dell’interrato. Fatto ciò, disattiviamo la visualizzazione delle zone dissipative e procediamo con l’ultimo controllo, che riguarda la corretta assegnazione del dato relativo alla continuità delle

campate. Apriamo il comando “gestione di tutte le visualizzazioni”; nella sezione relativa ai “beam,truss” togliamo la spunta da “zone dissipative” e attiviamo la “continuità campate 12/13” in entrambi i piani 12 e 13:

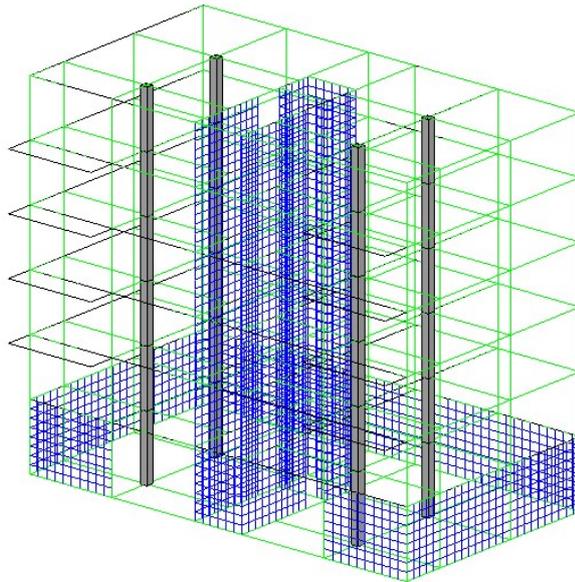


Applichiamo le impostazioni selezionando “**Applica**” e quindi “**ok**”. Richiamiamo il gruppo di selezione “Pil ver” precedentemente creato: sui pilastri compaiono i rettangoli rossi e verdi che simboleggiano la continuità delle campate: come è possibile vedere, tali rettangoli sono interrotti in corrispondenza delle estremità dei pilastri stessi.

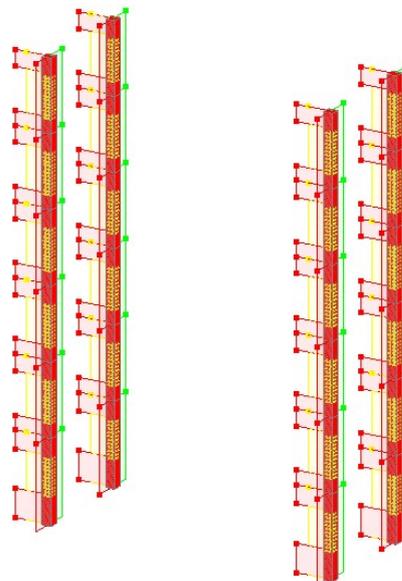
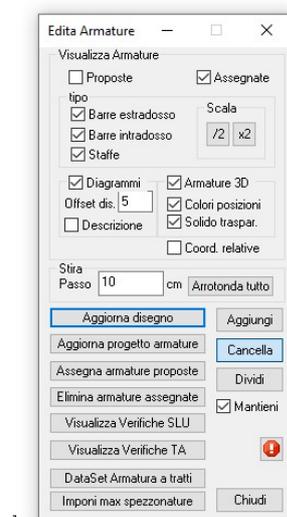


Questo tipo di assegnazione (ovvero l'interruzione della campata ai nodi di estremità) è indispensabile per la corretta esecuzione delle verifiche.

Terminati questi controlli, passiamo alla procedura di verifica degli elementi beam. Spegniamo la visualizzazione delle **“Campate beam”** e deseleggiamo tutti i pilastri; selezioniamo quindi i 4 pilastri centrali illustrati in figura:

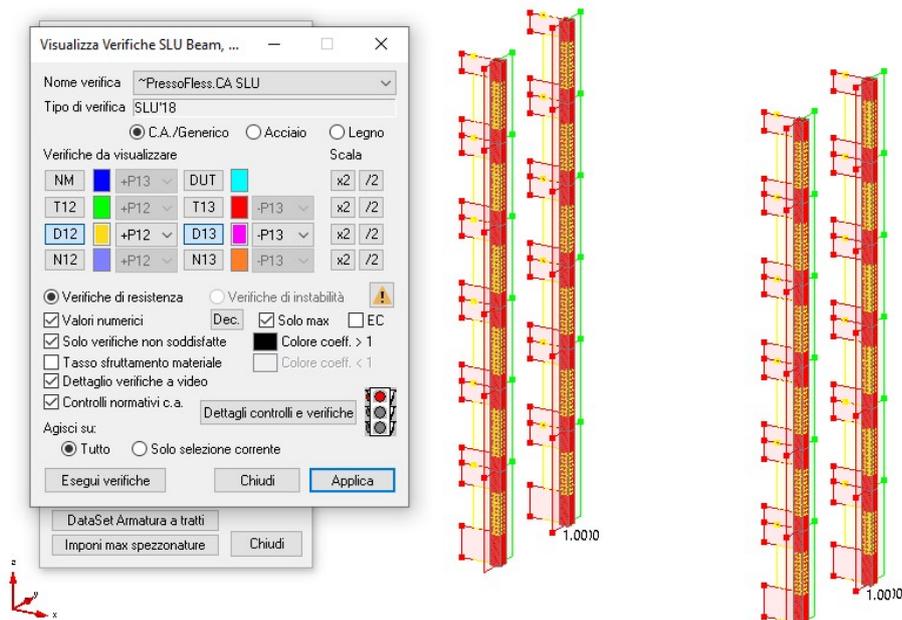


Spegniamo tutte le entità deseleggiate attraverso l'apposito comando , in modo da concentrarci sui pilastri centrali selezionati. Apriamo il comando **“Edita armature”** e attiviamo **“Armature assegnate”**, **“armature 3D”**, **“Solido trasparente”** e **“colori posizioni”**.

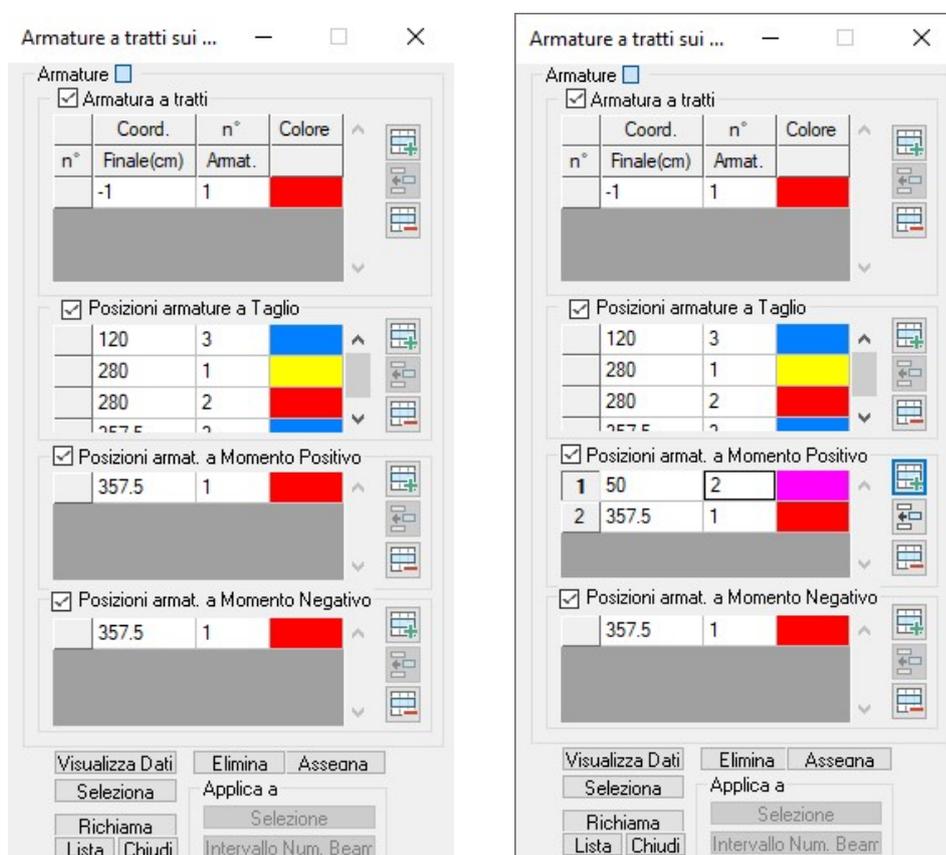


Cliccando su “**Visualizza Verifiche SLU**”, compare la finestra per la visualizzazione delle verifiche sugli elementi. Da “**Nome Verifica**”, visualizziamo “**PressoFless. CA SLU**”, la condizione di verifica generata in automatico: se non si apportano modifiche, la gerarchia delle resistenze per l’involuppo “**Combinazioni Sismiche SLU**” viene sempre considerata.

Lanciamo il comando “**Esegui verifiche**” selezionando le opzioni “**NM**”, “**T12**” e “**T13**”. Spuntiamo inoltre le opzioni “**Valori numerici**”, “**Solo selezione corrente**” e “**Solo verifiche non soddisfatte**”, per rendere più semplice l’individuazione delle verifiche non soddisfatte. Terminata l’elaborazione, non viene visualizzato a video nessun valore; questo significa che le verifiche a pressoflessione e a taglio sono soddisfatte ovunque. Nonostante ciò, il semaforo è di colore rosso, ad indicare che ci sono comunque verifiche non soddisfatte. Per capire di cosa si tratta, possiamo visualizzare le singole verifiche una ad una. Per cominciare, attiviamo i coefficienti di sfruttamento corrispondenti alla gerarchia delle resistenza dei nodi trave-pilastro in direzione 2 e 3, cliccando su “**D12**” e “**D13**”. Lanciamo di nuovo le verifiche utilizzando i due comandi “**Esegui verifiche**” e quindi “**Applica**”.

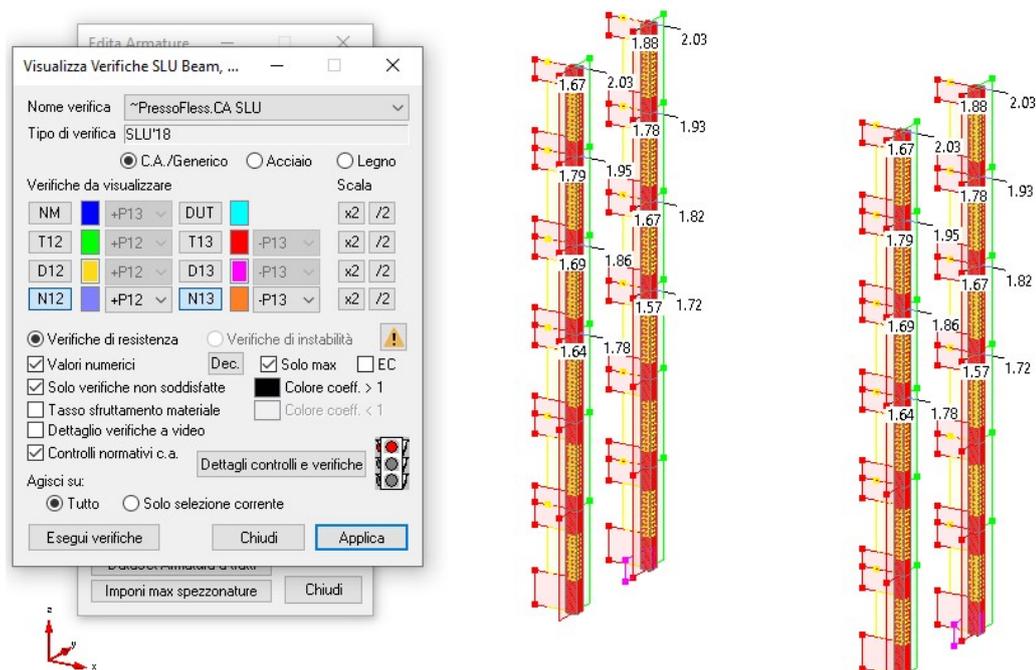


Alla base di due pilastri compaiono coefficienti di poco (qualche decimale) >1 ; ciò è indice di verifica non soddisfatta, per risolvere la quale occorre intervenire andando ad aumentare l'armatura longitudinale. Assegniamo quindi armatura longitudinale in posizione 2 alla base dei due pilastri dell'interrato, attraverso il comando "dataset armatura a tratti", selezionabile da "Edita armature". Per attivare il comando, selezioniamo il quadratino a fianco di "armature" quindi, dopo aver selezionato "richiama", clicchiamo su uno dei due pilastri non verificati in modo da ricavare l'armatura presente nel pilastro.



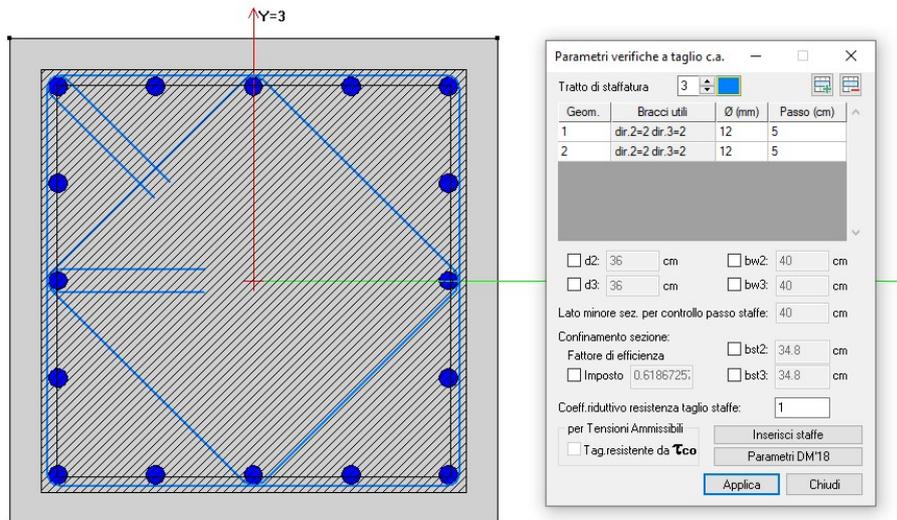
Nel riquadro "Posizioni armat. a momento Positivo" aggiungiamo una riga e introduciamo le barre in posizione "2"; quindi procediamo con l'assegnazione. Dalla finestra "Visualizza Verifiche SLU Beam, Truss", con tipologia di verifica "PressoFless. CA SLU", si può mostrare che la verifica

“D12” e “D13” ora risulta soddisfatta. Ora spuntiamo il check sul pulsante “Dut”, attiviamo l’opzione “Solo selezione corrente” e quindi “Applica”, per visualizzare i risultati di queste verifiche; di nuovo non compaiono valori, il ch  significa che le verifiche di duttilit  risultano soddisfatte ovunque. Passiamo alla verifica dei nodi: togliamo la spunta da “Dutt” e attiviamo “N12” e “N13”. Togliamo la spunta da “Dettaglio verifiche a video” e premiamo “Applica”:

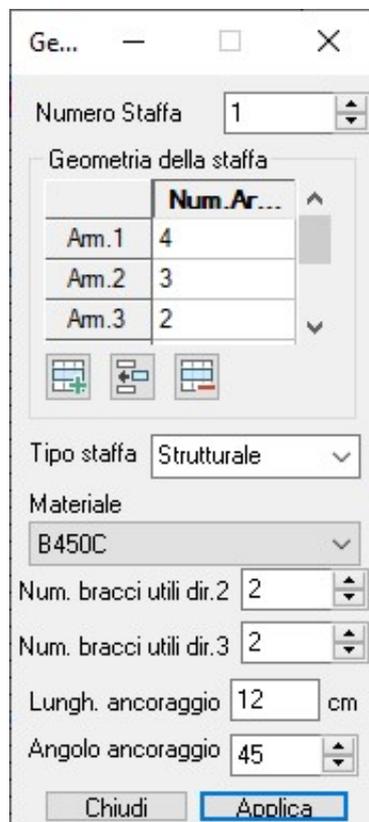


Nei punti in cui le verifiche sono non soddisfatte dobbiamo intervenire aggiungendo un tratto di infittimento delle staffe. Prima, per , dobbiamo andare a definire tale tratto di infittimento nella sezione “PILASTRO”. Apriamo quindi la vista delle sezioni utilizzando il comando corrispondente all’icona , che rende corrente in CVS (sigla che sta per “FINESTRA DELLE SEZIONI”) la sezione assegnata ai beam cliccato e spostiamo il mouse su uno dei beam selezionati, premendo con il tasto sinistro: nella finestra che si apre, scegliamo di visualizzare l’armatura 1. Dal comando “Strumenti\parametri di verifica taglio ca” aggiungiamo il tratto di staffatura 3, scorrendo con le frecce accanto a “tratto di staffatura”:

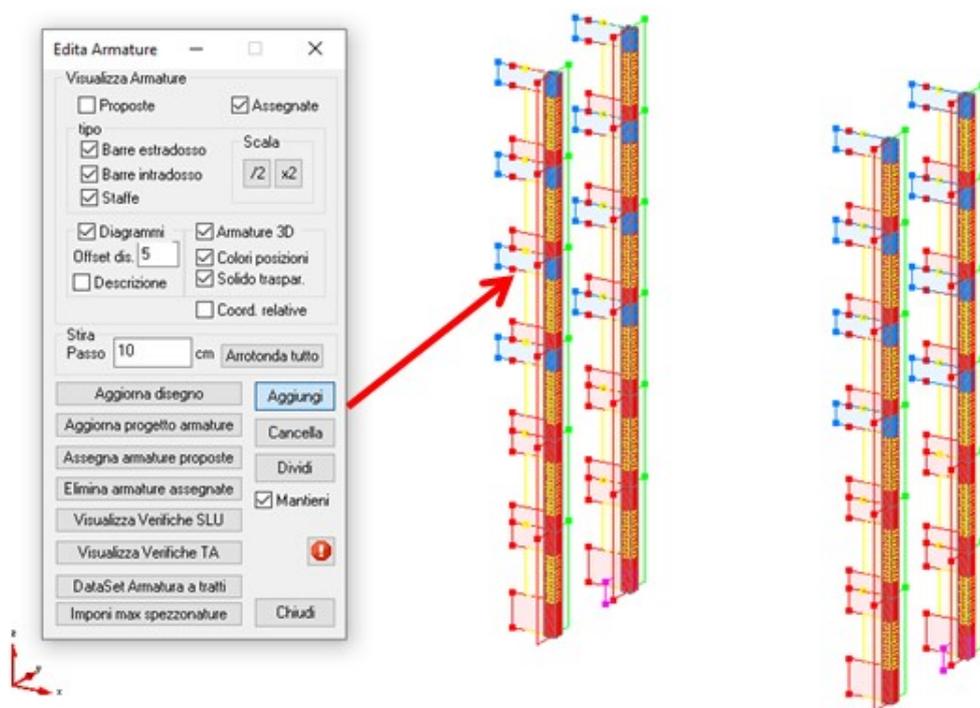
Sezione: PILASTRO [Rettangolare 40x40 cm] - Armatura 1



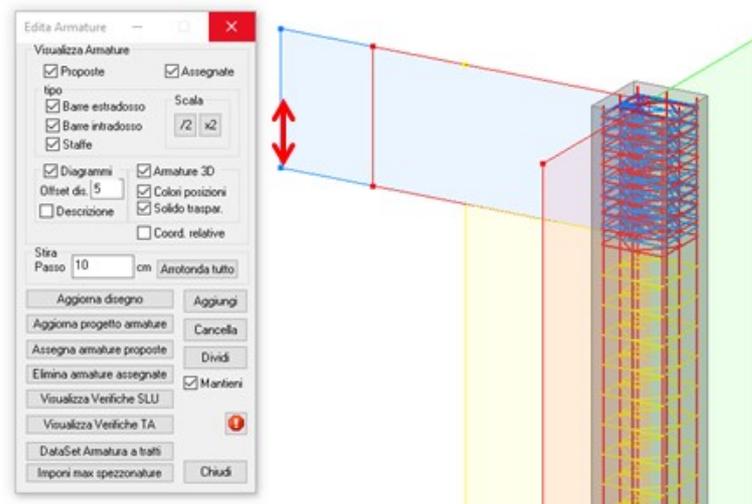
NOTA BENE: dato che il diametro associato a queste staffe è 12 mm, per garantire l'efficacia è necessario aumentare la lunghezza di ancoraggio, portandola a 12 cm. Per fare questa operazione, è necessario aprire il comando "Inserisci\staffe" e modificare la lunghezza di ancoraggio di ciascuna delle staffe inserite:



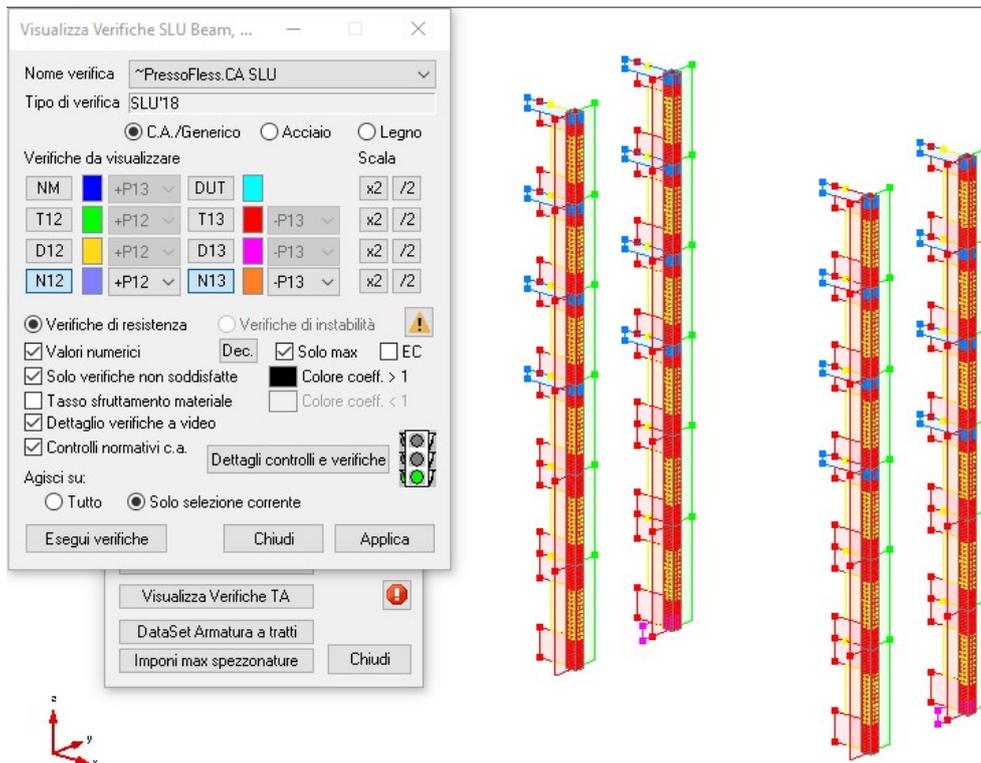
Torniamo nella finestra modello e assegniamo il nuovo tratto di staffatura nei nodi trave-pilastro; affinché le staffe siano efficaci ai fini delle verifiche dei nodi gli infittimenti devono essere assegnati alla sommità dei pilastri, nell'ingombro dei nodi. Utilizziamo un diverso metodo di assegnazione: deseleggiamo “**Armature 3D**” e premiamo il tasto “**Aggiungi**”. Nel cursore del mouse compare un blocco note. Il comando consente infatti di aggiungere in corrispondenza a un tratto di armatura la posizione successiva. Per aggiungere il tratto di staffatura clicchiamo con il tasto sinistro del mouse la maniglia del tratto di infittimento staffe n.2, all'estremità superiore dei pilastri.



Il nuovo tratto aggiunto ha la stessa estensione del precedente; per ridurlo usiamo la funzionalità di stira, premendo con il tasto sinistro del mouse sulla maniglia di selezione inferiore del nuovo tratto a spostandola verso l'alto.



Al termine di questa operazione, lanciamo le verifiche mantenendo inalterate le impostazioni del comando; otterremo i risultati illustrati in figura:



Il semaforo verde indica che le verifiche risultano ora tutte soddisfatte. Per avere un report dettagliato delle verifiche eseguite selezioniamo l'opzione "Dettagli controlli e verifiche" e scorriamo il documento ottenuto.

Il file "ModelloO" contenuto nella cartella "Tutorial2" contiene il modello fin qui creato.

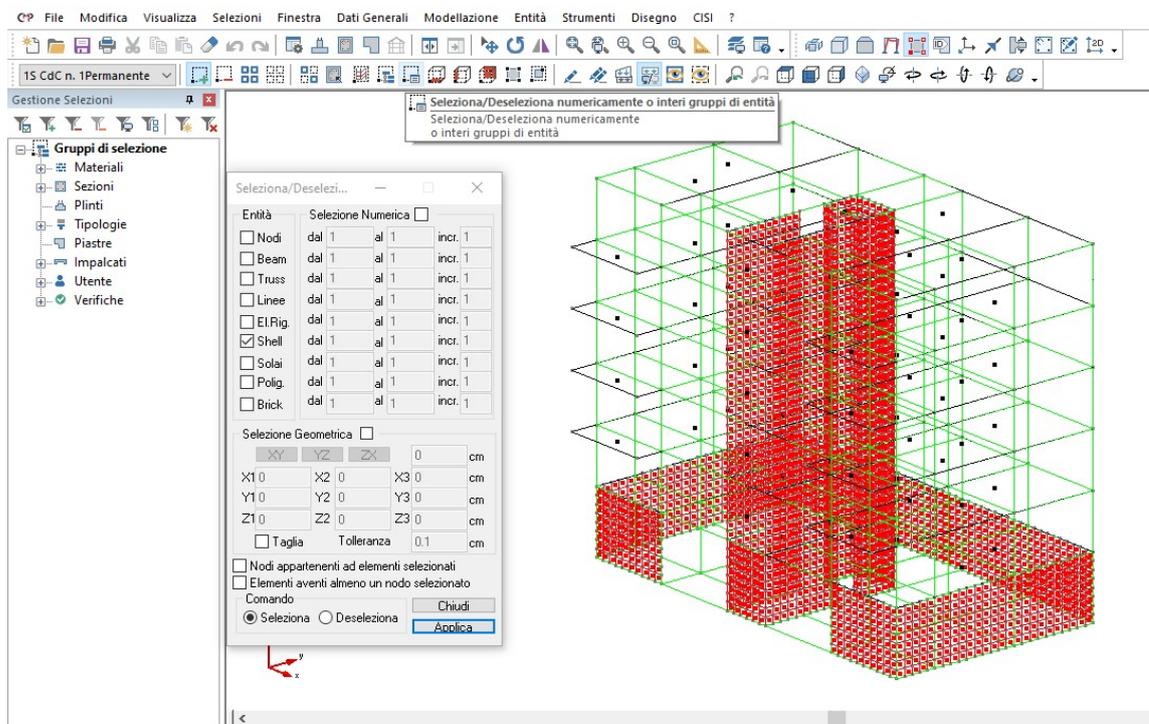
6.4. Progetto e verifica delle pareti

Passiamo ora alla progettazione delle pareti. In CMP occorre operare in due fasi:

- Progetto e verifica delle pareti considerando tutte le sollecitazioni agenti, sia nel piano che fuori del piano;
- Progetto e verifica delle pareti con le sole sollecitazioni nel piano, amplificate secondo quanto previsto dal capitolo 7.4.4.5 delle NTC 2018

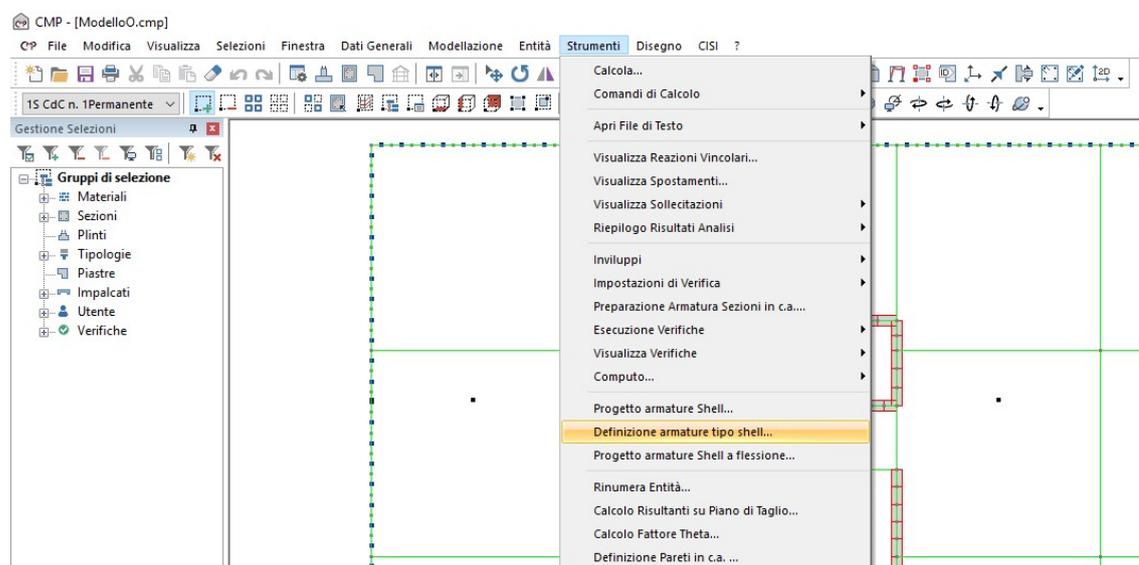
6.4.1. Progetto e verifica a pressoflessione dei vani ascensore e scale con le sollecitazioni ricavate dall'analisi

Accendiamo e deseleggiamo tutte le entità del modello; utilizziamo il tasto “**Seleziona/Deseleziona numericamente o interi gruppi di entità**”, spuntiamo l'opzione “**Shell**” e clicchiamo applica. Attiviamo la vista solida:



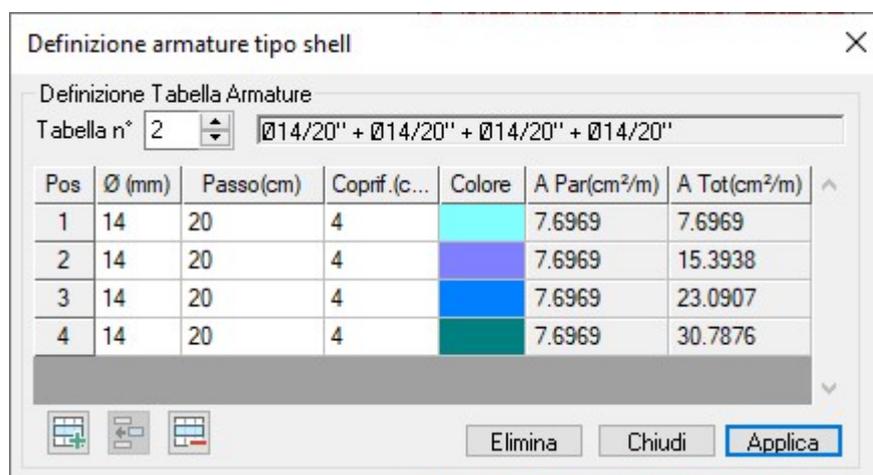
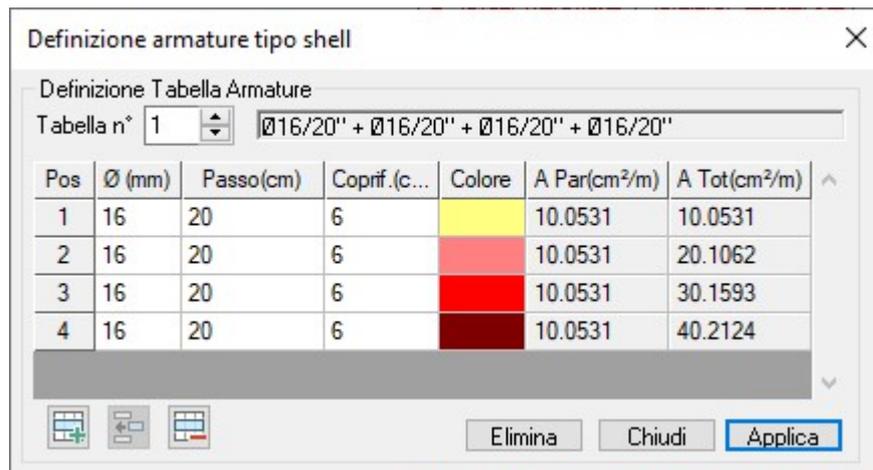
Nascondiamo gli elementi non visibili e portiamoci in pianta; tramite il comando “**Aggiunge, Sottrae, Crea Selezioni**” sovrascriviamo le selezioni

“Shell 25” e “Shell 30” in modo che, anche dopo aver eseguito la rimeshatura degli shell, corrispondano ai gruppi di selezione prima definiti. Carichiamo la selezione “Shell 25”, spegniamo le entità non selezionate; dal menù “Strumenti” apriamo il comando “Definizione armature tipo shell...”.



Nota: procediamo progettando separatamente le pareti di cantina da quelle relative ai vani scale e ascensore, in quanto ci aspettiamo che le sollecitazioni agenti siano notevolmente diverse tra loro. Quindi le armature da inserire non potranno essere progettate in un unico passaggio.

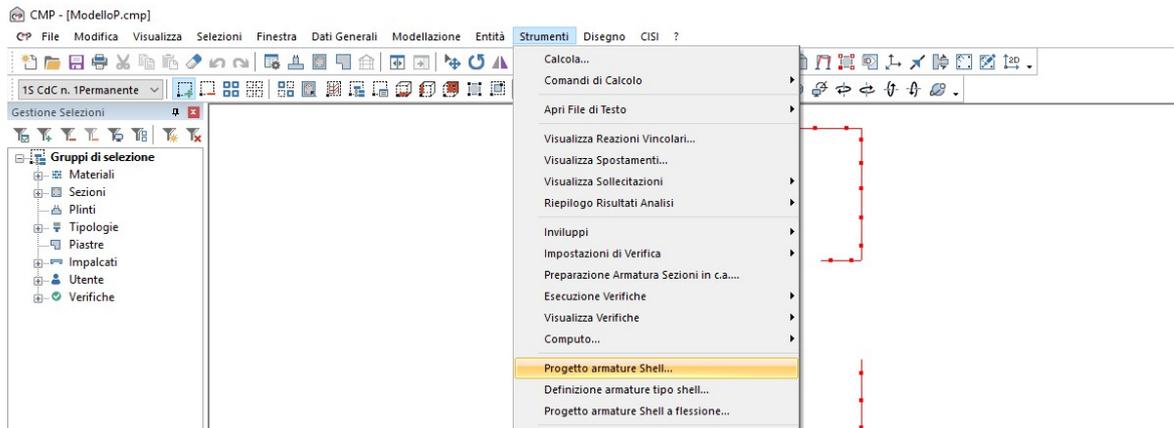
*All’apertura della nuova finestra di dialogo, clicchiamo 4 volte il tasto “**Aggiungi elemento alla griglia**” e impostiamo i parametri relativi all’armatura da utilizzare per tale progettazione. Prevediamo l’inserimento di 4 strati di tondini “ $\phi 16$ ” con passo pari a 20 cm e copriferro di 6 cm. Clicchiamo “**Applica**” ed inseriamo una seconda tabella digitando il valore “2” in “Tabella n°”. Imputiamo altri 4 strati di tondini “ $\phi 14$ ” con passo pari a 20 cm e copriferro di 4 cm. Clicchiamo applica e salviamo le impostazioni.*



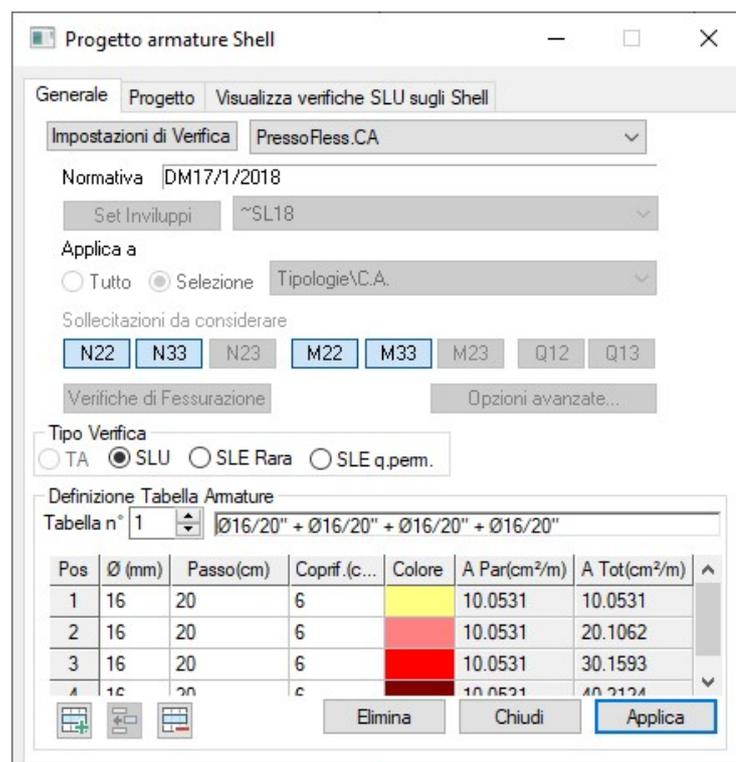
Nota: l'operazione appena eseguita ci permette di stabilire la tipologia dei tondini che il programma deve gestire durante l'operazione di progetto. Inoltre, è possibile definire altri tipi di combinazione di tondini applicabili alle diverse posizioni della parete, differenziando per esempio, i ferri relativi ad una direzione rispetto a quelli relativi ad un'altra.

Nel nostro caso andremo a disporre la tabella n° 2 per la direzione "3" (direzione orizzontale) e la tabella n° 1 per la direzione "2" (direzione verticale).

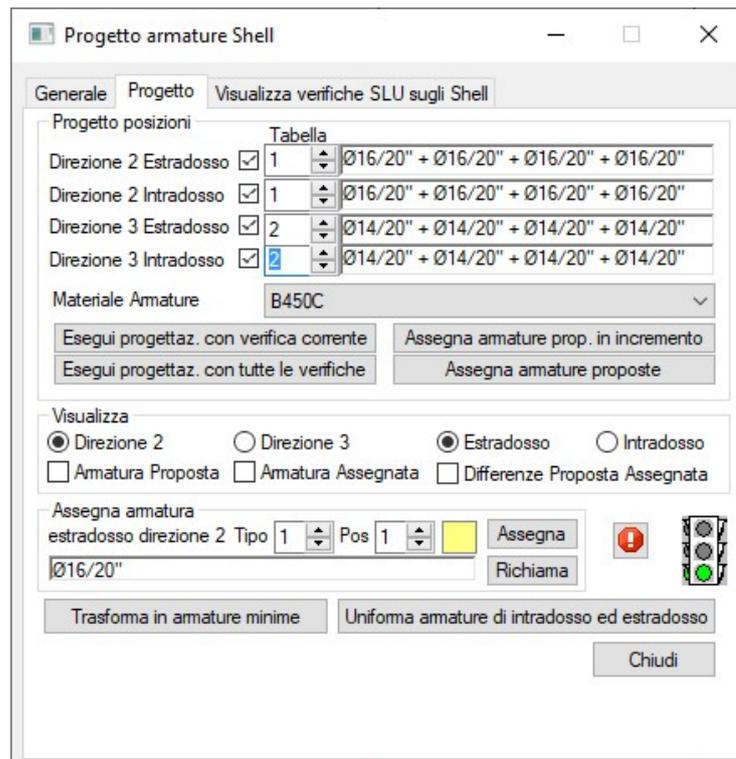
Dal menù "Strumenti" scegliamo il comando "Progetto armature Shell".



*Nella nuova finestra di dialogo impostiamo, nella scheda “**Generale**”, come impostazione di verifica “**Pressoflessione C.A.**” cui è abbinato il set di involuppi “**~SL18**”.*

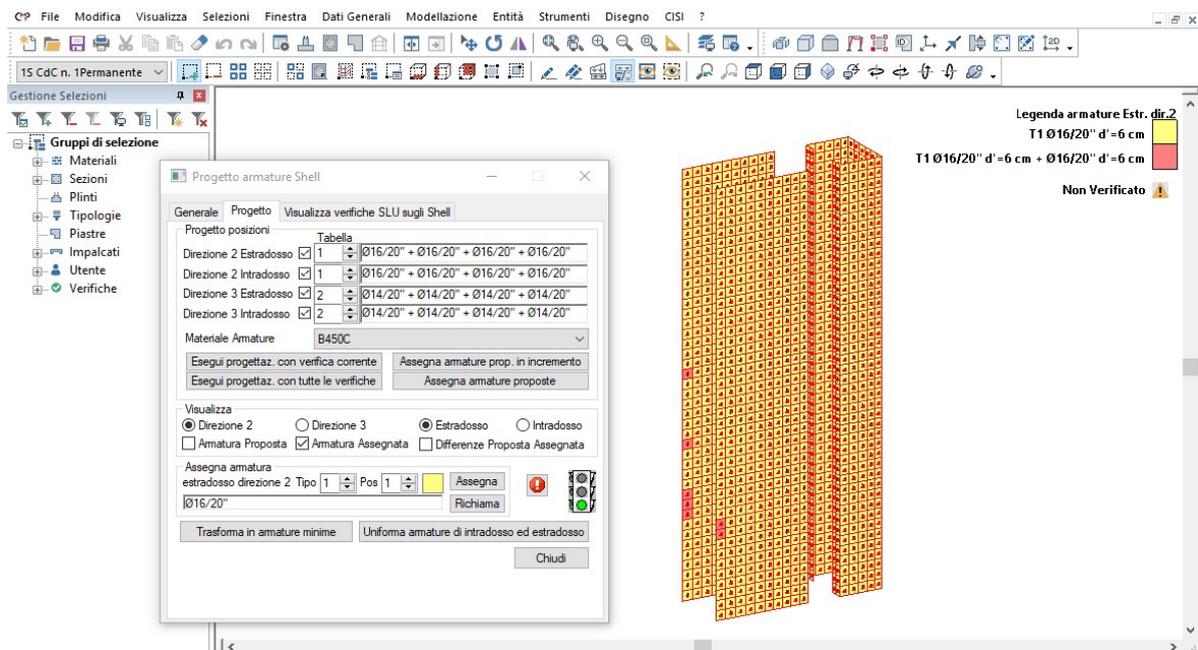


*Nella scheda “Progetto” abbiniamo per la direzione “3” la tabella n. 2, successivamente clicchiamo il pulsante “**Esegui Progettazione con tutte le verifiche**”.*



Questa operazione utilizza l'armatura di base e inserisce degli spezzoni, come infittimento, solo nei punti in cui la verifica non risulta soddisfatta. Il programma utilizza tutte le posizioni, da noi definite precedentemente nella tabella armature. Se l'armatura inserita risulta ancora scarsa, si devono cambiare le impostazioni di tabella ed imputare più una quantità di armatura superiore. Portiamoci nella vista tridimensionale utilizzando il comando .

Osserviamo le disposizioni delle armature progettate spuntando "Armatura proposta" nell'area "Visualizza"; accettiamo le disposizioni del programma cliccando il pulsante "Assegna armat. proposte", deseleggiamo "Armatura proposta" e spuntiamo l'opzione "Armatura assegnata".

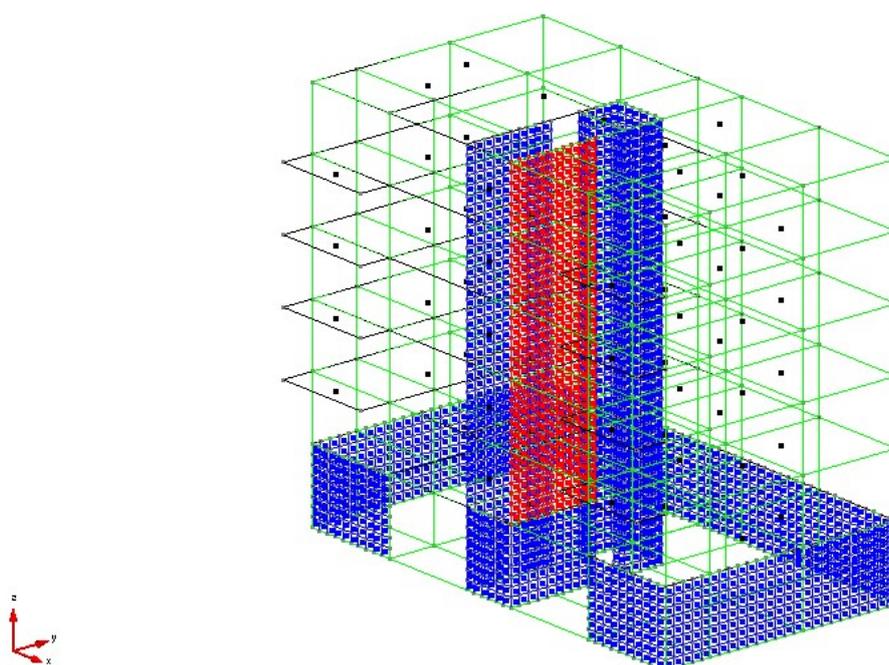


Tramite la legenda siamo in grado di visualizzare le zone in cui sono stati inseriti degli infittimento di armatura; si nota che l'armatura inserita risulta essere sufficiente per qualsiasi elemento shell, in quanto, gli elementi non verificati (individuati dal simbolo di "pericolo generico") sono assenti. Nel caso specifico abbiamo visualizzato l'armatura di "Estradosso" in "Direzione 2". Allo stesso modo è possibile visualizzare gli altri strati di armatura assegnata.

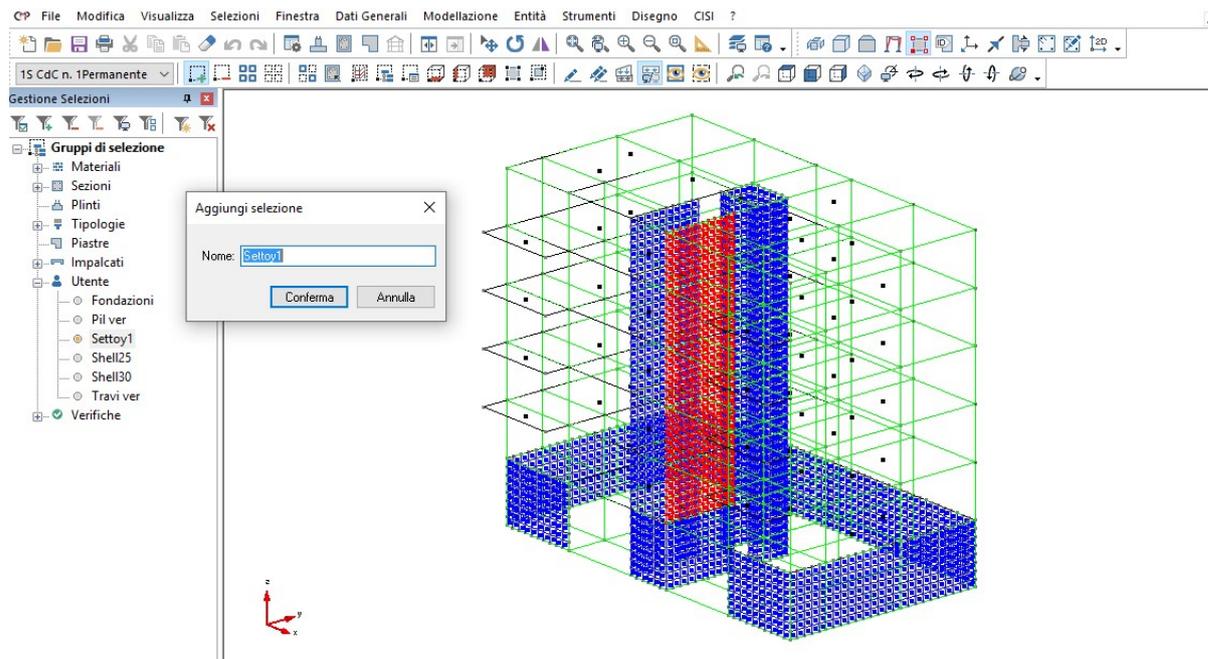
Portiamoci nella scheda "Visualizza verifiche SLU sugli Shell" ed eseguiamo le verifiche utilizzando il comando "Esegui Verifiche".

6.4.2. Progetto e verifica delle pareti del vano scala e ascensore come da indicazioni del cap. 7.4.4.5 delle NTC 2018

Mostriamo di seguito il procedimento per la verifica dei setti in C.A. mediante l'applicazione del paragrafo 7.4.4.5.1 "Verifiche di resistenza" delle NTC 2018. Consideriamo di verificare il setto del vano scala in C.A. mostrato in figura:



Utilizzando il comando “**Gestione di selezione**” creiamo una selezione utente che chiamiamo “Settoy1”.



Spostiamoci nella “FINESTRA DELLE SEZIONI” e creiamo due sezioni delle stesse dimensioni del setto; una sarà utilizzata per l’armatura del primo interpiano, mentre la seconda per l’armatura dell’elevazione. Chiamiamo la prima sezione “Settoy1-base” e inseriamo tutte le armature longitudinali e trasversali.

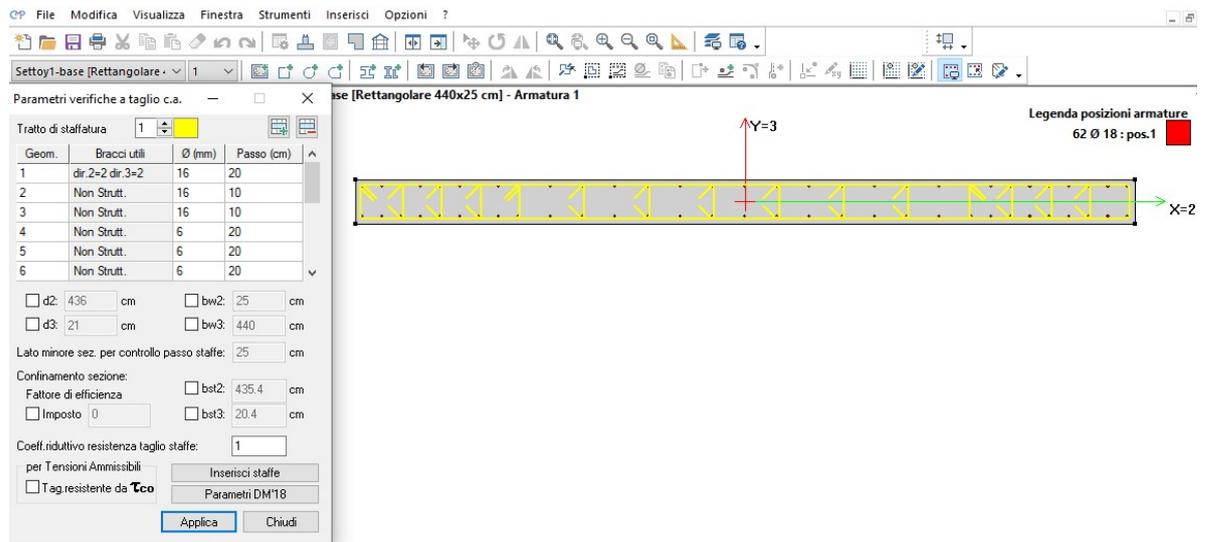
Secondo la normativa [7.4.6.2.4], stabiliamo alle estremità della sezione una zona critica, caratterizzata da un’altezza in elevazione rispetto al setto di $h_{cr} = 440$ cm ed una larghezza della sezione di base pari a $l_{cr} = 88$ cm.

In tale zona dobbiamo tener in considerazione le indicazioni del punto 7.4.6.2.4 delle NTC2018, per cui andiamo a disporre:

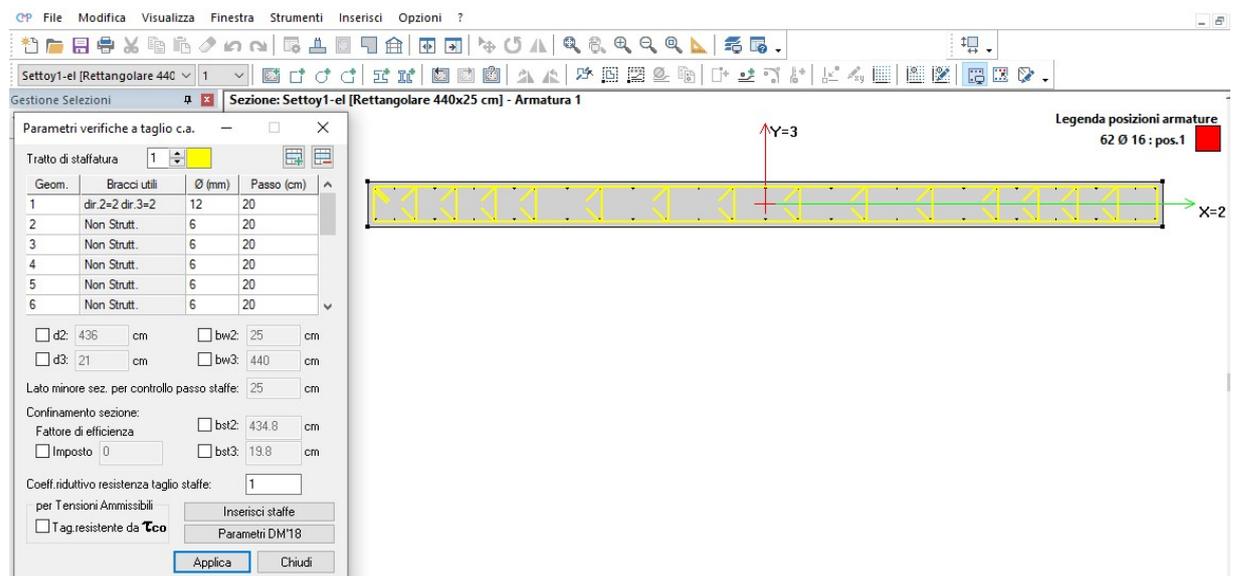
- *armatura longitudinale di $\phi 18/11$ ”;*
- *armatura trasversale pari a $\phi 16/10$ ”.*

Nella restante parte della sezione, disponiamo $\phi 18/18$ ” come armatura longitudinale ed un’armatura trasversale pari a $\phi 16/20$ ”.

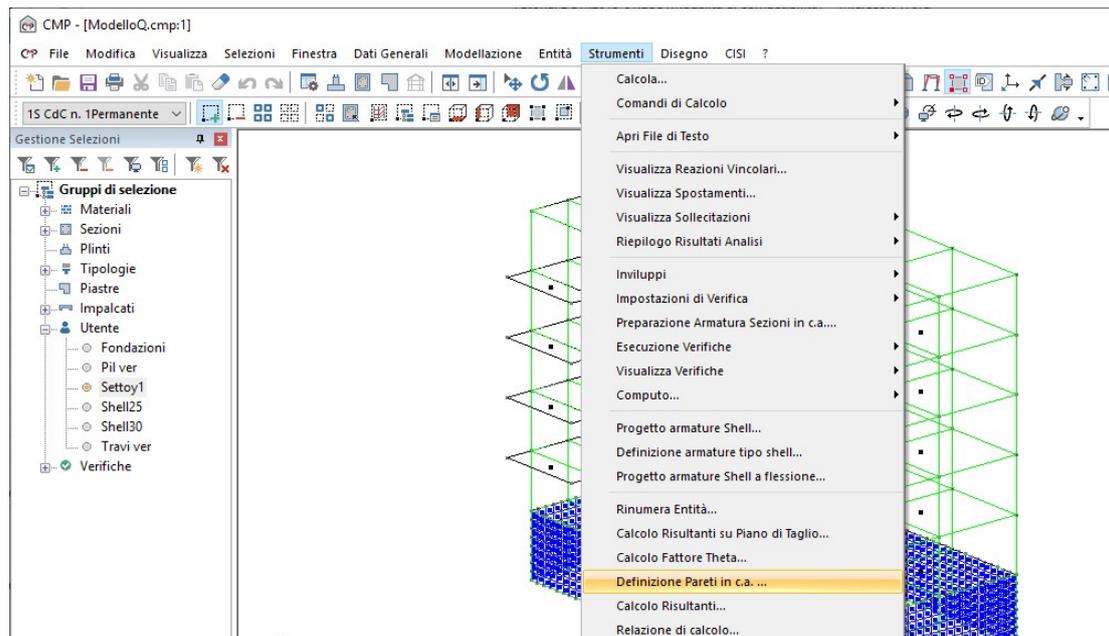
NOTA: Perchè l’armatura trasversale possa lavorare a taglio, occorre creare una staffatura che si sviluppi lungo tutta la sezione.



Passiamo alla sezione associata alla parte in elevazione del setto, che chiamiamo "Settoy1-el"; sulla base delle indicazioni ricavate dal "progetto armature shell", disponiamo un'armatura longitudinale di $\phi 16/11''/18''$ e un'armatura trasversale di $\phi 12/20''$.



Torniamo nella "FINESTRA DEL MODELLO" e apriamo il comando "Definizione pareti in c.a." dal menù "Strumenti".



Spegliamo tutte le entità del modello ad eccezione degli shell della parete e dei nodi ad essi connessi. Iniziamo assegnando un nome alla parete e richiamando la selezione appena creata:

Definizione Pareti

Parete: Altezza parete: cm

Selezione di riferimento: Lunghezza parete: cm

Gruppo di combinazioni:  Altezza libera di piano: cm

Fattore di struttura q in dir. parete (qx=3.120, qy=3.120): Numero dei piani:

Momento resistente nella sezione con taglio massimo: daNm Parete estesa debolmente armata

Rapporto $Se(T_c) / Se(T_1)$ nella direzione Struttura mista telaio-pareti

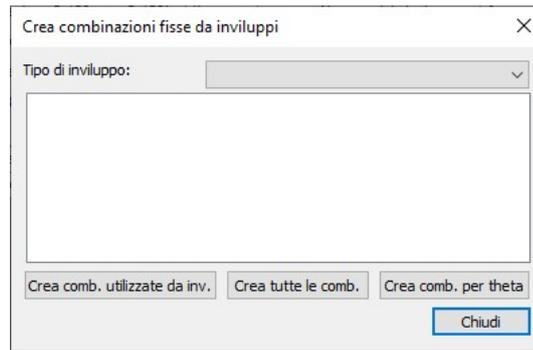
Fattore di sovraresistenza in CD "B", DM18 tab. 7.2.I Parete non dissipativa

Sezioni di progetto:

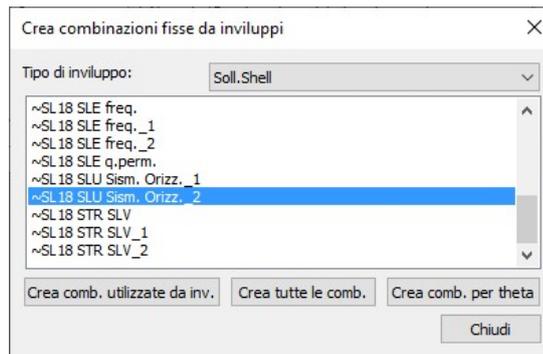
Origine			Asse 2			Sezioni	
x (cm)	y (cm)	z (cm)	1° nodo rif.	2° nodo rif.	ang. asse 2/	intradosso	estradosso

  Importa quote da verticale: zV

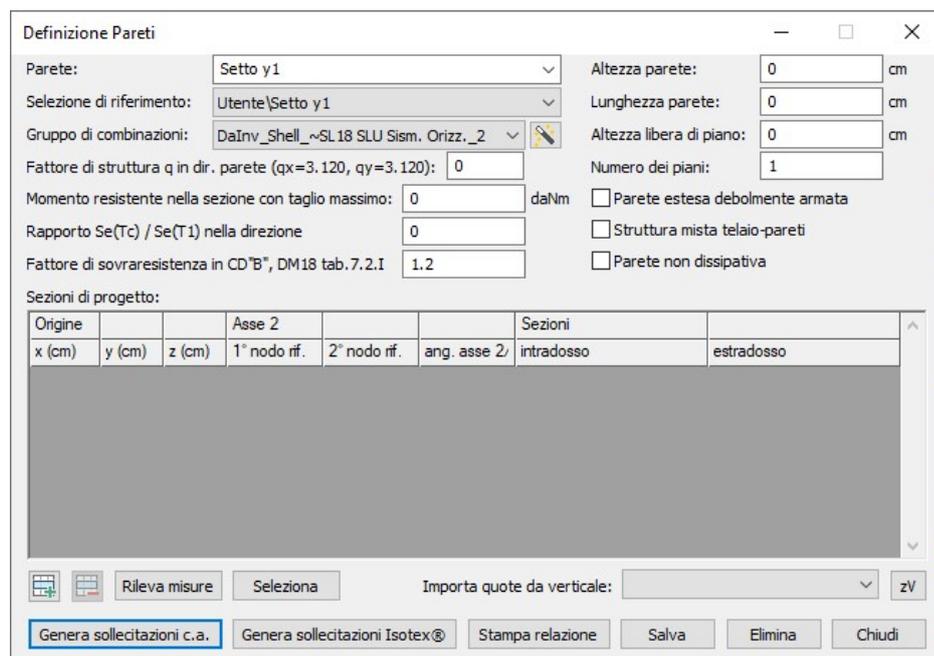
Per inserire il gruppo di combinazioni, utilizziamo il comando , tramite cui si accede alla finestra a seguito illustrata:



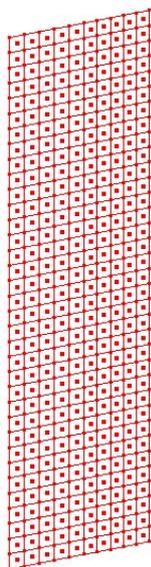
Selezioniamo “Soll. Shell” e quindi “~SL18 STR Sism. Orizz_2”; si tratta infatti di un setto nel piano yz, per cui è presumibile che le maggiori sollecitazioni siano nell’involuppo che considera il 100% del sisma in direzione y. Tra le varie opzioni proposte, scegliamo “Crea comb. utilizzate da involuppi” e poi “Chiudi”.



Richiamiamo il gruppo di combinazioni appena creato:



Compiliamo il campo dedicato al fattore di struttura; per inserire le caratteristiche geometriche della parete utilizziamo il comando “**rileva misure**”. Una volta attivato, dovremo cliccare su due nodi della parete, scegliendo prima quello in basso a sinistra e poi quello in alto a destra:



Definizione Pareti

Parete: Setto y1

Selezione di riferimento: Utente\Setto y1

Gruppo di combinazioni: DaInv_Shell_~SL18 SLU Sism. Orizz._2

Fattore di struttura q in dir. parete (qx=3.120, qy=3.120): 0

Momento resistente nella sezione con taglio massimo: 0 daNm

Rapporto $Se(Tc) / Se(T1)$ nella direzione: 0

Fattore di sovrarresistenza in CD "B", DM18 tab. 7.2.I: 1.2

Altezza parete: 1550 cm

Lunghezza parete: 440 cm

Altezza libera di piano: 0 cm

Numero dei piani: 1

Parete estesa debolmente armata

Struttura mista telaio-pareti

Parete non dissipativa

Sezioni di progetto:

Origine			Asse 2			Sezioni	
x (cm)	y (cm)	z (cm)	1° nodo rif.	2° nodo rif.	ang. asse 2	intradosso	estradosso
960	220	0	16	203	0		

Rileva misure Selezione Importa quote da verticale: zV

Genera sollecitazioni c.a. Genera sollecitazioni Isotex® Stampa relazione Salva Elimina Chiudi

Completiamo le parti mancanti relative alla geometria, inserendo “Altezza libera di piano” (che si riferisce al piano terra)= 310 cm e numero di piani=5; confermiamo inoltre il fattore $q=3.12$.

Definizione Pareti

Parete: Setto y1

Selezione di riferimento: Utente\Setto y1

Gruppo di combinazioni: DaInv_Shell_~SL18 SLU Sism. Orizz._2

Fattore di struttura q in dir. parete (qx=3.120, qy=3.120): 3.12

Momento resistente nella sezione con taglio massimo: 0 daNm

Rapporto $Se(Tc) / Se(T1)$ nella direzione: 0

Fattore di sovrarresistenza in CD "B", DM18 tab. 7.2.I: 1.2

Altezza parete: 1550 cm

Lunghezza parete: 440 cm

Altezza libera di piano: 310 cm

Numero dei piani: 5

Parete estesa debolmente armata

Struttura mista telaio-pareti

Parete non dissipativa

Sezioni di progetto:

Origine			Asse 2			Sezioni	
x (cm)	y (cm)	z (cm)	1° nodo rif.	2° nodo rif.	ang. asse 2	intradosso	estradosso
960	220	0	16	203	0		

Rileva misure Selezione Importa quote da verticale: zV

Genera sollecitazioni c.a. Genera sollecitazioni Isotex® Stampa relazione Salva Elimina Chiudi

Fatto questo, passiamo alla compilazione della parte centrale del comando.

L'esecuzione delle verifiche deve essere preceduta dalla determinazione delle sollecitazioni risultanti sull'elemento parete. Ricavare i diagrammi punto per punto diventerebbe un processo troppo oneroso; pertanto si è scelto di calcolare le sollecitazioni solo in corrispondenza di punti "significativi", indentificati nelle sezioni in corrispondenza degli impalcati (all'intradosso e all'estradosso), e quindi procedere per interpolazione. Il campo che andiamo a compilare ora permette di definire la posizione di tali sezioni dette appunto "Sezioni di progetto". La prima riga della tabella viene inserita quando si utilizza la funzione "rileva misure"; per generare le successive, si può sfruttare l'opzione "Importa dati da verticale", scegliendo la verticale adatta (nel nostro caso "vert1") e premendo . Vengono automaticamente inserite 7 righe, di cui la prima in alto deve essere cancellata, rendendola corrente e poi eliminandola utilizzando il comando .

In totale, ci dovranno essere un numero di stringhe pari al n. di piani più 1; ciascuna di esse rappresenta una superficie piana che taglia letteralmente le entità selezionate e ne ricerca le sollecitazioni risultanti.

Ogni piano di taglio è definito da un origine (dati nelle prime 3 colonne) e un orientamento locale, in cui l'asse 1 deve essere inteso ortogonale alla superficie stessa e l'asse 2 orientato come definito nelle colonne dalla 4 alla 6; infine, l'asse 3 è tale da completare la terna destorsa.

Definizione Pareti

Parete: Settoy-1

Selezione di riferimento: Utente\Setto y1

Gruppo di combinazioni: DaInv_Shell_~SL18 SLU Sism. Orizz._2

Fattore di struttura q in dir. parete (qx=3.120, qy=3.120): 3.12

Momento resistente nella sezione con taglio massimo: 0 daNm

Rapporto $Se(Tc) / Se(T1)$ nella direzione: 0

Fattore di sovrarresistenza in CD*B*, DM18 tab.7.2.I: 1.2

Altezza parete: 1550 cm

Lunghezza parete: 440 cm

Altezza libera di piano: 310 cm

Numero dei piani: 5

Parete estesa debolmente armata

Struttura mista telaio-pareti

Parete non dissipativa

Sezioni di progetto:

Origine			Asse 2			Sezioni	
x (cm)	y (cm)	z (cm)	1° nodo rif.	2° nodo rif.	ang. asse 2/	intradosso	estradosso
960	220	0	16	203	0		
960	220	310	16	203	0		
960	220	620	16	203	0		
960	220	930	16	203	0		
960	220	1240	16	203	0		
960	220	1550	16	203	0		

Rileva misure Selezione Importa quote da verticale: Vert1 zV

Genera sollecitazioni c.a. Genera sollecitazioni Isotex® Stampa relazione Salva Elimina Chiudi

Completiamo la compilazione del comando inserendo le sezioni da associare ai piani di taglio, tenendo presente il fatto di associare “Settoy-base” alle sezioni che cadono in zona duttile e “Settoy-el” alle restanti zone:

Definizione Pareti

Parete: Settoy-1

Selezione di riferimento: Utente\Settoy1

Gruppo di combinazioni: DaInv_Shell_~SL18 SLU Sism. Orizz._2

Fattore di struttura q in dir. parete (qx=3.120, qy=3.120): 3.12

Momento resistente nella sezione con taglio massimo: 0 kNm

Rapporto $Se(Tc) / Se(T1)$ nella direzione: 0

Fattore di sovrarresistenza in CD*B*, DM18 tab.7.2.I: 1.2

Altezza parete: 1550 cm

Lunghezza parete: 440 cm

Altezza libera di piano: 310 cm

Numero dei piani: 5

Parete estesa debolmente armata

Struttura mista telaio-pareti

Parete non dissipativa

Sezioni di progetto:

Origine			Asse 2			Sezioni	
x (cm)	y (cm)	z (cm)	1° nodo rif.	2° nodo rif.	ang. asse 2/	intradosso	estradosso
1235	220	0	23	210	0		Settoy1-base
1235	220	310	23	210	0	Settoy1-base	Settoy1-base
1235	220	620	23	210	0	Settoy1-el	Settoy1-el
1235	220	930	23	210	0	Settoy1-el	Settoy1-el
1235	220	1240	23	210	0	Settoy1-el	Settoy1-el
1235	220	1550	23	210	0	Settoy1-el	

Rileva misure Selezione Importa quote da verticale: zV

Genera sollecitazioni c.a. Genera sollecitazioni Isotex® Stampa relazione Salva Elimina Chiudi

Ultimiamo la compilazione inserendo il rapporto $Se(Tc)/Se(T1)$, per il cui calcolo usiamo i dati riassunti in tabella:

Tc=	0,409 s
S(Tc)/ag=	1,171
T1=	0,636 s
F0=	2,536
q=	3,12
S=	1,44
S(T1)/ag=	0,752702
S(Tc)/S(T1)=	1,55573

L'ultimo dato, ovvero il momento resistente nella sezione con taglio massimo, non siamo ancora in grado di definirlo; occorrerà pertanto ripetere la generazione delle sollecitazioni una seconda volta.

Ora selezioniamo "Salva" e quindi "genera sollecitazioni c.a.": questa operazione attiva la procedura che calcola le sollecitazioni nelle sezioni del setto individuate dai piani di taglio. Una volta generate le sollecitazioni, portiamoci nella "FINESTRA DELLE SEZIONI", scegliamo la sezione "Settoy1-base/arm.1" e apriamo il comando "Strumenti/Verifica sezione singola TA/SL...". Nella finestra "Generale", selezioniamo "Baricentro delle sole poligonali", "SLU" e nel box "Considera Sezione" definiamo "Setto".

Premiamo su "dati Setto", e selezioniamo i dati riportati sotto, e quindi "Applica" e "chiudi".

Parametri setto

Parete duttile
 Parete estesa debolmente armata

Zona dissipativa
 Verifica su possibili piani di scorrimento in zona dissipativa

lw2 cm lw3 cm

OK Annulla

Aprendo la finestra "Sollecitazioni", troveremo tutte le ennuple generate dal comando "Definizione pareti in c.a."

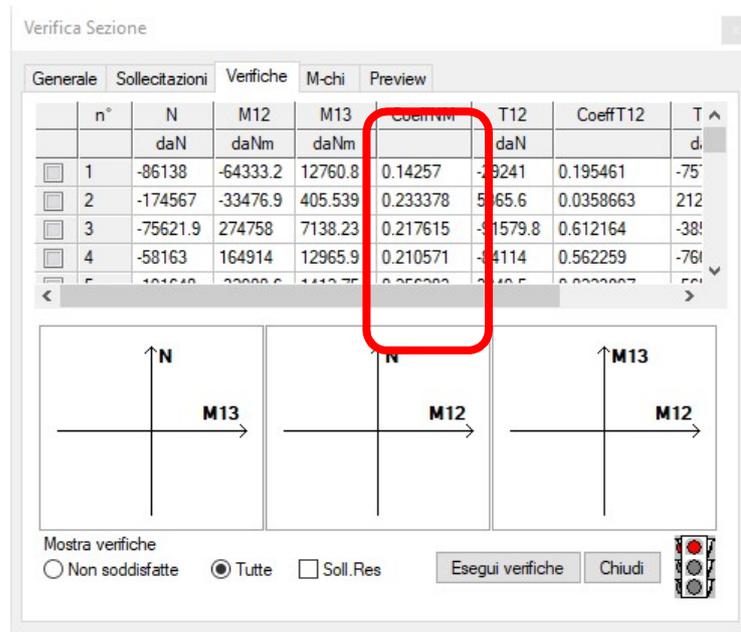
Verifica Sezione

Generale Sollecitazioni Verifiche M-chi Preview

n°	N(daN)	M12(daNm)	M13(daNm)	T12(daN)	T13(daN)	Comme ^
1	-86138	-64333.2	12760.8	-29241	-7571.7	~SEZSettoy-1_0
2	-174567	-33476.9	405.539	5365.6	212.8	~SEZSettoy-1_0
3	-75621.9	274758	7138.23	-91579.8	-3859.7	~SEZSettoy-1_0
4	-58163	164914	12965.9	-84114	-7666.1	~SEZSettoy-1_0
5	-191640	-32900.6	1412.75	3349.5	-565.1	~SEZSettoy-1_0
6	-78234.4	-59002.8	12974.7	-30144.8	-7771.9	~SEZSettoy-1_0
7	-238980	-384332	288.503	131512	230.8	~SEZSettoy-1_0
8	-56551.8	164235	12949.6	-84112.3	-7654.6	~SEZSettoy-1_0
9	-187750	-61360.8	-9611.91	45091.7	6306.6	~SEZSettoy-1_0
10	-138359	-287396	1213.34	56749.7	-791.4	~SF7Settoy-1_0

Cancella Riga Aggiungi Riga Esporta per REI c.a. Chiudi

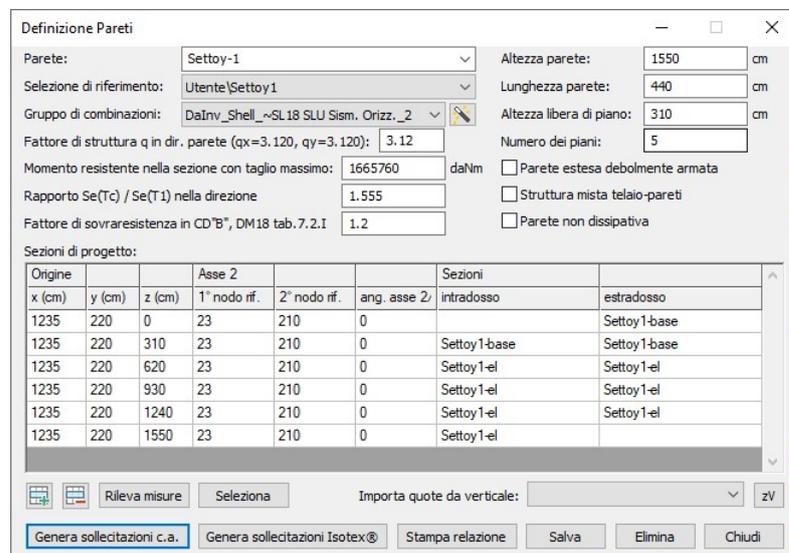
Portiamoci ora in "Verifiche" e clicchiamo su "Esegui Verifiche": la procedura restituisce, per ogni ennupla di sollecitazione, i coefficienti di sfruttamento relativi alle verifiche a pressoflessione e a taglio. Mentre i primi possono essere considerati risultati definitivi, i secondi non hanno valore, in quanto la determinazione del coefficiente amplificativo del taglio è ancora incompleta, mancando il dato relativo a MRd.



Per ricavarlo, spuntiamo l'opzione "soll res": questo consentirà di visualizzare per ogni stringa il momento resistente corrispondente. Copiando i dati in un file di excel possiamo ricavare agevolmente il valore di MRd che genera il massimo valore del rapporto MRd/MEd nella sezione di base:

MEd=	204742	daNm
MRd=	1665760	daNm
MRd/Med=	8,13590	

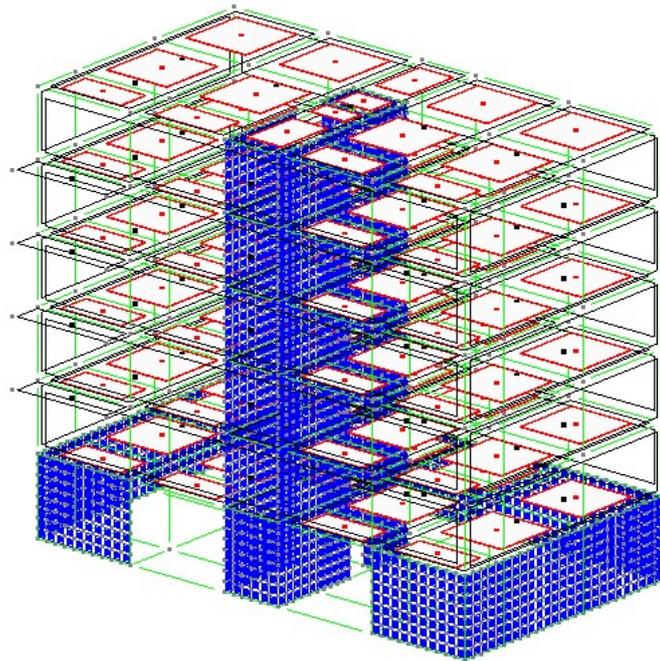
Inseriamo il valore di MRd nel comando "definizione pareti in ca", salviamo e clicchiamo nuovamente "genera sollecitazioni".



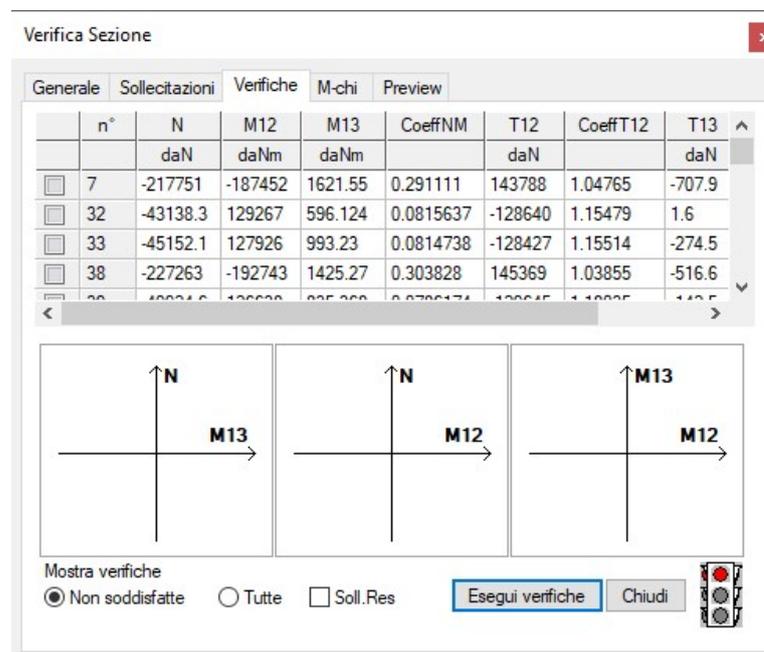
*Torniamo alla sezione “Settoy1-base/arm.1” e rilanciamo le verifiche: il semaforo rosso indica che sono presenti coefficienti di verifica a taglio <1 . Utilizzando il comando “**stampa**” dalla finestra “**generale**” è possibile visualizzare il dettaglio delle verifiche eseguite: da qui è possibile prendere atto del fatto che non risultano soddisfatte né la verifica taglio-compressione del calcestruzzo, né la verifica taglio-trazione dell’armatura. Per far risultare soddisfatte le verifiche, aumentare l’armatura trasversale non sarebbe sufficiente; occorre rinforzare la sezione anche lato calcestruzzo. Il file “**ModelloQ**” contenuto nella cartella “**Tutorial2**” contiene il modello fin qui creato.*

6.4.3. Progetto e verifica delle pareti del vano scala e ascensore come da indicazioni del cap. 7.4.4.5 delle NTC 2018 modellandola rigidità dell’impalcato

Nel modello che abbiamo utilizzato fin’ora, abbiamo fatto l’ipotesi di piani infinitamente rigidi. Questa assunzione condiziona profondamente la ripartizione delle sollecitazioni tra gli elementi verticali, con la conseguenza di un incremento di taglio negli elementi più rigidi. Se, in luogo dei link di piano rigido si modella la rigidità dei solai utilizzando shell membranali di spessore pari alla caldana in c.a. e con un materiale senza peso, si ottiene una differente ripartizione dell’azione orizzontale tra pilastri e setti, con una diminuzione del taglio su questi ultimi.



Dopo aver lanciato il calcolo e generato le sollecitazioni di verifica da “definizione pareti in c.a.” è possibile visualizzare le verifiche sulla sezione “Setto y1-base” che ora assumeranno i seguenti valori:



Nonostante permangono verifiche non soddisfatte, si tratta di carenze dovute all’armatura trasversale; proviamo a modificare le barre disponendo $\Phi 16/10$ ” come armatura trasversale e $\Phi 20/11$ ” verticali nelle zone critiche ai bordi della sezione. Dobbiamo aggiornare il momento resistente nella sezione di

massimo taglio; fatto questo, occorre rigenerare le sollecitazioni di verifica dal comando “definizione pareti in c.a.”

Definizione Pareti

Parete: Settoy-1
 Selezione di riferimento: Utente\Settoy1
 Gruppo di combinazioni: DaInv_Shell_~SL18 SLU Sism. Orizz._2
 Fattore di struttura q in dir. parete (qx=3.120, qy=3.120): 3.12
 Momento resistente nella sezione con taglio massimo: 1360690 daNm
 Rapporto Se(Tc) / Se(T1) nella direzione: 0.643
 Fattore di sovrarresistenza in CD"B", DM18 tab.7.2.I: 1.2

Altezza parete: 1550 cm
 Lunghezza parete: 440 cm
 Altezza libera di piano: 310 cm
 Numero dei piani: 5

Parete estesa debolmente armata
 Struttura mista telaio-pareti
 Parete non dissipativa

Sezioni di progetto:

Origine			Asse 2			Sezioni	
x (cm)	y (cm)	z (cm)	1° nodo rif.	2° nodo rif.	ang. asse 2/	intradosso	estradosso
1235	220	0	23	210	0	Settoy1-base	Settoy1-base
1235	220	310	23	210	0	Settoy1-base	Settoy1-base
1235	220	620	23	210	0	Settoy1-el	Settoy1-el
1235	220	930	23	210	0	Settoy1-el	Settoy1-el
1235	220	1240	23	210	0	Settoy1-el	Settoy1-el
1235	220	1550	23	210	0	Settoy1-el	

Rileva misure Selezione Importa quote da verticale: zV

Genera sollecitazioni c.a. Genera sollecitazioni Isotex® Stampa relazione Salva Elimina Chiudi

Le verifiche ora risultano soddisfatte:

Verifica Sezione

Generale Sollecitazioni Verifiche M-chi Preview

n°	N	M12	M13	CoeffNM	T12	CoeffT12	
	daN	daNm	daNm		daN		c
1	-116980	-43123.3	16134.7	0.15639	-16839.5	0.112564	-95
2	-174669	-37947.4	837.263	0.233515	14410.7	0.0963282	-13
3	-93137.6	101066	5560.38	0.124516	-84148.8	0.562492	-33
4	-91353.4	-53943.1	15094.8	0.149994	-74904.7	0.517301	-90

Mostra verifiche
 Non soddisfatte Tutte Soll.Res

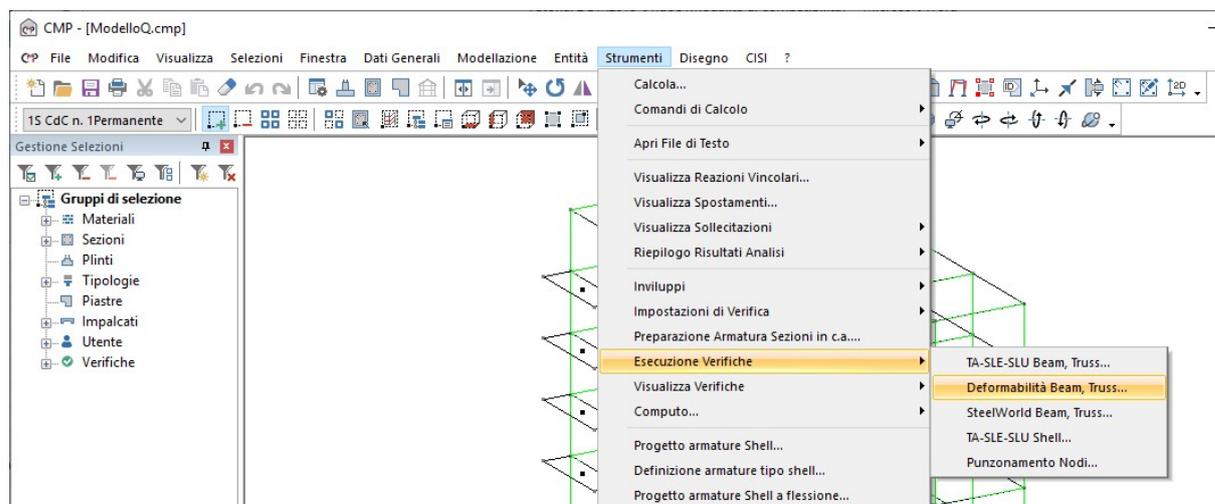
Esegui verifiche Chiudi

Le modifiche descritte sono contenute nel modello “ModelloQ-bis” contenuto nella cartella “Tutorial2”.

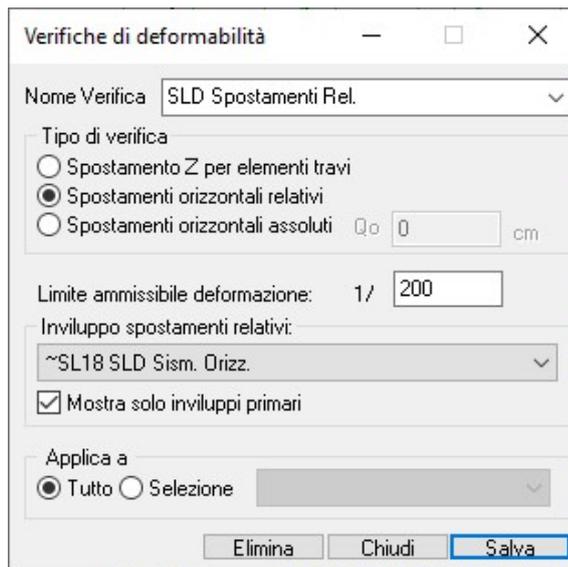
7. Verifiche di deformabilità

Vediamo adesso come è possibile eseguire la verifica per lo stato limite di danno.

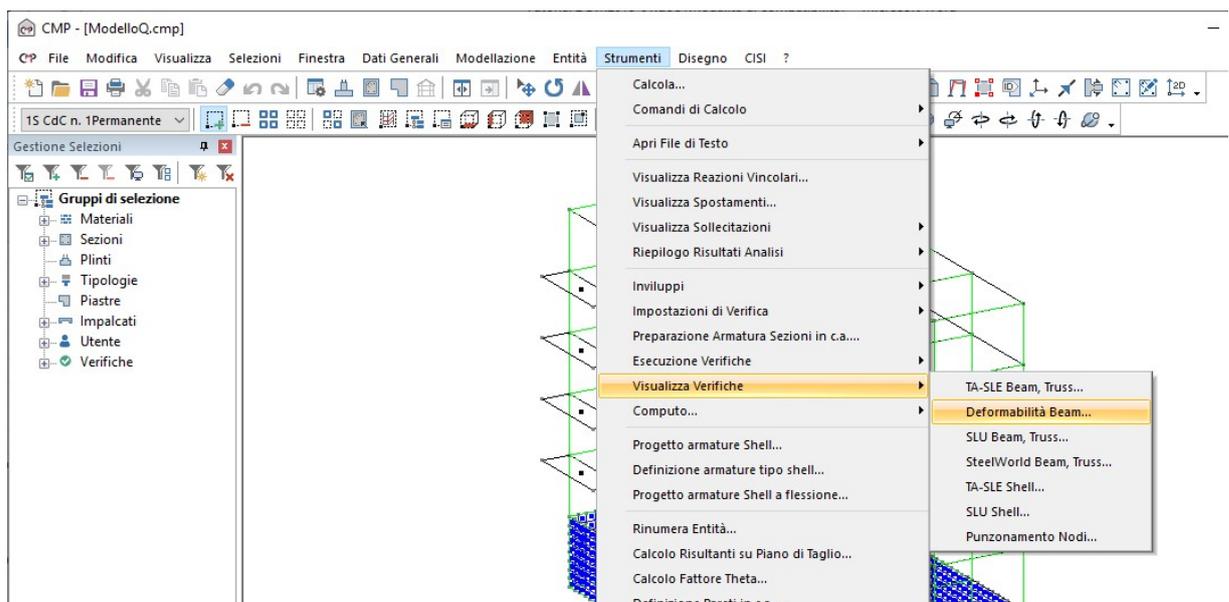
In primo luogo accertiamoci che tutto il modello sia selezionato; per poter effettuare la verifica degli spostamenti relativi allo stato limite di danno attiviamo nel menù **Strumenti** il comando “Esecuzione Verifiche/Deformabilità Beam, Truss...”.



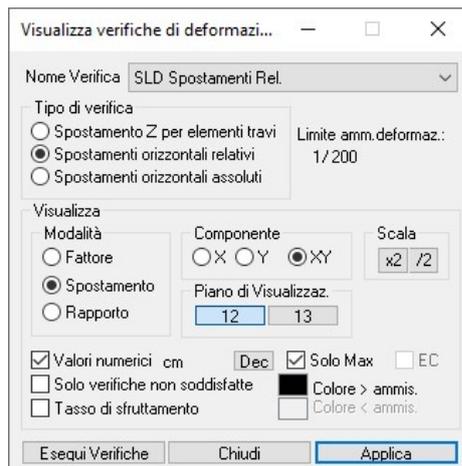
Spuntiamo l’opzione “**Spostamenti orizzontali relativi**” in “Tipo verifica”, digitiamo in “Nome Verifica” la dicitura “**SLD Spostamenti Rel.**”, inseriamo il numero “**200**”(corrispondente ad un limite di $1/200 = 0,005$ – tamponamenti collegati rigidamente) in “Limite ammissibile deformazione”, scegliamo “**~SL18 SLD**” in “Involuppo spostamenti relativi:”, confermiamo la verifica con il tasto “**Salva**” e chiudiamo la finestra di dialogo con “**Chiudi**”.



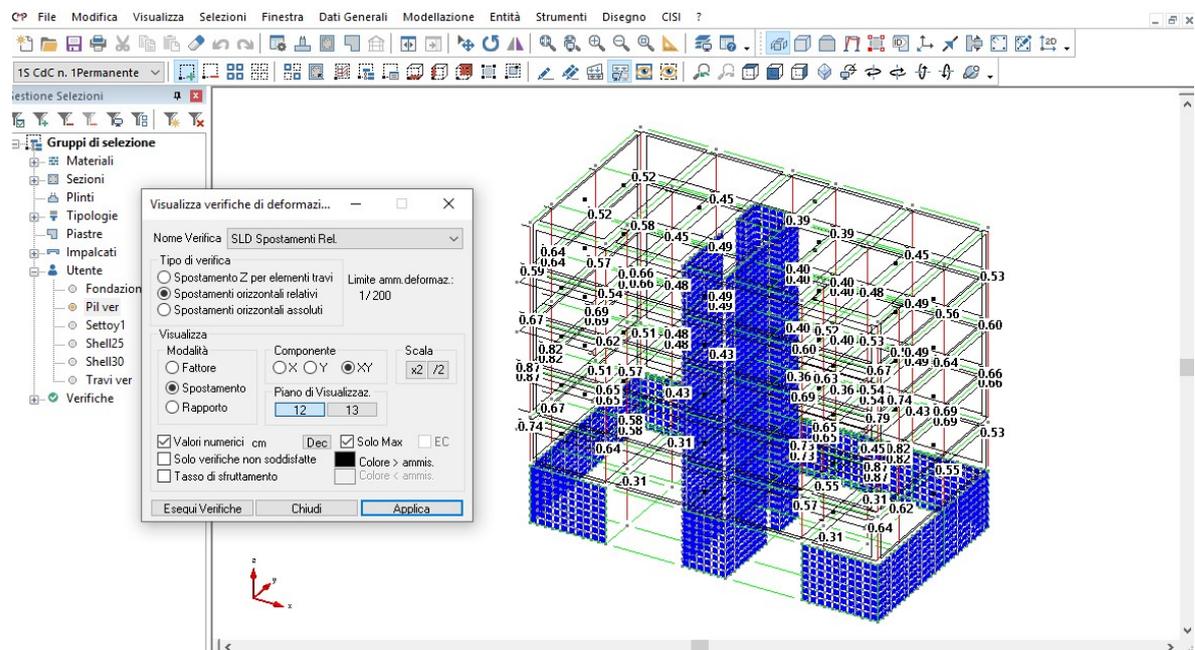
Per visualizzare le verifiche appena fatte andiamo nel menù “Strumenti” e scegliamo il comando “**Visualizza Verifiche/Deformabilità Beam...**”.



Spuntiamo in “Tipo di verifica” l’opzione “**Spostamenti orizzontali relativi**”, scegliamo in “Nome Verifica” la verifica “**SLD Spostamenti Rel.**”, attiviamo “**Spostamento**” in “Visualizza/Modalità” e selezioniamo “**XY**” in “Visualizza/Componente”.



Per visualizzare gli spostamenti relativi selezioniamo tutti i pilastri in c.a. del modello utilizzando la selezione “Pil ver”, quindi clicchiamo su “Applica”.



Per poter vedere se in tutti i nodi la verifica è soddisfatta spuntiamo l’opzione “Solo verifiche non soddisfatte” e clicchiamo su “Applica”; il fatto che non compaia nessun numero vicino ad ogni nodo indica che tutte le verifiche sono soddisfatte.

Chiudiamo la finestra di dialogo, deseleggiamo il modello e salviamo il lavoro fin qui fatto. Il file “ModelloR” contenuto nella cartella “Tutorial2” contiene il modello fin qui creato.

8. **Grafici strutturali, computo e relazione di calcolo,**

Una volta terminato con il progetto e la verifica dell'intero modello è possibile passare alla creazione delle tavole di disegno esecutivo, del computo e del tabulato di calcolo.

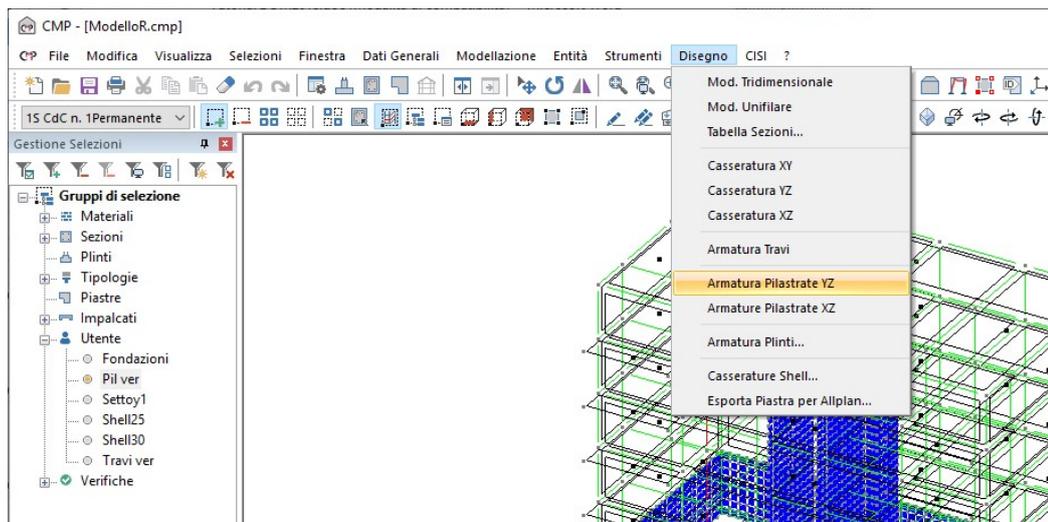
- 1. I **disegni esecutivi** vengono generati in formato “.**dxf**” e possono essere relativi alle distinte delle travi, alle distinte dei pilastri ed alle cassature contenute in uno dei tre piani coordinati.*
- 2. I **computi** possono contabilizzare, per la parte di modello selezionata, tutte le quantità utilizzate relativamente a qualunque materiale impiegato (calcestruzzo, acciaio da carpenteria, legno,...), all'acciaio per armatura, al cls, alle casseforme necessarie al getto degli elementi strutturali in cls suddivise per superfici orizzontali e verticali e infine alle superfici di solai e tamponamenti . Mentre il computo delle quantità di acciaio per cls avviene nello stesso momento in cui generiamo i disegni di armatura, in quanto è solo in quel momento che vengono completate e definite le dimensioni e lo sviluppo degli ancoraggi (oltre al file “.**dxf**” il programma genera due file di computo; uno con estensione “.**cmt**” leggibile con il blocco note di Window ed uno con estensione “.**xml**” leggibile da Excellent software di contabilità e computazione di STR o altri software compatibili con standard SIX), tutte le rimanenti quantità sono ottenute ricorrendo al comando “**Computo**” nel menù “Strumenti” della “**FINESTRA MODELLO**”.*
- 3. I **tabulati di calcolo** vengono generati in formato “.**rtf**” e quindi possono essere letti con Microsoft Word; essi saranno composti di tutti quei paragrafi che intendiamo stampare e conterranno, nelle prime pagine, informazioni relative al modello (sono quelle che possiamo inserire col comando “**Informazioni Progetto...**”) ed alla licenza d'uso del programma.*

8.1. Elaborati grafici strutturali

In questo paragrafo illustreremo l'editazione dei grafici strutturali.

8.1.1. Disegno della pilastrata "6"

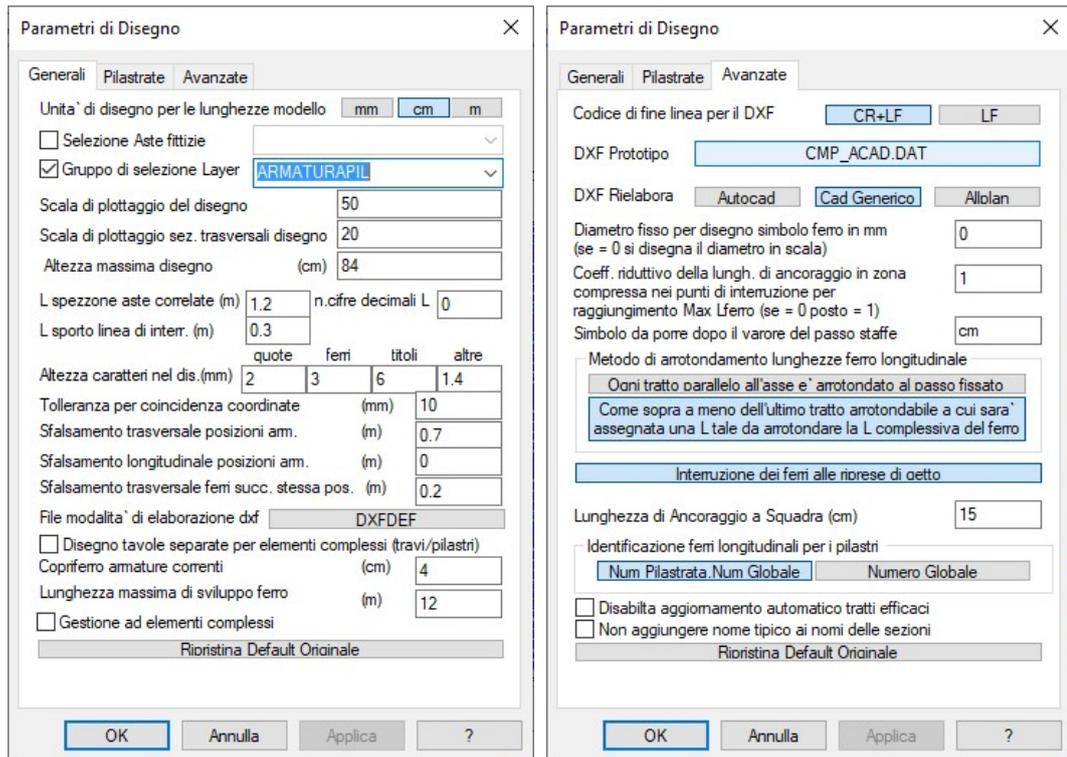
Selezioniamo, utilizzando i metodi introdotti, la pilastrata "6". Dal menù "Disegno" scegliamo "Armatura Pilastrate YZ".



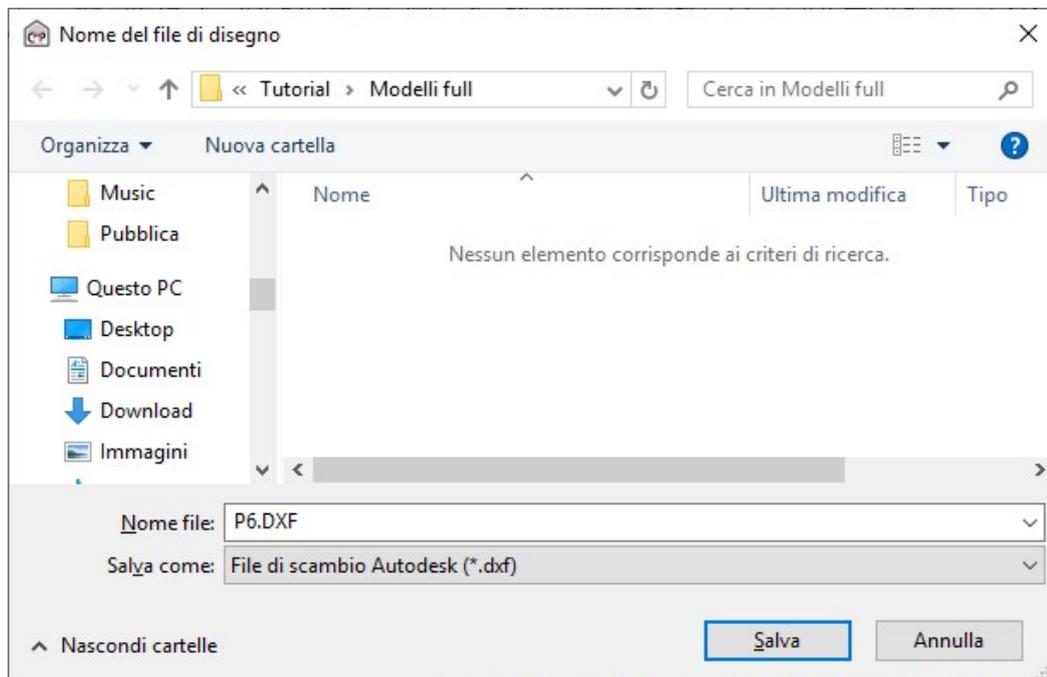
Spuntiamo, nella scheda "Generali", l'opzione "Gruppo di selezione Layer", e selezioniamo nel menù a tendina accanto il gruppo "ARMATURAPIL".

Nota: tutti i disegni sono editati in modo tale da avere una ben precisa gerarchia di layer. Nel momento in cui andiamo a scegliere un gruppo di selezione layer non facciamo altro che scegliere di generare solo i layer e quindi gli elementi che dovranno costituire il nostro disegno. Il programma propone una serie di gruppi già impostati ma è possibile generarne dei propri andando a modificare il file "Cmpdwggl.sly" contenuto nella cartella "INIDIS" del programma.

Nella scheda "Avanzate" attiviamo la scelta "Cad Generico" e confermiamo con un clic sul tasto "OK".

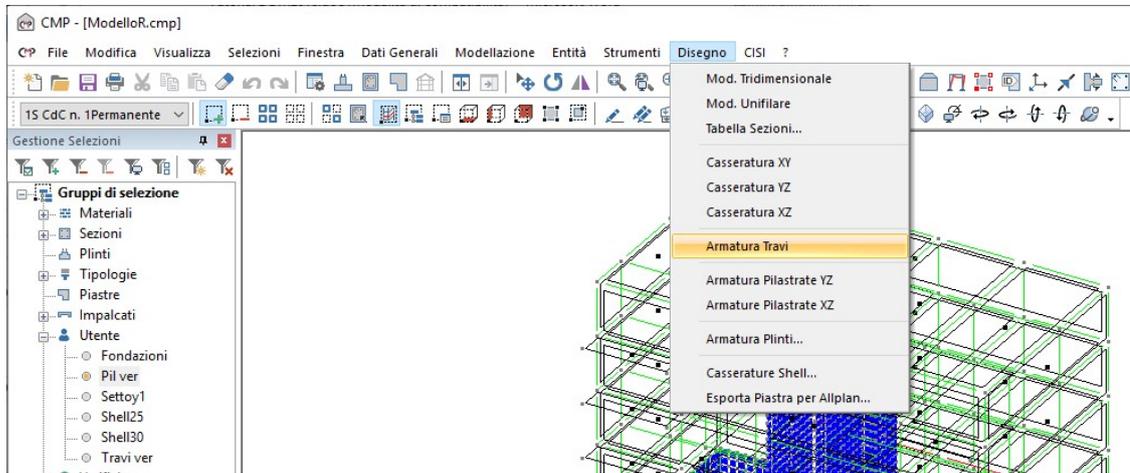


Chiamiamo il file "P6" e clicchiamo su "Salva".

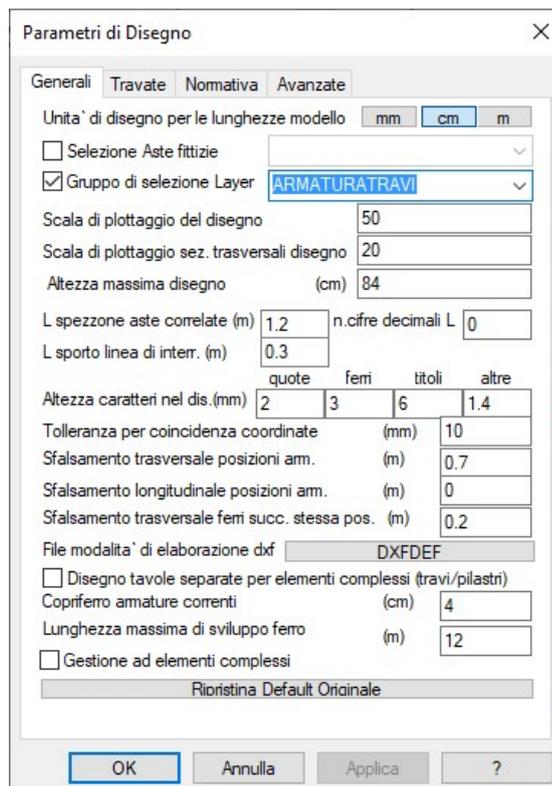


8.1.2. Disegno della travata 4-18

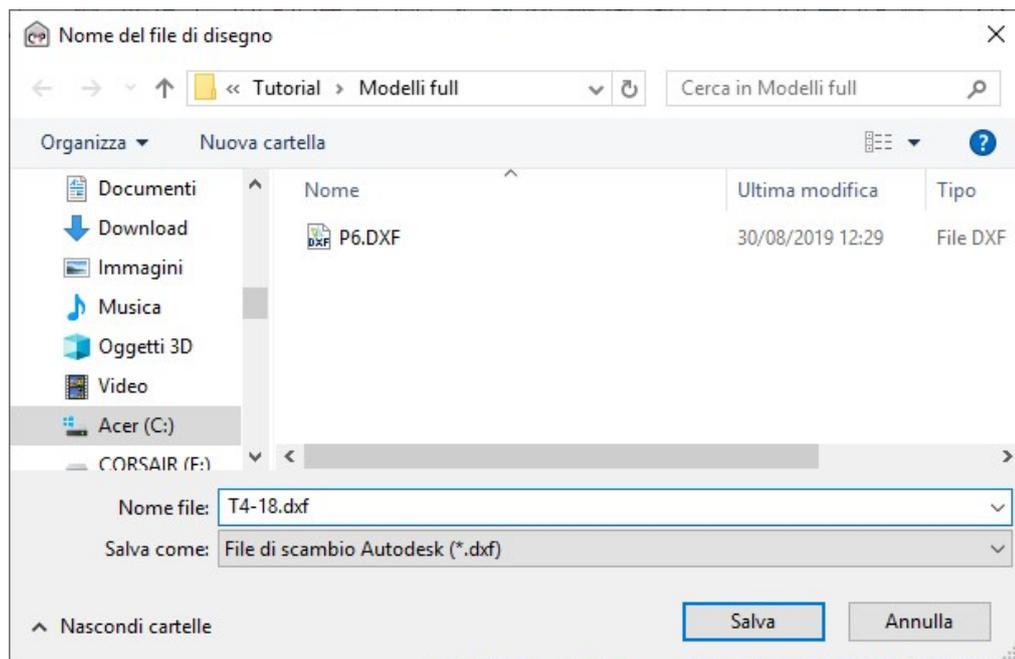
Deselezioniamo di nuovo tutto e selezioniamo solo la travata “4-18” relativa al primo piano. Sempre nel menù “Disegno” clicchiamo “**Armatura Travi**”.



All’apertura della finestra, spuntiamo, nella scheda “Generali”, l’opzione “**Gruppo di selezione Layer**”, spuntiamo nel menù a tendina accanto il gruppo “**ARMATURATRAVI+ST**” e confermiamo, accettando le impostazioni di default, con un clic sul tasto “**OK**”.

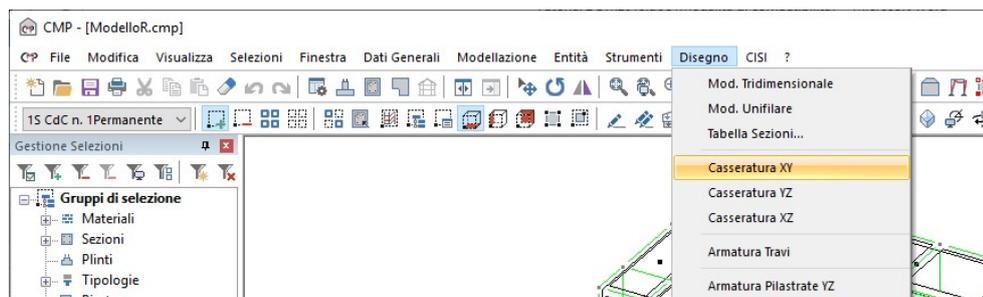


Chiamiamo il file “**T4-18**” e clicchiamo su “**Salva**”.

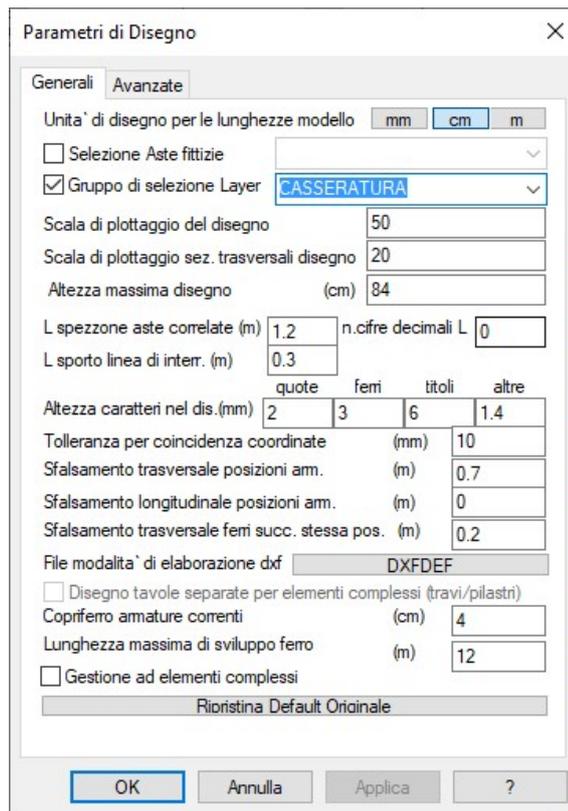


8.1.3. Disegno della cassetatura del primo piano

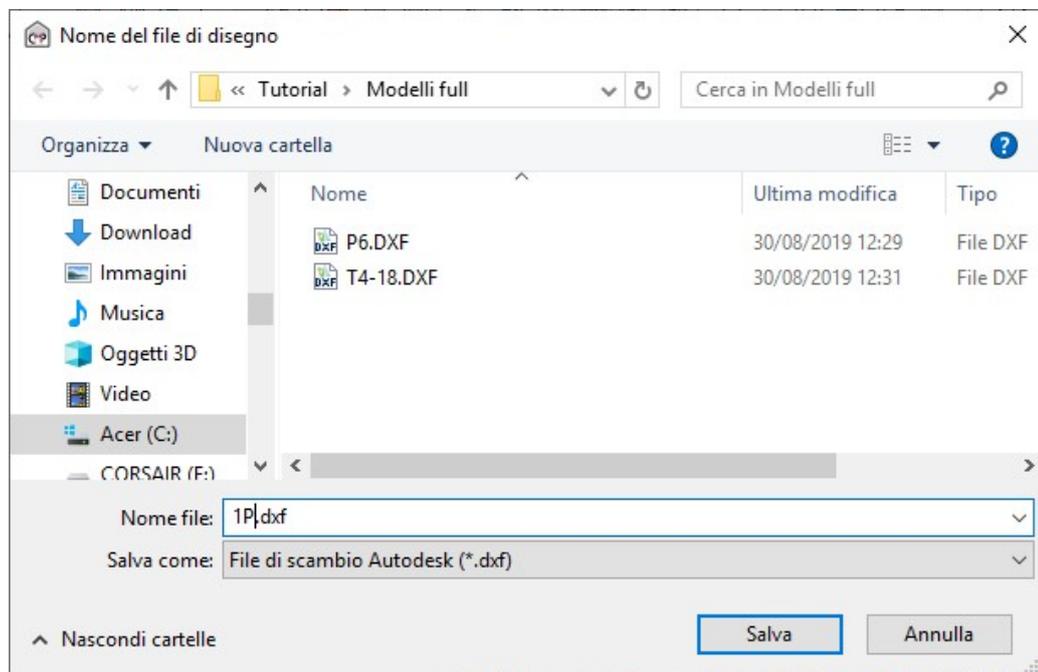
Una volta terminato, deseleggiamo di nuovo tutto. Ci resta da vedere come si realizza il disegno delle piante. Selezioniamo il primo impalcato; sempre dal menù “Disegno” clicchiamo su “Cassetatura xy”.



Spuntiamo, nella scheda “Generali”, l’opzione “**Gruppo di selezione Layer**”, spuntiamo nel menù a tendina accanto il gruppo “**CASSERATURA**” e confermiamo, accettando le impostazioni di default, con un clic sul tasto “**OK**”.



Chiamiamo il file “1P” e clicchiamo su “Salva”.



A questo punto deselezioniamo il modello e chiudiamo la finestra del CMP dopo aver salvato il lavoro. Quindi avviamo il software di cad attraverso la sua icona di lancio; con le procedure tipiche del software in uso attiviamo il

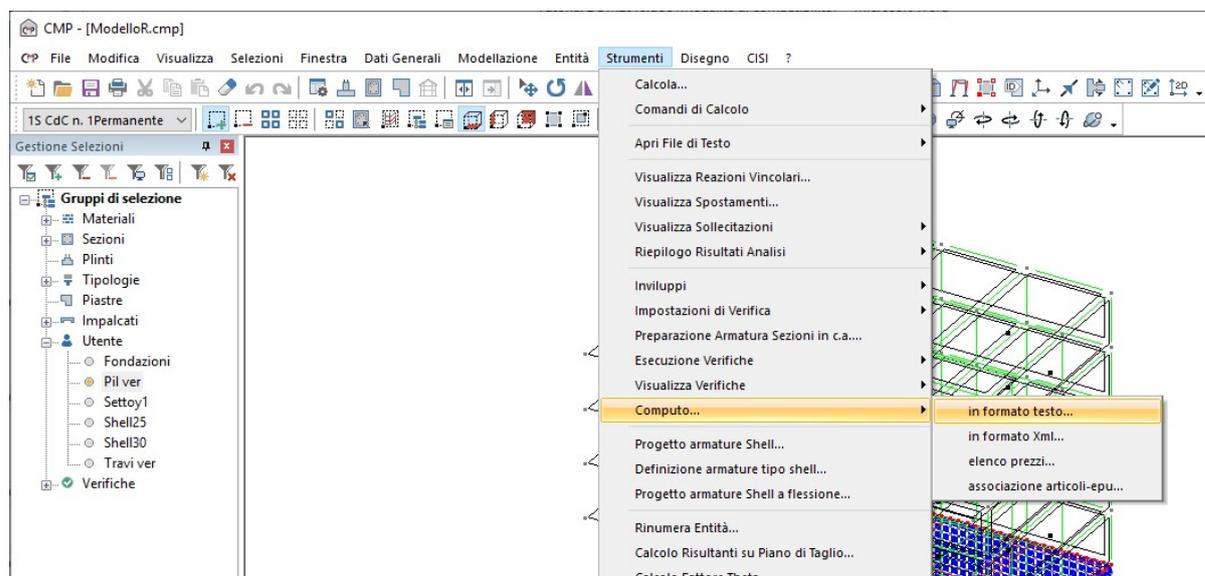
comando di lettura di un file di tipo “.dxf” e quindi apriamo il file “P6.dxf” contenuto in “C:\Esempio”. Salviamo infine il file come “.dwg”. Ripetiamo la stessa operazione per gli altri due file “T4-18.dxf” e “1P.dxf”.

8.2. Computo

Come detto sopra una parte della computazione si ottiene automaticamente generando i disegni.

Infatti, ogni file “.dxf” è generato assieme ad altri due files contenuti nella stessa cartella di salvataggio del “.dxf” ed aventi lo stesso nome ma estensione diversa. Il file con estensione “.cmt” può essere aperto con il blocco note (Notepad) di Windows e contiene la computazione del calcestruzzo e dell'acciaio necessari alla realizzazione dell'elemento o degli elementi disegnati.

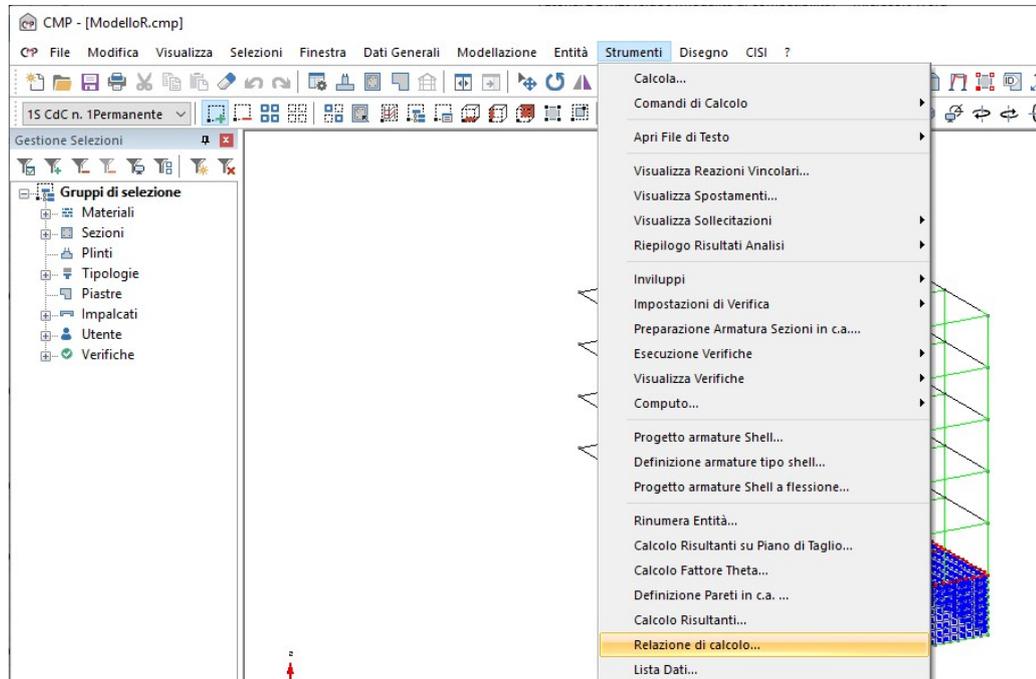
La computazione dei casseri può essere fatta dalla finestra modello, basta scegliere dal menù “Strumenti” il comando “Computo...”.



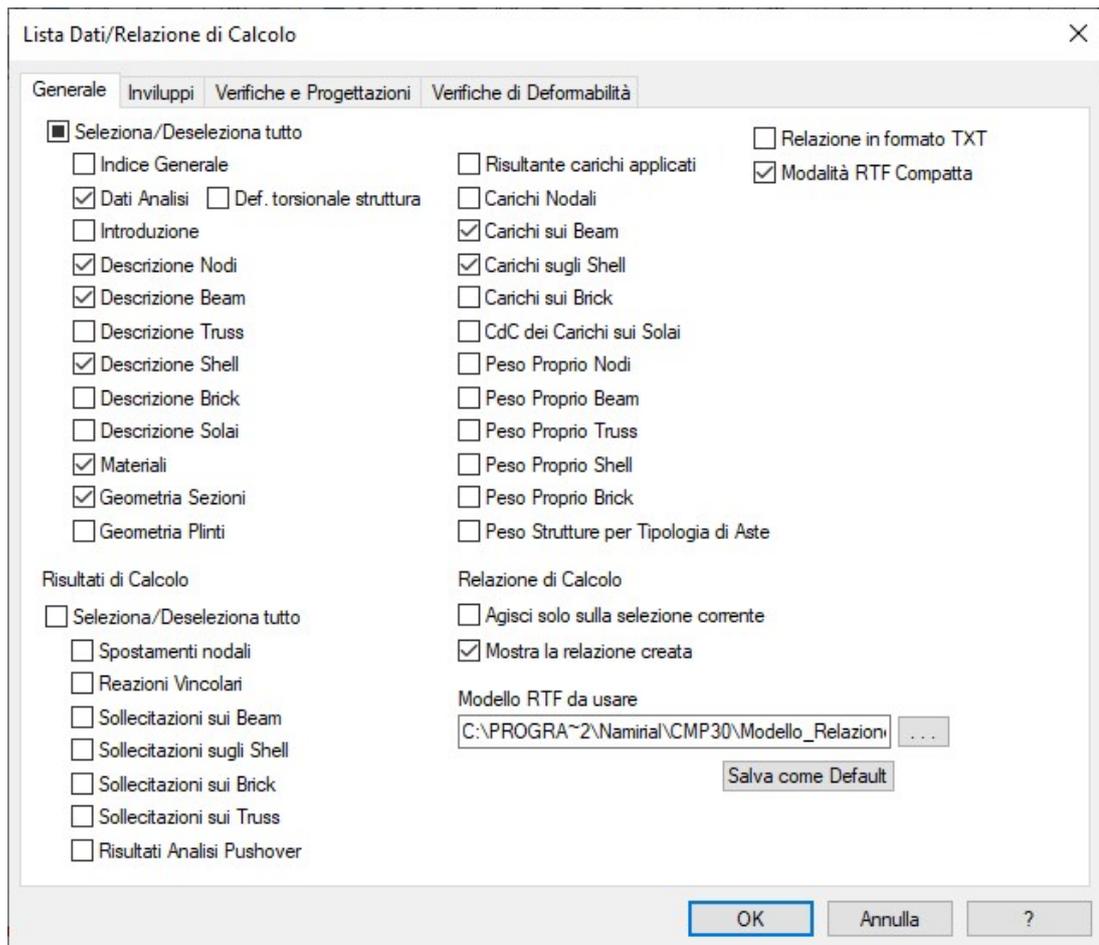
Anche in questo, la computazione riguarda tutti gli elementi selezionati a video.

8.3. Relazione di calcolo

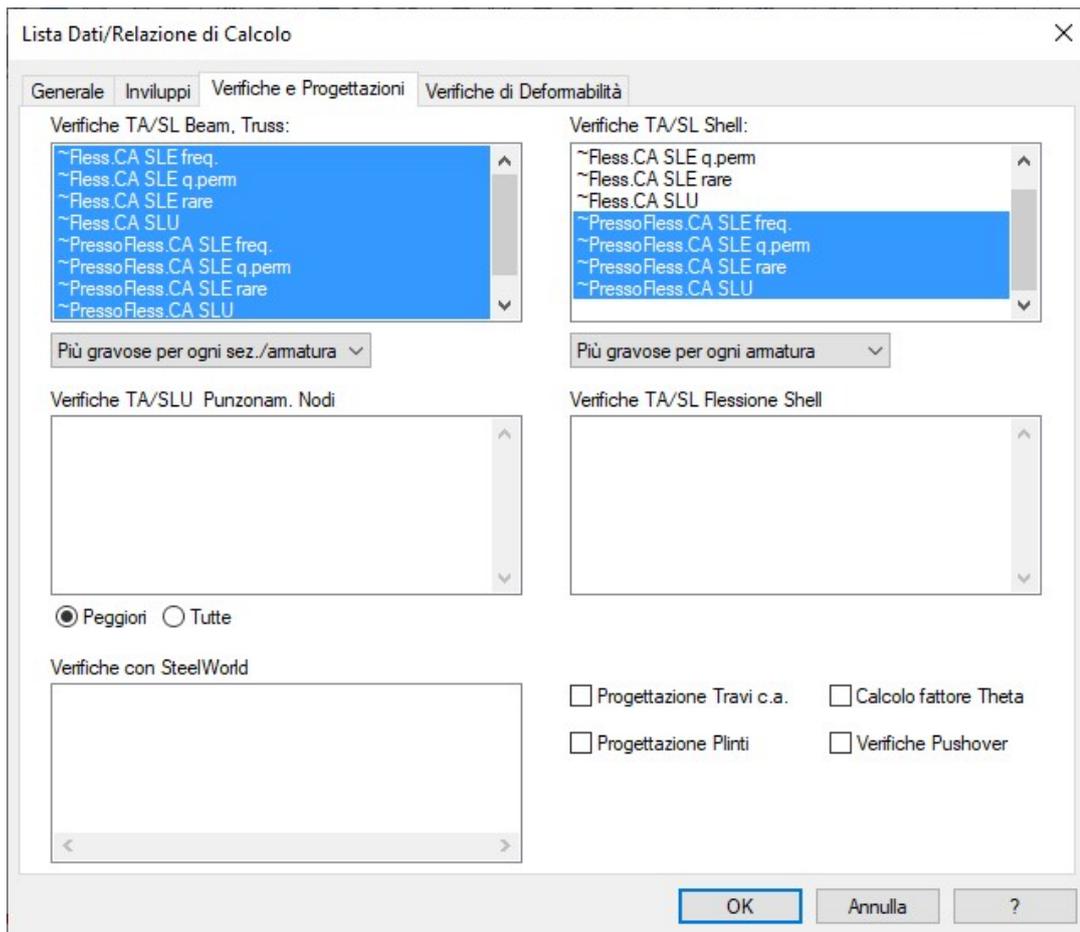
Passiamo, quindi, a generare i tabulati di calcolo; dal menù “Strumenti” scegliamo il comando “**Relazione di calcolo...**”.



Nella scheda “Generale” spuntiamo le opzioni: “**Dati Analisi**”; “**Descrizione Nodi**”; “**Descrizione Beam**”; “**Descrizione Shell**”, “**Descrizione Solai**”; “**Materiali**”; “**Geometria Sezioni**”; “**Carichi sui Beam**” e “**Carichi sugli Shell**”.

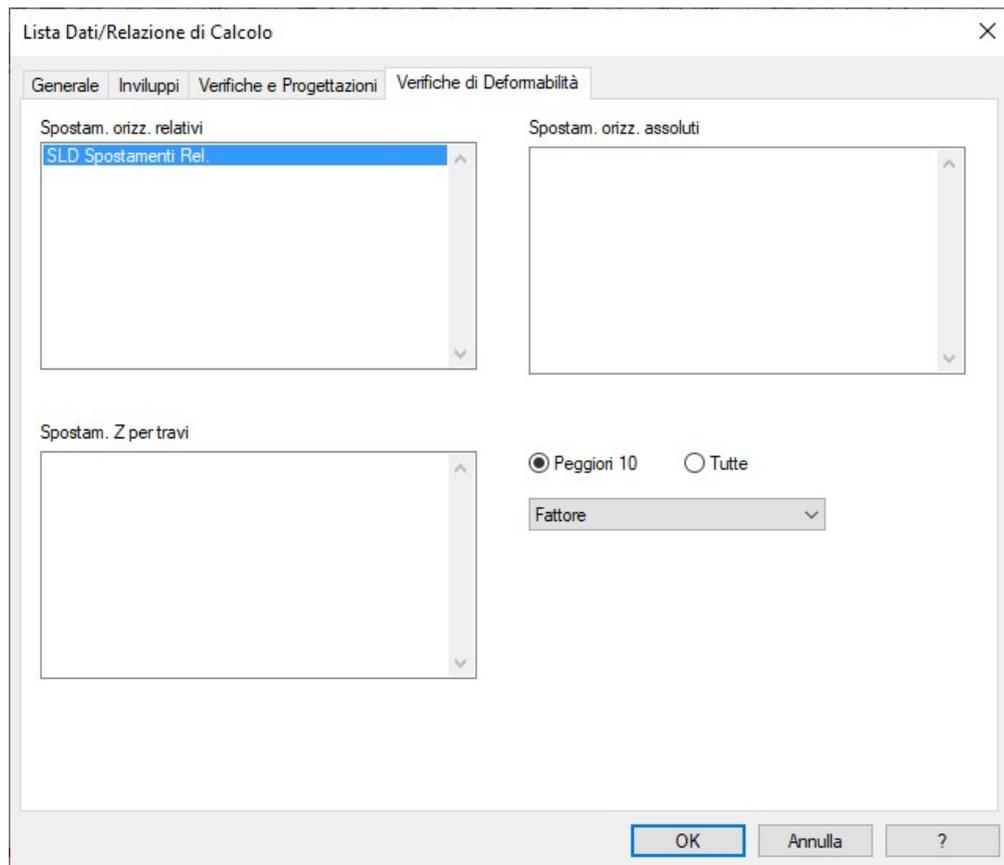


*Nella scheda “**Verifiche e Progettazioni**” selezioniamo tutto ciò che compare nei box “**Verifiche TA/SL Beam, Truss:**”, con l’accortezza di scegliere l’opzione “**Più gravose per ogni sez/armatura**”. Dal box “**Verifiche TA/SL Shell:**” spuntiamo le verifiche generate dall’impostazione “**Pressoflessione CA**”, con l’opzione “**Più gravose per ogni armatura**”.*

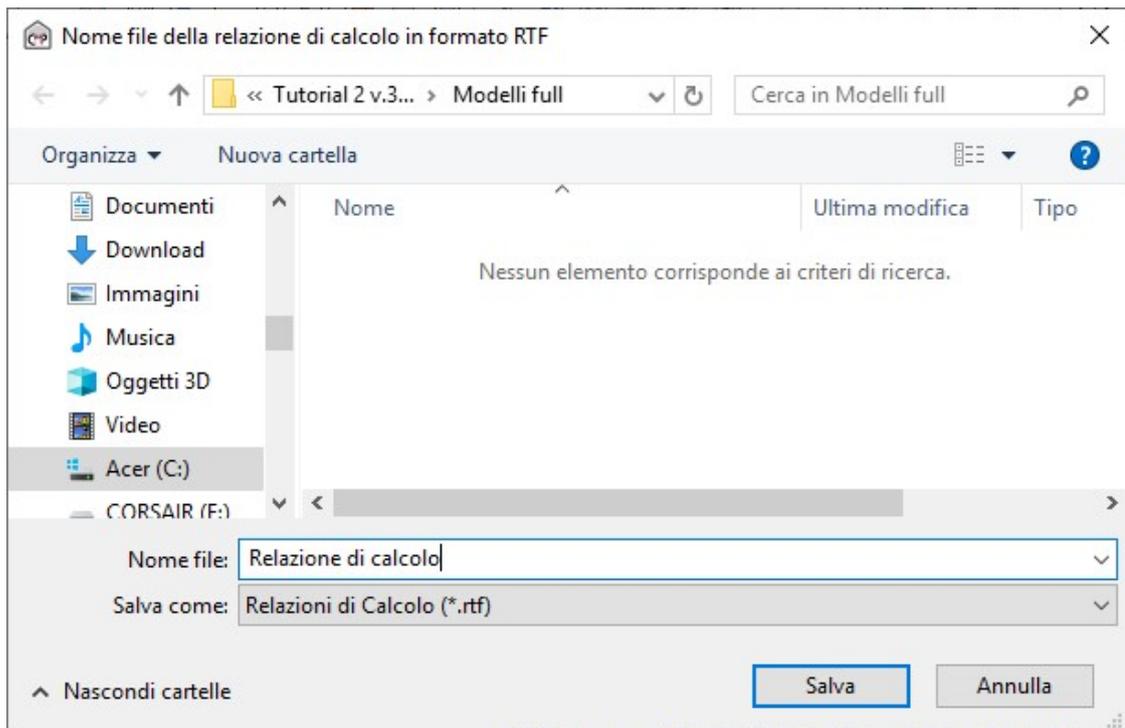


NOTA: Il report delle verifiche eseguite sulle pareti sismoresistenti in c.a. viene generato direttamente nel comando “Definizione pareti in c.a.”.

Nella scheda “Verifiche di deformabilità” attiviamo “SLD Spostamenti relativi” nel box “Spost. orizz. Relativi”.



Clicchiamo su “OK” e confermiamo il nome e la collocazione del file con “Salva”. Il programma andrà a salvare il file nella cartella “Modelli full” che abbiamo creato in “C”.



*Digitiamo, in “Nome file:”, “**Relazione di Calcolo**” e clicchiamo “**Salva**”.
Parte la creazione del file; al termine, clicchiamo il tasto “**Chiudi**” per uscire
dalla finestra “Creazione Relazione RTF”.*

*Nota: la relazione potrà essere personalizzata inserendo figure a piacimento
sfruttando le procedure previste da Windows per la Copia/Incolla di immagini.*