

manuale
d'uso

FaTA-E

Software per il calcolo strutturale

www.stacec.com



Software per il calcolo strutturale

Manuale d'uso

COPYRIGHT

Tutto il materiale contenuto nella confezione (CD contenente i file dei software, chiave di protezione, altri supporti di consultazione) è protetto dalle leggi e dai trattati sul copyright, nonché dalle leggi e trattati sulle proprietà intellettuali.

E' vietata la cessione o la sublicenzianzione del software a terzi.

E' altresì vietata la riproduzione del presente manuale in qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo senza la preventiva autorizzazione scritta del produttore.

Informazioni e permessi sui prodotti o parti di essi possono essere richiesti a:



Stacec s.r.l.
Software e servizi per l'ingegneria
S.S. 106, Km 87
89034 – Bovalino (RC)

Tel. 0964/67211
Fax. 0964/61708

www.stacec.it



Rev. 36/2018.
FaTA-E 32.0.x

Sommario

Sommario	5
Introduzione	11
Note di installazione	14
Capitolo 1	17
L'Interfaccia principale e i dati di input	17
<i>1. L'Interfaccia principale e i dati di input</i>	17
1.1 Introduzione	17
1.2 Interfaccia Principale	17
1.2.1 Menu File	18
1.2.1.1 Nuovo	18
1.2.1.2 Apri	18
1.2.1.3 Riapri	18
1.2.1.4 Importa da FaTAWin	18
1.2.1.5 Salva	19
1.2.1.6 Salva con nome	19
1.2.1.7 Esporta per versioni precedenti	19
1.2.1.8 Esporta per Aztec	19
1.2.1.9 Invia archivio via e-mail	19
1.2.1.10 Cad	20
1.2.2 Menu Struttura	21
1.2.2.1 Intestazione	22
1.2.2.2 Dati Generali	22
1.2.2.3 Combinazioni di carico	37
1.2.2.4 Tipologie materiali	44
1.2.2.5 Tipologie consolidamento	53
1.2.2.6 Tipologie solai e balconi	55
1.2.2.7 Tipologie tamponamenti	56
1.2.2.7 Tipologie Piastre	56
1.2.2.8 Altezze piani	58
1.2.2.9 Dati tipo ai piani	58
1.2.2.10 Tipologie PREM	61
1.2.2.11 Input Grafico	61
1.2.2.12 Modellazione 3D	61
1.2.2.13 Definizione carichi neve e vento	62
1.2.2.14 Importa ferri progettati	62
1.2.2.15 Input elementi SI-ERC	62
1.2.2.16 Input OpenGenio (Allegato B)	64
1.2.2.17 Input elementi SISMI.CA	65
1.2.2.18 Visione 3D	65
1.2.2.19 Editor profilati	66

1.2.2.20 Editor tipologie solai e balconi.....	68
1.2.2.21 Editor tipologie tamponamenti.....	77
1.2.2.17 Tipologie DAN (gestione applicazione nazionale Eurocodici).....	79
1.2.3 Menu Elaborazione.	79
1.2.3.1 Calcolo lineare.....	80
1.2.3.2 Calcolo non lineare.....	84
1.2.3.3 Verifiche.....	85
1.2.3.4 Unioni di forza in acciaio	108
1.2.3.5 Unioni di forza (legno e tubolari).....	109
1.2.4 Menu Output.	109
1.2.4.1 Visualizzazione baricentri	109
1.2.4.2 Risultati calcolo.....	110
1.2.4.3 Risultati analisi non lineare	117
1.2.4.4 Risultati verifiche	121
1.2.4.5 Relazione di calcolo	141
1.2.4.6 Stampa diagrammi.....	144
1.2.4.7 Tabella Isolatori.....	145
1.2.4.8 Computi dei materiali.....	146
1.2.4.9 Graficizzazione.....	147
1.2.4.10 Carpenterie	153
1.2.4.11 Manipolazione delle armature delle travate	155
1.2.4.12 Manipolazione delle armature delle pilastrate	160
1.2.5 Menu Opzioni.....	162
Genera file di backup	162
Usa il cestino per i file temporanei.....	162
Controlla aggiornamenti all'avvio	162
Utilizza visione assonometrica	163
1.2.6 Menu Help.....	163
1.3 La visualizzazione 3D	163
1.4 Input Grafico	166
1.4.1 Comandi generali dell'"Input Grafico".....	166
1.4.2 Funzionamento dell'input.....	167
1.4.2.1 Fili Fissi.....	167
1.4.2.2 Tipologie sezioni	177
1.4.2.3 Pilastri.....	186
1.4.2.4 Travi	189
1.4.2.5 Tipologie colonne stratigrafiche.....	192
1.4.2.6 Colonne stratigrafiche	200
1.4.2.7 Pareti.....	201
1.4.2.8 Definizione Telai.....	208
1.4.2.9 Modellazione 3D	208
1.4.2.10 Visione 3D.....	209
1.4.2.11 Tipologie Plinti.....	209
1.4.2.12 Plinti	213
1.4.2.13 Platee	215
1.4.2.14 Carichi	217
1.4.2.15 Armature.....	220
1.4.2.16 Fori	225
1.4.2.17 Raggruppamento elementi.....	225

1.4.2.18 Editor consolidamenti fondazione	226
1.4.2.19 Modifica quote lineare.....	227
1.4.2.20 Copia Elementi	229
1.4.2.21 Copia Piano	229
1.4.2.22 Cancella Elementi.....	230
1.4.2.23 Sposta struttura	231
1.4.2.24 Ruota struttura	231
1.4.2.25 Pulisci archivio	232
1.4.2.26 Evidenzia elementi	232
1.4.2.27 Misura Distanza.....	233
1.5 Modellazione 3D.	233
1.5.1 Comandi della “Modellazione 3D”.	234
1.5.1.1 Nodi	234
1.5.1.2 Punto di controllo	236
1.5.1.3 Aste.....	237
1.5.1.4 Mensole	238
1.5.1.5 Controventi	239
1.5.1.6 Arcarecci.....	240
1.5.1.7 Vincoli esterni e sedimenti vincolari.....	241
1.5.1.8 Molle.....	243
1.5.1.9 Master/Slave	244
1.5.1.10 Definizione Piani di calcolo	245
1.5.1.11 Carichi concentrati.....	246
1.5.1.12 Coppie concentrate	247
1.5.1.13 Masse nodali	249
1.5.1.14 Vincoli interni.....	251
1.5.1.15 Carichi ripartiti	252
1.5.1.16 Pretensione Tiranti.....	255
1.5.1.17 Armature.....	256
1.5.1.18 Rinforzi FRP	256
1.5.1.19 Incamiciatura Acciaio.....	258
1.5.1.20 Rinforzi CAM®.....	260
1.5.1.21 Carichi ripartiti sugli elementi bidimensionali	263
1.5.1.22 Evidenzia elementi	265
1.5.1.23 Misura Distanza.....	265
1.6 Input definizione neve e/o vento.	265
1.6.1 Comandi di gestione	266
1.6.1.1 Comandi manuali relativi all’azione del vento.....	267
1.6.1.2 Comandi automatici relativi all’azione del vento.....	268
1.6.1.3 Comandi relativi all’azione della neve	270
1.6.1.4 Comandi di cancellazione.....	271
1.6.1.5 Inserimento dati Vento	271
1.6.1.6 Inserimento dati Carico Neve	273
1.7 Le funzioni Undo e Redo.....	275
Capitolo 2.....	276
Modellazione e analisi agli elementi finiti	276
2. Modellazione e analisi agli elementi finiti.....	276
2.1 Introduzione.....	276
2.2 Oggetti ed elementi.....	276

2.3 Sistema di coordinate	277
2.4 Nodi e gradi di libertà.....	279
2.5 Relazioni Master-Slave	280
2.6 Proprietà dei materiali.....	282
2.7 Elementi BEAM e TRUSS.....	285
2.8 Elemento FOND.....	287
2.9 Elemento ISOLATORE	288
2.10 Elemento SHELL	288
2.11 Interazione plinti - terreno.....	291
2.12 Condizioni di carico.....	296
2.13 Tipi di analisi.....	297
2.14 Modello con conci rigidi	300
2.15 Cenni teorici sull'analisi statica non lineare (Metodo Pushover)	301
2.16 Modello di interazione tamponamenti-struttura.....	309
2.17 Analisi di stabilità di strutture: Analisi di Buckling.....	311
2.18 Analisi di strutture con controventi a diagonale tesa attiva	313
2.19 Metodo di calcolo della rigidezza	314
Capitolo 3	317
Le verifiche strutturali	317
3. Le verifiche strutturali.....	317
3.1 Introduzione	317
3.2 Elementi in c.a.....	317
3.2.1 Travi e Pilastri	317
3.2.1.1 Presso/Tenso-Flessione Deviata (Stati limite)	318
3.2.1.2 Taglio (Stati limite)	320
3.2.1.3 Torsione (Stati limite)	321
3.2.1.4 Stato Tensionale	322
3.2.1.5 Fessurazione	323
3.2.2 Specifiche per Pareti dissipative.	324
3.2.3 Pali di fondazione.....	325
3.2.2.1 Teoria di Bowles	325
3.2.2.2 Teoria di Kerisel-Caquot.....	326
3.2.2.3 Teoria di Terzaghi	326
3.2.2.4 Teoria di Lancellotta	327
3.2.4 Calcolo dei sedimenti di fondazione.....	328
3.2.4.1 Verifiche SLE.....	328
3.2.4.2 Verifiche SLD	329
3.2.4.3 Stima dello spessore compressibile.....	330
3.3 Elementi in Acciaio	333
3.3.1 Verifiche di resistenza.....	333
3.3.2 Verifiche di stabilità globale.	333
3.3.3 Verifiche dei collegamenti	334
3.3.4 Verifiche dell'imbozzamento dei pannelli.	334
3.3.5 Verifiche allo svergolamento.	335
3.4 Elementi in Muratura	336
3.4.1 Pressoflessione nel piano.	336
3.4.2 Taglio per scorrimento.	336
3.4.3 Pressoflessione fuori piano.....	337
3.4.4 Verifica a taglio diagonale.	339

3.4.5 Verifica a schiacciamento secondo l'EC6	339
3.5 Elementi in Muratura Armata	341
3.5.1 Verifica a Pressoflessione	342
3.5.2 Verifica a taglio	345
3.6 Elementi in Legno	345
3.6.1 Verifica a Tenoflessione	346
3.6.2 Verifica a Pressoflessione	346
3.6.3 Verifica a Taglio	347
3.6.4 Verifica a Torsione	347
3.6.5 Verifica di Stabilità	347
3.6.6 Verifica a Svergolamento	348
3.7 Verifiche dei tamponamenti (Modulo opzionale VSec)	349
3.8 Verifiche colonne composte acciaio-cls (Modulo opzionale SeMiSteel)	353
3.9 Calcolo del fattore di struttura differenziato per elementi duttili	358
Capitolo 4	361
Unioni di forza	361
4. Unioni di forza	361
4.1 Introduzione	361
4.2 Comandi dell'ambiente UDF	362
4.2.1. Abbassa Trave	362
4.2.2. Aggiungi Nodi	363
4.2.3. Sposta Nodo	363
4.2.4. Cancella Nodo	363
4.2.5. Elabora Unione	364
4.2.6. Copia Unione	365
4.2.7. Lista Gruppi	366
4.2.8. Elimina Unione	366
4.2.9. Gestione travature reticolari	366
4.2.10. Particolare del nodo	369
4.3 Note di elaborazione UDF	369
4.3.1 Premessa	369
4.3.2 Collegamento incastro Colonna - Fondazione (Udf TM TIPO 02)	370
4.3.3 Collegamento incastro Trave - Colonna (Udf TM TIPO 10)	375
Capitolo 5	379
Modulo PREM	379
5. Modulo PREM	379
5.1 Premessa	379
5.2 Introduzione	379
5.3 Funzionalità del Modulo	380
5.4 Definizione di Travi PREM	380
5.5 Calcolo e Risultati	383
5.6 Visualizzazione Risultati Verifiche	386
5.7 Esecutivi	387
5.8 Relazione di calcolo	388
5.9 Esportazione File di Output AssoPREM	389
Capitolo 6	391
Modulo TS2 - Xlam	391
6. Modulo TS2 - XLam	391

6.1 L'ambiente TS2	391
6.2 Finestra della sezione trasversale	392
6.3 Finestra della Geometria	393
6.4 Finestra degli Sforzi Generalizzati	394
6.5 Finestra delle Tensioni Puntuale	395
6.6 Verifiche di resistenza	396

Introduzione

FaTA-E è lo strumento ottimale per il professionista che desidera avere il pieno controllo del calcolo strutturale in ogni sua fase.

FaTA-E calcola strutture formate da travi e pilastri, schematizzabili come aste orientate nello spazio, ed elementi shell bidimensionali tali da modellare piastre e lastre. Il calcolo viene eseguito relativamente alle condizioni di carico permanente, accidentale, stress termico e sismico con la possibilità di modellare nuove configurazioni di carico contenenti azioni concentrate ai nodi e carichi distribuiti sugli elementi. Le varie combinazioni di carico, da inviluppare nel rispetto dei tipi SLU (SLV-SLC per il DM2008), SLD (ed SLO per DM2008) e SLE sono, inoltre, facilmente personalizzabili tramite opportuni coefficienti di combinazione. Il programma provvede anche alla generazione automatica di una condizione di carico relativa al sisma verticale qualora si ricada nelle prescrizioni descritte nelle varie normative. Il sisma verticale può essere, quindi, aggiunto alle combinazioni agendo sui singoli coefficienti.

Un altro punto di forza del programma è la modellazione tridimensionale adatta a costruire modelli geometrici articolati particolarmente utili alla schematizzazione delle strutture in acciaio.

La visualizzazione dei risultati si sviluppa in un apposito ambiente dove è possibile controllare i valori relativi agli spostamenti o alle sollecitazioni, per mezzo di rappresentazioni tridimensionali della struttura e di diagrammi o colormap. Lo stesso ambiente consente di eseguire anche le varie animazioni modali in funzione di un dato accelerogramma definibile dall'utente stesso.

Grande attenzione è stata posta nell'elaborazione delle piante impalcati dove, attraverso un database relativo ai solai (latero-cemento, lamiera grecata, plastbau metal), si possono generare i relativi schemi di calcolo rispetto a solai e balconi presenti sulla struttura. Tali carichi (solai, balconi, scale, tamponamenti) sono facilmente introducibili direttamente sulle aste.

Le verifiche strutturali, basate sugli stati limite, sono state rese complete dalle indicazioni descritte negli Eurocodici. Tali verifiche producono come output, per gli elementi in c.a., la quantità di armatura definita attraverso il numero di barre, il diametro ed il posizionamento dell'armature. Le relative verifiche sono effettuate anche per elementi in legno, acciaio, muratura e muratura armata. Per quel che riguarda le verifiche agli stati limite ultimi, di danno e di esercizio, nonché diametri e lunghezze commerciali sono definibili facilmente dalle opzioni di graficizzazione. Tutto ciò calcolato e verificato viene riportato oltre che nella dettagliata relazione di calcolo (modulabile secondo le esigenze di stampa) anche nei dettagliati esecutivi con tutte le indicazioni costruttive utili alla realizzazione delle opere.

L'analisi numerica della struttura viene condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare. In tale metodo il modello continuo della struttura viene sostituito con un modello discreto equivalente definito nel dominio tridimensionale e risolto in base ai sei gradi di libertà di ciascun modo.

La risoluzione statica della struttura avviene risolvendo, in funzione delle incognite cinematiche, un sistema di equazioni lineari, mentre nel caso di analisi dinamica la risoluzione viene basata sulla

ricerca degli autovalori ed autovettori di un problema agli autovalori generalizzato. La distribuzione della massa della struttura è di tipo consistente.

La versatilità di calcolo è testimoniata dalla gestione degli impalcati rigidi, i quali modellati utilizzando le relazioni master-slave, consentono di introdurre regole cinematiche tra i nodi dell'impalcato e il nodo rappresentativo dell'impalcato stesso.

In **FaTA-E** è possibile intervenire sulla definizione degli impalcati rigidi, in modo da modellare strutture particolare di forma architettoniche inconsuete rispetto ai classici schemi di telaio.

Il presente manuale contiene le informazioni necessarie alla comprensione dei parametri utili nelle varie fasi del programma, e richiami di teoria utilizzata per la realizzazione degli algoritmi di calcolo di FaTA-e.

Il manuale è organizzato in capitoli contenenti informazioni di utilizzo dell'interfaccia principale, e dell'input (cap.1), richiami teorici relativi alla risoluzione delle incognite cinematiche e al calcolo delle caratteristiche di sollecitazione (cap. 2), e le formulazioni utilizzate per le verifica di sicurezza dei vari elementi strutturali (cap.3).

Normativa Rispettata.

- **Legge 05/11/1971 - N.1086:**
"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica."
- **Legge 02/02/1974 - N.64:**
"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche."
- **D.M. 14/02/1992:**
"Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- **D.M. 09/01/1996:**
"Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- **D.M. 16/01/1996:**
"Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi."
- **D.M. 16/01/1996:**
"Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.'
- **Circolare Ministero LL.PP. 04/07/1996:**
'Istruzioni per l'applicazione dei <<Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi.>>'
- **Circolare Ministero LL.PP. 15/10/1996:**
"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche."
- **Circolare Ministero LL.PP. 10/04/1997:**
"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche."
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003 e successive modifiche e integrazioni:**
"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica."
- **Ordinanza del Presidente del Consiglio 3431 - 03/05/2005:**
"Ulteriori modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio 3274 - 08/05/2003."

- **Norma UNI ENV 1990 : 2006 - Eurocodice:**
“Criteri generali di progettazione strutturale”
- **Norma UNI ENV 1992-1-1: 2005 - Eurocodice 2:**
“Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici”
- **Norma UNI ENV 1993-1-1: Eurocodice 3:**
“Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.”
- **Norma UNI ENV 1995-1-1: 2006 - Eurocodice 5:**
“Progettazione delle strutture in legno - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.”
- **Norma UNI ENV 1998-1-1: 2005 - Eurocodice 8:**
“Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture – Parte 1-1: Regole generali.”
- **Norme Tecniche C.N.R. 10011:**
“Costruzioni di acciaio - Istruzione per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.”
- **D.M. 14/06/2005:**
“Norme tecniche sulle costruzioni.”
- **D.M. 14/01/2008:**
“Norme tecniche sulle costruzioni.”
- **Circolare 617 del 02/02/2009 - Ministero Infrastrutture e trasporti:**
“Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.”
- **Norme C.N.R DT 200/04:**
“Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati”

Note di installazione

Nel presente paragrafo sono contenute le informazioni nei riguardi dell'installazione di FaTA-e.

La prima operazione da effettuare è l'inserimento della chiave Hardware fornita da Stacec, utile al riconoscimento delle informazioni di installazione e dell'utente. La chiave può essere di tipo parallelo o Usb. La chiave parallela non pregiudica il funzionamento di ulteriori hardware collegati alla porta parallela.

Dopo l'inserimento del CD, attendere l'avvio automatico del menu di installazione. Se ciò non dovesse avvenire automaticamente, eseguire (con il comando Esegui dal menu Avvio o Start) il file Stacec.exe presente sul CD.

Più precisamente cliccare su "Sfoglia", selezionare il file "Stacec.exe" presente nella cartella del CD di installazione e, dopo aver caricato il percorso nella casella di testo, cliccare su "OK".

A questo punto viene visualizzata la finestra di installazione dei prodotti Stacec da cui è possibile selezionare il software voluto.

Il CD di installazione contiene:

- **Software** FaTA-e, VEM_{NL}, Acciaio, StruSec, Fondazioni, RelGen;
- **Manuali d'uso**, esempi guidati (in formato RTF e PDF) e tutorial;
- **Archivi di esempio**;
- **Utility** (DirectX - drivers chiave per Windows 2000/NT - RunTime Visual Basic – ecc.).

Selezionare la procedura desiderata, tenendo presente che saranno abilitati per il funzionamento soltanente i programmi per cui si possiede la licenza d'uso.

Dopo l'installazione dei programmi, saranno create le relative icone sul desktop di Windows, dalle quali sarà possibile l'avvio dei software.

I prodotti Stacec sono corredati da una guida in linea che potrà essere consultata in qualsiasi fase premendo il tasto F1. Sul CD di installazione sono contenuti i manuali d'uso dei programmi, nella cartella Manuali. Sarà possibile, quindi, ottenere la stampa, cliccando direttamente dal menu di installazione.

Dalla versione **21.2.0** contestualmente all'installazione dei prodotti Stacec verranno installati i moduli aggiuntivi per le funzioni CAD avanzate descritte di seguito nel presente manuale. I moduli da installare sono:

- VdrawDevFrameWork (attiva tutte le nuove funzioni CAD)

- VdLiteFileConverter (consente l'apertura e il salvataggio di file dwg di Autocad®)

Dalla versione **22.0.0**, al fine di ricavare automaticamente l'azione sismica, è opportuno installare il software Stacec SismoGIS (di distribuzione free). In caso contrario in FaTAe non saranno presenti le funzionalità connesse al software SismoGIS.

Dalla versione **30.2.36** oltre che il software SismoGIS è necessario installare la libreria SismoGIS-Utility.

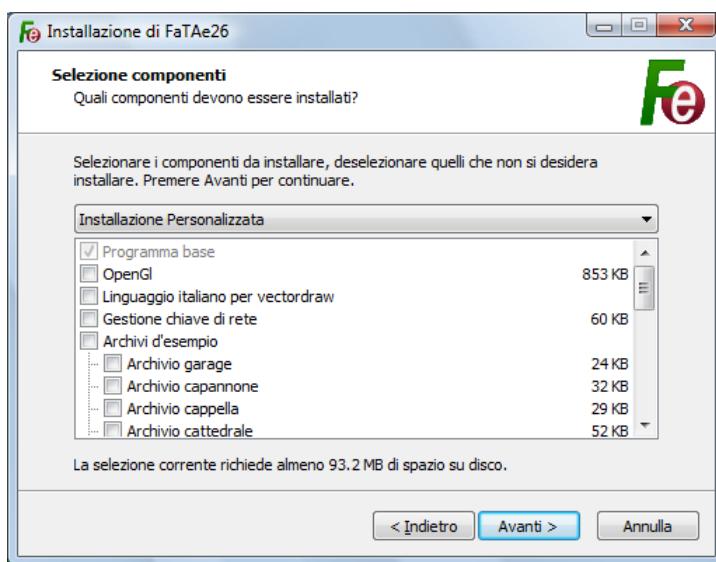
Dalla versione **30.4.0** per il corretto funzionamento del CAD vanno installati i seguenti moduli (e nel seguente ordine):

- VDFCAB
- VdFileConverter4

Ottimizzazioni per le varie schede video

In generale non è necessario installare i componenti aggiuntivi relativi alle visualizzazioni tridimensionali.

Per alcuni modelli di schede video si potrebbero presentare problemi di lentezza o compatibilità delle funzioni di visualizzazione tridimensionale. In questi casi potrebbe essere necessario installare il componente **OpenGL** selezionando l'apposito campo dalla maschera di selezione dei componenti visualizzata durante l'installazione.



IMPORTANTE!

Prima di procedere con l'installazione del software, è consigliabile rimuovere eventuali versioni precedenti, relative alla stessa versione di base (il numero che precede il primo punto nel codice della versione), con la seguente procedura:

Avvio – Impostazioni - Pannello di controllo - Installazione Applicazioni

Selezionare, quindi, dalla lista, il programma da rimuovere e cliccare su:

Aggiungi/Rimuovi

N.B. - Gli archivi relativi ai software stacec eventualmente presenti, rimarranno inalterati.

Capitolo 1

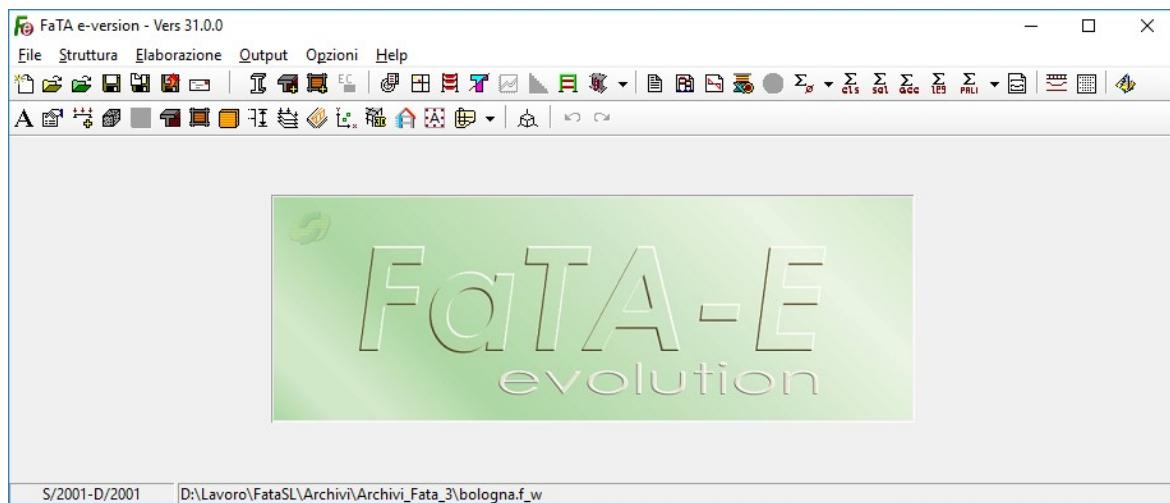
L'Interfaccia principale e i dati di input

1.1 Introduzione.

In questo capitolo tratteremo tutti i comandi (di input e creazione output) presenti in FaTA-e. La descrizione avviene secondo l'ordine descritto nella barra dei menu. Ulteriori approfondimenti si sono resi necessari nei riguardi dell'"Input Grafico" e della "Modellazione 3D", per i quali è stato utile trattarli in distinti paragrafi.

1.2 Interfaccia Principale.

All'avvio, FaTA-e si presenta secondo una finestra ridotta in cui sono presenti i menu contenenti i comandi e le toolbar grafiche riferite agli stessi comandi:



All'avvio viene automaticamente aperto l'ultimo archivio salvato in FaTA-e. Questa operazione è seguita da una barra di avanzamento e, in funzione della dimensione del file da aprire, può richiedere alcuni secondi. Nei sottoparagrafi che seguiranno andremo ad "esplorare" i comandi di FaTA-e

1.2.1 Menu File.

È il menu di gestione dei file creati e utilizzati in FaTA-e. L'estensione propria utilizzata è identificata con il codice ".f_w".

Il menu File è composto dai seguenti comandi:

1.2.1.1 Nuovo  : Consente la creazione di un nuovo file .f_w relativo alla struttura calcolata. Alla pressione vengono impostati automaticamente i valori delle variabili ai valori di default. Affinchè l'input possa essere completo è obbligatorio impostare i dati contenuti nell'ambiente "Dati Generali".

1.2.1.2 Apri  : Consente l'apertura di un file precedentemente creato. All'apertura di un file è possibile che venga restituito un messaggio di errore tra i seguenti:

1. "Attenzione: Il file non è un archivio FaTA valido";
2. "Attenzione: L'archivio è fatto con una versione troppo vecchia e non può essere convertito";
3. "Attenzione: Numero di piani maggiori del massimo consentito";
4. "Attenzione: Numero di fili fissi maggiori del massimo consentito";

Il messaggio n.1 è relativo al tentativo di apertura di file non creati con FaTA-e. Il secondo è relativo all'apertura di file creati con versioni di FaTA-e di cui non esiste un convertitore. Gli ultimi due messaggi indicano che si sta apreendo un file di FaTA-e con una versione *Light* del programma limitata nel numero di elementi.

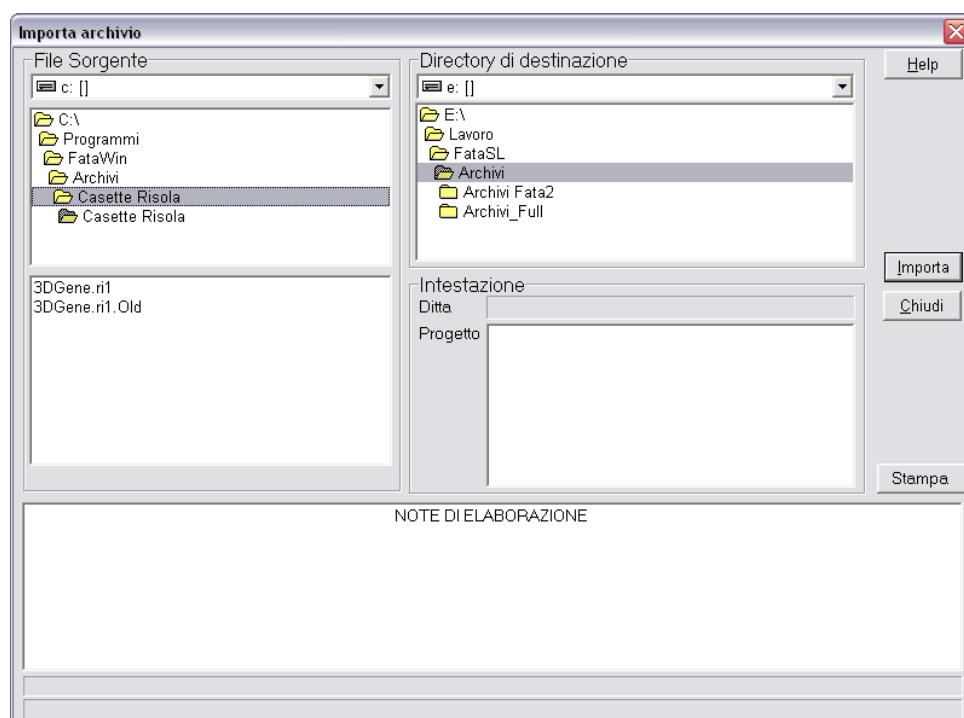
Rispetto alla finestra standard di Windows sono presenti le informazioni del progetto e l'anteprima della visualizzazione tridimensionale della struttura.

1.2.1.3 Riapri : Consente l'apertura di un file utilizzato recentemente.

Selezionando questo comando comparirà una lista contenente gli ultimi nove file .f_w utilizzati. In fondo all'elenco degli archivi è presente la voce relativa a tutti gli archivi aperti da FaTA-e.

1.2.1.4 Importa da FaTAWin  : Consente di importare un archivio di FaTAWin 15.

Alla pressione del tasto viene visualizzata la maschera in cui scegliere il percorso del file creato con FaTAWin 15:



I comandi e le funzionalità sono molto intuitive. Una volta scelto il drive, il percorso e il file da convertire, vengono visualizzata la descrizione del progetto. Per importare cliccare il tasto “Importa”. Nella parte inferiore della maschera vengono visualizzati il report dell’importazione con eventuali errori di importazione o avvisi relativi alla mancata importazione di alcuni dati assenti nella versione 15 di FaTAWin.

1.2.1.5 Salva  : Consente di salvare l’archivio aperto sovrascrivendo il file. Il software provvede alla funzionalità di salvataggio del backup del file. Nella stessa cartella dove il file è contenuto sarà creato un ulteriore file con stesso nome ed estensione “.bak” .

Esempio:

File base: NomeFile.f_w

File backup: NomeFile.f_w.bak

Il file di backup è un file salvato all’ultimo salvataggio effettuato dall’utente. Per ripristinare il backup, operare da Windows selezionando il file e modificandone il nome eliminando la parte “.bak”. Automaticamente il file sarà pronto per essere aperto da FaTA-e.

1.2.1.6 Salva con nome  : Consente di salvare l’archivio aperto con un altro nome creando un nuovo file. In questo caso è possibile scegliere le impostazioni di salvataggio relativamente alla presenza o meno dei seguenti elementi:

- **File risultati Calcolo;**
- **File risultati Verifiche;**
- **File Relazione;**
- **File Carpenterie;**
- **File nodi UDF;**
- **File Rtf e Dxf dei nodi UDF.**

1.2.1.7 Esporta per versioni precedenti  : Consente di salvare l’archivio aperto per le precedenti versioni di FaTA-e. Le versioni supportate sono:

- 20.x.x
- 21.x.x
- 22.x.x
- 23.x.x
- 24.x.x
- 25.x.x
- 26.x.x
- 26.2.x
- 27.0.x
- 28.0.x
- 28.1.x
- 29.x
- 30.3.x
- 30.4.x

Il nome di default dell’archivio sarà composto dal nome dell’archivio e dal suffisso “_OLD”.

1.2.1.8 Esporta per Aztec  : Consente l’esportazione delle reazioni vincolari verso i software Aztec.

1.2.1.9 Invia archivio via e-mail  : Consente di inviare direttamente l’archivio all’assistenza **Stacec**.

Alla pressione del corrispondente tasto viene visualizzata la seguente schermata:

Invia E-Mail x

Nome

Indirizzo E-Mail del mittente

Oggetto

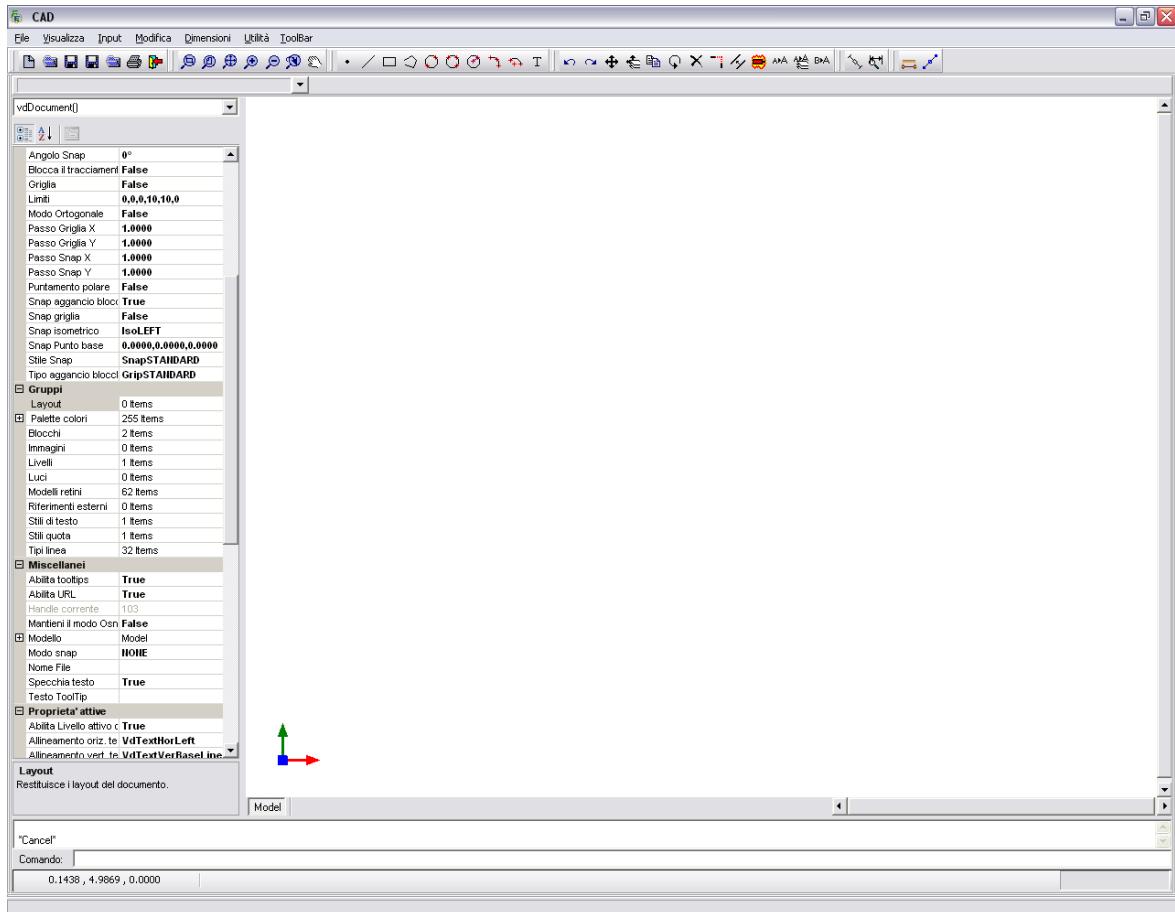
Descrizione del problema e commenti

Per spedire una e-mail contenente in allegato il file da spedire è possibile procedere nel seguente questo modo:

1. Inserire il nome server della propria posta in uscita nella casella 'Server di posta in uscita (SMTP)', se non lo si conosce selezionarlo dal menu a tendina 'Se non conosci SMTP'.
2. Inserire il proprio nome e cognome nella casella 'Nome', il proprio indirizzo di posta elettronica nella casella 'Indirizzo E-Mail del mittente', l'indirizzo del destinatario, da scegliere dal menu a tendina 'Destinatario' e inserire l'oggetto della e-mail nella casella 'Oggetto'.
3. L'archivio corrente sarà presente in modo automatico nella casella Allegati già zippato per poterlo spedire più velocemente.
4. Descrivere il problema che si è avuto con il software nella casella Descrizione del problema e commenti e cliccare quindi sul pulsante Invia.

A questo punto l'e-mail sarà inoltrata alla Stacec s.r.l. la quale sarà lieta, con il vostro aiuto di affrontare e risolvere il problema nel più breve tempo possibile.

1.2.1.10 Cad  : Consente di eseguire il software di disegno CAD della **Stacec**. Dalla versione 21.2.0, subordinato all'installazione del modulo "VdrawDevFrameWork" è presente la nuova versione del CAD:



1.2.2 Menu Struttura.

È il menu di gestione di tutti gli ambienti utili alla definizione dei dati utili a FaTA-e per l'elaborazione della struttura.

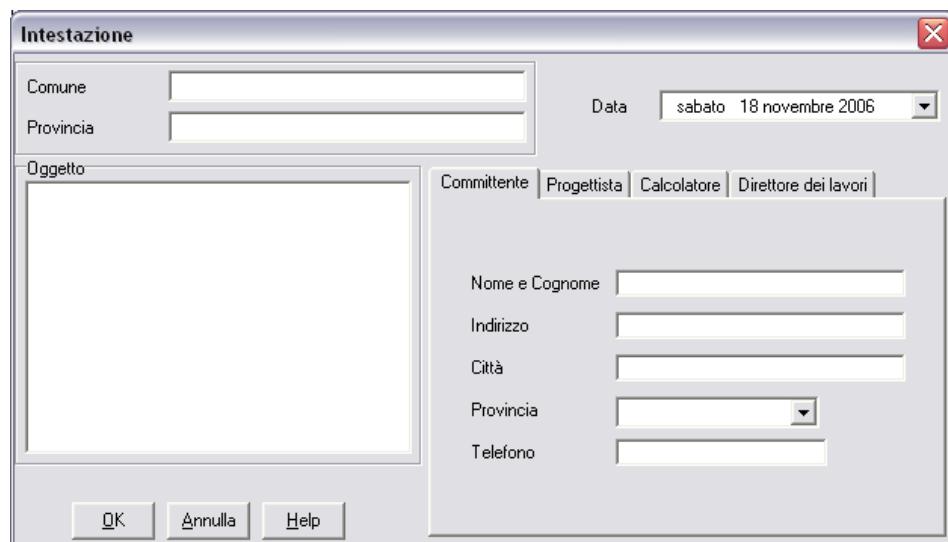
Il menu Struttura è composto dai seguenti comandi:

- Intestazione 
- Dati Generali 
- Combinazioni di carico 
- Tipologie materiali 
- Tipologie consolidamento 
- Tipologie solai e balconi 
- Tipologie tamponamenti 
- Tipologie piastre 
- Altezze piani 
- “Dati tipo” ai piani 
- Tipologie PREM 
- Input Grafico 

- Modellazione 3D 
- Definizione carichi neve e vento 
- Importa ferri progettati 
- Input elementi SI-ERC 
- Input OpenGenio (Allegato B) 
- Visione 3D 
- Editor profili 
- Editor tipologie solai e balconi 
- Editor tipologie tamponamenti 
- Tipologie DAN 

1.2.2.1 Intestazione

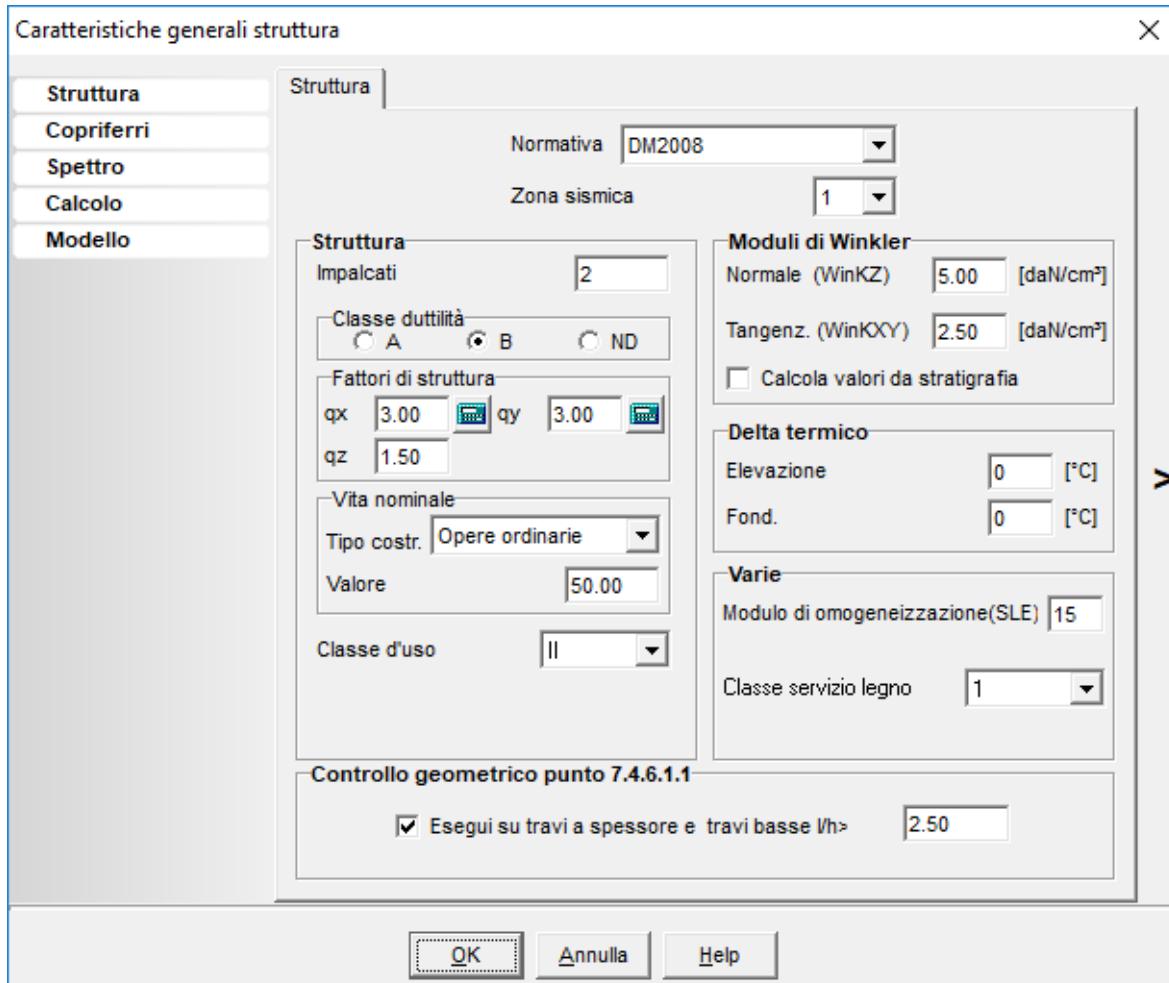
Consente di definire i dati informativi dell'opera e dei soggetti partecipanti relative all'intestazione della relazione di calcolo e dei disegni esecutivi. Alla pressione del corrispondente tasto viene visualizzata il seguente ambiente:



La descrizione dei campi risulta ovvia.

1.2.2.2 Dati Generali

Consente di definire i parametri generali della struttura (Tipo Analisi, Numero Impalcati, Classe di duttilità, Fattore di struttura, Terreno, Spettro, ecc.). Alla pressione del corrispondente tasto viene visualizzata il seguente ambiente:



La pressione del tasto "OK" comporta non solo l'uscita ma l'obbligo di ricalcolare la struttura con le relative verifiche. Per cui, per visionare i dati inseriti, uscire cliccando su "Annulla".

Nella pagina **Struttura** sono contenuti i seguenti campi:

Normativa.

Normativa da applicare. Si trova nella pagina "Struttura e calcolo". È possibile scegliere tra

- DM2005 + OPCM3274 (Versione OLD)
Consente di calcolare utilizzando il D.M. 14/09/2005 "Norme tecniche per le Costruzioni" con l'utilizzo degli approfondimenti (dove non specificato dall'DM2005) in riferimento all'O.P.C.M. 3274 come indicato nel cap. 12 del D.M. 14/09/2005.
- OPCM3274 (Versione OLD)
Consente di calcolare utilizzando l'O.P.C.M. 3274 in tutti i suoi ambiti di applicazione (costruzioni in zona sismica)
- L64/DM96 (Versione OLD)
Consente di calcolare utilizzando la legge n. 64 del 02/02/1974 con le prescrizioni tenciche del D.M. 16.01.1996 e con tutte le norme di contorno.
- EUROCODICI
Consente di calcolare utilizzando le indicazioni riportati nei vari documenti tecnici UNI-EN di diffusione europea, denominati Eurocodici.

- DM2008
Consente di calcolare utilizzando il D.M. 14/01/2008 “Norme tecniche per le Costruzioni”.
- DM2018
Consente di calcolare utilizzando il D.M. 17/01/2018 “Norme tecniche per le Costruzioni”.

Verifica.

Per l'opzione L64/DM96, la scelta sul metodo di verifica ricade tra stati limite e tensioni ammissibili.

Zona sismica.

L'opzione consente di definire la zona sismica secondo la classificazione delle precedenti norme rispetto al DM2008, in quanto nella stessa ci sono ancora riferimenti a prescrizioni differenziate legate alle varie zone sismiche.

Struttura.

I parametri relativi alla struttura sono:

Numero impalcati (*per tutte le normative*);
Classe di duttilità (*caso OPCM 3274, DM2005 e DM2008*);
Fattori di struttura o comportamento (qx e qy) (*caso OPCM 3274, DM2005, Eurocodici, DM2008, DM2018*);
Classe costruzione (*caso DM2005*);
Grado di sismicità (*caso DM 96*);
Coefficiente di struttura (*caso DM 96*);
Coefficiente di fondazione (*caso DM 96*);
Coefficiente di protezione (*caso DM 96*);
Tipo opera per vita nominale (*caso DM2008, DM2018*);
Vita nominale (*caso DM2008, DM2018*);
Classe d'uso (*caso DM2008, DM2018*);

I “fattori di struttura” (o “di comportamento”) possono essere inseriti direttamente, se si conosce già il valore, oppure possono essere calcolati secondo le indicazioni contenute nei punti delle normative di riferimento. Il calcolo guidato può essere effettuato cliccando la seguente icona:



Nel caso di utilizzo degli Eurocodici, è da prestare attenzione al campo “Modalità di collasso”, definito in funzione del sistema resistente identificato. Nel caso di sistemi a parete o flessibili torsionalmente,

Si rimanda al predetto allegato il significato dei parametri presenti nell'ambiente di definizione relativo al fattore di struttura.

La classe della costruzione, e di conseguenza la vita utile, è definita nel paragrafo 2.5 del D.M. 14/09/2005.

Il grado di sismicità assume i valori 12, 9, 6 e 2 a seconda che si tratti rispettivamente di zona sismica di prima, seconda, terza categoria e zona non sismica. È possibile assegnare anche valori diversi nel caso che si siano effettuate ricerche approfondite in merito.

Il coefficiente di struttura assume valori compresi tra 1 e 1.2 a seconda della tipologia degli elementi resistenti verticali presenti nella struttura

Il coefficiente ddi fondazione assume valori compresi tra 1 e 1.3 a seconda della compressibilità del terreno di fondazione.

Il coefficiente di protezione assume valori 1, 1.2 e 1.4 a seconda della particolare importanza che riveste l'edificio nel contesto della protezione civile.

Il Tipo opera per vita nominale viene stabilito dal progettista, in funzione della destinazione d'uso della costruzione, tra i tipi: "Opere provvisorie", "Opere ordinarie", "Grandi opere". Il parametro "Vita nominale" assume identico significato della vita utile per il DM2005+OPCM3274. La Classe d'uso è definibile tra le quattro descritte dalla normativa: I, II, III, IV.

Moduli di Winkler.

I dati relativi al terreno sono:

Modulo di Winkler normale in daN/cm^3 ;
Modulo di Winkler tangenziale in daN/cm^3 .

Il modulo normale simula una distribuzione di molle continua ortogonale alle facce della fondazione, mentre il modulo tangenziale agisce in direzione parallela alle facce stesse. Il valore del winkler è indicato in letteratura utilizzando dei valori medi tabellati oppure può essere calcolato mediante prove geotecniche relazionabili al valore del winkler. Il modulo di winkler viene utilizzato negli elementi BEAM, negli elementi SHELL e nei plinti di fondazione per modellare l'interazione terreno-sovrastruttura. Si rimanda al capitolo "Il motore di calcolo" per l'approfondimento dei temi descritti. I valori inseriti in questa sezione sono da considerare come i più frequenti negli elementi strutturali. In ogni fase di utilizzo del software è possibile modificare localmente ad ogni elemento i valori dei moduli di Winkler, in modo da differenziare il comportamento delle varie parti di fondazione.

L'opzione **"calcola valori da stratigrafia"** consente di stimare il valore dei moduli associandoli alle caratteristiche della stratigrafia del sito.

Il valore del coefficiente relativo alla direzione verticale è calcolato con riferimento ai dati geologico-geotecnici forniti utilizzando la formula di Vesic (1961), particolarmente adatta per modellare l'interazione con il terreno considerato come mezzo elastico continuo:

$$K_V = (0.65 E_s) / [B (1-v_s^2)] [(E_s B^4) / (E I)]^{1/12}$$

Il modello **"alla Winkler"** viene esteso anche alla componente orizzontale dello spostamento mediante il coefficiente K_O relativo alla direzione orizzontale, calcolato con riferimento ai dati geologico-geotecnici forniti, utilizzando le formule di Gazetas (1985). Le formule sono state utilizzate per calcolare il rapporto α tra modulo di reazione orizzontale e verticale:

$$\alpha = K_{GazO} / K_{GazV}$$

$$K_{GazO} = K_{h_{Basic}} l_{h_{Shape}} l_{h_{depth}} l_{h_{sidewall}}$$

$$K_{h_{Basic}} = G_s L_F / (2-v)$$

$$l_{h_{Shape}} = 2 + 2.5 (A_b / L_F^2)^{0.85}$$

$$l_{h_{depth}} = 1 + 0.15 (2 D_F / B_F)^{0.50}$$

$$l_{h_{sidewall}} = 1 + 0.52 [(8 h A_s) / (B_F L_F^2)]^{0.50}$$

$$K_{GazV} = K_{V_{Basic}} l_{V_{Shape}} l_{V_{depth}} l_{V_{sidewall}}$$

$$K_{V_{Basic}} = G_s L_F / (1-v)$$

$$l_{V_{Shape}} = 0.73 + 1.54 (A_b / L_F^2)^{0.75}$$

$$l_{V_{depth}} = 1 + (2 D_F / B_F) [1 + (4/3) (A_b / L_F^2)]$$

$$l_{V_{sidewall}} = 1 + 0.19 (A_s / A_b)^{0.67}$$

Dove:

- Es : Modulo di deformazione del terreno (valore calcolato come media pesata sullo spessore degli strati interessati);
vs : Modulo di Poisson del terreno (valore calcolato come media pesata sullo spessore degli strati interessati);
Gs : Modulo di taglio del terreno (valore calcolato come media pesata sullo spessore degli strati interessati);
B : base della singola trave di fondazione (per platee si assume come valore 1 m);
E : Modulo elastico dell'elemento di fondazione;
I : Momento d'inerzia dell'elemento di fondazione;
 L_F : Dimensione massima dell'ingombro in pianta dell'intera fondazione;
 B_F : Dimensione minima dell'ingombro in pianta dell'intera fondazione;
 A_b : Area in pianta dell'intera fondazione;
 A_s : Area laterale in pianta dell'intera fondazione;
h : 0.5 volte l'altezza media della fondazione;

Per l'applicazione delle **formule di Gazetas** è stata considerata l'intera fondazione della struttura. I parametri geologico-geotecnici sono calcolati considerando tutti gli strati posti al di sotto della fondazione contenuti in un volume significativo, considerato di profondità pari a 2 volte l'altezza massima dell'intera fondazione della struttura.

Delta Termico.

Il **Delta Termico** è considerato secondo una distribuzione costante su tutti gli elementi di valore pari a quello immesso, i dati inseribili sono relativi alla condizione di carico "DeltaT". È possibile assegnare i dati ricorrenti per le aste di elevazione e di fondazione in modo che vengano assegnati automaticamente all'inserimento degli elementi strutturali (travi, pilastri e platee). È possibile tuttavia modificare singolarmente il valore del salto termico ad ogni elemento strutturale. Nel caso in cui il valore di Dati Generali vengano modificati, verranno modificati anche gli elementi strutturali i cui valori non sono stati modificati singolarmente.

Nei dati contenuti nei singoli elementi è possibile gestire l'azione del delta termico anche mediante **carichi termici a farfalla** nei due piani locali di inflessione dell'elemento.

Varie.

Il **Modulo di omogeneizzazione** è inteso come il rapporto tra il modulo elastico dell'acciaio ed il modulo elastico del calcestruzzo. Il suo utilizzo all'interno del programma è relativo alle sole verifiche di esercizio e per il calcolo alle tensioni ammissibili.

Il parametro **"Classe di servizio legno"** Indica la classe di servizio del legno strutturale utilizzato secondo le indicazioni dell'Eurocodice 5. Il valore inserito è quello di default per gli elementi in legno della struttura. È possibile, comunque, la personalizzazione della classe di servizio sui singoli elementi strutturali, in modo da considerare eventuali situazioni diverse di umidità per i vari elementi.

Normativa legno.

Nel caso che si utilizzi il **metodo delle tensioni ammissibili** è possibile scegliere la normativa estera da applicare alla verifica delle sezioni in legno. In particolare è possibile scegliere tra la normativa tedesca DIN 1052 e quella francese Regles CB 71. Il parametro si trova nella pagina "Struttura e calcolo" nella versione FaTA-E_Old.

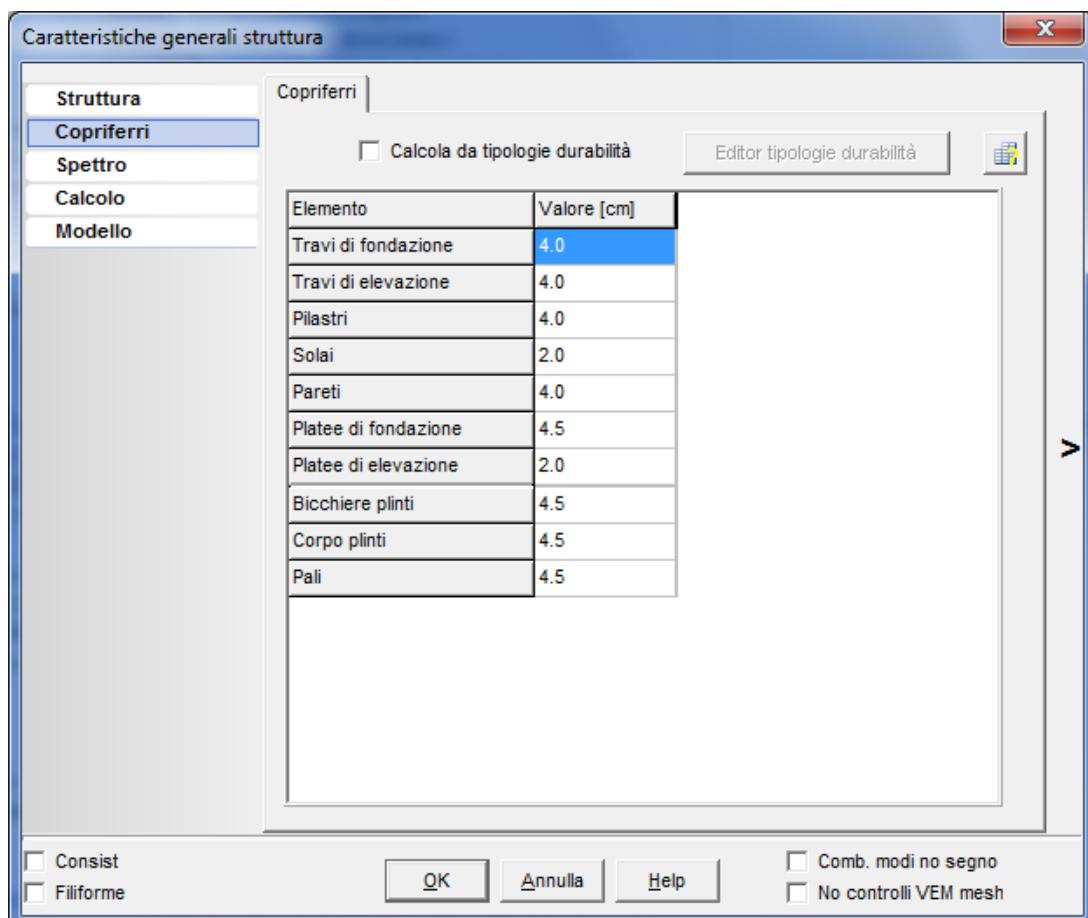
Controllo geometrico punto 7.4.6.1.1.

Nel caso che si applichi il D.M. 14/01/2008 (o il D.M. 17/01/2018) è possibile effettuare il controllo geometrico prescritto per le dimensioni delle travi basse e a spessore. La definizione di trave bassa è definita dall'utente agendo sul parametro numerico presente. Il default considera basse travi con la larghezza maggiore di 2.5 volte l'altezza della sezione.

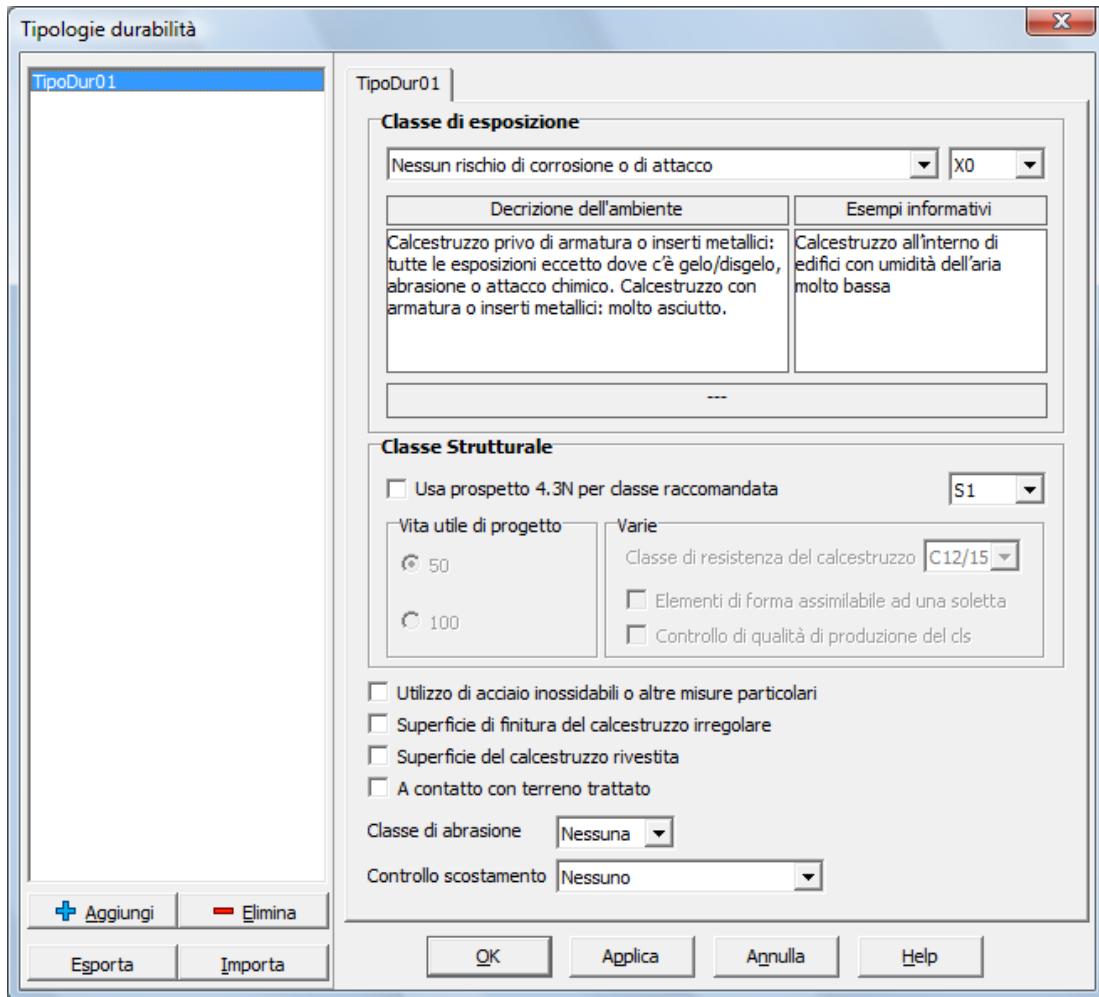
Nella pagina **Copriterri** è possibile definire l'input dei valori dei copriterri differenziati per tipo di elemento. Gli elementi considerati sono:

- **Travi di fondazione**
- **Travi di elevazione**
- **Pilastri**
- **Solai**
- **Pareti**
- **Platee di Fondazione**
- **Platee di Elevazione**
- **Bicchieri plinti**
- **Corpo plinti**
- **Pali**

Il copriterro viene considerato come la **distanza netta tra superficie esterna dell'elemento in c.a. e la superficie esterna della staffa**. Il significato di tale parametro è specificato nell'Eurocodice 2 al punto 4.4.1.2. I valori dei copriterri vanno impostati nell'oggetto "Dati generali":



Dalla versione 21.0.0 è possibile progettare il copriterro dei vari elementi, associandolo ad una tipologia di **classe di durabilità dell'opera**, in linea alle indicazioni dell'EC2:2005. Selezionando l'opzione "Calcola da tipologie durabilità" verrà attivato l'editor delle tipologie di durabilità. L'ambiente di gestione dei dati si presenta nel seguente modo:



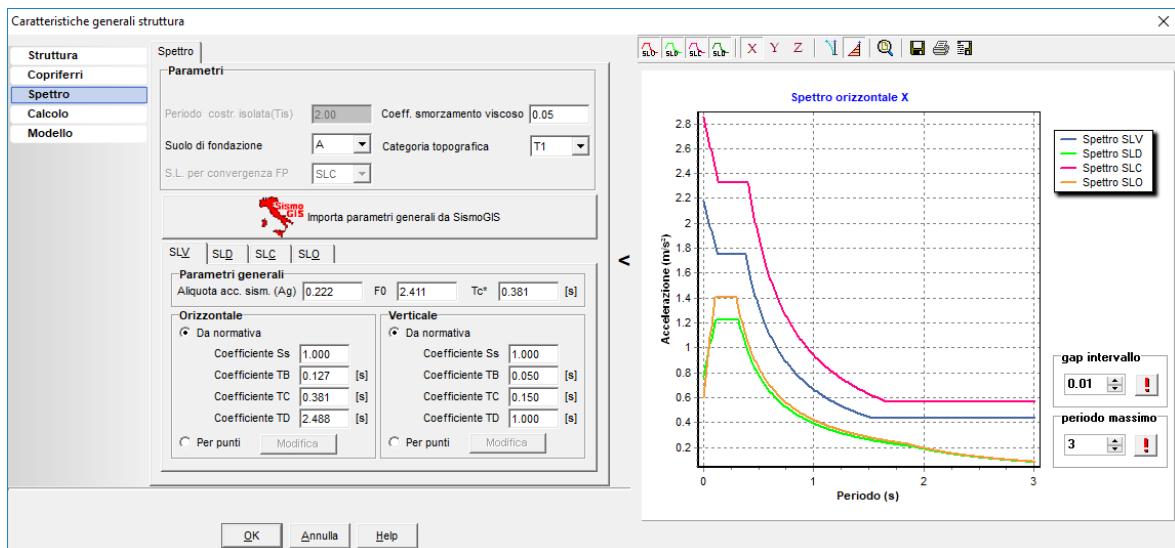
Tramite i tasti “Aggiungi” ed “Elimina” è possibile creare od eliminare delle tipologie. La conferma dei dati inseriti, per ogni tipologia, deve essere effettuata tramite il pulsante “Applica”.

La “classe di esposizione” viene elaborata secondo il prospetto 4.1 (punto 4.2) conforme alla EN 206-1. In questa fase il software consiglia la classe di calcestruzzo da utilizzare ai fini di proteggere le armature dalla corrosione, secondo le indicazioni della stessa norma.

La “classe strutturale” può essere scelta direttamente dal menu a tendina, oppure essere elaborata automaticamente secondo il prospetto 4.3N dell’EC2. La classe strutturale raccomandata viene calcolata in funzione della vita utile della costruzione, della classe di resistenza del calcestruzzo utilizzato, differenziata per solette, e in funzione dei controlli di qualità sulla produzione del calcestruzzo. Ai fini di stabilire il coprifero nominale è opportuno specificare altri dati quali l’utilizzo di acciaio inossidabile, superficie di finitura irregolare o rivestita, e la classe di abrasione secondo il punto 4.4.1.2. Per i diversi elementi strutturali è possibile definire una classe di esposizione differente. Ciò è particolarmente utile per differenziare il coprifero tra elementi di elevazione e fondazione.

Spettro.

La gestione dello spettro di risposta per i vari stati limite avviene utilizzando gli strumenti presenti nella pagina “Spettro”. Dalla versione 21.0.0 è possibile gestire lo spettro anche secondo l'EC8 : 2005, o definire lo stesso per punti, differenziando SLU e SLD, sia orizzontali che verticali.



I parametri utili alla definizione degli spettri di progetto SLU e SLD sono:

- **Zona sismica (presente nella pagina "Struttura e calcolo");**
- **Classe di importanza (per Eurocodici, definito al punto 4.2.5 dell'EC8:2005);**
- **Fattore di importanza;**
- **Suolo di fondazione;**
- **Tipo spettro (per Eurocodici, definito al punto 3.2.2.2 dell'EC8:2005);**
- **Coefficiente di amplificazione topografica (St – per OPCM 3274)**
- **Fattore di amplificazione locale (per DM2005 e Eurocodici);**
- **Categoria topografica (per DM2008);**
- **Coefficiente di smorzamento visco.**
- **Periodo della costruzione isolata (per DM2008 e solo in presenza di isolatori sismici).**

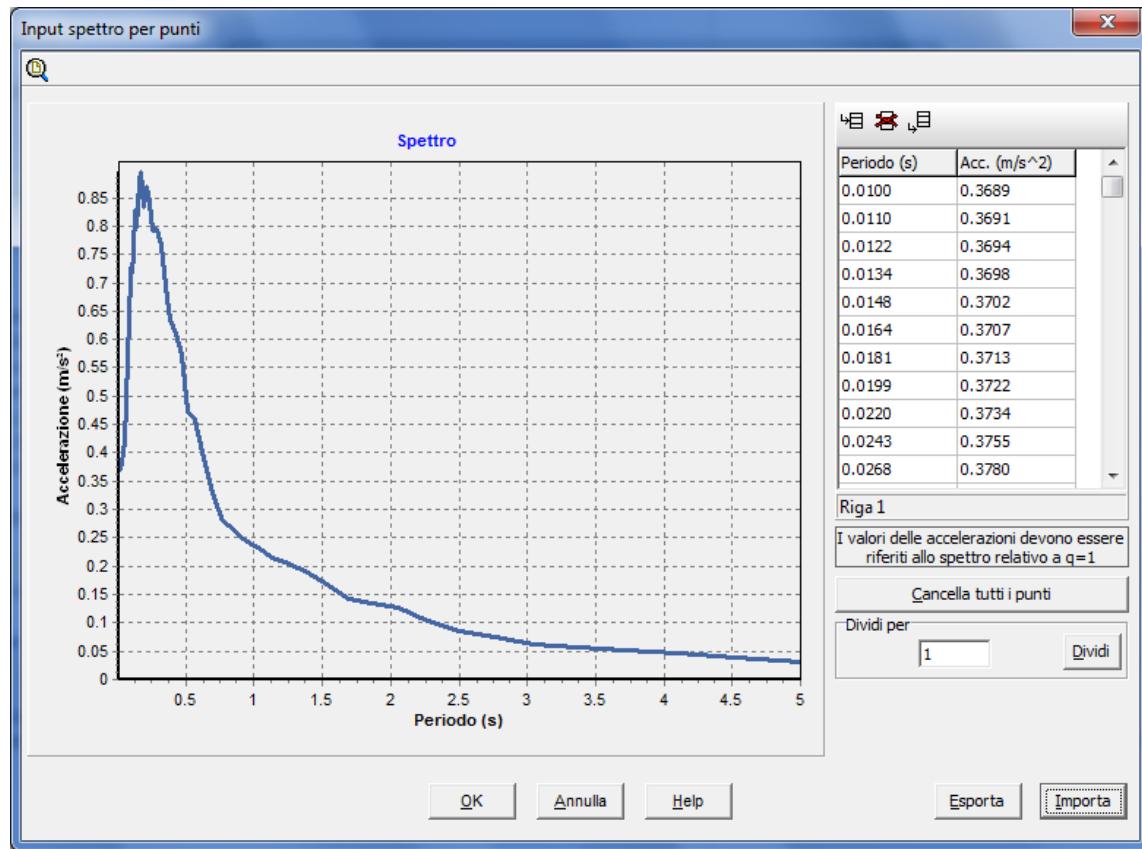
In base ai parametri inseriti verranno automaticamente calcolati i parametri del sisma orizzontale e verticale:

- **Aliquota accelerazione sismica SLU;**
- **Aliquota accelerazione sismica SLD;**
- **Avg/Ag rapporto tra l'accelerazione sismica verticale e orizzontale;**
- **Coefficiente S (per SLU e SLD);**
- **Coefficiente TB (per SLU e SLD);**
- **Coefficiente TC (per SLU e SLD);**
- **Coefficiente TD (per SLU e SLD).**

I parametri sono relativi alla direzione orizzontale e verticale. Le accelerazioni sismiche possono essere modificate anche inserendo dei valori intermedi tra le zone sismiche come descritto da alcune applicazioni regionali basate sulle carte di pericolosità sismica dell'INGV.

Il suolo di fondazione contempla oltre che ai tipi A, B, C, D, E, anche i tipi che richiedono studi speciali S1 e S2. In tal caso il valore dei parametri S, Tb, Tc, Td, devono essere specificati dall'utente per ogni stato limite.

La definizione degli spettri per punti avviene accedendo, dalla voce “Per punti”, al seguente ambiente:



Lo spettro per punti, per i vari stati limite, deve essere inserito **senza considerare il fattore di struttura** relativo.

Come per altre tabelle presenti in FaTA-e la gestione avviene attraverso i seguenti comandi:

- Inserisci una riga prima della corrente;
- Elimina la riga corrente;
- Inserisci una riga in ultima posizione.

I punti creati saranno utilizzati (nelle unità di misura descritte) per calcolare l'accelerazione sismica ad un'assegnato periodo. Se si dispone di spettri con diversa unità di misura, è possibile scalare le accelerazioni moltiplicando per l'opportuno fattore di scala, mediante l'apposito comando:

Moltiplica per	<input type="text" value="1"/>	<input type="button" value="Moltiplica"/>
----------------	--------------------------------	---

Nel caso in cui la differenza tra i vari stati limite è solo una diversa accelerazione di base, è possibile copiare i punti da uno spettro già inserito e scalarlo mediante il comando appena descritto. Dopo aver creato almeno uno spettro è possibile copiarlo per gli altri stati limite grazie all'apposito campo “Copia da”:

Copia da	<input type="text" value="Spettro oriz. SLU"/>	<input type="button" value="Copia"/>
----------	--	--------------------------------------

Nel caso si utilizzi il DM2008, per l'utilizzo dello spettro parametrico da normativa, è obbligatorio fornire i dati sismici in funzione della posizione geografica del sito e per gli stati limite SLV, SLD, SLO, SLE.

La definizione dei parametri può avvenire con due modalità:

- Richiamando l'apposito software SismoGIS
- Inserendo i dati sismici dopo averli estrapolati dalle tabelle, utilizzando altri metodi o supporti.

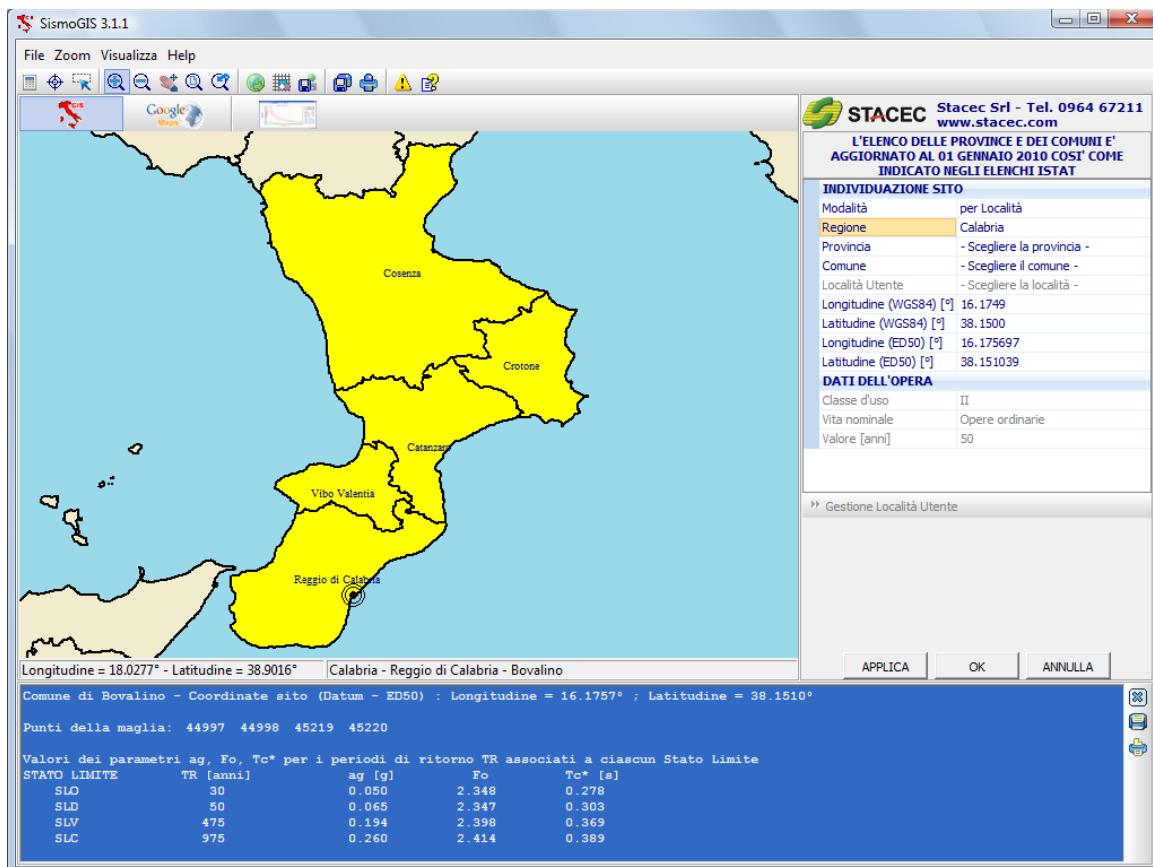
L'utilizzo dell'applicativo SismoGIS consente di ottenere nelle varie relazioni create dal software una completa descrizione dei dati utilizzati per la determinazione dell'azione sismica, come ad esempio le coordinate del sito e l'estrapolazione dei punti della maglia INGV utilizzati per il calcolo dei parametri sismici.

Per il DM2008 sono da fornire i parametri riguardanti l'aliquota di accelerazione sismica (Ag), il coefficiente di amplificazione (Fo), il periodo di fine risonanza T_c^* . In tal caso il valore dei parametri S, Tb, Tc, Td, saranno calcolati automaticamente da FaTAE.

Il software SismoGIS viene richiamato dal seguente pulsante:



Si rimanda all'help di SismoGIS per le funzionalità connesse a tale software.



Visualizzazione spettri.

Cliccando sul simbolo “>” sulla parte destra della schermata è possibile visualizzare gli spettri di calcolo usati nel calcolo corrente. Modificando i dati collegati è possibile visionare in tempo reale le modifiche direttamente sugli spettri di calcolo. In presenza di isolatori viene attivata anche la funzione ADRS, il cui grafico associato contiene nella ascisse il valore dello spettro in spostamento e in ordinata in accelerazione.

Nella pagina **Calcolo** sono contenuti i seguenti campi:

Tipo di Calcolo.

Il tipo di calcolo da effettuare è diversificato in:

- Struttura nuova
- PGA (Vulnerabilità sismica)
- Adeguamento struttura esistente
- Indicatore azioni statiche

Nel caso di **PGA**, il software elabora iterativamente le verifiche richieste dal capitolo 8 delle NTC in modo da calcolare l'**accelerazione di picco al suolo** corrispondente al non superamento delle verifiche. Si rimanda all'apposito manuale per i parametri relativi al calcolo delle PGA.

Nel caso di “**adeguamento**” il software elabora oltre che le condizioni sismiche per i vari stati limite anche una combinazione di carico in assenza di sisma, effettuando le verifiche secondo le regole delle costruzioni esistenti, ai sensi del capitolo 8 delle NTC supportato dalle indicazioni della circ. 617/2009.

Nel caso “**Indicatore azioni statiche**”, l'utente sceglie a quali azioni statiche applicare il moltiplicatore (agendo dall'ambiente **Combinazioni di carico**). Questa funzionalità, attiva solo per zona non sismica, è utile a calcolare l'entità dei carichi variabili che compromettono la struttura nelle normali condizioni di servizio, come richiesto dal D.M. 17/01/2018.

Tipo Analisi Sismica orizzontale.

Tipo di analisi da effettuare per l'analisi sismica nella componente orizzontale. I tipi di analisi possibili sono:

- Statica lineare
- Dinamica lineare
- Statica non Lineare (Pushover)

La trattazione teorica dei tipi di analisi verrà descritta nell'apposita sezione di questo manuale. Il parametro si trova nella pagina “Struttura e calcolo”.

Tipo Analisi Sismica verticale.

Tipo di analisi da effettuare per l'analisi sismica nella componente verticale. Nel caso di analisi statica verranno introdotti i carichi sismici equivalenti solo agli elementi indicati dalla normativa. Il parametro si trova nella pagina “Struttura e calcolo”.

Esegui analisi di buckling.

Consente di eseguire su una qualsiasi struttura l'analisi di buckling. L'analisi è sviluppata per considerare l'**instabilità degli elementi monodimensionali**, pertanto l'apposita matrice geometrica per elementi bidimensionali non viene elaborata.

E' possibile interagire con il software, utilizzando l'apposito campo di input (descritto nella sezione relativa alle aste) e scegliendo gli elementi trave e pilastro per i quali considerare l'instabilità per l'analisi di buckling.

Comb. Sforzi normali.

Consente di scegliere la combinazione di riferimento per l'elaborazione delle matrici geometriche di rigidezza in funzione dello sforzo normale agente sui vari elementi strutturali.

Numero di modi.

Rappresenta il numero di modi di buckling da calcolare.

Sforzi normali solo sulle colonne.

Se attivato considera solo lo sforzo normale sulle colonne, trascurando l'effetto di instabilità delle travi.

Considera impalcati rigidi.

Consente di tenere conto della presenza di impalcati rigidi orizzontalmente ai fini del calcolo dei modi di buckling.

Esegui analisi elementi monolateri.

Consente di eseguire l'analisi iterativa lineare tenendo conto del comportamento monolatero di elementi come controventi o tiranti.

Raggruppa combinazioni simili.

Se attivata è possibile ottimizzare l'analisi iterativa raggruppando le varie combinazioni con predominanza di particolari azioni come i carichi verticali, l'azione sismica, ecc.

Modi per Iterazione.

Numero di modi calcolati per ogni iterazione nel calcolo degli autovalori (solo per analisi dinamica). Il valore è utile ad **ottimizzare i tempi di calcolo**. Il valore di default pari a 300 è un valore medio. È consigliabile aumentare il parametro se si è in presenza di numerosi gradi di libertà o si suppone di utilizzare molti modi per raggiungere l'85% delle masse (strutture con poca massa in relazione alle dimensioni strutturali).

È possibile, inoltre, effettuare **una sola iterazione** per calcolare un determinato numero di modi o per effettuare una progettazione di massima della struttura, in quanto nella maggioranza dei casi non viene raggiunto il valore di partecipazione delle masse indicato dalla normativa. Il parametro si trova nella pagina "Struttura e calcolo".

Considera tutti i modi.

Questo parametro è utilizzato per considerare **tutti i modi** calcolati alle singole iterazioni. Se disattivata è possibile **definire la percentuale** minima di partecipazione in modo da **escludere i modi meno significativi** rispetto alle percentuali inserite per le varie direzioni.

Eccentricità accidentale (modificabile solo per DM2005+OPCM3274 e DM2008).

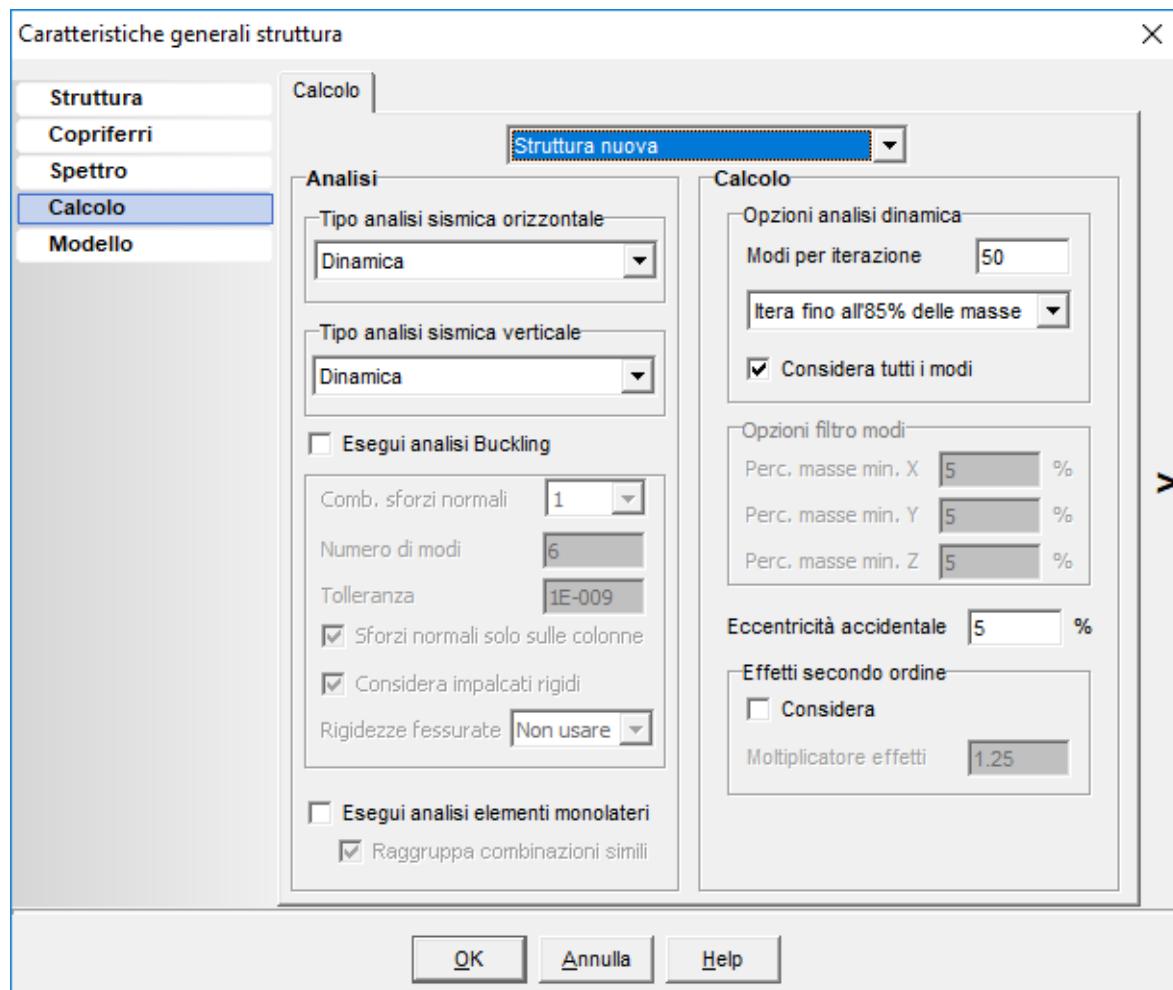
Valore in percentuale utilizzato per il calcolo dell'**eccentricità accidentale** da considerare nell'analisi sismica. Il valore dell'eccentricità è pari alla percentuale inserita dall'utente moltiplicata per la dimensione dell'ingombro della struttura nella direzione ortogonale al sisma considerato. Per l'OPCM3274 tale valore è posto internamente pari al 5%.

Effetti secondo ordine (modificabile solo per DM2008 e DM2018).

Attivando questa opzione l'azione sismica verrà **amplificata moltiplicando per il valore $1/(1-\theta)$** . Il valore inseribile dall'utente viene calcolato nelle funzioni di calcolo della Regolarità.

Amplificazione torsione (utilizzato solo per OPCM3274).

Spuntando il campo è possibile considerare l'amplificazione del doppio delle condizioni torcenti di piano secondo il punto 5.6.2 dell'OPCM 3274, in modo da considerare la distribuzione irregolare dei tamponamenti in pianta. Il parametro si trova nella pagina "Calcolo".



Nella pagina **Modello** sono contenuti i seguenti campi:

Modello a conci rigidi.

Selezionando il campo sarà possibile effettuare il modello considerando i **tratti rigidi** all'intersezione travi-pilastri secondo le indicazioni riportate nel paragrafo 2.14 "Modello con conci rigidi".

Modello con interazione tamponamenti

Selezionando il campo sarà possibile effettuare la modellazione automatica della struttura considerando la **rigidezza nel piano delle murature di tamponamento** secondo le indicazioni del paragrafo 2.15 "Modello con interazione struttura-tamponamenti". L'opzione è disponibile per tutti i tipi di analisi.



Nel caso di maglie strutturali spezzate, è opportuno definire correttamente i "gruppi" di travi (par. 1.4.2.17).

Passo Mesh.

Questo parametro è relativo al passo (in cm) da assegnare agli **elementi finiti** della mesh bidimensionale. Si consiglia, per motivi di accuratezza del calcolo, di settare il passo della mesh in modo che i macroelementi abbiano almeno 4 elementi per lato.

Per esempio, se si hanno pareti lunghe 4 m impostare il passo a 100 in modo che il lato lungo sia diviso in quattro parti.

Comunque, il valore ottimale della suddivisione varia da caso a caso. In generale, viene scelto il valore che rappresenta un buon compromesso **accuratezza-tempo di elaborazione**. Il parametro si trova nella pagina "Struttura e calcolo".

Pilastri/Travi alla Timoshenko.

Fornendo il rapporto limite L/H è possibile modellare gli **elementi tozzi** secondo il modello di **Timoshenko**. Attribuendo al rapporto valore 0 tutte il modello utilizzato, indipendentemente dal rapporto L/H , sarà quello di Bernolli. Il valore consigliato per l'utilizzo del modello di Timoshenko è L/H pari a 5. Questa opzione è disponibile per ogni tipo di elemento monodimensionale, relativo ad aste in c.a., legno e acciaio.

Coefficienti di rigidezza fessurata.

Mediante il relativo coefficiente, differenziato per travi, pilastri, pareti, piastre, è possibile ridurre la rigidezza degli elementi in c.a. per tenere conto la condizione di rigidezza fessurata in ambito sismico. Il valore pari ad 1 indica che le sezioni sono considerate integre. Il valore minimo è pari a 0.1.

<input type="checkbox"/> Coefficienti funzione del carico assiale	
SLV - SLC SLD - SLO Delta termico	
Pilastri	
Assiale	1.00
Flessione	1.00
Taglio	1.00
Travi	
Assiale	1.00
Flessione	1.00
Taglio	1.00
Pareti	
Nel piano	1.00
Fuori piano	1.00
Platee	
Nel piano	1.00
Fuori piano	1.00

FaTA-E possiede un sistema di **gestione delle rigidezze fessurate** molto avanzato, nel quale è possibile differenziare i coefficienti oltre che per tipologia di elemento strutturale, anche per i diversi stati limite e le diverse rigidezze (assiale, taglio e flessionale). Le rigidezze fessurate vengono applicate solo per le condizioni di tipo sismico, mentre vengono considerate integre per altri tipi di azione (permanenti strutturali e non, carichi d'esercizio, azioni utente, ecc.). Il software provvede in maniera automatica alla gestione dei vari file di calcolo da utilizzare per le combinazioni in cui sono presenti differenti condizioni di fessurazione le varie azioni di carico.

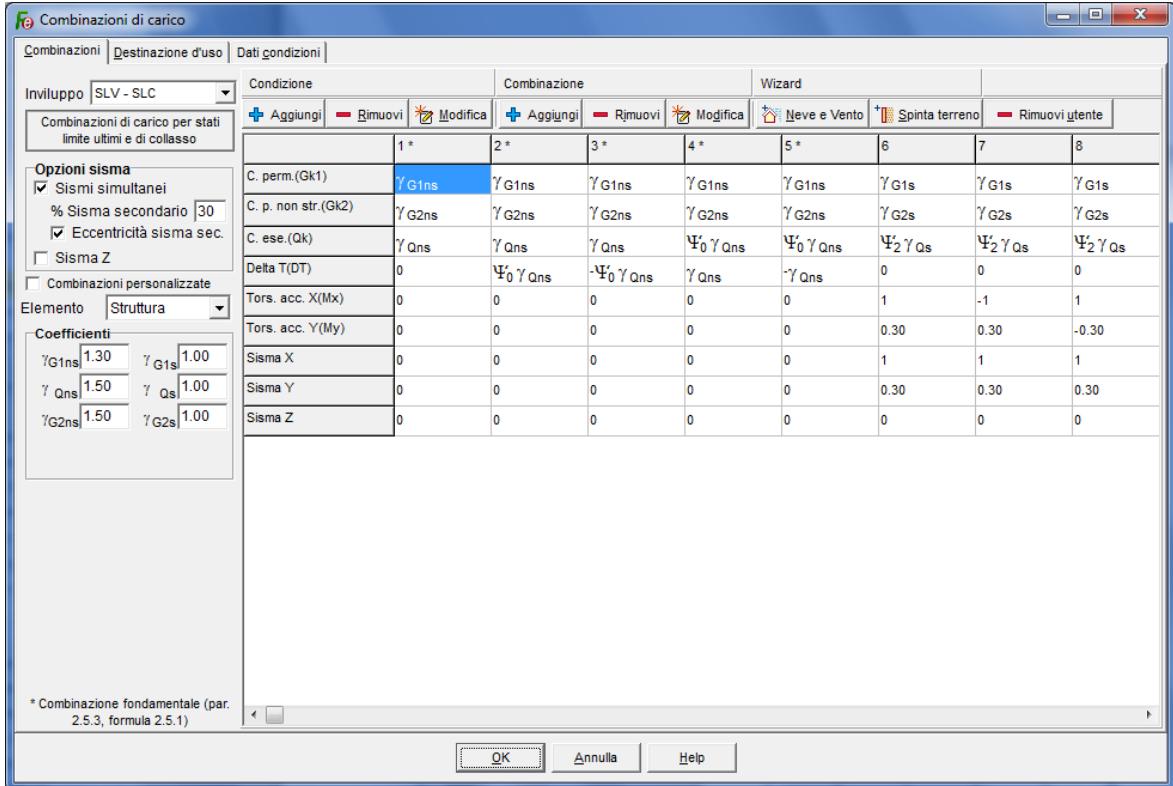
È presente inoltre l'opzione del calcolo dei coefficienti di rigidezza **differenziati in funzione dello sforzo assiale** presente sui pilastri (FEMA 356 - tabella 6.5). In questo caso per travi, piastre e pareti sarà utilizzato il valore 0.5.

Per l'azione della **temperatura**, la differenziazione può essere fatta tra gli stati limite ultimi e d'esercizio.

1.2.2.3 Combinazioni di carico

Consente di visualizzare e definire le combinazioni di calcolo, i coefficienti e le condizioni considerate nelle verifiche strutturali.

Cliccando sul tasto corrispondente viene visualizzata la seguente maschera:



In questo ambiente è possibile definire per i vari stati limite:

- **Tipo di combinazione;**
- **Coeffienti di combinazione;**
- **Azioni di calcolo;**
- **Combinazioni di calcolo.**

Tipi di combinazione

I tipi di combinazioni presenti in FaTAe sono quelli prescritti dalle varie normative vigenti in funzione della normativa scelta nell'ambiente "Dati generali".

I tipi SLU (stati limite ultimi), SLD (stati limite di danno o C.6.3 per DM96) e SLE (stati limite di esercizio) sono relativi a quanto prescritto nelle varie normative a cui FaTAe fa riferimento (DM96, OPCM3274 e DM2005). Per il DM2008 e DM 2018 sono presenti gli stati limite SLV, SLC, SLO, SLD e SLE.

Nel caso in cui si utilizzi il DM2005+OPCM3274, le combinazioni vengono elaborate secondo le indicazioni di norma, relativi ai vari sistemi costruttivi, del D.M. 14/09/2005.

In particolare, le combinazioni possono essere modificate per ogni tipologia di materiale, in modo da poter effettuare il calcolo di strutture miste, come indicato nell'DM2005. Nel caso "Eurocodici" le combinazioni disponibili vengono diversificate agli SLU per "Struttura", "Fondazione A1" e "Fondazione A2".

Cliccando sul tipo di combinazione vengono visualizzate le combinazioni definite relativamente al tipo visualizzato.

Nel caso si utilizzi il metodo delle tensioni ammissibili vengono generate le combinazioni relative alle verifiche di resistenza (*Tens. Ammissibili*) e di deformabilità degli elementi in acciaio (*Deformabilità*). Le combinazioni “*Tens. Ammissibili*” vengono usate anche per la verifica al danno in evento sismico secondo i punti C.6.3 e B.9 del citato DM 16.1.1996.

Come leggere la “Griglia delle combinazioni”

Le funzioni di inserimento lettura dei dati delle combinazioni sono gestite mediante tabelle editabili. Le righe della “**Griglia delle combinazioni**” contengono le condizioni (o Azioni) presenti sulla struttura. Le Azioni presenti in FaTAe sono:

- **Carichi permanenti;**
- **Carichi permanenti non strutturali;**
- **Carichi d'esercizio;**
- **Delta Termico;**
- **Torsione Accidentale X;**
- **Torsione Accidentale Y;**
- **Sisma X;**
- **Sisma Y;**
- **Sisma Z;**
- **Utente.**

I carichi permanenti, d'esercizio, il delta termico, il sisma x, y e z e le torsioni di piano vengono creati automaticamente dal programma. In caso di analisi statica equivalente per la direzione verticale, il sisma sussultorio viene aggiunto localmente agli elementi interessati nei seguenti casi:

- **Travi o gruppi di travi con luci superiori o uguali a 20 m;**
- **Strutture orizzontali spingenti;**
- **Travi a mensola.**

In ogni caso affinchè il sisma verticale abbia effetto nelle verifiche strutturali è necessario spuntare la il campo “**utilizza Sisma Z**”, in modo che il software imposti automaticamente il valore di default relativo alle combinazioni. In alternativa, è possibile operare in modalità “manuale”, introducendo manualmente i coefficienti di combinazione voluti.

Le colonne della “Griglia delle combinazioni” contengono le **singole combinazioni** che verranno poi considerate per effettuare le verifiche strutturali.

Per quanto riguarda gli effetti derivanti dall'analisi dinamica, i modi di vibrare vengono utilizzati mediante la combinazione **CQC** (combinazione quadratica completa) o, nel caso L64/DM96, **SRSS** (radice quadrata della somma dei quadrati).

Coefficienti di combinazione

Le impostazioni di default della griglia sono relative ai coefficienti di combinazioni dell'DM2018. È possibile intervenire direttamente su ogni singolo coefficiente cliccando sul check di selezione dell'opzione “**Combinazioni personalizzate**”. In tal modo i coefficienti di default inseriti nella griglia assumono il relativo valore inserito.

È possibile introdurre automaticamente il contributo del 30% relativo al sisma secondario agente ortogonalmente alla direzione considerata, oppure considerare il sisma sussultorio, o anche per dare più “peso” al contributo di una particolare condizione.

Nel caso di utilizzo personalizzato i coefficienti relativi ai sismi devono essere introdotti con il segno opportuno. Il programma interpreta il segno come verso cui agisce il sisma rispetto al sistema di riferimento globale.

I “coefficienti normativa” hanno il significato definito dalla normativa corrente impostata:

- γ_1 : Fattore di importanza;
 Ψ_{0i} : coefficienti di combinazione che fornisce il valore raro dell'azione variabile;
 Ψ_{2i} : coefficienti di combinazione che fornisce il valore quasi permanente dell'azione variabile;

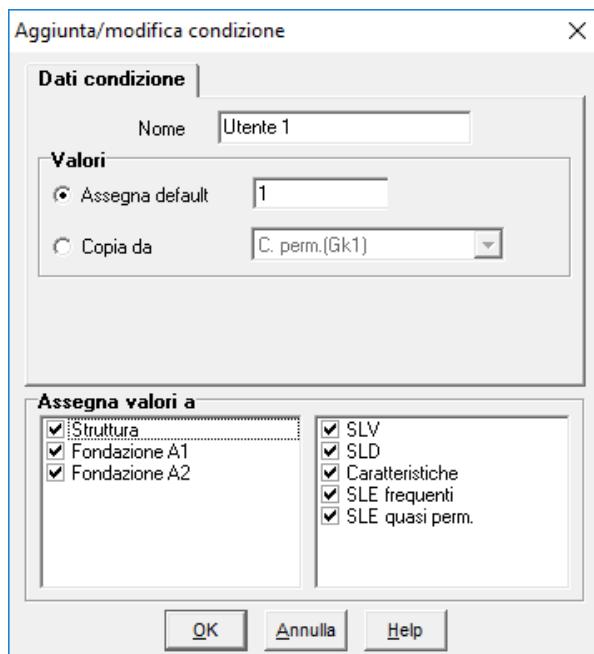
Ψ_{1i} : coefficiente atto a definire i valori delle azioni variabili assimilabili ai frattili di ordine 0.95 delle distribuzioni dei valori istantanei.

I valori dei coefficienti sono da ricercare nelle rispettive norme di riferimento.

Introdurre una nuova condizione di carico

In FaTAe è possibile aggiungere fino a **20 condizioni di carico** interamente definite dall'utente. Tali condizioni (o Azioni, come chiamate nell'ambiente di input) sono particolarmente utili per simulare il carico statico equivalente al vento o il carico neve o altro eventuale carico sulla struttura. Per aggiungere una condizione cliccare sul tasto “Aggiungi” posto sotto l'etichetta “Azione”. Al clic comparirà una schermata dove:

- **Introdurre il nome della condizione** in modo da renderlo efficacemente leggibile nella relazione, nell'input di “Modellazione 3D” e nell'ambiente di visualizzazione dei risultati;
- **Introdurre il valore dei coefficienti da assegnare** a tutta la riga delle combinazioni;
- **Introdurre i valori dei coefficienti** copiandoli da un'altra azione;
- **Avere la possibilità di assegnare** i coefficienti delle combinazioni ai singoli tipi di elementi o tipi di combinazioni.



Alla pressione del tasto “OK” verrà aggiunta una riga alla griglia delle combinazioni per poi definire il coefficiente associato alle singole combinazioni.

Ogni condizione può contenere **forze e coppie concentrate ai nodi, carichi ripartiti nel riferimento locale o globale**. I carichi presenti sulla struttura vanno inseriti nell'apposito ambiente chiamato “Modellazione 3D”.

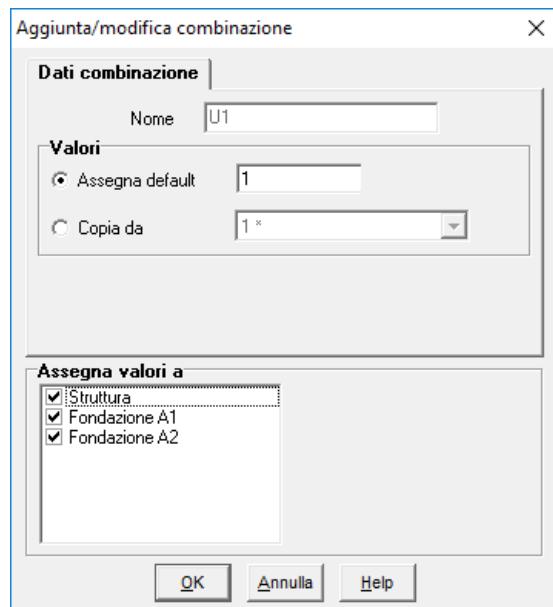
Allo stesso modo è possibile effettuare la cancellazione di una condizione di carico. Per fare ciò cliccare sul pulsante “Rimuovi” posto sotto l'etichetta “Azione”, avendo precedentemente selezionato una casella della riga corrispondente all'azione da cancellare. In tal modo verranno cancellati tutti i carichi associati a quella condizione.

Introdurre una nuova combinazione di carico

Il programma consente di utilizzare un numero totale di combinazioni, per ogni tipo, pari a 200. Per aggiungere una nuova combinazione cliccare sul tasto “Aggiungi” posto sotto l'etichetta “Combinazione”. Le combinazioni utente verranno identificate con la lettera “U” seguita da un

numero progressivo. Dopo l'aggiunta di una nuova colonna devono essere definiti i coefficienti di combinazione relativi a quella riga.

Per facilitare l'introduzione è possibile assegnare lo stesso valore a tutta la colonna, o copiare i coefficienti da una colonna già presente.



Analogamente è possibile rimuovere una combinazione cliccando sul pulsante “Rimuovi” posto sotto l'etichetta “Combinazione”, avendo precedentemente selezionato una casella della colonna corrispondente alla combinazione da cancellare.

Wizard delle azioni Neve e Vento

Cliccando sul pulsante



è possibile **aggiungere automaticamente le combinazioni neve e vento** alle combinazioni già presenti nella griglia. Le combinazioni vengono aggiunte per ogni SL presente in funzione della normativa. Le opzioni presenti consentono di aggiungere diverse configurazioni:

- Neve (≤ 1000 m)
- Vento
- Vento + Neve (≤ 1000 m)

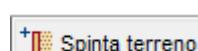
Nell'ambito del carico Vento è possibile scegliere le **quattro direzioni di azione del carico vento** nel riferimento globale.



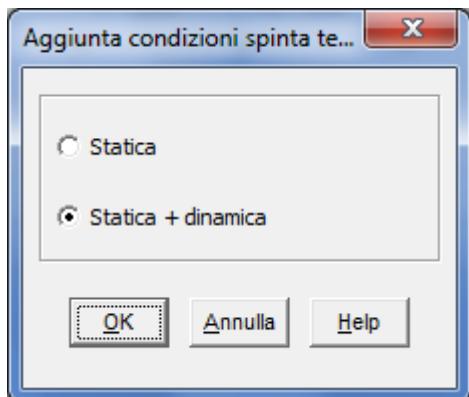
La funzione imposta solo le combinazioni da analizzare. Il valore e il tipo di carico è da impostare manualmente dalle funzioni presenti nell'ambiente “Modellazione 3D”, come “Carichi concentrati”, “Carichi ripartiti”, ecc.

Wizard della spinta del terreno

Cliccando sul pulsante



è possibile settare automaticamente le combinazioni utili alla corretta modellazione della spinta del terreno sulle pareti. È possibile scegliere tra le seguenti opzioni:



Il software provvederà ad aggiungere e a definire automaticamente le “azioni utente” per modellare la spinta del terreno:

Spinta stat.	<input type="checkbox"/>	Spinta terr. stat.	<input type="button" value="▼"/>	Permanente
Spinta din.X	<input type="checkbox"/>	Spinta terr. din. X		Istantanea
Spinta din.Y	<input type="checkbox"/>	Spinta terr. din. Y		Istantanea

Dopo la scelta del tipo di azioni da aggiungere è necessario assegnare, mediante il comando presente in ogni parete i dati utili al calcolo della spinta del terreno. I valori assegnati nelle pressioni statiche verranno aggiunte nella condizione di carico di tipo “Spinta terr. stat.”. Nelle condizioni di tipo “Spinta terr. din.” verranno aggiunti in automatico le sole aliquote aggiuntive sismiche, calcolate sottraendo alle pressioni dinamiche il corrispondente valore della pressione statica ed assegnandole alla direzione X o Y e proiettando le spinte in funzione della giacitura in pianta delle pareti.

Alle azioni utente di tipo “spinta terreno” è possibile aggiungere manualmente ogni tipo di carico editabile dall’ambiente di “Modellazione 3D”, in modo da personalizzare ulteriormente la spinta da applicare.

Come rendere effettive le modifiche

Affinchè le modifiche siano rese utilizzabili durante il calcolo, è opportuno cliccare sul tasto “OK” per lasciare l’ambiente e confermare le modifiche. La pressione del pulsante “Annulla” consente di lasciare la schermata senza modificare alcuna impostazione.

Indicazioni per il calcolo dell’indicatore dei carichi statici

Se dalla schermata dei “Dati generali” viene scelta l’opzione “**Indicatore carichi statici**” è necessario specificare a quali azioni applicare il moltiplicatore. La scelta può essere effettuata nella zona di definizione delle condizioni:

F Combinazioni di carico					
Combinazioni	Destinazione d'uso	Dati condizioni			
Azione	Masterizzata	Tipo	Durata	Moltiplicatore	
C. perm.(Gk1)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	Permanente	<input type="checkbox"/>	
C. p. non str.(Gk2)	<input type="checkbox"/>	----	Permanente	<input type="checkbox"/>	
C. ese.(Qk)	<input type="checkbox"/>	----	Lunga	<input checked="" type="checkbox"/>	
Delta T(DT)	<input type="checkbox"/>	----	Breve	<input type="checkbox"/>	

Di default il moltiplicatore selezionato è applicato ai carichi variabili o d'esercizio in modo da poter effettuare l'analisi utile a stabilire restrizioni d'uso sulla struttura, così come richiesto dal punto 8.3 del D.M. 17/01/2018.

Il moltiplicatore viene utilizzato moltiplicando i risultati della condizione scelta, facendolo variare dal valore iniziale al finale incrementando del passo scelto.

Questa funzionalità può essere utilizzata anche per calcolare il **moltiplicatore di altre configurazioni di carico** (es. carichi massimi applicati in verticale, spinte, ecc...)

Destinazioni d'uso

Dalla versione 21.2.0, è possibile assegnare la destinazione d'uso, e i relativi coefficienti di combinazione, diversamente per ogni piano della struttura. La maschera utile alla definizione è la seguente:

F Combinazioni di carico							
Combinazioni	Destinazione d'uso	Masterizzazione					
Fondazione	Categoria A: Ambie	<input checked="" type="checkbox"/>	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5
Piano 1	Categoria A: Ambienti a	<input type="checkbox"/>	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5
Piano 2	Categoria A: Ambienti a	<input type="checkbox"/>	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5
Piano 3	Categoria A: Ambienti a	<input type="checkbox"/>	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5
Piano 4	Categoria A: Ambienti a	<input type="checkbox"/>	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5
Piano 5	Categoria A: Ambienti a	<input type="checkbox"/>	0.7	0.5	0.3	0.6	0.5

Nella prima colonna è possibile selezionare la destinazione d'uso in funzione della normativa da rispettare. Dopo la scelta, solo per il relativo piano, vengono associati i valori di normativa per i coefficienti ψ_0 , ψ_1 , ψ_2 per i carichi generici e per il delta termico.



Si ricorda che, in particolare per i piani di copertura, è opportuno diversificare la destinazione d'uso scegliendo la relativa classe, in quanto la scelta influisce sulla massa sismica e di conseguenza sul periodo di vibrazione e conseguentemente sull'accelerazione di calcolo utilizzata.

Dati condizioni

Per ogni condizione di carico è possibile definire alcuni dati utili all'elaborazione di **funzioni avanzate** di FaTA-E. Nella colonna "Masterizzata" della tabella è possibile scegliere per le varie azioni, se per il modello di calcolo si deve considerare il legame Master-Slave, utile alla modellazione dell'ipotesi di impalcato rigido.

Combinazioni di carico			
Combinazioni	Destinazione d'uso	Dati condizioni	
Azione	Masterizzata	Tipo	Durata
C. perm.(Gk1)	<input type="checkbox"/>	----	----
C. p. non str.(Gk2)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
C. ese.(Qk)	<input type="checkbox"/>	----	----
Delta T(DT)	<input type="checkbox"/>	----	----
Tors. acc. X(Mx)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Tors. acc. Y(My)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma X	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma Y	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma Z	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Vento (+X)	<input type="checkbox"/>	Vento	Breve
Vento (-X)	<input type="checkbox"/>	Vento	Breve
Vento (+Y)	<input type="checkbox"/>	Vento	Breve
Vento (-Y)	<input type="checkbox"/>	Vento	Breve
Neve (1)	<input type="checkbox"/>	Neve	Breve
Neve (2)	<input type="checkbox"/>	Neve	Breve

La colonna “Tipo” consente la definizione della tipologia di azione rispetto alla seguente lista:

- **Carico permanente (Gk1)**
- **Carico permanente non struttura (Gk2)**
- **Carico d'esercizio (Qk)**
- **Vento**
- **Neve**
- **Cedimenti vincolari**
- **Pretensione tiranti**
- **Spinta terreno statica**
- **Spinta terreno dinamica**

Il tipo di condizione è utile per la definizione automatica dei carichi da neve e vento e per l'elaborazione delle combinazioni dei carichi “utente” per solai e balconi.



La definizione del tipo di azione non viene utilizzata dal software per elaborare le combinazioni sulla struttura, le quali relativamente alle azioni utente devono essere definite mediante l'introduzione dei singoli coefficienti di combinazione, da inserire nella griglia delle combinazioni.

Una condizione definita come “**Cedimenti Vincolari**”, può contenere solo spostamenti imposti, i quali possono essere inseriti nell'ambiente “Modellazione 3D”, nella funzione di definizione dei vincoli fissi.

La colonna “**Durata**” è relativa alla definizione della durata del carico relativamente ai solai in legno e acciaio (Modulo SoVar di SWStructure), per i quali la definizione della durata implica diverse impostazioni sui coefficienti da utilizzare.

L'elenco del campo “Durata” è il seguente:

- **Permanente**
- **Lunga**
- **Media**
- **Breve**
- **Istantanea**

1.2.2.4 Tipologie materiali

Consente di definire i materiali relativi all'archivio utilizzato.

Questa operazione apre l'ambiente “Editor Materiali”. In questo ambiente è possibile definire le caratteristiche dei seguenti materiali:

- **Calcestruzzo;**
- **Acciaio per c.a.;**
- **Acciaio da carpenteria;**
- **Legno;**
- **Muratura;**
- **Fibre.**

I parametri di resistenza sono legate alla normativa scelta. Di seguito vengono riportati le formule delle varie normative.

Materiale tipo “Calcestruzzo”

Le caratteristiche del tipo “Calcestruzzo” vengono calcolate secondo le prescrizioni dell'Eurocodice 2 usando le seguenti relazioni:

Stati limite

Alleggerito: consente di impostare il cls corrente come alleggerito;

R_{ck} : Resistenza caratteristica cubica;

ν : Coefficiente di Poisson;

ps : Peso specifico;

α_t : Coefficiente di dilatazione termica;

Fattore di confidenza: parametro definito dall'OPCM3274 per strutture esistenti;

Coefficienti di sicurezza γ_m : definite per compressione e trazione;

$f_{ck} = 0.83 R_{ck}$: Resistenza caratteristica cilindrica;

$f_{cm} = f_{ck} + 8 [MPa]$: Resistenza media (Eurocodici e DM2008);

$f_{cd_slu} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$: Resistenza di calcolo agli slu (DM96 SL e OPCM3274);

$f_{cd_slu} = \frac{\alpha_{CC} f_{ck}}{\gamma_c}$: Resistenza di calcolo agli slu (Eurocodici e DM2008);

$f_{cd_slu} = \frac{R_{ck}}{\gamma_{m,c}}$: Resistenza di calcolo agli slu (DM2005);

$f_{cd_sld} = \alpha_{CC} f_{ck}$: Resistenza di calcolo agli sld (Eurocodici e DM2008);

$f_{ctk,0.05} = 0.7 \cdot 0.27 f_{ck}^{2/3}$: Resistenza caratteristica per taglio (DM96 SL e OPCM3274);

$f_{ctk,0.05} = 0.7 \cdot 0.48 \cdot \sqrt{R_{ck}}$: Resistenza caratteristica per taglio (DM2005);

$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} \leq C50/60$: Resistenza caratteristica per taglio (Eurocodici e DM2008);

$f_{ctm} = 2.12 \cdot \ln[1 + (f_{cm} / 10)] > C50/60$

$f_{ctk,0.05} = 0.7 \cdot f_{ctm}$: Resistenza caratteristica per taglio (Eurocodici);

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} : \text{Resistenza di calcolo per taglio;}$$

$$Ec = 18000 \sqrt{R_{ck}} : \text{Modulo Elastico (DM96 SL e OPCM3274);}$$

$$Ec = 11000 \left(R_{ck} + \frac{8}{0.83} \right)^{\frac{1}{3}} \left[\frac{N}{mm^2} \right] : \text{Modulo Elastico (DM2005);}$$

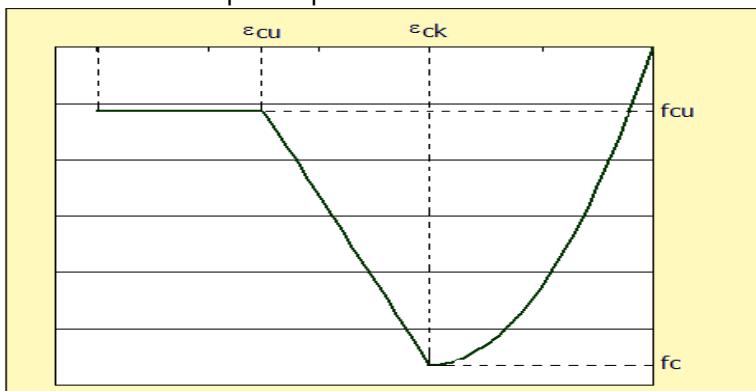
$$E_{cm} = 22(f_{cm}/10)^{0.3} : \text{Modulo Elastico (Eurocodici e DM2008);}$$

$$\frac{E_{ct}}{E_c} : \text{Rapporto tra i Moduli Elastici a trazione e a compressione;}$$

Dove presente il fattore di confidenza (FC) agisce al denominatore delle resistenze di calcolo come un ulteriore coefficiente di sicurezza.

Nel caso si utilizzi l'analisi non lineare, va impostato il "fattore di resistenza ultima".

Il valore verrà moltiplicato per la resistenza di calcolo associandolo al valore di ε_{cu2} :



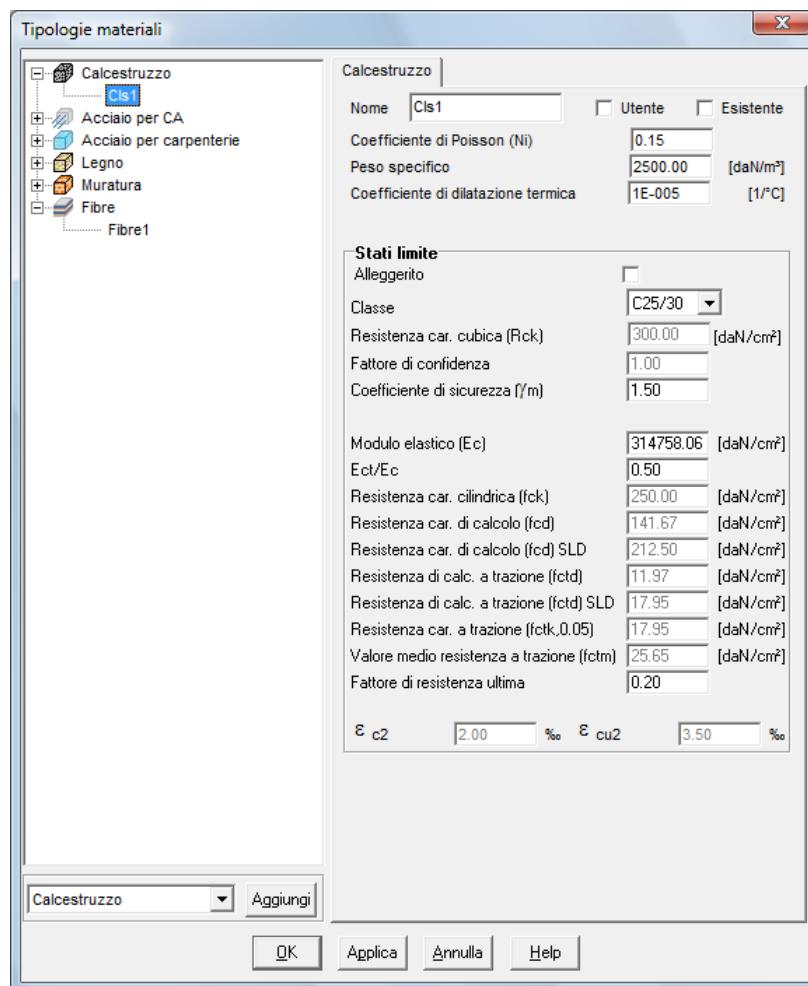
Tensioni Ammissibili:

$$E = 18000 \sqrt{R_{ck}} : \text{Modulo Elastico;}$$

$$\sigma = 60 + \frac{R_{ck} - 150}{4} : \text{Tensione ammissibile;}$$

$$\tau_{c0} = 4 + \frac{R_{ck} - 150}{75} : \text{Tensione tangenziale in assenza di armature apposite;}$$

$$\tau_{c1} = 14 + \frac{R_{ck} - 150}{35} : \text{Tensione tangenziale in presenza di armature apposite.}$$



Selezionando il campo “Esistente” il software richiederà il fattore di struttura e il campo “fck” verrà sostituito con il campo “fcm”, e calcolerà i parametri collegati al valore di resistenza.



Un materiale derivato da prove in situ (carotaggi o altro) viene classificato solo mediante la resistenza cilindrica media “fcm”, senza definire i restanti parametri. Un facile inserimento di tutti i parametri può essere effettuato mediante la seguente procedura:

1. Attivazione del campo “Esistente”
2. Scelta di una classe con fck avente valore prossimo all’fcm delle prove
3. Inserimento del valore medio di fc nell’apposito campo

Mediante questa procedura, in relazione di calcolo la descrizione della classe sarà definita come “da prove”, rendendo sempre più completa la redazione delle relazioni.

Materiale tipo “Acciaio per c.a.”

Le caratteristiche del tipo “Acciaio per C.A.” vengono calcolate secondo le prescrizioni dell’Eurocodice 2 usando le seguenti relazioni:

Aderenza migliorata: tipo di aderenza delle barre; usata solo nel caso di calcolo della PGA;
Incridente: tipo di comportamento dell'acciaio in barre; usata solo nel caso di calcolo della PGA.

Stati limite:

Tipo di acciaio: Nomenclatura da normativa dell'acciaio da c.a.

f_{yk} : Resistenza caratteristica allo snervamento;

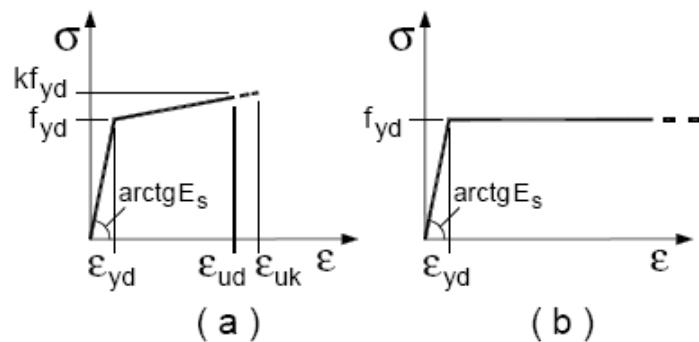
f_{tk} : Resistenza caratteristica di taglio;

$$f_d(SLU) = \frac{f_{yk}}{\gamma_m} : \text{Resistenza di calcolo SLU};$$

$$f_d(SLE) = \frac{f_{yk}}{1} : (\text{Resistenza di calcolo SLE});$$

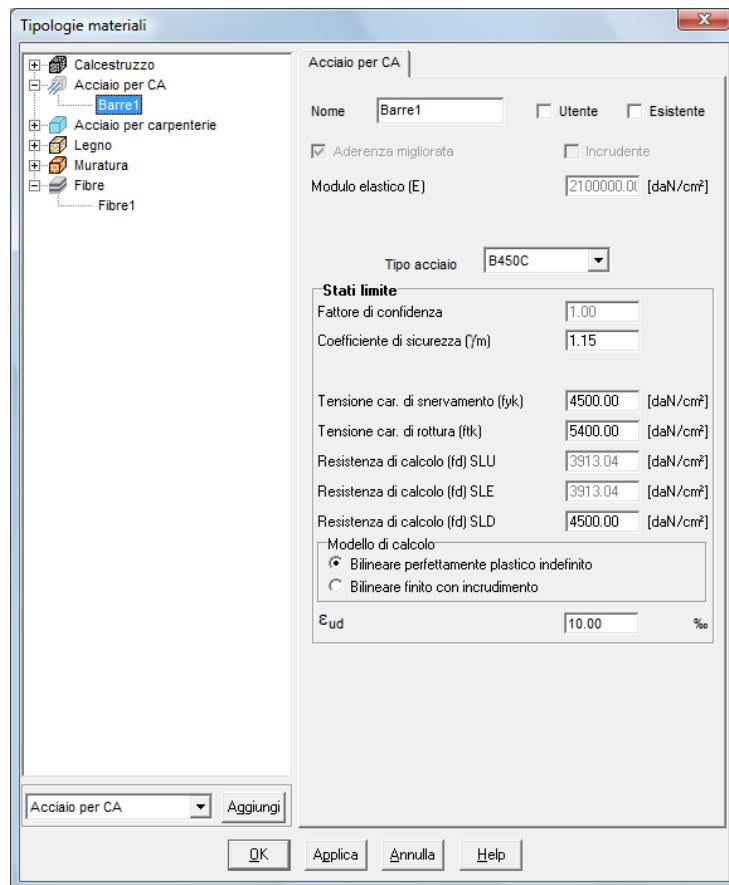
La scelta del modello di calcolo relativo al comportamento dell'acciaio in barre viene effettuata tra i seguenti:

- a) Bilineare finito con incrudimento
 - b) Bilineare perfettamente plastico indefinito



Tensioni ammissibili:

σ : Tensione ammissibile.



Materiale tipo “Acciaio da carpenterie”

Le caratteristiche del tipo “Acciaio da carpenterie” vengono calcolate usando le seguenti definizioni:

Tipo di acciaio : tipo di acciaio secondo la nomenclatura da normativa;
Spessore lamiera $\leq 40 \text{ mm}$.

Stati limite:

f_y : Resistenza di snervamento;

f_u : Resistenza a rottura a trazione;

E : Modulo elastico;

ν : Coefficiente di poisson;

α_t : Coefficiente di dilatazione termica;

ps : Peso specifico;

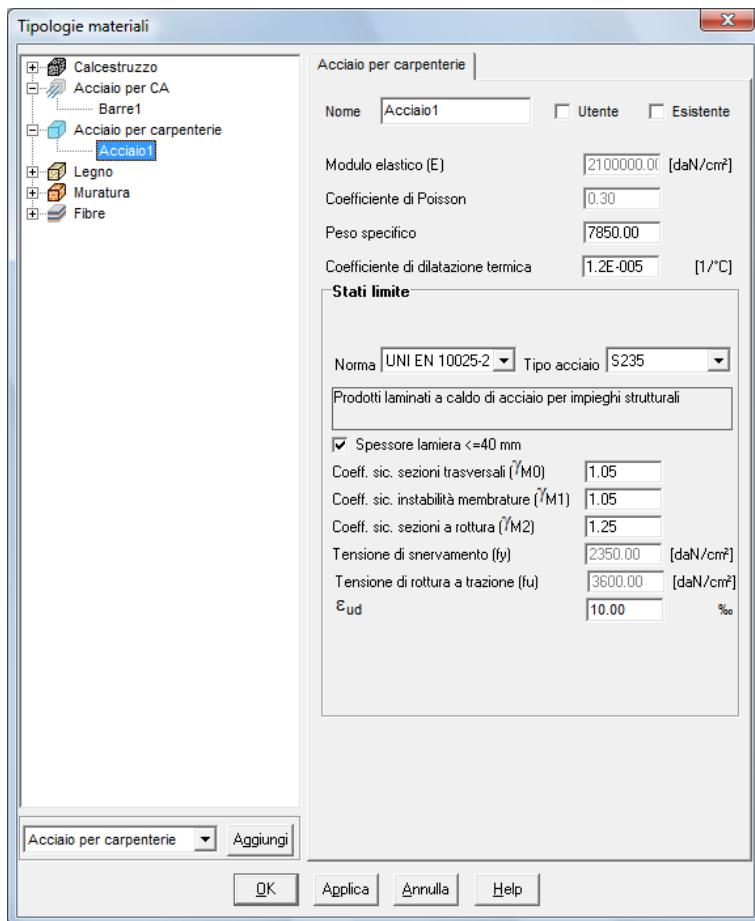
ε_{UD} : Deformazione ultima a rottura.

Per il DM2008 e l'Eurocodice il tipo di acciaio è relativo alle seguenti norme UNI: EN 10025, EN 10210, EN 10219.

Tensioni ammissibili:

fd : Tensione di riferimento di progetto.

Tutti questi valori sono funzione del tipo di acciaio a dello spessore della lamiera.



Materiale tipo "Legno"

Le caratteristiche del tipo "Legno" vengono calcolate secondo le indicazioni delle relative norme UNI in funzione del tipo di legno usato. La simbologia usata è la seguente:

α_t : Coefficiente di dilatazione termica;

Stati limite:

γ_m : Coefficiente di sicurezza;

$E_{0,mean}$: Valore caratteristico medio del modulo di elasticità parallelo alla fibratura;

$E_{0,05}$: Valore caratteristico 5-percentile del modulo di elasticità parallelo alla fibratura;

$f_{c,0,k}$: Valore caratteristico della resistenza a compressione parallela alla fibratura;

$f_{m,k}$: Valore caratteristico della resistenza a flessione;

$f_{t,0,k}$: Valore caratteristico 5-percentile della resistenza a trazione parallela alla fibratura;

$f_{v,k}$: Valore caratteristico della resistenza a taglio;

G_{mean} : Valore caratteristico del modulo di taglio;

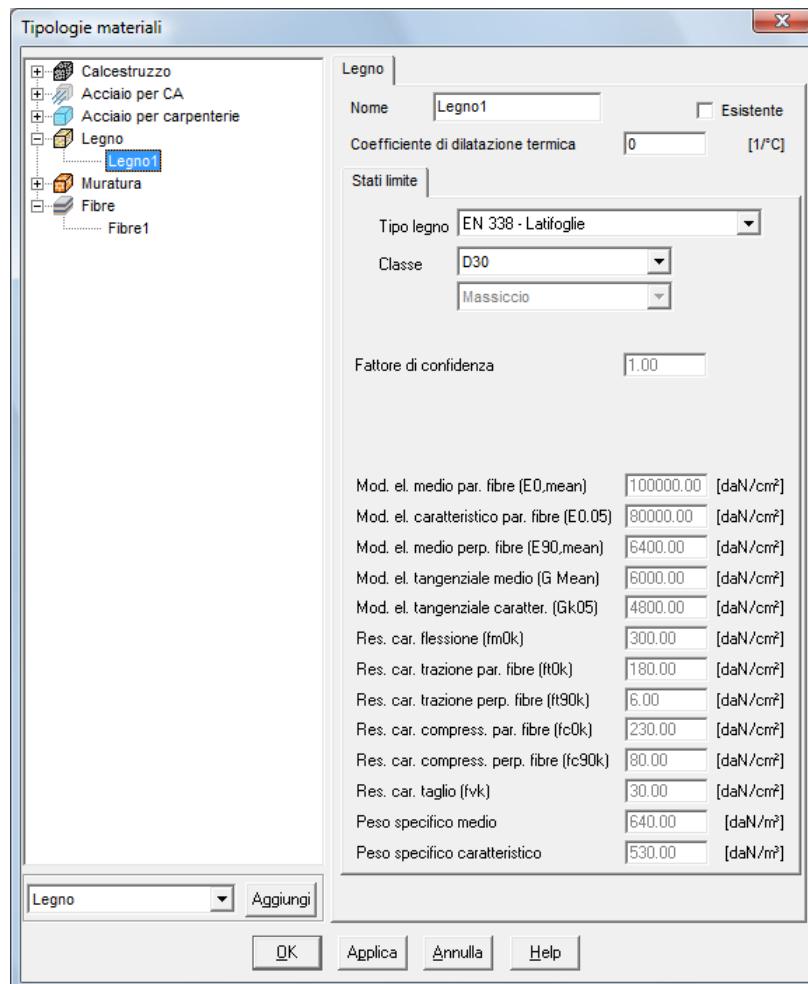
$G_{k,0,05}$: Valore caratteristico 5-percentile del modulo di taglio;

ps : Valore caratteristico di densità volumica;

Le caratteristiche meccaniche sono relative alle seguenti norme UNI: EN 338, EN 11035, EN 1194, EN14080.

Tensioni ammissibili (DIN 1052 e Regles CB 71):

- σ_f : Tensione ammissibile a flessione;
- σ_{tl} : Tensione ammissibile a trazione parallela alle fibre;
- σ_{tn} : Tensione ammissibile a trazione prependiculari alle fibre;
- σ_{cl} : Tensione ammissibile a compressione parallela alle fibre;
- σ_{cn} : Tensione ammissibile a compressione prependiculari alle fibre;
- τ_l : Tensione ammissibile a taglio parallela alle fibre;
- τ_n : Tensione ammissibile a taglio prependiculari alle fibre;
- π : Tensione ammissibile a torsione;
- E : Modulo elastico parallelo alle fibre;
- E_n : Modulo elastico perpendicolare alle fibre;
- G : Modulo di taglio;

**Materiale tipo "Muratura"**

Le caratteristiche del tipo "Muratura" vengono calcolate secondo il DM 20-11-1987, usando la seguente simbologia:

Fattore di confidenza: parametro definito dall'OPCM3274 per strutture esistenti;

γ_m : Coefficiente di sicurezza;

E : Modulo elastico normale della muratura;

G : Modulo elastico tangenziale della muratura;

f_{bk} : Resistenza caratteristica cilindrica del blocco;

$f_{bk,OR}$: Resistenza caratteristica cilindrica del blocco in direzione orizzontale;

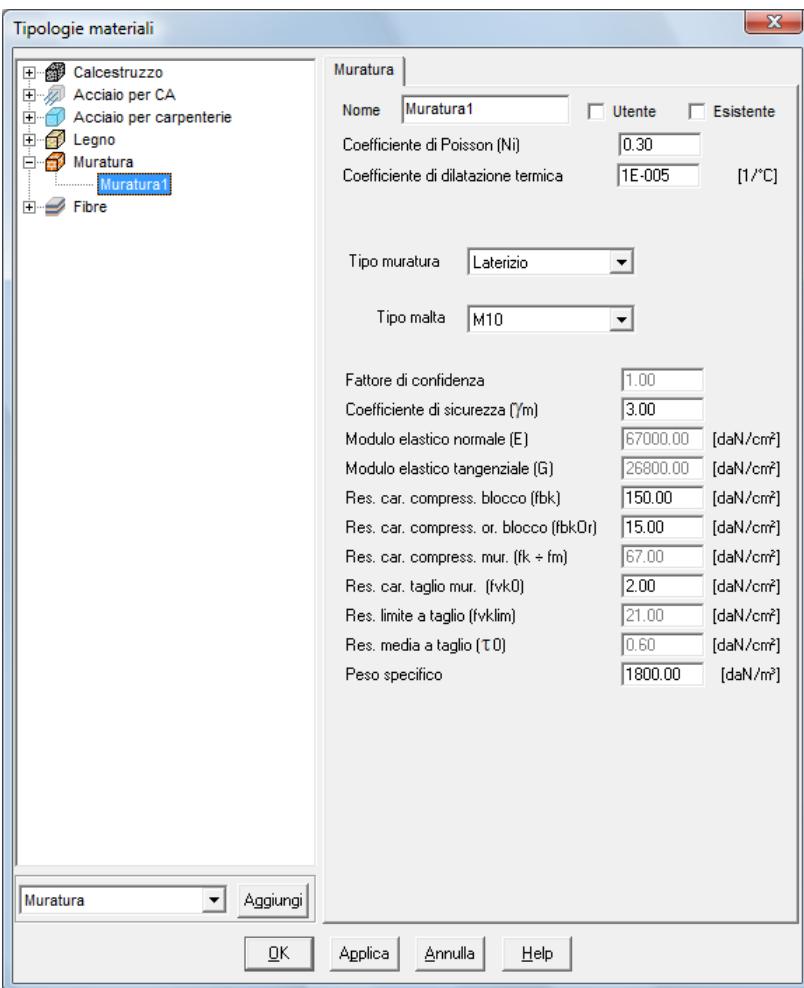
f_k : Resistenza caratteristica cilindrica della muratura;

f_{vk0} : Resistenza caratteristica a taglio in assenza di carichi verticali;

$f_{vk,lim}$: Valore limite della resistenza a taglio secondo l'Ord. 3274.

In aggiunta ai dati descritti sono presenti informazioni inerenti a:

- **Tipo muratura** (Laterizio, Calcestruzzo, Pietra). Utilizzati secondo le indicazioni dell'DM2005.
- **Tipo malta** (M1, M2, M3, M4). Utilizzati secondo le indicazioni dell'DM2005.
- **Tipo malta** (M15, M10, M5, M2.5). Utilizzati secondo le indicazioni dell'DM2008.
- **Fattore di confidenza** (Fattore di confidenza secondo l'Ord. 3274).



Materiale tipo "Fibre"

Le caratteristiche del tipo "Fibre" vengono calcolate secondo le norme CNR DT 200, usando la seguente simbologia:

E_f : Modulo elastico delle fibre;

ε_{fk} : Deformazione caratteristica;

f_{fk} : Resistenza caratteristica;

α_{fE} : Coefficiente di penalizzazione rig.;

α_{ff} : Coefficiente di penalizzazione res.;

η_a : Fattore di conversione ambientale;

E_{fd} : Modulo elastico di calcolo delle fibre;

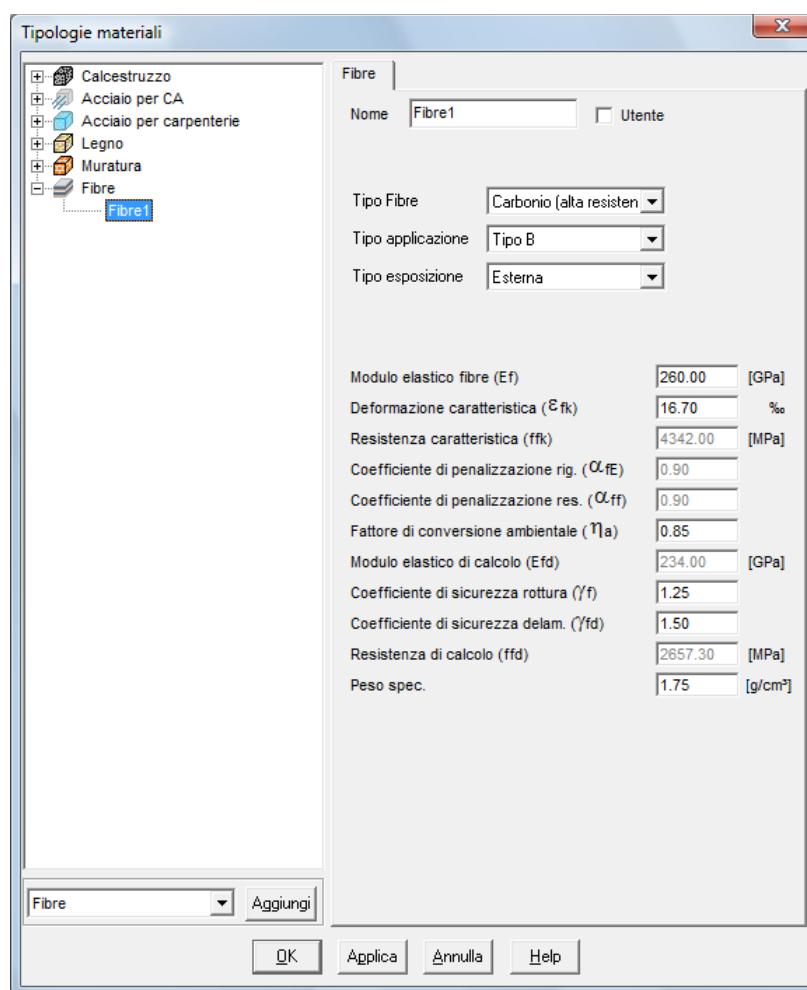
γ_f : Coefficiente di sicurezza rottura;

γ_{fd} : Coefficiente di sicurezza delaminazione;

f_{fd} : Resistenza di calcolo;

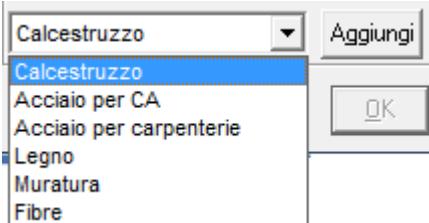
In aggiunta ai dati descritti sono presenti informazioni inerenti a:

- **Tipo fibre** (Vetro E, Vetro S, Carbonio (alto modulo), Carbonio (alta resistenza), Arammidiche). Utilizzati secondo le indicazioni del CNR DT 200.
- **Tipo applicazione** (Tipo A, Tipo B). Utilizzati secondo le indicazioni del CNR DT 200.
- **Tipo esposizione** (Interna, Esterna, Ambiente aggressivo). Utilizzati secondo le indicazioni del CNR DT 200.



Aggiungere un nuovo materiale all'archivio

Per aggiungere un nuovo materiale scegliere il tipo di materiale utilizzando la seguente lista posizionata in basso a sinistra della maschera:



Dopo aver scelto il tipo cliccare sul pulsante “Aggiungi”. Immettere il nome del materiale e modificare le caratteristiche nel modo voluto. È da notare che non tutti i campi sono modificabili direttamente in quanto legati dalle relazioni prima descritte. Per sbloccare i campi selezionare la tipologia “utente” relativamente al tipo di materiale scelto.

1.2.2.5 Tipologie consolidamento

La gestione delle tipologie di consolidamento è attiva se è presente il modulo di consolidamento **CoS_{Fond}** (relativo alle travi di fondazione), il modulo **CoS_{CA}** (relativo agli elementi di elevazione), oppure il modulo **CoS_{Solai}**. Il pulsante viene attivato solo per analisi di strutture esistenti, per le quali è richiesto il Modulo **PGA**.

L'ambiente di gestione viene visualizzato cliccando sul comando identificato dall'icona:



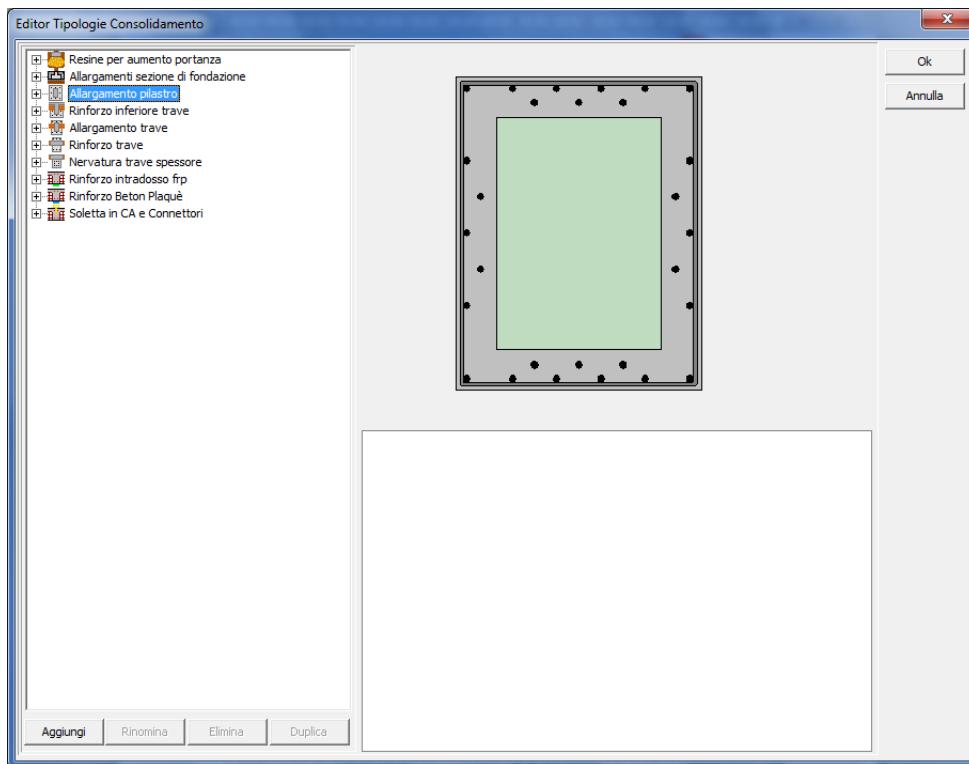
Relativamente al consolidamento delle fondazioni si precisa che per il funzionamento del modulo **CoS_{Fond}** è necessaria la presenza dei moduli PGA e “Portanza di fondazione” (Mod. 29 di *StruSec*). Le funzioni base del modulo consentono di:

- Consolidare il terreno mediante georesine;
- Aumentare resistenza e portanza mediante l'allargamento della sezione;
- Fondare su strati migliori con l'utilizzo di pali in resina rinforzati.

Oltre a queste tipologie, grazie all'interazione con i moduli “Pali e Micropali” (Mod. 16 e 49 di *StruSec*) è possibile utilizzare l'allargamento della sezione accoppiato alla presenza di pali in c.a. e micropali con camicia in acciaio.

Gli elementi di elevazione che è possibile consolidare, tramite il modulo **CoS_{CA}**, sono travi e pilastri a sezione rettangolare. Per questi elementi è possibile effettuare, oltre ai consolidamenti con FRP, CAM e rinforzi in acciaio (gestiti dalla Modellazione 3D), anche i ringrossi delle sezioni mediante allargamento con calcestruzzo o malte strutturali associato all'aggiunta di armatura (longitudinale e trasversale).

La gestione dei parametri avviene mediante il seguente ambiente di gestione:



In presenza del modulo **CoS_{Solai}**, è possibile consolidare solai in laterocemento, solai con travetti in c.a.p., solai in legno, mediante le tecniche più diffuse come gli **FRP**, il **Beton Plaqué**, e **realizzazione di soletta in c.a con connettori**.

Nell'editor sono presenti diversi tipi di consolidamenti:

- **Resina per aumento portanza;**
- **Allargamento sezione;**
- **Allargamento pilastro;**
- **Rinforzo inferiore trave;**
- **Allargamento trave;**
- **Rinforzo trave;**
- **Nervatura trave spessore;**
- **Rinforzo intradosso FRP;**
- **Rinforzo Beton Plaqué;**
- **Soletta in c.a. e connettori.**

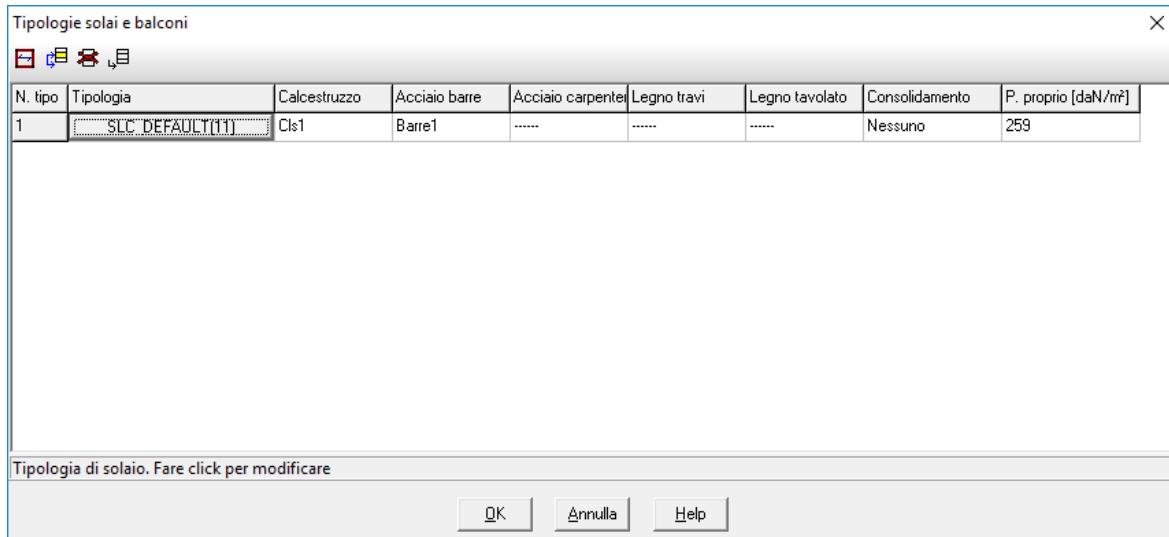
Nel caso di utilizzo di resine, per ogni strato, al fine di tener conto del miglioramento delle caratteristiche del terreno, è opportuno inserire i coefficienti amplificativi di miglioramento. I valori potranno essere ricavati dal confronto di due prove NSPT effettuate su "zone campione".

All'allargamento può essere associata la presenza di fondazioni su pali. La presenza di pali è subordinata alla creazione di almeno una tipologia di pali di fondazione. Oltre alle classiche tipologie di palo (in c.a. e micropalo con camicia in acciaio), è possibile utilizzare pali in resina rinforzati.

L'applicazione dei rinforzi sui vari elementi viene effettuata associando il rinforzo alla tipologia della sezione.

1.2.2.6 Tipologie solai e balconi

Consente di definire la tipologia dei solai da associare alla struttura corrente. Alla pressione del tasto corrispondente viene visualizzata il seguente ambiente:



Tale ambiente è utile alla definizione dei solai da utilizzare nell'archivio corrente di FaTA-e in modo da essere disponibili nelle varie fasi di input.

Dalla schermata prima descritta è possibile assegnare allo stesso tipo di solaio resistenza diversa dei materiali (“**Calcestruzzo**”, “**Acciaio**”, “**Legno**”) già presenti tra i materiali definiti.

Sui solai è possibile anche applicare un tipo di consolidamento, scegliendolo nella colonna “**Consolidamento**”.

Nell'ultima colonna a destra compare il peso proprio per unità di area del solaio.

Una volta inserita una tipologia attiva di solaio nell'archivio, questa può essere eliminata attraverso il comando elimina .

Assegnazione della tipologia

Il programma provvede ad assegnare a tutti i piani esistenti il tipo di default. Per cambiare tale assegnazione è sufficiente cliccare due volte sulla casella relativa al piano voluto nella colonna “Tipologia”.

A questo punto compare la maschera di gestione delle tipologie presenti nel database dei solai. Per aggiungere un ulteriore tipo, aggiungere una riga alla tabella utilizzando il seguente tasto:



A questo punto è possibile ripetere l'operazione cliccando sul campo “tipologia”.

Per creare una nuova tipologia senza assegnarla, lo stesso ambiente Editor può essere richiamato dalla seguente icona:

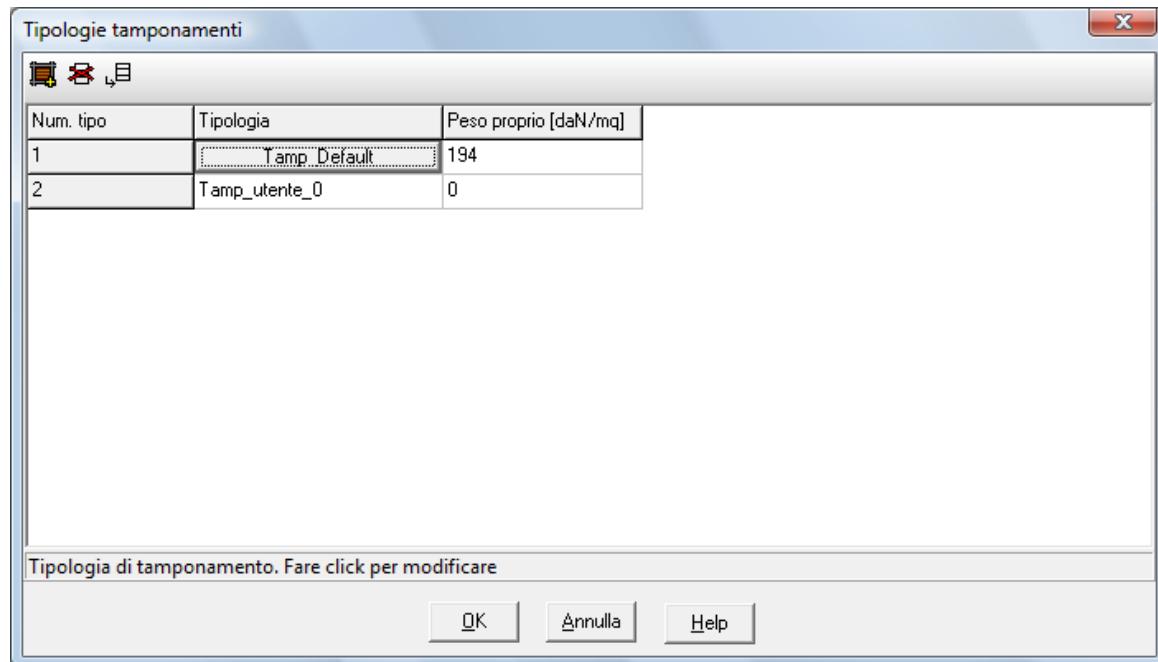


Assegnazione del tipo di materiale

Allo stesso modo è possibile assegnare un tipo di calcestruzzo o di acciaio diverso per ogni piano della struttura. Per fare ciò cliccare sulle caselle relative al materiale da cambiare. A questo punto la stessa casella si espanderà formando un menù a tendina in cui sono presenti i tipi di materiale presenti. Si ricorda che i materiali sono definibili dalla maschera “Tipologia materiali”.

1.2.2.7 Tipologie tamponamenti

Consente di definire la tipologia dei tamponamenti da associare alla struttura corrente. Alla pressione del tasto corrispondente viene visualizzata il seguente ambiente:



Tale ambiente è utile alla definizione dei tamponamenti da utilizzare nell'archivio corrente di FaTA-e in modo da essere disponibili nelle varie fasi di input.

Una volta inserita una tipologia attiva di solaio nell'archivio, questa può essere eliminata attraverso il comando elimina .

Assegnazione della tipologia

Il programma provvede ad assegnare a tutti i piani esistenti il tipo di default. Per cambiare tale assegnazione è sufficiente cliccare due volte sulla casella relativa al piano voluto nella colonna "Tipologia".

A questo punto compare la maschera di gestione delle tipologie presenti nel database dei solai. Per aggiungere un ulteriore tipo, aggiungere una riga alla tabella utilizzando il seguente tasto:



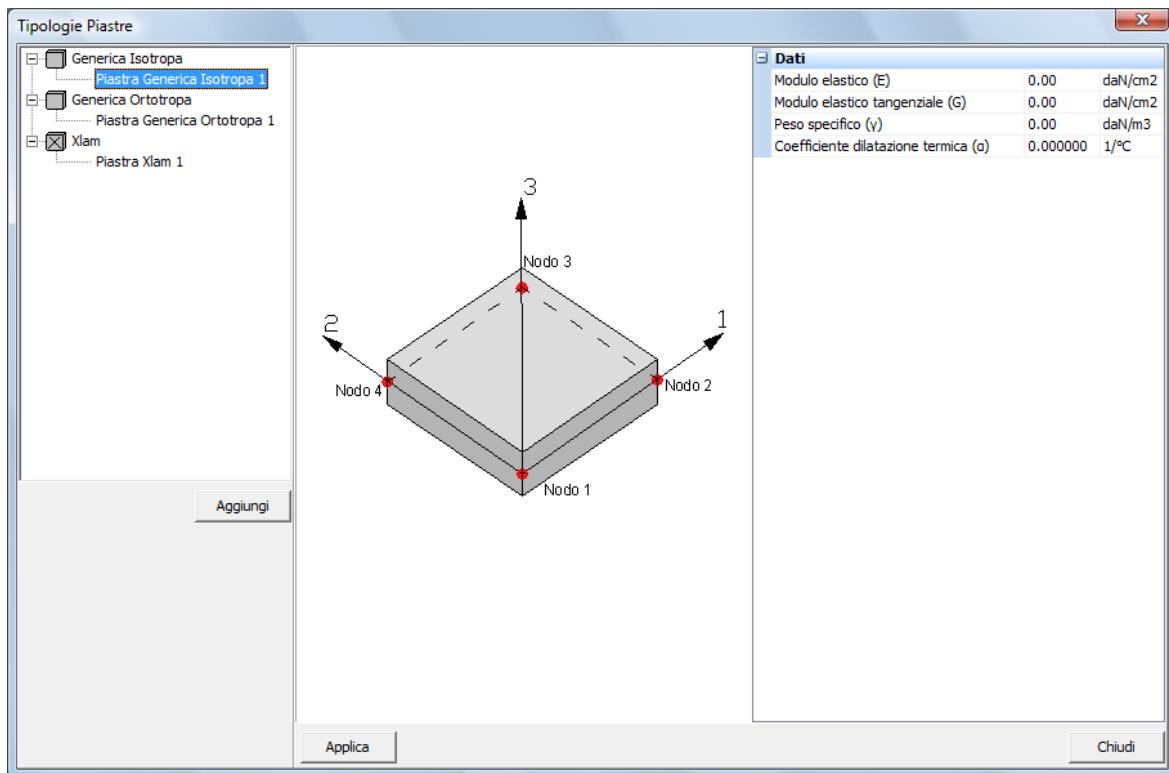
A questo punto è possibile ripetere l'operazione cliccando sul campo "tipologia".

Per creare una nuova tipologia senza assegnarla, lo stesso ambiente Editor può essere richiamato dalla seguente icona:



1.2.2.7 Tipologie Piastre

Consente di definire le tipologie di tipo avanzato per gli elementi bidimensionali da associare a pareti e piastre. Alla pressione del tasto corrispondente viene visualizzata il seguente ambiente:



Le tipologie presenti, con i rispettivi campi di input sono le seguenti:

- **Piastra generica isotropa**
 - Modulo elastico (E) [daN/cm²]
 - Modulo elastico tangenziale (G) [daN/cm²]
 - Peso specifico (γ) [daN/m³]
 - Coefficiente dilatazione termica (α) [1/°C]
- **Piastra generica ortotropa**
 - Modulo elastico Dir.1 (E) [daN/cm²]
 - Modulo elastico Dir.2 (E) [daN/cm²]
 - Modulo elastico tangenziale piani 1-2, 1-3, 2-3 (G) [daN/cm²]
 - Modulo Poisson piano 1-2
 - Peso specifico (γ) [daN/m³]
 - Coefficiente dilatazione termica Dir.1 (α) [1/°C]
 - Coefficiente dilatazione termica Dir.2 (α) [1/°C]
- **Xlam**
 - Numero strati (valore minimo pari a 3)
 - Materiale legno
 - Larghezza lamelle Dir. X [mm]
 - Larghezza lamelle Dir. Y [mm]
 - Spessore n-esimo strato [mm]
 - Orientazione n-esimo strato [°]



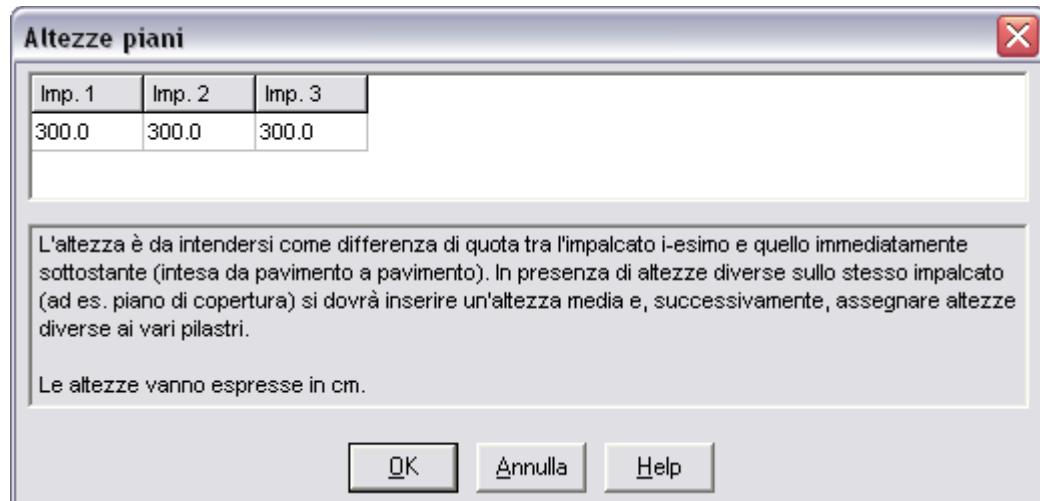
Nel caso di piaste generiche i dati di default risultano azzerati per la completa generalità del problema, per cui se assegnati senza l'inserimento di dati consapevoli e corretti, si potrebbe incorrere in problemi di labilità della soluzione.

La presenza della tipologie Xlam è collegata all'attivazione del modulo **TS2 – Xlam Module** di **SW-Structure**.

1.2.2.8 Altezze piani

Consente di definire **l'altezza dei piani** presenti nella struttura. Il dato è utile ad assegnare le altezze ricorrenti agli elementi verticali della struttura (pilastri e pareti). Risulta ovvio che il dato inserito non condiziona il calcolo né tantomeno la forma della struttura analizzata, in quanto l'altezza può essere variata sui singoli elementi.

Alla pressione del tasto viene visualizzata la seguente schermata:



Per cambiare l'altezza di interpiano cliccare sulla casella relativa al piano voluto e digitare la nuova altezza.

L'altezza è da intendersi come **differenza di quota tra l'impalcato i-esimo e quello immediatamente sottostante** (intesa da pavimento a pavimento). In presenza di altezze diverse sullo stesso impalcato (ad es. piano di copertura) si dovrà inserire un'altezza media e, successivamente, assegnare altezze diverse ai vari pilastri. Le altezze vanno espresse in cm.

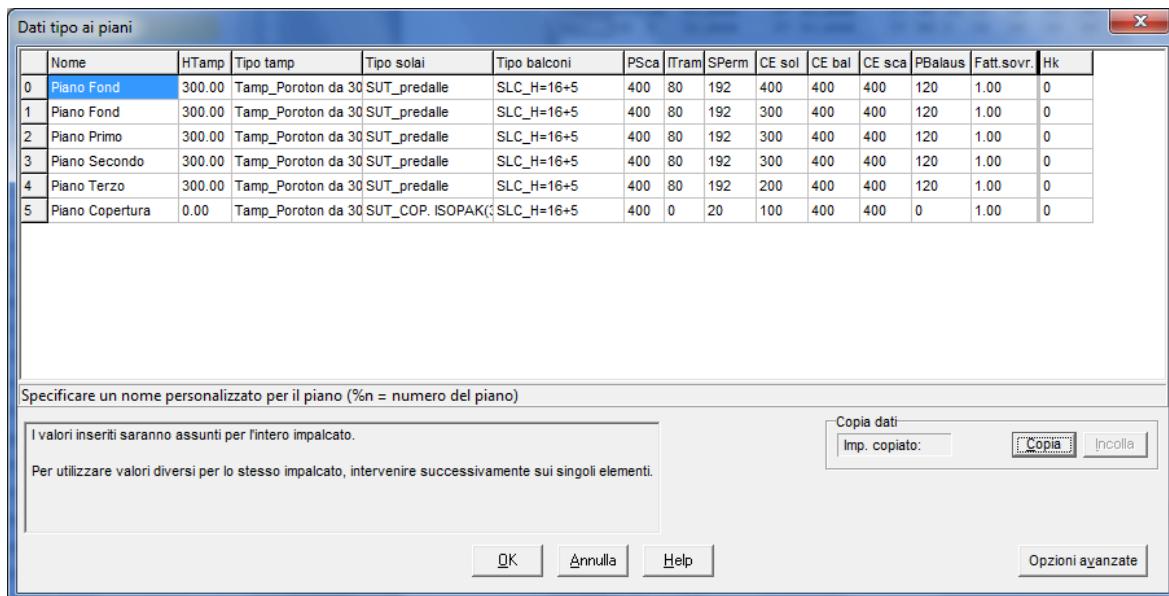
Infine per confermare cliccare su "OK" o per lasciare la maschera senza rendere attive le modifiche cliccare su "Annulla".

Nel caso di impalcati in cui i pilastri sono costituiti da isolatori sismici, l'altezza da inserire è la somma tra l'altezza totale dell'isolatore e l'altezza della trave.

1.2.2.9 Dati tipo ai piani

Consente di definire i carichi relativamente ad ogni piano. Tali valori possono essere variati per ogni pannello all'interno dell'input grafico.

Alla pressione del tasto corrispondente viene visualizzata la seguente maschera:



Per ogni impalcato è possibile definire i carichi agenti sui pannelli o sulle travi della struttura. La griglia della maschera contiene i seguenti campi:

- **Nome:** è il nome da assegnare all'impalcato in relazione e negli esecutivi.
- **HTamp:** altezza effettiva dei muri di tamponamento del piano considerato;
- **TipoTamp:** è la tipologia da assegnare di default ai temponamenti di piano. Dall'input grafico sarà possibile modificare singolarmente la tipologia assegnata al tamponamento;
- **Tipo solai:** è la tipologia da assegnare di default ai solai di piano. Dall'input grafico sarà possibile modificare singolarmente le maglie o i pannelli di solaio;
- **Tipo balconi:** è la tipologia da assegnare di default ai balconi presenti nel piano. Dall'input grafico sarà possibile modificare singolarmente i balconi;
- **PSca:** è il valore per unità di superficie (misurata in m^2 e in direzione orizzontale) dei pannelli di carico identificati come peso proprio della scala;
- **ITram:** è il valore rappresentativo della distribuzione media delle tramezzature per unità di superficie (misurata in m^2 e in direzione orizzontale);
- **SPerm:** è il valore per unità di superficie (misurata in m^2 e in direzione orizzontale) del peso di elementi portati (pavimenti, massetti, controsoffitti, ecc.) dalla struttura considerata (solai, balconi e scale);
- **CE Sol:** è il valore per unità di superficie (misurata in m^2 e in direzione orizzontale) del carico d'esercizio (definito dalla normativa) agente sui solai. Per default sono riportati i valori prescritti dal D. M. 16 Gennaio 1996;
- **CE Bal:** è il valore per unità di superficie (misurata in m^2 e in direzione orizzontale) del carico d'esercizio (definito dalla normativa) agente sui balconi. Per default sono riportati i valori prescritti dal D. M. 16 Gennaio 1996;
- **CE Sca:** è il valore per unità di superficie (misurata in m^2 e in direzione orizzontale) del carico d'esercizio (definito dalla normativa) agente sulle scale. Per default sono riportati i valori prescritti dal D. M. 16 Gennaio 1996;

- **PBalaustra:** è il valore per unità di lunghezza (misurata in m) del peso dalla balaustra (o parapetti) da utilizzare per i balconi (definito dalla normativa);
- **Fatt. sovr.:** fattore di sovraresistenza per elementi verticali. Definito nelle NTC del 2008 al punto 7.2.3 per tenere conto ed esempio di piani con pilotis;
- **Hk:** Carico orizzontale lineare variabile, definito nel punto 3.1.4.1 delle NTC del 2008, applicato per le verifiche dei tamponamenti ad 1.2 m dall'estradosso delle travi.
- **Fi:** è il coefficiente moltiplicativo dei carichi accidentali definito al punto 3.3 dell'Ordinanza 3274 del 20/3/2003 pubblicata nella G. U. n. 105 dell'8/5/2003 (Tabella 3.5) e per l'Eurocodice 2:2005;
- **s:** aliquota sismica dei carichi variabili secondo il D. M. 16 Gennaio 1996. Il campo non è presente se si utilizzano le altre normative.

Nel caso in cui si dovessero utilizzare valori diversi per lo stesso impalcato, intervenire successivamente sulle singole travi attraverso l'"Input grafico".

È possibile copiare le caratteristiche di un intero impalcato selezionando una cella della colonna da copiare, cliccare sul pulsante "Copia". Il contatore del numero di impalcato verrà aggiornato al valore corrente. Per scegliere l'impalcato di destinazione cliccare su una cella qualsiasi corrispondente alla colonna dell'impalcato voluto e cliccare sul pulsante "incolla".

Opzioni Avanzate

La coppia torcente trasferita a travi e pareti può essere considerata secondo vari modelli. Alla pressione del tasto "Avanzate" viene visualizzata la seguente maschera:



La scelta del modello da utilizzare per il momento torcente di trasporto ricade nei seguenti:

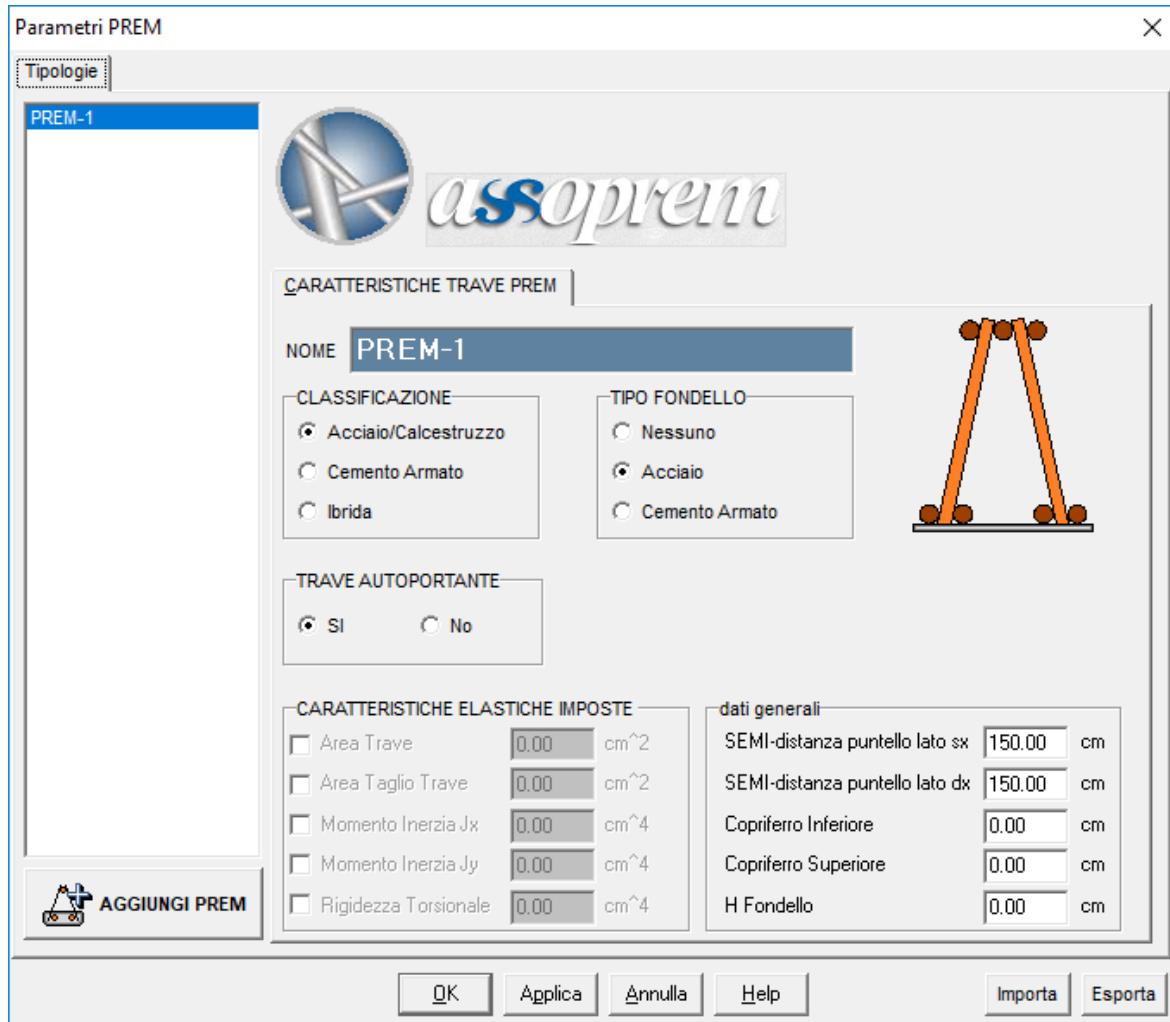
- **Mensola:** il pannello di carico viene trasferito considerando lo schema a mensola;
- **Incastro:** il pannello di carico viene trasferito considerando lo schema incastro-incastro;
- **Personalizzato:** il pannello di carico viene trasferito secondo un valore cedevole della rigidità di vincolo;
- **Trascura:** Non considera alcun valore della coppia torcente trasmessa.

Inoltre è possibile rendere automatico il calcolo della forma del tamponamento spuntando il campo "Calcolo automatico". In tal caso FaTAe, in funzione della geometria della struttura, calcolerà automaticamente il carico relativo ai muri di tamponamento.

Per uscire dalla maschera senza rendere effettive le modifiche cliccare su “Annulla” altrimenti sul pulsante “OK”.

1.2.2.10 Tipologie PREM

La definizione delle tipologie PREM di travi in acciaio-calcestruzzo avviene mediante l'utilizzo del seguente ambiente di inserimento dei dati:



Si rimanda al [Capitolo 5](#) per la spiegazione delle varie funzionalità.

1.2.2.11 Input Grafico

È l'ambiente atto alla definizione per impalcati della struttura. Per la sua complessità (anche se l'uso non porta a particolari difficoltà) verrà approfondito nel relativo capitolo “*L'Input Grafico*”.

1.2.2.12 Modellazione 3D

È l'ambiente atto alla definizione tridimensionale della struttura per l'inserimento di nodi, aste, carichi, vincoli, molle, ecc. Come per l'Input Grafico, anch'esso verrà approfondito nel relativo capitolo “*Modellazione 3D*”.

1.2.2.13 Definizione carichi neve e vento

Consente la definizione dei dati aggiuntivi per l'elaborazione automatica dei carichi da neve e/o vento. Cliccando sul pulsante verrà visualizzato l'apposito ambiente di gestione dei dati, descritto nell'apposito paragrafo ([Input definizione neve e/o vento](#)).

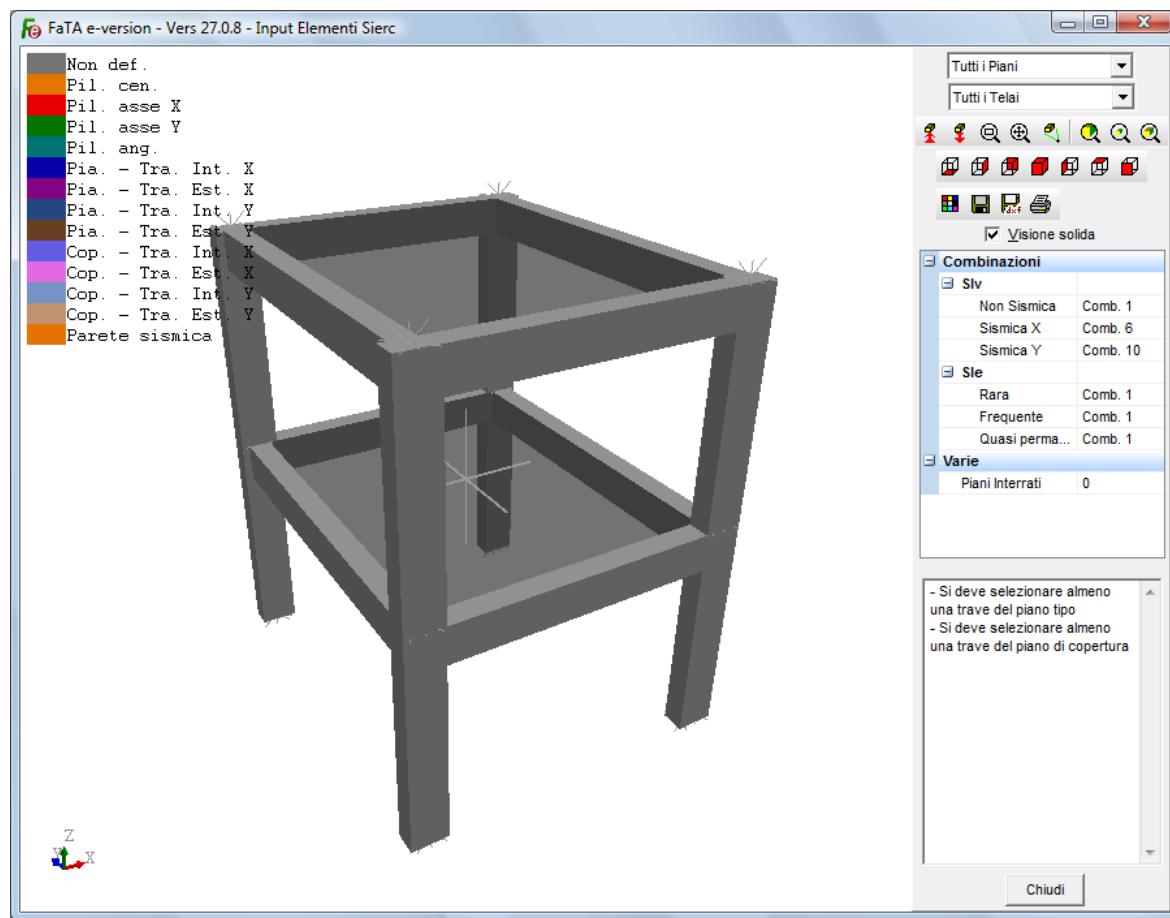
1.2.2.14 Importa ferri progettati

Converte le armature progettate da FaTA-e in armature di input assegnate agli elementi. La funzione è utile per l'utilizzo con PGA e analisi statica non lineare.

1.2.2.15 Input elementi SI-ERC

Consente la definizione degli elementi "campione" di riferimento per la compilazione dei dati richiesti dal sistema informativo SI-ERC della Regione Calabria.

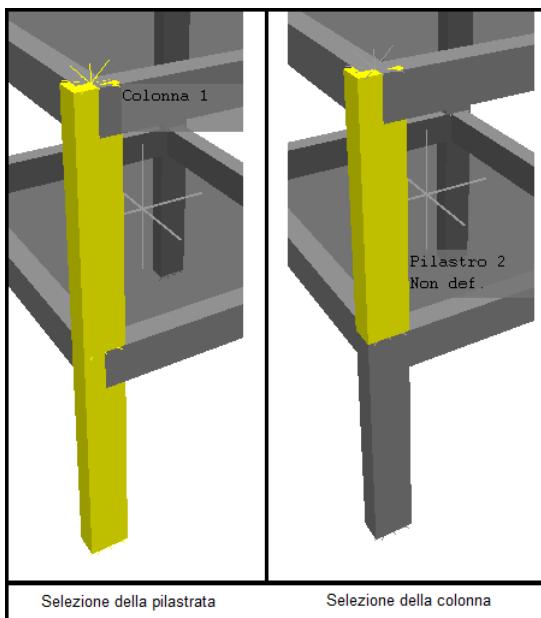
Al click dell'apposito comando viene visualizzato il seguente ambiente di gestione:



La definizione delle colonne può avvenire secondo due diverse modalità:

- Pilastrate;
- Singole colonne.

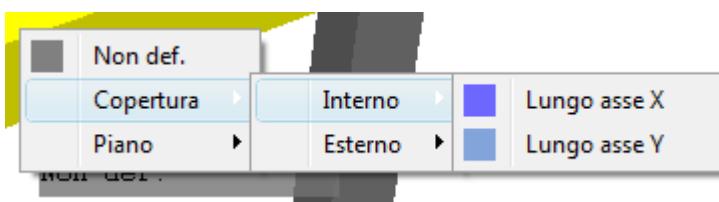
La selezione della pilastrata avviene cliccando sui nodi mentre la definizione sugli elementi avviene cliccando sugli elementi:



Dopo la selezione verrà visualizzato un menu di scelta rapida, utile alla definizione dei vari tipi di elementi classificati compatibilmente alle indicazioni riportate nel sistema SI-ERC:



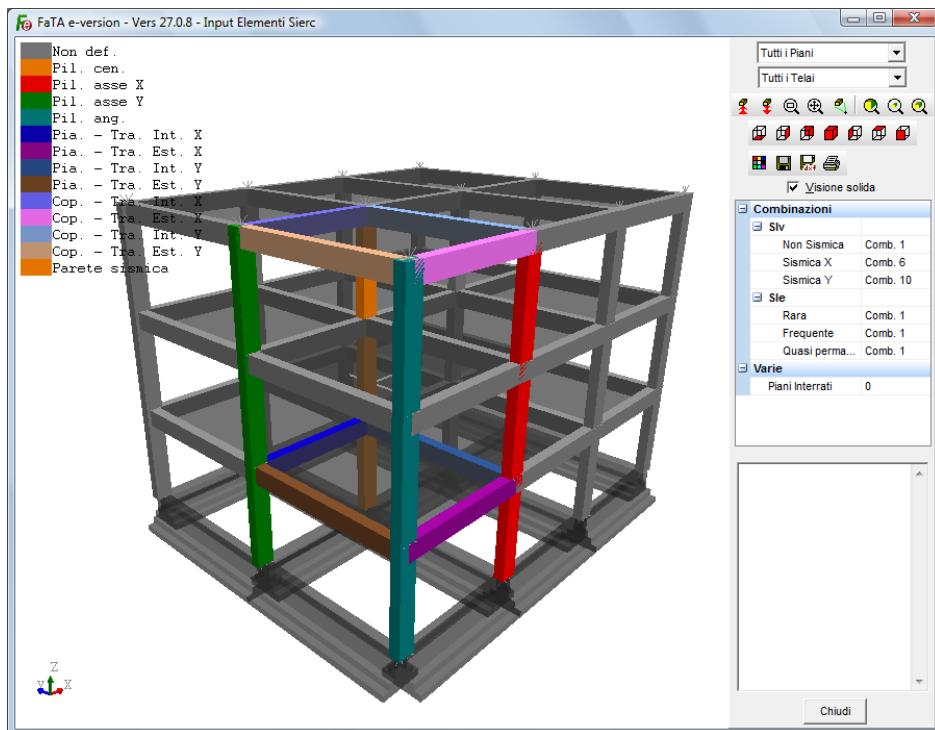
Un sistema analogo è presente per la definizione delle travi. Il menu visualizzato è il seguente:



E' importante notare che per le travi il sistema richiede:

- la differenziazione tra la copertura ed un altro piano;
- la differenziazione tra interno ed esterno;
- la differenziazione dei due assi X e Y.

Si riporta un esempio completo di definizione dei vari elementi:



! Le operazioni di selezione non sono controllate da procedure automatiche. Il criterio di definizione degli elementi rimane totalmente libero alle scelte dell'utente al fine di soddisfare le impostazioni del sistema informativo SI-ERC.

Nello stesso ambiente deve essere effettuata la selezione delle combinazioni “campione”, per i vari stati limite analizzati, richieste dal sistema:

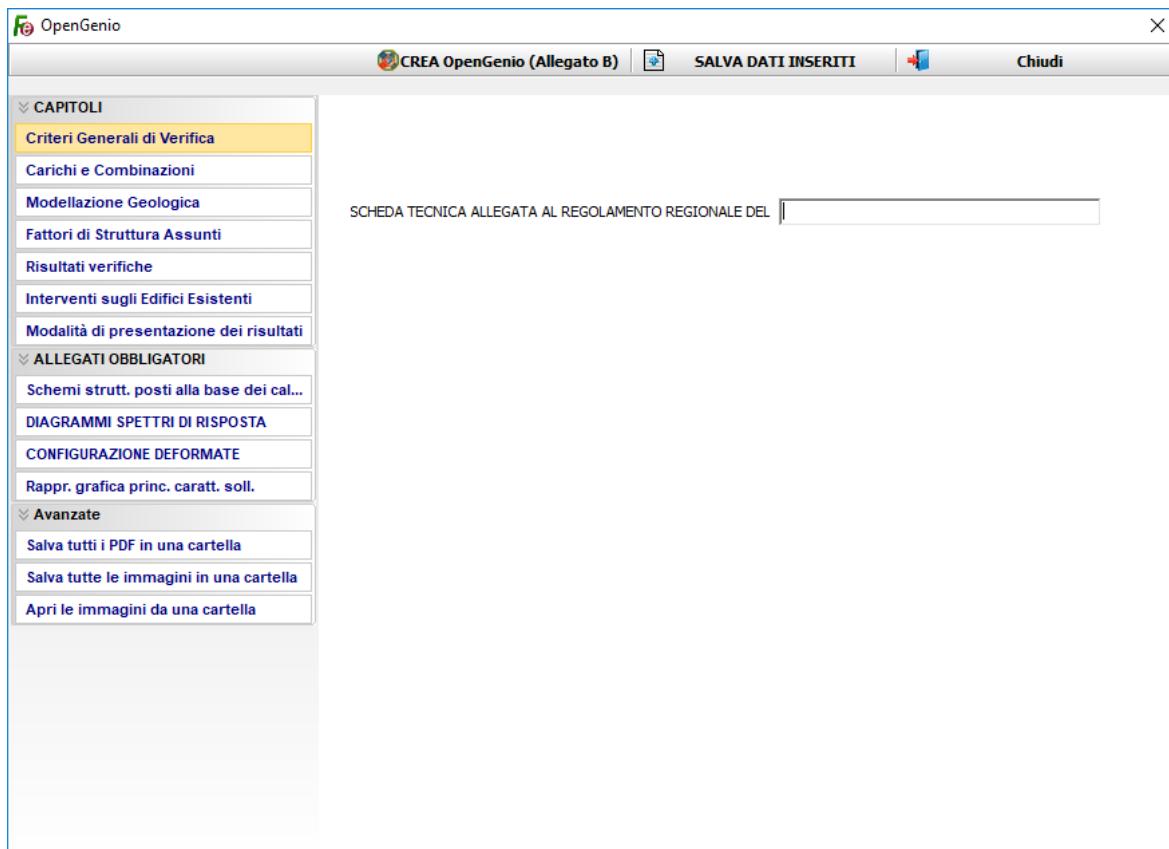
Combinazioni	
Slv	
Non Sismica	Comb. 1
Sismica X	Comb. 6
Sismica Y	Comb. 10
Varie	
Piani Interrati	0

Il numero di piani interrati viene proposto in automatico dal software in base alla definizione fornita dall'applicazione SI-ERC. L'utente può in ogni caso modificare il dato a propria discrezione.

1.2.2.16 Input OpenGenio (Allegato B)

Consente la definizione dei dati aggiuntivi per la compilazione dell'allegato B richiesto dal sistema informativo S.I.T.A.S. della Regione Lazio.

Al click dell'apposito comando viene visualizzato il seguente ambiente di gestione:



Il software elabora automaticamente l'allegato. A tal fine è necessario introdurre ulteriori dati non presenti nel calcolo o di difficile interpretazione automatica.

Il software provvede ad attivare solo i campi indispensabili, in base al tipo di struttura analizzata. Dopo aver completato l'operazione è possibile effettuare una delle seguenti operazioni:

- Creare l'allegato mediante il pulsante **CREA OpenGenio (Allegato B)**
- Salvare i dati inseriti **SALVA DATI INSERITI**
- Uscire dalla procedura **CHIUDI**



I dati salvati non verranno azzerati in caso di nuova elaborazione di calcolo e verifiche. Si ricorda che, data la generalità e l'ampia casistica del problema, il controllo da parte dell'utente della scheda è necessario e indispensabile.

1.2.2.17 Input elementi SISMI.CA

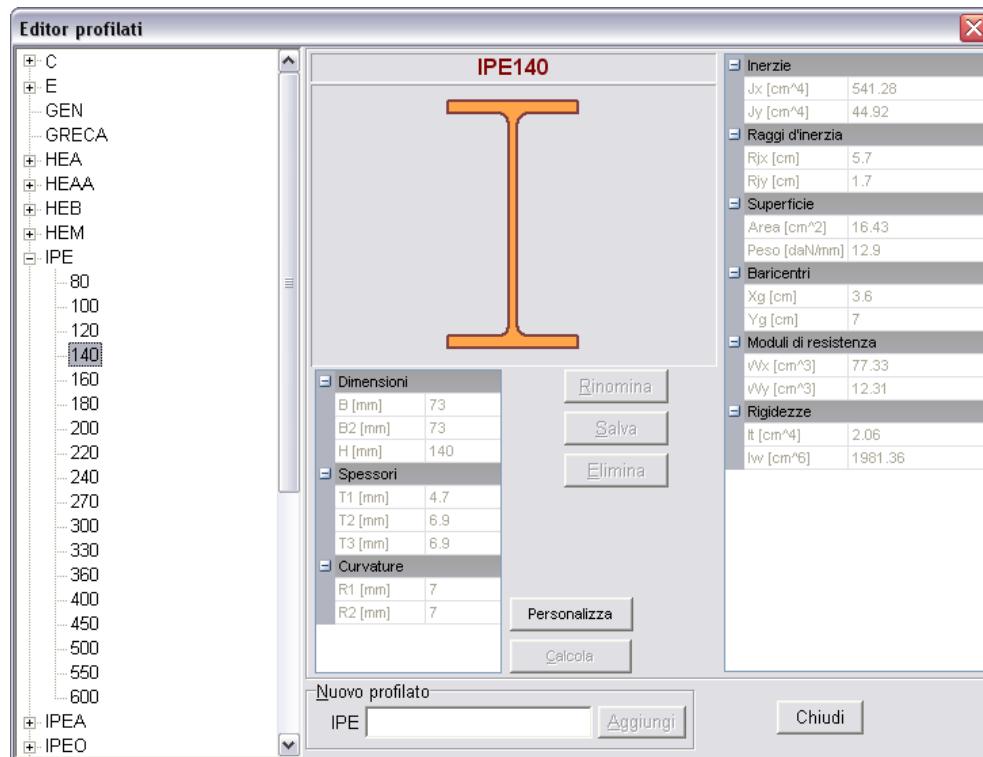
Consente la definizione dei telai e dei dati utili all'esportazione per la procedura di presentazione dei progetti al Servizio Tecnico della Regione Calabria mediante la procedura SISMI.CA. Per l'approfondimento del funzionamento della procedura si rimanda all'apposita documentazione del modulo **SISMI.CA Compiler**.

1.2.2.18 Visione 3D

Visualizza la struttura in formato tridimensionale. È un'ambiente richiamato in più fasi dell'input. Si rimanda al capitolo **"L'Input Grafico"** per la trattazione completa della schermata.

1.2.2.19 Editor profilati

Consente di creare o modificare i profilati contenuti nel "database Profilati". Alla pressione del tasto corrispondente viene visualizzata la seguente schermata:



Nel database è presente un vasto elenco di sezioni fornite dai produttori, alle quali è possibile aggiungere ulteriori sezioni tra i tipi presenti o modificare, rinominare e cancellare le sezioni esistenti.

L'applicativo "Editor profilati" consente il calcolo delle grandezze geometriche ed elastiche dei profilati. In particolare il calcolo riguarda:

- **Momenti di Inerzia** rispetto agli assi locali x e y;
- **Raggi di Inerzia** rispetto agli assi locali x e y;
- **Momenti di Inerzia** rispetto agli assi principali d'inerzia (A.P.I.);
- **Raggi di Inerzia** rispetto agli assi principali d'inerzia (A.P.I.);
- **Area** della sezione;
- **Peso** al metro lineare del profilato;
- **Baricentro** della sezione;
- **Moduli di resistenza** della sezione;
- **Rigidezze**.

La scelta della sezione da visualizzare avviene con lo scema ad albero presente sulla parte sinistra della maschera. Il database è gestito secondo la codifica standard riconosciuta nel campo delle strutture in acciaio ed utilizza come unità di misura il mm.

Il funzionamento dell'applicativo "Editor profilati" è subordinato alla presenza del file, posizionato nella cartella in cui è presente l'eseguibile di FaTA-e, chiamato "Profilati.pro". Il danneggiamento o la rimozione del file predetto, porta al non funzionamento dell'ambiente di Editor, che viene manifestato attraverso il messaggio di errore "File not found".

Aggiungere un nuovo profilato

Per aggiungere un nuovo profilato tra i tipi presenti sono necessarie poche fasi. A titolo didattico creiamo una sezione di tipo "L" di dimensioni 85 x 65 mm di spessore pari a 15 mm:

1. Posizionarsi nello schema ad albero in corrispondenza del tipo voluto (ad esempio "L");
2. Digitare nel campo "Nome" di "Nuovo profilato" il codice aggiuntivo indicativo della dimensione (ad esempio 85x65x15) e cliccare su aggiungi;
3. Riempire tutti i campi relativi alla dimensione e cliccare su "Calcola" per calcolare le grandezze elastiche e geometriche della sezione;
4. Cliccare su "Salva" per aggiungere definitivamente la sezione al file di database del profilatario.

Rinominare un profilato esistente

Per rinominare un profilato già presente nel database:

1. Sceglierlo attraverso lo schema ad albero;
2. Cliccare sul tasto "Rinomina" in modo da far comparire la finestra di editing del nome.
3. Cliccare su "OK" per confermare il nuovo nome immesso o su "Cancel" per ritornare alla scermata senza effettuare la modifica.

Come evidenziato dal programma, un eventuale cambiamento di nome porta FaTA-e a non ritrovare negli archivi già creati la tipologia inserita, per cui la procedura di rinomina è da effettuare solo se la tipologia modificata non è stata precedentemente utilizzata.

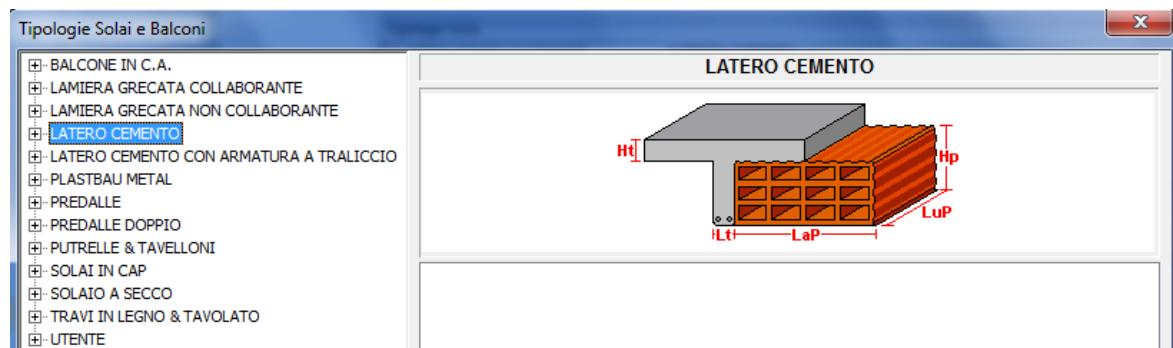
Cancellare un profilato esistente

Per eliminare un profilato esistente, una volta selezionato dallo schema ad albero, cliccare su "Elimina". La tipologia scomparirà dal file di database.

1.2.2.20 Editor tipologie solai e balconi

Consente di creare i tipi di solaio contenuti nel "database Solai".

Come già descritto, in FaTAe è possibile introdurre nuove tipologie di solaio da associare ai piani. L'ambiente in cui ciò può essere fatto è il seguente:



Sul lato sinistro della maschera è presente lo schema ad albero delle tipologie presenti, da cui è possibile visionare i dati correnti associati ai vari tipi.

I tipi presenti sono:

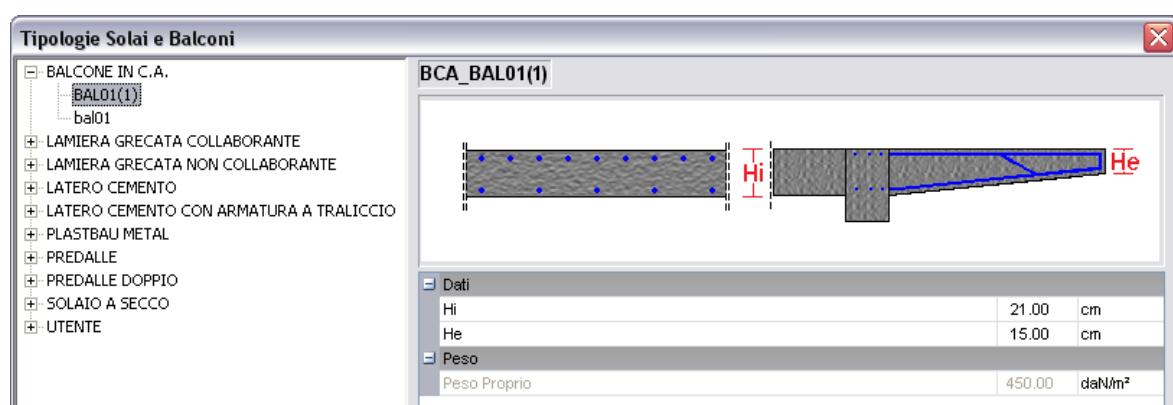
- **Balcone pieno in c.a.**
- **Lamiera grecata collaborante;**
- **Lamiera grecata non collaborante;**
- **Latero – cemento;**
- **Latero – cemento con armatura a traliccio;**
- **Plastbau metal;**
- **Predalle;**
- **Putrelle e tavelloni**
- **Predalle doppio;**
- **Solaio a secco;**
- **Travi in legno e tavolato**

In aggiunta ai tipi indicati è possibile introdurre il tipo **Utente**, in cui è possibile definire il peso e l'interasse delle travi.

Il funzionamento dell'applicativo "Editor tipologie solai" è subordinato alla presenza dei file, posizionati nella cartella in cui è presente l'eseguibile di FaTA-e, chiamati "TipoSolai.pro" e "TipoSolaiUtente.pro". Il danneggiamento o la rimozione dei file predetti, porta alla perdita delle tipologie precedentemente create.

Balconi pieni in c.a.

I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:



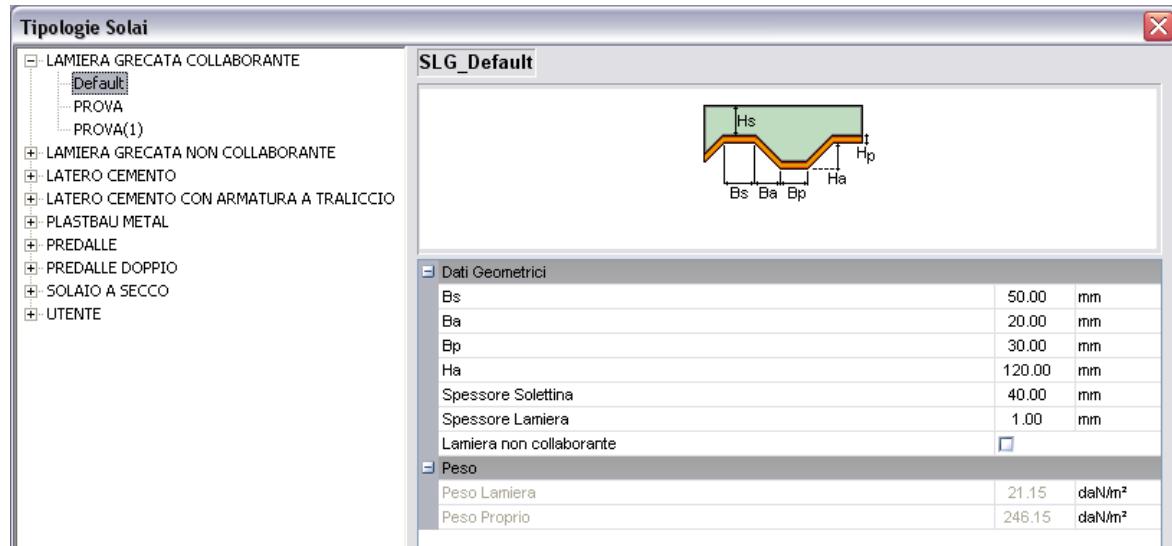
Le Caratteristiche del balcone sono le seguenti:

- **Hi**: Spessore interno del balcone;
- **He**: Spessore esterno del balcone;

Questa tipologia sarà disponibile solo per i balconi. Il calcolo di solai pieni in c.a. viene effettuato con l'introduzione di piastre.

Solai in "lamiera grecata"

I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:

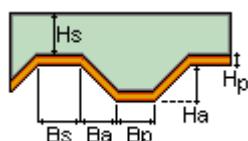


Le Caratteristiche del solaio sono le seguenti:

- **Hs**: Spessore della soletta in calcestruzzo;
- **Bs**: Base superiore della greca;
- **Ba**: Lunghezza orizzontale tratto inclinato della greca;
- **Bp**: Base inferiore della greca;
- **Ha**: Altezza della greca;
- **Hp**: Spessore della greca.

Il parametro "Lamiera non collaborante" consente di non considerare la collaborazione della lamiera, la quale viene considerata come cassero per la parte in calcestruzzo.

I dati geometrici della sezione resistente del solaio sono desumibili dalla figura di seguito sotto riportata:

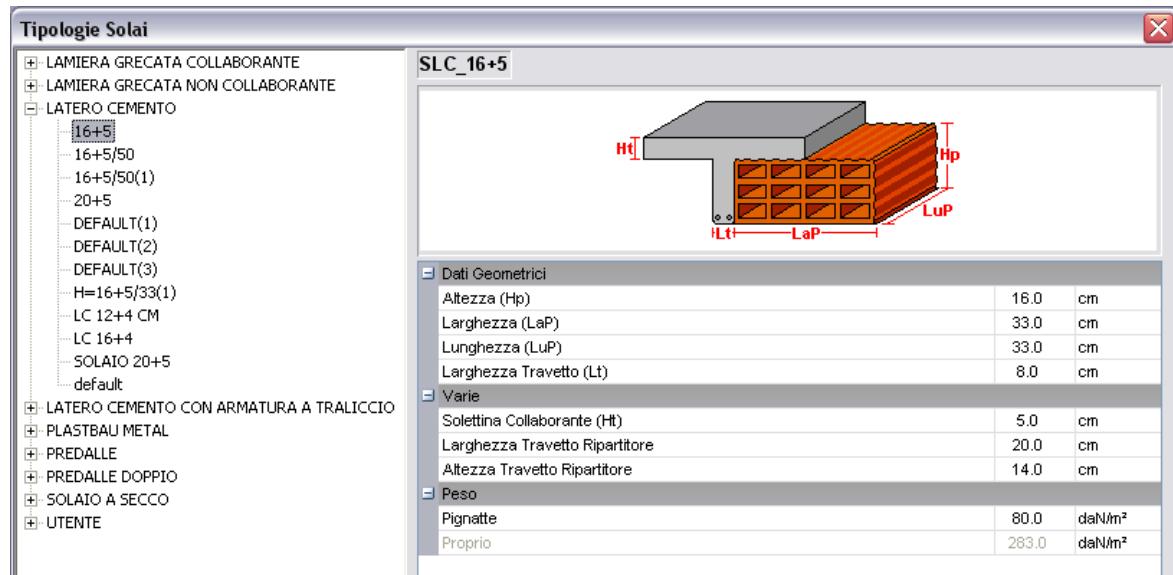


Il peso proprio del solaio viene calcolato automaticamente dal programma, il quale richiede anche il peso per unità di superficie della lamiera grecata.

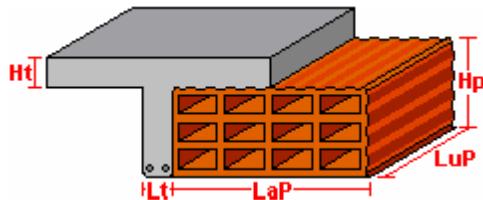
Le caratteristiche dei materiali vengono definite al momento dell'utilizzo nell'ambiente "Tipologie solai".

Solai in “Latero-cemento”

I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:



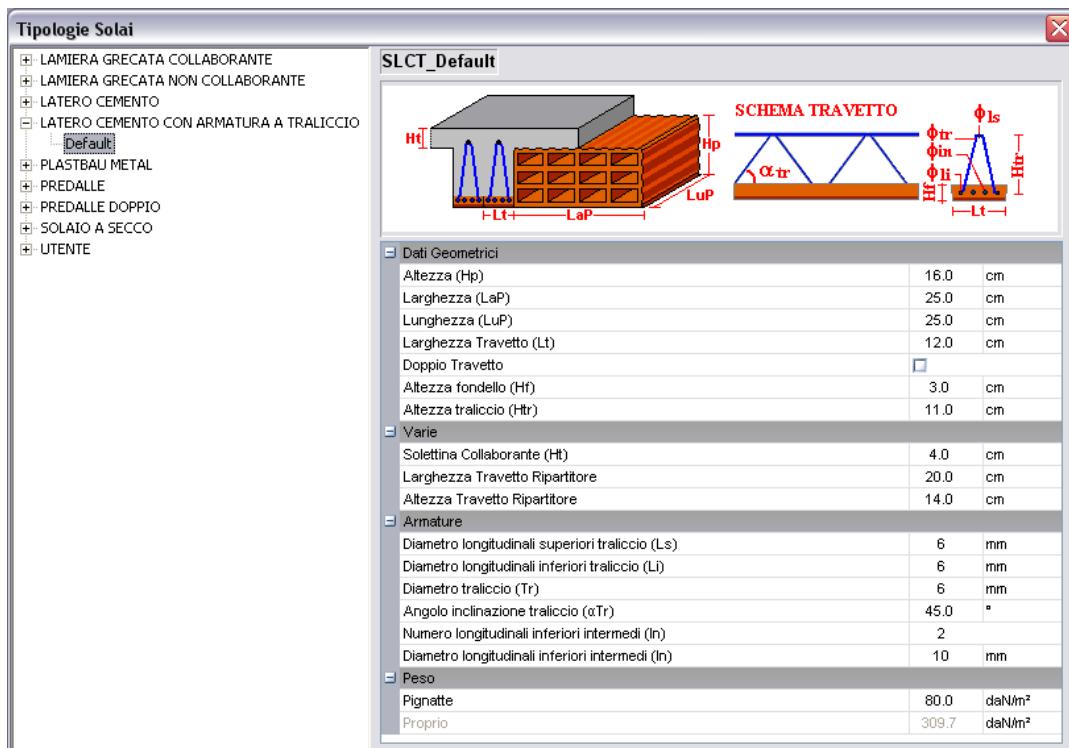
I dati geometrici della sezione resistente del solaio sono desumibili dalla figura di seguito sotto riportata:



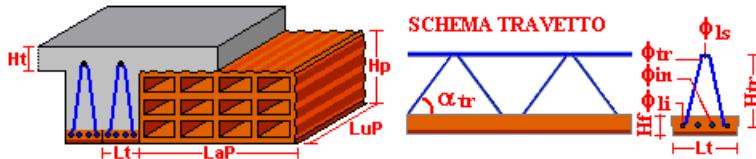
Per questa tipologia è possibile introdurre i travetti ripartitori che vengono automaticamente introdotti quando la luce del singolo solaio supera i 5 m. L'altro paramentro definibile in questo frame è l'altezza della soletta collaborante (Ht). Il peso proprio del solaio viene calcolato automaticamente dal programma, il quale richiede anche il peso per unità di superficie relativo alle pignatte.

Solai in “Latero-cemento con traliccio”

I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:



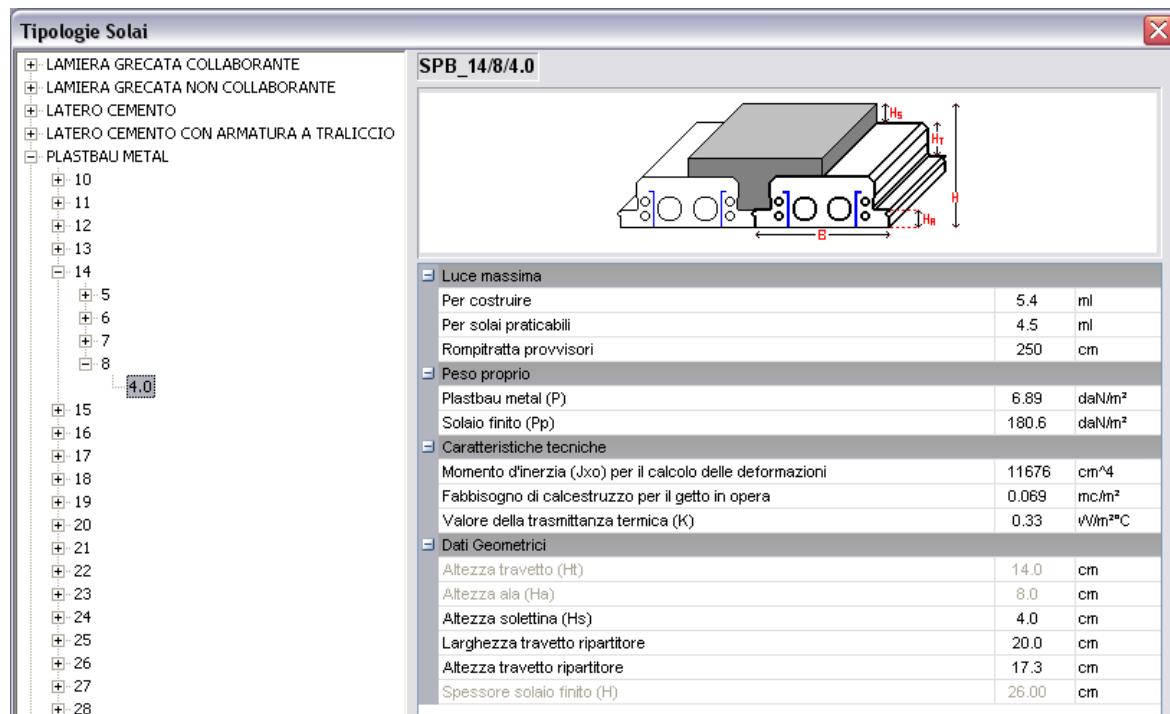
I dati geometrici della sezione resistente del solaio sono desumibili dalla figura di seguito sotto riportata:



Il peso proprio del solaio viene calcolato automaticamente dal programma, il quale richiede anche il peso per unità di superficie relativo alle pignatte.

Solai Plastbau metal

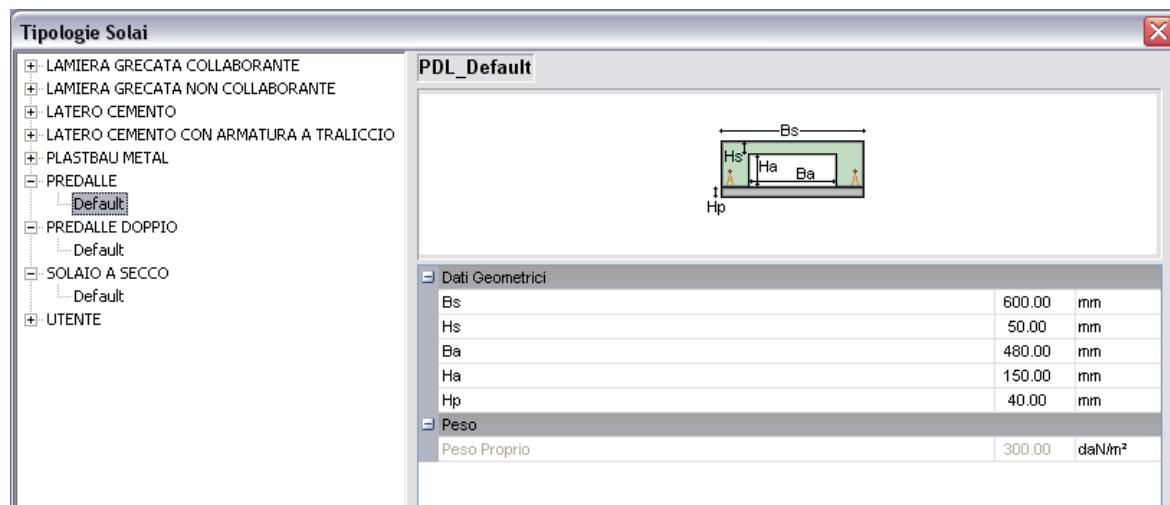
Le caratteristiche dei solai Plastbau metal sono descritte negli appositi manuali distribuiti dalla casa produttrice. Per cui si rimanda alla documentazione tecnica fornita dall'azienda produttrice.



I dati inseriti sono riferiti a cataloghi presenti in commercio,

Solai "Predalle"

I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:

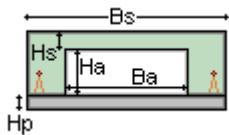


Le Caratteristiche del solaio sono le seguenti:

- **Hs:** Spessore della soffittina in calcestruzzo;
- **Bs:** Interasse delle nervature armate;
- **Ba:** Larghezza del materiale di allegerimento;

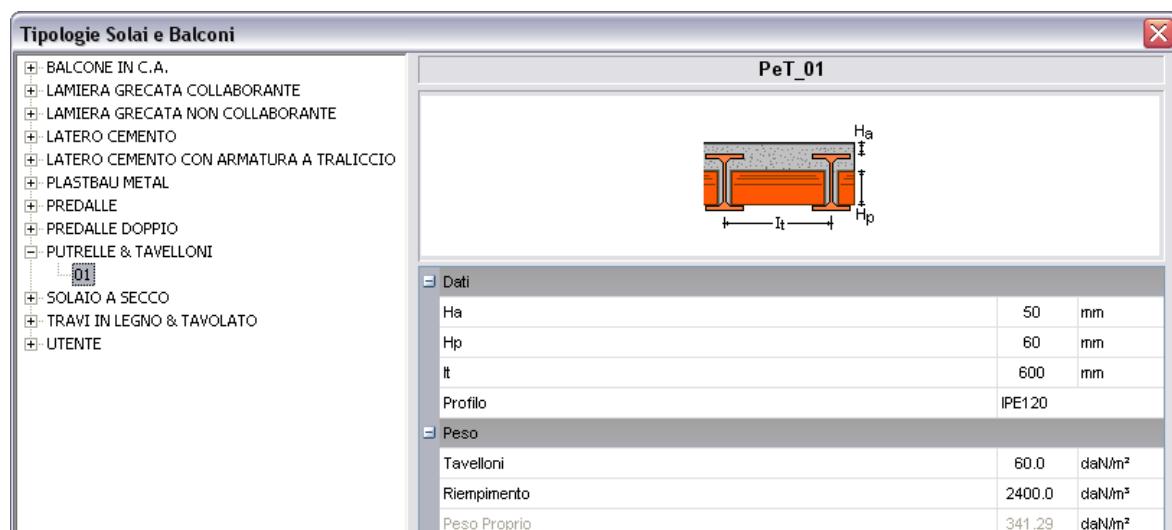
- **Ha**: Altezza del materiale di allegerimento;
- **Hp**: Spessore del pannello prefabbricato.

I dati geometrici della sezione resistente del solaio sono desumibili dalla figura di seguito sotto riportata:



Solai "Putrelle e tavelloni"

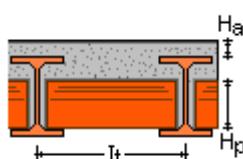
I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:



Le Caratteristiche del solaio sono le seguenti:

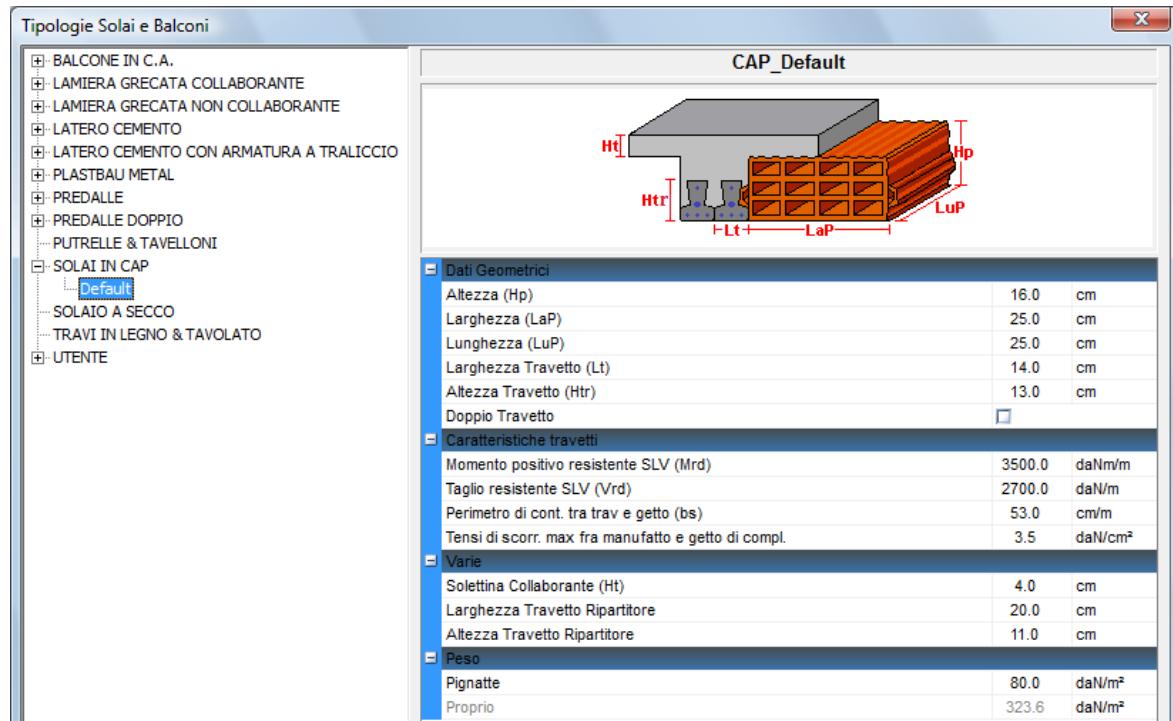
- **Ha**: Spessore della soletta sulle travi;
- **H_p**: Altezza dei tavelloni;
- **I_t**: Interassi delle travi;
- **Profilo**: Sezione del profilato delle travi;
- **Tavelloni**: Peso per unità di superficie dei laterizi;
- **Riempimento**: Peso per unità di volume del riempimento.

I dati geometrici della sezione resistente del solaio sono desumibili dalla figura di seguito sotto riportata:

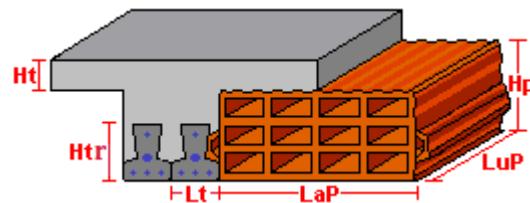


Solai "Solai in CAP"

I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:



I dati geometrici della sezione resistente del solaio sono desumibili dalla figura di seguito sotto riportata:

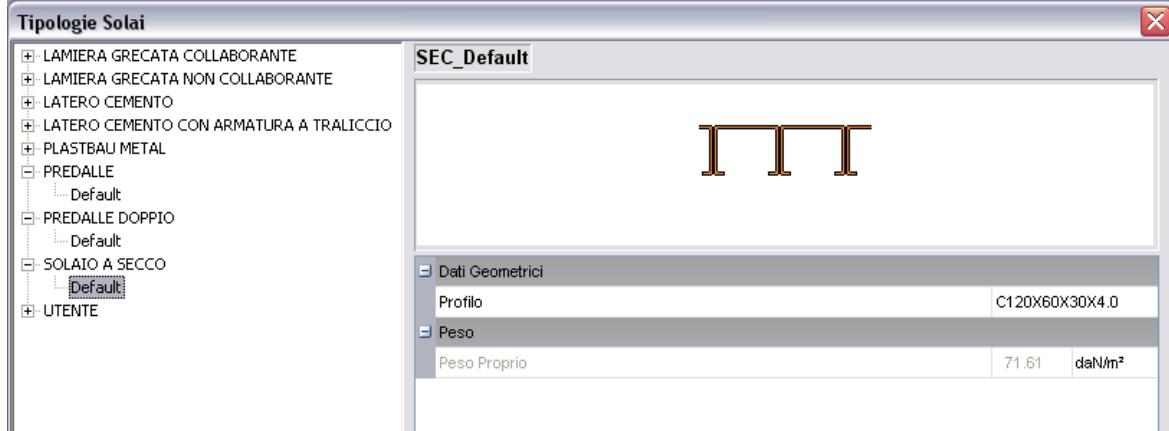


Per questa tipologia è possibile introdurre i travetti ripartitori che vengono automaticamente introdotti quando la luce del singolo solaio supera i 5 m. L'altro paramentro definibile in questo frame è l'altezza della soletta collaborante (Ht).

Il peso proprio del solaio viene calcolato automaticamente dal programma, il quale richiede anche il peso per unità di superficie relativo alle pignatte.

Solai “A secco”

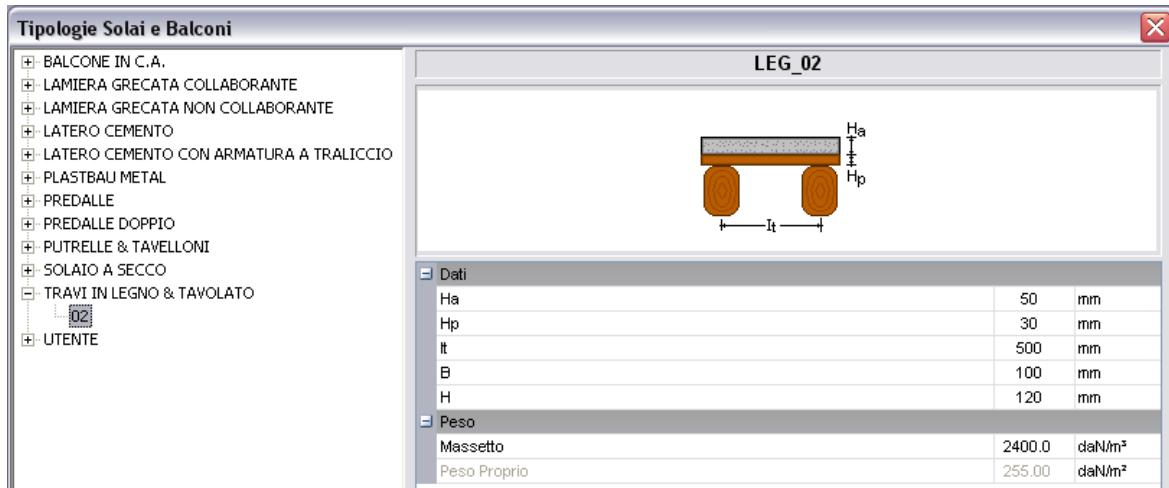
I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:



Il solaio viene definito partendo dal profilo scelto dall'editor profilati. Il calcolo del peso proprio viene effettuato automaticamente dal software.

Solai “Travi in legno e tavolato”

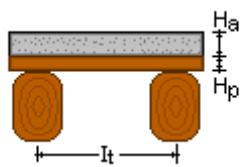
I parametri di tale tipologia possono essere definiti nella seguente schermata:



Le Caratteristiche del solaio sono le seguenti:

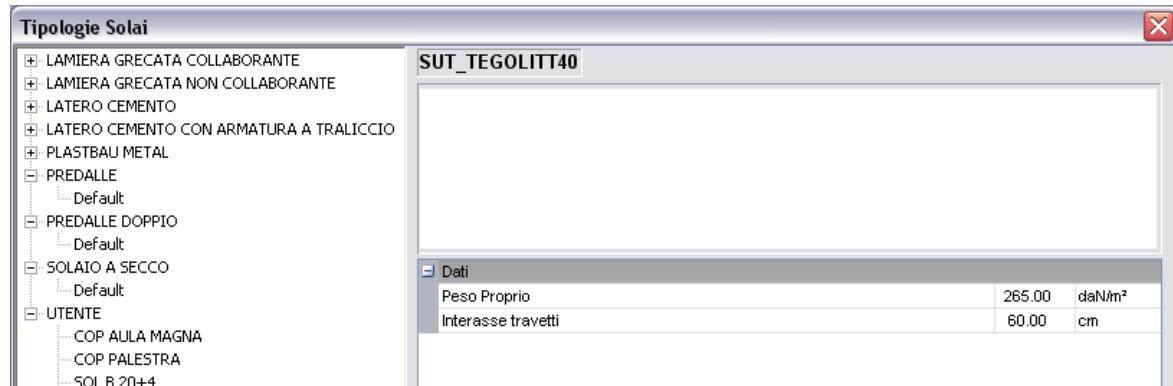
- **Ha:** Spessore del massetto;
- **H_p:** Spessore del tavolato;
- **It:** Interassi delle travi;
- **B:** Base delle travi;
- **H:** Altezze delle travi;
- **Massetto:** Peso per unità di volume del massetto.

I dati geometrici della sezione resistente del solaio sono desumibili dalla figura di seguito sotto riportata:



Solai “Utente”

Nel caso in cui si utilizza un solaio non presente nei tipi descritti è possibile definire il peso e l'interasse, in modo da utilizzare il carico derivante sulla struttura da calcolare.



Aggiungere una nuova tipologia

L'aggiunta di una nuova tipologia è fatta delle seguenti fasi:

1. Introdurre il nome della nuova tipologia;
2. Cliccare su “Aggiungi”;
3. Riempire, in funzione del tipo scelto, la maschera relativa alla tipologia voluta;

Rinominare un tipo esistente

Per rinominare un tipo di solaio già presente nel database:

1. Sceglierlo attraverso lo schema ad albero;
2. Cliccare sul tasto “Rinomina” in modo da far comparire la finestra di editing del nome.
3. Cliccare su “OK” per confermare il nuovo nome immesso o su “Cancel” per ritornare alla scermata senza effettuare la modifica.

Come evidenziato dal programma, un eventuale cambiamento di nome porta FaTA-e a non ritrovare negli archivi già creati la tipologia inserita, per cui la procedura di rinomina è da effettuare solo se la tipologia modificata non è stata precedentemente utilizzata.

Duplicare un tipo esistente

Per duplicare un tipo di solaio già presente nel database:

4. Sceglierlo attraverso lo schema ad albero;
5. Cliccare sul tasto “Duplica” in modo da far comparire la finestra di editing del nome.
6. Cliccare su “OK” per confermare il nuovo nome immesso o su “Cancel” per ritornare alla scermata senza effettuare la modifica.

Come evidenziato dal programma, un eventuale cambiamento di nome porta FaTA-e a non ritrovare negli archivi già creati la tipologia inserita, per cui la procedura di rinomina è da effettuare solo se la tipologia modificata non è stata precedentemente utilizzata.

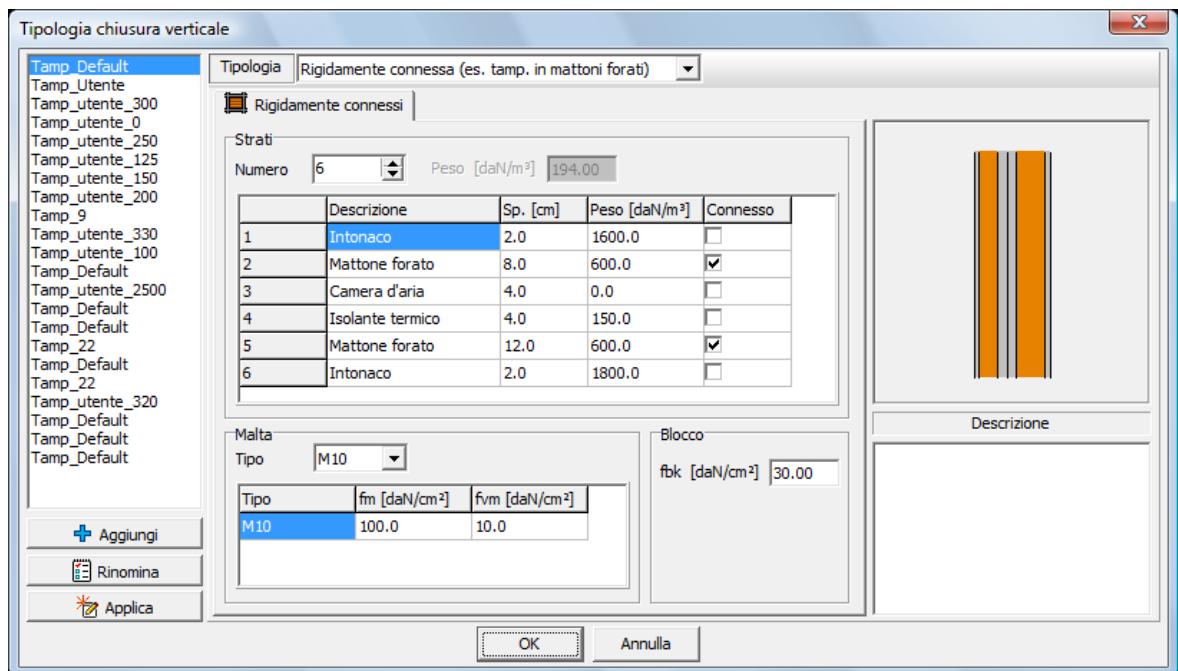
Cancellare un profilato esistente

Per eliminare un tipo di solaio esistente, una volta selezionato dallo schema ad albero, cliccare su "Elimina". La tipologia scomparirà dal file di database una volta confermata la cancellazione.

1.2.2.21 Editor tipologie tamponamenti

Consente di creare i tipi di tamponamento contenuti nel "database Tamponamenti".

Dopo aver cliccato sul pulsante viene visualizzata la seguente maschera di inserimento:



La scelta della tipologia da modificare avviene tramite la lista presente sul lato sinistro del pannello. Dopo aver selezionato il tipo la scelta della tipologia avviene dal menu a tendina posizionata in testa alla maschera. Le tipologie possibili sono:

- **Rigidamente connessa** (es. tamp. in mattoni forati)
- **Utente** (solo per considerarne il peso)

Per la tipologia "Rigidamente connessa" sarà utile definire:

- **Numero** di strati;
- **Descrizione** di ogni strato;
- **Spessore** in cm;
- **Peso** in daN/m³;
- **Connessione** con la struttura.

Utile alla compilazione della relazione di calcolo è la descrizione della chiusura, da inserire nel campo sotto il disegno della sezione.

Il tipo di malta è codificato secondo il paragrafo 11.10.2.1 del DM 14/01/2008, secondo la seguente tabella:

Tabella 11.10.III - Classi di malte a prestazione garantita

Classe	M 2,5	M 5	M 10	M 15	M 20	M d
Resistenza a compressione N/mm ²	2,5	5	10	15	20	d
d è una resistenza a compressione maggiore di 25 N/mm ² dichiarata dal produttore						

La resistenza del blocco, insieme alla definizione della malta, consente di stabilire la resistenza di calcolo.

Per la tipologia "Utente" sarà utile definire il peso in daN/m².

E' possibile aggiungere una tipologia cliccando su



Ogni modifica o conferma di inserimento viene resa effettiva dal pulsante



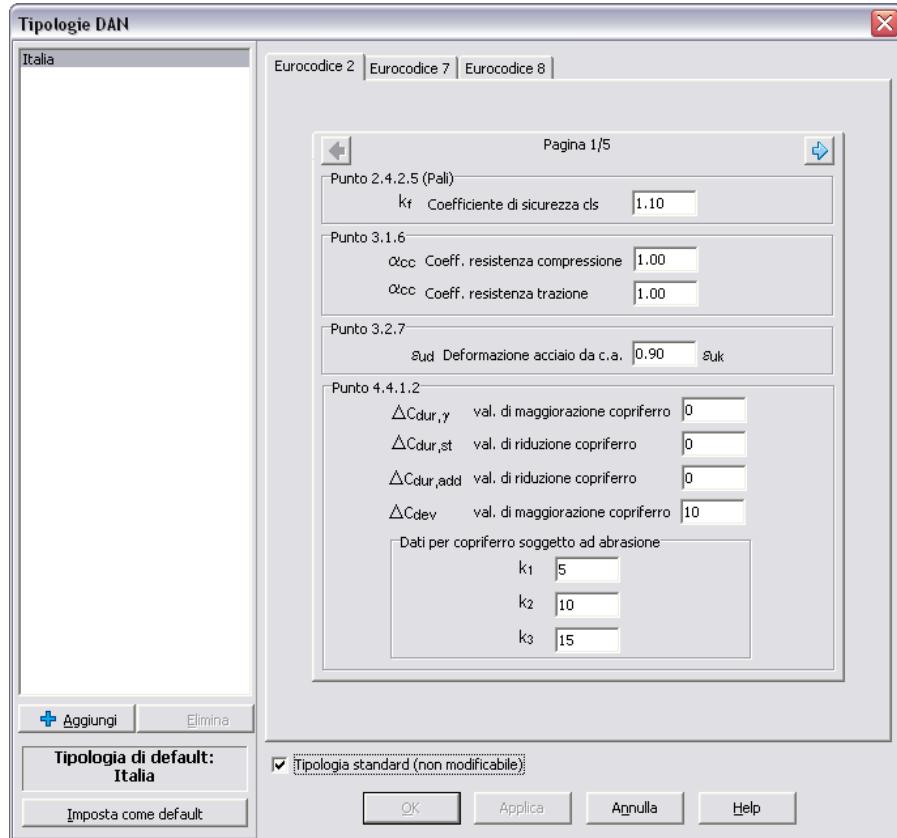
E' possibile importare ed esportare un set di tipologie cliccando sulle seguenti icone:

- Esporta: consente l'esportazione di un set di tipologie creando un file ".vst"
- Importa: consente l'importazione di un set di tipologie caricando un file ".vst" .

In presenza del modulo VSec di *StruSec* è possibile effettuare, in maniera completamente integrata, la verifica all'espulsione dei tamponamenti, altrimenti il tamponamento verrà considerato solo come carico applicato sull'elemento.

1.2.2.17 Tipologie DAN (gestione applicazione nazionale Eurocodici)

Consente di creare nuovi set di impostazioni per adattare ai documenti di applicazione nazionale i coefficienti utilizzati nelle varie fasi di calcolo. La gestione avviene attraverso il seguente ambiente:



Sul lato sinistro della maschera vengono riportate le tipologie create. Una nuova tipologia può essere creata attraverso il pulsante “Aggiungi”. Al click viene richiesto il nome della nuova tipologia, ed una volta modificati i dati voluti, basta confermare con il pulsante “Applica”. Tra tutti i set di coefficienti, la tipologia “Italia” non può essere eliminata. La tipologia di default viene impostata selezionandola dalla lista e cliccando su “Imposta come default”.

Per il significato dei coefficienti si rimanda ai vari paragrafi (riportati sulla maschera) degli Eurocodici menzionati.

1.2.3 Menu Elaborazione.

È il menu relativo alle fasi di elaborazione della struttura corrente in FaTA-e.

Il menu Elaborazione è composto dai seguenti comandi:

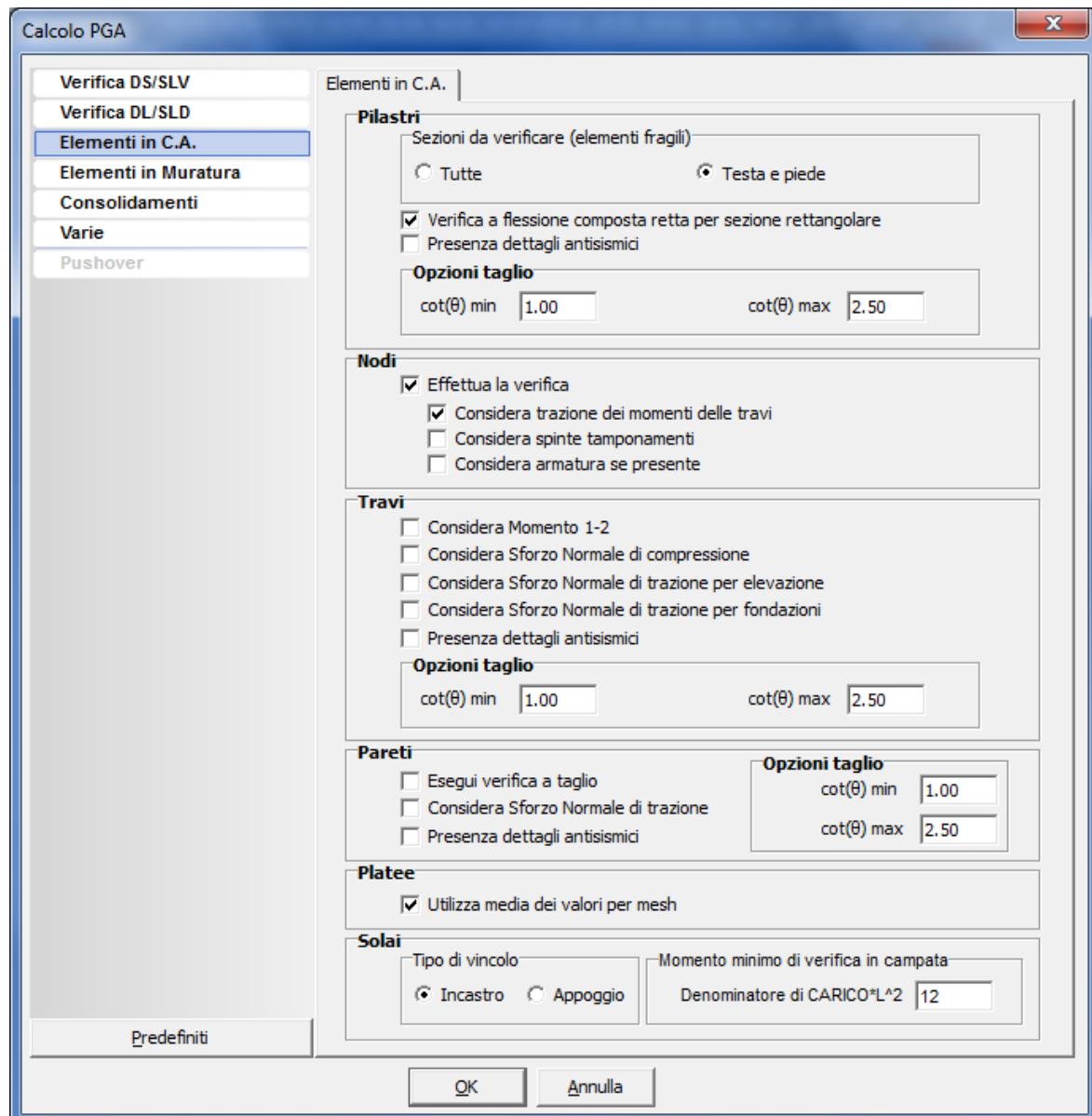
- **Calcolo**
- **Verifiche**
- **Unioni di forza** in acciaio
- **Unioni di forza** (legno e tubolari)

1.2.3.1 Calcolo lineare

Calcolo : Avvia la risoluzione della struttura relativa all'**analisi delle sollecitazioni**. Per i dettagli di modellazione e computazione delle incognite si rimanda al capitolo "Il motore di calcolo".

Calcolo PGA

Nel caso di calcolo della **vulnerabilità sismica (PGA)** sono presenti alcune opzioni aggiuntive contenute nella seguente maschera:



In merito alle verifiche **SLV** (o DS) è possibile intervenire su seguenti parametri:

- **Effettua verifica SLC** : Se selezionato elabora anche la vulnerabilità sismica per lo stato limite di collasso.
- **Verifica tutti gli elementi come "Fragili/Duttili"** : Se selezionato consente di imporre la classificazione degli elementi in funzione della scelta eseguita nel menu a tendina;
- **Metodo classificazione Fragili/Duttili** : Metodo di classificazione per il comportamento degli elementi;
- **Fattore di struttura** : Valori del fattore di struttura differenziato per tipo di elemento;

- **Calcola fattore di struttura differenziato per elementi duttili:** Consente di calcolare il fattore di struttura per elementi duttili in funzione della duttilità a flessione delle sezioni in c.a. (vedi paragrafo dedicato);
- **Struttura regolare:** utilizzato insieme all'opzione precedente in modo da applicare il coefficiente Kr pari a 0.8 nel caso di struttura non regolare;
- **Effettua la verifica di capacità di rotazione alla corda per elementi duttili:** Se selezionato elabora la verifica di capacità di rotazione.

In merito alle verifiche **SLD** (o DL) è possibile intervenire su seguenti parametri:

- **Effettua verifica SLO :** Se selezionato elabora anche la vulnerabilità sismica per lo stato limite di operatività.
- **Effettua verifica SLD Resistenza :** Se selezionato effettua le verifiche SLD in termini di resistenza.
- **Tipo :** Consente di effettuare la verifica secondo le modalità "Impalcato" (controllando le differenze di spostamento diinterpiano) o "Elementi" (effettuando le verifiche di capacità di deformazione);
- **Valore limite :** Consente di impostare il valore limite da utilizzare nel caso di verifica per impalcato.

Per i **pilastri in calcestruzzo armato** sono presenti le seguenti impostazioni:

- **Sezioni da verificare :** Consente di effettuare la verifica in tutte le sezioni o solo in testa e al piede;
- **Verifica sezione composta retta :** Se selezionata effettua la verifica a flessione composta deviata, combinando (con opportune riduzione dei singoli valori resistenti) gli effetti delle verifiche a flessione composta retta per le due direzioni;
- **Presenza dettagli antisismici :** Consente di utilizzare, nel caso di verifica a capacità di deformazione, i coefficienti relativi ai miglioramenti del comportamento duttile. Ad esempio il campo si può spuntare in presenza di staffe efficacemente chiuse.
- **Opzioni taglio :** E' possibile impostare il valore minimo e massimo della cotangente utilizzando il metodo del traliccio variabile.

Per i **nodi in calcestruzzo armato** è possibile:

- **Scegliere se elaborare la verifica;**
- **Considerare le sollecitazioni di trazione** trasmessa dalle travi;
- **Considerare le spinte diagonali** dei tamponamenti
- **Considerare le presenza di staffe** di armatura orizzontale interna al nodo.

In presenza di staffe nel nodo, la verifica effettuata sarà relativa integralmente alle staffe in base alle formule 7.4.11 e 7.4.12 delle NTC 2008, opportunamente adattata considerando l'azione relativa al momento flettente (M / H_{trave}) e al taglio agente sul nodo al posto del prodotto $A_{fs} f_{yd}$. In assenza di staffe viene considerato il solo contributo del calcestruzzo in base alle seguenti formule:

- per la resistenza a trazione:

$$\sigma_{nt} = \left| \frac{N}{2A_g} - \sqrt{\left(\frac{N}{2A_g} \right)^2 + \left(\frac{V_n}{A_g} \right)^2} \right| \leq 0,3\sqrt{f_c} \quad (f_c \text{ in MPa}) \quad (8.7.2.2)$$

- per la resistenza a compressione:

$$\sigma_{nc} = \frac{N}{2A_g} + \sqrt{\left(\frac{N}{2A_g} \right)^2 + \left(\frac{V_n}{A_g} \right)^2} \leq 0,5f_c \quad (8.7.2.3)$$

Si rimanda agli appositi paragrafi per le formulazioni relative ai vari sistemi di consolidamento dei nodi. Per le **travi in calcestruzzo armato** sono presenti le seguenti impostazioni:

- **Considera momento 1-2** : Consente di considerare il momento che ruota intorno all'asse locale 2;
- **Considera sforzo normale di compressione** : Consente di effettuare la verifica a presso flessione retta;
- **Considera sforzo normale di trazione per travi elevazione** : Consente di effettuare la verifica a presso flessione retta considerando anche lo sforzo normale di trazione per le travi di elevazione;
- **Considera sforzo normale di trazione per travi fondazione** : Consente di effettuare la verifica a presso flessione retta considerando anche lo sforzo normale di trazione per le travi di fondazione;
- **Presenza dettagli antisismici** : Consente di utilizzare, nel caso di verifica a capacità di deformazione, i coefficienti relativi ai miglioramenti del comportamento duttile. Ad esempio il campo si può spuntare in presenza di staffe efficacemente chiuse.
- **Opzioni taglio** : E' possibile impostare il valore minimo e massimo della $\cot\theta$ utilizzando il metodo del traliccio variabile.

Per le **pareti in calcestruzzo armato** sono presenti le seguenti impostazioni:

- **Esegui verifica a taglio** : Consente di effettuare la verifica a taglio della parete;
- **Considera sforzo normale di trazione** : Consente di effettuare la verifica a presso flessione retta considerando anche lo sforzo normale di trazione;
- **Presenza dettagli antisismici** : Consente di utilizzare, nel caso di verifica a capacità di deformazione, i coefficienti relativi ai miglioramenti del comportamento duttile. Ad esempio il campo si può spuntare in presenza di staffe efficacemente chiuse.
- **Opzioni taglio** : E' possibile impostare il valore minimo e massimo della $\cot\theta$ utilizzando il metodo del traliccio variabile.

Per le **platee** è possibile effettuare la verifica utilizzando la media delle tensioni per mesh o, se l'opzione non viene spuntata, con il valore massimo delle sollecitazioni di progetto relative al punto più gravoso della platea.

Per i solai è possibile impostare:

- **Tipo di vincolo** : Scelta tra incastro o appoggio per il vincolo di estremità;
- **Momento minimo in campata** : momento "di guardia" per le sezioni in campata.

Per **Altri elementi** sono presenti le seguenti impostazioni:

- **Considera elementi** : Consente la scelta degli elementi da considerare nelle verifiche.

Inoltre nella stessa schermata è possibile:

- Effettuare la verifica di **stabilità flesso-torsionale** per travi in acciaio;
- Effettuare la verifica di **stabilità dei pannelli d'anima** per le travi in acciaio;
- Effettuare la verifica di **instabilità presso-flessionale** per pilastri in acciaio;
- Effettuare la verifica a **taglio diagonale** di pareti in muratura.

Per i **Consolidamenti** sono presenti le seguenti impostazioni:

- **Considera rinforzi strutturali nell'analisi PGA** : Consente di effettuare il calcolo con o senza consolidamenti strutturali;
- **Considera stato deformativo** : Consente di considerare lo stato deformativo iniziale, prima dell'applicazione dei rinforzi FRP. La scelta può essere effettuata tra nessuno stato deformativo, carichi G1, carichi G1+G2;
- **Considera confinamento pilastri** : Consente di considerare l'incremento di resistenza del calcestruzzo dovuto al confinamento portato dalle fibre FRP all'elemento strutturale;

- **Considera confinamento travi nella flessione** : Consente di considerare nella verifica a flessione il confinamento per le travi mediante l'applicazione di rinforzi CAM
- **Considera confinamento pilastri nella flessione** : Consente di considerare nella verifica a flessione il confinamento per i pilastri mediante l'applicazione di rinforzi CAM
- **Considera confinamento travi nella verifica a taglio** : Consente di considerare nella verifica a taglio il confinamento per le travi mediante l'applicazione di rinforzi CAM
- **Considera confinamento pilastri nella verifica a taglio** : Consente di considerare nella verifica a taglio il confinamento per i pilastri mediante l'applicazione di rinforzi

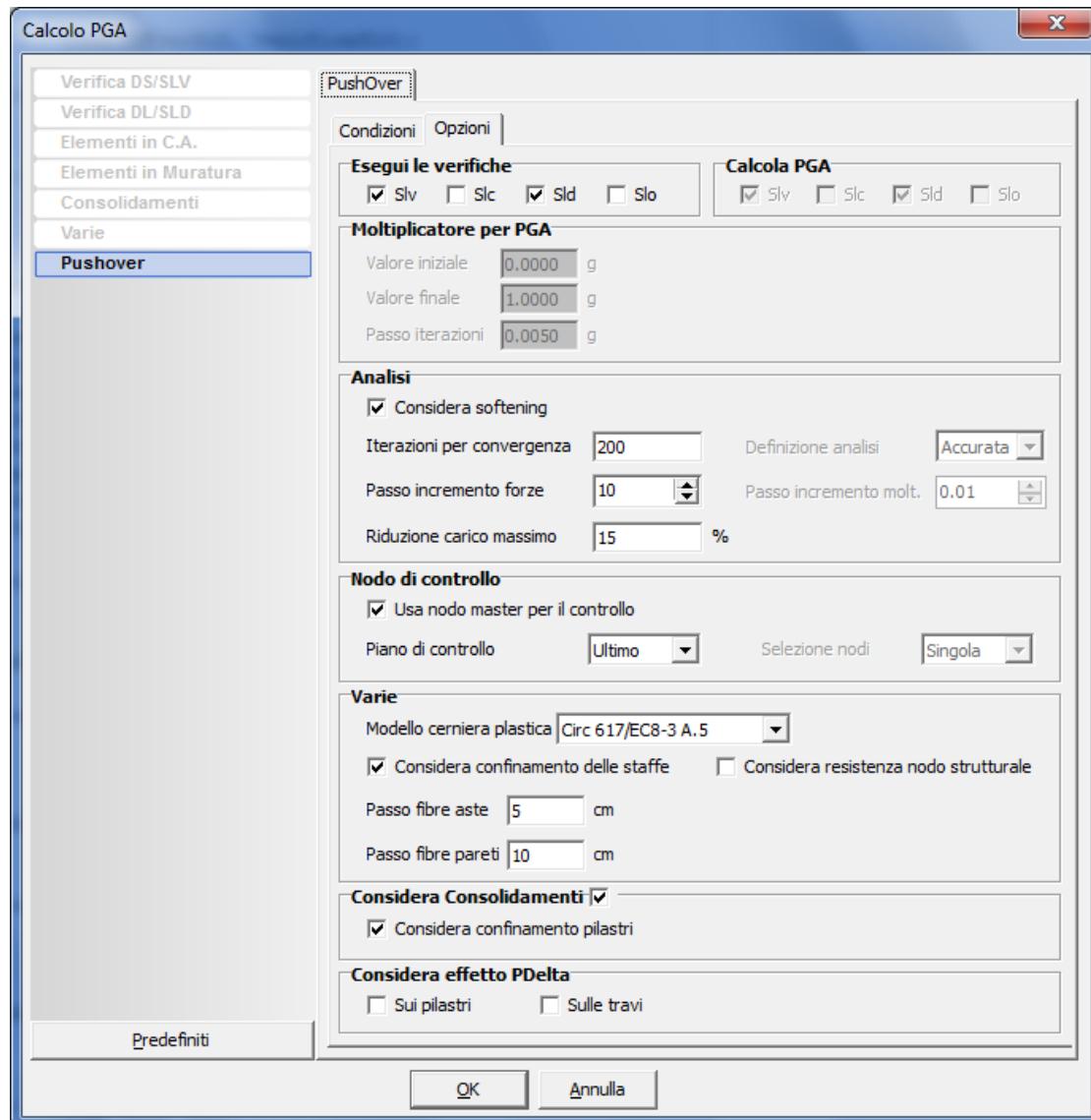
Tra le opzioni “**Varie**” vengono riportati i seguenti parametri:

- **Valore iniziale** : Valore di partenza del moltiplicatore per il calcolo iterativo (PGA o carichi statici);
- **Valore finale** : Valore finale del moltiplicatore per il calcolo iterativo della (PGA o carichi statici);
- **Passo iterazioni** : Valore del passo delle iterazioni (il valore consigliato dalla normativa è 0.005);
- **Valori SLV, SLD, SLC, SLO** : Valori delle accelerazioni, per i vari stati limite, da utilizzare nel caso di adeguamento;
- **Valori di riferimento** : Valori delle PGA e dei tempi di ritorno di riferimento del luogo nel caso si utilizzi la microzonizzazione;
- **Calcola i PGA da linee guida regioni**: Per la Regione Lazio consente di calcolare quattro differenti PGA in base alle verifiche di: resistenza (o capacità deformativa), taglio, nodo strutturale, portanza del terreno di fondazione. Per la Regione Abruzzo diversifica la resistenza a flessione da quella a capacità deformativa;
- **Moltiplicatore/PGA differenziata per elemento** : Consente di effettuare il calcolo del moltiplicatore/PGA per ogni elemento strutturale. Il calcolo viene effettuata iterando dal valore iniziale e finale consentendo di ottenere un quadro completo sulla capacità di resistenza sismica della struttura.
- **Opzioni verifica portanza terreno** : Si rimanda al paragrafo successivo.

1.2.3.2 Calcolo non lineare

Analisi Statica non Lineare (Pushover)

Nel caso di analisi statica non lineare verrà visualizzata la seguente maschera dei dati:



Le opzioni possibili presenti nell'ambiente di gestione sono le seguenti:

- **Scelta delle condizioni** : Consente di scegliere le condizioni da analizzare. Cliccando con il **tasto destro** del mouse è possibile attivare o disattivare tutte le combinazione, invertire la selezione corrente e impostare le combinazioni secondo due tipi di default: con Gruppo 1 proporzionale all'altezza, Gruppo 1 da 1° modo di vibrare, Gruppo 1 da analisi modale con l'85% delle masse;
- **Verifiche da eseguire** : Consente di scegliere quali stati limite analizzare. La scelta ricade in SLV, SLD, SLC, SLO;
- **Calcola PGA** : Consente di calcolare le PGA, con i relativi indicatori di rischio, per i vari stati limite. Il calcolo della PGA è subordinato alla presenza del Modulo PGA;
- **Valore iniziale** : Valore di partenza dell'accelerazione per il calcolo iterativo della PGA;
- **Valore finale** : Valore finale dell'accelerazione per il calcolo iterativo della PGA;
- **Passo iterazioni** : Valore del passo delle iterazioni (il valore consigliato dalla normativa è 0.005);

- **Considera softening** : consente di effettuare l'integrazione sugli spostamenti anziché sulla forza applicata;
- **Iterazioni per convergenza** : Valore del numero di tentativi di convergenza da effettuare prima di fermare l'analisi;
- **Passo incremento forze** : passo dell'incremento delle forze sismiche. Il valore 1 è relativo ad un passo di 20 daN, il valore 10 è relativo ad un passo di 200 daN;
- **Riduzione carico massimo** : Valore, in percentuale, della riduzione del carico massimo nel caso di presenza di ramo degradante della curva pushover;
- **Definizione analisi** : Nel caso non si utilizza un analisi con softening è possibile definire il grado di accuratezza dell'analisi ad incremento di forza. L'utilizzo dell'analisi accurata consente una migliore definizione della curva e identifica in modo migliore la sequenza delle plasticizzazioni;
- **Passo incremento moltiplicatore** : Nel caso di analisi accurata consente di definire il passo del moltiplicatore della forza totale;
- **Usa nodo master per controllo** : Consente di utilizzare come nodo di controllo il nodo master dell'impalcato posto a quota più alta;
- **Piano controllo** : Consente di scegliere il piano dove identificare il nodo di controllo;
- **Selezione Nodi** : Deselezionando l'opzione "Usa nodo master per il controllo", il software utilizzerà consente due modalità di selezione. Scegliendo "Singolo" verrà identificato come come nodo di controllo, il nodo più in alto e più vicino al centro di massa del piano che lo contiene. Nel caso "Multi" verranno utilizzati tutti i nodi del piano scelto secondo il metodo descritto nella pubblicazione : "*On the use of pushover analysis for existing masonry buildings*", A. Galasco, S. Lagomarsino and A. Penna, 1st ECEES, Ginevra 2006";
- **Modello cerniera plastica**: Consente di scegliere il modello di calcolo della lunghezza della cerniera plastica. La scelta possibile è:
 - Circ. 617/2009 o Eurocodice 8-3 par. A.5
 - Paulay & Priestley (1992)
 - Eurocodice 8-3 par. A.9
 - Panagiotakos & Al. (2001)
- **Considera confinamento delle staffe per elementi in c.a.** : Consente di considerare l'effetto del confinamento dovuto alla presenza delle staffe degli elementi;
- **Considera consolidamenti**: Consente di considerare l'effetto dei consolidamenti nell'analisi pushover;
- **Considera confinamento pilastri** : Consente di considerare l'incremento di resistenza del calcestruzzo dovuto al confinamento dell'elemento strutturale relativamente ai consolidamenti;
- **Passo fibre per aste e pareti** : Consente di definire il passo delle fibre per la mesh delle sezioni degli elementi;
- **Considera resistenza nodo** : Se selezionato considera la resistenza dei nodi travi-pilastro nell'elaborazione dell'analisi pushover;
- **Considera effetto PDelta** : Consente di considerare, per pilastri e travi, gli effetti derivanti dal fenomeno di instabilità chiamato effetto P- Δ .

1.2.3.3 Verifiche

Verifiche  : Consente di definire le **opzioni di verifica** e di elaborare la verifica strutturale di pilastri, travi, pareti, platee, piastre, solai, balconi, isolatori sismici, plinti e pali di fondazione. Alla pressione del tasto corrispondente viene visualizzato l'ambiente di definizione delle opzioni di calcolo.

Dopo aver impostato i dati nel modo voluto e secondo le indicazioni che verranno spiegate in seguito, le verifiche verranno avviate cliccando sul tasto "Ok".

Alla pressione del tasto "Predefiniti" vengono impostati tutti i valori a quelli di default.

Durante le fasi di verifica vengono visualizzati gli elementi che sono processati. La colorazione dell'elemento è relativa alla riuscita (in verde) o meno (in rosso) delle verifiche. Alla fine di tutte le operazioni di verifica, nel caso fossero stati riscontrati problemi, FaTA-e provvede ad elaborare un documento di riepilogo degli errori riscontrati.

Preferenze verifiche "Travi"

Relativamente alle **travi**, è possibile impostare diversi parametri distinti in base alla tipologia di materiale utilizzato.

Per le **travi in c.a.** i parametri relativi alle armature longitudinali sono:

- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio;
- \varnothing_{\max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio;
- **Max Inter** : interasse massimo delle barre longitudinali;
- **Sagomati** : presenza dei sagomati. È possibile scegliere se ometterli o calcolarli "se necessari";
- **% Tz sag.** : aliquota di taglio rispetto all'asse z locale (per travi orizzontali) da assegnare ai sagomati;
- **Materiale** (arm. long e staffe) : tipo di materiale utilizzato per le barre d'acciaio e precedentemente definito;
- **\varnothing Par min** : valore minimo del diametro delle armature di parete (disposti se la distanza tra le armature è superiore a 35 cm);
- **\varnothing Par max** : valore massimo del diametro delle armature di parete (disposti se la distanza tra le armature è superiore a 35 cm);
- **\varnothing 12 Int** : Presenza o meno delle barre \varnothing 12 reggistaffa ai livelli di armatura intermedi. Tali livelli sono relativi alle ali delle sezioni a T, a doppia T, a croce, ad L.

I parametri utilizzati per il **progetto delle armature trasversali** sono i seguenti:

- **Dist. min** : valore minimo in cm della distanza tra le staffe;
- **Dist. max** : valore massimo in cm della distanza tra le staffe;
- **Passo Iter** : valore di incremento del passo in cm di calcolo delle staffe nelle iterazioni;
- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio per le staffe;
- \varnothing_{\max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio per le staffe;
- **Materiale** : materiale da utilizzare per le armature trasversali del piano;
- **Dist. Bra.** : distanza tra i bracci di armatura trasversale.

Per le **verifiche agli stati limite d'esercizio** (pannello "SLE"), è possibile scegliere le verifiche da effettuare (**Tensioni d'esercizio**, **Deformabilità**, **Fessurazione**) in funzione del tipo di combinazione (caratteristica (non presente per DM 14/09/2005), frequente, quasi permanente). La verifica risulta attivata se compare il segno di spunta a fianco alla verifica.

I parametri da introdurre sono:

- **Coefficiente moltiplicativo f_{ck}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{ck} del calcestruzzo. Il valore di default "0.6" indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 60% del valore di f_{ck} ;
- **Coefficiente moltiplicativo f_{yk}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo. Il valore di default "0.8" indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 80% del valore di f_{yk} ;
- **Freccia max** : valore limite del rapporto freccia-luce in relazione alla verifica a deformabilità in relazione alle varie combinazioni;
- **Aampiezza massima della fessura** : valore limite dell'apertura della fessura negli elementi in c.a. misurata in mm.

Nel caso dell'utilizzo del DM 14/09/2005, i primi due parametri vengono sostituiti da:

- **Coefficiente sicurezza cls** : coefficiente di sicurezza in condizioni di esercizio per la verifica alle tensioni. Nella verifica il confronto viene effettuato sul valore di resistenza R_{ck} .
- **Coefficiente sicurezza acciaio** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo.

Per default sono attivate le verifiche a tensioni d'esercizio, deformabilità e fessurazione solo per la combinazione rara. Si rimanda alla normativa per approfondire nei dettagli i casi di obbligatorietà delle singole verifiche.

In aggiunta ai parametri descritti, è possibile impostare anche delle **opzioni specifiche** per le singole verifiche.

Per gli stati limite ultimi e per le tensioni ammissibili (pannello "Varie") è possibile **considerare i momenti di calcolo M_{sd12}** , in modo da effettuare la verifica delle travi a **pressoflessione deviata**. L'esclusione del momento descritto porta a vantaggi computazionali nei riguardi del tempo di verifica dell'elemento. È ovvio che la verifica a pressoflessione deviata anche sulle travi è da effettuare se si reputa non trascurabile la deviazione del trave nel piano orizzontale.

Con la stessa logica è possibile effettuare la **verifica a torsione**, e **considerare lo sforzo normale** (solo compressione) sulle travi orizzontali (nella pagina "Varie") o inclinate. Inoltre, per le travi di fondazione, è possibile considerare o meno gli sforzi normali di trazione nella verifica delle sezioni (nella pagina "Varie"). Per le travi di fondazione è possibile progettare l'armatura imponendo che la sezione rimanga in campo elastico.

Relativamente al valore del taglio di calcolo è possibile considerare come taglio valore massimo quello relativo all'analisi della struttura con spettro elastico.

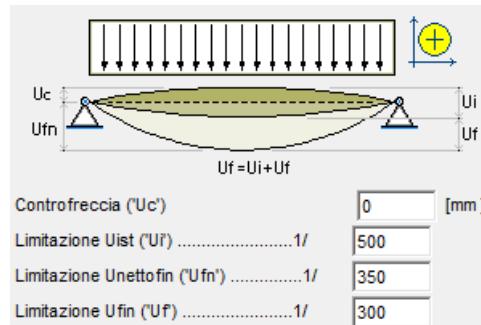
Le opzioni possibili per le **travi in acciaio** sono le seguenti:

- **Svergolamento impedito** : consente di considerare la presenza di un vincolo tra le travi tali da impedire lo svergolamento fuori piano delle travi. L'opzione è relativa ad ogni impalcato;
- **Effettua verifiche di resistenza per SLE** : consente di effettuare la verifica di resistenza anche per le combinazioni di carico SLE;
- **Effetti delle imperfezioni** : Secondo il punto 4.2.3.5 è possibile scegliere la direzione da considerare (in base alle direzioni principali d'inerzia). Il valore del rapporto per le imperfezioni può essere impostato dall'utente come frazione della lunghezza degli elementi. Inoltre è possibile scegliere di verificare i controventi a resistenza e stabilità;
- **Verifica di stabilità flesso-torsionale** : Consente di effettuare le verifiche di stabilità flesso-torsionale secondo le indicazioni del punto 4.2.4.1.3.2 delle NTC;
- **Verifiche di stabilità dei pannelli d'anima** : Consente di effettuare le verifiche di stabilità dei pannelli d'anima secondo le indicazioni del punto C4.2.4.1.3.4.1 della circolare 617 del 2009;
- **Verifiche di deformabilità** : Le opzioni presenti consentono di analizzare gli stati limite voluti, selezionare i valori da utilizzare per la controfrecce e i valori limite della verifica.

Per le **travi in legno** è possibile scegliere per quali stati limite d'esercizio effettuare la verifica di deformabilità (caratteristiche, frequente, quasi permanente) e il metodo di verifica tra i seguenti:

Controllo deformabilità
<input type="radio"/> 1) Tramite Carichi 'Q' e combinazioni con 'Kdef' <input checked="" type="radio"/> 2) Tramite Carichi 'Q' e Moduli Elasticci Ridotti <input type="radio"/> 3) punto (1) + punto (2)

Analogamente alle aste in acciaio è possibile impostare anche i parametri limitativi della verifica a deformabilità e la controfrecce:



Preferenze verifiche “Pilastri”

Per i **pilastri in c.a.** i parametri relativi alle armature longitudinali sono:

- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio;
- \varnothing_{\max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio;
- **Max Inter** : distanza massima di interesse in cm tra le barre longitudinali;
- **Materiale** (arm. long e staffe) : tipo di materiale utilizzato per le barre d'acciaio.

I parametri utilizzati per il progetto e la verifica delle armature trasversali sono i seguenti:

- **Dist. min** : valore minimo in cm della distanza tra le staffe;
- **Dist. max** : valore massimo in cm della distanza tra le staffe;
- **Passo Iter** : valore di incremento del passo in cm di calcolo delle staffe nelle iterazioni;
- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio per le staffe.
- **Dist. Bra.** : valore della distanza massima tra i bracci delle staffe (diminuendolo si inseriscono staffe a più bracci)

In aggiunta ai parametri descritti, è possibile impostare anche delle opzioni specifiche per le singole verifiche. Per gli **stati limite ultimi** (pannello “SLU”) è possibile estendere la verifica a tutti e cinque i punti di discretizzazione del pilastro selezionando l'opzione “Tutte” e conderare o meno la s torsione a cui il pilastro è soggetto.

L'estensione a tutte le sezioni porta un aggravio computazionale in termini di tempo, considerando che generalmente le sezioni più sollecitate dal sisma sono in testa e al piede. Comunque, nel caso in cui si abbiano eventuali carichi trasversali presenti sui pilastri, è consigliabile effettuare le verifiche in tutti i punti intermedi dell'elemento.

In merito alla **verifica a flessione** è possibile effettuare sia la verifica a flessione composta deviata o scomporla in due rette. Relativamente al valore del taglio di calcolo è possibile considerare come taglio valore massimo quello relativo all'analisi della struttura con spettro elastico.

Per le verifiche agli **stati limite d'esercizio** (pannello “SLE”), è possibile scegliere quale combinazione utilizzare per effettuare la verifica alle tensioni d'esercizio. La verifica risulta attivata se compare il segno di spunta a fianco alla verifica.

I parametri da introdurre sono:

- **Coefficiente moltiplicativo f_{ck}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{ck} del calcestruzzo. Il valore di default “0.6” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 60% del valore di f_{ck} ;
- **Coefficiente moltiplicativo f_{yk}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo. Il valore di default “0.8” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 80% del valore di f_{yk} ;
- **Aampiezza massima della fessura** : valore limite dell'apertura della fessura negli elementi in c.a. misurata in mm.

Nel caso dell'utilizzo del DM 14/09/2005, i primi due parametri vengono sostituiti da:

- **Coefficiente sicurezza cls** : coefficiente di sicurezza in condizioni di esercizio per la verifica alle tensioni. Nella verifica il confronto viene effettuato sul valore di resistenza R_{ck} .
- **Coefficiente sicurezza acciaio** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo.

Per default è attivata solo la verifiche a tensioni d'esercizio solo per la combinazione rara. Si rimanda alla normativa per approfondire nei dettagli i casi di obbligatorietà delle singole verifiche.

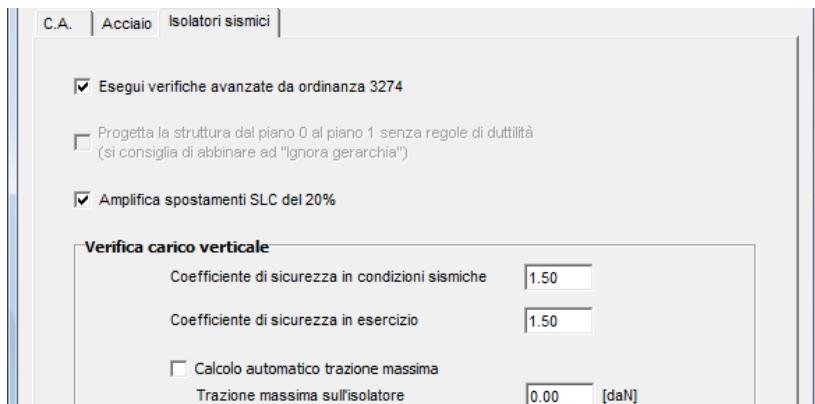
Le opzioni possibili per le **travi in acciaio** sono le seguenti:

- **Effettua verifiche di resistenza per SLE** : consente di effettuare la verifica di resistenza anche per le combinazioni di carico SLE;
- **Effetti delle imperfezioni** : Secondo il punto 4.2.3.5 è possibile scegliere la direzione da considerare (in base alle direzioni principali d'inerzia). Il valore del rapporto per le imperfezioni può essere impostato dall'utente come frazione della lunghezza degli elementi. Inoltre è possibile scegliere di verificare i controventi a resistenza e stabilità;
- **Verifica instabilità flesso-torsionale** : consente di effettuare le verifiche descritte nel paragrafo 4.2.4.1.3.3 nel DM2008.

Nel caso in cui si utilizzi il metodo delle tensioni ammissibili, per i **pilastri in legno** è possibile impostare alcuni dati utili a personalizzare le verifiche:

- **Coefficiente di combinazione e durata del carico (Kd)**;
- **Coefficienti di ambiente (K_o, K_e)**;
- **Coefficiente di intaglio (K_v)**;
- **Angolo di anclinazione delle fibre (af)**;
- **Coefficienti di riduzione** dovute alle forature (d_A, d_W)
- **Umidità relativa**;
- **Coefficiente riduttivo per carichi permanenti (eta)**;

Per gli **isolatori sismici** è possibile interagire in base alle seguenti opzioni:



Il parametro **Esegui verifiche avanzata** (OPCM 3274) consente di effettuare la verifica sugli strati per gli isolatori elastomerici secondo l'apposito allegato dell'ordinanza. Generalmente questo tipo di verifica è effettuato dal produttore dell'isolatore.

L'**amplificazione degli spostamenti SLC** ed i coefficienti delle verifiche sono da scegliere dall'utente in quanto spesso vengono già intergrati nei valori limite dei cataloghi dei produttori.

Per i **pilastri composti acciaio-cls** è possibile scegliere tra le seguenti opzioni:

- **Taglio affidato alla sola parte in acciaio**;
- **Numero minimo di barre** : numero minimo di armature longitudinali di ancoraggio;
- **Diametro minimo barre** : diametro minimo delle armature longitudinali;

- **Numero massimo di barre** : numero massimo di armature longitudinali di ancoraggio;
- **Diametro massimo barre** : diametro massimo delle armature longitudinali;

Preferenze verifiche “Pareti”

Come già descritto in altri punti del presente manuale, in FaTA-e è possibile utilizzare pareti in c.a., in muratura e in muratura armata.

Per le **pareti in c.a.** i parametri relativi alle armature orizzontali e verticali sono:

- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio;
- \varnothing_{\max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio;
- **Min Int** : interasse minimo in cm tra le barre orizzontali;
- **Max Int** : interasse massimo in cm tra le barre orizzontali;
- **Materiale** (arm. long e staffe) : tipo di materiale utilizzato per le barre d'acciaio;

Oltre ai campi già descritti, nella pagina “Varie” è presente la possibilità di eseguire la **verifica a taglio** e di considerare lo **sforzo normale di trazione**, spesso causato dall'applicazione del salto termico.

Come per travi e pilastri è possibile scegliere il range di variazione dell'inclinazione delle bielle del traliccio per la verifica a taglio.

Anche per le **pareti dissipative** è possibile personalizzare i criteri di progetto. Tra questi troviamo la possibilità di disporre armatura a passo costante, uniformare gli interassi ai vari livelli e evitare l'utilizzo di diametri maggiori ai livelli superiori, utilizzare due diametri per l'armatura verticale, infittire i bordi anche in presenza di pilastri.

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio (pannello “SLE”), è possibile scegliere quale combinazione utilizzare per effettuare la verifica alle tensioni d'esercizio. La verifica risulta attivata se compare il segno di spunta a fianco alla verifica.

I parametri da introdurre sono:

- **Coefficiente moltiplicativo f_{ck}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{ck} del calcestruzzo. Il valore di default “0.6” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 60% del valore di f_{ck} ;
- **Coefficiente moltiplicativo f_{yk}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo. Il valore di default “0.8” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 80% del valore di f_{yk} ;
- **Aampiezza massima della fessura** : valore limite dell'apertura della fessura negli elementi in c.a. misurata in mm.

Per le **pareti in muratura** (utilizzando l'OPCM 3274) è possibile scegliere le verifiche da effettuare. Nei riguardi della verifica a schiacciamento secondo l'EC6 (verifica opzionale) dei pannelli in muratura, i parametri richiesti sono i seguenti:

- **Carico vento** per unità di superficie;
- **Denominatore** (CEA) del rapporto di calcolo ($H_{pannello}/CEA$) relativo all'eccentricità accidentale.

secondo le norme il denominatore o coefficiente di eccentricità accidentale (CEA) può assumere valore 450 per l'EC6 e 200 per il DM 20.11.1987.

Nei riguardi della verifica a pressoflessione fuori piano secondo l'OPCM 3274 è possibile scegliere il modello di calcolo ritenuto più idoneo. La scelta ricade tra:

- **Schema dell'articolazione** (pannello incernierato in testa e al piede);
- **Piastra incernierata** lungo tutti e quattro i lati.

Come riportato nel capitolo inerente alle verifiche, i due comportamenti modificano il periodo di vibrazione proprio del pannello e momenti di calcolo relativamente alle azioni sismiche che generano pressoflessione fuori piano.

Per le **pareti in muratura** (utilizzando il DM 16.1.1996) vengono effettuate le verifiche secondo il DM 20/11/1987, in più è possibile scegliere le verifiche di effettuare le seguenti verifiche:

- Verifica a schiacciamento per **Carichi verticali e vento**;
- Verifica della **snellezza**;
- Verifica dell'**eccentricità**;

Per le **pareti in muratura armata** i parametri relativi alle armature orizzontali e verticali sono:

- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio;
- \varnothing_{\max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio;
- **Materiale** (arm. long e staffe) : tipo di materiale utilizzato per le barre d'acciaio;

Nel pannello "Varie" è possibile impostare ulteriori impostazioni che consentono di definire il passo delle armature presenti:

- **Lunghezza blocco**: dimensione del blocco trasversalmente allo spessore della parete;
- **Altezza blocco**: altezza del blocco utilizzato.

In particolare la lunghezza del blocco rappresenta il passo delle armature verticali nel caso di disposizione distribuita delle armature, e l'altezza rappresenta il passo minimo delle armature orizzontali poste nei ricorsi di malta.

Nei riguardi della distribuzione delle armature, è possibile scegliere tra due criteri:

- **Concentrata**: sui bordi del pannello ed interasse non superiore a 4 m;
- **Distribuita**: posta nelle apposite scanalature a distanza pari alla lunghezza del blocco.

Preferenze verifiche "Platee"

Per le **platee in c.a.** sia di fondazione che per le piastre di elevazione i parametri relativi alle armature longitudinali sono:

- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio;
- \varnothing_{\max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio;
- **Min Int** : interasse minimo in cm tra le barre orizzontali;
- **Max Int** : interasse massimo in cm tra le barre orizzontali;
- **Materiale** (arm. long e staffe) : tipo di materiale utilizzato per le barre d'acciaio;

I parametri utilizzati per il progetto e la verifica delle armature trasversali sono i seguenti:

- **Passo Iter** : valore di incremento del passo in cm di calcolo delle staffe nelle iterazioni;
- \varnothing_{\min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio per le staffe.
- **Materiale** (arm. long e staffe) : tipo di materiale utilizzato per le barre d'acciaio.

In aggiunta ai parametri descritti, è possibile impostare anche delle opzioni specifiche per le verifiche agli stati limite d'esercizio (pannello "SLE"). In particolare, è possibile scegliere le verifiche da effettuare (**Tensioni d'esercizio**, **Deformabilità**, **Fessurazione**) in funzione del tipo di combinazione (rara, frequente, quasi permanente). La verifica risulta attivata se compare il segno di spunta a fianco alla verifica.

I parametri da introdurre sono:

- **Coefficiente moltiplicativo fck** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{ck} del calcestruzzo. Il valore di

- default “0.5” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 50% del valore di f_{ck} ;
- **Coefficiente moltiplicativo fyk** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo. Il valore di default “0.7” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 70% del valore di f_{yk} ;
 - **Aampiezza massima della fessura** : valore limite dell'apertura della fessura negli elementi in c.a. misurata in mm.

Nel caso dell'utilizzo del DM 14/09/2005, i primi due parametri vengono sostituiti da:

- **Coefficiente sicurezza cls** : coefficiente di sicurezza in condizioni di esercizio per la verifica alle tensioni. Nella verifica il confronto viene effettuato sul valore di resistenza R_{ck} .
- **Coefficiente sicurezza acciaio** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo.

Per default sono attivate le verifiche a tensioni d'esercizio e fessurazione solo per la combinazione rara. Si rimanda alla normativa per approfondire nei dettagli i casi di obbligatorietà delle singole verifiche.

La pagina “varie” contiene il controllo sulla possibilità di effettuare o meno la verifica della “capacità portante della sezione” secondo l'appendice 2 al punto 8 dell'EC2, e spiegata nel capitolo “Verifiche” del presente manuale, e di progettare le armature con la media dei valori su tutta la mesh. Per le **platee di fondazione** è possibile progettare l'armatura imponendo che la sezione rimanga in campo elastico.

Preferenze verifiche “Solai”

Relativamente ai **solaio in latero-cemento/Plastbau/cap** presenti nella struttura, i parametri relativi alle armature longitudinali sono:

- \emptyset_{min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio;
- \emptyset_{max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio;

Tali solai sono armati utilizzando ferri diritti e sagomati in mdo da assorbire, insieme alle fasce piene e semipiene (automaticamente calcolati), il taglio di calcolo.

In aggiunta ai diametri è possibile definire altri tipi di opzioni utili alle singole verifiche. Dal pannello “SLU” (o “TA” nel caso in cui il metodo di verifica è alle tensioni ammissibili) è possibile impostare:

- **Momento di guardia** in campata: relativamente al denominatore δ del momento in campata;

$$M = \frac{ql^2}{\delta}$$

- Possibilità di scelta di operare il **controllo geometrico** dell'altezza minima del solaio (1/25 della luce);
- **Tipo di vincolo** agli estremi dei travetti considerati;
- **Tipo di armature** da utilizzare come configurazione per i travetti del solaio.

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio (pannello “SLE”), è possibile scegliere le verifiche da effettuare (Tensioni d'esercizio, Fessurazione) in funzione del tipo di combinazione (rara, frequente, quasi permanente). La verifica risulta attivata se compare il segno di spunta a fianco alla verifica.

I parametri da introdurre sono:

- **Coefficiente moltiplicativo f_{ck}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{ck} del calcestruzzo. Il valore di default “0.6” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 60% del valore di f_{ck} ;

- **Coefficiente moltiplicativo fyk** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo. Il valore di default “0.8” indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 80% del valore di f_{yk} ;
- **Freccia max** : valore limite del rapporto freccia-luce in relazione alla verifica a deformabilità in relazione alle varie combinazioni;
- **Aampiezza massima della fessura** : valore limite dell'apertura della fessura negli elementi in c.a. misurata in mm.

Nel caso dell'utilizzo del DM 14/09/2005, i primi due parametri vengono sostituiti da:

- **Coefficiente sicurezza cls** : coefficiente di sicurezza in condizioni di esercizio per la verifica alle tensioni. Nella verifica il confronto viene effettuato sul valore di resistenza R_{ck} .
- **Coefficiente sicurezza acciaio** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo.

Per default sono attivate le verifiche a tensioni d'esercizio, deformabilità e fessurazione solo per la combinazione rara. Si rimanda alla normativa per approfondire nei dettagli i casi di obbligatorietà delle singole verifiche.

L'opzione "Genera solai a trave continua" permette di calcolare i solai introdotti nell'input di FaTAe secondo lo schema di trave a più appoggi. Questa opzione è subordinata alla presenza del modulo di StruSec n.° 12 "Solai a trave continua".

Per le tipologie **Lamiera grecata/Putrelle e tavelloni/Profili affiancati/Legno** si rimanda alla documentazione di **SoVar** relativa al software **SWStructure**

Preferenze verifiche “Plinti”

All'interno di FaTA-e è possibile effettuare il calcolo, considerando anche l'interazione con il terreno, dei plinti e dei pali di fondazione. La verifica è subordinata alla presenza del modulo n.° 6 “Plinti di fondazione” e per i pali del modulo n.° 16 di StruSec “Pali di fondazione”.

I parametri utilizzati per il progetto e la verifica delle armature del plinto sono i seguenti:

- \varnothing_{min} : diametro commerciale minimo in mm delle barre d'acciaio;
- \varnothing_{max} : diametro commerciale massimo in mm delle barre d'acciaio;
- **Dist. max barre** : distanza massima tra le barre d'armatura [cm];

I parametri utilizzati per il progetto e la verifica delle armature cerchiante sono i seguenti:

- \varnothing : diametro commerciale in mm delle barre d'acciaio;
- **Dist max staffe** : distanza massima in cm tra le barre d'armatura;

E' possibile, nel caso in cui fossero presenti pali di fondazione, impostare il tipo di armatura supplementare. La scelta è nei riguardi di:

- **Rete eletrosaldata**;
- **Non di calcolo**.

Nel primo caso è possibile impostare:

- Dimensione della **maglia minima** in cm;
- Dimensione della **maglia massima** in cm;
- **Diametro minimo** dell'armatura in mm;
- **Percentuale armatura** a flessione relativa all'area di acciaio posto dal calcolo.

Per l'armatura “**Non di calcolo**” vengono introdotte delle **barre di collegamento** (di area pari alla frazione percentuale rispetto all'armatura a flessione) tra i pali del plinto. Nei plinti su 1 o 2 pali non viene inserita alcuna armatura supplementare, nei plinti con un numero di pali pari a 5, 5+1

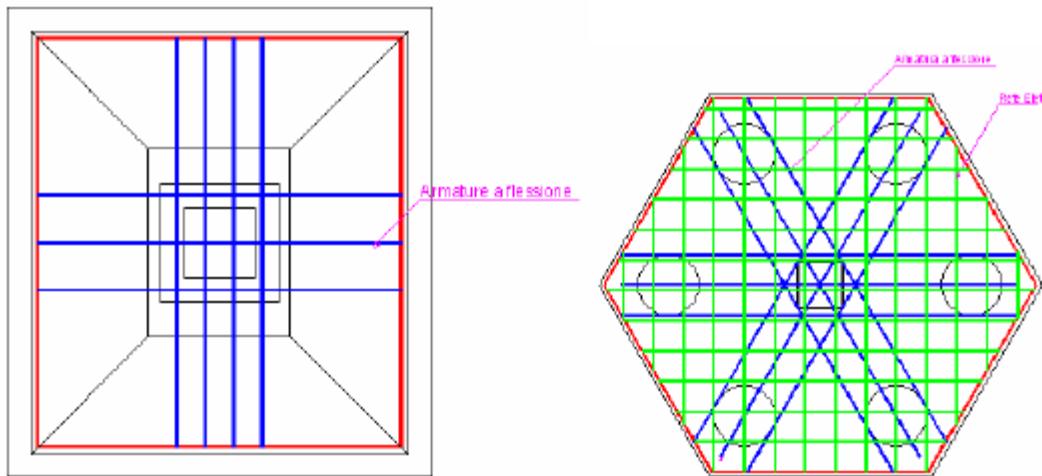
centrale, 6, 6+1 centrale in ogni caso viene introdotta solo la rete elettrosaldata. L'armatura non di calcolo non viene inserita nei plinti diretti. In quest'ultimi è possibile introdurre la rete elettrosaldata contrassegnando l'apposito campo con il check e introducendo i valori voluti.

Il dimensionamento della **rete elettrosaldata o delle armature fuori calcolo** viene effettuato utilizzando esclusivamente quest'ultimo valore in funzione delle armature richieste dal calcolo.

In particolare il programma provvede ad utilizzare le scelte tecnologiche più adeguate in funzione della tipologia dei plinti utilizzati.

E' possibile inoltre inserire in testa al plinto il bicchiere relativo all'introduzione di strutture prefabbricate. Per il bicchiere è possibile impostare:

- \varnothing_{\min} : diametro commerciale in mm minimo da utilizzare;
- \varnothing_{\max} **orizzontale** : diametro massimo delle barre orizzontali;
- \varnothing_{\max} **verticale** : diametro massimo delle barre orizzontali;
- **Dist. max orizz.** : distanza massima orizzontale tra le barre;
- **Dist. max vert.** : distanza massima verticale tra le barre;



Relativamente al pannello "Armature Pali" i parametri personalizzabili, ai fini della progettazione dei pali, sono i seguenti:

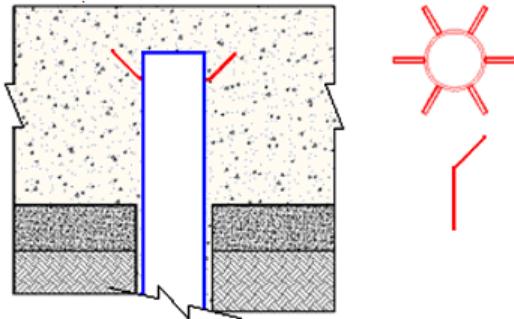
- **\varnothing_{\min} armatura**: diametro commerciale in mm minimo da utilizzare per le barre longitudinali;
- **\varnothing_{\max} armatura**: diametro commerciale in mm massimo da utilizzare per le barre longitudinali;
- **\varnothing armatura**: diametro dell'armatura cerchiante;
- **Passo minimo** della spira cerchiante;
- **Passo massimo** della spira cerchiante;

I parametri relativi all'"Ancoraggio Pali" sono i seguenti:

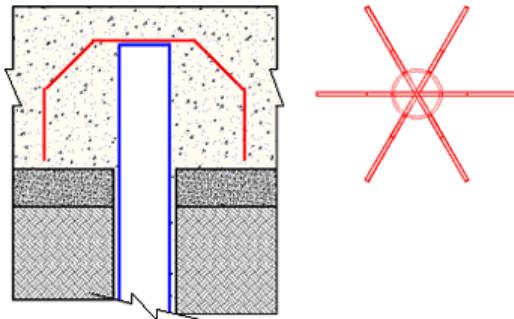
- **Tipologia** : Tipo di ancoraggio da realizzare;
- **Num. Tondini** : numero di tondini (tipologie 2 e 3);
- **\varnothing** : Diametro dell'armatura di ancoraggio (tipologie 1, 2 e 3);
- **Diam. Piastra** : Diametro della piastra di ancoraggio (tipologie 4);
- **Lato Piastra** : Lato della piastra di ancoraggio (tipologie 5);
- **Spessore piastra** : spessore della piastra di ancoraggio (tipologie 4 e 5).

Le tipologie di ancoraggio realizzabili sono i seguenti:

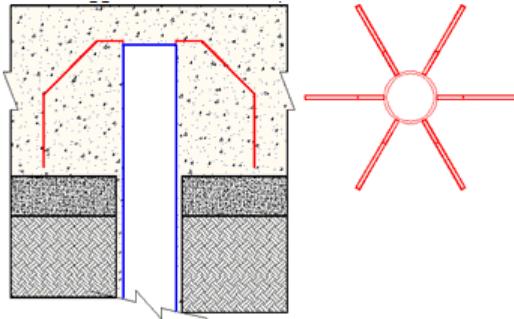
1: ancoraggio con solo per sola aderenza alla sovrastante fondazione;



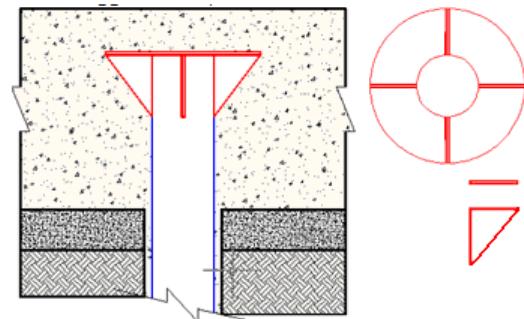
2: ancoraggio con tondini a cavallotto a fasci ortogonali in acciaio non saldati al micropalo;



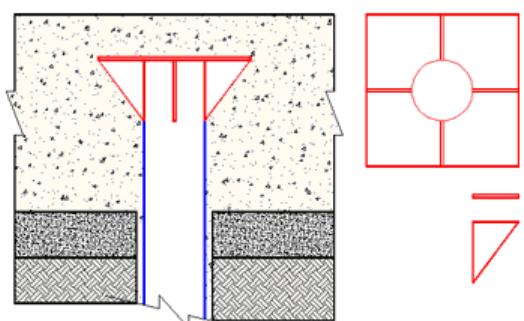
3: ancoraggio con tondini a disposizione radiale in acciaio e saldati al micropalo;



4: ancoraggio con carpenteria metallica saldata al micropalo-piastra nervata circolare;



5: ancoraggio con carpenteria metallica saldata al micropalo-piastra nervata quadrata;



In aggiunta ai parametri descritti è possibile personalizzare ulteriori impostazioni nei riguardi delle varie verifiche. Per le verifiche agli stati limite ultimi (pannello "SLU") è possibile scegliere la tipologia indicane la tecnica di realizzazione dei pali di fondazione. La scelta ricade su:

- **Trivellato;**
- **Infisso.**

Inoltre è possibile scegliere la teoria per il calcolo del Carico limite Verticale del palo di fondazione. Le possibili teorie sono:

- **Bowles;**
- **Kerisel-Caquot;**
- **Terzaghi;**
- **Lancellotta.**
- **Prove in sito (Qc)**

Il coefficiente **eta** indica l'efficienza della palificata e rappresenta la percentuale di carico limite verticale del singolo palo da considerare rispetto a quella calcolata per tenere in conto l'interferenza dovuta alla realizzazione di una palificata e non di un singolo palo.

Il termine **q**, misurato in daN/cm², indica il valore del sovraccarico permanente, avente effetto stabilizzante, se presente in superficie.

Inoltre è possibile stabilire il coefficiente minimo nella verifica di capacità portante. L'ultima opzione riguarda l'opzione di computare le **forze cinematiche** come descritto nel punto 3.3.2.b dell'allegato "Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni" dall'OPCM 3274.

Per le verifiche agli stati limite d'esercizio (pannello "SLE") è possibile scegliere le verifiche da effettuare (Tensioni d'esercizio, Fessurazione) in funzione del tipo di combinazione (rara, frequente, quasi permanente). La verifica risulta attivata se compare il segno di spunta a fianco alla verifica.

I parametri da introdurre sono:

- **Coefficiente moltiplicativo f_{ck}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{ck} del calcestruzzo. Il valore di default "0.6" indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 60% del valore di f_{ck} ;
- **Coefficiente moltiplicativo f_{yk}** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo. Il valore di default "0.8" indica che si vuole sottoporre il calcestruzzo a lavorare in esercizio per la combinazione indicata ad uno stato tensionale pari al 80% del valore di f_{yk} ;
- **Aampiezza massima della fessura** : valore limite dell'apertura della fessura negli elementi in c.a. misurata in mm.

Nel caso dell'utilizzo del DM 14/09/2005, i primi due parametri vengono sostituiti da:

- **Coefficiente sicurezza cls** : coefficiente di sicurezza in condizioni di esercizio per la verifica alle tensioni. Nella verifica il confronto viene effettuato sul valore di resistenza R_{ck} .
- **Coefficiente sicurezza acciaio** : coefficiente relativo al valore della tensione di confronto del calcestruzzo in condizioni di esercizio in funzione della f_{yk} del calcestruzzo.

Per default sono attivate le verifiche a tensioni d'esercizio e fessurazione solo per la combinazione rara. Si rimanda alla normativa per approfondire nei dettagli i casi di obbligatorietà delle singole verifiche.

Nel pannello 'Strati' è possibile scegliere una colonna stratigrafica precedentemente creata. Il campo viene considerato solo per gli elementi di fondazione in cui non è stata precedentemente assegnata una stratigrafia al filo fisso corrispondente. Inoltre è da definire il **Modulo di reazione (Winkler) orizzontale** al fine di modellare il comportamento orizzontale del palo.

Per completezza, vengono riportati dei valori tabellati tratti da alcuni testi di geotecnica.

Valori indicativi del peso specifico (γ)	
TERRENO	γ [t/m ³]
Ghiaia asciutta	1.8 ÷ 2.0
Ghiaia umida	1.9 ÷ 2.1
Sabbia asciutta compatta	1.7 ÷ 2.0
Sabbia umida compatta	1.9 ÷ 2.1
Sabbia bagnata compatta	2.0 ÷ 2.2
Sabbia asciutta sciolta	1.5 ÷ 1.8
Sabbia umida sciolta	1.6 ÷ 1.9
Sabbia bagnata sciolta	1.9 ÷ 2.1
Argilla Sabbiosa	1.8 ÷ 2.2
Argilla Dura	2.1
Argilla Semisolida	1.9
Argilla molle	1.8
Torba	1.0 ÷ 1.5

Valori indicativi del modulo di Winkler (K)	
TIPI DI TERRENO	K [daN/cm ²]
Torba leggera	0.6 ÷ 1.2
Torba pesante	1.2 ÷ 1.8
Terra vegetale	1.0 ÷ 1.5
Sabbia fine	1.0 ÷ 2.0
Sabbia poco coerente	2.0 ÷ 4.0
Miscugli eterogenei di sabbie, fasi limose e, argille	
- Terra molto umida	2.0 ÷ 3.5
- Terra poco umida	3.0 ÷ 6.0
- Terra secca	5.0 ÷ 10.0
Argilla con sabbia	8.0 ÷ 10.0
Argilla plastica	10.0 ÷ 12.0
Sabbia compatta	8.0 ÷ 15.0
Ghiaia con sabbia (incoerente)	10.0 ÷ 15.0
Ghiaia con sabbia (coerente)	15.0 ÷ 25.0
Ghiaia compatta (elementi sottili)	15.0 ÷ 20.0
Ghiaia compatta	
- per fondazioni poco ampie	20.0 ÷ 25.0
- per fondazioni ampie	25.0 ÷ 30.0
Roccia	>=30
Roccia fratturata	15.0 ÷ 25.0

Valori indicativi dell'angolo di attrito interno (ϕ)	
TERRENO	ϕ
GHIAIA:	
- media	40 ÷ 55°
- sabbiosa	35 ÷ 50°
SABBIA:	
- sciolta asciutta	28 ÷ 34°
- sciolta satura	28 ÷ 34°
- compatta asciutta	35 ÷ 46°
- compatta satura	35 ÷ 46°
LIMO e SABBIA:	
- sciolto	20 ÷ 22°
- compatto	25 ÷ 30°
ARGILLA:	
- asciutta	40 ÷ 45°
- bagnata	2 ÷ 25

Valori indicativi della coesione (c)	
TERRENO	c [daN/cm ²]
Sabbia umida e compatta	0.001
Argille sabbiose	0.02

Argille magre	0.1
Argille grasse	0.5
Argille molto grasse	1.0 ÷ 10

Valori indicativi del modulo di elasticità (Et)	
TERRENO	Et [daN/cm ²]
ARGILLA:	
- molto molle	20 ÷ 150
- molle	50 ÷ 250
- media	150 ÷ 300
- dura	500 ÷ 1000
- sabbiosa	250 ÷ 2500
SABBIA:	
- limosa	50 ÷ 200
- sciolta	100 ÷ 250
- compatta	500 ÷ 800
SABBIA E GHIAIA IN MISCUGLIO:	
- sciolta	500 ÷ 1500
- compatta	1000 ÷ 2000
LIMO	20 ÷ 200

Valori indicativi del coefficiente di Poisson (v)	
TERRENO	COEFFICIENTE DI POISSON
Argille sature	0.4 ÷ 0.5
Argille magre	0.1 ÷ 0.3
Argille grasse	0.2 ÷ 0.3
Limo	0.3 ÷ 0.35
Sabbia	0.3 ÷ 0.4
Roccia	0.1 ÷ 0.4
Ghiaccio	0.36
Calcestruzzo	0.12 ÷ 0.15

Preferenze verifiche “Geotecnica ed Equ. Glob.”

Se presente il modulo di StruSec **“Portanza terreno di fondazione”** vengono visualizzati i dati per la verifica di portanza delle fondazioni superficiali. Nel caso si scelga di effettuare la verifica vanno specificati:

- Il **metodo di calcolo** della portanza delle fondazioni superficiali;
- **Carico limite a breve e lungo termine** (se già fornito nella relazione geologico-tecnica).

Inoltre è possibile considerare:

- **Effetto inerziale** secondo le indicazioni di Paolucci - Pecker
- **Effetto cinematico** secondo Maugeri – Cascone

Nelle verifiche a rottura generale del terreno di fondazioni superficiali verrà applicato il metodo pseudostatico, secondo una delle teorie della letteratura tecnica consolidata (Terzaghi, Brich Hansen etc.)

L'azione del sisma si traduce in accelerazioni nel sottosuolo (effetto cinematico K_{hk}) e nella fondazione, per l'azione delle forze d'inerzia generate nella struttura in elevazione (effetto inerziale K_{hi}).

Nell'**analisi pseudo-statica** per determinare il carico limite di progetto del terreno di fondazione, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, gli effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e K_{hk} . Il coefficiente K_{hi} risulta funzione dell'accelerazione massima attesa al sito secondo la relazione :

$$K_{hi} = \beta_s \times a_{max} / g = \beta_s \times S \times a_g = \beta_s \times S_s \times S_t \times a_g$$

I valori K_{hi} possono essere valutati facendo riferimento ai valori di normativa specificati per i pendii (§ 7.11.3.5.2).

Tabella 7.11.I – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di sottosuolo	
	A	B, C, D, E
	β_s	β_s
$0,2 \leq a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 \leq a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Per considerare gli effetti inerziali basta attivare la seguente opzione:

Considera effetto inerziale nella fondazione (Paolucci-Pecker)

L'**effetto inerziale** genera delle variazioni di tutti i coefficienti di carico limite N_c , N_q ed N_γ in funzione del coefficiente sismico orizzontale. Operando direttamente sui coefficienti correttivi nella formula trinomia del carico limite secondo le relazioni di Paolucci & Pecker (1997) si utilizzano le seguenti espressioni:

$$z_\gamma = z_q = (1 - K_{hi} / \tan(\phi))^{0.35} \quad e \quad z_c = 1 - 0.32 K_{hi}.$$

Il coefficiente K_{hk} definito dal rapporto tra la componente orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione viene individuato determinando il valore dell'ordinata di $S_d(T)$ spettro di progetto. L'**effetto cinematico** modifica solo il coefficiente N_γ in funzione del coefficiente sismico orizzontale.

Per considerare gli effetti cinematici basta attivare la seguente opzione:

Considera effetto cinematico nel sottosuolo (Maugeri-Cascone)

L'effetto cinematico secondo le relazioni di Maugeri-Cascone consente di introdurre due coefficienti correttivi che operano sul solo N_γ secondo le relazioni:

$$e_{\gamma k} = (1 - K_{hk} / \tan(\phi))^{0.45}$$

$$e_{\gamma i} = (1 - 0.7 \times K_{hi})^5$$

Per quanto riguarda la verifica dei cedimenti di fondazione, il software provvede al calcolo dello spostamento relativo massimo all'interno dell'elemento strutturale secondo due contributi:

1. **Cedimento istantaneo** (stimato mediante l'utilizzo della costante di Winkler);
2. **Cedimento di consolidamento** (stimato relativamente ai terreno a matrice argillosa)

La verifica viene effettuata nelle condizioni di esercizio, scelte dall'utente tra le combinazioni rare (caratteristiche), frequenti, quasi permanenti. Il calcolo del cedimento è relativo al tempo, espresso in anni, dato da input dall'utente.

La **verifica a scorrimento** viene effettuata, considerando l'intero edificio, in condizioni sismiche secondo le seguenti formule:

$$\frac{N \times \tan(\delta) + a \times A_{IMP} + Sp}{H_d} \geq 1.1$$

Dove:

$$N = \gamma_{G1} \times \text{Peso G1} + \gamma_{G2} \times \text{Peso G2} + \gamma_Q \times \text{Peso Q}$$

δ : angolo di attrito della superficie di contatto in °

a : aderenza della superficie di contatto in daN/cm²

A_{IMP} : Area di impronta in cm²

Sp : aliquota della spinta passiva in KN

$$H_d : \text{Forza sismica di scorrimento pari a } (\text{Peso G1} + \text{Peso G2} + \psi_2 \times \text{Peso Q}) \times S_d(T_1)$$

Gli **angoli di attrito** δ tra diversi materiali da costruzione e terreno o roccia, funzione della pressione agente ed assume generalmente un valore pari ad un'aliquota dell'angolo di attrito. Si riportano dei dati indicativi estratti da "11.9.3 - Fondazioni- Progetto e analisi- Joseph E . Bowles" :

Materiali costituenti l'interfaccia	Angolo di attrito δ
Calcestruzzo grezzo o muratura a contatto con:	
- Roccia profonda, pulita	35°
- Ghiaia Pulita, miscele di sabbia e ghiaia, sabbia grossa	29°÷31°
- Sabbia pulita con granulometria a fine e media, sabbia limosa da media a grossa, ghiaia limosa o argillosa	24°÷29°
- Sabbia pulita fine , sabbia limosa o argillosa con granulometria da fine a media	19°÷24°
- Limo pulito fine, limo non plastico	17°÷19°
- Residui duri e molto duri di argilla preconsolidata	22°÷26°
- Argilla mediamente dura e argilla limosa	17°÷19°
Muratura contro muratura, rocce ignee e metamorfiche:	
- Roccia soffice dilavata contro roccia soffice dilavata	35°
- Roccia dura dilavata contro roccia soffice dilavata	33°
- Roccia dura dilavata contro roccia dura dilavata	29°

Il valore dell'**aderenza** è da assumere come una frazione della coesione del terreno di contatto.



Nel caso ci sia un consistente magrone di sottofondo, è possibile ipotizzare che lo scorrimento avvenga nella superficie di contatto tra trave fondazione e magrone. In tal caso si potrà utilizzare il coefficiente di attrito calcestruzzo-calcestruzzo.

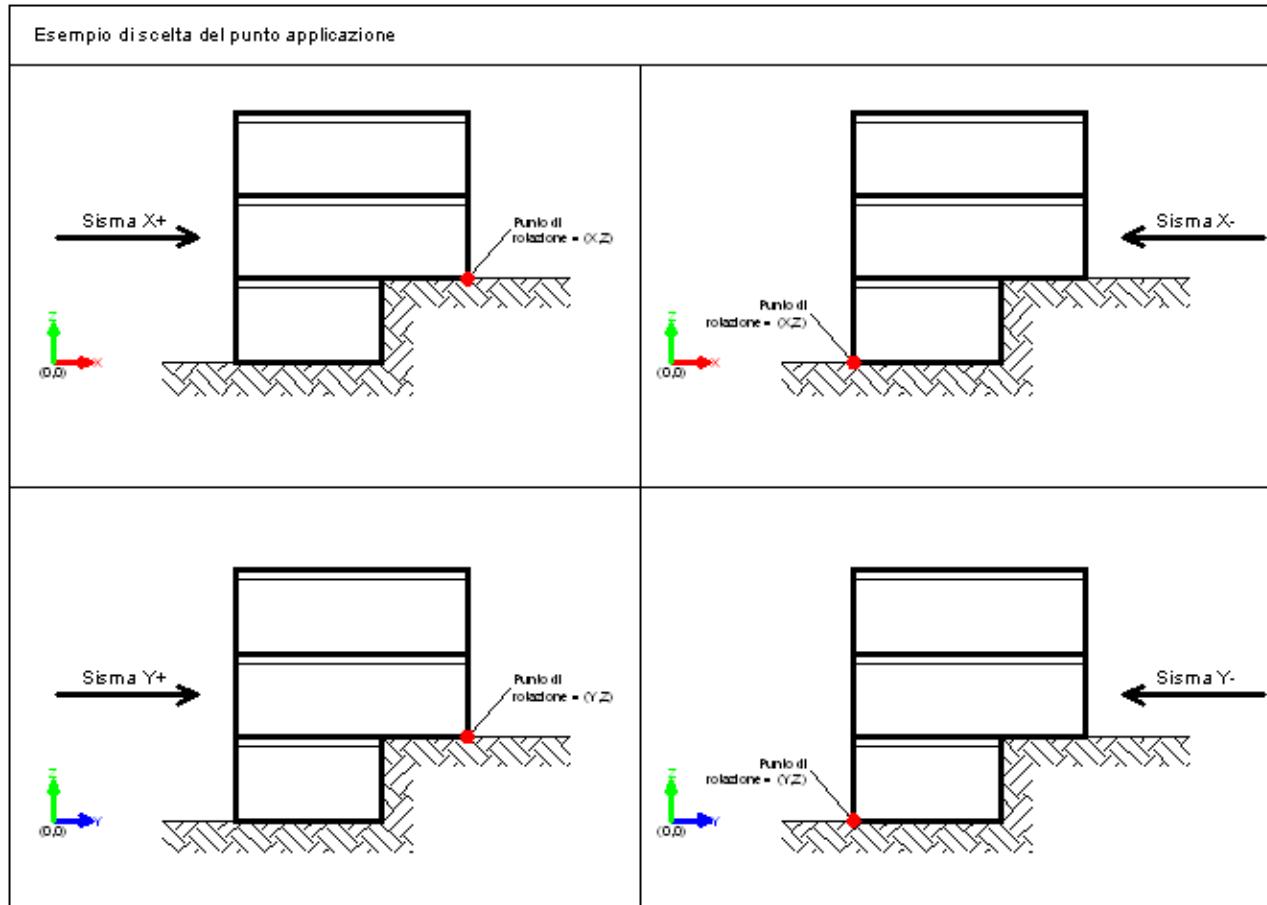
La verifica potrà essere effettuata anche a breve termine. In questo caso verrà considerato solo il contributo dovuto all'aderenza non drenata.

Verifica di equilibrio a ribaltamento

La **verifica a ribaltamento** avviene considerando l'equilibrio a rotazione dell'intera struttura rispetto ad un punto delle seguenti forze:

- Carichi verticali $N = \gamma_{G1} \times \text{Peso G1} + \gamma_{G2} \times \text{Peso G2} + \gamma_Q \times \text{Peso Q}$
- S_p : aliquota della spinta passiva in KN
- S_a : spinta attiva in KN
- H_d : Forza sismica di scorrimento pari a $(\text{Peso G1} + \text{Peso G2} + \psi_2 \times \text{Peso Q}) \times S_d(T_1)$

Il punto di rotazione deve essere scelto nel piano verticale della direzione di verifica:



L'esito della verifica è condizionato dal punto di rotazione scelto. Il default di FaTAE è impostato con valori nulli, appositamente per richiamare l'utente all'inserimento dei dati.

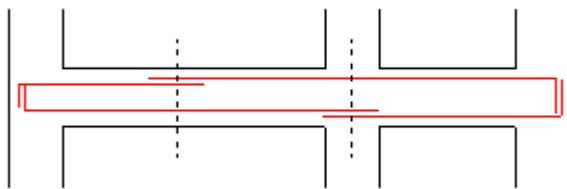
I contributi della forza sismica e della spinta attiva vengono considerati ai fini del calcolo del momento ribaltante, i carichi verticali e la spinta passiva contribuiscono all'equilibrio come momento stabilizzante.

Preferenze verifiche “Armature”

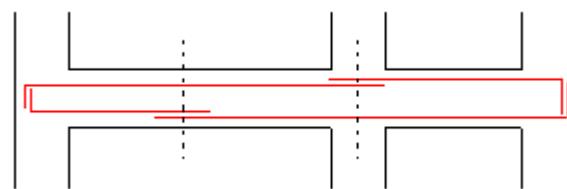
Dalla versione 26.x.x è possibile scegliere tra varie opzioni per la realizzazione degli ancoraggi e delle armature. Le opzioni presenti sono:

- **Lunghezza commerciale barre:** valore massimo in cm della lunghezza commerciale delle barre utilizzate;
- **Ignora diametro massimo se non sufficiente:** checkando questa opzione è possibile estendere il progetto delle armatura utilizzando barre aventi come diametro massimo il Ø 32. In questo caso il diametro massimo delle barre introdotto in travi e pilastri non sarà più corrispondente a quello impostato nelle sezioni “Travi in C.A.” e “Pilastri in C.A.”.
- **Lunghezza d'ancoraggio in funzione della resistenza dei materiali:** Consente di calcolare la lunghezza di ancoraggio secondo le indicazioni del punto 7.4.6.2.1 del DM 14/01/2008;
- **Lunghezza d'ancoraggio in funzione del diametro:** Consente di calcolare la lunghezza di ancoraggio per tutti gli elementi proporzionalmente al diametro utilizzato, secondo il valore definito dall'utente;

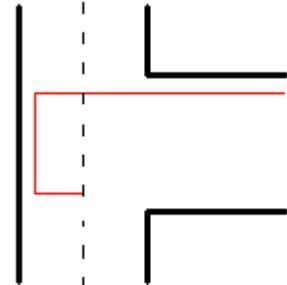
- **Armature superiori ancorate in mezzeria**



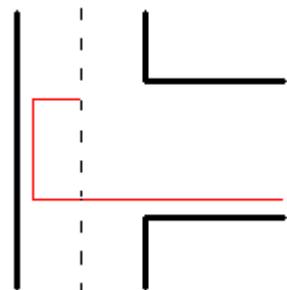
- **Armature inferiori ancorate in mezzeria**



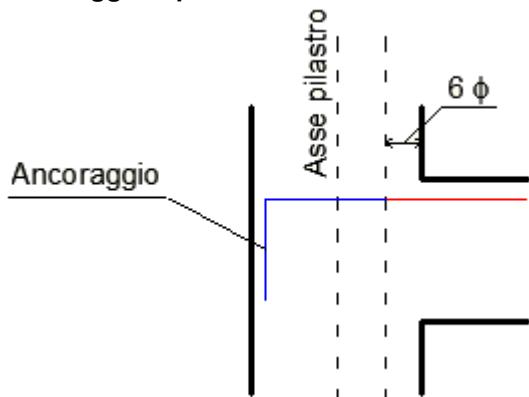
- **Doppia piegatura armature superiori**



- **Doppia piegatura armature inferiori**



- **Ancoraggio a partire da 6Ø dalla faccia del pilastro**

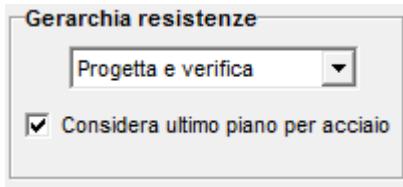


Preferenze verifiche “Dati generali”

I Dati generali delle verifiche strutturali sono settabili nell'apposito pannello. I parametri contenuti sono i seguenti:

Dalla versione 24.1.x di FaTAe è possibile gestire le opzioni di verifica per la gerarchia di resistenza.

Le opzioni di gestione della **gerarchia delle resistenze** sono presenti nell'ambiente “Preferenze verifiche” contenuto nel menu “Elaborazione”.

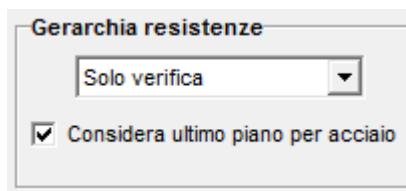


Il problema della gerarchia, per le strutture in c.a., è opportuno che sia affrontato preferibilmente ridimensionando gli elementi strutturali. È possibile comunque agire sull'armatura presente nelle travi e nei pilastri, verificando il rispetto delle prescrizioni sulla quantità di armatura.

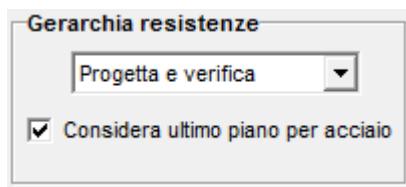
Per questo motivo in FaTAe è possibile effettuare sia la **progettazione** delle armature considerando la gerarchia, sia la **verifica** diretta del rispetto della gerarchia.

Per un corretto controllo della gerarchia è consigliabile seguire i seguenti passi:

1. Operare come primo tentativo utilizzando “**Solo verifica**” per la gerarchia:

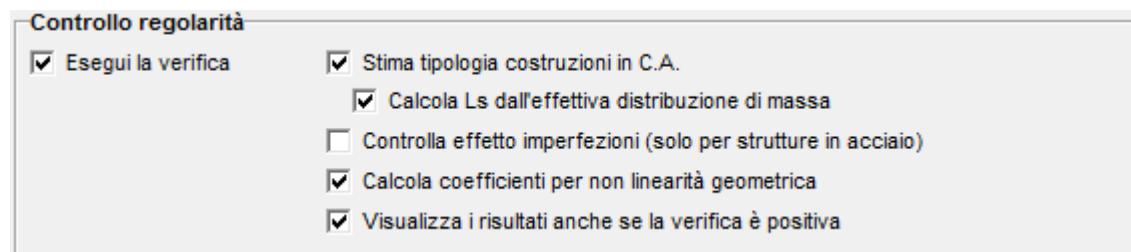


2. Nel caso in cui la verifica non fosse superata è bene valutare il margine utile al superamento. Infatti se le differenze dai coefficienti richiesti dalla normativa (1.1, 1.2 o 1.3 per i vari casi) sono minime, il problema potrebbe essere superato **agendo sull'armatura presente nelle colonne**. Si ricorda che il miglior modo di avere una corretta gerarchia di resistenza è comunque ridimensionare travi o colonne!
3. Scegliendo di “forzare” la progettazione, FaTAe elabora delle combinazioni di carico aggiuntive (nelle direzioni principali della colonna) calcolate in funzione dei momenti resistenti delle travi convergenti amplificate per i relativi coefficienti γ_{Rd} . Queste combinazioni saranno utilizzate, insieme a quelle elaborate per le varie condizioni di carico agenti, per progettare l'armatura delle colonne. I campi da attivare sono:



E' possibile che, nonostante sia stata scelta la progettazione, non sia possibile ottenere una soluzione legata all'incremento delle armature.

Il **controllo di regolarità** viene selezionato dai seguenti dati:

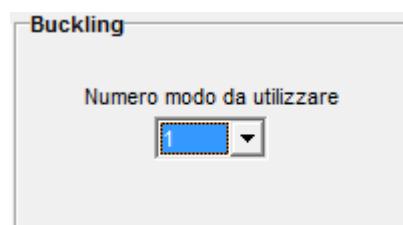


Le opzioni presenti riguardano:

- la possibilità di **effettuare la verifica**
- la possibilità di **stimare la tipologia** delle costruzioni in c.a.
- il controllo delle **imperfezioni** in base al punto 4.2.3.5 delle NTC
- Il calcolo dei coefficienti per considerare le **non linearità geometriche** (punto 7.3.1 NTC)
- di **visualizzare** la verifica anche se l'esito è positivo.

Il calcolo di Ls dall'effettiva distribuzione della massa è relativo al paragrafo 4.2.3.2 (6), formula 4.1b, contenuta nell'Eurocodice 8.

Effettuando anche l'**analisi di buckling** sarà possibile scegliere il numero del modo da utilizzare per le verifiche di stabilità. La scelta avviene dal seguente menu a tendina scegliendo tra il numero modi precedentemente impostati nei dati generali del calcolo corrente.



Dalla versione 25.0.0 di FaTAe è presente una procedura di valutazione della regolarità strutturale e della tipologia strutturale della costruzione (solo per edifici in c.a.).

Le definizioni di **regolarità in pianta** e **in altezza** passano dalla verifica di alcune condizioni descritte dal D.M. 14/01/2008.

Realizzare delle operazioni matematiche per identificare la regolarità non è cosa facile, soprattutto considerando che la geometria delle costruzioni può essere la più varia.



Per questo motivo l'identificazione automatica della regolarità deve essere sempre supportata dall'analisi critica dei risultati da parte dell'utente.

Di seguito vengono riportate le operazioni eseguite in base alle definizioni normative.

Regolarità in pianta

a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze:

Vengono controllate le differenze di posizione del centro di massa e di rigidezza rispetto al centro geometrico del piano analizzato. Il valore limite per la differenza è posto al 10% della dimensione corrispondente dell'ingombro. Al di sotto del valore limite l'esito della definizione a) è "Sì". Il calcolo viene ripetuto per ogni impalcato.

b) il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a 4:

Viene calcolato l'ingombro dell'intera struttura e viene verificata la condizione rapportando il lato massimo al lato minimo del rettangolo in cui la struttura è contenuta.

c) nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione:

Il primo passo è il calcolo dell'ingombro ad ogni piano tramite il rettangolo che circoscrive l'impalcato. Dopo vengono calcolati i rientri e le sporgenze secondo una scansione a passo di un metro (e minimo dieci scansioni) in modo da calcolare i rientri geometrici in pianta. La condizione è verificata se il valore è inferiore al 25% per ogni piano.

d) gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti:

L'algoritmo è basato sull'ipotesi, da verificare, che nel caso fossero presenti dei nodi master, essi siano in numero pari ai piani inseriti da input. Al controllo viene scartato l'ultimo piano.



Non vengono controllati i casi in cui sono presenti più master per piano o posizioni dei master particolari.

Un ulteriore controllo riguarda la soletta piena dei solai utilizzati in base alle indicazioni del capitolo 7.2.6 delle N.T.C. In particolare lo spessore della soletta deve essere:

almeno 4 cm per i tipi Latero-cemento, Latero-cemento con traliccio
almeno 5 cm per i tipi Plastbau metal, Predalle, Predalle doppio



I tipi Utente, Lamiera grecata collaborante e non, A secco, non sono classificabili come rigidi in nessun caso.

Regolarità in altezza

e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione:

La verifica del punto consiste nel controllare che lungo gli allineamenti verticali (fili fissi) vi sia sempre continuità di presenza per pilastri e pareti.

f) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a. o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai controventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base;

Il primo passo è calcolare la rigidezza e la massa totale per ogni piano. In luogo della massa viene utilizzato il peso sismico totale dell'impalcato ($G_1 + G_2 + \psi_2 Q$). Per ogni piano viene calcolata la differenza di massa in termini percentuali rispetto al piano precedente e successivo. Analogamente viene effettuato per le rigidezze. L'esito della verifica è positivo se la massa non differisce più del 25% e la rigidezza non aumenti più del 10% o diminuisca del 30%.

g) nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta, calcolata ad un generico orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti;

h) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale

da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all' orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.

L'algoritmo consiste in:

1. Calcolare l'ingombro come xmin, ymin, xmax, ymax ad ogni piano
2. Calcolare per i quattro lati dell'ingombro le sporgenze/rientri ad ogni piano rispetto al piano inferiore
3. Verificare che ogni sporgenza sia inferiore al 20% dell'ingombro del piano inferiore
4. Verificare che ogni sporgenza sia inferiore al 30% dell'ingombro massimo del primo piano

Nota: Per strutture con almeno 4 piani non si controlla l'ultimo piano

L'esito dei controlli viene esplicitato in un apposito ambiente di riepilogo:

FaTA e-version - Vers 31.0.0 - Controllo Regolarità

Regolarità e tipologia strutturale | Varie |

Regolarità in pianta		Regolarità in altezza	
a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze	SI	e) tutti i sistemi resistenti verticali (quali telai e pareti) si estendono per tutta l'altezza della costruzione	SI
b) il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui la costruzione risulta inscritta è inferiore a $\frac{4}{3}$	SI	f) massa e rigidezza rimangono costanti o variano gradualmente, senza bruschi cambiamenti, dalla base alla sommità della costruzione (le variazioni di massa da un orizzontamento all'altro non superano il 25 %, la rigidezza non si riduce da un orizzontamento a quello sovrastante più del 30% e non aumenta più del 10%); ai fini della rigidezza si possono considerare regolari in altezza strutture dotate di pareti o nuclei in c.a., o pareti e nuclei in muratura di sezione costante sull'altezza o di telai contraventati in acciaio, ai quali sia affidato almeno il 50% dell'azione sismica alla base	NO
c) nessuna dimensione di eventuali rientri o sporgenze supera il 25 % della dimensione totale della costruzione nella corrispondente direzione	SI	g) nelle strutture intelaiate progettate in CD "B" il rapporto tra resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per orizzontamenti diversi (il rapporto fra la resistenza effettiva e quella richiesta calcolata ad un genere di orizzontamento, non deve differire più del 20% dall'analogo rapporto determinato per un altro orizzontamento); può fare eccezione l'ultimo orizzontamento di strutture intelaiate di almeno tre orizzontamenti	NO
d) gli orizzontamenti possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti	SI	h) eventuali restringimenti della sezione orizzontale della costruzione avvengono in modo graduale da un orizzontamento al successivo, rispettando i seguenti limiti: ad ogni orizzontamento il rientro non supera il 30% della dimensione corrispondente al primo orizzontamento, né il 20% della dimensione corrispondente all' orizzontamento immediatamente sottostante. Fa eccezione l'ultimo orizzontamento di costruzioni di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento	SI
Dati di input corretti.			
Verificare i dati di regolarità in altezza per il calcolo dei fattori di struttura.			
<p>Tipologia struttura in c.a.</p> <p>Struttura mista equivalente a telai.</p>			
<input type="button" value="Continua"/> <input type="button" value="Annulla"/> <input type="button" value="Sospendi"/>			

La **verifica di duttilità** può essere effettuata in base le seguenti opzioni:

1. Progetta dettagli
2. Incrementa confinamento
3. Ottimizza progettazione (1+2)
4. Solo verifica

L'opzione **“Progetta dettagli”** consente di progettare le armature trasversali delle sezioni alla base della struttura in funzione delle formule 7.4.29 e 7.4.32, in alternativa alla verifica di duttilità:

Pilastri

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30\mu_\phi \cdot v_d \cdot e_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035$$

Pareti

$$\alpha \cdot \omega_{wd} \geq 30\mu_\phi \cdot (v_d + \omega_v) \cdot e_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_0} - 0,035$$

L'opzione “**Incrementa confinamento**” consente invece, utilizzando la verifica di duttilità (7.3.6 - 4.1.2.3.4.2 – 7.4.4.1.2), la progettazione delle armature trasversali al piede. La procedura diminuisce iterativamente il passo delle staffe fino a quando al raggiungimento dell'esito positivo.

È possibile, scegliendo l'opzione “**Ottimizza progettazione (1+2)**”, considerare tra i due approcci appena descritti quello che comporta il maggior passo delle staffe e di conseguenza la densità di armature minori.

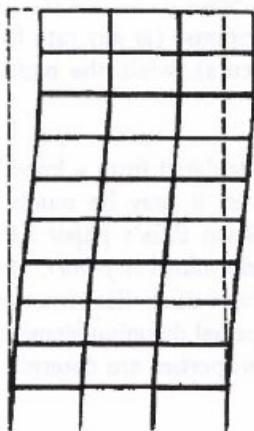


Le soluzioni per aumentare la duttilità sono molteplici. Il programma in questa fase utilizza solo l'incremento del confinamento tramite la diminuzione del passo delle staffe. Si suggerisce, nei casi in cui persista l'esito negativo (o necessiti un passo molto fitto) di:

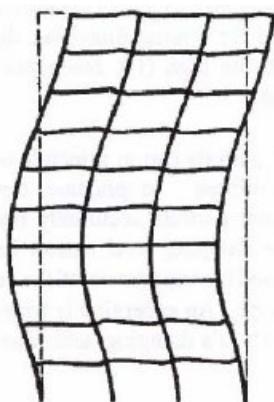
- Aumentare le dimensioni della sezione (in particolare il lato corto)
- Ridurre il passo delle armature longitudinali (in modo da aumentare le legature)

In ogni caso è possibile non effettuare l'incremento automatico delle staffe scegliendo l'opzione “**Solo verifica**”, utilizzando le sole formule di verifica di duttilità (7.3.6 - 4.1.2.3.4.2 – 7.4.4.1.2).

Per quanto riguarda la **verifica agli stati limite di danno** oltre alla possibilità di effettuare o meno la verifica, è possibile scegliere: il tipo di verifica da effettuare (per impalcato o per ogni elemento strutturale resistente al sisma), il valore limite di controllo (descritto dall'Ordinanza 3274 al punto 4.11.2) e le modalità di verifica. L'opzione ‘**Considera solo il 1° modo**’: effettua il calcolo degli spostamenti di interpiano simulando il primo modo di vibrare, come descritto nella seguente figura:



Considera modi ondulatori: effettua il calcolo degli spostamenti di interpiano simulando un modo ondulatorio di vibrare, come descritto nella seguente figura:



Il campo **Drp** è utilizzabile, secondo le indicazioni dell'OPCM 3274, per fornire il valore limite di spostamento relativo per il quale il tamponamento è stato progettato. Il dato deve essere fornito solo nel caso in cui si utilizza il valore limite b relativo a "Tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti t interpiano d_{rp} ".

In merito alle verifiche allo stato limite di danno in termini di resistenza, prescritte dal D.M. 14/01/2008, è possibile scegliere se effettuare o meno la verifica. Tale verifica, come quella inherente agli stati limite di operatività, verrà effettuata solo per strutture con classe d'uso III e IV.

Per la **verifica a martellamento** è possibile scegliere per ogni lato dell'edificio:

- la dimensione del giunto tecnico tra gli edifici
- l'altezza dell'edificio adiacente
- l'opzione spostamento noto
- l'eventuale valore dello spostamento
- la differenza di quota tra le fondazioni dei fabbricati interessati

Nel caso che il campo "Spost. Noto" risulta spuntato è necessario inserire il valore dello spostamento della struttura adiacente relativamente al lato (campo "Val. spost"). Il segno del valore dello spostamento è ininfluente in quanto il software considera sempre la condizione in opposizione di fase delle due strutture.

La verifica a martellamento consiste nel controllare che la somma degli spostamenti massimi orizzontali allo SLV della struttura e lo spostamento massimo per l'edificio adiacente sia inferiore alla dimensione del giunto relativamente alla direzione considerata.

Nel caso in cui lo spostamento della struttura adiacente deve essere stimato dal software verranno seguite le indicazioni del punto 7.2.2 delle NTC.

Verifica a martellamento

Esegui la verifica

	Sp.giunto	H Edif.	Spost. Not	Val. spost.	ΔZ Fond
X +	15.0	0	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0
X -	15.0	0	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0
Y +	15.0	0	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0
Y -	15.0	0	<input type="checkbox"/>	0.0	0.0

Spessore giunto dal lato corrispondente [cm]

Nel caso in cui in una direzione non si volesse effettuare la verifiche è necessario assegnare valore nullo all'altezza dell'edificio.

Per tutti i tipi di strutture viene elaborata la **verifica a deformabilità orizzontale (spostamenti laterali)** per gli SLE. In particolare, per le strutture in acciaio, la verifica viene elaborata in base alle indicazioni del paragrafo 4.2.4.2 delle NTC, controllando anche l'intera colonna dalla fondazione alla sommità. Le impostazioni posso essere differenziate per i vari stati limite analizzati.

1.2.3.4 Unioni di forza in acciaio

Unioni di forza in acciaio  : Consente l'elaborazione delle Unioni di Forza tra aste in acciaio da un apposito ambiente tridimensionale. Le tipologie presenti di nodo sono quelle presenti nel modulo n.° 22 UDF TM e nel n.° 32 UDF TR. L'attivazione dei comandi è subordinata all'acquisto dei moduli di **StruSec** predetti.

Si rimanda al capitolo "[Unioni di forza](#)" per il funzionamento e i collegamenti teorici riguardanti le varie tipologie di unioni.

1.2.3.5 Unioni di forza (legno e tubolari)

Unioni di forza (legno e tubolari)  : Consente l'elaborazione delle Unioni di Forza tra aste in legno da un apposito ambiente tridimensionale. Il comando gestisce anche le unioni dei tubolari in acciaio. L'attivazione dei comandi è subordinata all'acquisto dei moduli di **StruSec** predetti. Si rimanda al manuale di **SW-Structure** per il funzionamento e i collegamenti teorici riguardanti i vari comando dell'ambiente di gestione di **SW-Frame**.

1.2.4 Menu Output.

È il menu di gestione di tutte le forme di output presenti in FaTA-e. Il programma provvede alla generazione:

- Relazione di calcolo in formato .rtf
- Esecutivi di cantiere in formato .dxf
- Computi metrici dei materiali utilizzati

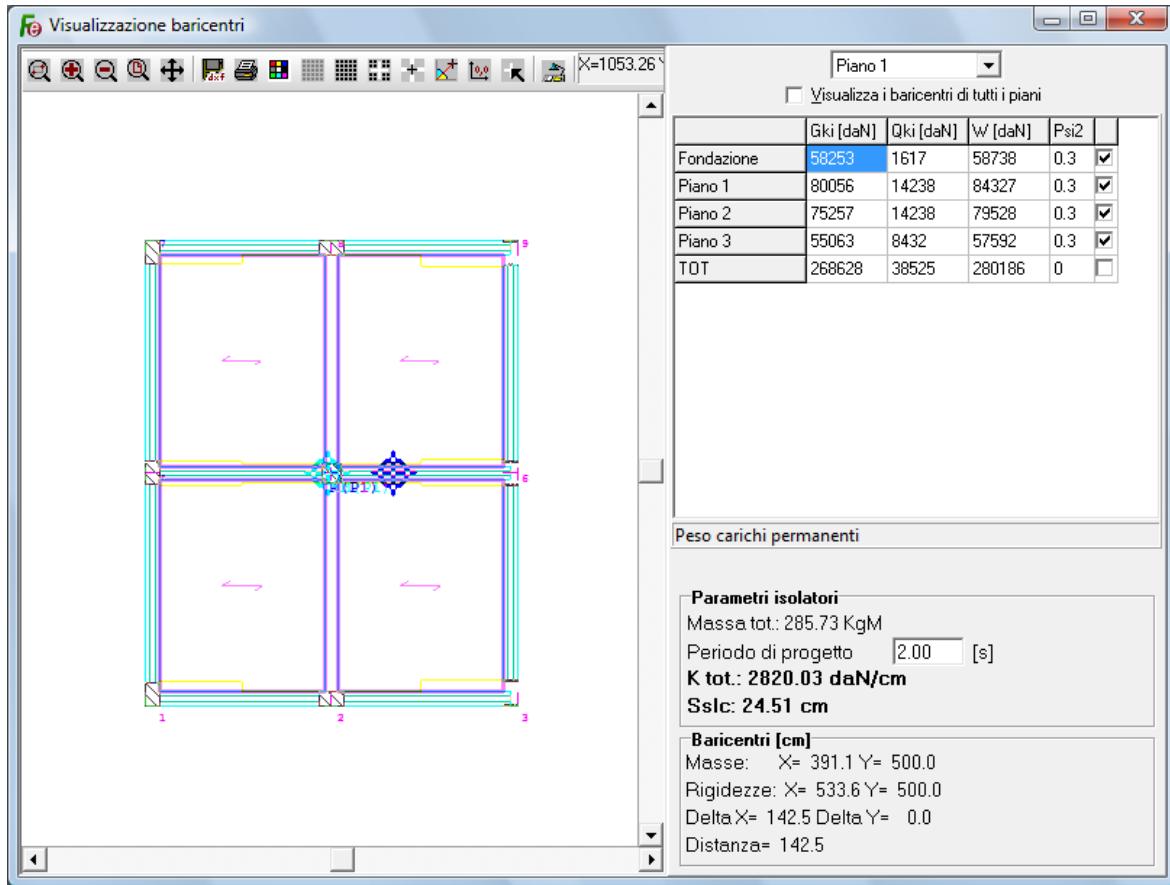
Inoltre, tutti i dati possono essere controllati con appositi comandi grafici, cliccando direttamente sul modello tridimensionale della struttura negli ambienti di visualizzazione dedicati.

Il menu **Output** è composto dai seguenti comandi:

- Visualizzazione baricentri
- Risultati calcolo
- Risultati analisi non lineare
- Risultati verifiche
- Relazione di calcolo
- Stampa diagrammi
- Tabella isolatori
- Computi dei materiali
- Graficizzazione
- Carpenterie
- Manipolazione delle armature delle travate
- Manipolazione delle armature delle pilastrate

1.2.4.1 Visualizzazione baricentri

Visualizzazione baricentri  : Consente la visualizzazione grafica dei baricentri di massa e rigidezza. Al click sul pulsante viene visualizzato il seguente ambiente:



La visualizzazione avviene per piano, la scelta si effettua dal menu a tendina in alto a destra. Nella griglia sottostante la scelta del piano, sono riportati i valori dei pesi per impalcato relativi ai carichi permanenti e a quelli d'esercizio, nonché la somma totale di piano data da:

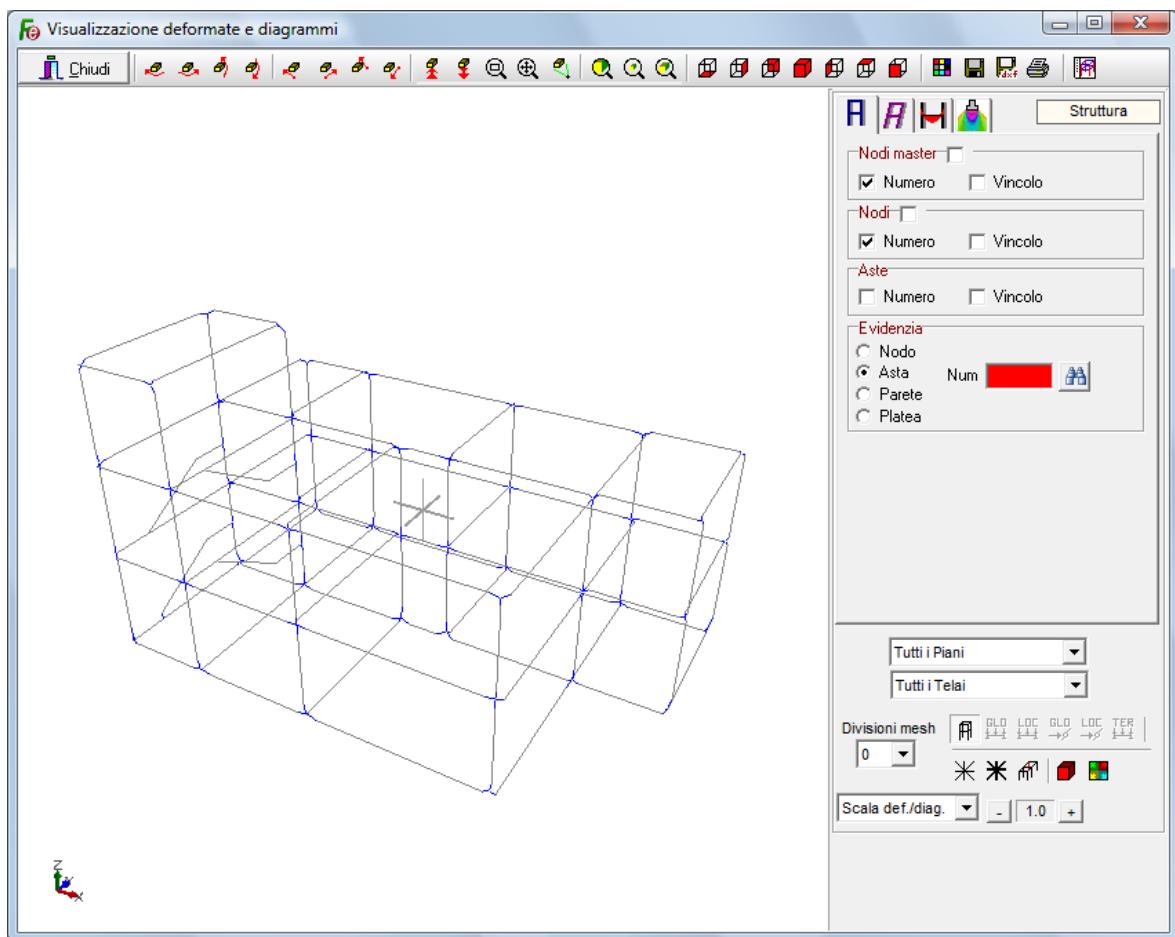
$$W_i = G_{ki} + \psi_{2i} Q_{ki}$$

Inoltre, vengono riportati i parametri necessari per il progetto degli isolatori. In particolare vengono riportate la massa totale dei piani contrassegnati da , e inserendo il periodo di progetto viene automaticamente calcolata la rigidezza totale del sistema di isolamento.

Infine, vengono riportati i valori numerici delle coordinate dei baricentri, delle distanze lungo gli assi X e Y e lungo la diagonale.

1.2.4.2 Risultati calcolo

Risultati calcolo : Consente la visualizzazione dei risultati di calcolo nell'apposito ambiente di visualizzazione della struttura. Alla pressione del corrispondente tasto viene visualizzato il seguente ambiente:



Comandi di visualizzazione

I comandi principali di visualizzazione sono differenziati per tipo di elemento da indagare. Le varie funzionalità vengono attivate attraverso le icone delle pagine presenti in alto a destra dello spazio tridimensionale di visualizzazione:



A Pagina “Visualizzazione struttura” : consente di visualizzare il modello della struttura senza evidenziare nessuna caratteristica di sollecitazione o deformazione.

La pressione del pulsante attiva la possibilità di scelta dei filtri di visualizzazione, che rimarranno attivi nelle visualizzazioni seguenti. In particolare è possibile scegliere se visualizzare:

- **Nodi Master** e numero sul singolo nodo master;
- **Nodi** e numero sul singolo nodo;
- Numero delle **aste**;

In più è possibile evidenziare un nodo, un'asta, una parete o una platea indicandone il codice numerico assegnato all'elemento. Questa funzionalità consente di lasciare evidenziato l'elemento trovato anche negli altri comandi di visualizzazione (deformate, diagrammi, inviluppi, animazione). In alto sono presenti i menu a tendina inerenti i filtri di visualizzazione dei piani e dei telai assegnati nell'Input Grafico.

R “Visualizzazione deformate” : consente la visualizzazione della configurazione deformata della struttura. La visualizzazione può essere effettuata come elementi solidi o secondo la modalità

filiforme. È possibile inoltre attivare o meno la colormap sensibile al valore della randezza che si sta visualizzando. Tali comandi verranno spiegati in seguito. Gli spostamenti possono essere visualizzati per "Condizioni", "Combinazioni", "Inviluppi".



"Visualizzazione diagrammi" : consente la visualizzazione dei diagrammi delle caratteristiche delle sollecitazioni delle configurazione di carico agenti sulla struttura. Come per gli spostamenti è possibile scegliere tra la visualizzazione filiforme (che attiva il tracciamento dei diagrammi) e la visione solida abbinata alla colormap dei valori. Le sollecitazioni possono essere visualizzate per "Condizioni", "Combinazioni", "Inviluppi".



"Tensioni terreno" : consente la visualizzazione dei diagrammi delle tensioni trasmesse dalla struttura al terreno. Il diagramma verrà visualizzato solo per elementi di fondazione. Come per gli spostamenti è possibile scegliere tra la visualizzazione filiforme (che attiva il tracciamento dei diagrammi) e la visione solida abbinata alla colormap dei valori. Le tensioni possono essere visualizzate per "Condizioni", "Combinazioni", "Inviluppi".



"Visualizzazione animazione" : consente di visualizzare l'animazione modale relativa ai modi prescelti relativamente a sisma X, sisma Y e sisma Z. Questo comando è attivo solo nel caso di analisi dinamica.

Comandi di selezione

Abbinati ai comandi di visualizzazione è possibile attivare i comandi di selezione, utili alla visualizzazione mirata dei singoli elementi che compongono la struttura. Essi sono posizionati nella parte in basso a destra della schermata:



I comandi di selezione possono riassumersi nei seguenti:



Consente di visualizzare la configurazione indeformata filiforme della struttura. Il comando non è attivo se contemporaneamente è impostata la visione solida della struttura.



Consente di visualizzare, per ogni condizione o combinazione, graficamente i carichi ripartiti nel sistema di riferimento globale, presenti sulle aste della struttura.



Consente di visualizzare, per ogni condizione o combinazione, graficamente i carichi ripartiti nel sistema di riferimento locale, presenti sulle aste della struttura.



Consente di visualizzare, per ogni condizione o combinazione, graficamente le forze concentrate e le coppie nel riferimento globale, presenti sulle aste della struttura.



Non attivo in FaTAe.



"Selezione nodi" : consente di selezionare i nodi in modo da visualizzare dati, spostamenti, reazioni nodali.

In funzione del comando di visualizzazione associato vengono visualizzati dati differenti. Nel prospetto che segue vengono riportati sinteticamente gli elementi visualizzati:

<i>vincoli</i>	<i>Tipo</i>	<i>coordinate</i>	<i>Forze e coppie</i>	<i>Masse</i>	<i>spostamenti</i>	<i>reazioni</i>
	SI	SI	SI	SI	SI	NO
	SI	SI	SI	SI	SI	NO
	SI	SI	SI	SI	NO	SI
	SI	SI	SI	SI	NO	NO
	SI	SI	SI	SI	NO	NO

Relativamente al tipo di nodo la descrizione contiene le diciture:

- **Libero;**
 - **Slave.**

Nel secondo caso viene anche indicato il codice del master a cui il nodo è associato (per esempio: M1).

* "Selezione nodi master" : consente di selezionare i nodi master in modo da evidenziarne i nodi slave. Posizionandosi sul nodo master (nodo in verde contrassegnto dalla lettera "M" più un numero progressivo), vengono evidenziati in giallo tutti i nodi slave associati anche se i nodi slave sono stati disattivati dalla visualizzazione.

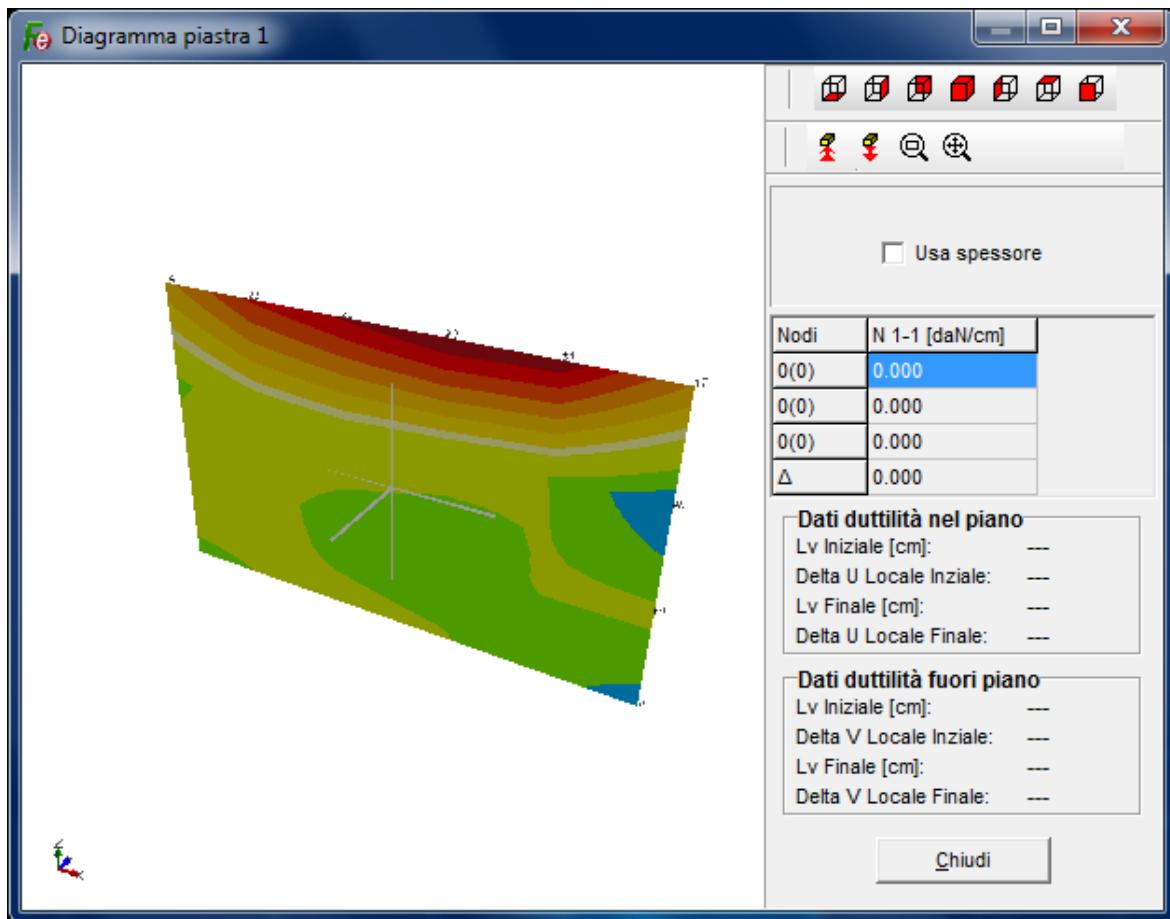
Si rimanda al capitolo "Il motore di calcolo" per ulteriori approfondimenti di tipo teorico. Il comando viene attivato solo in "Visualizzazione struttura".

 “Selezione aste” : consente di selezionare le aste della struttura in modo da visualizzare dati, spostamenti, caratteristiche delle sollecitazioni. In funzione del comando di visualizzazione associato vengono visualizzati dati differenti. Nel prospetto che segue vengono riportati sinteticamente gli elementi visualizzati:

Tipi elem.	Car. Sezione	Vinc. Interni	K Winkler	Carichi rip.	Dist. Termiche	Spost.	Soll.	Tens. Terreno
	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO
	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO
	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO
	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	SI
	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO

Il **tipo** di elemento (BEAM o TRUSS) è relativo all'elemento finito utilizzato. Le caratteristiche della **sezione** sono i parametri utili alla definizione dell'elemento finito. I **vincoli interni** indicano la presenza o meno di sconnesioni utili a modellare le cerniere interne. Il **modulo di Winkler** riguarda il letto di molle tridimensionali associato alle travi di fondazione. Tutti questi parametri sono descritti nel capitolo "Il motore di calcolo". Selezionando le singole aste saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo "Il motore di calcolo".

 “Selezione piastre” : consente di selezionare le Pareti/Piastre in modo da visualizzarne spostamenti e sollecitazioni. Il comando, non attivo in “Visualizzazione struttura”, consente la visualizzazione in dettaglio della piastra con la possibilità di indagare i valori punto per punto all'interno della parete/piastra. Posizionandosi sull'elemento voluto si evidenzia in giallo, cliccando sull'elemento selezionato viene visualizzata la seguente finestra:



Oltre alle opzioni comuni agli altri ambienti di visualizzazione di FaTA-e (per i quali si rimanda al capitolo “La visualizzazione 3D”) sono presenti comandi aggiuntivi inerenti all’modalità di visualizzazione. In particolare è possibile impostare la risoluzione (grado ulteriore di divisione della mesh di visualizzazione) e utilizzare lo spessore, visualizzando l’elemento come elemento solido. Selezionando i singoli elementi strutturali saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo “Il motore di calcolo”.

Oltre ai comandi di selezione sono presenti dei pulsanti di impostazione di visualizzazione:

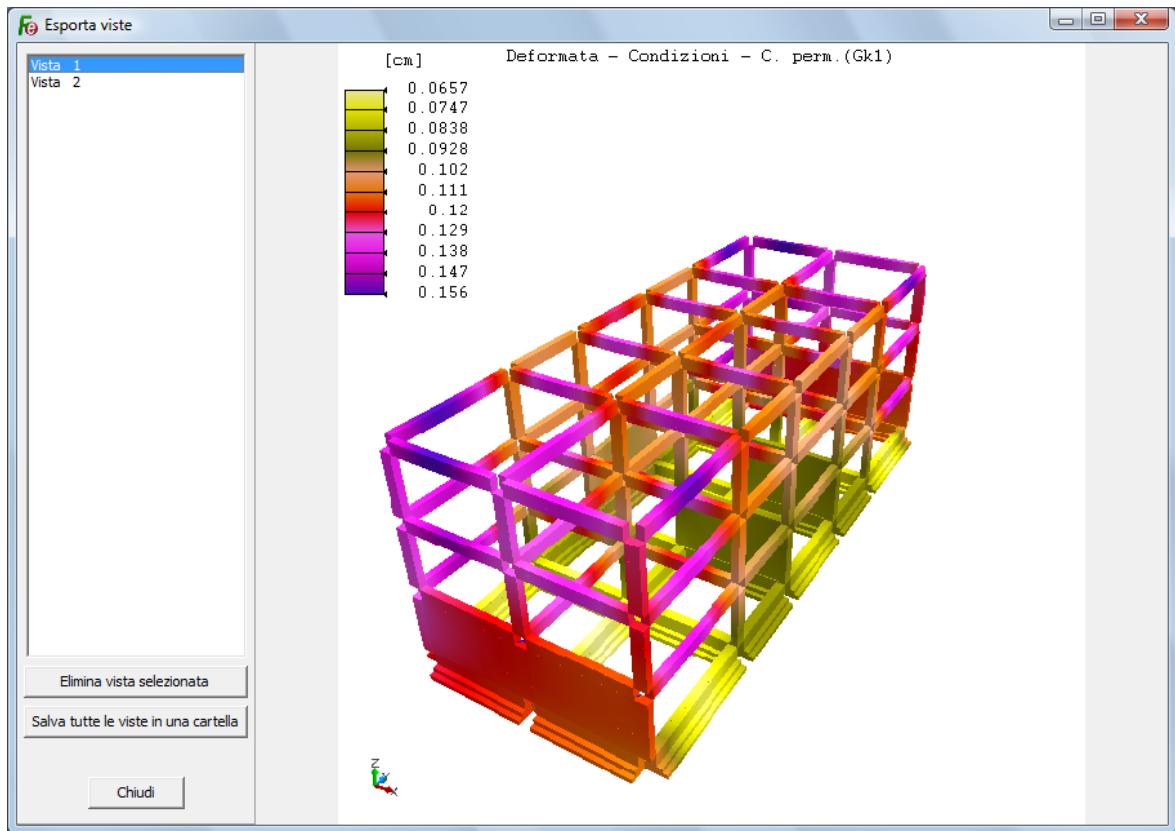
Consente di visualizzare la struttura utilizzando il modello solido con le reali sezioni degli elementi.

Consente di visualizzare diagrammi e deformate utilizzando il sistema “colormap”. In questo modo gli elementi verranno visualizzati con il colore relativo al valore della caratteristica corrente che si vuole controllare. Nel caso dei “Diagrammi” e di “Visione Solida” attivata, tale visualizzazione è l’unica possibile e quindi sarà attiva anche se il comando “Sfuma Sollecitazioni” non viene richiamato.

Divisione mesh: consente di impostare la risoluzione della mesh di interpolazione del colore. Valori alti corrispondono ad un’elevata suddivisione degli elementini. Ciò comporta un maggior impegno di risorse del computer nel caso in cui si voglia spostare o ruotare la struttura.

Fattore di scala: consente di impostare la scala di disegno, rispettivamente di deformate e diagrammi e dei carichi rispetto al valore di riferimento pari a 1. Le due scale (carichi, deformate e sollecitazioni) sono modificabili separatamente.

Dalla versione 25.1.0 è presente la funzione di esportazione delle viste scelte dall'utente  . Tale procedura è utile ai fini dell'importazione automatica delle immagini in RelGen, in modo da realizzare il riassunto grafico dei risultati più importanti.



Dopo aver scelto le viste desiderate è possibile salvare tutte le immagini in una singola cartella.

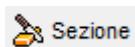
Funzione di sezione (Section-Cut)

Questa funzione consente di calcolare le risultanti, in termini di forze totali, agenti sulla sezione realizzata. Le forze sono calcolate per entrambi i lati della struttura e rappresentano le forze che le parti si scambiano tra loro. Eventuali differenze sono dovute ai metodi di integrazione numerica utilizzati.

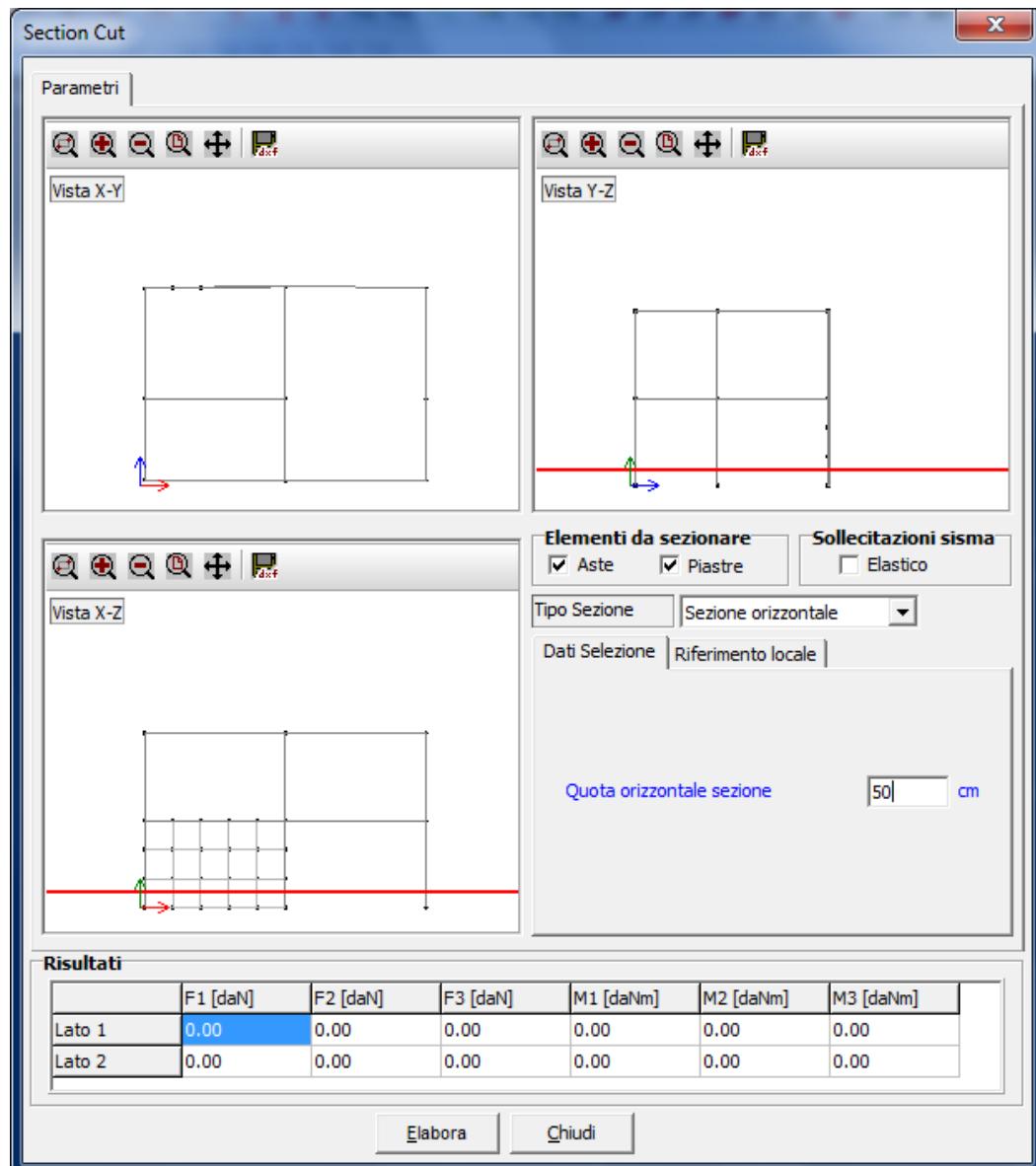
Il comando viene attivato solo sul pannello di visualizzazione delle sollecitazioni, richiamato dalla seguente icona:



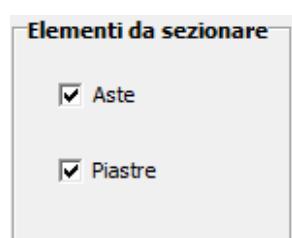
La funzione di sezione viene richiamata dalla seguente icona



L'ambiente di settaggio dei vari parametri per la sezione è il seguente:



È possibile scegliere gli elementi da sezionare cliccando nel seguente Box:



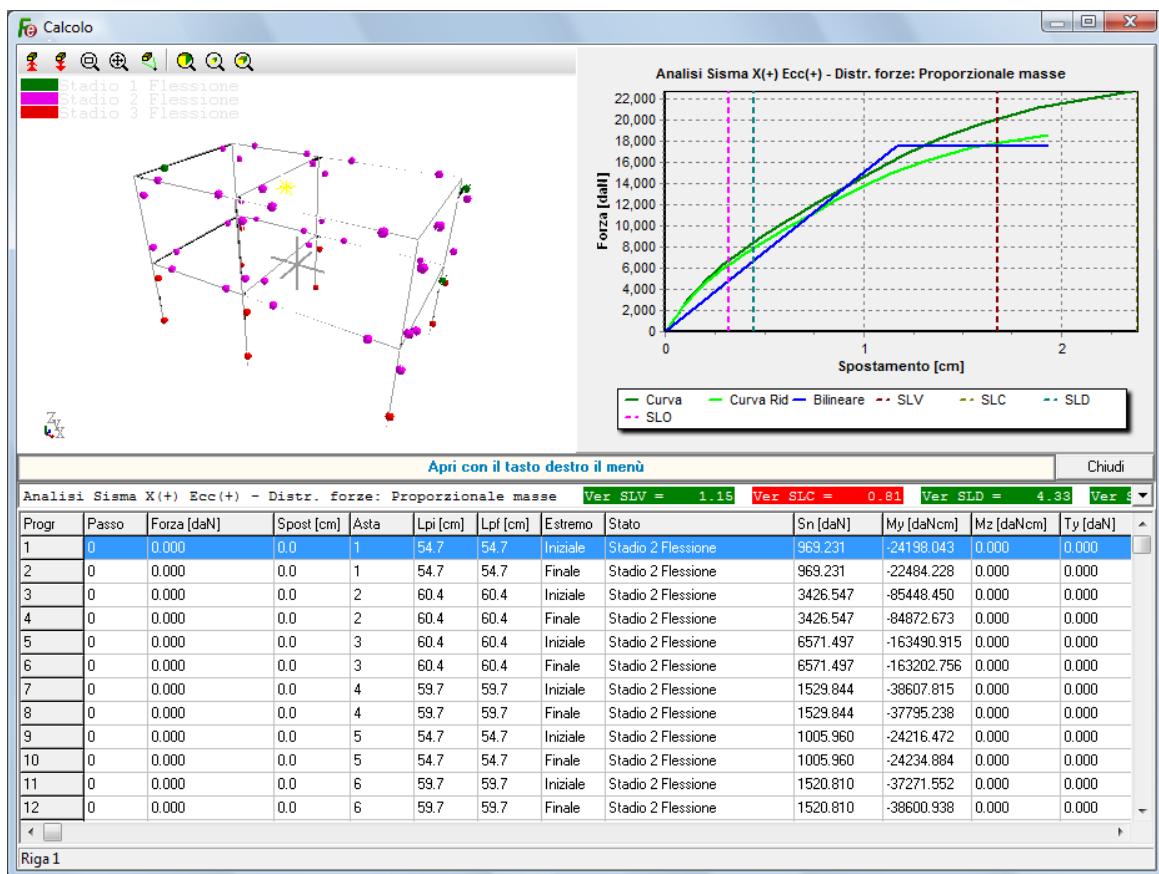
Il tipo di sezione può essere:

- **Piano Infinito** : Consente di sezionare tutto ciò che si incontra in un piano infinito come definito dai "3 punti del piano";
- **Poligono Piano** : Consente di sezionare tutto ciò che è contenuto in un poligono piano nello spazio tridimensionale come definito dai "Punti del poligono";
- **Sezione orizzontale** : Consente di sezionare tutto ciò che si incontra in un piano infinito posto alla quota definita da "Quota orizzontale sezione"

Le forze calcolate vengono riferite al sistema di riferimento definito dai "3 Punti del Sistema di Riferimento". I valori di default sono relativi al sistema di riferimento globale della struttura. Dopo aver definiti i dati della sezione, per ottenere i risultati è sufficiente cliccare sul pulsante "Elabora". Un esempio applicativo della funzione può riguardare il calcolo del taglio di piano dovuto al sisma anche utilizzando l'analisi modale.

1.2.4.3 Risultati analisi non lineare

Risultati analisi non lineare  : Consente la visualizzazione dei risultati di calcolo nell'apposito ambiente di visualizzazione delle curve Pushover. Alla pressione del corrispondente tasto viene visualizzata la seguente maschera:



L'ambiente visualizzato è suddiviso in zone:

- Visualizzazione delle deformate (in alto a sinistra);
- Grafico della curva Forza/spostamento (in alto a destra);
- Tabella della "storia" di plasticizzazione

Selezione della curva da visualizzare

La scelta delle curva e dei relativi risultati da visualizzare, viene effettuata dal menu a tendina posto al centro della maschera:



Oltre alla descrizione della condizione di carico analizzata vengono riportati i coefficienti di sicurezza delle verifiche per i vari stati limite selezionati. Il colore è indicativo dell'esito della verifica (rosso = non superata).

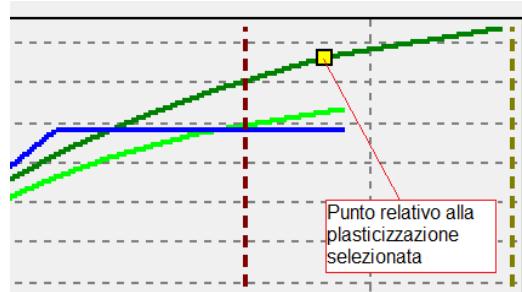
Visualizzazione risultati aste

Lo strumento di selezione attivato nella zona di visualizzazione delle deformate consente di filtrare i risultati della tabella relativamente all'asta corrente.

Così facendo la tabella dei risultati verrà riempita con i soli valori relativi all'asta in esame:

Prog	Passo	Forza [daN]	Spost [cm]	Asta	Lpi [cm]	Lpf [cm]	Estremo	Stato	Sn [daN]	My [daNm]	Mz [daNm]	Ty [daN]
17	0	0.000	0.0	9	50.0	50.0	Iniziale	Stadio 2 Flessione	14987.559	87945.679	10504.318	45.438
18	0	0.000	0.0	9	50.0	50.0	Finale	Stadio 1 Flessione	13862.559	-27625.806	-3127.116	45.438
70	6	3021.245	0.1	9	50.0	50.0	Finale	Stadio 2 Flessione	14046.068	-27639.535	111943.253	-495.060
85	25	21254.723	1.9	9	50.0	50.0	Finale	Stadio 3 Flessione	14568.213	-8550.907	669281.265	-4155.139
89	26	22762.400	2.4	9	50.0	50.0	Iniziale	Stadio 3 Flessione	15744.043	41790.071	-685881.230	-4558.036

Cliccando sulle singole righe (evidenziate dal colore giallo) sarà possibile visualizzare nella curva il punto relativa alla plasticizzazione selezionata:



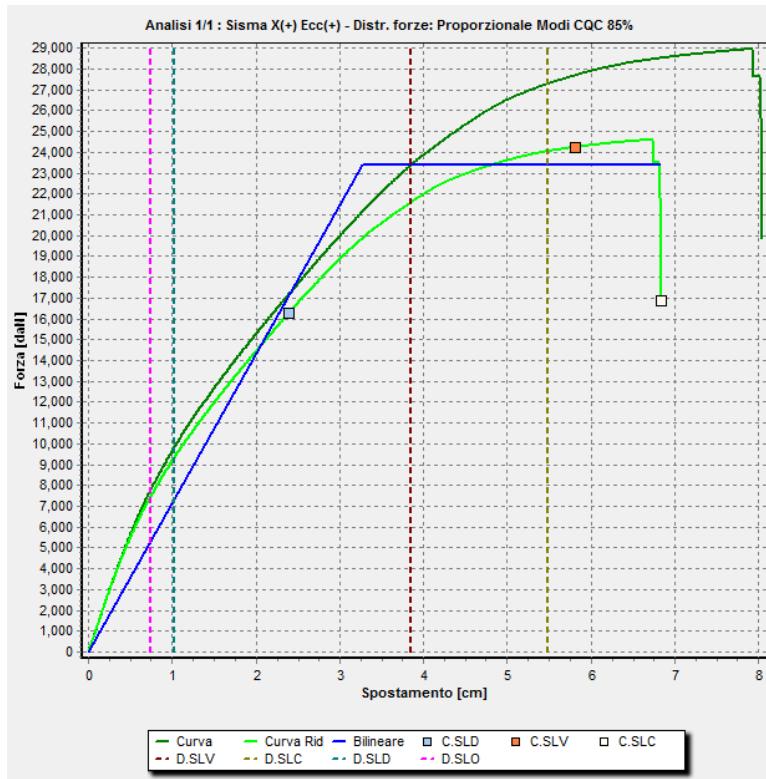
Nella tabella sono riportati i seguenti campi:

- Passo (valore del moltiplicatore delle forze);
- Forza (valore della forza orizzontale applicata sulla struttura - Taglio alla base della struttura);
- Spost (spostamento corrispondente alla forza applicata);
- Asta (numero dell'asta di calcolo);
- Lpi (lunghezza della cerniera plastica all'estremo iniziale);
- Lpf (lunghezza della cerniera plastica all'estremo finale);
- Estremo (estremo analizzato: iniziale o finale);
- Stato (tipo di plasticizzazione corrente);
- Sn (sforzo normale);
- My (momento flettente attorno all'asse y locale);
- Mz (momento flettente attorno all'asse z locale);
- Ty (taglio lungo all'asse y locale);
- Tz (taglio lungo all'asse z locale);

In merito allo "Stato" dell'estremo, i possibili casi che si possono presentare sono:

- Stadio 1 Flessione (sezione integra);
- Stadio 2 Flessione (sezione con calcestruzzo fessurato);
- Stadio 3 Flessione (sezione in campo plastico);
- Stadio 4 Flessione (sezione in campo plastico a 3/4 della rottura);
- Rottura Flessione (rottura della sezione a flessione);
- Rottura Compressione (rottura della sezione per schiacciamento del calcestruzzo);
- Rottura Taglio (rottura della sezione per taglio);
- Rottura del nodo travi-pilastro.

Lettura del diagramma Pushover

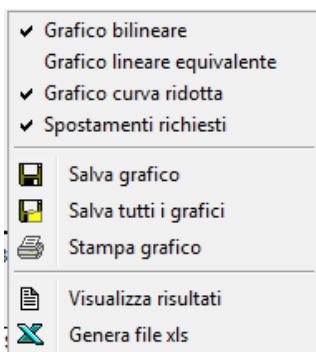


La curva pushover (diagramma forza/spostamento) viene visualizzata nella parte destra dell'ambiente di visualizzazione dei risultati. Nel diagramma sono presenti:

- Curva di capacità della struttura (verde scuro);
- Curva di capacità ridotta (verde chiaro);
- Bilineare equivalente (blu);
- Punto capacità di spostamento SLD;
- Punto capacità di spostamento SLV;
- Punto capacità di spostamento SLC;
- Domanda di spostamento SLO (riga verticale fucsia);
- Domanda di spostamento SLD (riga verticale azzurra);
- Domanda di spostamento SLV (riga verticale marrone);
- Domanda di spostamento SLC (riga verticale grigia).

La verifica è superata se lo spostamento massimo della bilineare equivalente è superiore alla domanda di capacità per i vari stati limite.

Cliccando con il tasto destro sul diagramma viene visualizzato il menu delle opzioni:



Cliccando su "Visualizza risultati" vengono visualizzati i dettagli relativi ai parametri delle curve e della verifiche effettuate. Si riporta un esempio di output generato:

VISUALIZZA RISULTATI CALCOLO

Analisi Sisma X(+) Ecc(+) - Distr. forze: Proporzionale masse

Struttura

Massa partecipante del sistema bilineare equivalente (m*).....	58.7 kgm
Fattore di partecipazione massa.....	89.0 %
Rigidezza del sistema bilineare equivalente (k*).....	15096.7 kg/cm
Periodo di vibrazione del sistema bilineare equivalente (T*).....	0.392 sec
Forza di snervamento del sistema bilineare equivalente (F*y).....	17592.8 kg
Spettro di risposta elastico (Se(T*)).....	430.8 cm/sec ²
Fattore di struttura (q* = m* Se(T*) / F*y).....	1.44
Coefficiente di partecipazione.....	1.22
 Rapporto au/a1.....	1.36

Verifica SLV

Capacità di spostamento.....	1.92893 cm
Spostamento richiesto.....	1.67525 cm
Coefficiente di sicurezza.....	1.15

Verifica Soddisfatta

Verifica SLC

Capacità di spostamento.....	1.92893 cm
Spostamento richiesto.....	2.38234 cm
Coefficiente di sicurezza.....	0.81

Verifica Non Soddisfatta

Verifica SLD

Capacità di spostamento.....	1.92893 cm
Spostamento richiesto.....	0.44524 cm
Coefficiente di sicurezza.....	4.33

Verifica SLO

Capacità di spostamento.....	1.92893 cm
Spostamento richiesto.....	0.31993 cm
Coefficiente di sicurezza.....	6.03

Verifica Soddisfatta

PGA SLV

Fattore di suolo (Ss).....	1.00
Fattore di amplificazione topografica (St).....	1.00
Ag_CLV (Accelerazione massima di base).....	0.225
Ag_DLV (Accelerazione di riferimento).....	0.194
PGA_CLV = Ss*St*Ag_CLV.....	0.225
PGA_DLV = Ss*St*Ag_DLV.....	0.194
TR_CLV (Tempo di ritorno).....	685.000
TR_DLV (Tempo di ritorno di riferimento).....	476.000
Indicatore di rischio accelerazioni (PGA_CLV/PGA_DLV).....	1.160
a.....	1/2.43
Indicatore di rischio tempi di ritorno (TR_CLV/TR_DLV)^a.....	1.162

PGA SLC

Fattore di suolo (Ss).....	1.00
Fattore di amplificazione topografica (St).....	1.00
Ag_CLC (Accelerazione massima di base).....	0.700
Ag_DLC (Accelerazione di riferimento).....	0.260
PGA_CLC = Ss*St*Ag_CLC.....	0.700
PGA_DLC = Ss*St*Ag_DLC.....	0.260
TR_CLC (Tempo di ritorno).....	2475.000
TR_DLC (Tempo di ritorno di riferimento).....	977.000
Indicatore di rischio accelerazioni (PGA_CLC/PGA_DLC).....	2.692
a.....	1/2.43
Indicatore di rischio tempi di ritorno (TR_CLC/TR_DLC)^a.....	1.466

PGA SLD

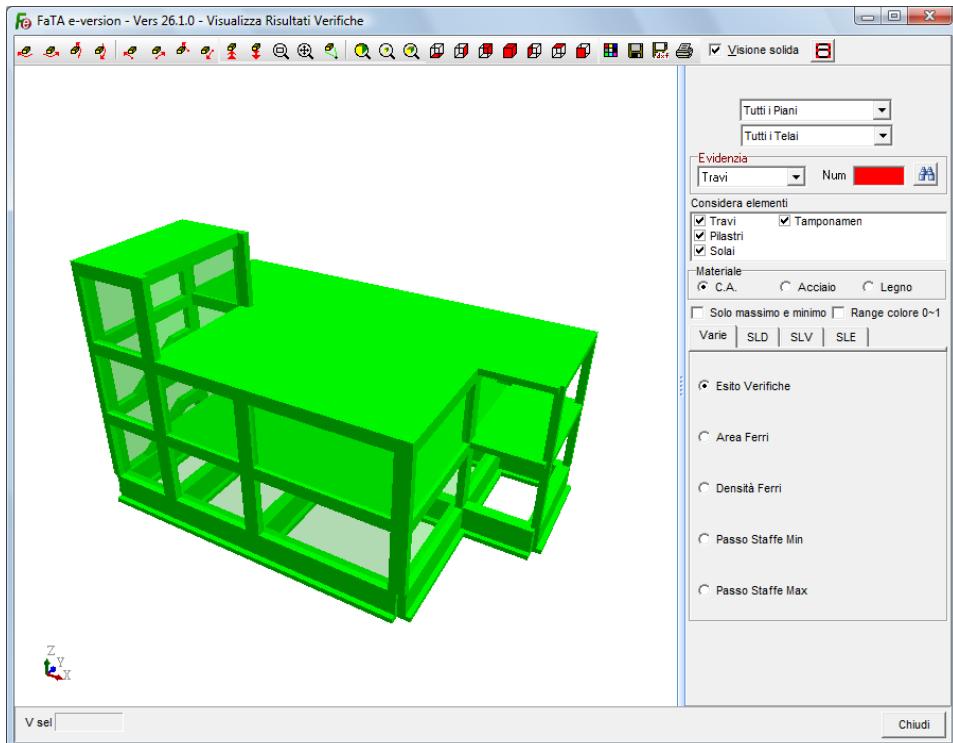
Fattore di suolo (Ss).....	1.00
Fattore di amplificazione topografica (St).....	1.00
Ag_CLD (Accelerazione massima di base).....	0.425
Ag_DL D (Accelerazione di riferimento).....	0.065
PGA_CLD = Ss*St*Ag_CLD.....	0.425
PGA_DL D = Ss*St*Ag_DL D.....	0.065
TR_CLD (Tempo di ritorno).....	2475.000
TR_DL D (Tempo di ritorno di riferimento).....	49.000
Indicatore di rischio accelerazioni (PGA_CLD/PGA_DL D).....	6.538
a.....	1/2.43
Indicatore di rischio tempi di ritorno (TR_CLD/TR_DL D)^a.....	5.023

PGA SLO

Fattore di suolo (Ss).....	1.00
Fattore di amplificazione topografica (St).....	1.00
Ag_CLO (Accelerazione massima di base).....	0.455
Ag_DLO (Accelerazione di riferimento).....	0.050
PGA_CLO = Ss*St*Ag_CLO.....	0.455
PGA_DLO = Ss*St*Ag_DLO.....	0.050
TR_CLO (Tempo di ritorno).....	2475.000
TR_DLO (Tempo di ritorno di riferimento).....	30.000
Indicatore di rischio accelerazioni (PGA_CLO/PGA_DLO).....	9.100
a.....	1/2.43
Indicatore di rischio tempi di ritorno (TR_CLO/TR_DLO)^a.....	6.147

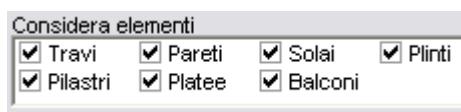
1.2.4.4 Risultati verifiche

Risultati verifiche : Consente di visualizzare i risultati delle verifiche direttamente sul modello tridimensionale della struttura. Alla pressione del corrispondente tasto viene visualizzata il seguente ambiente:



Comandi di Selezione

Per meglio visualizzare i risultati è possibile filtrare, spuntando dall'apposita lista, gli elementi presenti nella struttura.



La lista contiene:

- **Travi;**
- **Pilastri;**
- **Pareti;**
- **Platee;**
- **Solai;**
- **Balconi;**
- **Plinti;**
- **Tamponamenti.**

In funzione del materiale impiegato è possibile visualizzare le relative verifiche:

- **Cemento Armato;**
- **Acciaio;**
- **Legno.**

La scelta della grandezza da visualizzare avviene, cliccando sulle voci presenti negli appositi pannelli.

Nel caso di elementi in **Cemento Armato** i pannelli presenti contengono i seguenti parametri:

Varie

- **Esito verifiche:** è relativo all'esito delle verifiche strutturali. Il colore rosso è relativo agli elementi con esito negativo;
- **Area Ferri:** è intesa come valore totale in cm^2 della quantità di armature presenti nella sezione;
- **Densità ferri:** è intesa come il precedente valore rapportato all'area della sezione. Rappresenta una percentuale di armatura;
- **Passo staffe min:** rappresenta il valore minimo del passo delle staffe presenti nell'elemento. È riferito a travi e pilastri. Gli elementi non interessati vengono colorati in grigio.
- **Passo staffe max:** rappresenta il valore massimo del passo delle staffe presenti nell'elemento. È riferito a travi e pilastri. Gli elementi non interessati vengono colorati in grigio.

SLD

- **SLD X:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di danno in direzione x globale;
- **SLD Y:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di danno in direzione y globale.
- **stato limite di operatività in direzione y globale.**
- **V sel:** è relativo al valore di spostamento relativo dell'elemento selezionato.

Per il DM2008 le verifiche al danno vengono eseguite, a discrezione dell'utente, anche in termini di resistenza. Tale scelta è subordinata alla presenza di strutture di classe III e IV. I parametri visualizzabili in aggiunta sono i seguenti:

- **SLO X:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di operatività in direzione x globale;
- **SLO Y:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di operatività in direzione y globale;
- **Pre-Fle Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a pressoflessione per lo stato limite di danno;
- **Taglio Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a taglio per lo stato limite di danno;
- **Taglio Val:** Valore del taglio massimo di calcolo sull'elemento per lo stato limite di danno.

SLV

- **Pre-Fle Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a pressoflessione;
- **Taglio Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a taglio;
- **Taglio Val:** Valore del taglio massimo di calcolo sull'elemento;
- **Torsione Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a torsione;
- **Torsione Val:** Valore del momento torcente massimo di calcolo sull'elemento;
- **Stabilità Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a stabilità;
- **Stabilità Val:** Valore massimo del coefficiente di snellezza λ dell'elemento;
- **Tensioni Cis Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica delle tensioni normali delle pareti non regolari. Ricordiamo che una parete è considerata regolare se è di forma rettangolare e non presenta forature;

- **Tensioni Cls Val:** Valore massimo della tensione di calcolo normale sugli elementi bidimensionali non regolari;
- **Tensioni di Taglio Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica delle tensioni tangenziali delle pareti non regolari;
- **Tensioni Cls Val:** Valore massimo della tensione di calcolo tangenziale sugli elementi bidimensionali non regolari.
- **Tensioni sul terreno:** Valore massimo della tensione trasferita sul terreno dalle travi e delle platee di fondazione. I valori sono stati differenziati tra A1 e A2, nel caso di utilizzo del DM2005 e DM2008.
- **Tensioni sul terreno Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza della verifica di portanza di travi e platee di fondazione. I valori sono stati differenziati tra A1 e A2, nel caso di utilizzo del DM2005 e DM2008.

SLE

- **Tensioni Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza minimo (rapporto tra i valori limite e sollecitanti) relativo alla verifica delle tensioni degli elementi strutturali;
- **Tensioni Cls:** Valore massimo della tensione di calcolo del calcestruzzo sugli elementi strutturali;
- **Tensioni Acciaio:** Valore massimo della tensione di calcolo dell'acciaio sugli elementi strutturali;
- **Fessurazione Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza minimo (rapporto tra i valori limite e di calcolo) relativo alla verifica a fessurazione degli elementi strutturali;
- **Fessurazione Wk:** Valore massimo dell'apertura delle fessure dell'elemento relativa alla verifica a fessurazione;
- **Deformabilità Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza minimo (rapporto tra i valori limite e di calcolo) relativo alla verifica a deformabilità degli elementi strutturali;
- **Deformabilità Val:** Valore massimo della deformazione massima per flessione;
- **Tensioni sul terreno:** Valore massimo della tensione trasferita sul terreno dalle travi di fondazione.
- **Cedimenti massimi:** valore dei cedimenti massimi in cm;
- **Cedimenti minimi:** valore dei cedimenti minimi in cm;
- **Cedimenti differenza:** valore del cedimento differenziale per ogni elemento.
- **Tensioni sul terreno:** Valore massimo della tensione trasferita sul terreno dalle travi e delle platee di fondazione.

Nel caso di elementi in **Acciaio** i pannelli presenti contengono i seguenti parametri:

Varie

- **Esito verifiche:** è relativo all'esito delle verifiche strutturali. Il colore rosso è relativo agli elementi con esito negativo;

SLD

- **SLD X:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di danno in direzione x globale;
- **SLD Y:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di danno in direzione y globale.
- **V sel:** è relativo al valore di spostamento relativo dell'elemento selezionato.

Per il DM2008 le verifiche al danno vengono eseguite, a discrezione dell'utente, anche in termini di resistenza. Tale scelta è subordinata alla presenza di strutture di classe III e IV. I parametri visualizzabili in aggiunta sono i seguenti:

- **SLO X:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di operatività in direzione x globale;
- **SLO Y:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di operatività in direzione y globale;

- **Pre-Fle Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a presso flessione per lo stato limite di danno.

SLV

- **Resistenza Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a pressoflessione;
- **Stabilità Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a stabilità elastica delle aste in acciaio;

SLE

- **Resistenza Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a pressoflessione;
- **Deformabilità Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza minimo (rapporto tra i valori limite e di calcolo) relativo alla verifica a deformabilità delle travi in acciaio;

Nel caso di elementi in **Legno** i pannelli presenti contengono i seguenti parametri:

Varie

- **Esito verifiche:** è relativo all'esito delle verifiche strutturali. Il colore rosso è relativo agli elementi con esito negativo;

SLD

- **SLD X:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di danno in direzione x globale;
- **SLD Y:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di danno in direzione y globale.
- **V sel:** è relativo al valore di spostamento relativo dell'elemento selezionato.

Per il DM2008 le verifiche al danno vengono eseguite, a discrezione dell'utente, anche in termini di resistenza. Tale scelta è subordinata alla presenza di strutture di classe III e IV. I parametri visualizzabili in aggiunta sono i seguenti:

- **SLO X:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di operatività in direzione x globale;
- **SLO Y:** è relativo ai risultati della verifica degli spostamenti di interpiano nei riguardi dello stato limite di operatività in direzione y globale;
- **Pre-Fle Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a presso flessione per lo stato limite di danno;
- **Taglio Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a taglio per lo stato limite di danno;
- **Taglio Val:** Valore del taglio massimo di calcolo sull'elemento per lo stato limite di danno.

SLV

- **Pre-Fle Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a pressoflessione;
- **Svergolamento Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a svergolamento delle aste in acciaio;
- **Svergolamento Val:** Valore massimo della tensione di svergolamento sugli elementi in acciaio;
- **Taglio Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a taglio delle aste in legno;
- **Taglio Val:** Valore massimo della tensione di taglio sugli elementi in legno;
- **Torsione Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a torsione delle aste in legno;

- **Torsione Val:** Valore massimo della tensione di torsione sugli elementi in legno;
- **Stabilità Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza (rapporto tra i valori resistenti e sollecitanti) relativo alla verifica a stabilità elastica delle aste in legno;
- **Stabilità Val:** Valore massimo della tensione sugli elementi in legno relativa alla verifica a stabilità elastica;

SLE

- **Deformabilità Coef Sic:** Coefficiente di sicurezza minimo (rapporto tra i valori limite e di calcolo) relativo alla verifica a deformabilità delle travi in legno;
- **Deformabilità Val:** Valore massimo della deformazione massima per flessione.

È possibile visualizzare, per ogni grandezza, i valori massimi e minimi spuntando il campo “**Solo massimo e minimo**”.

Visualizzazione approfondita dei risultati: aste in c.a.

Il significato dei dati relativi alla **Flessione composta** sono:

- **Asn** : area armature longitudinali cm^2 in strettamente necessaria (pilastri);
- **Afsup** : area armature longitudinali in cm^2 al lembo superiore (travi – stati limite);
- **Afinf** : area armature longitudinali in cm^2 al lembo inferiore (travi – stati limite);
- **Aftot** : area totale armature longitudinali in cm^2 (stati limite);
- **Nsd** : sforzo normale di calcolo in daN;
- **MsdXZ** : momento XZ di calcolo in daNm;
- **MsdXY** : momento XY di calcolo in daNm;
- **NRd** : sforzo normale resistente in daN (stati limite);
- **MRdXZ** : momento XZ resistente in daNm (stati limite);
- **MRdXY** : momento XY resistente in daNm (stati limite);
- **σmax CLS** : tensione massima calcestruzzo in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σmax FE** : tensione massima armature longitudinali in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σamm CLS** : tensione ammissibile calcestruzzo in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σamm FE** : tensione ammissibile armatura longitudinali in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza.

Il significato dei dati relativi alla **Taglio** sono:

- **AStaffe** : Area totale della sezione trasversale delle staffe in cm^2 nei riguardi del taglio;
- **ASag** : Area totale della sezione trasversale delle barre sagomate in cm^2 (stati limite);
- **VsdXZ** : Taglio sollecitante di calcolo XZ in daN;
- **VsdXY** : Taglio sollecitante di calcolo XY in daN;
- **VRdXZ** : Taglio resistente XZ in daN (stati limite);
- **VRdXY** : Taglio resistente XY in daN (stati limite);
- **σstaXZ** : tensione massima XZ sulle staffe in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σstaXY** : tensione massima XY sulle staffe in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σamm** : tensione ammisibile staffe in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **Nbr** : numero di bracci della staffa;
- **Dstaffe** : interasse tra le staffe in cm;
- **Ltr** : lunghezza del tratto in cm in cui va mantenuto lo stesso tipo di staffe poste alla stessa distanza;

Il significato dei dati relativi alla **Torsione** sono:

- **AStaffe** : Area della sezione trasversale delle staffe in cm^2 nei riguardi della torsione;
- **ALong Necessaria** : Area dei ferri longitudinali aggiuntivi in cm^2 nei riguardi della torsione;
- **ALong Disposta** : Area dei ferri longitudinali aggiuntivi in cm^2 nei riguardi della torsione;
- **Mts** : Momento torcente sollecitante di calcolo in daNm per gli SLU;
- **Mtr** : Momento torcente resistente in daNm;

Il significato dei dati relativi alla **Deformabilità** (solo travi in elevazione) sono:

- **Lc** : Lunghezza dell'asta in cm;
- **f/l** : Rapporto tra la freccia e la lunghezza;
- **flim** : Valore della freccia limite in cm;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della deformabilità.

Il significato dei dati relativi allo **Stato Tensionale** sono:

- **Nsd** : Sforzo normale sollecitante di calcolo per gli SLE in daN;
- **MsdXZ** : Momento sollecitante di calcolo XZ per gli SLE in daNm;
- **MsdXY** : Momento sollecitante di calcolo XY per gli SLE in daNm;
- **σc** : tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm²;
- **σs** : tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm²;
- **σclim** : valore limite della tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm²;
- **σslim** : valore limite della tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm²;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi degli stati tensionali.

Questi valori sono ripetuti per le combinazioni Rare, Frequenti, Quasi Permanent.

Il significato dei dati relativi alla **Fessurazione** (solo pilastri) sono:

- **MXZ** : Momento sollecitante di calcolo XZ per gli SLE [daNm];
- **Wkmax** : Valore massimo dell'apertura delle fessure;
- **Wk** : ampiezza dell'apertura delle fessure;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della fessurazione.

Oltre alle verifiche già illustrate, il significato dei dati relativi alla **Stabilità elastica** sono:

- **Lambda** : Coefficiente di snellezza del pilastro;
- **Lambda*** : Valore limite del coefficiente di snellezza del pilastro;
- **Nsd** : sforzo normale di calcolo in daN;
- **MsdXZ** : momento XZ di calcolo in daNm;
- **MsdXY** : momento XY di calcolo in daNm;
- **NRd** : sforzo normale resistente in daN (stati limite);
- **MRdXZ** : momento XZ resistente in daNm (stati limite);
- **MRdXY** : momento XY resistente in daNm (stati limite);
- **σmax** : tensione massima calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σamm** : tensione ammissibile calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della stabilità elastica.

Il significato dei dati relativi al **Confinamento** (solo pilastri) del nodo sono:

- **ϕ Staffe** : Diametro delle staffe di confinamento del nodo [mm];
- **Inter. Staffe** : Interasse delle staffe di confinamento del nodo [cm];
- **H Nodo** : Altezza del nodo [cm].

Il significato dei dati relativi a **Armatura Nodo** (solo pilastri per DM2008 CD'B') sono:

- **D Staffe** : passo delle staffe di confinamento del nodo [mm];
- **ϕ** : Diametro delle staffe di confinamento del nodo [mm];
- **Bj** : larghezza utile del nodo;
- **R1** : nst,min · Ast / passo · bj
- **R2** : 0.05 · fck / fyk

Il significato dei dati relativi al **Verifica Nodo** (solo pilastri per DM2008 CD'A') sono:

- **D Staffe** : passo delle staffe di confinamento del nodo [mm];
- **ϕ** : Diametro delle staffe di confinamento del nodo [mm];

- **S traz** : coefficiente di sicurezza a trazione (armature) del nodo.
- **S compr** : coefficiente di sicurezza a compressione (solo calcestruzzo) del nodo.

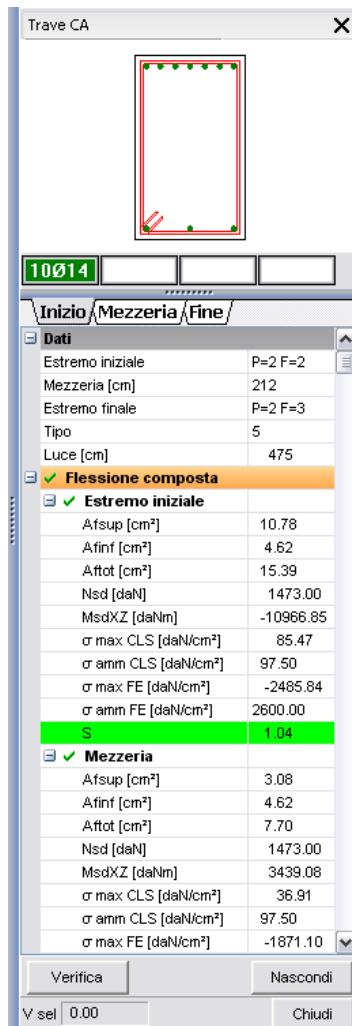
Il significato dei dati relativi a **Verifica Nodo** (solo pilastri per DM2008 PGA) sono:

- **SigNt** : tensione di trazione del nodo;
- **SigNc** : tensione di compressione del nodo;
- **S** : coefficiente di sicurezza minimo (tra trazione e compressione) del nodo.

Il significato dei dati relativi allo **Portanza fondazione** sono:

- **Larghezza piano appoggio** : base di appoggio della fondazione in cm;
- **Profondità piano posa** : profondità del piano di posa in cm;
- **Ascissa di verifica** : posizione del punto (critico) di verifica in cm rispetto al primo estremo della trave;
- **Carico limite** : valore del carico limite di portanza della fondazione in daN/cm²;
- **Carico ammissibile** : valore del carico limite di portanza della fondazione diviso per il coefficiente di sicurezza (in funzione della normativa) in daN/cm²;
- **Tensione di calcolo** : valore della tensione agente sul terreno della fondazione in daN/cm²;
- **Coeff. Sic.** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della verifica a portanza.

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa alle travi in c.a.



Il significato dei dati relativi ai **Cedimenti fondazione** sono:

- **Istantaneo** : Cedimenti istantaneo in cm;
- **Consolidamento** : Cedimento di consolidazione in cm;
- **Totale** : Cedimento totale in cm dato dalla somma dei precedenti contributi;
- **Diff** : Valore in cm del cedimento differenziale;
- **Lim** : Valore limite in cm del cedimento differenziale;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica.

Visualizzazione approfondita dei risultati: aste metalliche

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa alle travi in acciaio.



In presenza del modulo VerSeA è possibile visualizzare tutte le impostazioni utilizzate per la verifica ed esportare i dati per il modulo di StruSec.

Visualizzazione approfondita dei risultati: aste in legno strutturale

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa alle travi in legno.

Trave Legno	
■ Dati	
Estremo iniziale	P=1 F=18
Estremo finale	P=1 F=26
Luce	485
Tipo sezione	10
■ Resistenza Normale (fs=3.187)	
Sezione più sollecitata	7
Combinazione	Comb 8 [SLV]...
Sollecitazione	TRAZIONE + ...
■ Trazione (fs=11.547)	
$\sigma_{t,0,d}$	0.62
$\sigma_{f,0,d}$	7.20
E_t	0.09
■ Compressione (fs=10...)	
$\sigma_{c,0,d}$	0.00
$\sigma_{c,0,d}$	0.00
E_c	0.00
■ Flessione (fs=4.403)	
$\sigma_{m,y,d}$	1.99
$\sigma_{m,z,d}$	1.05
$F_{m,y,d}$	12.00
$F_{m,z,d}$	12.00
K_m	0.70
E_m	0.23
■ Tenso Flessione (fs=...)	
■ Presso Flessione (fs=...)	
■ Resistenza Tangenziale (fs=15.542)	
■ Svergolamento (fs=6.030)	
■ Deformabilità (fs=122.998)	

Visualizzazione approfondita dei risultati: pareti regolari in c.a.

Il significato dei dati relativi alla **Flessione Composta** (nelle due direzioni) sono:

- **Nsd** : Sforzo normale sollecitante di calcolo nel piano della parete in daN (stati limite);
- **Nrd** : Sforzo normale resistente nel piano della parete in daN (stati limite);
- **Msd** : Momento sollecitante di calcolo nel piano della parete in daNcm (stati limite);
- **Mrd** : Momento resistente nel piano della parete in daNcm (stati limite);
- **σ_{max} CLS** : tensione massima calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σ_{max} FE** : tensione massima armature longitudinali in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σ_{amm} CLS** : tensione ammissibile calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σ_{amm} FE** : tensione ammissibile armatura longitudinali in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza nei confronti della flessione composta.

Il significato dei dati relativi al **Taglio** (se effettuata) sono:

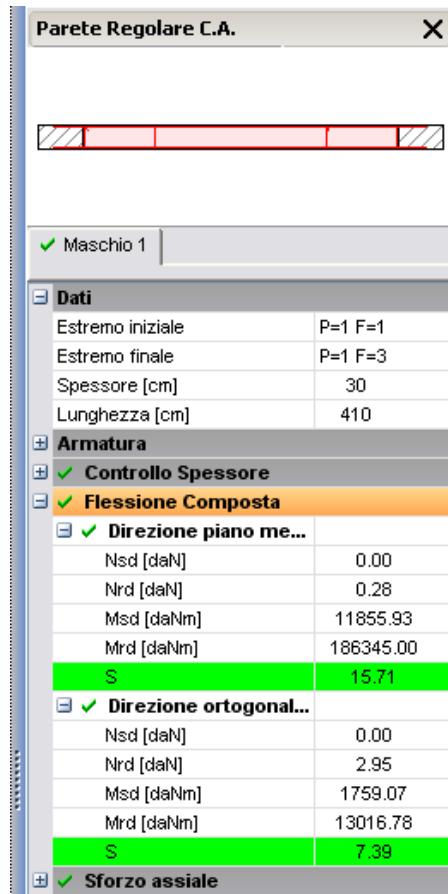
- **Vsd** : Taglio sollecitante di calcolo in daN (stati limite);
- **Vrd** : Taglio resistente di calcolo daN (stati limite);
- **τ_{max}** : tensione massima di taglio nel calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **τ_{c1}** : tensione limite calcestruzzo in presenza di armature a taglio in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σ_{max}** : tensione ammissibile acciaio in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σ_{amm}** : tensione ammissibile armatura longitudinali in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza nei confronti del Taglio.

Il significato dei dati relativi alla **Resistenza a compressione** (solo stati limite) sono:

- **Acis** : Area della sezione trasversale;

- **NEd** : sforzo normale di calcolo daN;
- **NRd** : sforzo normale resistente di calcolo daN;

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa alle pareti regolari in c.a.



Visualizzazione approfondita dei risultati: pareti in muratura

Il significato dei dati relativi alla **PressoFlessione** (OPCM 3274 e DM2005) sono:

- **Nsd** : sforzo normale sollecitante di calcolo relativo alla combinazione di carico più gravosa in daN;
- **Msd** : momento sollecitante di calcolo relativo alla combinazione di carico più gravosa in daNm;
- **Mu** : momento resistente del pannello in daNm;
- **S** : coefficiente di sicurezza.

Il significato dei dati relativi al **Taglio Scorrimento** (OPCM 3274) sono:

- **Nsd** : sforzo normale sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Tsd** : taglio sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **fvk** : resistenza caratteristica a taglio in daN/cm² in presenza di compressione;
- **β** : coefficiente di parzializzazione della parete (per DM2005);
- **Trd** : taglio resistente di calcolo in daN;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica descritta.

Il significato dei dati relativi al **Taglio Diagonale** (OPCM 3274) sono:

- **Nsd** : sforzo normale sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Tsd** : taglio sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Trd** : taglio resistente di calcolo in daN;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica descritta.

Il significato dei dati relativi allo **Schiacciamento EC6** (OPCM 3274), chiamata anche **Compressione Laterale** (solo DM2005), sono:

- **Nv** : sforzo normale sollecitante in daN relativo ai carichi verticali;
- **M** : momento sollecitante di calcolo in daNcm relativo alla combinazione di carico più gravosa agente nel piano (solo per DM2005);
- **Mfp** : momento sollecitante di calcolo in daNcm relativo alla combinazione di carico più gravosa agente fuori piano;
- **C ϕ** : coefficiente di snellezza secondo l'EC6 (parametro usato anche per DM2005);
- **Nr** : sforzo normale resistente di calcolo in daN;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica descritta.

Il significato dei dati relativi al **Fuori Piano** (OPCM 3274) sono:

- **Nsd** : sforzo normale sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Tp** : primo periodo di oscillazione del pannello in sec.;
- **Fs** : forza sismica equivalente applicata al pannello in daN;
- **Mu** : momento resistente del pannello in daNcm;
- **Msm1** : momento sollecitante in mezzeria schema estremi semi-incastrati in daNcm;
- **Mse1** : momento sollecitante al piede schema estremi semi-incastrati in daNcm;
- **Msm2** : momento sollecitante in mezzeria schema articolazione in daNcm;
- **Mse2** : momento sollecitante al piede schema articolazione in daNcm;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica descritta.

Il significato dei dati relativi a **Compressione e Compr. carichi verticali** (DM 16.1.1996) sono:

- **H0/t** : snellezza del maschi murario;
- **Nd** : sforzo normale di calcolo in daN;
- **Mfp** : momento flettente di calcolo fuori piano in daNcm;
- **Md** : momento flettente di calcolo nel piano della parete in daNcm;
- **Øb** : coefficiente di eccentricità lungo la lunghezza della parete definito dal DM 20.11.87;
- **Øt** : coefficiente di eccentricità lungo lo spessore della parete definito dal DM 20.11.87;
- **fd** : resistenza limite di calcolo in daN/cm² (stati limite);
- **σamm** : tensione ammissibile della muratura in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σcal** : tensione massima agente sul maschio in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica descritta.

Il significato dei dati relativi a **Taglio** (DM 16.1.1996) sono:

- **Vd** : taglio orizzontale di calcolo in daN;
- **Md** : momento flettente di calcolo nel piano della parete in daNcm;
- **Nd** : sforzo normale di calcolo in daN;
- **β** : coefficiente di parzializzazione della sezione definito dal DM 20.11.87;
- **f_{vk}** : resistenza caratteristica a taglio $f_{vk} = f_{vk0} + 0.4\sigma_n$ (stati limite);
- **τamm** : tensione ammissibile di taglio della muratura in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **τcal** : tensione massima di taglio agente sul maschio in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica descritta.

Il significato dei dati relativi alla verifica della **Snellezza** (DM 16.1.1996) sono:

- **H** : altezza in cm del maschio murario;
- **p** : coefficiente che tiene conto della presenza di muri trasversali definito dal DM 20.11.87;
- **H0/t** : snellezza del maschi murario;

Il significato dei dati relativi alla verifica dell'**Eccentricità** (DM 16.1.1996) sono:

- **Nd** : sforzo normale di calcolo in daN;
- **Mfp** : momento flettente di calcolo piano in daNm;
- **e/t** : rapporto eccentricità di calcolo e spessore del pannello;

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa alle pareti in muratura.

Parete In Muratura	
✓	Maschio 1
Dati	
Estremo iniziale	P=1 F=1
Estremo finale	P=1 F=3
Spessore [cm]	30
Lunghezza [cm]	410
<input checked="" type="checkbox"/> Presso-Flessione	
<input checked="" type="checkbox"/> Taglio	
<input checked="" type="checkbox"/> Taglio Diagonale	
<input checked="" type="checkbox"/> EC6	
<input checked="" type="checkbox"/> Inferiore	
Nv [daN]	-22099.14
Mfp [daNm]	663.58
CPhi	0.90
Nr [daN]	370845.00
S	16.78
<input checked="" type="checkbox"/> Superiore	
Nv [daN]	-17398.40
Mfp [daNm]	763.19
CPhi	0.90
Nr [daN]	370845.00
S	21.31
<input checked="" type="checkbox"/> Fuori Piano	

Visualizzazione approfondita dei risultati: pareti in muratura armata

Il significato dei dati relativi alla **PressoFlessione** , relativi alle due direzioni locali X e Y, sono:

- **Nsd** : sforzo normale sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Msd** : momento sollecitante di calcolo in daNm relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Nrd** : sforzo normale resistente di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Mrd** : momento resistente di calcolo in daNm relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **S** : coefficiente di sicurezza.

Il significato dei dati relativi al **Taglio** sono:

- **Nsd** : sforzo normale sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **Tsd** : taglio sollecitante di calcolo in daN relativo alla combinazione di carico più gravosa;
- **fvk** : resistenza caratteristica a taglio in presenza di compressione in daN/cm²;
- **Trd** : taglio resistente di calcolo in daN;

- **S** : coefficiente di sicurezza.

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa alle pareti in muratura armata.

Parete In Muratura	
<input checked="" type="checkbox"/> Maschio 1	
Dati	
Estremo iniziale	P=1 F=1
Estremo finale	P=1 F=3
Spessore [cm]	30
Lunghezza [cm]	410
Armature	
<input checked="" type="checkbox"/> Presso-Flessione	
<input checked="" type="checkbox"/> Direzione X	
Nsd [daN]	19028.27
Msd [daNm]	4122.98
Nrd [daN]	-19028.62
Mrd [daNm]	17857.52
S	4.33
<input checked="" type="checkbox"/> Direzione Y	
Nsd [daN]	19028.27
Msd [daNm]	981.18
Nrd [daN]	-19028.67
Mrd [daNm]	1359.90
S	1.39
<input checked="" type="checkbox"/> Taglio	

Visualizzazione approfondita dei risultati: platee in c.a.

Il significato dei dati relativi alla Flessione sono:

- **Msd** : Momento sollecitante di calcolo estradosso/intradosso [daNm];
- **Mrd** : Momento resistente estradosso/intradosso [daNm];
- **S** : Coefficiente di sicurezza nei confronti della flessione.

Il significato dei dati relativi al **Taglio** sono:

- **Vsd** : Taglio sollecitante di calcolo in daN;
- **Vrd** : Taglio resistente di calcolo in daN;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi del taglio.

Il significato dei dati relativi allo **Stato tensionale** sono:

- **Msdxz** : Momento massimo sollecitante di calcolo XZ per gli SLE in daNm;
- **σc** : tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm²;
- **σs** : tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm²;
- **σclim** : valore limite della tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm²;
- **σslim** : valore limite della tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm²;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi degli stati tensionali.

Il significato dei dati relativi alla **Fessurazione** sono:

- **Msd** : Momento sollecitante di calcolo per gli SLE in daNm;
- **Mcr** : Momento di prima fessurazione in daNm;
- **Wkmax** : Valore massimo dell'apertura delle fessure;
- **Wk** : ampiezza dell'apertura delle fessure;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della fessurazione;

Il significato dei dati relativi allo **Portanza fondazione** sono:

- **Profondità piano posa** : profondità del piano di posa in cm;
- **Carico limite** : valore del carico limite di portanza della fondazione in daN/cm²;
- **Carico ammissibile** : valore del carico limite di portanza della fondazione diviso per il coefficiente di sicurezza (in funzione della normativa) in daN/cm²;
- **Tensione di calcolo** : valore della tensione agente sul terreno della fondazione in daN/cm²;
- **Coeff. Sic.** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della verifica a portanza.

Il significato dei dati relativi ai **Cedimenti fondazione** sono:

- **Istantaneo** : Cedimenti istantaneo in cm;
- **Consolidamento** : Cedimento di consolidazione in cm;
- **Totale** : Cedimento totale in cm dato dalla somma dei precedenti contributi;
- **Diff** : Valore in cm del cedimento differenziale;
- **Lim** : Valore limite in cm del cedimento differenziale;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica.

Clickando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa alle platee in c.a.

Platea C.A.	
■	Dati
Impalcato	0
Fili	1,3,4,2
Spessore [cm]	30
■	Armatura
■	✓ Flessione
■	✓ Attorno a X
■	Intradosso
Msd [daNcm]	70743.89
Mrd [daNcm]	458864.00
Estradosso	
Msd [daNcm]	-51494.38
Mrd [daNcm]	-458864.00
S	6.49
■	✓ Attorno a Y
■	Intradosso
Msd [daNcm]	93795.09
Mrd [daNcm]	474296.75
Estradosso	
Msd [daNcm]	-43748.76
Mrd [daNcm]	-474296.75
S	5.06
■	✓ Taglio
■	✓ Stato Tensionale
■	✓ Fessurazione
■	✓ Portanza fondazione

Visualizzazione approfondita dei risultati: solai e balconi in c.a.

Nel caso di generazione automatica di solai a trave continua, le verifiche vengono effettuate e riportate per ogni singola campata.

Il significato dei dati relativi alla **Geometria** sono:

- **Lc** : Lunghezza della campata esaminata in cm;
- **H** : Spessore del solaio in cm;
- **Hmin** : Valore minimo dello spessore del solaio (1/25 della luce netta) in cm.

Il significato dei dati relativi alla **Flessione Composta** sono:

- **Afl** : area armature longitudinali in cm^2 ;
- **Nsd** : sforzo normale di calcolo in daN ;
- **MsdXZ** : momento XZ di calcolo in daNm ;
- **NRd** : sforzo normale resistente in daN (stati limite);
- **MRdXZ** : momento XZ resistente in daNm (stati limite);
- **σmax CLS** : tensione massima calcestruzzo in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σmax FE** : tensione massima armature longitudinali in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σamm CLS** : tensione ammissibile calcestruzzo in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σamm FE** : tensione ammissibile armatura longitudinali in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza.

Il significato dei dati relativi alla **Taglio** sono:

- **VsdXZ** : Taglio sollecitante di calcolo XZ in daN ;
- **VRdXZ** : Taglio resistente XZ in daN ;
- **τmax** : tensione massima di taglio agente in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **τamm** : tensione ammissibile di taglio del calcestruzzo in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza.

Il significato dei dati relativi allo **Stato Tensionale** sono:

- **Nsd** : Sforzo normale sollecitante di calcolo in daN per gli SLE;
- **MsdXZ** : Momento sollecitante di calcolo XZ in daNm per gli SLE;
- **σc** : tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm^2 ;
- **σs** : tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm^2 ;
- **σclim** : valore limite della tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm^2 ;
- **σslim** : valore limite della tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm^2 ;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi degli stati tensionali.

Il significato dei dati relativi alla **Fessurazione** sono:

- **MXZ** : Momento sollecitante di calcolo XZ per gli SLE in daNm ;
- **Wkmax** : Valore massimo dell'apertura delle fessure in cm ;
- **Wk** : ampiezza dell'apertura delle fessure in cm ;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della fessurazione;

Il significato dei dati relativi alla **Deformabilità** sono:

- **Lc** : Lunghezza dell'asta in cm ;
- **f/I** : Rapporto tra la freccia e la lunghezza;
- **flim** : Valore della freccia limite in cm ;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della deformabilità.

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa ai solai in c.a.

Solaio a Trave Continua	
✓ Camp1	X
Dati	
Maglia	1
Fili	1, 3, 4, 2
Materiale	SLC_default
Armatura	
Geometria	
Flessione Composta	
Estremo iniziale	
Afl [cm ²]	3.39
Nsd [daN]	0.00
MsdXZ [daNm]	-649.33
MRd [daN]	-0.26
MRdXZ [daNm]	-1414.44
S	2.17
Mezzeria	
Afl [cm ²]	2.26
Nsd [daN]	0.00
MsdXZ [daNm]	1136.33
MRd [daN]	0.99
MRdXZ [daNm]	1484.02
S	1.30
Estremo finale	
Afl [cm ²]	3.39
Nsd [daN]	0.00
MsdXZ [daNm]	-649.33
MRd [daN]	-0.26
MRdXZ [daNm]	-1414.44
S	2.17
Taglio	
Stato Tensionale	
Fessurazione	
Deformabilità	

Visualizzazione approfondita dei risultati: plinti in c.a.

Il significato dei dati relativi alla **PressoFlessione** (per tutti i tipi di plinto) sono:

- **Nsd** : sforzo normale di calcolo in daN (diverso da zero solo per plinti ad 1 palo);
- **Msd** : Momento di calcolo agente sulla sezione resistente in daNm;
- **B** : Base della sezione resistente in cm;
- **H** : Altezza della sezione resistente in cm;
- **Aft** : Area delle armature tese in cm²;
- **Afc** : Area delle armature compresse in cm²;
- **NRd** : sforzo normale resistente della sezione di calcolo in daN (diverso da zero solo per plinti ad 1 palo) (stati limite);
- **MRd** : Momento resistente della sezione di calcolo in daNm (stati limite);
- **σc** : tensione massima del calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σs** : tensione massima dell'acciaio in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σc amm** : tensione ammissibile del calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **σs amm** : tensione ammissibile dell'acciaio in daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **S** : Coefficiente di sicurezza nei riguardi della flessione.

Il significato dei dati relativi alla **Taglio** (esclusi i plinti ad 1 palo) sono:

- **Vsd** : Taglio sollecitante di calcolo in daN;
- **VRd** : Taglio resistente della sezione di calcolo in daN;
- **τmax** : tensione massima del calcestruzzo in daN/cm² (tensioni ammissibili);

- **tc0** : tensione limite del calcestruzzo in assenza di armature a taglio daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **tc1** : tensione limite del calcestruzzo in presenza di armature a taglio daN/cm² (tensioni ammissibili);
- **AfTag** : Area dell'armatura a taglio in cm²;
- **S** : Coefficiente di sicurezza nei riguardi del taglio.

Il significato dei dati relativi allo **Stato Tensionale** (solo stati limite d'esercizio) sono:

- **Nsd** : Sforzo normale sollecitante di calcolo in daN;
- **Msd** : Momento sollecitante di calcolo in daNm;
- **σc** : tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm²;
- **σs** : tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm²;
- **σclim** : valore limite della tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm²;
- **σslim** : valore limite della tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm²;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi degli stati tensionali.

Il significato dei dati relativi alla **Fessurazione** (solo stati limite d'esercizio) sono:

- **Msd** : Momento sollecitante di calcolo in daNm;
- **Wkmax** : Valore massimo dell'apertura delle fessure in cm;
- **Wk** : ampiezza dell'apertura delle fessure in cm;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi della fessurazione.

Il significato dei dati relativi al **Slittamento** (solo OPCM 3274 e solo per plinti trapezoidali e massicci) sono:

- **Vd** : Azione orizzontale di calcolo in daN agente sulla superficie di contatto;
- **Nsp** : Azione normale alla base del plinto in daN;
- ϕ : angolo di attrito interno del terreno in ° al piano di posa;
- **Fr_d** : Azione orizzontale resistente di calcolo in daN;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi dello slittamento.

Il significato dei dati relativi al **Carico limite** (solo OPCM 3274 e solo per plinti trapezoidali e massicci) sono:

- **Nsp** : Azione normale alla base del plinto in daN;
- **R'** : Portanza del terreno di fondazione in daN/cm²;
- **Cs** : coefficiente di sicurezza riduttivo della portanza;
- **A'** : superficie efficace in cm² alla base del plinto;
- **R_d** : Carico limite di progetto in daN;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi del carico limite.

La verifica a carico limite viene effettuata per i plinti diretti per le combinazioni A1 e A2 (definite nel D.M. 14/09/2005) a breve e lungo termine.

Cliccando sull'elemento voluto è possibile visualizzare i valori (similmente a come vengono stampati nella relazione) delle verifiche strutturali in funzione del tipo selezionato. Per esempio riportiamo la schermata relativa ai plinti in c.a.

Plinto	
Dati	
Filo	12
Tipo	12 - PLINT...
Vincolo	Cedevole
Pressione Terreno [daN/cmq]	0.24
Armatura	
<input checked="" type="checkbox"/> Plinto	
<input checked="" type="checkbox"/> Flessione	
<input checked="" type="checkbox"/> Direzione X	
Msd [daNm]	-5089.72
B [cm]	260
H [cm]	80
A _{ft} [cmq]	2.00
A _{fc} [cmq]	0.98
Mrd [daNm]	-28800.94
S	5.65
<input checked="" type="checkbox"/> Direzione Y	
Msd [daNm]	-5133.66
B [cm]	260
H [cm]	80
A _{ft} [cmq]	2.00
A _{fc} [cmq]	0.97
Mrd [daNm]	-28800.94
S	5.61
<input checked="" type="checkbox"/> Taglio	
<input checked="" type="checkbox"/> Direzione X	
V _{sd} [daN]	7757.10
V _{rd} [daN]	59589.59
A _{fTag} [cmq]	0.00
S	7.68
<input checked="" type="checkbox"/> Direzione Y	
V _{sd} [daN]	7807.80
V _{rd} [daN]	59589.59
A _{fTag} [cmq]	0.00
S	7.63
Verifica	Chiudi
V sel 0.00	Chiudi

Visualizzazione approfondita dei risultati: pali di fondazione

Il significato dei dati relativi al **Carico limite** (solo per plinti trapezoidali e massicci) sono:

- **Qsd** : Carico verticale di calcolo in t cui corrisponde il minimo coefficiente di sicurezza;
- **Qb** : Portata in t del terreno a contatto con la sezione di base;
- **QI** : Portata in t per attrito laterale;
- **Efficienza** : Efficienza palificata;
- **Qu** : Carico ultimo verticale del palo in t;
- **Sq** : coefficiente di sicurezza minimo della sezione a carico verticale;
- **Hsd** : carico orizzontale di calcolo in t cui corrisponde il minimo coefficiente di sicurezza;
- **Hult** : carico limite orizzontale del terreno in t;
- **Sh** : coefficiente di sicurezza minimo della sezione a carico orizzontale.

Il significato dei dati relativi alla **Instabilità** sono:

- **Nsd** : Sforzo Normale di calcolo in t;
- **Pk** : carico critico del palo in t;
- **S** : coefficiente di sicurezza minimo della sezione nei riguardi della stabilità.

Il significato dei dati relativi a **Pressoflessione** sono:

- **Asl** : area dell'acciaio longitudinale strettamente necessaria in cm^2 ;
- **Nsd** : Sforzo Normale sollecitante in daN della condizione di carico più gravosa;
- **MsdX** : Momento Flettente X sollecitante di calcolo in daNm della condizione di carico più gravosa;
- **MsdY** : Momento Flettente Y sollecitante di calcolo in daNm della condizione di carico più gravosa;
- **Nrd** : Sforzo Normale resistente in daN della condizione di carico più gravosa (stati limite);
- **MrdX** : Momento Flettente X resistente di calcolo della condizione di carico più gravosa (stati limite);
- **MrdY** : Momento Flettente Y resistente di calcolo della condizione di carico più gravosa (stati limite);
- **σc** : tensione massima del calcestruzzo in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σs** : tensione massima dell'acciaio in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σc amm** : tensione ammissibile del calcestruzzo in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **σs amm** : tensione ammissibile dell'acciaio in daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **S** : coefficiente di sicurezza minimo della sezione nei riguardi della pressoflessione.

Il significato dei dati relativi al **Taglio** sono:

- **Sez** : Ascissa in cm della sezione di verifica rispetto all'estremo superiore de palo;
- **VsdX** : Taglio sollecitante di calcolo in daN agente lungo l'asse X locale del palo;
- **VsdY** : Taglio sollecitante di calcolo in daN agente lungo l'asse Y locale del palo;
- **Vrd** : Taglio resistente della sezione in daN (stati limite);
- **Ø** : Diametro in mm delle barre d'armatura utilizzata per la spirale;
- **P** : Passo in cm della spirale nella sezione considerata;
- **tc0** : tensione limite del calcestruzzo in assenza di armature a taglio daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **tc1** : tensione limite del calcestruzzo in presenza di armature a taglio daN/cm^2 (tensioni ammissibili);
- **S** : coefficiente di sicurezza minimo della sezione nei riguardi del taglio.

Il significato dei dati relativi allo **Stato Tensionale** sono:

- **Nsd** : Sforzo normale sollecitante di calcolo per gli SLE in daN;
- **MsdX** : Momento sollecitante intorno ad x locale di calcolo per gli SLE in daNm;
- **MsdY** : Momento sollecitante intorno ad x locale di calcolo per gli SLE in daNm;
- **σc** : tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm^2 ;
- **σs** : tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm^2 ;
- **σclim** : valore limite della tensione d'esercizio del calcestruzzo in daN/cm^2 ;
- **σslim** : valore limite della tensione d'esercizio dell'acciaio in daN/cm^2 ;
- **S** : coefficiente di sicurezza nei riguardi degli stati tensionali.

Per i plinti su pali, le verifiche descritte effettuate sui pali, vengono visualizzate in un pannello aggiuntivo in cui vengono riportati i risultanti inerenti alle rispettive verifiche.

Plinto

Dati	
Filo	6
Tipo	6 - PLINTO...
Vincolo	Cedevole
Armatura	
Plinto	
Pali	
Carico	
Instabilità	
Nsd [T]	3.31
Pk [T]	13115.97
S	395.78
Presso-Flessione	
Asl [cm ²]	16.08
Nsd [daN]	3313.99
MsdX [daNm]	497.10
MsdY [daNm]	517.33
Nrd [daN]	3314.70
MrdX [daNm]	8136.63
MrdY [daNm]	8467.83
S	16.37
Taglio	
Sez 0.00 cm	
VsdX [daN]	24.53
VsdY [daN]	21.89
Vrd [daN]	20383.64
Ø [mm]	8
P [cm]	10.00
S	830.81
Sez 160.00 cm	
VsdX [daN]	124.52
VsdY [daN]	124.20
Vrd [daN]	20383.64
Ø [mm]	8
P [cm]	10.00

Verifica Chiudi

V sel 0.00 Chiudi

Visualizzazione approfondita dei risultati: Verifiche PGA

Nel caso si faccia la verifica di vulnerabilità sismica (calcolo della PGA), verranno effettuate delle verifiche differenziate in base ai tipi di comportamento “fragile” e “duttile”. Le verifiche in termini di resistenza (sia flessione/presso-flessione che taglio) verranno effettuate per gli elementi fragili, mentre per gli elementi duttili verranno effettuate le verifiche di capacità deformativa. La verifica di resistenza dei nodi travi/pilastro verrà sempre effettuata.

Nel caso si effettui il calcolo della PGA differenziata per i vari elementi verrà riportato il valore nei campi **PGA dl** (per il DM 2008 SLD e SLO) e **PGA ds** (per il DM 2008 SLV e SLC).

Per la verifica a **capacità di deformazione** verranno riportati i seguenti dati per le due direzioni principali dell'elemento strutturale:

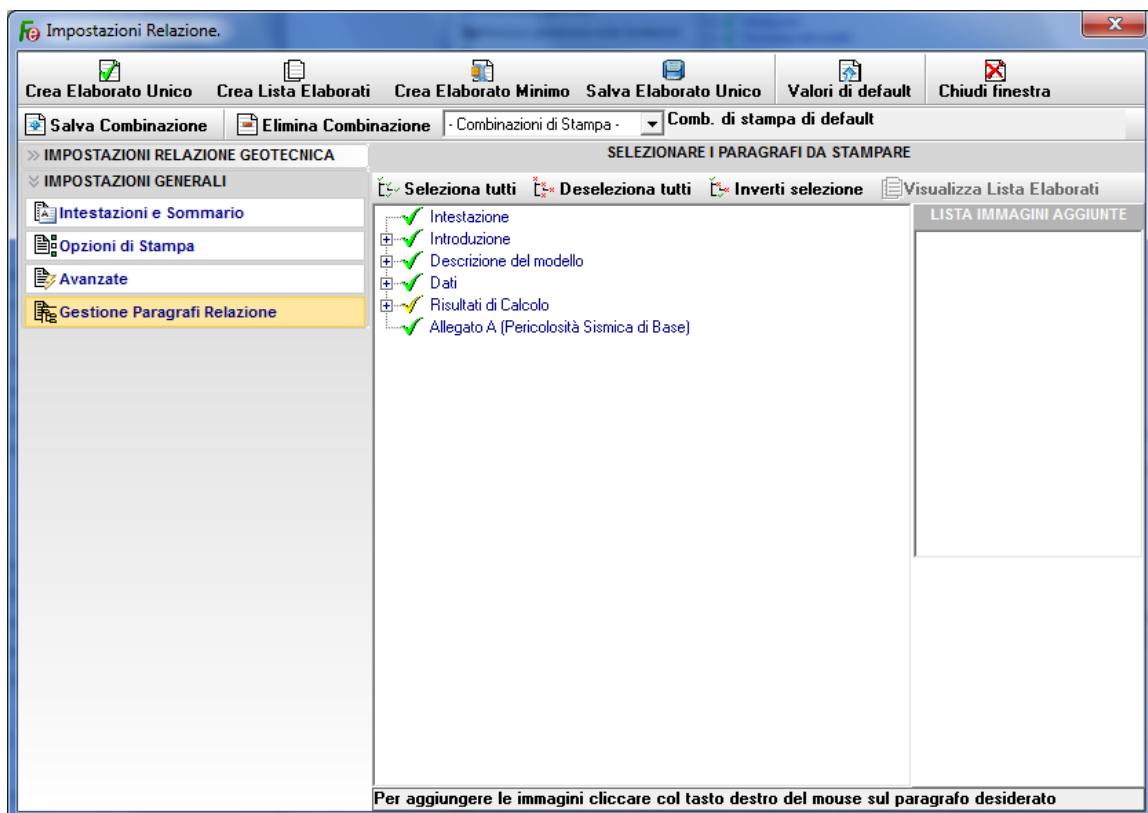
- **Num Sez** : numero della sezione in cui è stata effettuata la verifica;
- **Num Cdc** : numero della condizione di carico più gravosa in base a quelle definite;
- **Nsd** : sforzo normale di calcolo della combinazione più gravosa in daN;
- **Msd** : momento flettente di calcolo della combinazione più gravosa in daN;
- **Domanda** : domanda di deformazione dell'elemento strutturale in funzione dello stato sollecitazionale;
- **Capacità** : capacità di deformazione dell'elemento strutturale;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica.

Per la verifica di **resistenza del nodo** verranno riportati i seguenti dati:

- **SigNt** : tensione di trazione diagonale derivante dalle sollecitazioni esterne in daN/cm^2 ;
- **SigNc** : tensione di compressione diagonale derivante dalle sollecitazioni esterne in daN/cm^2 ;
- **S** : Coefficiente di sicurezza della verifica.

1.2.4.5 Relazione di calcolo

Relazione : Consente di definire le opzioni relative alla creazione della "Relazione di Calcolo". La relazione di calcolo è creata in file formato standard .rtf. In automatico viene richiamato l'editor installato sul pc al quale sono associati i file rtf. All'pressione del pulsante corrispondente viene visualizzato il seguente ambiente:



Le opzioni presenti nella schermata di apertura consentono di impostare dei parametri generali della relazione come:

- **Intestazione superiore (differenziati per la prima pagina);**
- **Numeri di pagina;**
- **Sommario.**

l'**Intestazione superiore** avrà per dicitura il nome e la versione del programma, i numeri di pagina saranno stampati a piè di pagina e il sommario per una migliore ricerca del capitolo o paragrafo che interessa.

Nel caso di inserimento del **sommario**, nella relazione verrà stampata una riga la cui dicitura sarà "Premi tasto destro del mouse e seleziona 'aggiorna campo', ebbene bisognerà fare proprio ciò che c'è scritto per poter visualizzare correttamente il sommario.

Inoltre sarà possibile scegliere se effettuare o meno la stampa dell'**immagine della struttura**, la quale verrà inserita nell'intestazione, e la stampa di tutte le altre immagini generate in automatico

dalla Relazione. In entrambi i casi si decida di non inserire le immagini la creazione della Relazione risulterà più veloce.

Il parametro **“Relazione minima”** consente di scegliere un default di stampa dei capitoli da inserire. La scelta dei capitoli attivi è stata effettuata sull'esperienza delle richieste effettuate dai Servizi Tecnici Regionali.

Il pannello denominato **“Opzioni Stampa”** consente di impostare i valori dei margini del foglio e le dimensioni dei caratteri differenziate in:

- **Capitolo;**
- **Paragrafo;**
- **Corpo del testo.**

Ulteriori opzioni sono relative al formato dell'immagine della struttura da stampare in copertina:

- **Immagine struttura** : presenza o meno della struttura nell'intestazione;
- **Visione solida** : consente di stampare la visione solida della struttura;
- **Usa colori per** : consente di scegliere la definizione dei colori per materiale, elemento, piano e telai;
- **Escludi dall'immagine** : consente di escludere dalla visualizzazione alcuni elementi come aste, muri, plinti, solai, balconi, platee;

L'elemento di versatilità più utile e importante è lo schema ad albero (presente in “combinazioni di stampa”) da cui si possono scegliere i capitoli da stampare. Ciò avviene cliccando sulla voce interessata in modo da contrassegnarla con una “V” di colore verde.

Contrassegnando un capitolo vengono associati anche i paragrafi contenuti, espandendo lo schema è possibile differenziare ulteriormente i paragrafi.

Sopra lo schema appena descritto è presente una toolbar per velocizzare e salvare le impostazioni correnti. I pulsanti della toolbar contengono i seguenti comandi:

 Consente di **salvare** le impostazioni correnti. Alla pressione viene visualizzata la richiesta di conferma del salvataggio. Cliccando su “Sì” verrà visualizzato il campo per l'inserimento del nome.

 Consente di **eliminare** il file .opz in cui sono contenute le impostazioni precedentemente salvate. Alla pressione viene visualizzata la richiesta di conferma della cancellazione.

 Consente di **attivare** tutti i capitoli presenti nello schema ad albero.

 Consente di **disattivare** tutti i capitoli presenti nello schema ad albero.

 Consente di **impostare** i parametri ai valori dei default.

 Consente la **scelta** della configurazione precedentemente salvata.

 Avvia la **creazione** della relazione e l'apertura dell'editor associato.

 Consente di **aprire** la relazione precedentemente creata.

 Consente di **uscire** dalla maschera.

Nella pagina **“Avanzate”** sono presenti le opzioni riguardanti l'allegato relativo a solai e balconi, le aste in acciaio, la stampa dei fattori di portanza nelle parti di relazione relative alla verifica a carico limite delle fondazioni, e del numero della combinazione che origina i valori massimi e minimi negli

inviluppi. Inoltre è possibile filtrare gli elementi di verifica e la scelta dell'editor di testo da utilizzare in output.

In presenza del modulo **“Portanza terreno di fondazione”** di **StruSec** è possibile comporre automaticamente la Relazione Geotecnica e sulle fondazioni. I dati da aggiungere sono:

- **Relazione Geologica e piante fondazioni** : Le piante di fondazione vengono create automaticamente utilizzando la grafica dell'input grafico. È possibile, inoltre, inserire immagini o dxf delle piante da utilizzare;
- **Descrizione generale**;
- **Problemi geotecnici e scelte tipologiche**;
- **Descrizione del programma delle indagini**;
- **Scelta del tipo di fondazione**;
- **Ipotesi assunte ed analisi dei risultati**.

Le voci vengono riempite automaticamente utilizzando le caratteristiche del calcolo corrente. Modificando il testo presente nei vari campi non verranno utilizzate le caratteristiche di automazione.

La relazione di calcolo viene generata in formato rtf standard. Dall'ambiente di personalizzazione è possibile scegliere se visualizzarla in Microsoft Word oppure utilizzare l'Editor test “Stacec Editor” incluso in FaTA-e.

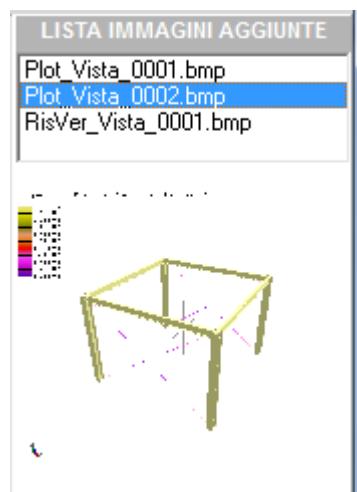
Nella sezione **“Gestione immagini relazione”**, è possibile associare ad ogni capitolo/paragrafo delle immagini aggiuntive scelte dai risultati di calcolo e dalle verifiche. La procedura da seguire è:

1. Cliccare con il tasto destro sul titolo del paragrafo desiderato;
2. Scegliere dal popup il tipo di risultati da aggiungere



3. Dall'ambiente visualizzato scegliere i risultati da esportare e selezionarli mediante il comando **“Esporta viste”** ;
4. Dopo aver concluso con la scelta delle immagini uscire dall'ambiente chiudendo semplicemente la finestra dall'apposito simbolo .

Dopo l'inserimento è possibile eliminare le immagini dall'elenco di stampa. Per fare ciò è sufficiente selezionare l'immagine e cancellare mediante la pressione del tasto “Canc”:



La creazione della relazione può essere effettuata secondo due modalità distinte:

- **Crea elaborato unico;**
- **Crea lista elaborati.**

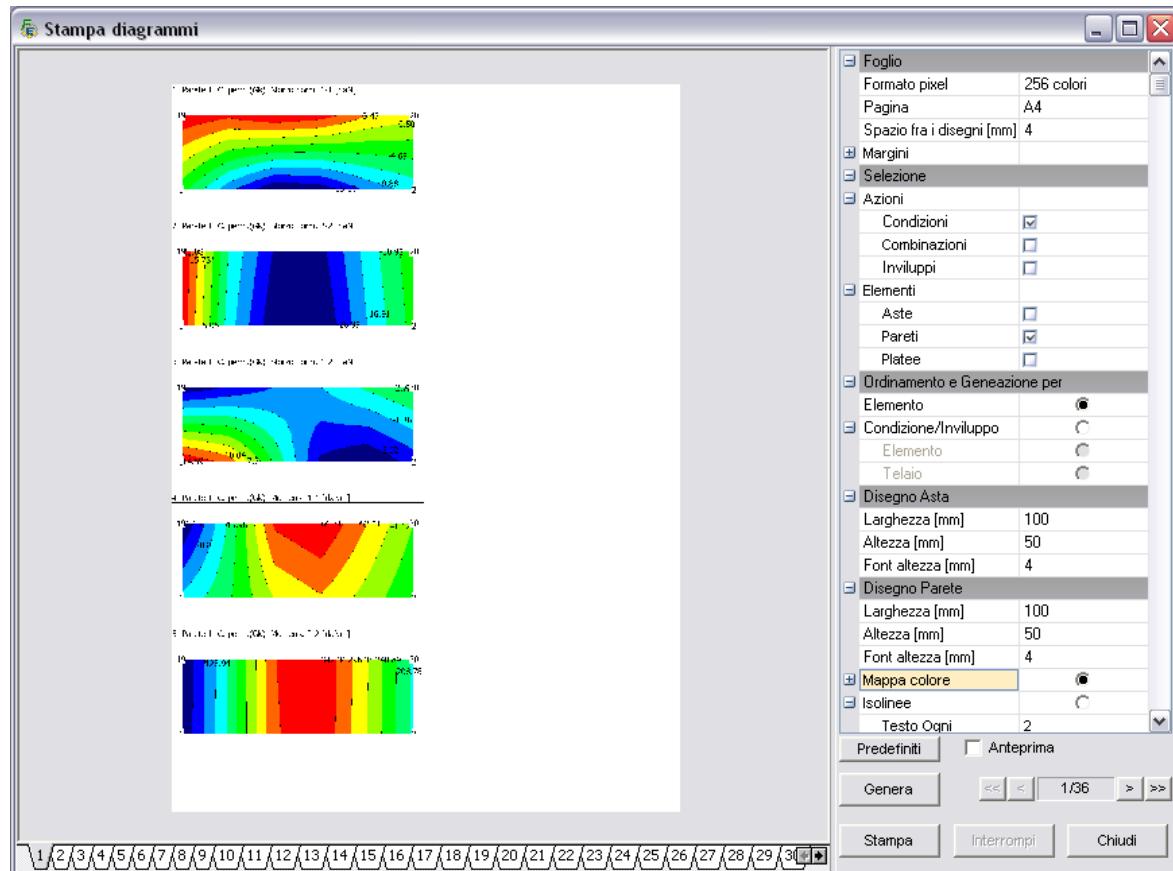
Utilizzando “**Crea lista elaborati**” verrano creati in un'unica operazione le seguenti relazioni:

- **Relazione di calcolo** (contiene gli aspetti generali e il riassunto dei risultati);
- **Tabulati di calcolo** (contiene le tabelle dei risultati di calcolo);
- **Relazione geotecnica**;
- **Relazione sulle fondazioni**;
- **Allegati** alla relazione (contiene verifiche dei solai, plinti, pali, balconi, ecc...).

Dopo la creazione è possibile visualizzare singolarmente gli elaborati. La creazione “a lista” crea una cartella con il nome dell’archivio di calcolo nella posizione scelta dall’utilizzatore.

1.2.4.6 Stampa diagrammi

Stampa diagrammi : Consente di creare, impaginare e stampare i diagrammi di aste e piastre da allegare alla relazione, per la presentazione dei risultati di calcoli effettuati con l’ausilio dell’elaboratore. L’ambiente di gestione si presenta nel modo seguente:



Come per la relazione, questo ambiente consente di avere una elevata versatilità al fine di poter presentare i dati nel modo che si ritiene più consono. A tal fine è possibile agire sui seguenti dati:

- **Foglio**
 - Formato pixel : numero di colori per pixel. L’opzione “Device Driver” fa riferimento ai parametri impostati della scheda video installata nel pc.
 - Pagina : formato standard della pagina.
 - Spazio tra i disegni in mm

- Margini
- **Selezione**
 - Azioni : tipo di diagrammi da stampare: condizioni di carico, combinazioni e inviluppi.
 - Elementi : tipo di elementi da stampare : aste, pareti e platee.
- **Ordine di generazione**
 - Elemento : Ordina i disegni per elemento strutturale nell'ordine aste, pareti, platee.
 - Condizione/inviluppo : Ordina i disegni per tipo di condizione strutturale o inviluppo (SLU, SLD, ecc..), con la possibilità di scelta tra elemento e telaio.
- **Disegno Asta**
 - Larghezza : Larghezza dei disegni.
 - Altezza : Altezza dei disegni.
 - Font Altezza : Dimensioni del font.
- **Disegno Parete**
 - Larghezza : Larghezza dei disegni
 - Altezza : Altezza dei disegni.
 - Font Altezza : Dimensioni del font.
 - Mappa colore : Possibilità di disegnare a sfumature (dipendenti dal "Formato pixel" scelto) l'andamento delle sollecitazioni delle pareti. Scegliendo questa opzione sarà possibile impostare: grado di divisione della mesh di colorazione, numero di colori, numero di sfumature, uso della scala di grigi, disegnare la legenda dei colori.
 - Isolinee : Possibilità di disegnare l'andamento delle sollecitazioni come isolinee. Scegliendo questa opzione sarà possibile impostare il passo di isolinee a quotare.
- **Disegno Platea**
 - Larghezza : Larghezza dei disegni
 - Altezza : Altezza dei disegni.
 - Font Altezza : Dimensioni del font.
 - Mappa colore : Possibilità di disegnare a sfumature (dipendenti dal "Formato pixel" scelto) l'andamento delle sollecitazioni delle platee. Scegliendo questa opzione sarà possibile impostare: grado di divisione della mesh di colorazione, numero di colori, numero di sfumature, uso della scala di grigi, disegnare la legenda dei colori.
 - Isolinee : Possibilità di disegnare l'andamento delle sollecitazioni come isolinee. Scegliendo questa opzione sarà possibile impostare il passo di isolinee a quotare.
- **Disegno Telaio**
 - Larghezza : Larghezza dei disegni
 - Altezza : Altezza dei disegni.
 - Font Altezza : Dimensioni del font.
 - Bordo : Dimensione della distanza di bordo per il disegno dei telai.

1.2.4.7 Tabella Isolatori

Tabella Isolatori  : Consente di esportare in formato foglio di calcolo .xls (ad esempio excel), le sollecitazioni agenti sugli isolatori relativamente alle singole combinazioni di carico dei vari tipi (SLU, SLD, ecc.), al fine di fornire al produttore degli isolatori le sollecitazioni di calcolo relativamente al sistema di isolamento utilizzato. Al click viene visualizzata la seguente maschera:



Clickando sui singoli pulsanti verrà creato un file di tipo **xls** (subito visibile nell'editor associato) organizzato associando ogni isolatore (identificato dalla numerazione dell'asta e del filo fisso di appartenenza) ad ogni foglio.

Sulle righe saranno presenti i diversi tipi di sollecitazione e sulle colonne, oltre all'ascissa che indica la sezione, sono riportati i valori relativi alle singole combinazioni di carico analizzate dal programma.

1.2.4.8 **Computi dei materiali**

Σ_{ox} **Computo acciaio per c.a.**: Consente la creazione in formato rtf, con richiamo automatico all'editor presente sul pc, del computo delle armature presenti. Il computo può essere creato per materiale o telai.

Il computo è differenziato per piano, tipo di materiale, diametro, sviluppo in metri, peso in daN.

Σ_{cls} **Computo calcestruzzo**: Consente la creazione in formato rtf, con richiamo automatico all'editor presente sul pc, del computo del calcestruzzo utilizzato.

Il computo è differenziato per piano, tipo di materiale, luce degli elementi strutturali, volume in m³, superficie delle carpenterie. Nel caso siano presenti travi di fondazione viene computata anche la quantità di magrone in m³.

Σ_{sol} **Computo solai**: Consente la creazione in formato rtf, con richiamo automatico all'editor presente sul pc, del computo dei solai utilizzati.

Il computo è differenziato per piano e superficie.

Σ_{acc} **Computo acciaio da carpenteria**: Consente la creazione in formato rtf, con richiamo automatico all'editor presente sul pc, del computo dell'acciaio da carpenteria usato.

Il computo è differenziato per piano, tipologia di travatura, tipologia delle aste, peso unitario, sviluppo in metri, peso in daN.

Σ_{leg} **Computo legno**: Consente la creazione in formato rtf, con richiamo automatico all'editor presente sul pc, del computo del legno utilizzato.

Il computo è differenziato per piano, tipologia dell'elemento strutturale, tipo di materiale, sviluppo in metri, volume in m³.

Σ_{prli} **Computo pali**: Consente la creazione in formato rtf, con richiamo automatico all'editor presente sul pc, del computo del calcestruzzo e delle armature utilizzate.

Distinta armature: Consente la visualizzazione e la creazione in formato dxf, del resoconto delle armature presenti nella struttura. La distinta viene creata ordinando le armature per tipologia:

diritti (travi e pilastri), sagomati, monconi, orizzontali e verticali da parete, staffe (travi e pilastri). Il documento è utile in fase di costruzione per computare e realizzare le armature da cantiere.

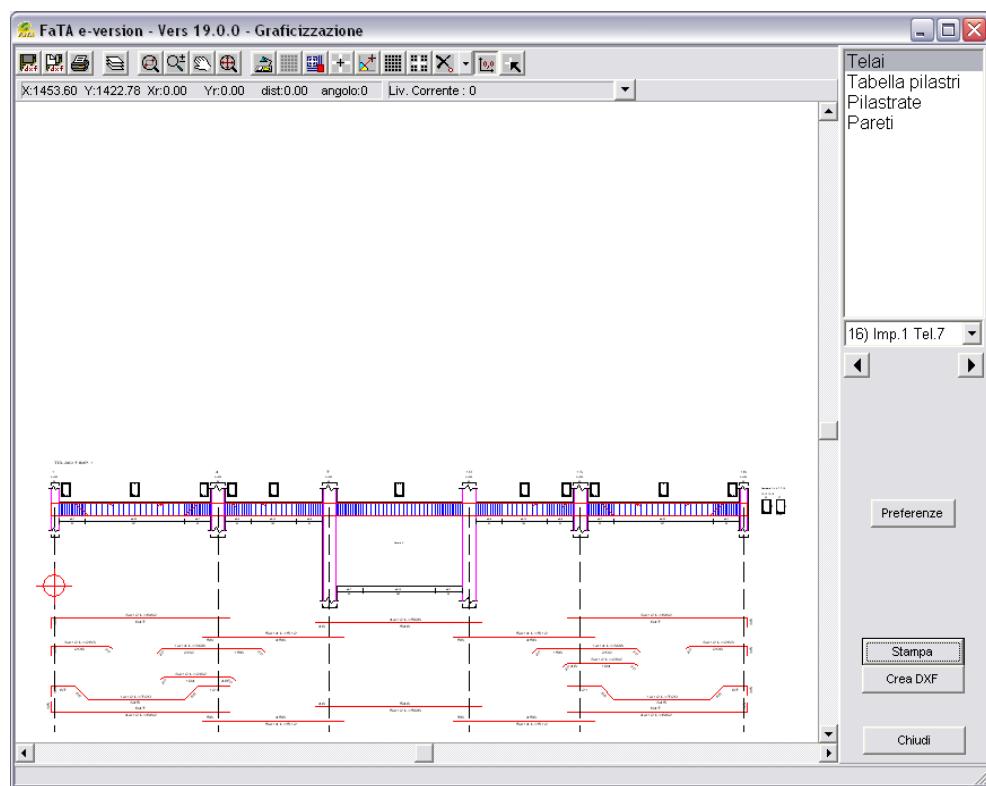
1.2.4.9 Graficizzazione

Graficizzazione  : Avvia la creazione dei disegni esecutivi di pilastrate e travate.

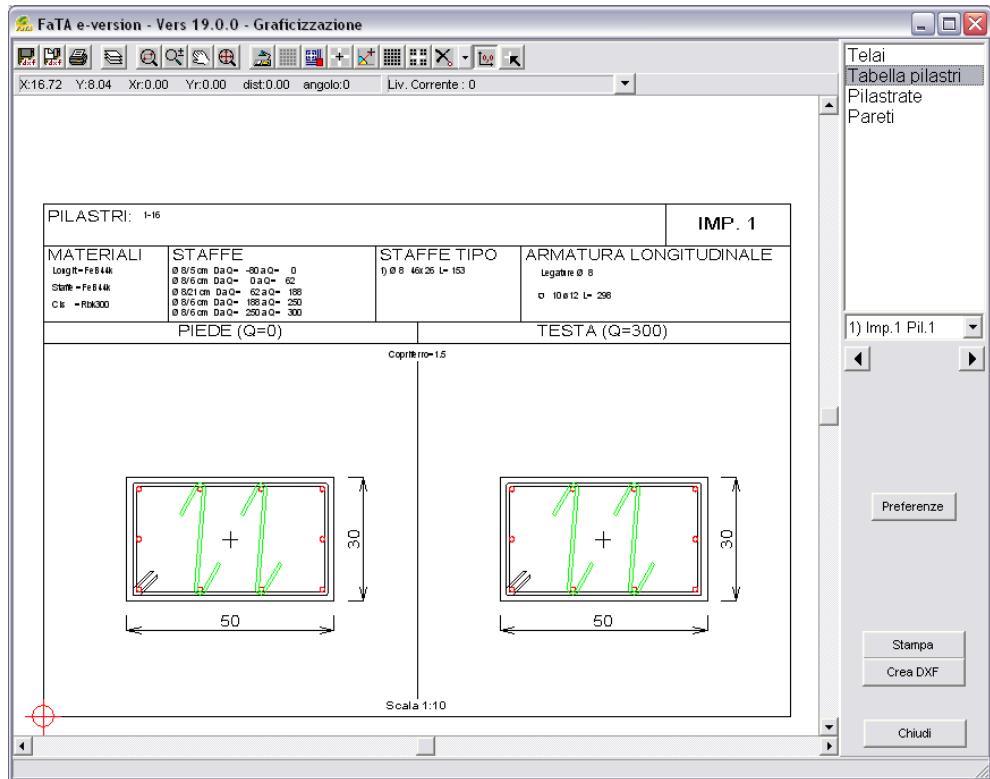
Oltre alle visualizzazioni a schermo e alla relazione di calcolo, in FaTAe è possibile avere come materiale d'uscita, i disegni esecutivi della struttura calcolata.

Per poter visualizzare e scegliere le opzioni di stampa di telai, travi, pilastrate, plinti e pali di fondazione, basta cliccare sul pulsante corrispondente.

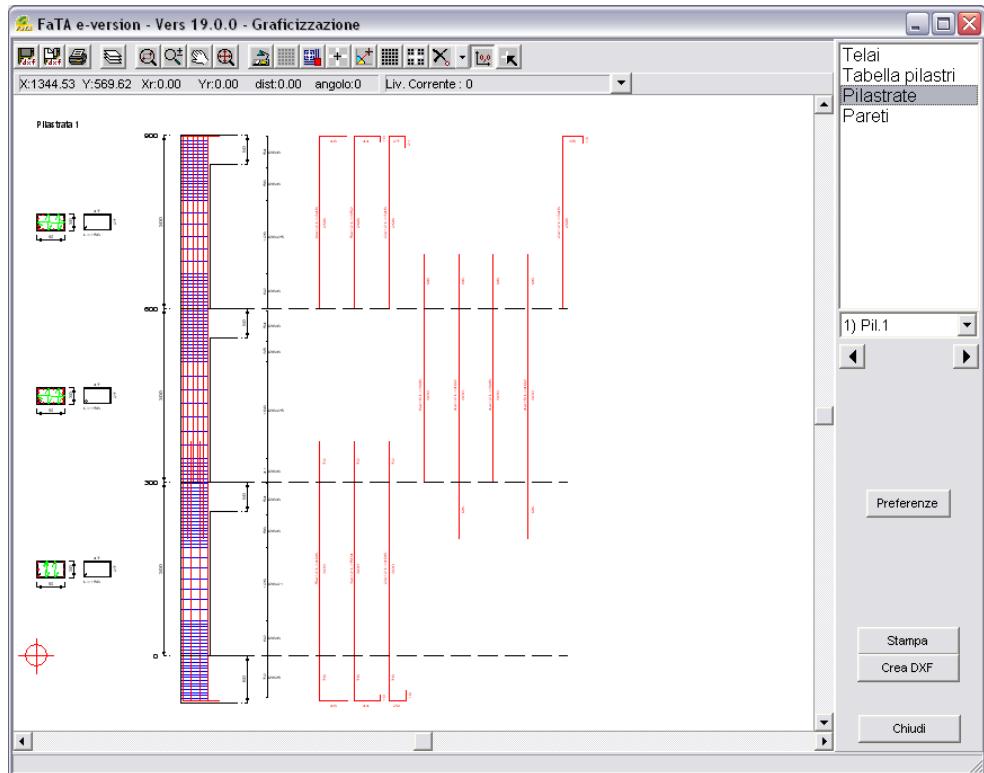
Cliccando il tasto “**Telai**” e avanzando o indietreggiando utilizzando le frecce, è possibile visionare i telai definiti dall'input attraverso il comando “definizione telai”. Se non viene definito nessun telaio il programma genera gli elaborati esecutivi per ogni trave. Nel caso in cui una stessa campata (da appoggio a appoggio) realizzata con più aste non presenta discontinuità (sezioni diverse o innesti laterali di altre travi) viene automaticamente graficizzata come unica trave.



Cliccando su “**Tabella Pilastri**” è possibile visionare i dati relativi alle sezioni dei pilastri, posti sotto forma di tabella. Nella tabella sono contenuti tipo di materiale, diametri armature longitudinale e staffe, legature, ecc.

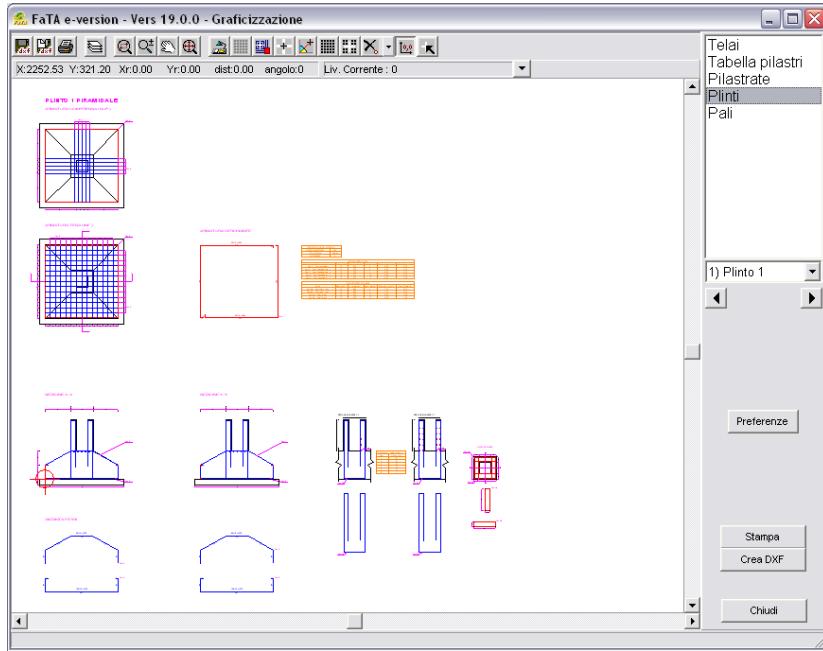


Cliccando il tasto “**Pilastrate**” e avanzando o indietreggiando utilizzando le frecce, è possibile visionare le pilastrate. Le pilastrate, definite dal basso verso l’alto, vengono automaticamente generate da FaTAe e contengono ferri longitudinali, staffe, infittimenti delle staffe, sezione trasversale, ancoraggi con le travi convergenti, ecc.



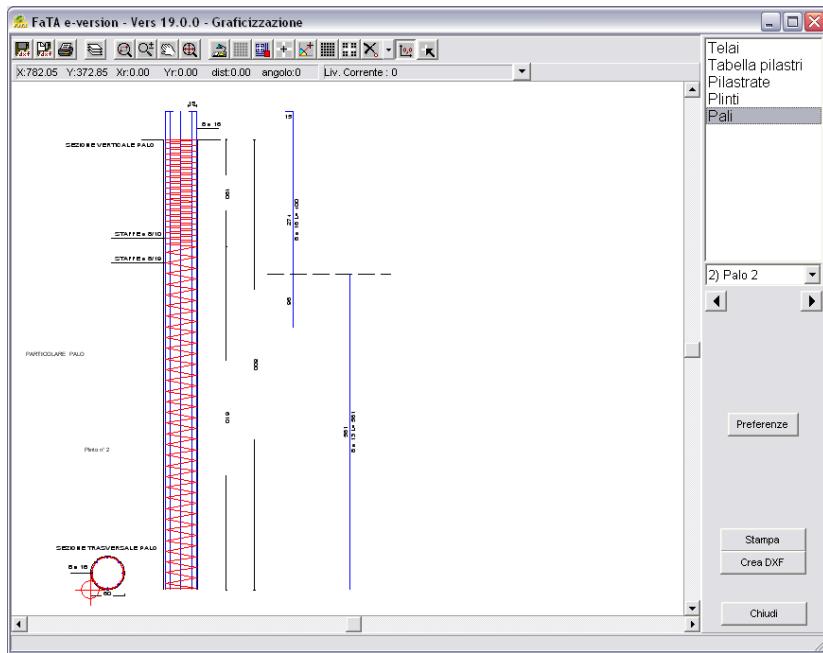
Cliccando su “**Plinti**” è possibile visionare i dati relativi ai Plinti:

Se presenti, è possibile visionare, stampare ed esportare in dxf gli elaborati grafici esecutivi dei plinti, cliccando sul pulsante “Plinti”.



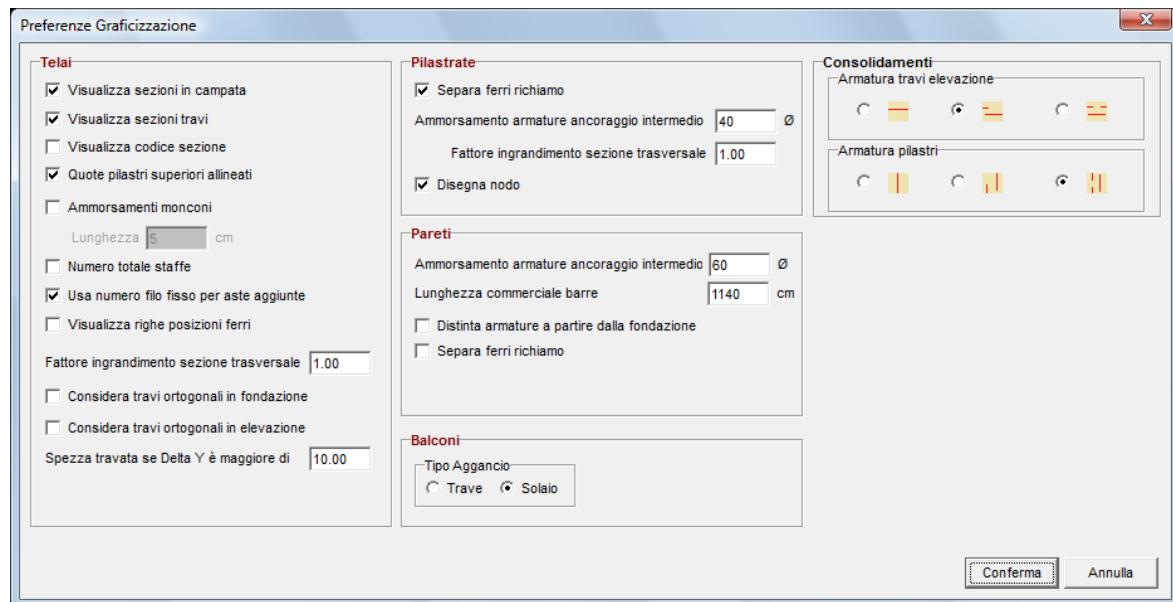
Cliccando su “Pali” è possibile visionare i dati relativi ai Pali :

Se presenti, è possibile visionare, stampare ed esportare in dxf gli elaborati grafici esecutivi dei plinti, cliccando sul pulsante “Pali”.



Preferenze

La graficizzazione può essere personalizzata attraverso i seguenti parametri:



- **Visualizza sezioni in campata** : possibilità di visualizzare le sezioni trasversali poste sulle travate;
- **Visualizza sezioni travi** : possibilità di visualizzare le sezioni a destra della travata e il particolare delle staffe;
- **Visualizza codice sezione** : possibilità di visualizzare il numero della campata coerente con le piante carpenterie, il tipo e le dimensioni trasversali delle sezioni;
- **Quote pilastri superiori allineate** : possibilità di posizionare la dimensione dei pilastri lungo la travata, sempre allineate o equidistanti dal pilastro;
- **Ammorsamenti monconi** : possibilità di inserire o meno gli ancoraggi dei monconi a 45° di lunghezza voluta;
- **Numero totale staffe** : possibilità di visualizzare il numero totale delle staffe. Il parametro ha effetto solo se viene attivato anche il parametro “Visualizza codice sezione”;
- **Usa numero filo fisso per aste aggiunte** : consente di numerare gli estremi delle aste aggiunte usando il numero del filo fisso, nel caso in cui ciò risulti possibile;
- **Visualizza righe posizione ferri** : consente di aggiungere ai disegni la separazione in zone delle tipologie di armatura (superiori, inferiori, monconi, ecc...);
- **Fattore ingrandimento sezione trasversale** : consente di scegliere la dimensione delle sezioni degli elementi posizionate nel particolare esecutivo;
- **Considera travi ortogonali in fondazione** : consente di elaborare gli ancoraggi considerando le travi ortogonali alla campata corrente;
- **Valore di DeltaY per spezzare la travata** : in funzione del valore inserito la travata continua verrà spezzata con le relative armature;
- **Separa ferri di richiamo** : per le pilastrate, è possibile scegliere se utilizzare o meno le armature longitudinali inferiori per ancorare i prolungamenti dei pilastri;
- **Ammorsamento armature ancoraggio intermedio** : possibilità di stabilire il numero di diametri di lunghezza;
- **Disegna Nodo** : consente di visualizzare nelle pilastrate l'ingombro del nodo;
- **Ammorsamento armature ancoraggio intermedio** : consente di scegliere in multipli del diametro massimo la lunghezza delle armature di ancoraggio intermedio per le pareti;
- **Tipo di aggancio** : consente, per balconi in c.a. e laterocemento, di scegliere la tipologia di aggancio alla struttura;
- **Tipo armature travi di elevazione** : tipologia di divisione delle armature dei rinforzi in c.a.;
- **Tipo armature pilastri** : tipologia di divisione delle armature dei rinforzi in c.a.;

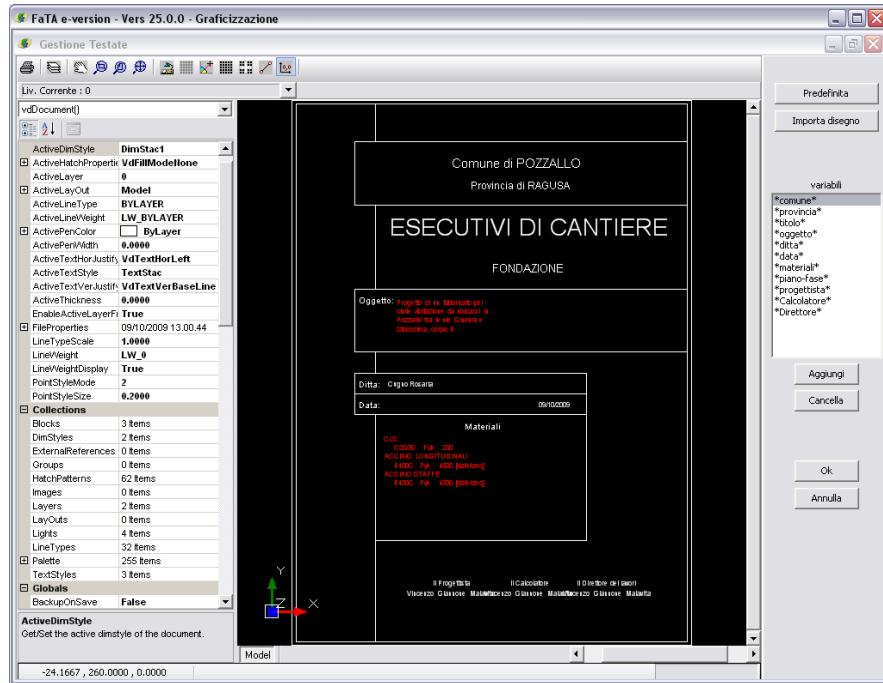
Manipolazione armature

Le armature progettate da FaTA-e possono essere modificate (accedendo attraverso il pulsante “Modifica”) verificando istantaneamente le modifiche. È possibile inserire nuove armature (diritti,

monconi e sagomati), modificare il numero e il diametro di armature già presenti, modificare le staffe. L'ambiente e le opzioni verranno trattate nell'apposito capitolo (1.2.4.11 Manipolazione delle armature). La configurazione iniziale di armatura può essere richiamata cliccando sul pulsante "Ripristina".

Gestione testata

In FaTAe è possibile personalizzare la testata da utilizzare per la stampa degli elaborati esecutivi. La gestione della testata avviene in un apposito ambiente richiamata al click del pulsante "Gestione testata":



La personalizzazione avviene inserendo come sfondo un disegno in dwg, dxf o degli altri formati gestiti dal CAD di FaTAe. La testata da inserire deve essere in mm. La scelta del file avviene cliccando sul pulsante "Importa disegno". Dopo aver fatto ciò non resta che posizionare le "variabili".

Le "variabili" presenti sono:

- Comune
- Provincia
- Titolo
- Oggetto
- Ditta
- Data
- Materiali
- Piano-fase
- Progettista
- Calcolatore
- Direttore dei lavori

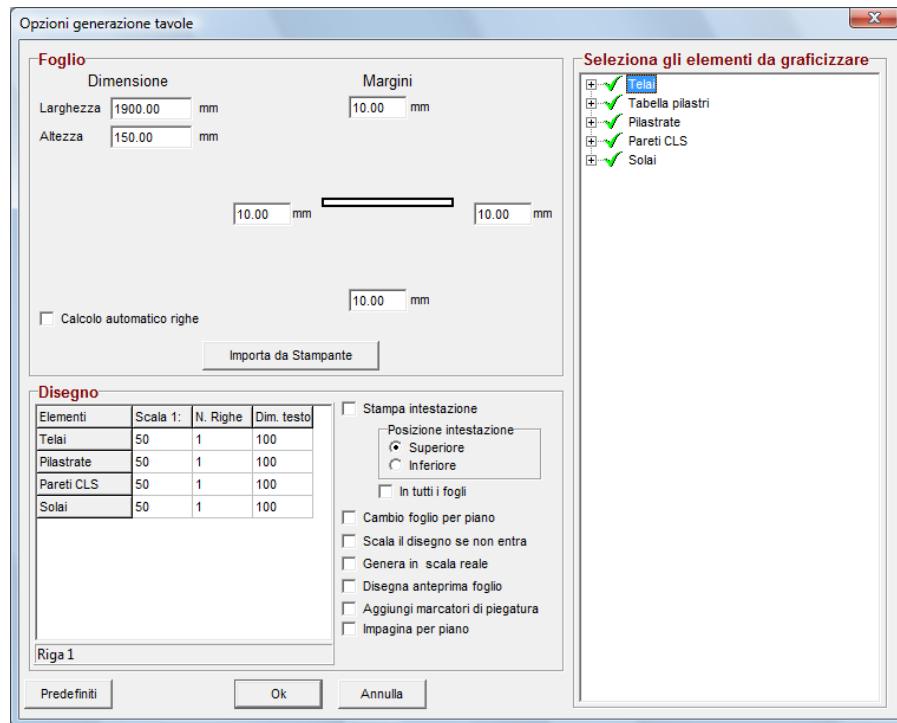
Per inserire un campo selezionarlo dalla lista "Variabili" e cliccare su "Aggiungi". A questo punto posizionare il campo rispetto al vertice in basso a sinistra della testata. La cancellazione di un campo avviene tramite le seguenti operazioni:

1. cliccare sul pulsante "Cancella"
2. selezionare il campo da cancellare sulla testata
3. concludere l'operazione cliccando con il tasto destro del mouse

Per uscire dalle funzioni presenti nell'ambiente premere il tasto "Esc" della tastiera. La modifica della testata viene confermata cliccando sul tasto "OK".

Stampa su file dxf o stampante

Per scegliere i parametri di stampa basta cliccare sul pulsante "Stampa". Alla pressione del pulsante corrispondente viene visualizzata la seguente schermata:



Le impostazioni presenti in tale ambiente sono le seguenti:

Foglio:

- **Larghezza** : larghezza del foglio;
- **Altezza** : altezza del foglio;
- **Margini** : margini del foglio;
- **Calcolo automatico righe** : calcolo del numero di righe di disegni da inserire;

Il foglio può essere importato dalla stampante tramite il click sul pulsante "Importa da stampante".

Stampante:

- **driver** : impostazione della stampante da utilizzare per la stampa;
- **foglio** : dimensioni del foglio da utilizzare;
- **orientamento** della stampa;
- **risoluzione** : risoluzione di stampa definita dal driver della stampante;
- **qualità** : qualità di stampa definita dal driver.

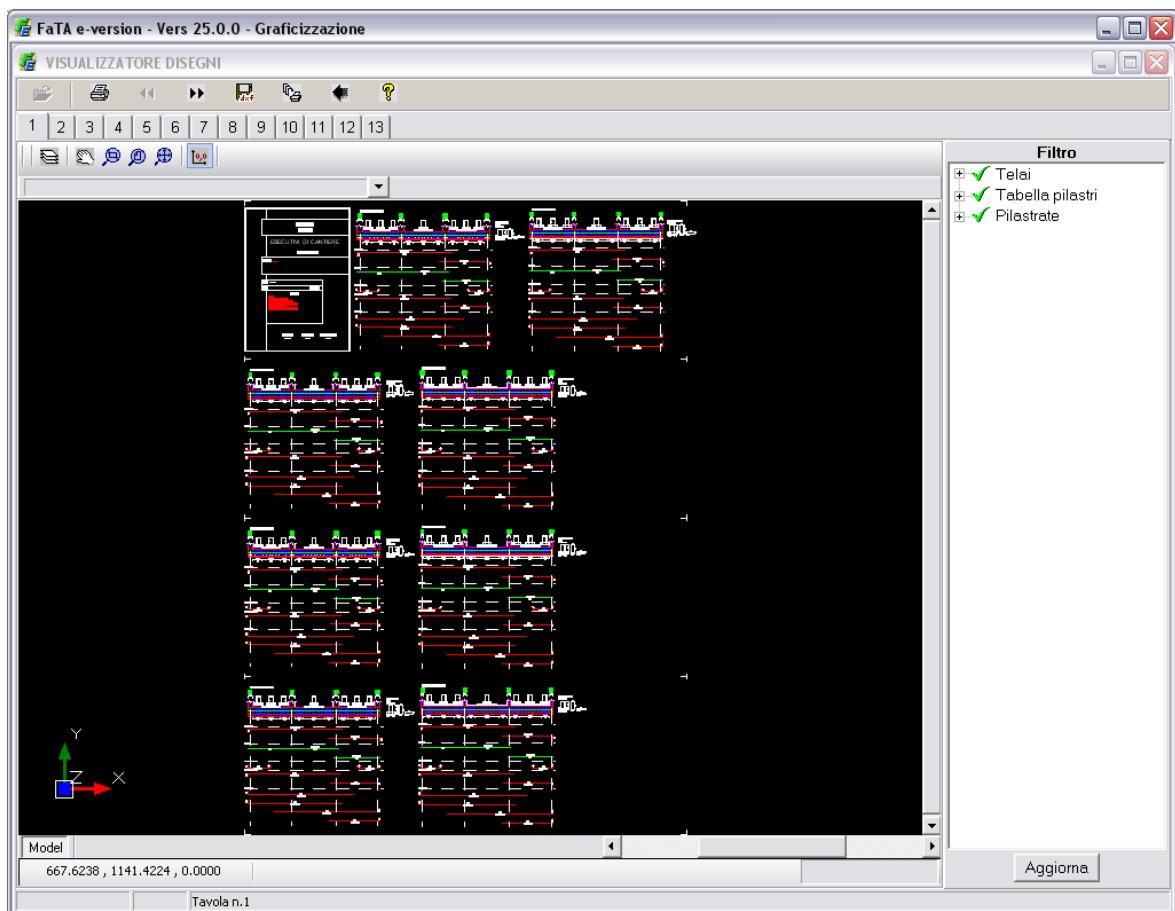
Disegno:

- **scala di stampa** di telai, pilastrate, plinti, pali di fondazione;
- **n. righe** : consente di dividere il foglio in più righe per impaginare automaticamente i disegni;
- **dim. testo** : dimensione dei testi;
- **stampa intestazione** : opzione di visualizzare o meno la testata;
- **posizione intestazione** : utile a posizionare l'intestazione rispetto agli angoli del foglio;

- **cambio foglio per piani** : organizza gli elaborati in base al piano di appartenenza degli elementi privilegiando l'ordine dell'albero;
- **Scala se non entra** : scala gli elaborati in modo automatico (non viene usata una scala di stampa univoca);
- **Genera in scala reale** : crea i disegni in mm senza scalare nulla;
- **Disegna anteprima foglio** : disegna nell'anteprima i bordi del foglio;
- **Aggiungi marcatori di piegatura** : aggiunge i "crocini" di piegatura del foglio;
- **Impagina per piano** : organizza tutti gli elaborati nella sequenza di piano privilegiando l'ordine di piano.

Nello stesso ambiente è possibile scegliere, attraverso il diagramma ad albero, gli elementi da graficizzare.

Alla fine della generazione dei disegni, verrà aperto l'ambiente in cui è possibile gestire i fogli da elaborare:

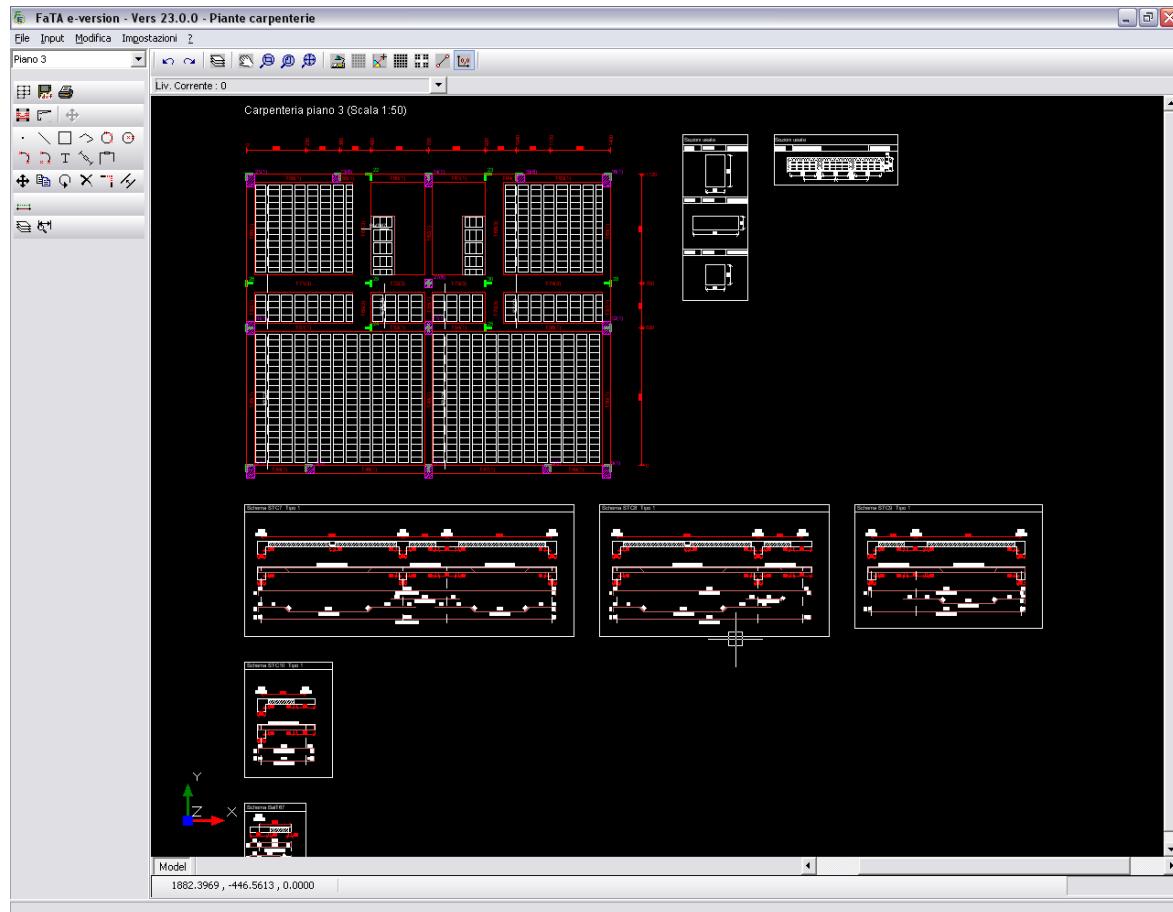


Nella sezione a sinistra della maschera è presente l'ambiente di visualizzazione dove è possibile visionare gli elaborati prima che vengano stampati.

1.2.4.10 Carpenterie

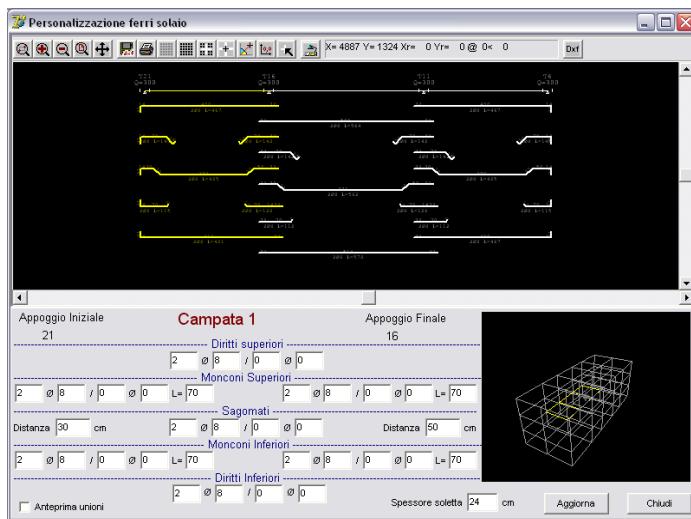
Carpenterie : Consente la creazione delle **piante di impalcato** della struttura nonché gli elaborati esecutivi dei solai a trave continua nel caso in cui si fossero utilizzati dei solai a trave continua. Quest'ultima funzionalità è subordinata alla presenza del modulo n.º 12 "Solai a trave continua con diagrammi e deformate".

L'ambiente "Carpenterie" contiene tutte le funzionalità presenti nel **modulo CAD**: inserimento di punti, linee, box, polilinee, circonferenze, archi, testi, quote, e tutte le funzioni di editing presenti in un qualsiasi CAD.



 Consente di caricare le **impostazioni originali** e creare la carpenteria originale del piano in cui non sono presenti le modifiche effettuate da CAD. Alla pressione del pulsante viene visualizzata una finestra molto intuitiva in cui vengono impostate la scala di stampa, opzioni di presentazione delle sezioni di travi e pilastri, presenza o meno della disposizione delle pignatte di balconi e solai e degli schemi a trave continua con le armature del travetto.

 Consente di creare un **modello di carpenteria** sui solai di tipo utente. La forma dei ferri inseriti non è legata a nessun calcolo statico effettuato dal programma. Per accedere alla schermata delle impostazioni dei ferri cliccare sulla maglia di solaio interessato e successivamente cliccare sul foglio nella posizione desiderata, la schermata si presenta nel seguente modo:



I campi presenti consentono di impostare, per ogni tipologia di armatura, il numero ed il diametro da utilizzare, le lunghezze di sagomatura dei ferri. E' possibile utilizzare per la stessa tipologia di ferro due diametri diversi. Per i sagomati è possibile intervenire anche sulla lunghezza delle sagomature all'estradosso del solaio. La casella 'Anteprima unioni' consente di considerare le travate continue in modo da ottimizzare i ferri.

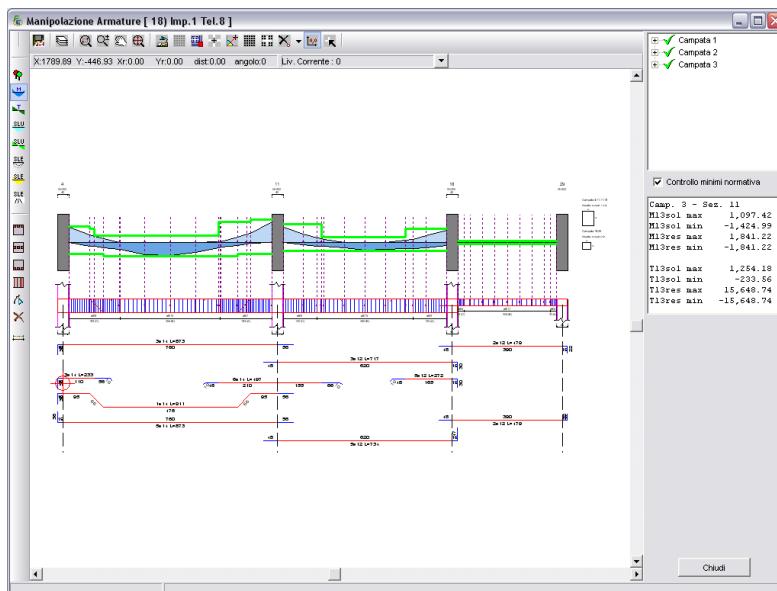
 Consente di creare un modello di carpenteria sui balconi di tipo utente. La forma dei ferri inseriti non è legata a nessun calcolo statico effettuato dal programma. Per accedere alla schermata delle impostazioni dei ferri cliccare sulla sagoma del balcone interessato e successivamente cliccare sul foglio nella posizione desiderata. Viene visualizzata una schermata in cui inserire il numero ed il diametro dei ferri presenti nel balcone.

1.2.4.11 Manipolazione delle armature delle travate

Manipolazione delle armature delle travate : Dalla versione 21.0.0 di FaTA-e, è possibile modificare le armature proposte dal software. Si accede all'apposito ambiente cliccando sul

Modifica

posto all'interno dell'ambiente "Graficizzazione", dopo aver scelto la travata da modificare. All'apertura l'ambiente visualizza la travata con le armature poste e l'esito delle verifiche attuali.



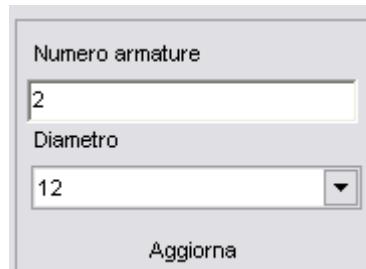
I comandi presenti nell'ambiente vengono gestiti mediante i pulsanti della toolbar verticale posta sulla sinistra della maschera.

Nel dettaglio i comandi di controllo dei risultati sono:

- **Esito verifiche** : Consente di visualizzare l'esito delle verifiche su ogni sezione strutturale analizzata. Le sezioni vengono create in funzione delle armature presenti, in modo da considerare le armature presenti in ogni punto della trave decurtate delle lunghezze di ancoraggio. Le sezioni che non hanno superato le verifiche saranno contrassegnate dal marcatore di colore rosso;
- **Momento 1-3** : Nel caso in cui nelle "Preferenze verifiche" si sia scelto di progettare con il solo momento flettente nel piano verticale (nel caso di tensioni ammissibili abbinato a sforzo normale nullo), consente di visualizzare il diagramma dei momenti resistenti a confronto con i sollecitanti (Momenti 1-3), in modo da ottimizzare le lunghezze delle armature;
- **Taglio 1-3** : Consente di visualizzare il diagramma dei Tagli 1-3 (agenti nel piano verticale) a confronto con i tagli resistenti dei vari blocchi di calcolo;
- **Flessione** : Consente di visualizzare l'andamento dei coefficienti della verifica a flessione per stati limite ultimi (o tensioni ammissibili) anche nel caso in cui si effettuino le verifiche a flessione composta deviata. I valori inferiori a 1 vengono evidenziati riportandone il valore esatto. I coefficienti superiori a 100 non vengono riportati in scala, riferendoli al valore massimo 100;
- **Taglio** : Consente di visualizzare l'andamento dei coefficienti della verifica a taglio agli stati limite ultimi (o tensioni ammissibili) per l'intera travata;
- **Deformabilità** : Consente di visualizzare l'andamento dei coefficienti della verifica a deformabilità per gli stati limite d'esercizio per l'intera travata;
- **Stato tensionale** : Consente di visualizzare l'andamento dei coefficienti della verifica a stato tensionale per gli stati limite d'esercizio per l'intera travata;
- **Fessurazione** : Consente di visualizzare l'andamento dei coefficienti della verifica a fessurazione per gli stati limite d'esercizio per l'intera travata;

I comandi di inserimento e manipolazione grafica sono i seguenti:

- **Introduci armature superiori** : Consente l'inserimento delle armature longitudinali superiori. Al click sulla campata in cui inserire le armature, viene visualizzato l'ambiente grafico (trattato in seguito). La differenziazione tra diritti, monconi e sagomati è effettuata automaticamente dal software;
- **Introduci armature superiori** : Consente l'inserimento delle armature longitudinali di parete. Al click sulla campata in cui inserire le armature, viene visualizzato l'ambiente grafico (trattato in seguito). Le armature di parete vengono inserite su tutta la lunghezza della campata. Il comando "Allunga" consente di inserire, dove consentito dalla geometria della travata, che passano da più campate;
- **Introduci armature inferiori** : Consente l'inserimento delle armature longitudinali inferiori. Al click sulla campata in cui inserire le armature, viene visualizzato l'ambiente grafico (trattato in seguito). La differenziazione tra diritti, monconi e sagomati è effettuata automaticamente dal software;
- **Modifica** : Consente la modifica delle armature. Al click direttamente sul tondino da modificare vengono attivate le possibilità di modifica. Per le armature proposte in fase di progettazione da FaTA-e non è possibile modificare la forma ma solo il numero di armature (non consentito per armature di parete) e diametro. Le modifiche verranno effettuate attraverso i campi di dati:



Nel caso di armature di nuovo inserimento realizzate dall'utente, verrà visualizzato l'ambiente grafico (trattato in seguito).

- **Elimina** : Consente la cancellazione delle armature. La cancellazione avviene cliccando direttamente sull'armatura desiderata e confermando al messaggio riportato.
- **Gestione staffe** : Consente la modifica delle staffe presenti nelle campate. Al click sulla campata desiderata, vengono visualizzati i campi:
-

Staffe per la campata 1	
Luce	445
Diametro	8
Numero Bracci	2
Numero Blocchi	3
▀ Blocco A	
lung.	94.2
passo	7
▀ Blocco B	
lung.	256.6
passo	20
▀ Blocco C	
lung.	94.2
passo	7
<input type="checkbox"/> Blocchi A e C uguali	
Aggiorna staffe	

La lunghezza è riferita alla lunghezza libera della campata. Il diametro e il numero di bracci può essere variato per tutta la campata. Il numero di blocchi può variare dal valore minimo pari ad 1 al massimo pari a 3.

Per ogni blocco (identificato dalle lettere A, B, C) è possibile variare la lunghezza del blocco e il passo delle staffe. Le lunghezze principali da modificare sono quelle del blocco A e C.

E' possibile uniformare i valori relativi ai blocchi A e C selezionando "Blocchi A e C uguali". In ogni caso la lunghezza del blocco B viene calcolata automaticamente dal software considerando la parte rimanente.

Ogni campo modificato deve essere confermato con il tasto "invio" della tastiera. L'aggiornamento dei risultati delle verifiche e del disegno esecutivo avviene cliccando su "Aggiorna staffe".

- **Misura** : Consente la misura diretta di lunghezze (x, y, d) sul disegno esecutivo riportato. Insieme a questo comando risulta utile anche l'impostazione degli "snap" gestito dal seguente pulsante:



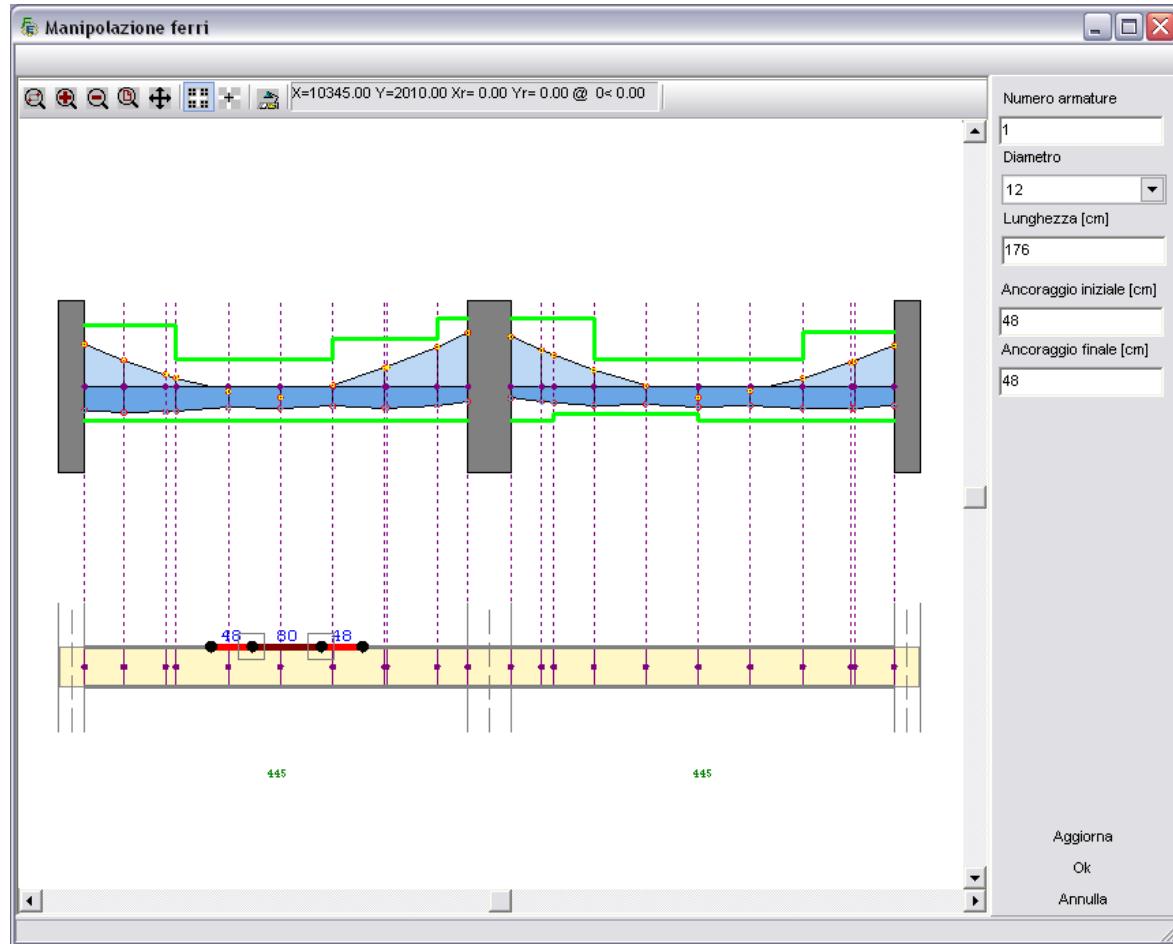
La scelta del tipo di snap può essere scelta tra: fine, medio, centro, nodo, quadrante.

Le modifiche effettuate saranno attive **solo** se vengono salvate attraverso il pulsante:

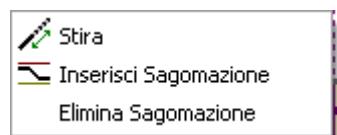
Non è possibile personalizzare le armature di nessun elemento strutturale nel caso in cui si utilizzi classe di duttilità "alta" (CD'A").

Ambiente grafico di manipolazione

L'inserimento e la modifica delle armature avviene nell'apposito ambiente grafico. I campi da inserire sono il numero di armature e il diametro.



La lunghezza del ferro, viene impostata graficamente cliccando su un estremo del tondino (contrassegnato dal quadrato). Al click (per le armature inferiori e superiori) compare il seguente popup:



Il comando "Stira" permette di allungare o accorciare il tondino spostandosi lungo l'asse del ferro. Il software elabora automaticamente i percorsi possibili ("binari") che l'armatura può seguire. Lo spostamento del vertice può avvenire sia spostandosi a scatti (corrispondenti ad ogni sezione), o in maniera fluida (con precisione "al centimetro"). La conferma sulla lunghezza dell'armatura avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse.

Il disegno "a scatti" viene gestite attivando o disattivando il seguente pulsante posizionato nella toolbar superiore:



Il comando “Inserisci sagomazione” consente di “sagomare” il ferro in modo farlo correre sul “binario” inferiore. Questa opzione viene automaticamente gestita dal software compatibilmente con la geometria della travata. Per rimuovere una sagomazione basta selezionare “Elimina sagomazione”.

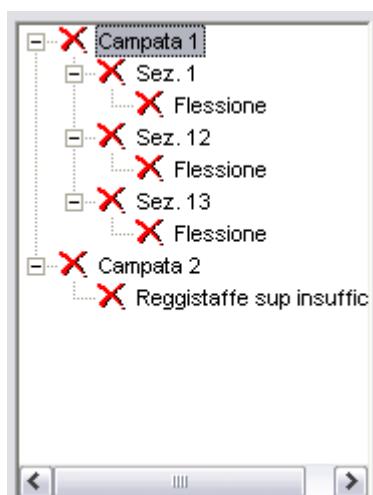
Per le armature di parete è possibile inserire il numero delle armature (sempre in numero pari) e il diametro. La lunghezza è gestita uniformandola a quella della campata. Il comando “Allunga” consente di allungare di una lunghezza pari alla campata successiva il ferro di parete desiderato. Il comando “Riduci” consente di accorciare l’armatura di parete bloccandola alla campata precedente.



Tutti i comandi vengono gestiti dal pulsante sinistro del mouse.

Messaggi di errore della manipolazione e reggistaffe

Durante la manipolazione delle armature vengono effettuate in automatico le verifiche (sia geometriche che strutturali). I messaggi di errore vengono riportati nel box, posizionato in alto a destra, riportato sotto:



I messaggi di errore geometrico possibili sono riportati nella seguente tabella:

Messaggio	Causa
Reggistaffe sup insufficienti	Il numero di armature di diametro massimo presenti superiormente è inferiore al valore compatibile della sezione usata. Aumentare il valore sino al valore corretto.
Reggistaffe inf insufficienti	Il numero di armature di diametro massimo presenti inferiormente è inferiore al valore compatibile della sezione usata. Aumentare il valore sino al valore corretto.
Reggistaffe ala inf e sup diversi	Nel caso di travi con reggistaffe intermedi, i diametri dei superiori e degli inferiori sono diversi.

Valori minimi del numero di reggistaffe in funzione della sezione (per numero minimo di braccia delle staffe):

Sezione	Reggistaffe
Rettangolare	2 inf + 2 sup
A “T” o a “L” di fondazione	4 inf + 2 sup
A “T” o a “L” di elevazione	2 inf + 4 sup
A”I”, “C”, “Z”	4 inf + 4 sup

Vengono identificate come reggistaffe le armature di diametro maggiore poste nel lembo superiore della sezione. Il diametro dei reggistaffe inferiori viene posto pari a quello superiore, assegnato con le regole appena descritte. Il numero dei reggistaffe intermedi, presenti in travi a "T", "L", "C", "Z", non è modificabile.

Il numero di reggistaffe minimo viene incrementato del numero di braccia aggiunte rispetto al valore iniziale indicato nei dati di gestione delle staffe. Ad esempio, per una trave di sezione rettangolare con staffe a 4 braccia, il numero dei reggistaffe è pari a 4. Mentre per una trave a "T" di fondazione con staffe a 4 braccia, il numero di reggistaffe inferiori è pari a 6.

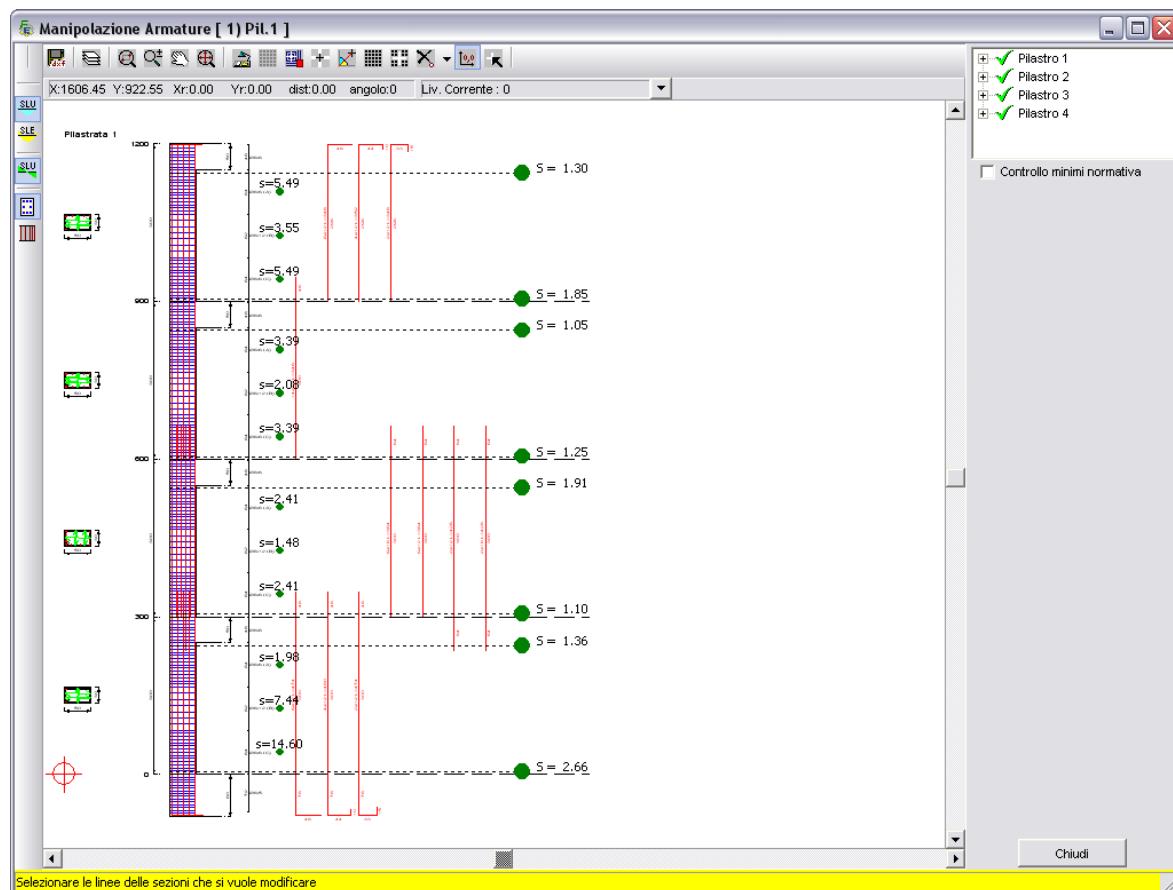
Per quanto riguarda le verifiche strutturali, per ogni campata viene riportata, solo nelle sezioni interessate, il tipo di verifica non soddisfatta. Cliccando sulla sezione voluta, sullo schema ad albero degli errori, è possibile visualizzare il diagramma corrispondente alla verifica non superata.

1.2.4.12 Manipolazione delle armature delle pilastrate

Manipolazione delle armature delle pilastrate : Dalla versione 21.2.0 di FaTA-e, è possibile modificare le armature proposte dal software anche sulle pilastrate.

Si accede all'apposito ambiente cliccando sul pulsante **Modifica** posto all'interno dell'ambiente "Graficizzazione", dopo aver scelto la pilastrata da modificare.

All'apertura l'ambiente visualizza la pilastrata con le armature poste e l'esito delle verifiche attuali.



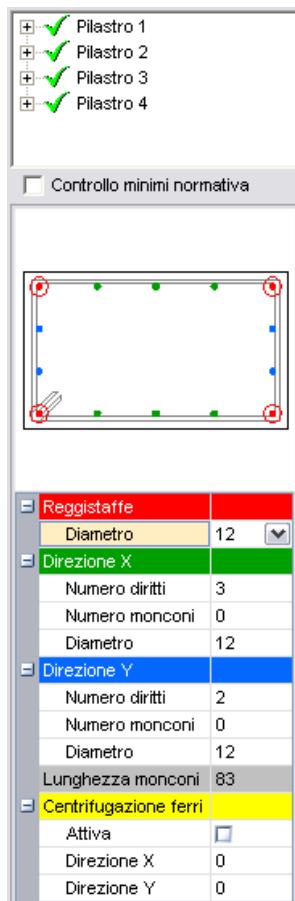
I comandi presenti nell'ambiente vengono gestiti mediante i pulsanti della toolbar verticale posta sulla sinistra della maschera.

Nel dettaglio i comandi di controllo dei risultati sono:

- **Flessione** : Consente di visualizzare l'esito delle verifiche a flessione su ogni sezione strutturale analizzata. Le sezioni di verifica sono create in funzione delle armature presenti,

in modo da considerare la presenza di eventuali monconi. Le sezioni che non hanno superato le verifiche saranno contrassegnate dal marcatore di colore rosso seguito dal coefficiente di sicurezza inferiore ad 1;

- **Stato tensionale**  : Nel caso in cui nelle "Preferenze verifiche" si sia scelto di verificare anche agli stati limite d'esercizio, viene effettuata la verifica degli stati tensionali del calcestruzzo e delle armature. Le sezioni che non hanno superato le verifiche saranno contrassegnate dal marcatore di colore rosso seguito dal coefficiente di sicurezza inferiore ad 1 relativo ai tre stati limite, in funzione della normativa utilizzata;
- **Taglio**  : Consente di visualizzare l'esito delle verifiche a taglio su ogni blocco analizzato. I blocchi che non hanno superato le verifiche saranno contrassegnate dal marcatore di colore rosso seguito dal coefficiente di sicurezza inferiore ad 1. I marcatori sono posizionati accanto al relativo pilastro e rispetto a quelli per la flessione sono di dimensioni più piccole;
- **Gestione ferri longitudinali**  : Consente di interagire con il programma, modificando le armature presenti nelle singole sezioni di verifica. La sezione verrà selezionata, cliccando sulla linea tratteggiata in corrispondenza della sezione voluta. La selezione avviene attraverso la modifica del puntatore del mouse. Al click sulla sezione verrà visualizzata, nella parte destra dello schermo, la seguente maschera:



Nella parte alta verranno visualizzati i messaggi di errore riscontrati dal software. Per il pilastro corrente è possibile non applicare le prescrizioni di normativa deselezionando la voce "Controllo minimi normativa". I parametri modificabili sono:

- Diametro reggistaffe
- Numero di diritti (direzione X e Y)
- Numero monconi (direzione X e Y)
- Diametro (direzione X e Y)
- Lunghezza monconi

- Centrifugazione armature (possibilità di concentrare le armature agli spigoli)
- Posizione della prima armatura centrifugata rispetto al reggistaffe

Il numero dei monconi viene controllato in funzione del numero di diritti presenti nel pilastro, in modo da realizzare sempre sezioni simmetriche. I monconi verranno disegnati nella sezione solo se compatibili. Le armature all'interno della sezione verranno colorate in funzione del tipo di armatura.

- **Gestione ferri Gestione staffe**  : Consente la modifica delle staffe presenti nelle campate. Al click sulla campata desiderata, vengono visualizzati i campi:

Staffe per la Colonna 1	
Luce	250
Diametro	10
Numero Bracci X	2
Numero Bracci Y	2
Numero Blocchi	3
Blocco A	
lung.	51
passo	10
Blocco B	
lung.	148
passo	19
Blocco C	
lung.	51
passo	10
<input checked="" type="checkbox"/> Blocchi A e C uguali	
Aggiorna staffe	

La "luce" è riferita alla lunghezza libera del pilastro selezionato. Il diametro e il numero di bracci (nelle due direzioni locali) può essere variato per tutta il pilastro. Il numero di blocchi può variare dal valore minimo pari ad 1 al massimo pari a 3. Per ogni blocco (identificato dalle lettere A, B, C) è possibile variare la lunghezza del blocco e il passo delle staffe. Le lunghezze principali da modificare sono quelle del blocco A e C. E' possibile uniformare i valori relativi ai blocchi A e C selezionando "Blocchi A e C uguali". In ogni caso la lunghezza del blocco B viene calcolata automaticamente dal software considerando la parte rimanente. Ogni campo modificato deve essere confermato con il tasto "invio" della tastiera. L'aggiornamento dei risultati delle verifiche e del disegno esecutivo avviene cliccando su "Aggiorna staffe".

1.2.5 Menu Opzioni.

Il menu "Opzioni" contiene delle opzioni generali relative al programma.

Genera file di backup : Consente di creare un file di ripristino dell'archivio corrente. Attivando l'opzione verrà salvata una copia del file (nella stessa cartella in cui è presente), contrassegnata dall'estensione "f_w.bak", relativa al penultimo salvataggio effettuato. Il ripristino di tale file può essere effettuato mediante la procedura automatica presente nella finestra "Apri" (presente nel menu File) selezionando l'estensione ".bak" nell'apposito menu a tendina.

Usa il cestino per i file temporanei : Consente di depositare nel cestino i file temporanei utilizzati precedentemente da FaTA-E anziché rimuoverli definitivamente dopo la chiusura del file.

Controlla aggiornamenti all'avvio : Consente di effettuare il controllo della presenza di versioni più recenti del software utilizzato, consentendo il collegamento diretto all'area login del sito www.stacec.it. La funzione richiede la presenza di connessione alla rete internet.

Utilizza visione assonometrica : Consente, se attivata, di visualizzare in tutti i contesti 3D del software il tipo di rappresentazione ortogonale anziché della visione in prospettiva.

1.2.6 Menu Help.

Il menu “Help” contiene la **guida di utilizzo** di FaTA-e con sommario, indice, funzioni di “cerca”. Una importante funzionalità presente in FaTA-e è il richiamo della guida da ogni ambiente in cui ci si trova. Infatti premendo il pulsante della tastiera “F1” verrà automaticamente visualizzata la guida in linea posizionata all’argomento inerente all’ambiente che si sta visualizzando. Ciò consente un notevole risparmio di tempo nella ricerca dell’argomento che si vuole approfondire.

Nello stesso menu, alla voce “**Informazioni su FaTA-e**”, sono contenuti dati del produttore, il nome di intestazione della licenza e la versione di FaTA-e che si sta utilizzando. Nella schermata visualizzata saranno presenti le indicazioni delle licenze e dei moduli attivati.

La terza voce presente nel menu riguarda le **novità inserite nella versione corrente** rispetto alla precedente versione. È presente inoltre il comando “Controlla aggiornamenti” utile a verificare in qualsiasi momento la presenza di una versione più recente di FaTA-E.

1.3 La visualizzazione 3D.

Come accennato in precedenza la struttura viene visualizzata (e “modellata”) in ambiente tridimensionale. I richiami ai comandi del “Mondo 3D” sono contenuti nei seguenti ambienti:

- **Visione 3D;**
- **Modellazione 3D;**
- **Diagrammi e deformate;**
- **Visualizza risultati verifiche;**
- **Unioni di forza.**

Il motore grafico utilizzato per la creazione del “Mondo 3D” è basato sulle librerie grafiche OpenGL. Negli argomenti che seguiranno verranno affrontati i comandi comuni a tutti gli ambienti di visualizzazione tridimensionale.

Comandi di visualizzazione

Tutti comandi descritti sono attuabili, oltre che nelle modalità descritte, anche spostando il puntatore e contemporaneamente mantenendo cliccato il tasto sinistro del mouse.

 Sposta verso sinistra il punto di vista. La stessa funzione è associata al “tasto cursore” “freccia sinistra”.

 Sposta verso destra il punto di vista. La stessa funzione è associata al “tasto cursore” “freccia destra”.

 Sposta in alto il punto di vista. La stessa funzione è associata al “tasto cursore” “freccia sù”.

 Sposta in basso il punto di vista. La stessa funzione è associata al “tasto cursore” “freccia giù”.

 Sposta il punto di mira ruotando in senso antiorario (sulla sinistra della struttura). La stessa funzione è associata al “tasto cursore” “freccia sinistra” premuto contemporaneamente a “SHIFT”.

 Sposta il punto di mira ruotando in senso orario (sulla destra della struttura). La stessa funzione è associata al "tasto cursore" "freccia destra" premuto contemporaneamente a "SHIFT".

 Sposta in alto il punto di mira. La stessa funzione è associata al "tasto cursore" "freccia su" premuto contemporaneamente a "SHIFT".

 Sposta in basso il punto di mira. La stessa funzione è associata al "tasto cursore" "freccia giù" premuto contemporaneamente a "SHIFT".

 Consente di avvicinare il punto di vista rispetto alla posizione della struttura. La stessa funzione è associata al tasto "Pag. sù".

 Consente di allontanare il punto di vista rispetto alla posizione della struttura. La stessa funzione è associata al tasto "Pag. giù".

 Consente di ingrandire ciò che viene racchiuso nell'apposito box.

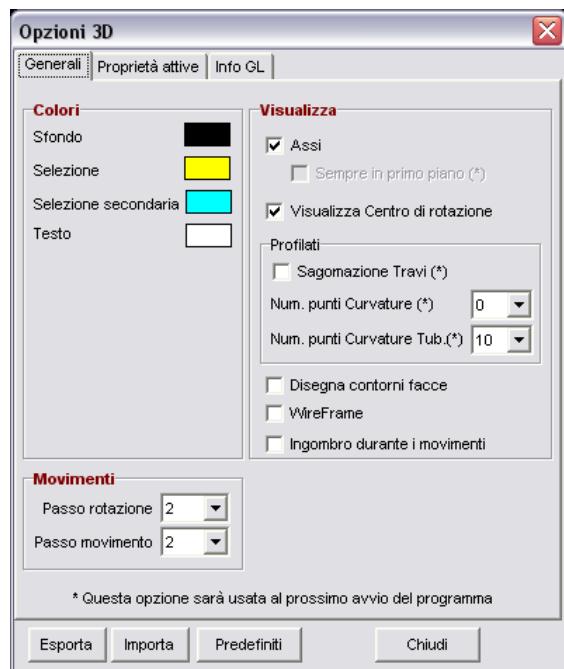
 Consente di posizionare il punto di vista in modo che si abbia la vista dell'intera struttura.

 Aumenta l'ingrandimento della visualizzazione di un fattore costante.

 Diminuisce l'ingrandimento della visualizzazione di un fattore costante.

 Ripristina il fattore di zoom iniziale.

 Consente di settare le impostazioni di visualizzazione. Alla pressione del tasto viene visualizzata la seguente maschera:

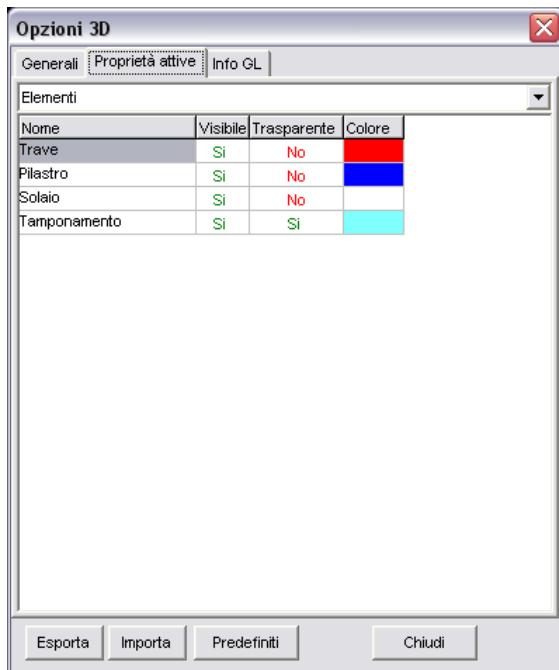


Il pannello "Generali" contiene le impostazioni relative a:

- **Scelta dei colori dello sfondo, della selezione (primaria e secondaria), del testo;**

- **Criterio di visualizzazione dei colori (Materiale, Elemento, Livello, Telaio);**
- **Impostazione del passo di rotazioni e movimenti;**
- **Visualizzazione degli assi (con opzione sempre in primo piano);**
- **Visualizzazione del centro di rotazione;**
- **Opzioni di visualizzazione dei profili (con o senza curvature e sagomazioni)**
- **Disegno dei contorni delle facce;**
- **Disegno stile “wireframe”;**
- **Disegno dell'ingombro della struttura durante la rotazione dinamica;**
- **Scelta del livello dei dettagli.**

Il pannello **“Proprietà attive”** contiene le impostazioni relative alla visibilità, la trasparenza e il colore degli elementi presenti nell'archivio corrente.



Il cambio di tutti i valori di settaggio delle tabelle si effettua con il doppio clic sulla casella voluta. L'ultimo pannello **“Info GL”** contiene le informazioni sul produttore dei driver OpenGL, la versione delle librerie utilizzate e il tipo di accelerazione grafica utilizzata (software o hardware).

In fondo alla maschera sono presenti le funzioni relative a:

- **Esporta** (consente di salvare su file le impostazioni correnti);
- **Importa** (consente di aprire da file le impostazioni);
- **Predefiniti** (ripristina le impostazioni di default);
- **Chiudi** (chiude la maschera).



Consente di salvare l'immagine corrente in formato bitmap;



Consente di salvare la struttura in formato tridimensionale dxf di Autocad;



Consente di stampare la visualizzazione corrente della struttura;

1.4 Input Grafico.

L'input principale di FaTAE è basato secondo la logica ad impalcati. La struttura viene percorsa verticalmente selezionando l'impalcato attivo dal menu a tendina presente nella toolbar in alto. L'input grafico si raggiunge cliccando sul menù "Struttura" (Alt + S) e scegliendo la voce "Input Grafico" oppure cliccando sulla seguente icona:



Oltre ai menu presenti anche nell'interfaccia principale, possiamo trovare la barra dei comandi generali di gestione della schermata dell'“Input Grafico”, che verrà illustrata nel capitolo seguente.

1.4.1 Comandi generali dell' "Input Grafico".

L'input grafico è corredata da comandi generali utili alla migliore visualizzazione di dettaglio delle parti di input. La toolbar in cui sono contenuti i comandi generali è la seguente:



-  Consente di ingrandire una zona dello schermo racchiusa nell'apposita finestra.
 -  Effettua il calcolo dello zoom in modo da contenere sullo schermo tutta la struttura.
 -  Consente di effettuare la funzione zoom ingrandisci, gestibile anche dalla rotellina del mouse.
 -  Consente di effettuare la funzione zoom riduci, gestibile anche dalla rotellina del mouse.
 -  Consente di spostare la visualizzazione anche dopo aver effettuato lo zoom, gestibile anche dal tasto centrale del mouse.
 -  Consente di salvare in formato dxf tutto ciò che è contenuto nella finestra “input grafico”.
 -  Consente di stampare tutto ciò che è contenuto nella finestra “input grafico”.
 -  Consente di gestire le opzione di visualizzazione dei vari simboli rappresentati in pianta.
 -  Consente di modificare il passo di spostamento del cursore.
 -  Abilita o meno la visualizzazione della griglia sullo schermo.
 -  Consente di avere posizioni del cursore sempre coincidenti con la griglia.
 -  Visualizza permanentemente il cursore a tutto schermo in luogo del puntatore a croce. La stessa funzione può essere attivata temporaneamente tenendo premuto il tasto “control” sulla tastiera.
 - Consente il tracciamento di allineamenti rispetto agli assi ortogonali principali.
 -  Abilita o meno la visualizzazione dell'origine degli assi di riferimento.
 -  Marca sullo schermo il punto cliccato con il mouse.

 Effettua il refresh della finestra grafica.

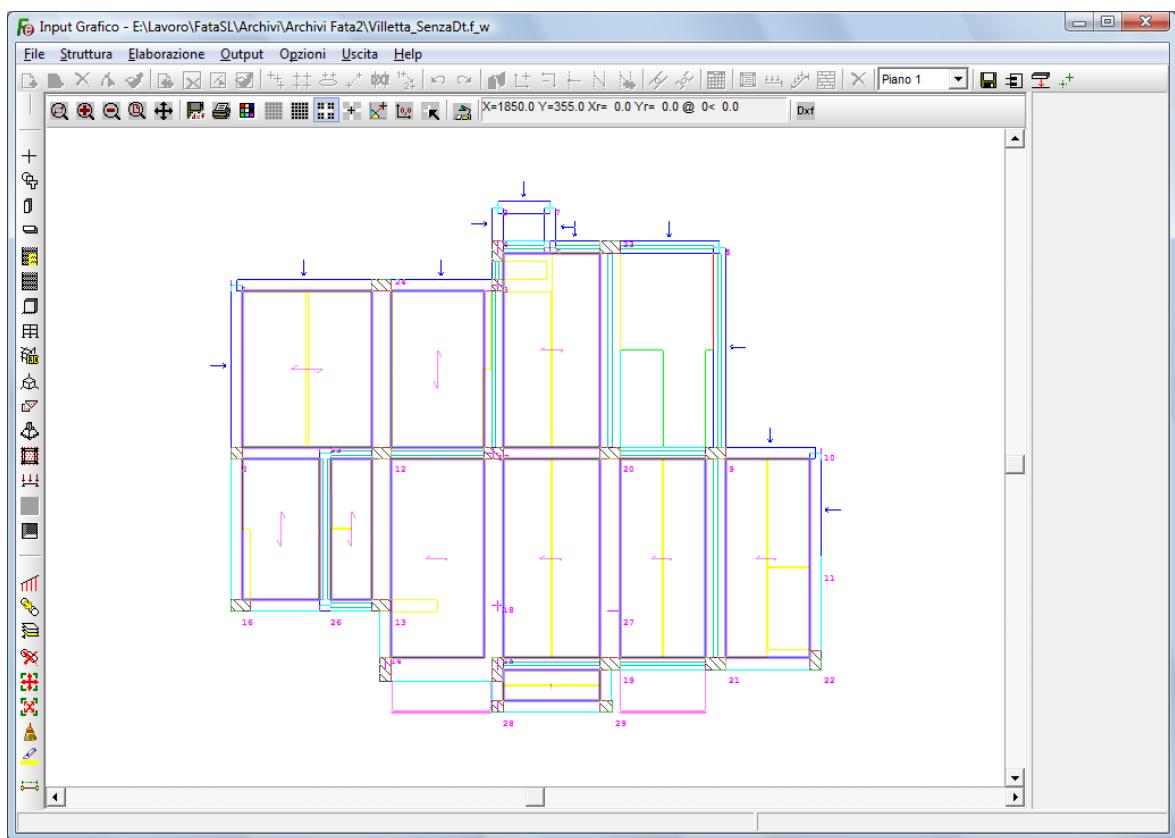
 Consente di visualizzare un file DXF come sfondo dell'input.

Nella stessa toolbar sono contenute le informazioni sulle coordinate cartesiane (assolute e relative) e polari nel piano di lavoro.

1.4.2 Funzionamento dell'input.

La logica di inserimento degli elementi strutturali è agevolata dalla sequenza (dall'alto verso il basso) dei pulsanti sulla toolbar dei comandi e dalla praticità resa dall'abilitazione delle sole icone utili all'introduzione e modifica degli elementi.

In questa sezione del manuale verrà spiegato la funzionalità e l'utilizzo delle funzioni grafiche di input nell'ordine indicato dalla toolbar verticale dell'Input Grafico.



1.4.2.1 Fili Fissi

I fili fissi sono lo strumento utile alla definizione degli allineamenti verticali della struttura. Ai fili fissi vengono inseriti i pilastri, tra i quali è possibile inserire le travi. Per le pareti strutturali (in c.a., muratura, muratura armata) i fili fissi indicano l'inizio e la fine della parete.

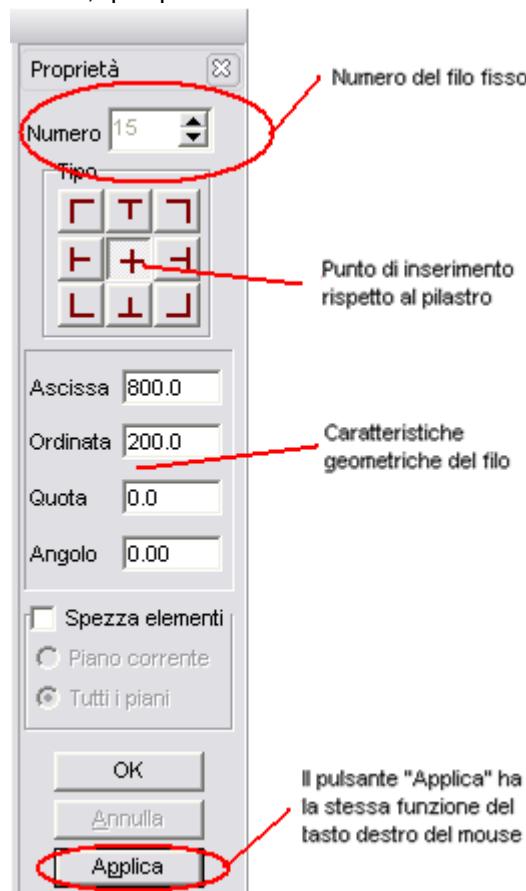
Non si può realizzare nessun input prescindendo dalla presenza fili fissi.

L'introduzione dei fili fissi, viene abilitata dalla pressione del pulsante con la seguente icona: 

La pressione di tale pulsante abilita i seguenti comandi:

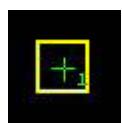
 **Introduci** : Consente l'introduzione singola dei fili fissi cliccando con il puntatore direttamente sul piano di lavoro di FaTA. L'introduzione del filo fisso viene confermato cliccando con il tasto

destro sul piano di lavoro. Sul lato destro del form compare la maschera riassuntiva delle proprietà del filo, qui riportata:



La conferma dell'inserimento avviene, oltre che dalle modalità prima descritte, anche dalla pressione del pulsante "OK" posto nella mascherina riassuntiva delle proprietà.

 **Cancella** : Abilita la cancellazione del filo fisso selezionato tramite il puntatore del mouse sul piano di lavoro. Il filo fisso selezionato si presenta circoscritto da un quadrato giallo:



La conferma di cancellazione avviene cliccando sul tasto "cancella" posto nella mascherina delle proprietà del filo. Non essendo presente il comando "Annulla", dopo la cancellazione non si può ripristinare la situazione dopo l'avvenuta cancellazione.

 **Modifica** : Abilita la modifica delle proprietà geometriche del filo fisso. La modifica può essere grafica (riposizionando il filo selezionato in un altro punto) o numerica (modificando i valori delle caselle). La conferma delle modifiche è subordinata alla pressione del tasto destro del mouse o del tasto "Applica".

 **Copia Proprietà** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.



Cancella box : Abilita la cancellazione di più fili fissi. I fili fissi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il “box di selezione” si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. La cancellazione avviene cliccando una seconda volta con il tasto sinistro del mouse.



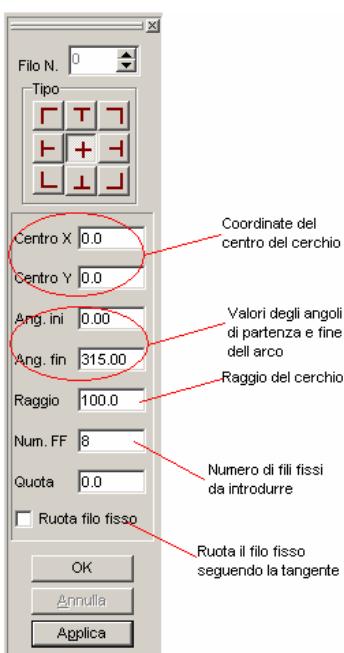
Modifica box : Abilita la modifica di più fili fissi contemporaneamente. Tale funzione è utile per spostare i fili fissi di quantità desiderate (“Delta X” e “Delta Y”), modificarne la quota o l’angolo di rotazione. La scelta dei fili fissi da modificare avviene tramite il “box di selezione”.



Copia Proprietà multiplo : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall’elemento sorgente a più elementi di destinazione. L’elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il “box di selezione” si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l’operazione di copia o cambiare l’elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.



Fili fissi arco : Consente di introdurre un set di fili fissi posti a distanza costante lungo un arco di circonferenza. I parametri vengono immessi attraverso la seguente maschera:



L’inserimento avviene cliccando sul tasto “Aplica”.

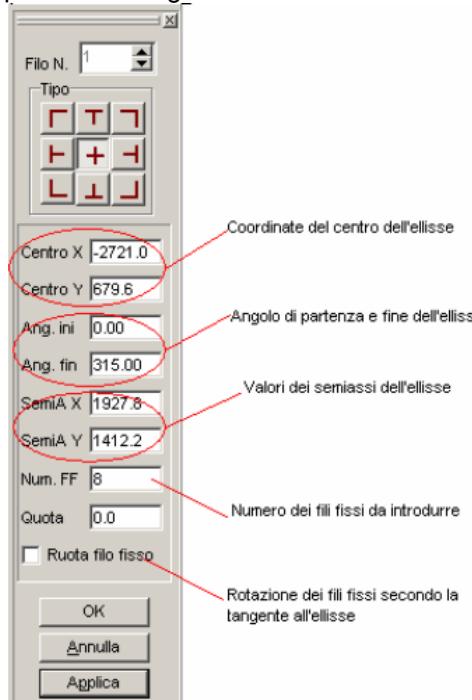


Fili fissi maglia : Consente l’introduzione di un set di fili fissi disposti secondo una maglia comunque orientata nel piano. Le distanze di ripetizione possono essere diverse nelle due direzioni. I parametri vengono immessi attraverso la seguente maschera:



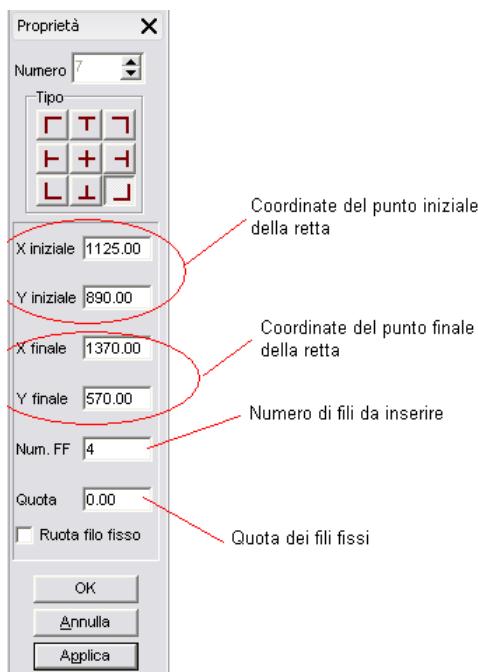
L'inserimento avviene cliccando sul tasto "OK". Il tasto "Applica" è relativo alla visualizzazione in anteprima dell'inserimento da realizzare.

 **Fili fissi ellisse** : Consente l'introduzione di un set di fili fissi disposti secondo un'ellisse. I parametri vengono immessi attraverso la seguente maschera:



L'inserimento avviene cliccando sul tasto "OK". Il tasto "Applica" è relativo alla visualizzazione in anteprima dell'inserimento da realizzare.

 **Fili fissi lungo una linea** : Consente l'introduzione di un set di fili fissi disposti secondo una linea retta. I parametri vengono immessi attraverso la seguente maschera:



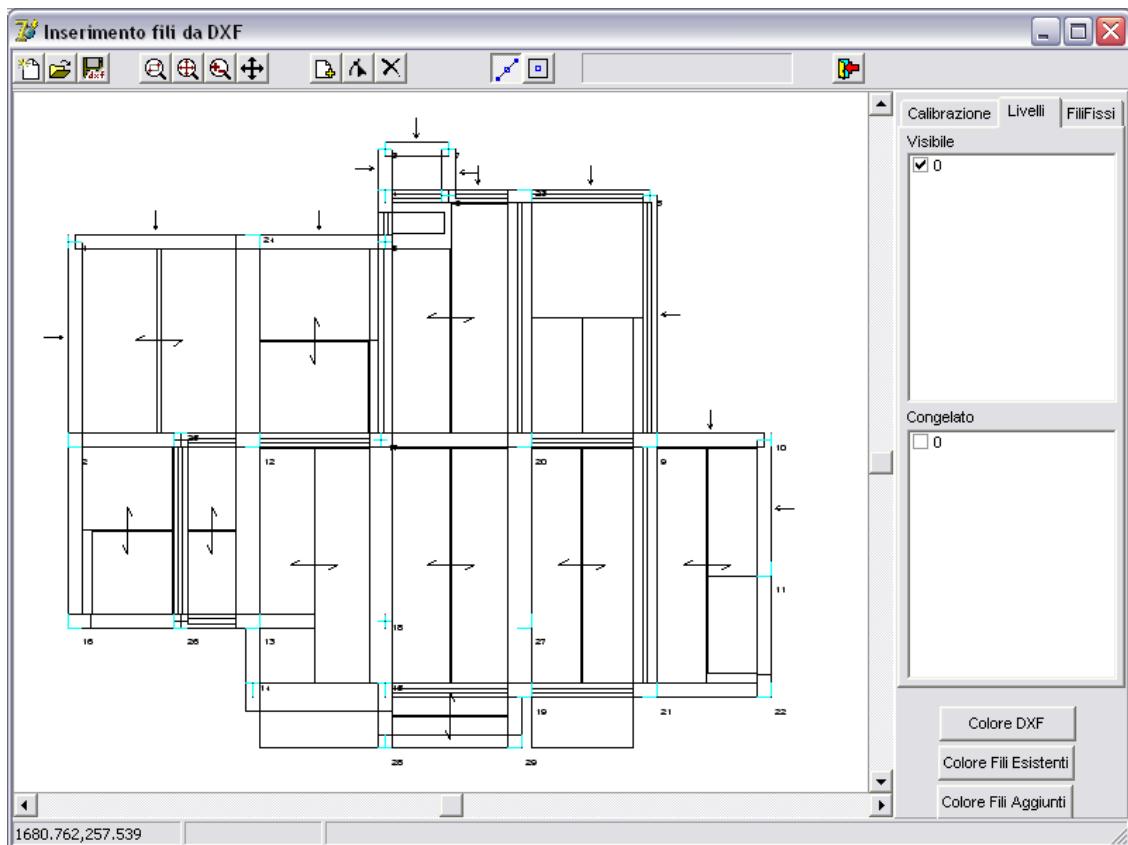
I punti iniziale e finale della retta possono essere selezionati graficamente sull'input grafico, sia ancorandosi ai fili che a punti generici del piano di lavoro.

Il comando “spezza elementi” consente di dividere gli elementi (travi, pareti, ecc.) già inseriti introducendo ulteriori fili fissi. Tale operazione può essere estesa a tutti i piani o solo al piano corrente.



Questa funzione è utile nel caso in cui si voglia, ad esempio, inserire un elemento ortogonale ad un elemento già inserito.

 **Fili fissi da dxf (versione base)** : Consente l'introduzione dei fili direttamente sui dxf delle piante architettoniche dell'edificio da calcolare. Il comando apre un apposito ambiente dove introdurre i fili fissi:



La **“Calibrazione”** del rapporto di scala avviene cliccando su una linea del dxf di cui si conosce la dimensione reale in mm. Una volta visualizzata la dimensione letta dal comando (nel primo campo del pannello **“Calibrazione”**) si inserisce la lunghezza reale confermando con il pulsante **“Applica”**. Il dxf visualizzato può essere ruotato cliccando sui pulsanti **“Orario”** e **“Antiorario”** presenti nel campo **“Rotazione”**. Allo stesso modo è possibile spostare l’origine del dxf. Lo spostamento avviene selezionando le caselle contrassegnate con **“X”** e **“Y”**, con la possibilità di spostare anche i fili fissi precedentemente inseriti. Per visualizzare meglio il dxf inserito è possibile sceglierne il colore e impostare i colori dei fili fissi esistenti (già inseriti dall’input grafico) e aggiunti.

Una volta effettuate queste operazioni si passa al pannello **“Livelli”** in cui si scelgono i layer da visualizzare tra quelli presenti nel file dxf.

I comandi utili ad effettuare le operazioni sono presenti nella toolbar posta in alto:

Consente di iniziare un nuovo lavoro di inserimento da dxf mantenendo lo stesso file di sfondo. Il comando annulla il posizionamento di tutti i fili fissi precedentemente inseriti da quest’ambiente.

Consente di aprire un file dxf da utilizzare come file di sfondo.

Consente di salvare come dxf il contenuto della schermata attiva.

Consentono di gestire i comandi di zoom (box, automatico, filo fisso corrente, pan).

Consente l’introduzione dei fili fissi direttamente sul file dxf di sfondo.

Consente la modifica delle proprietà dei singoli fili fissi precedentemente inseriti.



Consente la cancellazione dei fili fissi precedentemente inseriti.

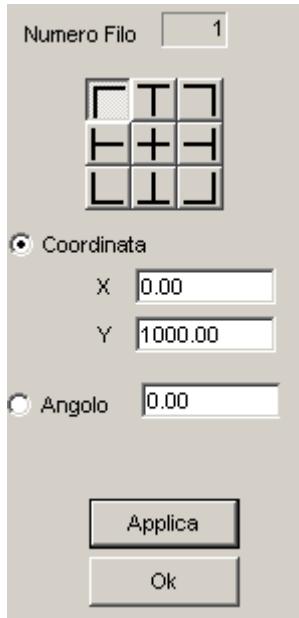


Attiva la funzionalità di snap sulle linee presenti nel dxf.



Attiva la funzionalità di snap sui rettangoli presenti nel dxf.

I tipi di filo fisso inseribile sono, come precedente descritti, relativi all'allineamento cercato. Ciò viene riassunto nelle proprietà del filo fisso:



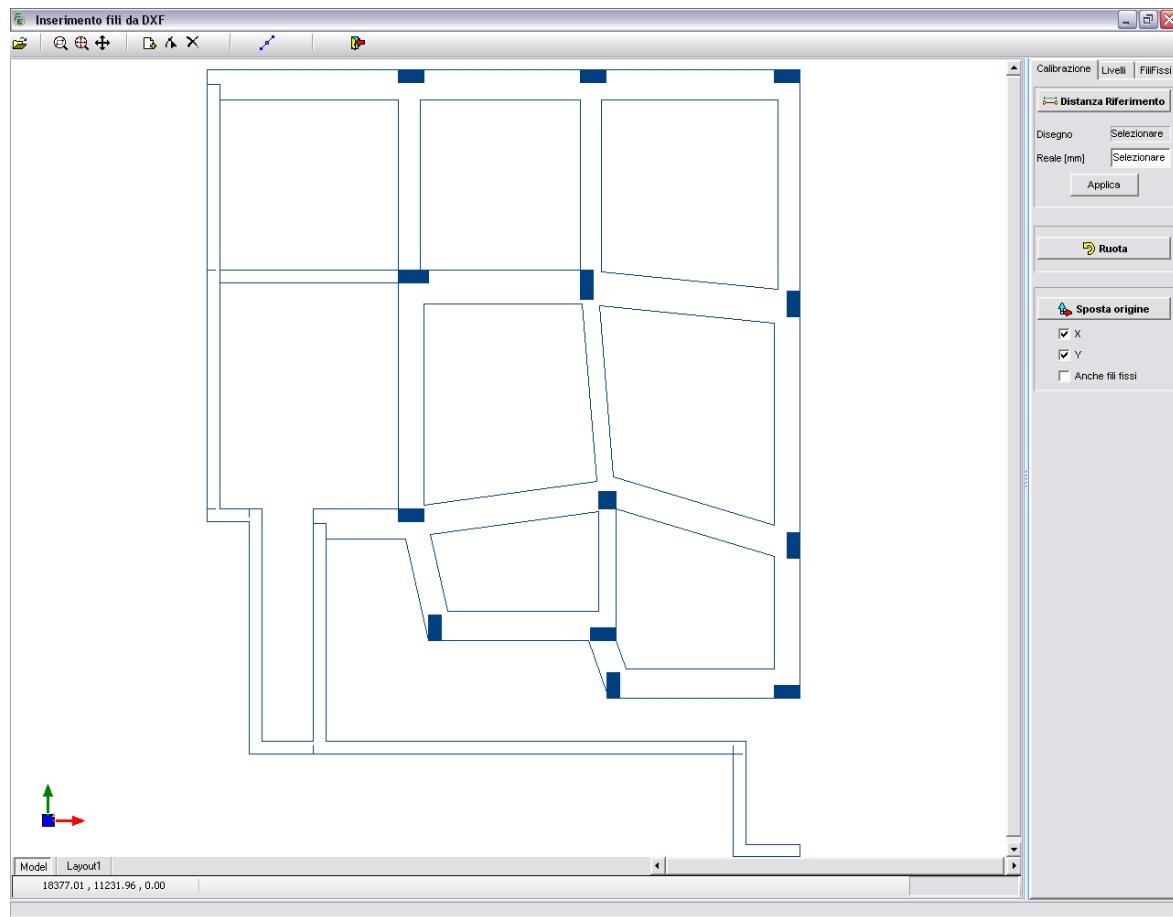
Rinumerazione dei fili fissi : Consente la rinumerazione dei fili fissi secondo le seguenti logiche:

1. Per telaio;
2. Orizzontale da sinistra verso destra e dal basso verso l'alto;
3. Orizzontale da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso;
4. Verticale da sinistra verso destra e dal basso verso l'alto;
5. Verticale da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso;
6. Manuale.

Nel caso di impostazione “Manuale”, l’utente dovrà cliccare sui fili fissi secondo l’ordine di numerazione voluta. Il parametro “Fascia tolleranza” è utilizzato per le modalità di rinumerazione automatica.



Fili fissi da dxf/dwg (versione VectorDraw) : Dalla versione 21.2.0 è possibile utilizzare l’ambiente avanzato di inserimento dei fili. La presenza dell’ambiente è subordinata al modulo di installazione “VdrawDevFrameWork”. Inoltre, installando anche il componente aggiuntivo “vdLiteFileConverter”, sarà possibile importare anche file dwg di Autocad compresa la versione 2007.



La “**Calibrazione**” del rapporto di scala avviene utilizzando il comando “Distanza Riferimento”, misurando una qualsiasi distanza conosciuta. Una volta visualizzata la dimensione letta dal comando (nel campo “Disegno” del pannello “Calibrazione”) si inserisce la lunghezza reale confermando con il pulsante “Applica”.

Il dxf visualizzato può essere ruotato cliccando sul pulsante “Ruota” e disegnando direttamente sull’input la direzione dell’asse X. Allo stesso modo è possibile spostare l’origine del dxf. Lo spostamento avviene selezionando il comando “Sposta origine”, cliccando direttamente sul punto dove impostare la nuova origine, con la possibilità di spostare anche i fili fissi precedentemente inseriti. Per visualizzare meglio il dxf inserito è possibile sceglierne il colore e impostare i colori dei fili fissi esistenti (gia inseriti dall’input grafico) e aggiunti.

Una volta effettuate queste operazioni si passa al pannello “**Livelli**” in cui si scelgono i layer da visualizzare tra quelli presenti nel file dxf.

I comandi utili ad effettuare le operazioni sono presenti nella toolbar posta in alto:

Consente di aprire un file dxf da utilizzare come file di sfondo.

Consentono di gestire i comandi di zoom (box, automatico, pan).

Consente l’introduzione dei fili fissi direttamente sul file dxf di sfondo.

Consente la modifica delle proprietà dei singoli fili fissi precedentemente inseriti.

Consente la cancellazione dei fili fissi precedentemente inseriti.

 Attiva la funzionalità di snap sulle linee presenti nel dxf. Al click sul pulsante viene visualizzato l'elenco dei possibili snap nella seguente maschera:



Il significato dei vari snap è analogo alla simbologia classica dei software CAD.

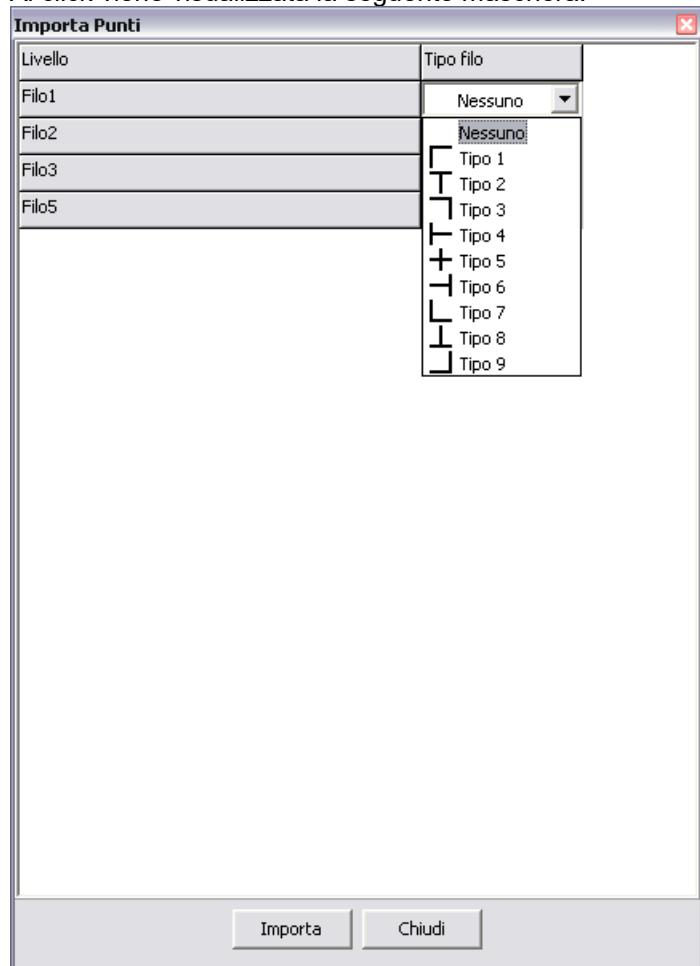
I tipi di filo fisso inseribile sono, come precedente descritti, relativi all'allineamento cercato. Ciò viene riassunto nelle proprietà del filo fisso:



Oltre alle coordinate è possibile definire l'angolo del filo fisso come valore numerico o attraverso il pulsante  indicando sul disegno la direzione del filo fisso. Inoltre è possibile assegnare un colore diverso ai fili fissi già presenti e a quelli inseriti in questa sezione di input. L'utente può anche impostare la dimensione del simbolo dei fili fissi.

Inoltre è possibile importare automaticamente i fili fissi dal file CAD d'origine. Tale funzione è attivata dal pulsante:

Al click viene visualizzata la seguente maschera:



Affinché sia possibile importare automaticamente i fili, nel file dxf/dwg devono essere inseriti oggetti “punto” alle coordinate in cui introdurre i fili fissi, e associati a layer diversi in funzione del tipo di allineamento da seguire. FaTA-e automaticamente creerà l’elenco dei layer che contengono i punti e darà la possibilità di associare al nome del layer il tipo di filo fisso voluto, in base al menu a tendina riportato nella precedente figura.

Infine cliccando sul comando “Importa” verranno inseriti i fili fissi automaticamente senza passare dal comando “Introduci”. Il corretto posizionamento automatico dei fili fissi è sempre subordinato alle procedure di calibrazione riportate precedentemente.

 **Rinumerazione dei fili fissi** : Consente la rinumerazione dei fili fissi secondo le seguenti logiche:

7. Per telaio;
8. Orizzontale da sinistra verso destra e dal basso verso l’alto;
9. Orizzontale da sinistra verso destra e dall’alto verso il basso;
10. Verticale da sinistra verso destra e dal basso verso l’alto;
11. Verticale da sinistra verso destra e dall’alto verso il basso;
12. Manuale.

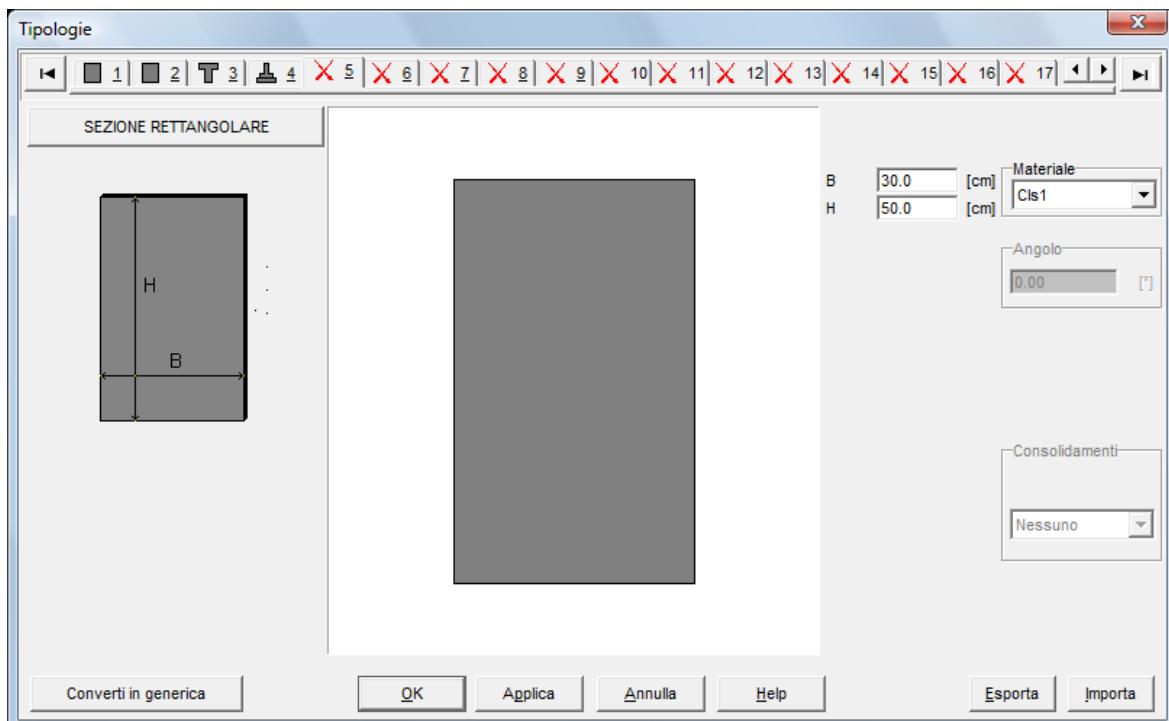
Nel caso di impostazione “Manuale”, l’utente dovrà cliccare sui fili fissi secondo l’ordine di numerazione voluta. Il parametro “Fascia tolleranza” è utilizzato per le modalità di rinumerazione automatica.

1.4.2.2 Tipologie sezioni

La definizione delle sezioni da utilizzare avviene tramite il tasto che presenta la seguente icona:



Alla pressione del pulsante viene la maschera di definizione delle tipologie:



Le tipologie utilizzabili in FaTA-e sono le seguenti:

- **rettangolare**
- **circolare**
- **a "T"**
- **a "doppia T"**
- **a "croce"**
- **"di fondazione" (a "T rovescia" e "rettangolare")**
- **in acciaio**
- **composte in acciaio**
- **composte in acciaio cls (per pilastri)**
- **travature reticolari**
- **Isolatori**
- **Generica**

Il numero massimo di tipologie inseribili è posto pari a 100.

La definizione delle sezioni (qui si riporta a titolo dimostrativo quella della sezione rettangolare) avviene scegliendo la sezione voluta dall'apposita lista, la quale compare cliccando sull'etichetta "SEZIONE NON DEFINITA". È possibile definire una tipologia anche partendo da un'altra già creata precedentemente. Questa funzionalità viene richiamata scegliendo dalla lista il campo "COPIA DA".

Alla conferma dei dati immessi, che avviene attraverso il tasto "Applica", compare accanto al numero della tipologia il simbolo relativo al tipo di sezione introdotta.

Si consiglia di utilizzare la tipologia di sezione effettivamente richiesta e non degenerare una tipologia ad un'altra (ad esempio da "doppia T" in "rettangolare"), in quanto FaTA-e gestisce la

sezione secondo una configurazione preimpostata di armature e verifiche, in base alla tipologia effettivamente scelta.

La funzione “CONVERTI IN GENERICA” consente di trasformare una sezione in c.a., legno e acciaio in “sezioni generiche”, elaborando il poligono e calcolando i parametri elastici.

Sezioni in acciaio

La scelta dell'inserimento delle sezioni in acciaio avviene scegliendo l'apposito campo della lista già citata. Il profilato può essere facilmente selezionato dallo schema ad albero similmente a quanto descritto nella sezione relativa all'"Editor Profilati". Si rimanda alla stessa sezione per la lista dei profilati presenti e per la gestione degli stessi.

Sezioni Composte in acciaio

In FaTA-e è possibile utilizzare vari tipi di profilati accoppiati. Alla scelta “composte in acciaio” viene visualizzata la lista degli accoppiamenti possibili:



La scelta dei profilati avviene, anche in questo caso attraverso lo strumento Editor Profilati, in cui sono visibili solo i possibili accoppiamenti relativamente al tipo di sezione composta scelta.

La definizione della tipologia si conclude scegliendo il tipo di collegamento. Il collegamento possibile varia nel seguente modo:

- **Imbottitura**: presente nei tipi 1, 4, 5, 6;
- **Calastrelli e Tralicciato**: nei tipi 2, 3, 8, 10, 14;
- **Imbottitura, Calastrelli e Tralicciato**: nei tipi 7, 9;

Il collegamento di tipo “**Imbottitura**” va completato inserendo:

- **tipo** (bullonato o saldato);
- **passo** del collegamento.

Il collegamento di tipo “**Calastrelli**” va completato inserendo:

- **tipo** (bullonato o saldato);
- **passo** del collegamento;
- **diametro** del bullone (nel caso bullonato).

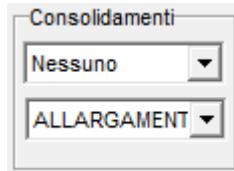
Il collegamento di tipo “**Tralicciatura**” va completato inserendo:

- **schema** di tralicciatura (A – B1 – B2 – B3 – B4);
- **caratteristiche geometriche** dello schema scelto.

Sezioni di fondazione

In presenza del modulo CoS_{Fond} è possibile assegnare alle fondazione i due tipi di consolidamenti presenti in FaTAe.

L'assegnazione avviene mediante i seguenti menu a tendina:



Nel primo viene assegnato il consolidamento relativo all'aumento di portanza dovuto all'utilizzo di georesine.

Nel secondo è possibile assegnare l'allargamento della fondazione con elementi in c.a.

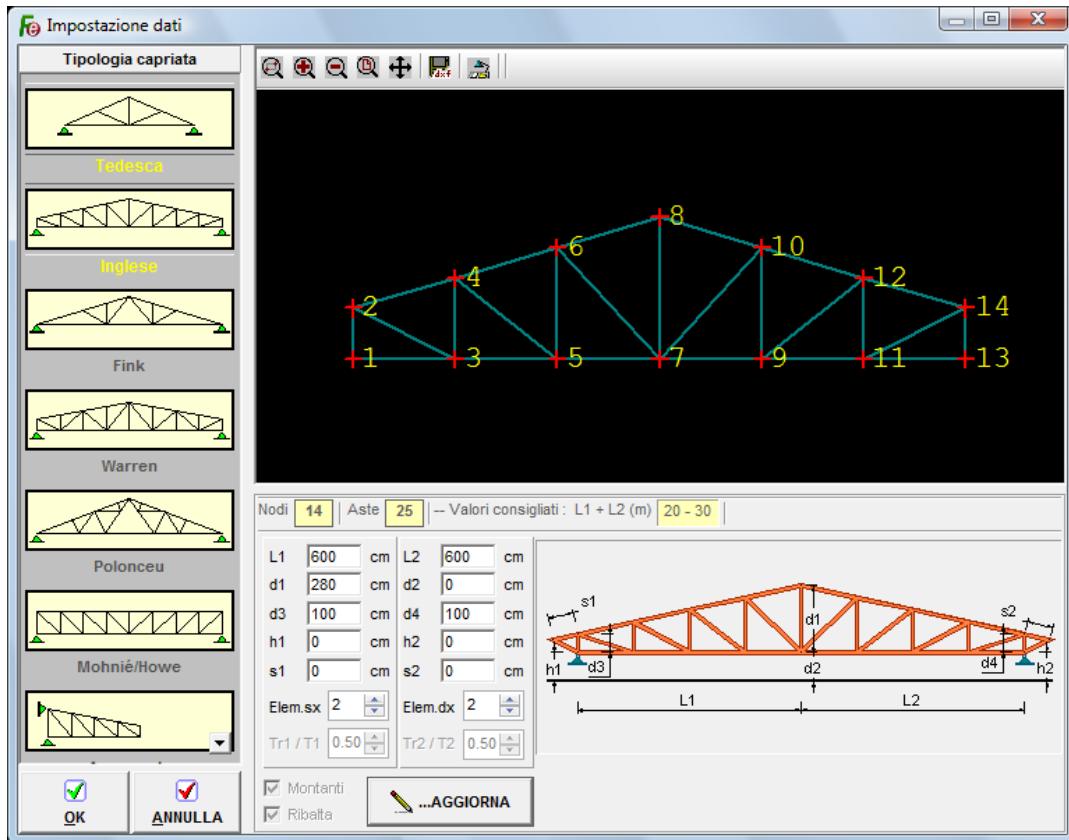
Le tipologie di consolidamento utilizzabili vengono assegnate nell'editor consolidamenti, presente sia nella maschera principale che nell'input grafico, richiamabile mediante il seguente pulsante:



Travature reticolari

Dalla versione 26 di FaTA-e è presente la nuova gestione di input delle travature reticolari personalizzate.

Selezionando "Travature reticolari" viene visualizzata la maschera di scelta della tipologia:



Sul lato sinistro della maschera è presente la lista delle tipologie utilizzabili. I tipi presenti sono:

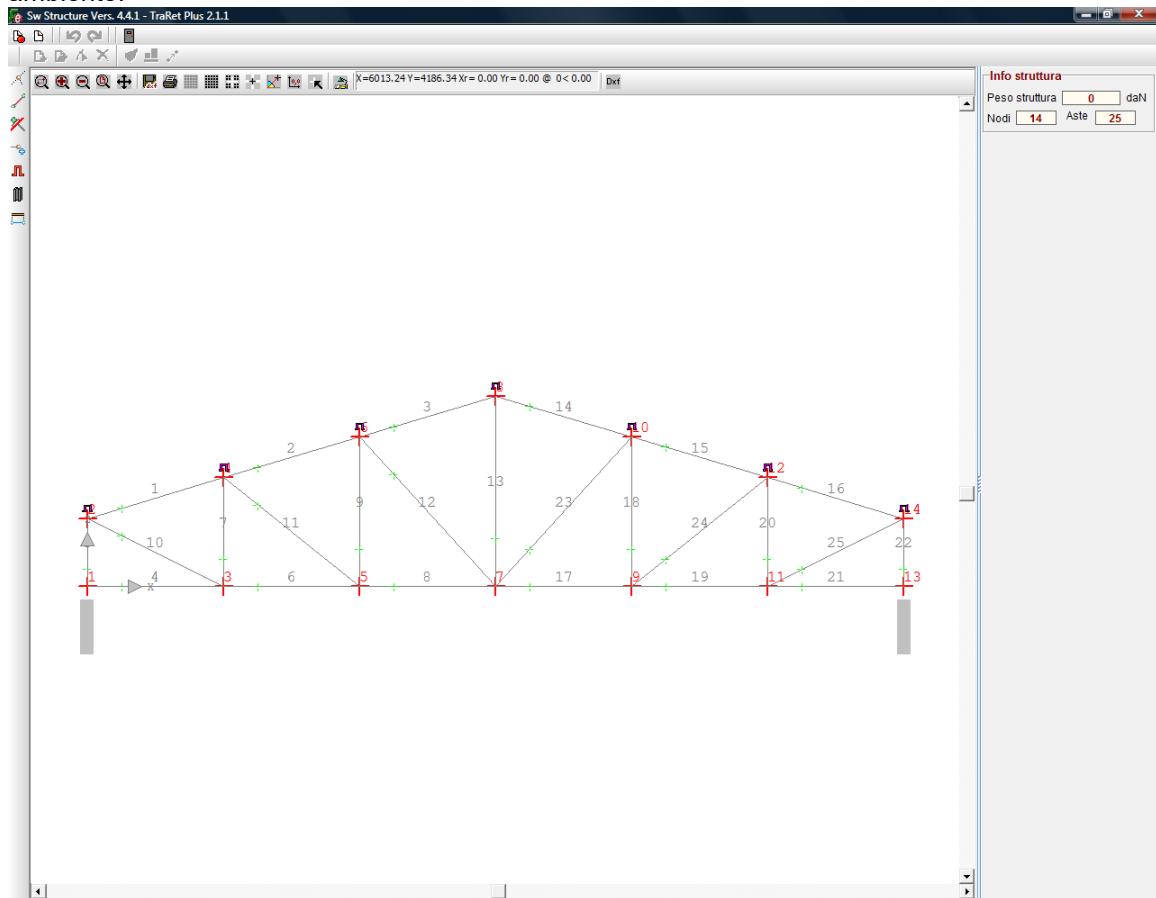
- **Tedesca;**
- **Inglese;**
- **Fink;**
- **Warren;**
- **Polonceau;**
- **Mohniè/Howe;**
- **A mensola;**
- **Briglie parallele;**
- **Briglie parallele curva;**
- **Palladiana.**

Una volta scelta la tipologia, la stessa viene visualizzata, nelle sue proporzioni reali, al centro della maschera.

Dopo aver impostato tutti i dati per la tipologia di partenza, cliccare sul pulsante



La gestione delle travature reticolari avviene mediante le funzioni di input attivate nel seguente ambiente:



Nella toolbar dei comandi posta sul lato sinistro sono presenti le seguenti icone:



Attiva le operazioni relative ai nodi.



Attiva le operazioni relative alle aste.



Attiva le operazioni relative ai gruppi di aste allineate.



Attiva le operazioni relative ai vincoli interni.



Consente di misurare la distanza tra i vari nodi. Cliccando sul pulsante e selezionando due nodi vengono fornite le informazioni relative alla distanza tra i due nodi.

Ogni funzione viene gestita mediante i seguenti comandi delle operazioni posti sulla barra orizzontale:



Consente di inserire nuovi elementi. Nell'ambito dei nodi l'inserimento avviene cliccando nel punto desiderato. La posizione del nodo può essere perfezionata inserendo il valore numerico nella griglia laterale:



Per le aste la funzione consente di aggiungere un'asta cliccando sui nodi già presenti. Dopo aver selezionato i nodi cliccare con il tasto destro del mouse per terminare. I dati relativi alle aste inserite vanno personalizzati mediante la maschera di input posizionata a destra:

Struttura	
Vincolo iniziale [0..1]	
Rotazione Y	1
Delta X	1
Delta Z	1
Vincolo finale [0..1]	
Rotazione Y	1
Delta X	1
Delta Z	1
Tipologia	2x E60x6
Destinazione uso	Generico

In particolare è necessaria inserire la tipologia da assegnare e la destinazione d'uso dell'elemento.

Per la funzione di fusione delle aste cliccare sulle due aste da unire. L'avvenuta fusione verrà evidenziata colorando in maniera diversa le due aste.

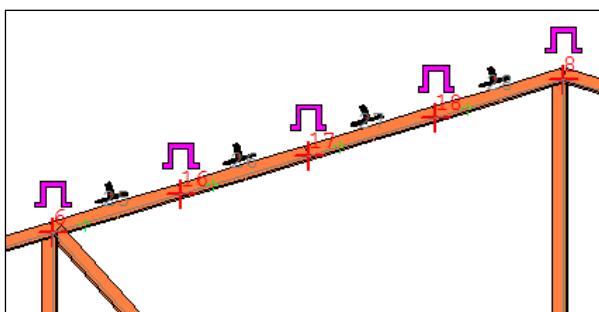
Nell'ambito delle cerniere interne l'inserimento avviene selezionando tutte le aste desiderate e concludendo con il tasto destro del mouse. Dopo aver inserito tutti i valori relativi ai sei gradi di libertà per estremo cliccare su OK:

Vincolo iniziale	
Delta X	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Delta Y	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Delta Z	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Rotazione X	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Rotazione Y	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Rotazione Z	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Vincolo finale	
Delta X	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Delta Y	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Delta Z	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Rotazione X	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Rotazione Y	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
Rotazione Z	1.00 <input style="width: 20px; height: 20px; border: 1px solid black;" type="button" value="▲"/>
<input style="width: 100px; height: 25px; border: 1px solid black;" type="button" value="Ok"/>	

 Consente di effettuare l'inserimento multiplo di elementi. La funzione è attiva solo per i nodi da inserire in corrispondenza di aste già presenti in modo da dividerle in parti uguali. Dopo aver cliccato sull'asta da dividere viene richiesto all'utente il numero di nodi interni da aggiungere. L'asta sarà divisa in un numero di parti uguali pari al numero dei nodi aumentato di uno.

Inserimento Nodi	
Numero nodi :	
<input style="width: 150px; height: 25px; border: 1px solid black;" type="text"/>	
<input style="width: 50px; height: 25px; border: 1px solid black;" type="button" value="OK"/>	<input style="width: 50px; height: 25px; border: 1px solid black;" type="button" value="Cancel"/>

La funzione è particolarmente utile nel caso in si vogliano inserire arcarecci intermedi tra un appoggio e un altro (vedi comando modifica per gli arcarecci):





Consente di modificare i dati degli elementi selezionati. Nel caso dei nodi la funzione consente di modificare la posizione del nodo desiderato trascinandolo nella nuova posizione mediante il mouse. L'operazione di trascinamento è in funzione solo tenendo premuto il tasto sinistro del mouse.

Per le aste è possibile modificare uno o più parametri contenuti nel box delle proprietà. La selezione delle aste avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse. Per terminare la selezione cliccare con il tasto destro. Selezionando aste con caratteristiche diverse sarà possibile modificare le proprietà in comune tra gli elementi.

Per i vincoli interni la logica di selezione e modifica è uguale a quella precedentemente descritta per le aste.

Per gli arcarecci la funzione attiva la modifica della posizione degli arcarecci ai vari nodi. Per considerare un nodo come "appoggio" di arcareccio è sufficiente cliccare sul nodo prescelto. È importante ricordare che non è possibile inserire due arcarecci alla stessa ascissa, pertanto in tal caso l'operazione di modifica non sarà possibile.

Per gli attacchi dei pilastri il comando consente di "spostare" ad un altro nodo uno dei due attacchi presenti. Per spostare un attacco cliccare prima sull'attacco già presente e successivamente sul nodo di destinazione.



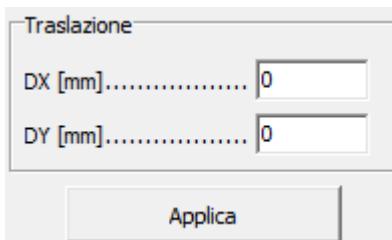
Consente di eliminare i vari elementi presenti.

La cancellazione avviene terminando la selezione con il tasto destro dopo aver cliccato con il tasto sinistro sugli elementi da eliminare.

Per la funzione di fusione delle aste cliccare sulle due aste, precedentemente unite, in modo da "liberare" il vincolo di fusione. La colorazione delle due aste tornerà come la normale visualizzazione.



Consente di spostare un blocco di nodi selezionati. Dopo aver selezionato i nodi desiderati, viene visualizzato il seguente box di dati:



Dopo aver inserito le dimensioni di spostamento nelle due direzioni cliccare su applica.

Una tipologia di travatura reticolare già usata è modificabile solo in alcune sue parti successivamente.

In particolare:

- Non è possibile variare il numero di nodi;
- Non è possibile variare il numero di aste;
- Non è possibile variare gli attacchi ai pilastri;
- Non è possibile variare gli arcarecci;
- Non è possibile variare la geometria.

Isolatori

In FaTA-e, attraverso il modulo isolatori acquistabile separatamente, è possibile progettare e verificare sistemi di isolamento sismico, realizzati con isolatori elastomerici calcolabili in campo lineare equivalente.

I tipi di isolatori utilizzabili sono

- Rettangolari;
- Circolari;
- Scivolatori;

-  Isolatori FIP;
-  Isolatori Alga;
-  Isolatori Friction Pendulum

I dati relativi da fornire per la definizione degli isolatori sono:

- Dimensioni: base (B) e altezza (H) per gli isolatori rettangolari, R (raggio) per gli isolatori circolari, diametro (D) altezza (H) e raggio di curvatura (R) per gli isolatori friction pendulum;
- Spessore degli strati di elastomero (Ti);
- Spessore delle piastre di acciaio inserite tra l'elastomero (Ts);
- Spostamento massimo sopportabile dall'isolatore (Su);
- Smorzamento equivalente dell'isolatore (S.eq.);
- Deformazione a taglio sopportabile dall'isolatore (y^*). Il dato viene usato per le verifiche prescritte dall'OPCM 3274;
- Rigidezze equivalenti nelle tre direzioni (Kx, Ky, Kv). Il valore Kv è utilizzato in alternativa al calcolo automatico della rigidezza verticale effettuato in funzione dell'area trasversale e del modulo elastico equivalente (Es);
- Modulo elastico equivalente dell'isolatore (Es);
- Carico verticale massimo sopportabile dall'isolatore (Nmax). Il dato viene usato per effettuare la verifica a schiacciamento dell'isolatore;
- Carico verticale sismico massimo sopportabile dall'isolatore (Nsism). Il dato viene usato per effettuare la verifica dell'isolatore in condizioni sismiche;
- Modulo elastico dinamico a taglio (Gdin);
- Coefficiente di attrito (μ) per isolatori friction pendulum;

Per gli scivolatori, oltre alle dimensioni geometriche, va inserito il valore del carico massimo sopportabile nella direzione verticale, utile per la verifica a sciacciamento.

Dalla versione 21.2.0 è possibile scegliere gli isolatori direttamente dalla produzione della FIP Industriale, secondo i modelli presenti nel catalogo 2008.

Catalogo isolatori FIP



Spostamento 100 mm		Mescola morbida (SI-S)		Smorzamento equivalente 10							
SI-S	V [kN]	F _{zd} [kN]	K _e [kN/mm]	K _v [kN/mm]	D _g [mm]	t _e [mm]	h [mm]	H [mm]	z [mm]	w [daN]	
SI-S 300/52	490	1860	0.54	584	300	52	116	166	350	84	
SI-S 350/50	700	3010	0.77	779	350	50	108	158	400	109	
SI-S 400/50	1150	4680	1.01	1246	400	50	108	158	450	140	
SI-S 450/54	1540	5770	1.18	1369	450	54	118	168	500	183	
SI-S 500/54	2230	8050	1.45	1962	500	54	118	168	550	224	
SI-S 550/56	2720	9310	1.70	2153	550	56	117	167	600	265	
SI-S 600/56	3200	10310	2.02	2438	600	56	114	164	650	307	
SI-S 650/54	3650	10830	2.46	2848	650	54	109	159	700	351	
SI-S 700/60	4460	11370	2.57	2871	700	60	125	185	750	481	
SI-S 800/60	6930	14990	3.35	4519	800	60	125	185	850	624	
SI-S 900/60	8480	21220	4.24	5317	900	60	126	186	950	790	
SI-S 1000/70	10940	22590	4.49	5316	1000	70	146	226	1050	1214	
SI-S 1100/70	14840	27460	5.43	7324	1100	70	146	226	1150	1463	
SI-S 1200/80	17990	28700	5.66	7224	1200	80	156	236	1250	1750	

Nome

OK Annulla Help

Dalla versione 26.0.0 è possibile scegliere gli isolatori direttamente dalla produzione della Alga, secondo i modelli presenti nel catalogo 2010.

Catalogo isolatori FIP

Spostamento 160 mm | Mescola morbida (SI-S) | Smorzamento equivalente 10

Nome	V _{sism} [kN]	V _{max} [kN]	K _r [kN/mm]	K _v [kN/mm]	D [mm]	t _e [mm]	H [mm]	Z [mm]
HDS 300x172	330	650	0.36	431	300	78	172	350
HDS 350x187	600	1100	0.50	606	350	77	187	400
HDS 400x195	950	1600	0.63	772	400	80	195	450
HDS 450x195	1650	2150	0.80	1209	450	80	195	500
HDS 500x205	2150	2400	0.98	1230	500	80	205	550
HDS 550x197	2750	2750	1.23	1557	550	77	197	600
HDS 650x198	3600	3600	1.70	2170	650	78	198	700
HDS 800x214	4800	4800	2.51	3241	800	80	214	850

Riga 1

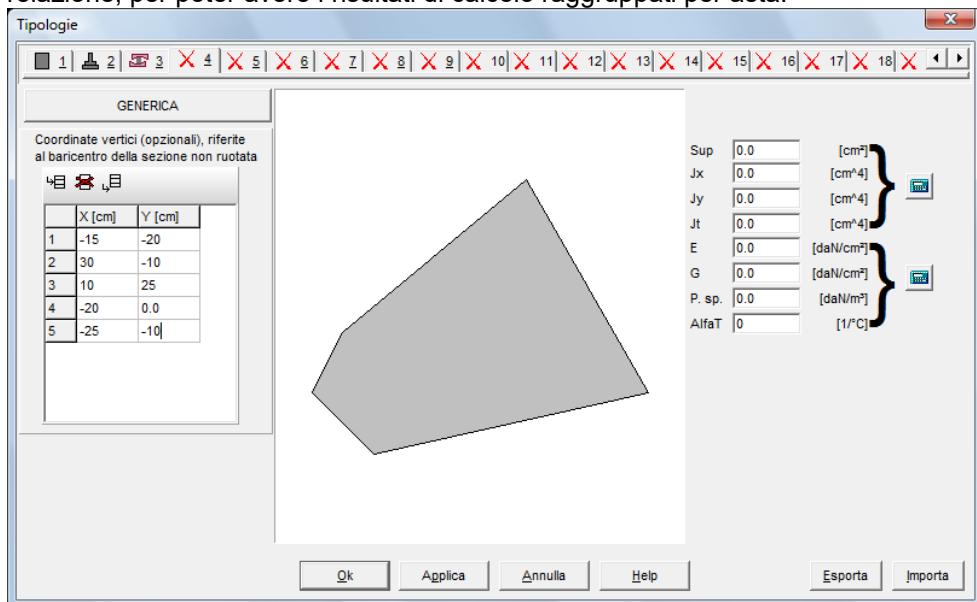
OK | Annulla | Help

Le informazioni riguardanti il tipo di elementi finiti usati, la modellazione e le verifiche effettuate saranno trattate nelle apposite sezioni del presente manuale.

Generica

Il tipo “sezione generica” può essere utilizzato per modellare, usando elementi finiti di tipo beam, elementi particolari presenti nel modello strutturale. Le aste generiche vengono considerate sia come massa che rigidezza nel modello strutturale ma, non essendo associate ad una tipologia di materiale, non vengono sottoposte alla verifica strutturale. Ad esempio, le aste generiche possono essere utili a considerare la rigidezza dovute a scale a solettone, elementi collaboranti (sezioni acciaio-calcestruzzo, legno-calcestruzzo), aste in alluminio, collegamenti di rigidezza finita tra elementi strutturale.

I risultati di calcolo delle aste generiche vengono infine riportati in un apposito allegato della relazione, per poter avere i risultati di calcolo raggruppati per asta.

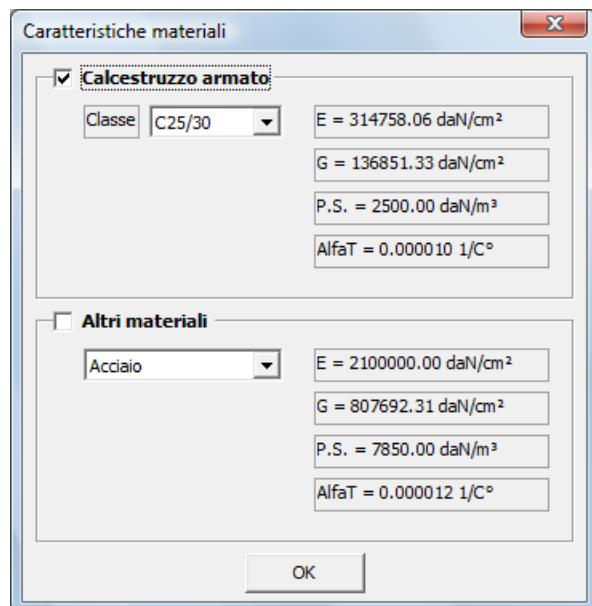


Per definire una sezione generica vanno introdotte le coordinate dei vertici della sezione. La figura creata è utile come simbolo di riconoscimento della sezione e sarà visualizzata anche in visione 3D. L'asse di calcolo dell'asta passerà per il punto di coordinate 0,0, che sarà identificato come punto rappresentativo del baricentro. Dopo aver definito la forma, è possibile calcolare automaticamente l'area e le inerzie (J_x e J_y e J_t rispetto al punto 0,0), o assegnare manualmente i valori in modo da considerare il contributo di rigidezza voluto.

Le caratteristiche meccaniche del materiale costituente la sezione sono le seguenti:

- Modulo elastico del materiale (E);
- Modulo di taglio (G);
- Peso specifico del materiale considerato (P.sp.);
- Coefficiente di dilatazione termica (AlfaT).

I parametri possono essere importati dall'apposita funzione di calcolo.



I materiali contenuti nell'applicazione sono:

- Calcestruzzo armato;
- Acciaio;
- Alluminio;
- Ferro;
- Polietilene;
- Rame;
- Vetro.

E' possibile inoltre definire una sezione generica di fondazione. In questo caso, i parametri utili alla definizione del contatto con il terreno verranno automaticamente calcolati dal software.

Esportare ed importare un set di sezioni

In Fata-E è possibile esportare ed importare le sezioni create in un altro archivio di calcolo. L'esportazione avviene attraverso il pulsante "Esporta". Questa operazione crea un file, posizionato in qualsiasi cartella del pc, di tipo .fwt. L'importazione dei file rdi tipologie creati avviene attraverso il pulsante "Importa". All'importazione, il software provvederà, nel caso in cui i nomi dei materiali presenti siano diversi, ad utilizzare i materiali già creati nell'archivio di calcolo di destinazione.

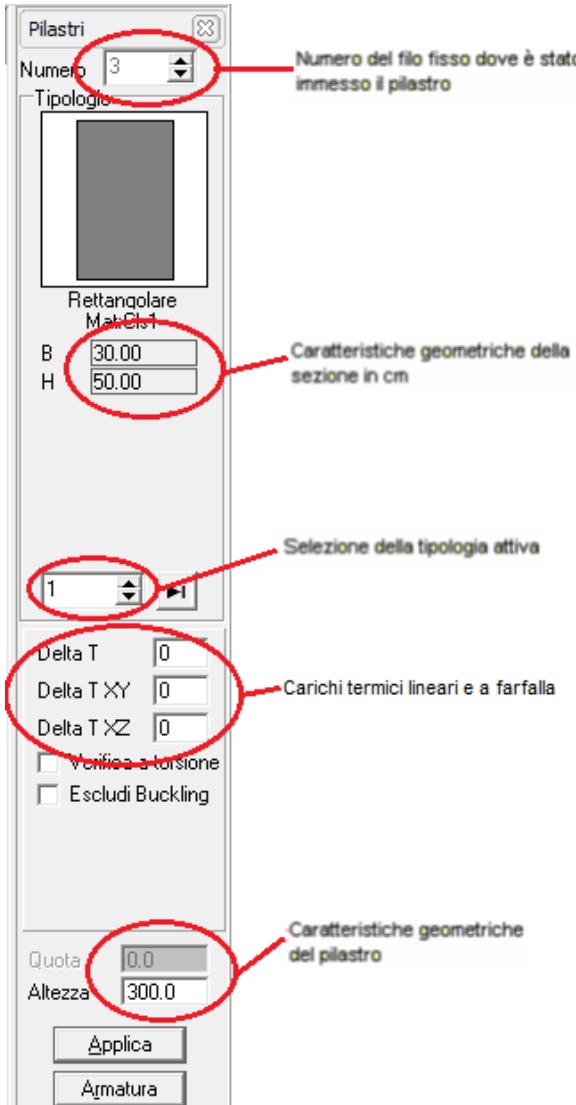
1.4.2.3 Pilastri

L'introduzione dei pilastri è subordinata alla presenza dei fili fissi (vedi "Introduzione dei fili fissi") e viene abilitata dalla pressione del pulsante con la seguente icona:



Si ricorda che i pilastri immessi sono riferiti alla quota di testa e sono posizionati sotto quello attivo, per cui al livello **"fondazione"** tale icona è disabilitata.

Alla pressione di tale pulsante compare la maschera riassuntiva delle proprietà del pilastro, qui riportata:



Per i carichi termici a farfalla , il valore da inserire è la differenza di temperatura tra l'estradosso e l'intradosso. Valori positivi tendono le fibre superiori. L'opzione Verifica a torsione consente di effettuare la verifica solo sugli elementi selezionati. L'opzione Escludi Buckling, consente di trascurare gli effetti della matrice geometrica dell'elemento nel calcolo dei modi di instabilità.

Inoltre vengono abilitate le seguenti funzioni:



Introduci : Consente l'introduzione singola dei pilastri cliccando con il puntatore direttamente sul piano di lavoro, in corrispondenza del filo fisso selezionato.

Il filo fisso risultato selezionato quando il puntatore si presenta nel seguente modo:



L'introduzione del pilastro avviene cliccando con il tasto sinistro.



Cancella : Consente la cancellazione del pilastro selezionato tramite il puntatore del mouse sul piano di lavoro. Il pilastro selezionato si presenta circoscritto del puntatore appena descritto. La cancellazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse.



Modifica : Consente la modifica delle proprietà del pilastro. La modifica avviene selezionando il pilastro desiderato per poi cambiare la tipologia della sezione (selezionando la tipologia attiva mediante l'apposito campo), il delta termico o l'altezza. La conferma delle modifiche è subordinata alla pressione del tasto "Applica".



Copia Proprietà : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.



Introduci multiplo : Consente l'introduzione multipla di pilastri aventi la stessa sezione. Ciò avviene racchiudendo i fili fissi desiderati nel **"box di selezione"**. Tale azione si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del **"box di selezione"**. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un **"box poligonale"**.

L'introduzione avviene al momento di un secondo clic del tasto sinistro del mouse.



Cancella box : Consente la cancellazione di più pilastri contemporaneamente. I pilastri da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il **"box di selezione"**. Il **"box di selezione"** si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. La cancellazione avviene cliccando una seconda volta con il tasto sinistro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un **"box poligonale"**.



Modifica box : Abilita la modifica di più pilastri contemporaneamente ridefinendo la sezione e le altre proprietà del pilastro. La scelta dei pilastri da modificare avviene tramite il **"box di selezione"**. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un **"box poligonale"**.



Copia Proprietà multiplo : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il **"box di selezione"** si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un **"box poligonale"**.



Visualizza risultati : Consente di visionare i risultati di verifica direttamente cliccando sul pilastro desiderato. Al clic, con il tasto sinistro del mouse, si apre una maschera in cui vengono riassunti i risultati in base al tipo di verifica. Si rimanda alla sezione **"Visualizzazione risultati"** per i dettagli dei dati visualizzati nella finestra.

La funzione è attiva solo se le verifiche sono già state effettuate.

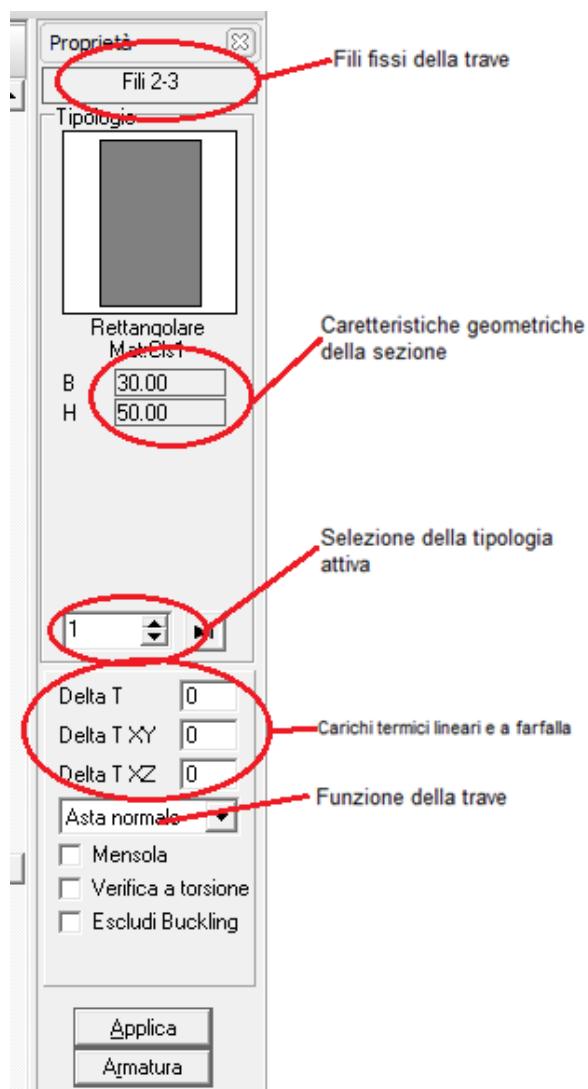
1.4.2.4 Travi

L'introduzione delle travi è subordinata alla presenza dei fili fissi (vedi "Introduzione dei fili fissi") e viene abilitata dalla pressione del pulsante con la seguente icona:



Si ricorda che le travi immesse sono riferite al piano attivo, selezionabile dall'apposito menu a tendina.

Alla pressione del pulsante corrispondente compare la maschera riassuntiva delle proprietà della trave, qui riportata:



La scelta di trave tipo "mensola" è utile per generare il carico associato al sisma verticale in base alle indicazioni riportate nell'Ordinanza 3274. Inoltre la trave tipo mensola viene verificata e graficizzata (generazione delle armature longitudinali e delle staffe) in maniera particolare rispetto ad una trave di campata.

La "funzione della trave" è fondamentale ai fini della corretta modellazione e delle impostazioni delle verifiche degli elementi:

Le scelte possibili sono le seguenti:

- Asta normale
- Accoppiamento tra pareti
- Collegamento tra plinti
- Nervatura di platea

Le travi di accoppiamento tra pareti verranno modellato secondo il modello di Timoshenko e verranno progettate secondo le indicazioni dei paragrafi 7.4.4.6, 7.4.6.2.5 e dell'EC8, mediante l'inserimento delle apposite armature ad "X".

Le travi di collegamento tra fondazioni superficiali (ad es. plinti) viene modellata come un'asta normale e progettata con le indicazioni aggiuntive del paragrafo 7.2.5.1.

Le travi di nervatura delle platee di fondazione verranno modellate senza tenere conto del contatto terreno/struttura (moduli di Winkler pari a zero), e progettate con la configurazione di armature e le regole delle travi di fondazione.

Per i carichi termici a farfalla, il valore da inserire è la differenza di temperatura tra l'estradosso e l'intradosso. Valori positivi tendono le fibre superiori. L'opzione Verifica a torsione consente di effettuare la verifica solo sugli elementi selezionati. L'opzione Escludi Buckling, consente di trascurare gli effetti della matrice geometrica dell'elemento nel calcolo dei modi di instabilità.

Inoltre vengono abilitate le seguenti funzioni:

 **Introduci** : Consente l'introduzione singola delle travi cliccando con il puntatore direttamente sul piano di lavoro, in corrispondenza dei fili fissi iniziale e finale.

Il filo fisso risulta selezionato quando il puntatore si presenta nel seguente modo:

L'introduzione delle travi avviene confermando, con la pressione del tasto destro del mouse, alla fine della polilinea realizzata. Le travi immesse avranno la sezione attiva identificata nell'apposito campo.

 **Cancella** : Consente la cancellazione della trave desiderata cliccando, con il tasto sinistro del mouse, direttamente sulla stessa.

 **Modifica** : Abilita la modifica delle proprietà della trave. La modifica avviene selezionando la trave desiderata per poi cambiare la tipologia della sezione (selezionando la tipologia attiva mediante l'apposito campo). La conferma delle modifiche è subordinata alla pressione del tasto "Applica".

 **Copia Proprietà** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.

 **Introduci multiplo** : Consente l'introduzione multipla di travi aventi la stessa sezione. Ciò avviene racchiudendo i fili fissi desiderati nel "box di selezione". Tale azione si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del "box di selezione". La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

L'introduzione avviene al momento di un secondo clic del tasto sinistro del mouse.

 **Cancella box** : Consente la cancellazione di più travi contemporaneamente. Le travi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. La cancellazione avviene cliccando una seconda volta con il tasto sinistro del

mouse. La pressione del tasto “ALT” contemporanea al box consente di realizzare un “**box poligonale**”.



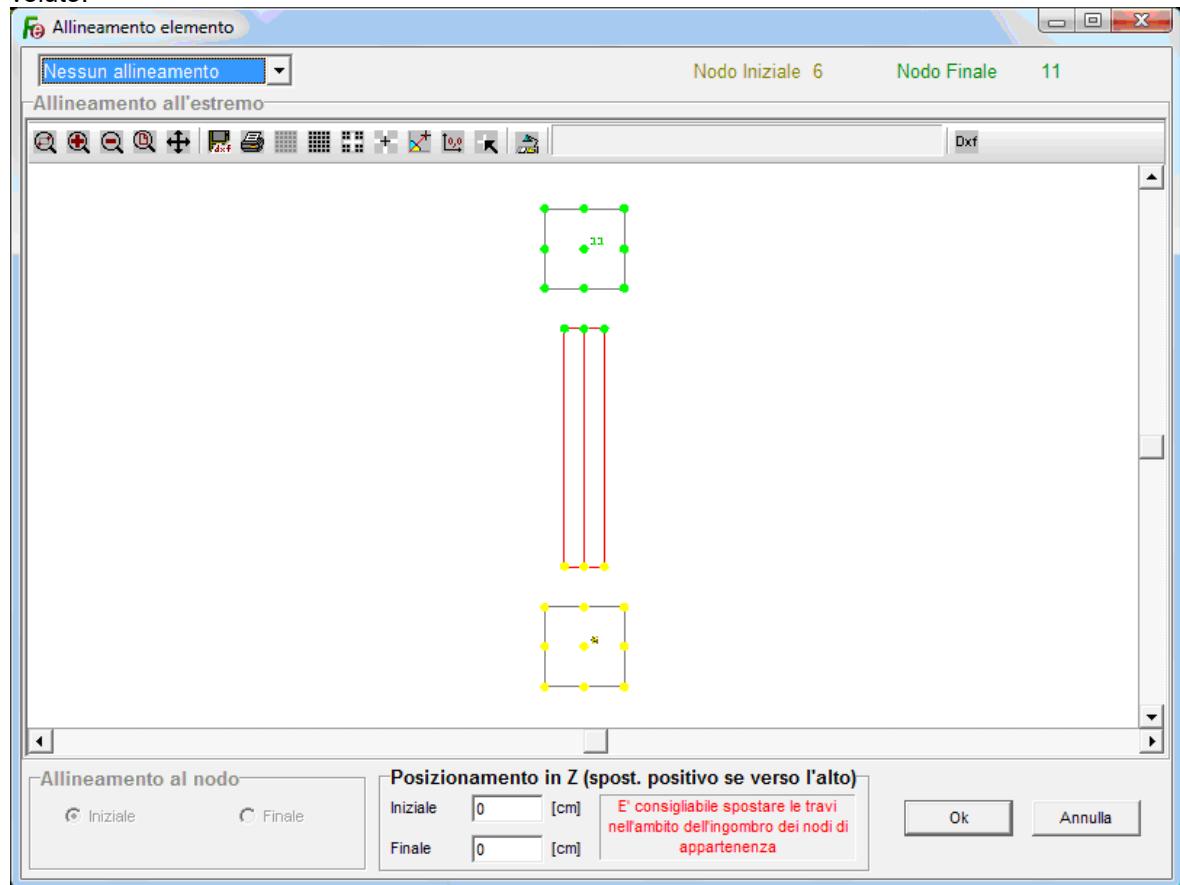
Modifica box : Abilita la modifica di più travi contemporaneamente ridefinendo la sezione. L'operazione si effettua selezionando la tipologia della sezione attiva dalla maschera presente sul lato destro del form. La scelta delle travi da modificare avviene tramite il “box di selezione”. La pressione del tasto “ALT” contemporanea al box consente di realizzare un “**box poligonale**”.



Copia Proprietà multiplo : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il “box di selezione” si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto “ALT” contemporanea al box consente di realizzare un “**box poligonale**”.



Allineamenti : Consente l'allineamento delle travi ai pilastri di estremità. Attivandolo è possibile cliccare su la trave voluta e, attraverso la seguente maschera, scegliere l'allineamento voluto:



È possibile scegliere i punti di ancoraggio di travi e pilastri cliccando sui punti contrassegnati dal colore giallo. L'allineamento voluto si attua con la corrispondenza dei punti scelti, i quali si presentano circoscritti da cerchietti di colore azzurro.

La funzione “allineamento al nodo” consente di allineare la trave ad uno solo dei pilastri di estremità, in modo da creare disassamenti in pianta che non sarebbero realizzabili utilizzando i punti di ancoraggio della maschera appena descritta.

Sposta + : Consente di spostare parallelamente alla giacitura iniziale (verso positivo) la trave selezionata.

Sposta - : Consente di spostare parallelamente alla giacitura iniziale (verso negativo) la trave selezionata.

Sposta estremi : Consente di modificare le coordinate degli estremi iniziale e finale di un'asta. La modifica può essere sia grafica, che numerica, utilizzando il pulsante applica.

Default : Consente di rispristinare la posizione della trave ai fili fissi di estremità anche dopo aver effettuato spostamenti.

Default tutti: Consente di rispristinare la posizione di tutte le travi del piano.

Visualizza risultati : Consente di visionare i risultati di verifica direttamente cliccando sulla trave desiderata. Al clic, con il tasto sinistro del mouse, si apre una maschera in cui vengono riassunti i risultati in base al tipo di verifica. Si rimanda alla sezione “Visualizzazione risultati” per i dettagli dei dati visualizzati nella finestra.

La funzione è attiva solo se le verifiche sono già state effettuate.

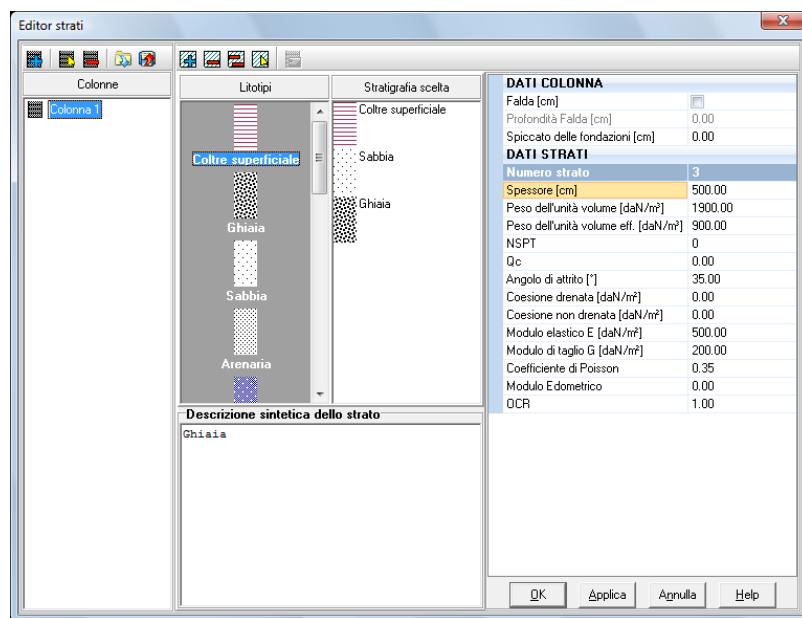
1.4.2.5 Tipologie colonne stratigrafiche

La definizione delle tipologie di colonne stratigrafiche da utilizzare avviene tramite il tasto che presenta la seguente icona:



I dati da inserire sono compatibili con i valori dei parametri geotecnici forniti nella Relazione Geologica e Geotecnica.

Al click del pulsante viene visualizzata la seguente maschera:



Per quanto riguarda le funzioni di gestione delle colonne stratigrafiche abbiamo le seguenti funzioni:

 **Aggiungi colonna** : Consente di aggiungere una nuova colonna stratigrafica assegnando il nome generico "Colonna" seguito dalla numerazione progressiva.

 **Modifica nome colonna** : Consente di modificare il nome da assegnare ad una colonna stratigrafica.

 **Rimuovi colonna** : Consente di rimuovere una colonna stratigrafica già creata. La scelta avviene selezionando la colonna scelta per l'eliminazione.

 **Importa stratigrafia** : Consente di importare una stratigrafia precedentemente creata per un altro file di calcolo di FaTAE.

 **Esporta stratigrafia** : Consente di esportare la stratigrafia corrente salvandola in un file di tipo *.stra.

Una volta selezionata la colonna stratigrafica da comporre, si utilizzano le seguenti funzioni:

 **Aggiungi Strato** : Consente di aggiungere uno strato tra i tipi preimpostati presenti nell'apposita area "Litotipi". La stessa funzione di inserimento si ha cliccando due volte sul litotipo scelto. Il nome del litotipo può essere modificato cliccando una sola volta sul nome del litotipo già inserito in "Stratigrafia scelta".

 **Elimina Strato** : Consente di eliminare uno strato precedentemente inserito scegliendolo tra quelli presenti in "Stratigrafia scelta". Nel caso non venisse scelto nessun strato viene eliminato l'ultimo.

 **Elimina tutti gli strati** : Consente di eliminare tutti gli strati inseriti nella colonna stratigrafica corrente.

 **Modifica nome strato** : Consente di modificare il nome dello strato selezionato. Nel caso non vi sia alcuna selezione, viene scelto il primo strato inserito.

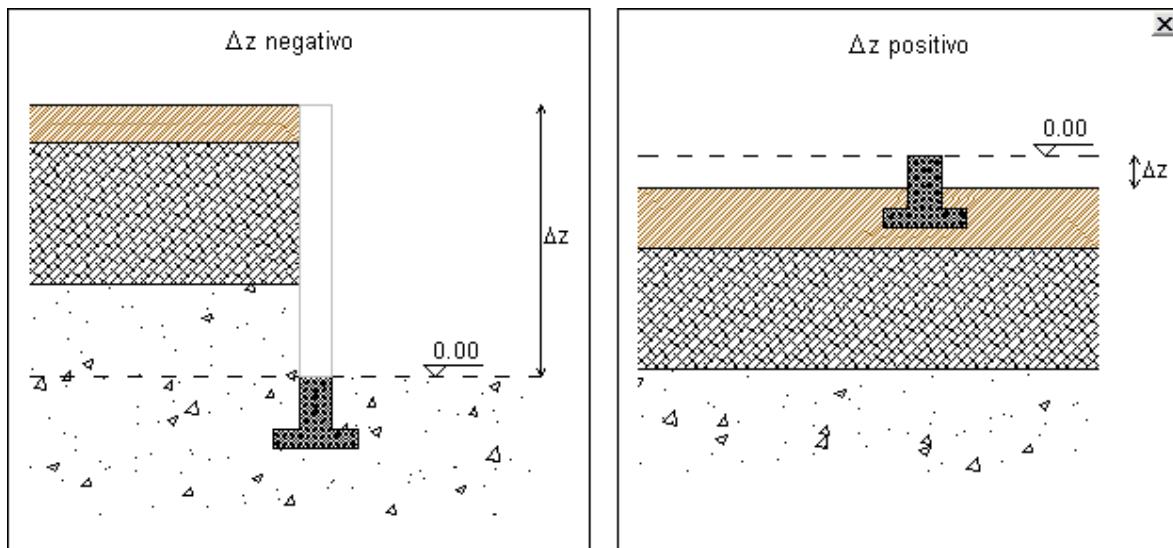
 **Visualizza stratigrafia** : Consente di visualizzare, stampare e salvare come bitmap il profilo della stratigrafia creata.

I parametri di definizione di ogni singolo strato sono i classici parametri della geotecnica. Per alcuni parametri, stimabili da prove sperimentali, possono essere calcolati in funzione dell'NSPT e di Qc (resistenza alla punta) cliccando sul pulsante . In particolare si riportano di seguito le varie formulazioni implementate:

Dati colonna

I dati relativi all'intera colonna stratigrafica sono:

- Falda: Presenza di falda acquifera;
- Profondità Falda: Profondità della linea di falda da piano campagna;
- Posizione piano di posa: Profondità dell'estradosso della fondazione dal piano campagna. Valori negativi indicano una fondazione in scavo, valori positivi indicano una fondazione in rilevato.



Metodi di correlazione diretta per la stima di parametri geotecnici di ogni strato

Stima dell'angolo di resistenza a taglio ϕ attraverso correlazioni dirette con i valori di $Nspt$:

1. Road Bridge Specification

Il metodo risulta valido per sabbie fini o limose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità di prova superiori a 8-10 m per terreni sopra falda e superiori a 15 m per terreni in falda ($\sigma > 10 \div 20$ t/mq)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = \sqrt{15 \times Nspt} + 15$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

2. Japanese National Railway

Il metodo risulta valido per sabbie medie-grosse fino a sabbie ghiaiose e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità per profondità superiori a 8-10 m nel caso di terreni sopra falda e di 15 m per terreni immersi in falda ($\sigma > 10 \div 20$ t/mq).

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = 0.3 \times Nspt + 27$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

3. De Mello Sabbie

Il metodo di De Mello risulta valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.).

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = 19 - 0.38 \times \sigma + 8.73 \times \log(Nspt)$$

Dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato;

$Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

4. Owasaki & Iwasaki

Il metodo risulta valido per sabbie da medie a grossolane fino a debolmente ghiaiose. Anche questo metodo trova le condizioni ottimali di applicabilità per profondità e condizioni al contorno simili ai metodi precedenti.
Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = \sqrt{20 \times Nspt} + 15$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

5. Malcev

Il metodo di Malcev(1964) risulta valido per le sabbie in genere e per qualunque profondità (tranne che per i primi 2 m sotto il p.c.).
Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = 20 - 5 \times \log(\sigma) + 3.73 \times \log(Nspt)$$

Dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato;
 $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

6. Meyerhof

Il metodo di Meyerhof (1965) che correla $Nspt$ medio dello strato in funzione della granulometria, risulta valido per le sabbie in genere e trova le sue condizioni ottimali di applicabilità nel caso di terreni sopra falda e inferiori a 8 m e per terreni sotto falda (pressione efficace inferiore a 5/8 t/mq)
Il metodo si basa sulle seguenti relazioni:

$$\phi = 29.47 + 0.46 \times Nspt - 0.004 \times Nspt^2 \quad (< 5\% \text{ di limo})$$

$$\phi = 23.7 + 0.57 \times Nspt - 0.006 \times Nspt^2 \quad (> 5\% \text{ di limo})$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

Stima dell'angolo di resistenza a taglio ϕ attraverso correlazioni dirette con i valori di Qc :

7. Mitchell-D.

Il metodo è valido per sabbie N.C., non cementate (per sabbie S.C. si può aumentare il valore ottenuto di 1°-2°)

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = 14.4 + 4.8 \times \ln(Qc) - 4.5 \times \ln(\sigma)$$

Dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato;
 Qc è la resistenza di punta media dello strato.

8. Meyerhof

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = 17 + 4.49 \times Qc$$

Dove Q_c è la resistenza di punta media dello strato.

La relazione risulta valida principalmente per $32 < \phi < 46$. Nel Caso di sabbie S.C. si può aumentare il valore di ϕ di 1° - 2° . In sabbie cementate va considerato che ad un aumento di Q_c può non corrispondere automaticamente un aumento di ϕ per cui in questi casi i risultati devono essere valutati attentamente. La relazione non mette in conto la correlazione $Q_c-\sigma$, e quindi l'influenza della pressione efficace. Quindi i valori dell'angolo di resistenza a taglio ottenuti con questa relazione risulteranno:

- per modeste profondità ($H < 5$ - 6 m) più bassi del reale;
- per elevate profondità ($H > 14$ - 15 m) più alti del reale.

9. Caquot

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$\phi = 9.8 + 4.96 \times \ln\left(\frac{Q_c}{\sigma}\right)$$

Dove σ è la pressione litostatica efficace a metà strato;

Q_c è la resistenza di punta media dello strato.

La relazione trova le sue condizioni ottimali di applicabilità in sabbie N.C.(normalmente consolidate) e non cementate per profondità maggiori di 2 m (terreni saturi) o maggiori di 1 m (terreni non saturi). Nel caso di sabbie S.C. (sovraconsolidate) si può aumentare il valore di ϕ calcolato di 1° - 2° . In sabbie cementate va tenuto presente che ad un aumento di Q_c può non corrispondere automaticamente un aumento di ϕ , e quindi il valore calcolato deve essere valutato attentamente.

Stima della coesione non drenata cu attraverso correlazioni dirette con i valori di Nspt:

10. Design Manual for Soil Mechanics

Il modello risulta valido in genere per argille a bassa ed alta plasticità e si basa sulla seguente relazione:

$$cu (kg/cmq) = 0.038 \times Nspt \text{ (argilla a bassa plasticità)}$$
$$cu (kg/cmq) = 0.125 \times Nspt \text{ (argilla ad alta plasticità)}$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

11. Terzaghi & Peck

Il modello risulta valido in genere per argille di media plasticità e si basa sulla seguente relazione:

$$cu (kg/cmq) = 0.067 \times Nspt$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

12. Sanglerat

Il modello risulta valido in genere per argille di media e bassa plasticità e si basa sulla seguente relazione:

$$cu (kg/cmq) = 0.100 \times Nspt \text{ (argille limose)}$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

Stima della coesione non drenata cu attraverso correlazioni dirette con i valori di Qc :

13. Lunne e Eide

Il modello risulta valido in genere per argille e si basa sulla seguente relazione:

$$cu \text{ (Kg / cmq)} = \frac{Qc - \sigma}{20.7 - 0.18 \times IP}$$

Dove Qc è la resistenza alla punta media dello strato;

IP è l'indice di plasticità medio dello strato;

σ è la pressione litostatica efficace a metà strato;

Stima del modulo di deformazione (Modulo di Young) attraverso correlazioni dirette con i valori di $Nspt$:

14. Tornaghi et al.

Il metodo risulta valido per sabbia + ghiaia pulita. La relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di $Nspt$ ad una diminuzione di E con la profondità. Il metodo si basa sulla seguente relazione

$$E(MPa) = B \times \sqrt{Nspt}$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato;

B è una costante pari a 7 MPa.

Da rilevare che il valore di E calcolato risulta eccessivamente elevato per valori di $Nspt$ bassi ed troppo basso per valori di $Nspt$ bassi.

15. Schmertaman

Il metodo risulta valido per le sabbie in genere, anche se la relazione non considera l'influenza della pressione efficace, che porta a parità di $Nspt$ ad una diminuzione di E con la profondità

$$E(Kg / cmq) = 12 \times Nspt$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

16. Stroud

Il metodo si basa sulla seguente relazione:

$$E(MPa) = \alpha \times Nspt$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato ;

α è una grandezza che varia in funzione di $Nspt$ secondo la relazione.

$$\alpha = -0.00107 \times Nspt^2 + 0.136 \times Nspt + 1.503$$

17. Dappolonia et Alii

Il metodo D'Appolonia risulta valido per ghiaia e sabbia. Il metodo si basa sulla relazione:

$$E(Kg/cmq) = 7.71 \times Nspt + 191$$

Dove Nspt è il numero di colpi medio dello strato

18. Schultze e Menzebach

Il metodo è valido per sabbia e si basa sulla relazione:

$$E(Kg/cmq) = 5.27 \times Nspt + 76$$

Dove Nspt è il numero di colpi medio dello strato

19. Webb

Il metodo di Webb risulta valido per sabbia con fine plastico e non considerando l'influenza della pressione efficace si basa sulla relazione:

$$E(Kg/cmq) = 3.22 \times Nspt + 16$$

Dove Nspt è il numero di colpi medio dello strato

Stima del modulo di deformazione (Modulo di Young) attraverso correlazioni dirette con i valori di Qc:

20. Schmertmann

Il metodo risulta valido generalmente per sabbie consolidate e si basa sulla seguente relazione:

$$E(Kg/cmq) = 2.5 \times Qc$$

Dove Qc è la resistenza alla punta media dello strato;

Stima del modulo di deformazione edometrico attraverso correlazioni dirette con i valori di Nspt:

21. Farrent

Il metodo risulta valido per le sabbie in genere si basa sulla relazione:

$$Eed(Kg/cmq) = 7.1 \times Nspt$$

Dove Nspt è il numero di colpi medio dello strato.

22. Menzebach e Malcev

Il metodo risulta valido per le sabbie in genere si basa sulla relazione:

$$Eed(Kg/cmq) = 3.54 \times Nspt + 38 \quad (\text{sabbia fine})$$

$$Eed(Kg/cmq) = 4.46 \times Nspt + 38 \quad (\text{sabbia media})$$

$$Eed(Kg/cmq) = 10.46 \times Nspt + 38 \quad (\text{sabbia + ghiaia})$$

$$Eed(Kg/cmq) = 11.84 \times Nspt + 38 \quad (\text{sabbia ghiaiosa})$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

23. Stroud e Butler

Il metodo risulta valido per argille di media plasticità e si basa sulla relazione:

$$Eed(Kg/cmq) = 5 \times Nspt \quad (\text{argille di media plasticità})$$

$$Eed(Kg/cmq) = 6 \times Nspt \quad (\text{argille a bassa plasticità})$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

Stima del modulo di deformazione edometrico attraverso correlazioni dirette con i valori di Qc :

24. Roberson Campanella

Il metodo risulta valido per le sabbie in genere e si basa sulla seguente relazione:

$$Eed(Kg/cmq) = 0.03 \times Qc + 11.7 \times \sigma + 0.79 \times Dr\%$$

Dove Qc è la resistenza alla punta media dello strato;

25. Mitchell e Gardner

Il metodo valido per argille in genere si basa sulla seguente relazione:

$$Eed(Kg/cmq) = \alpha \times Qc$$

Dove Qc è la resistenza alla punta media dello strato;

α è un coefficiente variabile in funzione del tipo di terreno secondo la seguente tabella.

Terreno	Valore di α
argille di media e bassa plasticità, argille ghiaiose, sabbiose o limose	$\alpha=5$ per $Qc < 0.7$ MPa
	$\alpha=3.5$ per $0.7 \text{ MPa} < Qc < 2$ MPa
	$\alpha=1.7$ per $Qc > 2$ MPa
limi organici e sabbie molto fini, limi argillosi	$\alpha=2$ per $Qc < 2$ MPa
	$\alpha=4.5$ per $Qc > 2$ MPa
argille limose organiche, limi organici, argille di elevata plasticità	$\alpha=4$ per

Stima del modulo di taglio attraverso correlazioni dirette con i valori di $Nspt$:

26. Ohsaki & Iwasaki

Il metodo risulta valido per le sabbie pulite o con fine plastico (limo argilla) e si basa sulla seguente relazione

$$G(t / mq) = 1182 \times Nspt^{0.76}$$

Per terreni coesivi in genere (dai limi plastici alle argille) risulta valida la seguente relazione:

$$G(t / mq) = 1400 \times Nspt^{0.78}$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

27. Crespellani e Vannucchi

Il metodo risulta valido per le sabbie in generale e si basa sulla seguente relazione

$$G(t / mq) = 794 \times Nspt^{0.611}$$

Dove $Nspt$ è il numero di colpi medio dello strato.

Stima del modulo di taglio attraverso correlazioni dirette con i valori di Qc :

28. Imai e Tomauchi

Il metodo valido per tutti i tipi di terreno, si basa sulla seguente relazione:

$$G(Kg / cmq) = 28 \times Nspt^{0.611}$$

Dove Qc è la resistenza alla punta media dello strato.

1.4.2.6 Colonne stratigrafiche

Come per gli altri elementi strutturali di FaTA-e l'introduzione delle pareti è subordinata alla presenza dei fili fissi (vedi "Introduzione dei fili fissi") e viene abilitata dalla pressione del pulsante con la seguente icona:



Alla pressione del pulsante descritto, vengono attivate le seguenti funzioni:



Introduci : Consente l'introduzione singola delle colonne stratigrafiche cliccando con il puntatore direttamente sul piano di lavoro, in corrispondenza del filo fisso selezionato.
Il filo fisso risulta selezionato quando il puntatore si presenta nel seguente modo:



L'introduzione della colonna stratigrafica avviene cliccando con il tasto sinistro.



Cancella : Consente la cancellazione della colonna stratigrafica selezionata tramite il puntatore del mouse sul piano di lavoro. La colonna stratigrafica selezionata si presenta circoscritta dal puntatore appena descritto. La cancellazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse.



Modifica : Consente la modifica delle proprietà della colonna stratigrafica. La modifica avviene selezionando la colonna stratigrafica desiderata per poi cambiare la tipologia della sezione (selezionando la tipologia attiva mediante l'apposito campo), il delta termico o l'altezza. La conferma delle modifiche è subordinata alla pressione del tasto "Applica".



Copia Proprietà : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.



Introduci multiplo : Consente l'introduzione multipla di colonne stratigrafiche aventi la stessa tipologia. Ciò avviene racchiudendo i fili fissi desiderati nel "box di selezione". Tale azione si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del "box di selezione". La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

L'introduzione avviene al momento di un secondo clic del tasto sinistro del mouse.



Cancella box : Consente la cancellazione di più colonne stratigrafiche contemporaneamente. Le colonne stratigrafiche da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il "box di selezione". Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. La cancellazione avviene cliccando una seconda volta con il tasto sinistro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Modifica box : Abilita la modifica di più colonne stratigrafiche contemporaneamente ridefinendo la sezione e le altre proprietà del pilastro. La scelta delle colonne stratigrafiche da modificare avviene tramite il "box di selezione". La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Copia Proprietà multiplo : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

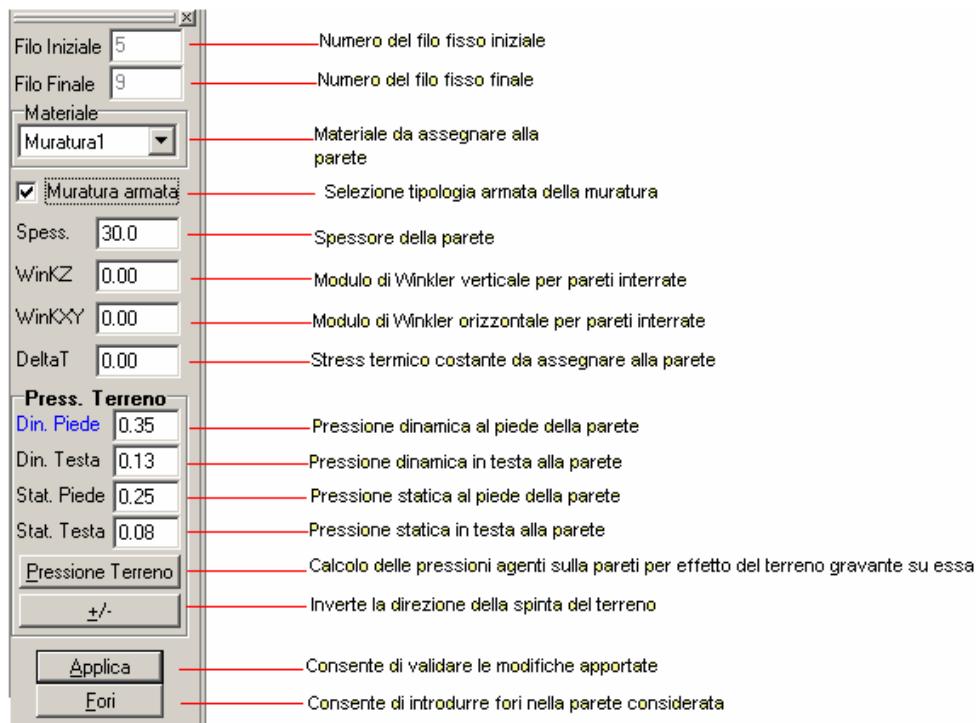
1.4.2.7 Pareti

Come per gli altri elementi strutturali di FaTA-e l'introduzione delle pareti è subordinata alla presenza dei fili fissi (vedi "Introduzione dei fili fissi") e viene abilitata dalla pressione del pulsante con la seguente icona:



Si ricorda che le pareti immesse sono riferite al piano attivo.

Alla pressione di tale pulsante compare la maschera riassuntiva delle proprietà della parete, qui riportata:



Inoltre vengono abilitati le seguenti funzioni:

 **Introduci** : Consente l'introduzione singola delle pareti cliccando con il puntatore direttamente sul piano di lavoro, in corrispondenza dei fili fissi iniziale e finale.

Il filo fisso risulta selezionato quando il puntatore si presenta nel seguente modo:



L'introduzione delle pareti avviene confermando, con la pressione del tasto destro del mouse, alla fine della polilinea realizzata. La parete viene contrassegnata con una linea spessa se oltre a se stessa è presente anche una trave che collega i fili fissi. L'introduzione di pareti è possibile solo su elementi trave con i fili fissi coincidenti a quelli imputati.

 **Cancella** : Consente la cancellazione della parete desiderata cliccando, con il tasto sinistro del mouse, direttamente sulla stessa.

 **Modifica** : Abilita la modifica delle proprietà della parete. La modifica avviene selezionando la parete desiderata per poi cambiare le caratteristiche volute. La conferma delle modifiche è subordinata alla pressione del tasto "Applica".

 **Copia Proprietà** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.



Introduci multiplo : Consente l'introduzione multipla di pareti aventi le stesse caratteristiche. Ciò avviene racchiudendo i fili fissi desiderati nel "box di selezione". Tale azione si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del "box di selezione". L'introduzione avviene al momento di un secondo clic del tasto sinistro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Cancella box : Consente la cancellazione di più pareti contemporaneamente. Le pareti da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. La cancellazione avviene cliccando una seconda volta con il tasto sinistro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



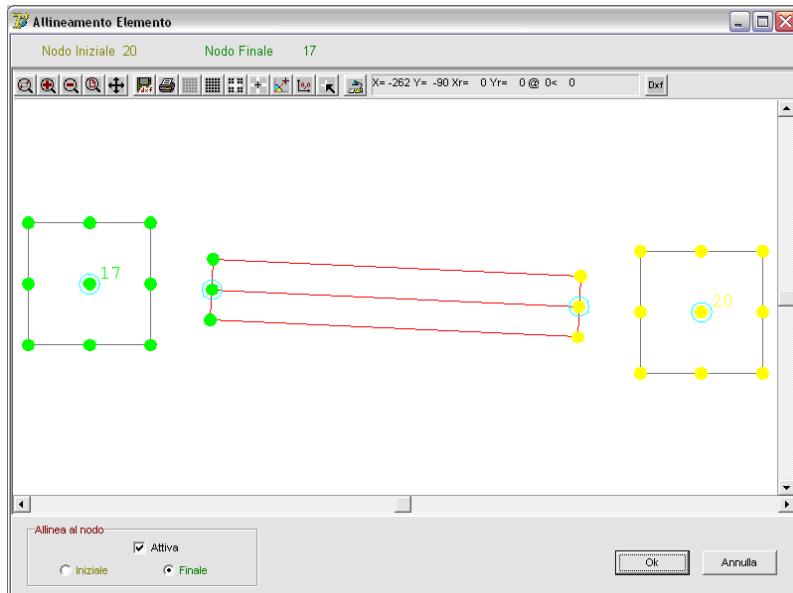
Modifica box : Abilita la modifica di più pareti contemporaneamente ridefinendo le caratteristiche. L'operazione si effettua selezionando la tipologia della sezione attiva dalla maschera presente sul lato destro del form. La scelta delle travi da modificare avviene tramite il "box di selezione". La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Copia Proprietà multiplo : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Allineamenti : Consente l'allineamento delle pareti ai pilastri di estremità. Attivandolo è possibile cliccare sulla parete voluta e, attraverso la seguente maschera, scegliere l'allineamento voluto:



È possibile scegliere i punti di ancoraggio di pareti e pilastri cliccando sui punti contrassegnati dal colore giallo. L'allineamento voluto si attua con la corrispondenza dei punti scelti, i quali si presentano circoscritti da cerchietti di colore azzurro.

La funzione “allinea al nodo” consente di allineare la parete ad uno solo dei pilastri di estremità, in modo da creare disassamenti in pianta che non sarebbero realizzabili utilizzando i punti di ancoraggio della maschera appena descritta.

 **Copia Allineamenti** : Consente di copiare gli allineamenti da una parete ad un'altra. Alla pressione del tasto la scelta della parete sorgente avviene cliccando indifferentemente con uno dei tasti del mouse. Successivamente si utilizza il tasto sinistro per la scelta della parete di destinazione e il tasto destro per la scelta di una nuova parete sorgente.

 **Sposta +** : Consente di spostare parallelamente alla giacitura iniziale (verso positivo) la parete selezionata.

 **Sposta -** : Consente di spostare parallelamente alla giacitura iniziale (verso negativo) la parete selezionata.

 **Default** : Consente di collegare la parete ai fili fissi di estremità anche dopo aver effettuato spostamenti in modo da ripristinare la condizione iniziale.

 **Visualizza risultati** : Consente di visionare i risultati di verifica direttamente cliccando sulla parete desiderata. Al clic, con il tasto sinistro del mouse, si apre una maschera in cui vengono riassunti i risultati in base al tipo di verifica. Si rimanda alla sezione “Visualizzazione risultati” per i dettagli dei dati visualizzati nella finestra.

La funzione è attiva solo se le verifiche sono già state effettuate.

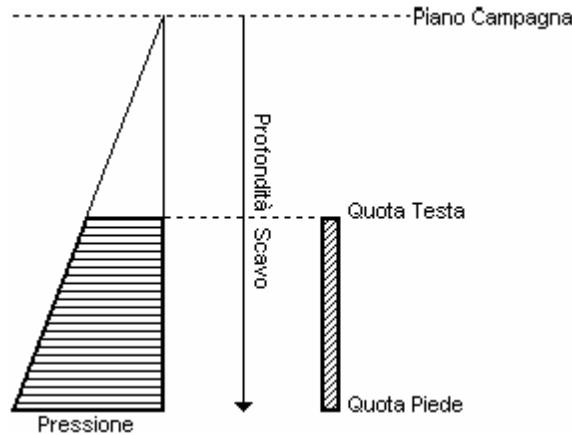
Calcolo della pressione del terreno

In FaTA-e è possibile realizzare pareti controterra. Oltre che le variabili di modellazione del contatto terreno parete (Moduli di Winkler e molle), i campi relativi alle pressioni statiche e dinamiche agenti sulla parete dovute al terreno, possono essere calcolati attraverso lo strumento “Pressione Terreno”. Al click sul relativo tasto compare la seguente maschera:

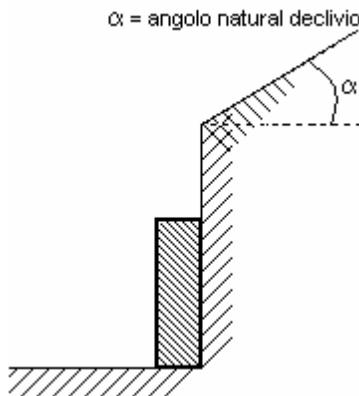


I campi “**quota testa**” e “**quota piede**” vengono automaticamente impostati dal programma in base al posizionamento della parete. La “**zona sismica**” e la “**Classe suolo**” sono relativi a quelli

immessi nei “dati generali” della struttura. La profondità di scavo è relativa al piano campagna ed è positiva verso il basso, come dimostrata nella seguente figura:



L'angolo di natural declivio è l'angolo di inclinazione della scarpata (se presente) rispetto all'orizzontale:



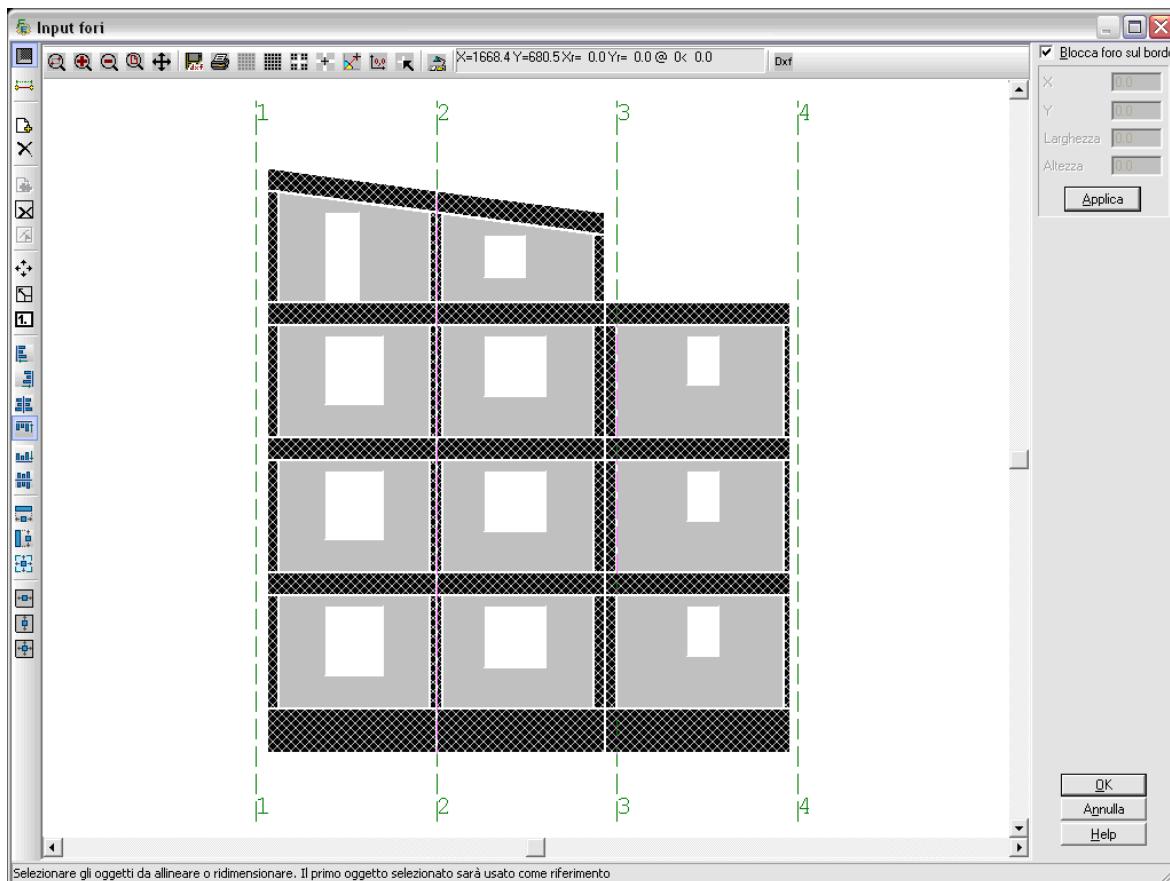
I parametri del terreno utili al calcolo sono:

- β_m
- **angolo di natural declivio;**
- **angolo di attrito interno;**
- **angolo di attrito terra-muro;**
- **peso specifico terreno;**
- **coesione.**

Il parametro β_m è chiamato “coefficiente di riduzione dell’accelerazione massima attesa”. Il valore “0” è associato al calcolo automatico del parametro in funzione dell’accelerazione orizzontale della zona in cui ricade la struttura (vedi tab. 7.11.II – DM 14/01/2008). Esplicitando un valore diverso da zero è possibile personalizzare il coefficiente.

Introduzione di fori su pareti

L'introduzione di fori si attua relativamente alle singole pareti e si effettua cliccando sul comando “Fori”. Nel caso in cui sono stati definiti i telai sarà possibile visualizzare l'intera facciata. Al click viene aperta la seguente finestra:



Le funzioni attive sono:

 **Misura** : Consente di misurare la distanza tra due vertici dei poligoni presenti. Per poligoni si intendono i fori inseriti e il profilo della parete. Cliccando sui vertici (evidenziati dal cambiamento del cursore) con il tasto sinistro del mouse viene visualizzata la finestra con i vari risultati:



 **Introduci** : Consente l'introduzione grafica dei fori della parete. L'introduzione avviene disegnando sulla parete il foro, di forma rettangolare, cliccando con il tasto sinistro del mouse in modo da realizzare la diagonale del foro.

 **Cancella** : Consente la cancellazione del foro sul quale avviene il click con il tasto sinistro del mouse.

 **Cancella Multiplo** : Consente la cancellazione di più fori, racchiudendo in un box di selezione i fori da eliminare.



Sposta : Consente di spostare il foro sulla superficie della parete. Lo spostamento avviene trascinando il foro tenendo cliccato il tasto sinistro del mouse fino alla nuova posizione. Durante lo spostamento vengono aggiornati dinamicamente i valori della posizione x e y relativi all'estremo in basso a sinistra del foro rispetto all'estremo in basso a sinistra della parete;



Ridimensiona : Consente di modificare graficamente le dimensioni del foro. La modifica avviene cliccando all'interno del foro e mantenendo il tasto sinistro del mouse fino alle nuove dimensioni. Durante lo stretch del foro vengono aggiornati dinamicamente i valori relativi a base e altezza;



Modifica numerica : Consente di modificare posizione e dimensioni del foro attraverso l'introduzione numerica dei dati negli appositi campi posizionati nella parte destra della finestra;



Allinea a sinistra : Consente di allineare a sinistra i fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno allineati al bordo sinistro del primo foro selezionato;



Allinea a destra : Consente di allineare a destra i fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno allineati al bordo destro del primo foro selezionato;



Centra in orizzontale : Consente di allineare al centro in orizzontale i fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno allineati rispetto alla mezzeria della larghezza del primo foro selezionato;



Allinea in alto : Consente di allineare in alto i fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno allineati al bordo superiore del primo foro selezionato;



Allinea in basso : Consente di allineare in basso i fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno allineati al bordo inferiore del primo foro selezionato;



Centra in verticale : Consente di allineare al centro in verticale i fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno allineati rispetto alla altezza del primo foro selezionato;



Assegna stessa larghezza : Consente di assegnare la stessa larghezza ai fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno modificati assegnando la larghezza del primo foro selezionato;



Assegna stessa altezza : Consente di assegnare la stessa altezza ai fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno modificati assegnando l'altezza del primo foro selezionato;



Assegna le stesse dimensioni : Consente di assegnare le stesse dimensioni ai fori selezionati. La selezione avviene cliccando in sequenza sui fori. I fori selezionati saranno modificati assegnando le dimensioni del primo foro selezionato;



Centra in orizzontale nel muro : Consente di centrare in orizzontale un foro rispetto alla porzione di muro che la contiene, intesa corrispondente alla parete introdotta nell'input grafico. Eventuali travi o cordoli sopra la parete saranno considerati appartenenti alla porzione.



Centra in verticale nel muro : Consente di centrare in verticale un foro rispetto alla porzione di muro che la contiene, intesa corrispondente alla parete introdotta nell'input grafico. Eventuali travi o cordoli sopra la parete saranno considerati appartenenti alla porzione.

 **Centra nel muro** : Consente di centrare in verticale e orizzontale un foro rispetto alla porzione di muro che la contiene, intesa corrispondente alla parete introdotta nell'input grafico. Eventuali travi o cordoli sopra la parete saranno considerati appartenenti alla porzione.

Blocca foro sul bordo : Se selezionato, consente di non spostare il foro oltre i limiti del bordo. Nel caso in cui l'opzione non è scelta, il foro viene ridimensionato troncandolo con il lato di contatto al bordo.

1.4.2.8 Definizione Telai

Il comando “Definizione Telai” consente di definire i telai rettilinei in modo da suddividere la struttura tridimensionale in telai piani. Tale operazione non è utilizzata per le fasi di calcolo e verifiche in quanto la struttura viene completamente considerata secondo la reale configurazione tridimensionale. Negli ambienti “**Modellazione 3D**” e di visualizzazione dei risultati, la definizione dei telai viene utilizzata per filtrare le parti di edificio da visualizzare in modo da limitare la visione dei risultati solo al telaio scelto dall'apposito menu a tendina

La definizione dei telai è subordinata alla presenza dei fili fissi (vedi “Introduzione dei fili fissi”) e viene abilitata dalla pressione del pulsante con la seguente icona:



Le funzioni abilitate sono:

 **Introduci** : Consente la definizione dei telai cliccando sui fili fissi che si desidera inglobare in un telaio. La creazione del telaio avviene confermando, con la pressione del tasto destro del mouse, alla fine della polilinea realizzata.

 **Cancella** : Consente di effettuare la cancellazione di un telaio attraverso un clic (con il tasto sinistro del mouse) direttamente sul telaio da eliminare.

 **Modifica** : Consente di ridefinire i fili fissi appartenenti ad un telaio esistente. La scelta del telaio da modificare avviene cliccando sul telaio con il tasto sinistro del mouse. Successivamente si ridefiniscono tutti i fili fissi che si vogliono destinare al telaio scelto confermando con il tasto destro del mouse.

 **Introduci multiplo** : Consente la definizione di telai racchiudendo i fili fissi desiderati nel “box di selezione”. Tale azione si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del “box di selezione”.

L'introduzione avviene al momento di un secondo clic del tasto sinistro del mouse. La pressione del tasto “ALT” contemporanea al box consente di realizzare un “**box poligonale**”.

 **Cancella box** : Consente la cancellazione di un telaio racchiudendo tutti i fili fissi appartenenti al telaio nel “box di selezione”. Il “box di selezione” si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. La cancellazione avviene cliccando una seconda volta con il tasto sinistro del mouse. La pressione del tasto “ALT” contemporanea al box consente di realizzare un “**box poligonale**”.

1.4.2.9 Modellazione 3D

L'apertura dell' ambiente di modellazione tridimensionale, utile a completare l'input nelle parti più elaborate, è subordinata alla pressione del tasto contrassegnato dalla seguente icona:



L'ambiente di modellazione e tutti i comandi contenuti verranno trattato nella relativa sezione del manuale.

1.4.2.10 Visione 3D

All'interno del form relativo all'input grafico è presente un'ambiente di visualizzazione tridimensionale. L'apertura di tale ambiente avviene cliccando sulla seguente icona:



Le opzioni presenti negli ambienti di visualizzazione sono state descritte nel capitolo "La visualizzazione 3D".

1.4.2.11 Tipologie Plinti

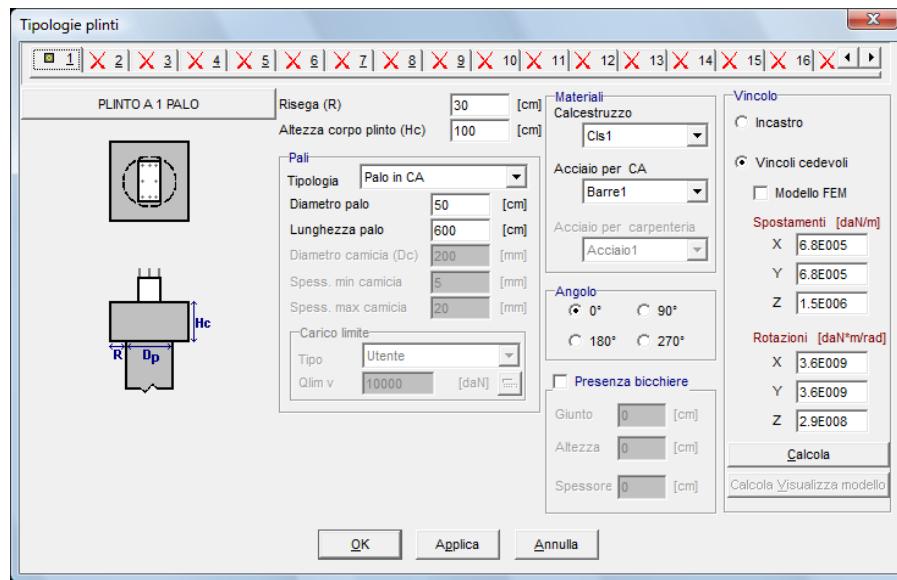
La definizione delle tipologie di plinto da utilizzare avviene tramite il tasto che presenta la seguente icona:



Alla pressione del tasto appare la maschera di definizione delle seguenti tipologie di plinto:

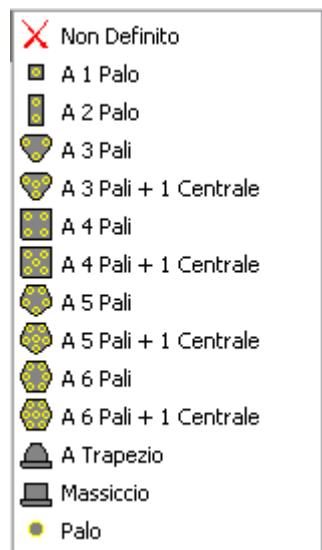
- **Ad 1 palo;**
- **A 2 pali;**
- **A 3 pali**
- **A 3 pali + 1 centrale;**
- **A 4 pali;**
- **A 4 pali + 1 centrale;**
- **A 5 pali;**
- **A 5 pali + 1 centrale;**
- **A 6 pali;**
- **A 6 pali + 1 centrale;**
- **A trapezio;**
- **Massiccio;**
- **Palo singolo;**

L'aspetto della maschera è il seguente:



Il numero massimo di tipologie è posto pari a 20.

La definizione delle tipologie (qui si riporta a titolo dimostrativo quella del plinto a 4 pali) avviene scegliendo la tipologia voluta dall'apposita lista, la quale compare cliccando sull'etichetta “**PLINTO NON ASSEGNATO**”:



È possibile definire una tipologia anche partendo da un'altra già creata precedentemente. Questa funzionalità viene richiamata scegliendo dalla lista il campo “COPIA DA”.

I parametri geometrici sono definiti, per ogni tipo di plinto, nella relativa figura. L'intuitività delle figure e la banalità dei dati richiesti non richiede ulteriori approfondimenti. La tipologia “Palo” è utile alla modellazione di platee e fondazioni superficiali su pali.

Parametri relativi ai pali di fondazione

Nel caso si possieda anche il modulo n. 16 di StruSec relativo ai “**Pali di fondazione**”, il programma provvede alla verifica dei pali, altrimenti le informazioni immesse saranno utilizzate solo ed esclusivamente per modellare le condizioni di vincolo della struttura per mezzo del plinto su pali.

I parametri di inserire sono i seguenti:

- **Diametro palo:** diametro dei pali di fondazione relativi alla tipologia corrente;

- **Risega:** Distanza di arretramento del palo rispetto ai bordi del plinto;
- **Raggio interasse pali:** Distanza tra il centro del plinto e il centro del singolo palo, utile al calcolo delle dimensioni dell'impronta del plinto;
- **Lunghezza palo:** Lunghezza di infissione del palo.

Inoltre è possibile definire anche micropali con camicia definendo i seguenti parametri:

- **Diametro palo:** diametro dei pali di fondazione relativi alla tipologia corrente;
- **Risega:** Distanza di arretramento del palo rispetto ai bordi del plinto;
- **Lunghezza palo:** Lunghezza di infissione del palo;
- **Diametro camicia :** Diametro della camicia in acciaio;
- **Spessore minimo camicia :** Valore minimo dello spessore della camicia;
- **Spessore massimo camicia :** Valore massimo dello spessore della camicia.

Angolo di rotazione del plinto

Ogni plinto può essere posizionato secondo un angolo di rotazione rispetto al pilastro sovrastante. L'angolo di rotazione può essere scelto tra i valori 0°, 90°, 180°, 270°.

Parametri relativi al bicchiere

Nel caso sia abbiano sovrastrutture prefabbricate è possibile introdurre il bicchiere dove adagiare gli elementi verticali della struttura. I parametri da introdurre sono:

- **Giunto:** spessore del calcestruzzo di solidarizzazione tra il pilastro e il bicchiere;
- **Altezza:** altezza del bicchiere dalla testa del plinto;
- **Spessore:** Spessore delle pareti del bicchiere.

Materiali

Negli appositi campi è possibile assegnare i materiali rispettivamente del calcestruzzo e delle barre di acciaio. La scelta avviene attraverso un menù a tendina (per ogni materiale) in cui sono riportati i materiali precedentemente definiti.

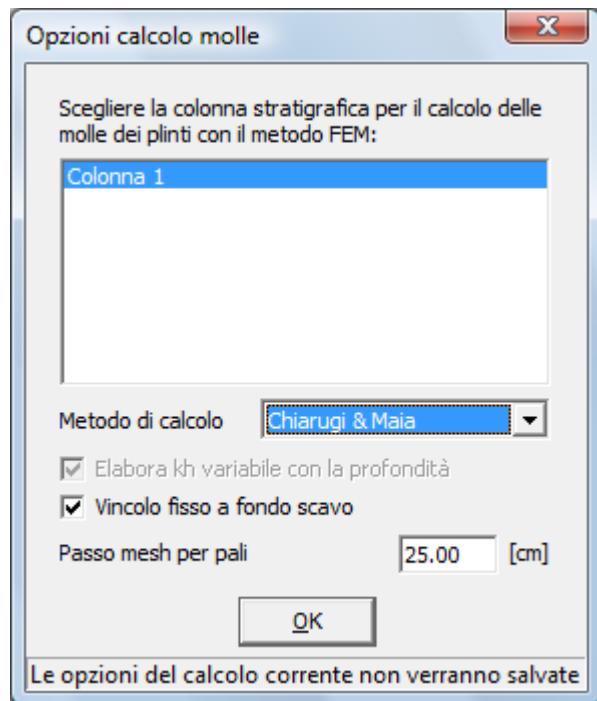
Modellazione delle condizioni di vincolo

Il grado di vincolo della struttura per mezzo dell'introduzione del plinto può essere schematizzato attraverso l'introduzione molle o incastri rispetto ai gradi di libertà del nodo.

Il valore delle rigidezze delle molle viene calcolato in funzione dei moduli di Winkler e dei parametri dei pali se presenti e verrà trattato nella sua più completa trattazione nella sezione relativa all'**"Interazione plinti – terreno"**. In ogni caso è possibile modificare le rigidezze delle molle per ogni direzione.

Le modifiche vengono rese attive con la pressione del tasto "Applica". Cliccando su "Annulla" sarà possibile uscire dalla finestra senza convalidare alcuna modifica effettuata.

Il pulsante "Calcola" consente di rieffettuare il calcolo delle rigidezze delle molle, nel caso in cui i valori fossero stati modificati. La stima delle molle può essere effettuata anche utilizzando il metodo FEM, mediante i metodi di Bowles e Chiarugi & Maia (vedi par. **"Interazione plinti – terreno"**). Le opzioni presenti in questo caso sono le seguenti:



- Tipologia della colonna stratigrafica;
- Metodo di calcolo (Bowles, Chiarugi & Maia);
- Valore di Kh variabile con la profondità (solo metodo di Bowles);
- Presenza di vincolo fisso a fondo scavo;
- Passo della mesh di definizione della geometria del palo.

Pali in resina

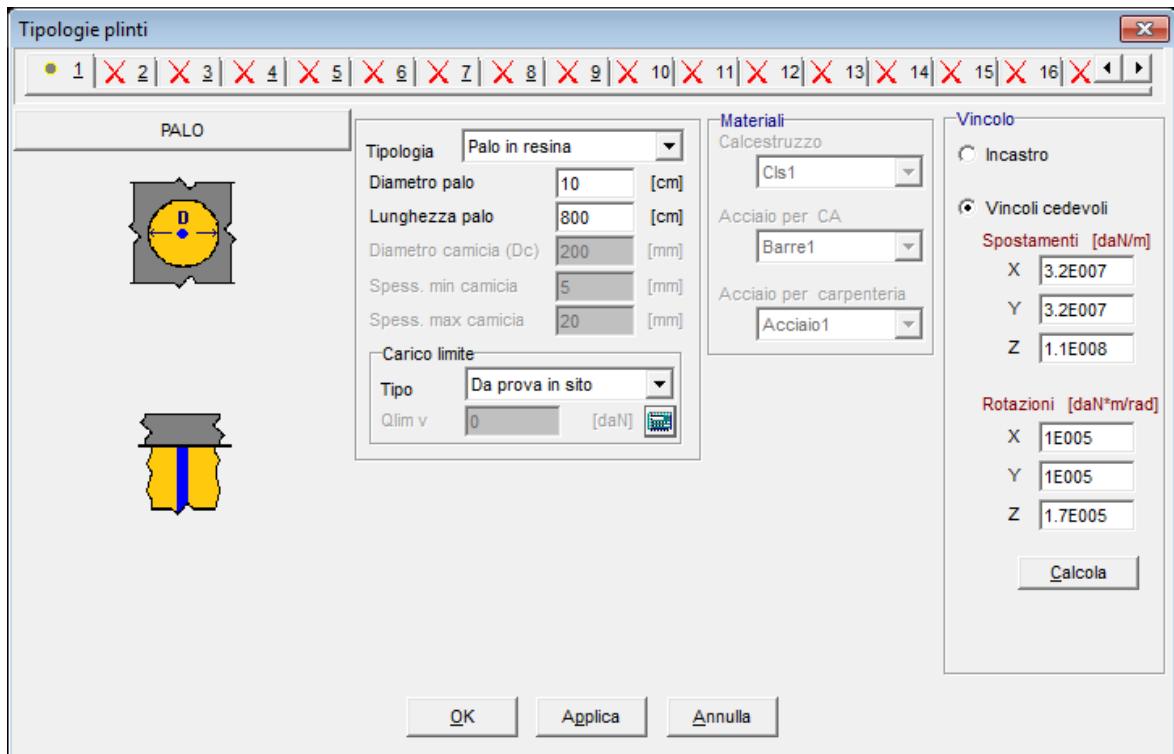
In presenza del modulo **CoS_{Fond}** vengono attivate le opzioni per la definizione di pali in resina. Oltre ai dati geometrici, è importante definire le caratteristiche di resistenza del palo. La definizione della resistenza può avvenire mediante prove di resistenza in situ. La prova fornisce due modalità: mediante NSPT, mediante Plim (pressione limite). Per entrambi i metodi viene utilizzato l'approccio di Bustamante & Doix (1985) per pali iniettati in pressione:

Micropali

Approccio di Bustamante e Doix (1985)

Terreno	Valori di α		Quantità minima di miscela consigliata
	IRS	IGU	
Ghiaia	1,8	1,3 - 1,4	1,5 V_s
Ghiaia sabbiosa	1,6 - 1,8	1,2 - 1,4	1,5 V_s
Sabbia ghiaiosa	1,5 - 1,6	1,2 - 1,3	1,5 V_s
Sabbia grossa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 V_s
Sabbia media	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 V_s
Sabbia fine	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	1,5 V_s
Sabbia limosa	1,4 - 1,5	1,1 - 1,2	IRS: (1,5 - 2) V_s ; IGU: 1,5 V_s
Limo	1,4 - 1,6	1,1 - 1,2	IRS: 2 V_s ; IGU: 1,5 V_s
Argilla	1,8 - 2,0	1,2	IRS: (2,5 - 3) V_s ; IGU: (1,5-2) V_s
Marne	1,8	1,1 - 1,2	(1,5 - 2) V_s per strati compatti
Calcari marnosi	1,8	1,1 - 1,2	(2 - 6) V_s o più per strati fratturati
Calcari alterati o fratturati	1,8	1,1 - 1,2	
Roccia alterata e/o fratturata	1,2	1,1	(1,1-1,5) V_s per strati poco fratturati 2 V_s o più per strati fratturati

Se si utilizzano altri metodi di ricerca della resistenza a carico limite verticale del palo, è possibile più semplicemente inserire nell'apposito campo il valore di resistenza.



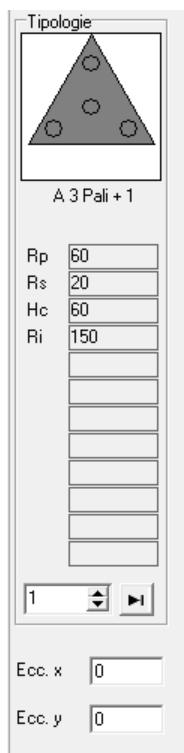
1.4.2.12 Plinti

Consente di inserire i plinti scegliendo tra le tipologie precedentemente create. L'introduzione dei plinti è subordinata alla presenza dei fili fissi (vedi "Introduzione dei fili fissi") e viene abilitata dalla pressione del pulsante con la seguente icona:



Si ricorda che i plinti immessi sono riferiti al piano attivo. Per modellare fondazione su quote diverse, è possibile introdurre plinti a qualsiasi piano. Il programma provvederà ad avvertire l'utente nel caso in cui si inserisce un plinto sopra il pilastro del piano inferiore.

Alla pressione del tale pulsante prima accennato compare la maschera riassuntiva delle proprietà del plinto, qui riportata:



I valori delle eccentricità vengono utilizzate per disassare il centro del plinto dal filo fisso al quale è assegnato.

Inoltre vengono abilitate le seguenti funzioni:



Introduci : Consente l'introduzione singola dei plinti cliccando con il puntatore direttamente sul piano di lavoro, in corrispondenza del filo fisso selezionato.

Il filo fisso risulta selezionato quando il puntatore si presenta nel seguente modo:



L'introduzione del plinto avviene cliccando con il tasto sinistro.



Cancella : Abilita la cancellazione del plinto selezionato tramite il puntatore del mouse sul piano di lavoro. Il plinto selezionato si presenta circoscritto dal puntatore appena descritto. La cancellazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse.



Modifica : Abilita la modifica delle proprietà del plinto. La modifica avviene selezionando il plinto desiderato per poi cambiare la tipologia del plinto (selezionando la tipologia attiva mediante l'apposito campo). La conferma delle modifiche è subordinata alla pressione del tasto "Applica".



Copia Proprietà : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.



Introduci multiplo : Consente l'introduzione multipla di pilastri aventi la stessa sezione. Ciò avviene racchiudendo i fili fissi desiderati nel "box di selezione". Tale azione si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del "box di selezione". La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

L'introduzione avviene al momento di un secondo clic del tasto sinistro del mouse.



Cancella box : Consente la cancellazione di più plinti contemporaneamente. I plinti da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. La cancellazione avviene cliccando una seconda volta con il tasto sinistro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Modifica box : Abilita la modifica di più plinti contemporaneamente ridefinendo la sezione. L'operazione si effettua selezionando la tipologia della sezione attiva dalla maschera presente sul lato destro del form. La scelta dei plinti da modificare avviene tramite il "box di selezione". La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Copia Proprietà multiplo : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".



Visualizza risultati : Consente di visionare i risultati di verifica direttamente cliccando sul plinto desiderato. Al clic, con il tasto sinistro del mouse, si apre una maschera in cui vengono riassunti i risultati in base al tipo di verifica. Si rimanda alla sezione "Visualizzazione risultati" per i dettagli dei dati visualizzati nella finestra.

La funzione è attiva solo se le verifiche sono già state effettuate.

1.4.2.13 Platee

Consente di inserire piastre tra i fili fissi, ai piani di fondazione e di elevazione. L'inserimento delle piastre può avvenire in presenza o in assenza delle travi di bordo.

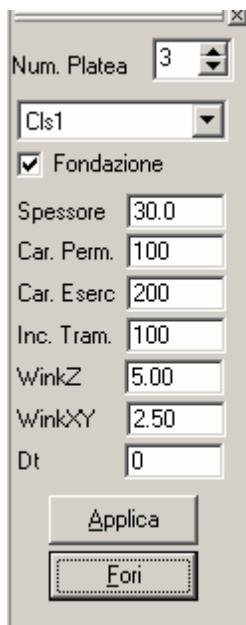
Le platee sono inderibili attraverso il comando contrassegnato dalla seguente icona:



La pressione dell'icona abilita i seguenti comandi:



Introduci : Consente l'introduzione di platee sugli elementi (travi o pareti) desiderati. L'introduzione avviene cliccando consecutivamente con il tasto sinistro sugli elementi in modo da formare una poligona chiusa, la quale deve essere conclusa utilizzando il tasto destro del mouse. I parametri della platea immessa sono definibili dalla seguente maschera che appare sul lato destro dello schermo:



 **Introduci su fili fissi** : Consente l'introduzione di platee di forma generica senza la presenza di travi di bordo. L'introduzione avviene cliccando consecutivamente con il tasto sinistro sui fili fissi. La poligonale va chiusa utilizzando il tasto destro del mouse. Il poligono verrà realizzato secondo l'ordine di selezione dell'utente. Il programma non consente la realizzazione di poligoni intrecciati. Dalla versione 21.2.0 è possibile inserire la platea seguendo il perimetro della costruzione. FaTA-e provvederà a creare automaticamente il modello di calcolo considerando travi, pilastri, plinti ricadenti all'interno della platea meshando la stessa in funzione del passo mesh e degli elementi presenti.

 **Cancella** : Consente la cancellazione di una platea. La cancellazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse direttamente sull'elemento da cancellare.

 **Modifica** : Consente la modifica dei parametri della platea. Per modificare gli altri elementi di carico si deve utilizzare la funzione introduci e cambiare i parametri voluti.

 **Copia Proprietà** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.

 **Introduci multiplo** : Consente l'introduzione multipla di platee. L'introduzione avviene utilizzando il box di selezione in modo da racchiudere le travi interessate dalla platea. L'introduzione è possibile solo se le travi formano una maglia chiusa. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

 **Cancella box** : Consente la cancellazione di più platee simultaneamente. La cancellazione avviene racchiudendo le platee da cancellare nel box di selezione. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

 **Copia Proprietà multiplo** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua

cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un **"box poligonale"**.



Visualizza risultati : Consente di visionare i risultati di verifica direttamente cliccando sulla piastra desiderata. Al clic, con il tasto sinistro del mouse, si apre una maschera in cui vengono riassunti i risultati in base al tipo di verifica. Si rimanda alla sezione "Visualizzazione risultati" per i dettagli dei dati visualizzati nella finestra.

La funzione è attiva solo se le verifiche sono già state effettuate.

1.4.2.14 Carichi

Oltre al peso (e alle masse) degli elementi strutturali, è possibile introdurre i carichi delle sottostrutture o degli elementi di completamento della struttura. I carichi introducibili sono:

- **Solai e Balconi** (con progetto delle armature in fase di elaborazione);
- **Scale a mensola** (considerate come pannelli di carico agenti sulla trave);
- **Tamponamenti** (considerati come carichi distribuiti).

I carichi sulle travi sono introducibili attraverso il comando contrassegnato dalla seguente icona:



La pressione dell'icona abilita l'introduzione dei seguenti carichi:



Solai.



Balconi.



Scale.

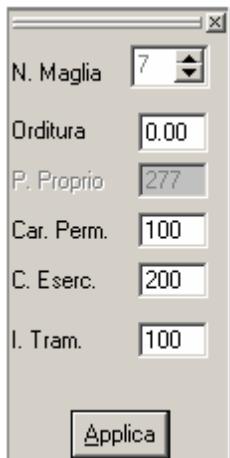


Tamponamenti.

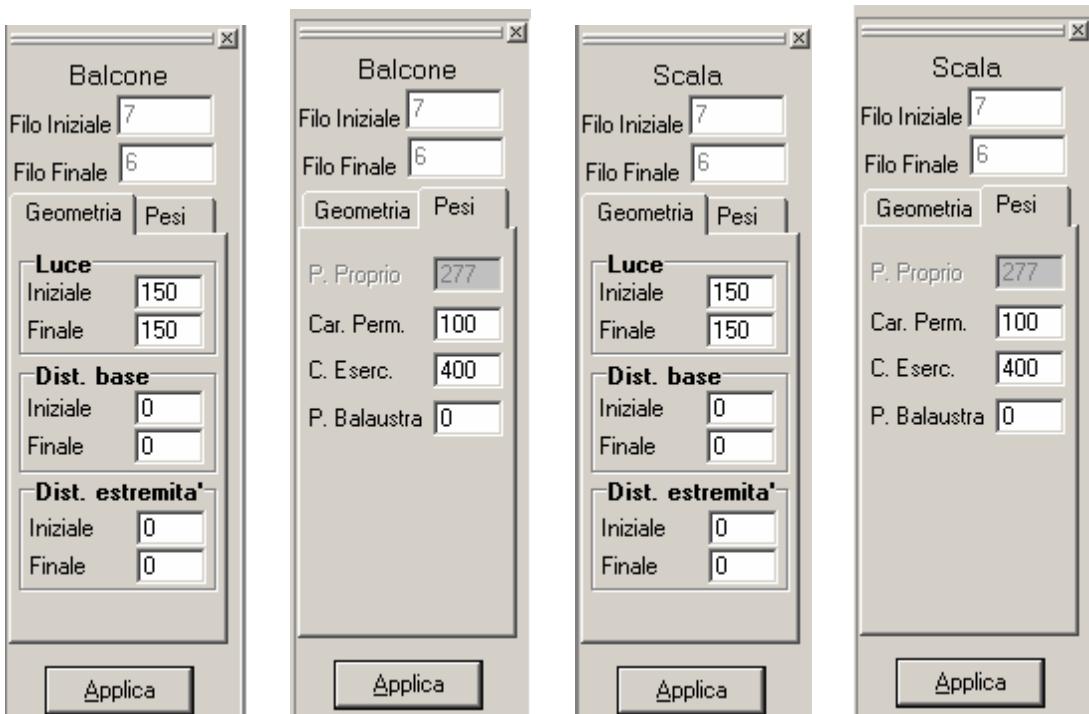
Dalla scelta dei tipi di carico vengono attivati i seguenti comandi:



Introduci : Consente l'introduzione dei carichi sulle travi desiderate. Nel caso di "Solai", l'introduzione avviene cliccando consecutivamente con il tasto sinistro sulle aste in modo da formare una poligonal chiusa, la quale deve essere conclusa utilizzando il tasto destro del mouse. I parametri del solaio immesso sono definibili dalla seguente maschera che appare sul lato destro dello schermo:



Nel caso di "Balconi" e "Scale", l'introduzione avviene cliccando sull'asta da caricare e successivamente utilizzando il tasto sinistro del mouse per scegliere il lato dove l'elemento aggetta. I parametri del balcone o della scala immesso sono definibili dalla seguente maschera che appare sul lato destro dello schermo:



Infine, nel caso di "Tamponamenti", è sufficiente cliccare con il tasto sinistro del mouse sulla trave desiderata. I parametri relativi ai tamponamenti sono definibili dalla seguente maschera che appare sul lato destro dello schermo:



La funzione altezza automatica consente di introdurre i tamponamenti in automatico basandosi sulla geometria della struttura. In particolare per le strutture aventi orizzontamenti inclinati, il tamponamento verrà automaticamente calcolato considerando la trave inclinata al piano superiore. La funzione è particolarmente utile anche per inserire tamponamenti che attraversano più piani. Il programma intercerterà la prima trave superiore a quella sulla quale grava il tamponamento. In presenza del modulo VSec di StruSec, il parametro "Esterno" consente di verificare all'espulsione i tamponamenti in base alle recenti richieste del D.M. 14/01/2008. Il parametro "Presenza cordolo" consente di considerare nella verifica la presenza di un cordolo orizzontale (posto alla quota Z) in modo da dividere il pannello in due parti.

 **Cancella** : Consente la cancellazione di un carico. In tutti i tipi di carico la cancellazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse direttamente sull'elemento da cancellare.

 **Modifica** : Consente la modifica del solo tipo "Solai". Per modificare gli altri elementi di carico si deve utilizzare la funzione introduci e cambiare i parametri voluti.

 **Copia Proprietà** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.

 **Introduci multiplo** : La funzionalità di tale comando è diversa in funzione del tipo di carico utilizzato. Nel caso del tipo "Solaio" l'introduzione avviene utilizzando il box di selezione in modo da racchiudere le travi interessate dal solaio. L'introduzione è possibile solo se le travi formano una maglia chiusa. Nel caso del tipo "Balcone" o "Scala", è possibile introdurre una serie di elementi aventi lo stesso lato di aggetto. La scelta delle travi avviene attraverso il box di selezione. Successivamente si deve cliccare, con il tasto sinistro del mouse, su un'asta facente parte della selezione e scegliere il lato secondo le modalità descritte nell'introduzione. Infine, nel caso di "Tamponamenti", l'introduzione avviene racchiudendo le travi interessate dentro il box di selezione. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

 **Cancella box** : Consente la cancellazione dei carichi dello stesso tipo su più aste simultaneamente. In tutti i tipi di carico la cancellazione avviene racchiudendo le aste contenenti i carichi da cancellare nel box di selezione. La pressione del tasto “ALT” contemporanea al box consente di realizzare un “**box poligonale**”.

 **Copia Proprietà multiplo** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il “box di selezione” si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto “ALT” contemporanea al box consente di realizzare un “**box poligonale**”.

1.4.2.15 Armature

Nel caso si vogliano calcolare i valori di PGA per le strutture esistenti, è indispensabile introdurre le armature presenti nella struttura. Questa possibilità è presente in FaTA-E attraverso il comando identificato dall'icona:



La pressione del pulsante attiva i seguenti comandi:

 **Introduci** : Consente la definizione delle armature cliccando su un singolo elemento. Gli elementi che possono essere scelti sono pilastri, travi, platee e pareti. La scelta avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse con il puntatore direttamente sul piano di lavoro, in corrispondenza del filo fisso selezionato.

Il filo fisso risulta selezionato quando il puntatore si presenta nel seguente modo:

 **Copia Proprietà** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente all'elemento destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Cliccando sugli altri elementi verrà effettuata l'operazione di copia. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse.



Al click viene visualizzato l'ambiente di lavoro trattato più avanti.

 **Cancella** : Consente la cancellazione delle armature precedentemente inserite. Per tutti i tipi di elementi la cancellazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse direttamente sull'elemento a cui eliminare le armature.

 **Introduci multiplo** : Consente di assegnare la stessa armatura a più elementi dello stesso tipo. Una volta selezionato il comando compare, sulla parte destra della schermata, la maschera di gestione degli elementi:



Il comando di inserimento multiplo è relativo ad un solo tipo di elemento. L'inserimento sarà eseguito solo per elementi che hanno la stessa tipologia di sezione. Le distanze longitudinali relative alle lunghezze delle armature e al passo delle staffe verranno adattate proporzionalmente tra gli elementi che hanno lunghezza diversa. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "**box poligonale**".

Dopo aver effettuato la selezione attraverso l'apposito box, viene visualizzato l'apposito ambiente di lavoro.

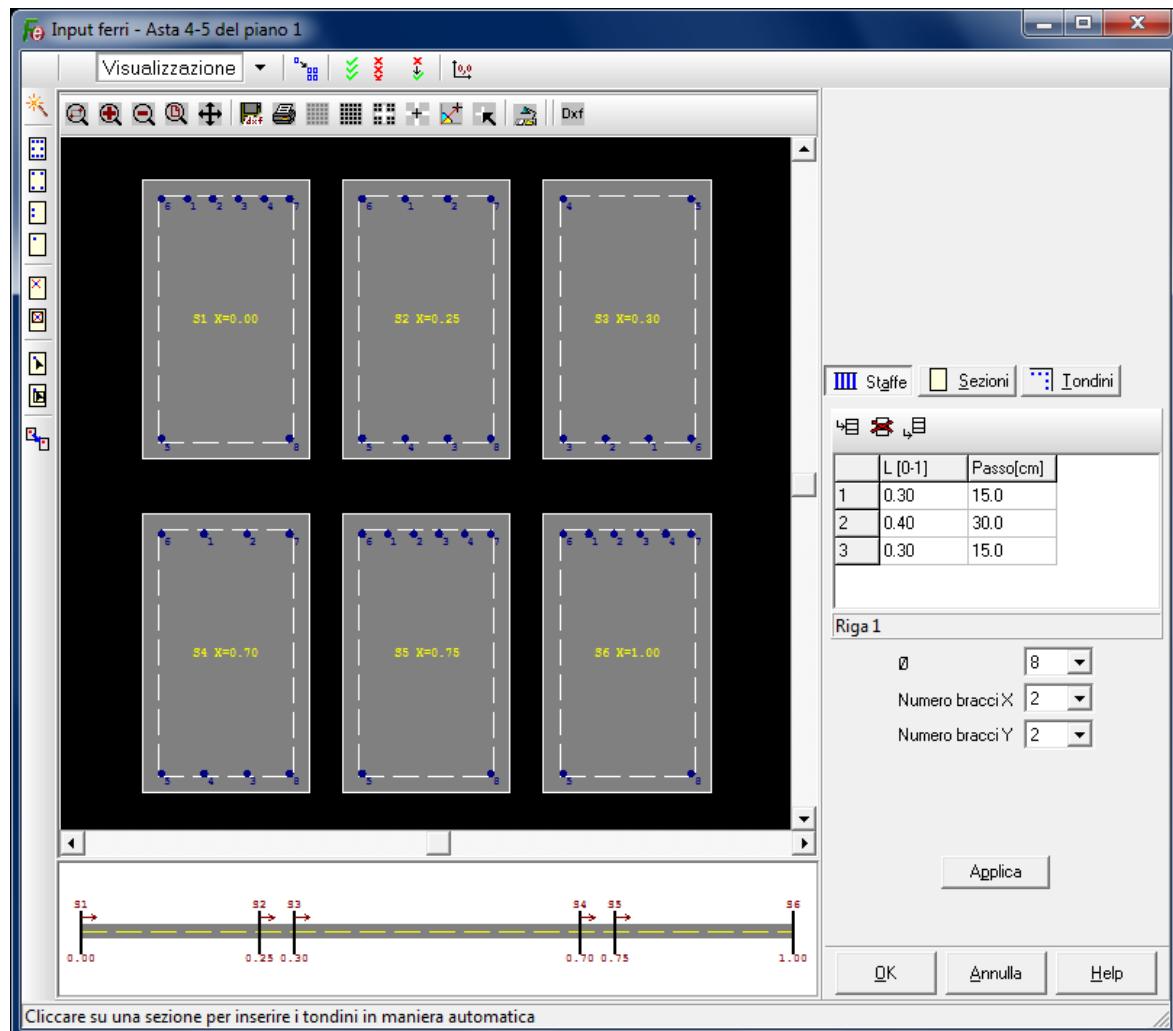
 **Cancella box** : Consente la cancellazione di armature già assegnate attraverso le stesse modalità descritte per il comando di introduzione. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "**box poligonale**".

 **Copia Proprietà multiplo** : Abilita la possibilità di copiare le proprietà (tra quelle disponibili) dall'elemento sorgente a più elementi di destinazione. L'elemento sorgente viene selezionato al primo click del tasto sinistro del mouse dopo aver attivato la funzione. Gli elementi da cancellare sono selezionabili graficamente attraverso il box di selezione. Il "box di selezione" si effettua cliccando con il tasto sinistro sul piano di lavoro e trascinando il mouse lungo la diagonale del box stesso. Per terminare l'operazione di copia o cambiare l'elemento sorgente cliccare con il tasto destro del mouse. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "**box poligonale**".

Ambiente di gestione delle armature

L'inserimento delle armature avviene da un apposito ambiente, il quale consente di definire le armature in maniera molto libera compatibilmente con le modalità tecnologiche di esecuzione delle strutture in c.a.

La maschera che viene visualizzata è la seguente:



La barra orizzontale è relativa ai comandi di visualizzazione della schermata delle sezioni:



Percorrendo da sinistra a destra i comandi, abbiamo:

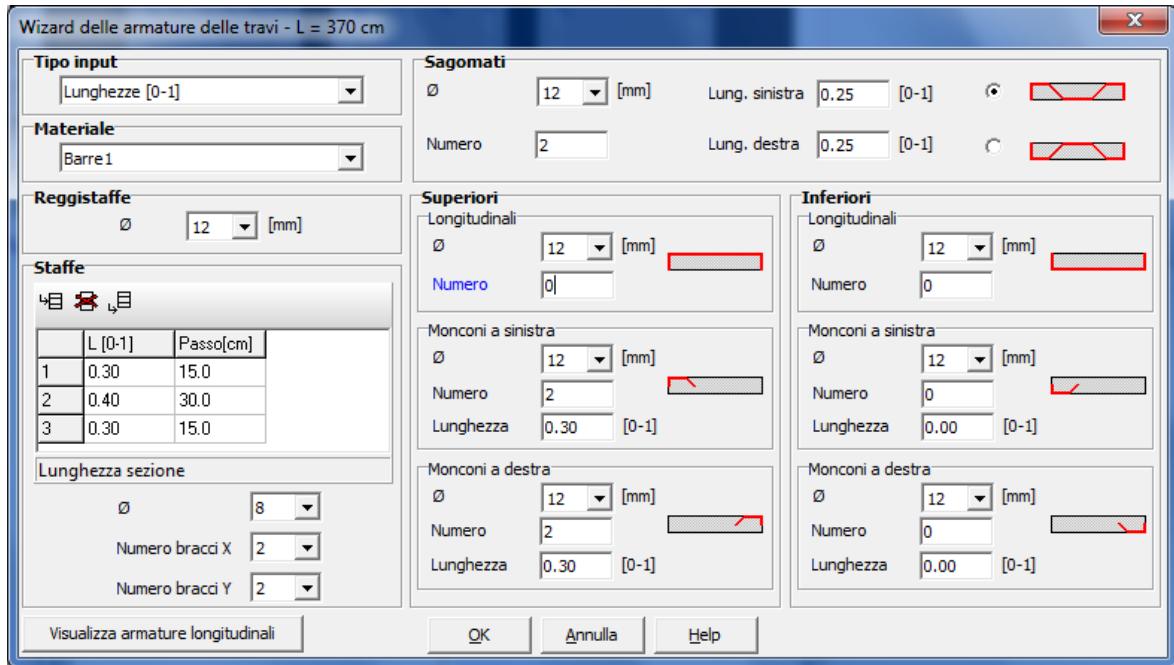
- Visualizzazione** ▾ : menu a tendina con l'elenco delle sezioni da visualizzare;
- Se attivata la modalità di visualizzazione multipla, consente di visualizzare tutte le sezioni create;
- Se attivata la modalità di visualizzazione multipla, consente di non visualizzare alcuna sezione creata. Il comando è utile nel caso si abbiano molte sezioni e se ne vogliano lasciare attive solo alcune;
- Se attivata la modalità di visualizzazione multipla, consente di invertire la visualizzazione corrente;
- Consente di attivare la visualizzazione multipla delle sezioni;
- Consente di visualizzare il sistema di riferimento locale delle sezione attualmente visualizzate.

L'input delle armature a flessione degli elementi segue la logica di creare tante sezioni ogni qualvolta cambi l'armatura dell'elemento. Il software considererà nelle varie sezioni di calcolo le armature presenti dalla sezione in cui sono state assegnate fino a quando non incontrerà un'altra sezione.

Nell'ambiente sono presenti i seguenti comandi di input:



Wizard : Consente l'inserimento rapido di configurazioni di armature tipiche delle strutture intelaiate in c.a. seguendo i tipo di armature classiche come reggistaffe, diritti, sagomati e monconi. Alla pressione del pulsante viene visualizzata la seguente maschera:



I campi da riempire sono:

- **Materiale** : Va associato un materiale di tipo acciaio per c.a. precedentemente creato;
- **Reggistaffe** : Diametro dei reggistaffe della sezione considerata. Per sezioni rettangolari il numero di reggistaffe inserite sono pari a 4, per le travi a T sono pari a 6;
- **Staffe** : Per definire l'armatura a taglio definire il numero di blocchi di staffe (massimo pari a 3), la lunghezza in frazione di 1 dei tre blocchi (L), e il passo delle staffe per ogni blocco. Per tutte le staffe vanno inserite il numero di bracci e il diametro da utilizzare;
- **Sagomati** : I sagomati presenti possono essere definiti attraverso il diametro, il numero, la lunghezza delle parti orizzontali a destra e sinistra escluse le sagomazioni a 45°, la tipologia di sagomato ("da elevazione" o "da fondazione");
- **Superiori e Inferiori** : Le armature superiori possono essere definite come "longitudinali", di lunghezza pari a tutta la campata, e come "monconi" sia a destra che a sinistra. Sono da definire il diametro delle armature, il numero e, per i monconi, la lunghezza espressa in frazione di 1.

L'assegnazione delle armature avviene attraverso la pressione del pulsante "OK". Il Wizard delle armature provvede a creare tutte le sezioni utili alla definizione delle armature.

Le sezioni create vengono tutte visualizzata nella stessa schermata, in ordine di ascissa espressa in frazione di 1. Tutte le lunghezze sono riferite alla lunghezza della campata libera della trave.

E' possibile inserire le lunghezze sia in percentuale (da 0 a 1) o mediante la lunghezza reale, utilizzando il menu a tendina "Tipo input". Nell'intestazione della schermata è riportata la lunghezza di riferimento di input. I dati inseriti verrano salvati come default dell'asta corrente.



La modifica locale sui dati delle sezioni create successivamente all'utilizzo del wizard, non comporta l'aggiornamento o il rispristino dei dati del wizard salvati.

-  **Posizionamento automatico** : Consente il posizionamento automatico delle armature nella sezione attraverso la definizione del numero di armature per lato (esclusi i tondini agli spigoli) e il diametro di assegnazione:



La pressione del pulsante “Aplica”, o il click all'interno della sezione, effettuano il posizionamento automatico lungo il bordo della sezione ristretto del coprifero.

-  **Posizionamento automatico spigoli** : Consente il posizionamento automatico delle armature agli spigoli nella sezione attraverso la scelta del diametro. La pressione del pulsante “Aplica”, o il click all'interno della sezione, effettuano il posizionamento automatico agli spigoli della sezione ristretta del coprifero.

-  **Posizionamento automatico lato** : Consente il posizionamento automatico delle armature per lato della sezione attraverso la definizione del numero di armature e il diametro. L'introduzione avviene dopo il click sul lato della sezione in cui inserire le armature. Ogni successiva modifica deve essere confermata con i pulsante applica.

-  **Inserimento singolo tondino** : Consente di inserire un singolo tondino cliccando vicino al lato scelto. Successivamente sarà possibile spostarlo, ma con il vincolo di posizione sulla linea tratteggiata che identifica il rientro del coprifero. Nell'ambito dello stesso comando, la pressione del tasto “Alt” insieme al click con il mouse, posiziona il tondino allo spigolo più vicino all'area di click.

-  **Cancellazione singolo tondino** : Consente di eliminare un singolo tondino precedentemente inserito, cliccando sul tondino prescelto.

-  **Cancellazione multipla** : Consente di eliminare più tondini racchiudendo le armature nel rettangolo a box di selezione.

-  **Modifica singolo tondino** : Consente di modificare un singolo tondino sia come posizione che come diametro. La modifica avviene selezionando il tondino e confermando attraverso il pulsante applica dopo aver modificato i dati voluti.

-  **Modifica multipla tondini** : Consente di modificare il diametro di più tondini racchiudendo le armature nel rettangolo a box di selezione.

-  **Copia tra sezioni** : Consente di copiare le armature tra le sezioni create. Cliccando con il pulsante destro del mouse sulla sezione di origine avviene l'operazione di “Copia”, cliccando con il sinistro avviene l'operazione di “Incolla” .

Gestione dati armatura a taglio

L'armatura a taglio si definisce cliccando sul pulsante:

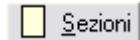


La gestione avviene attraverso la barra  in cui agire sulla tabella dei dati posta sotto la stessa. È possibile inserire una riga prima della riga selezionata, dopo la riga selezionata, o

eliminare la riga corrente. Le righe, che rappresentano il numero di blocchi di staffatura a taglio, possono essere in numero massimo pari a 3. I dati da specificare sono la lunghezza del blocco in frazione di 1 (L), e il passo delle staffe. Per tutte le staffe vanno inserite il numero di bracci e il diametro da utilizzare.

Gestione delle sezioni

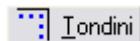
Il numero e la posizione delle sezioni si possono definire cliccando sul pulsante:



La gestione avviene attraverso la barra in cui agire sulla tabella dei dati posta sotto la stessa. È possibile inserire una riga prima della riga selezionata, o eliminare la riga corrente. Le righe, che rappresentano il numero di sezione, possono essere in numero massimo pari a 9. Per ogni sezione va definita la posizione rispetto all'estremo iniziale della trave, espressa in frazione di 1.

Gestione delle armature

Oltre alle funzioni già descritte, è possibile gestire numericamente tutte le armature presenti in una sezione. La gestione avviene cliccando sul pulsante:



Dopo aver modificato il diametro e la posizione (compatibilmente con la geometria consentita per l'inserimento) confermare cliccando sul pulsante "Applica".

La conferma di tutte le modifiche effettuate avviene attraverso il pulsante "OK".

Armature del nodo in testa

Nel caso in cui fossero presenti staffe all'interno del nodo, è possibile considerarle nella verifica inserendo il valore del passo e del diametro presente. Il valore zero per il passo è relativo all'assenza di staffe .

1.4.2.16 Fori

Dalla versione 19.0.0. di FaTAe è possibile inserire i fori nelle pareti direttamente dall'input grafico, visualizzando l'intera struttura in pianta. La funzione si attiva attraverso il comando identificato dall'icona:



La pressione del pulsante attiva i seguenti comandi:



Introduci : Consente l'introduzione dei fori nella pareti desiderate. Dopo aver cliccato sulla parete viene visualizzata la maschera di inserimento già trattata nel paragrafo [1.4.2.7](#) relativo alle pareti.



Cancella : Consente la cancellazione di fori precedentemente inserito. In tutti i tipi di carico la cancellazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse direttamente sull'elemento da cancellare.



Cancella box : Consente la cancellazione dei fori su più pareti simultaneamente. La cancellazione avviene racchiudendo le pareti contenenti i fori da cancellare nel box di selezione.

1.4.2.17 Raggruppamento elementi

Questa funzione consente di raggruppare pareti, pareti sismiche e travi. La funzione si attiva attraverso il comando identificato dall'icona:



La pressione del pulsante attiva i seguenti comandi:



Introduci : Consente di realizzare un gruppo, cliccando sui fili fissi degli elementi interessati, dei seguenti elementi:

- Travi
- Pareti non dissipative
- Pareti dissipative

Il gruppo viene confermato cliccando con il tasto destro del mouse per completare la selezione dei fili fissi interessati.



L'utilizzo del "fattore di struttura" relativo a strutture con "pareti accoppiate", miste, "pareti non accoppiate" (con relativo kw inherente al corrispondente meccanismo) obbliga alla definizione di pareti dissipative mediante la funzione "gruppo". Il software, nel caso si utilizzino fattori di struttura superiori a 1.5, provvede a segnalare l'incongruenza di input effettuata dall'utente.



Cancella : Consente la cancellazione di un gruppo precedentemente inserito.



Introduci multiplo : Consente di creare un gruppo mediante l'input a box. Il funzionamento del box di selezione è analogo a tutte le altre funzioni in cui è presente. La pressione del tasto "ALT" contemporanea al box consente di realizzare un "box poligonale".

1.4.2.18 Editor consolidamenti fondazione

La gestione delle tipologie di consolidamento delle fondazioni, presente nel caso in cui sia attivato il modulo di consolidamento **CoS_{Fond}**, avviene cliccando sul comando identificato dall'icona:

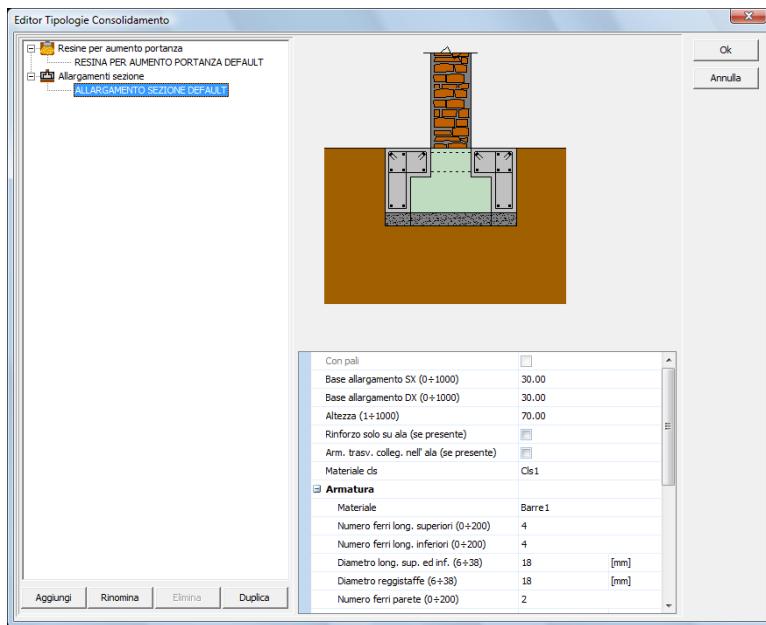


Per il funzionamento del modulo **CoS_{Fond}** è necessaria la presenza dei moduli PGA e "Portanza di fondazione" (Mod. 29 di *StruSec*). Le funzioni base del modulo consentono di:

- Consolidare il terreno mediante georesine;
- Aumentare resistenza e portanza mediante l'allargamento della sezione;
- Fondare su strati migliori con l'utilizzo di pali in resina rinforzati.

Oltre a queste tipologie, grazie all'interazione con i moduli "Pali e Micropali" (Mod. 16 e 49 di *StruSec*) è possibile utilizzare l'allargamento della sezione accoppiato alla presenza di pali in c.a. e micropali con camicia in acciaio.

La gestione dei parametri avviene mediante il seguente ambiente di gestione:



Nell'editor sono presenti due diversi tipi di consolidamenti:

- **Resina per aumento portanza;**
- **Allargamento sezione;**

Nel caso di utilizzo di resine, per ogni strato, al fine di tener conto del miglioramento delle caratteristiche del terreno, è opportuno inserire i coefficienti amplificativi di miglioramento. I valori potranno essere ricavati dal confronto di due prove NSPT effettuate su "zone campione".

Nel caso di allargamento sezione vanno forniti i dati di:

- Dimensioni e caratteristiche dell'allargamento;
- Presenza di pali;
- Armature longitudinali del rinforzo;
- Armature trasversali;
- Caratteristiche collegamenti trasversali;

All'allargamento può essere associata la presenza di fondazioni su pali. La presenza di pali è subordinata alla creazione di almeno una tipologia di pali di fondazione. Oltre alle classiche tipologie di palo (in c.a. e micropalo con camicia in acciaio), è possibile utilizzare pali in resina rinforzati.

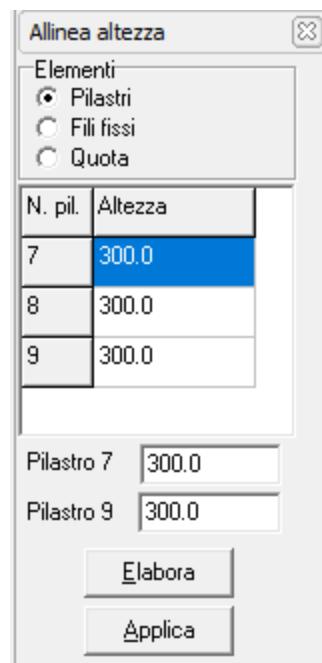
L'applicazione dei rinforzi sui vari elementi viene effettuata associando il rinforzo alla tipologia della sezione di fondazione.

1.4.2.19 Modifica quote lineare

Questa funzione consente di modificare le quote dei pilastri secondo una legge lineare, in modo da modellare travi a più appoggi inclinate. L'icona che attiva questo comando è la seguente:



Per modificare una serie di quote, basta selezionare fili fissi desiderati cliccando con il tasto sinistro del mouse in modo da formare una poligonale. Al termine della selezione cliccando con il tasto destro del mouse apparirà la seguente maschera, posizionata alla destra dello schermo:



Per avere un'anteprima dei valori delle quote che verranno inserite, cliccare sul tasto "Elabora" dopo aver modificato le quote del primo e l'ultimo pilastro. La conferma della modifica si attua cliccando sul tasto "Applica".

Il comando segue anche percorsi poligonali e può essere utilizzato anche per alzare alla stessa quota più pilastri anche se non sono allineati in pianta. Le opzioni presenti sono le seguenti:

- Pilastri : variazione calcolata sull'altezza dei pilastri;
- Fili fissi : variazione calcolata sulla quota dei fili fissi;
- Quota : variazione calcolata sulla quota totale della testa dei pilastri.

1.4.2.20 Copia Elementi

Questa funzione consente di copiare nella posizione voluta tutto ciò che viene racchiuso nel box di selezione. La funzione viene abilitata cliccando sul pulsante con la seguente icona:



Al termine della definizione del box compare la maschera contenente i parametri di copia:



È possibile effettuare la copia dei singoli elementi (pilastri, travi, telai, solai, balconi, scale, muri) o di tutta la selezione. La copia può essere ripetuta utilizzando il tasto destro del mouse e modificando le coordinate di destinazione. Cliccando su "Definizione grafica" è possibile disegnare ull'input grafico la linea grafica da seguire per la copia.

Nel campo "Operazione" è possibile scegliere tra "Spostamento" e "Rotazione". In quest'ultimo caso verranno attivati i campi utili alla definizione del centro di rotazione e l'angolo di cui ruotare la selezione.

1.4.2.21 Copia Piano

Questa funzione consente di copiare ciò che è contenuto in un piano agli altri piani. La funzione viene abilitata cliccando sul pulsante con la seguente icona:



È possibile effettuare la copia dei singoli elementi (pilastri, travi, telai, solai, balconi, scale, muri) o di tutto il piano. La scelta degli elementi da copiare, del piano sorgente e dei piani di destinazione viene fatta nella seguente maschera:



1.4.2.22 Cancella Elementi

Tramite questo comando è possibile cancellare elementi dello stesso tipo racchiusi nel box di selezione, realizzato cliccando con il tasto sinistro del mouse in modo da disegnare la diagonale del box. La funzione viene abilitata cliccando sul pulsante con la seguente icona:



Al termine della definizione del box compare la maschera contenente la lista degli elementi da cancellare:



Cliccando sulla casella di selezione è possibile selezionare o deselectare gli elementi della lista. Alcun commento sulla maschera risulta superfluo.

1.4.2.23 Sposta struttura

Consente di spostare tutta la struttura di una quantità definita. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



I parametri utili allo spostamento sono definibili dalla seguente maschera:



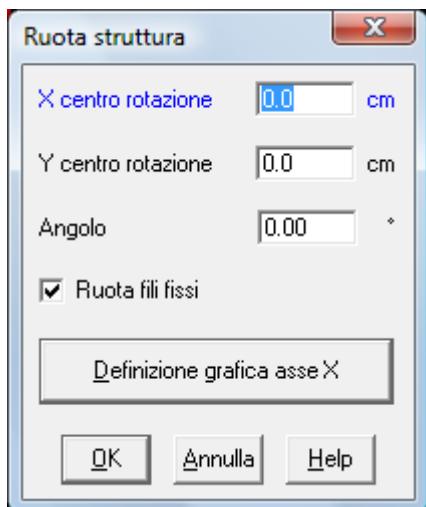
Il comando "Selezione grafica di nuova origine" consente di impostare il valore dell'origine delle coordinate cliccando direttamente sul piano o sul filo fisso che identifica la posizione scelta.

1.4.2.24 Ruota struttura

Consente di ruotare tutta la struttura di un angolo definito. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



I parametri utili alla rotazione sono definibili dalla seguente maschera:



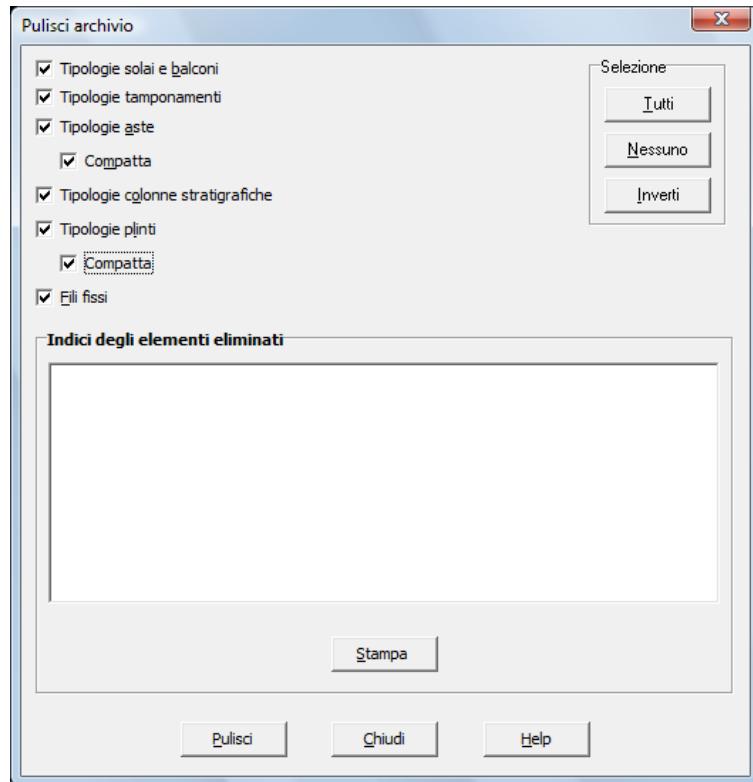
Il pulsante "Definizione grafica asse X" consente di ruotare la struttura, definendo il centro e l'angolo di rotazione mediante il comando grafico. Il centro di rotazione viene indicato al primo click. Il secondo click definisce il punto di passaggio dell'asse X nel verso positivo.

1.4.2.25 Pulisci archivio

Consente di eliminare dall'archivio tutti gli elementi creati ma non utilizzati. Il comando si attiva dalla seguente icona:



Al click verrà visualizzata la seguente maschera:



La scelta sugli elementi da eliminare può ricadere tra:

1. Tipologie solai e balconi;
2. Tipologie aste;
3. Tipologie colonne stratigrafiche;
4. Tipologie plinti;
5. Fili fissi.

Una volta cliccato il pulsante Pulisci (disattivato dopo la pulitura completa), sarà possibile visualizzare o stampare il resoconto degli elementi eliminati, descritti nell'apposito spazio al centro della maschera.

1.4.2.26 Evidenzia elementi

Consente di evidenziare, utilizzando la colorazione gialla, la tipologia di elemento selezionandola nella maschera presente sulla parte destra dello schermo. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



La scelta ricade tra i seguenti tipi di elementi:

- **Sezioni;**
- **Plinti;**
- **Clis;**
- **Acciaio;**
- **Legno;**
- **Muratura;**
- **Solai;**
- **Strati;**
- **Ferri.**

L'operazione di "filtro" tra le tipologie disponibili, viene effettuata dal menu a tendina posizionata sotto la lista degli elementi.

Questa funzione è attiva anche nell'ambiente "Modellazione 3D".

1.4.2.27 Misura Distanza

Consente di misurare la distanza tra due fili fissi. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



La misurazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse sui fili fissi desiderati. I valori misurati compariranno nella seguente maschera:



1.5 Modellazione 3D.

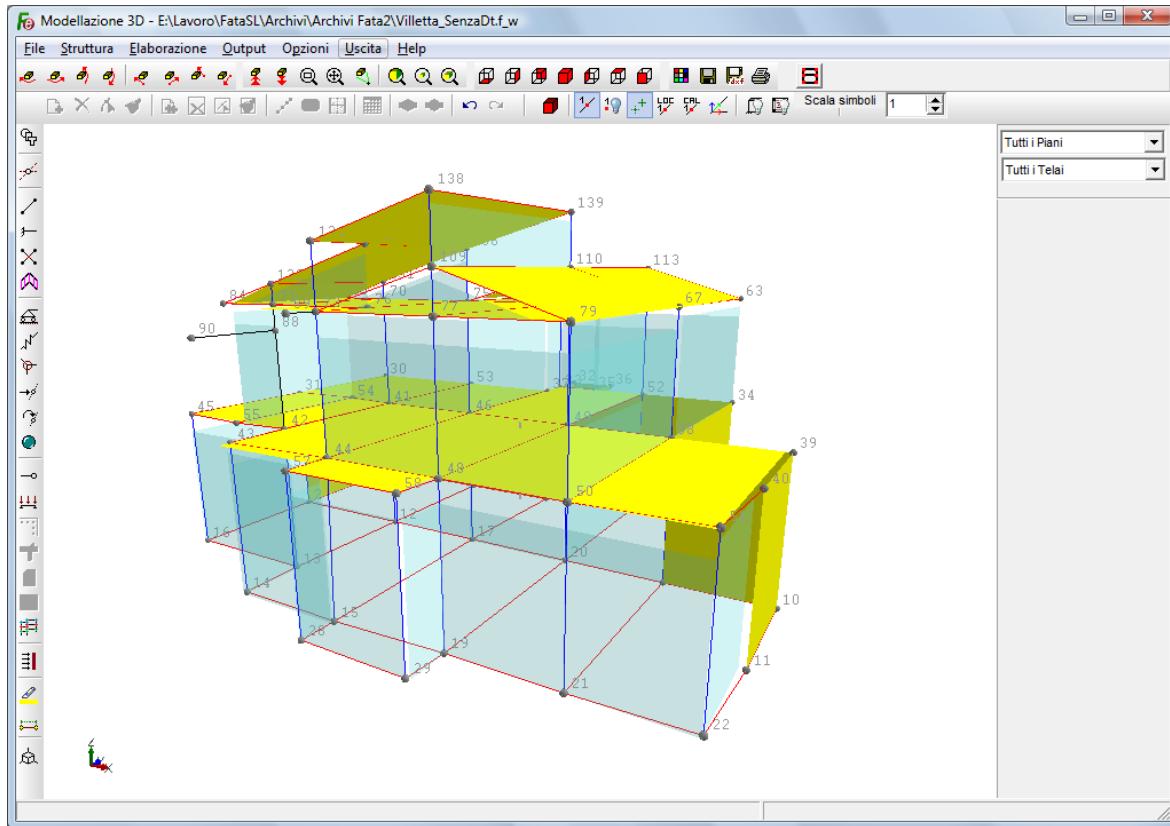
Oltre all'input per impalcati descritto nel capitolo precedente FaTA-e è corredata di un ambiente di modellazione tridimensionale utile al completamento delle parti di struttura per le quali una visualizzazione piana diventa insufficiente.

Nella "Modellazione 3D" la struttura viene rappresentata in tridimensionale nella sua interezza. È possibile, tuttavia, impostare la visualizzazione filiforme o come elementi solidi. Nella visualizzazione vengono eliminati pannelli di carico, solai e platee.

L'ambiente tridimensionale consente l'introduzione di nodi, aste, controventi, mensole, vincoli esterni e interni, molle, nodi master, carichi ripartiti, forze e coppie concentrate. L'ambiente di modellazione si raggiunge cliccando sul menù "Struttura" (Alt + S) e scegliendo la voce "Modellazione 3D" oppure cliccando sulla seguente icona:



Questa operazione apre la seguente finestra:



Oltre ai menu utili a passare alle altre sezioni dell'input già descritte precedentemente (riportati anche nell'input grafico) sono presenti i comandi di visualizzazione 3D, per i quali si rimanda al relativo capitolo.

1.5.1 Comandi della “Modellazione 3D”.

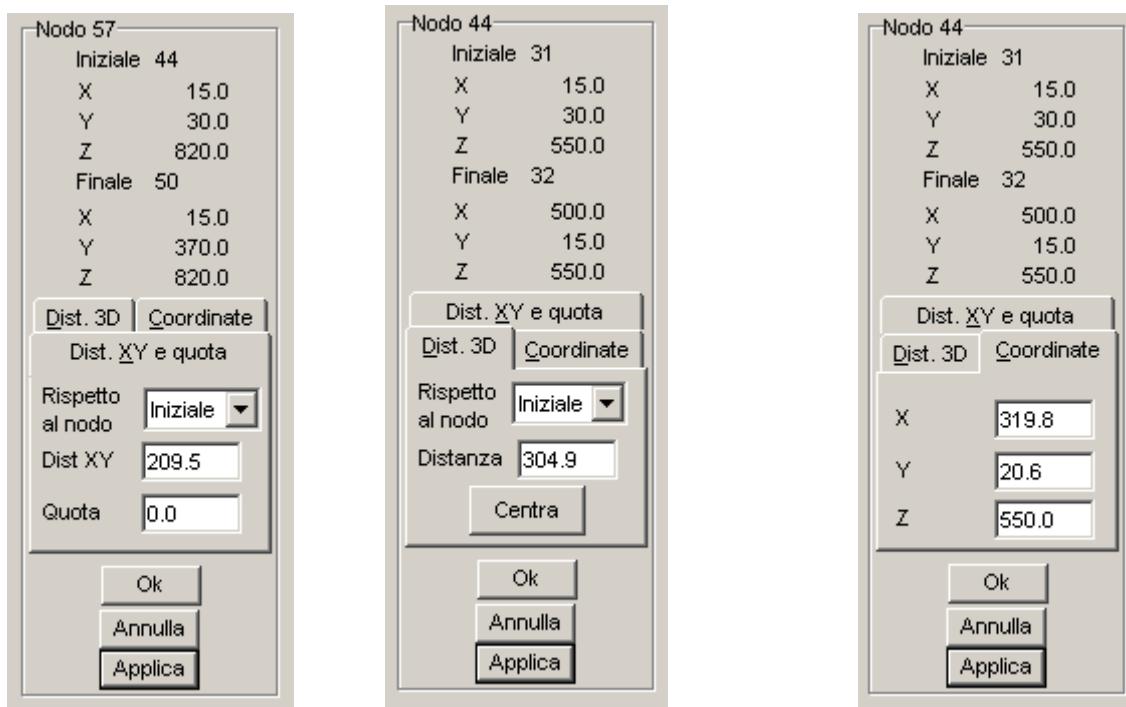
Nella presente sezione del manuale d'uso verranno trattati i comandi utili all'introduzione degli elementi strutturali e di modellazione della struttura contenuti nell'ambiente di modellazione tridimensionale.

1.5.1.1 Nodi

Consente di dividere l'asta selezionata attraverso l'introduzione di nodi. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



L'operazione si attua cliccando sull'asta. Al click sul lato destro della finestra compare la seguente maschera:



Nell'ambiente sono presenti le indicazioni sui nodi (iniziale e finale) dell'asta selezionata. Il posizionamento del nodo può essere attuato in modi diversi e con diversi parametri di riferimento:

- **Distanza XY e quota.**

Nodo dal quale “misurare” le distanze da introdurre;
 La distanza in pianta dal nodo scelto;
 La quota dal nodo scelto.

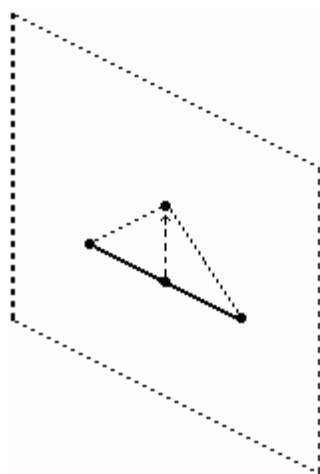
- **Distanza 3D.**

Nodo dal quale “misurare” le distanze da introdurre;
 Distanza lungo l'asta dal nodo scelto;
 Posiziona il nodo al centro dell'asta.

- **Coordinate.**

Coordinate del nodo da inserire.

Il nodo aggiunto può essere spostato solo nel piano verticale contenente l'asta sulla quale si è aggiunto il nodo:



Tutti i dati immessi vengono confermati attraverso il tasto “Applica”.

Il comando  “Spezza aste in parti uguali” consente di inserire un set di nodi su un’asta dividendola nel numero di parti voluto.

Scegliendo il modo input “N. tratti” l’asta selezionata verrà divisa in un numero di parti uguali scelto dall’utente. Con il modo “Passo” verrà calcolato il numero di parti in modo tale da avvicinarsi il più possibile alla lunghezza inserita in centimetri dall’utente. Nel caso di andamento ad arco, verrà tenuto conto della curvatura dell’elemento.



Selezionando il campo “Arco” è possibile modellare l’elemento secondo un arco passante per tre punti. I punti utili sono i due estremi dell’asta e il punto identificato dalle distanze relative (rispetto al nodo iniziale o finale, secondo la scelta nel menu a tendina) DX Loc e DZ Loc.

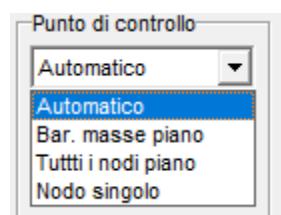
Selezionando le singole aste saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo “Il motore di calcolo”.

1.5.1.2 Punto di controllo

Nel caso di **analisi statica non lineare**, è possibile scegliere la modalità di selezione del punto di controllo della curva pushover. La funzione viene attivata dalla seguente icona:

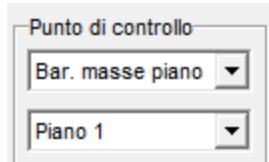


La scelta viene effettuata agendo dal menu a tendina che viene visualizzato sulla parte destra della schermata:



Il funzionamento delle varie opzioni è il seguente:

- **Automatico** : sceglie il nodo di calcolo più in alto e più vicino al baricentro;
- **Bar. Masse piano** : sceglie il nodo più vicino al baricentro delle masse al piano scelto;



- **Tutti i nodi piano** : sceglie tutti i nodi del piano scelto (vedi metodo [Nodi multipli](#));
- **Nodo singolo** : consente la scelta manuale di uno dei nodi della struttura.

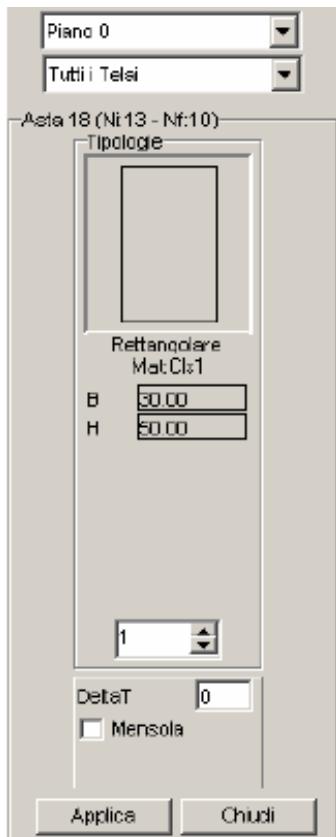
La scelta va confermata cliccando sul pulsante “Applica”.

1.5.1.3 Aste

Consente di inserire un'asta tra due nodi qualsiasi della struttura. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



L'operazione si attua cliccando sui nodi interessati dall'asta. Sul lato destro della finestra compare la seguente maschera:



In questa sezione è possibile scegliere la **sezione** da assegnare all'asta, lo **stress termico** costante e la variabile che descrive l'asta come di tipo **“Mensola”**.

La scelta di trave tipo “mensola” è utile per generare il carico associato al sisma verticale in base alle indicazioni riportate nell'Ordinanza 3274. Inoltre la trave tipo mensola viene verificata e graficizzata (generazione delle armature longitudinali e delle staffe) in maniera particolare rispetto ad una trave di campata.

L'introduzione delle aste può avvenire tra due nodi qualsiasi presenti nella struttura.

Selezionando le singole aste saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo "Modellazione e analisi agli elementi finiti".

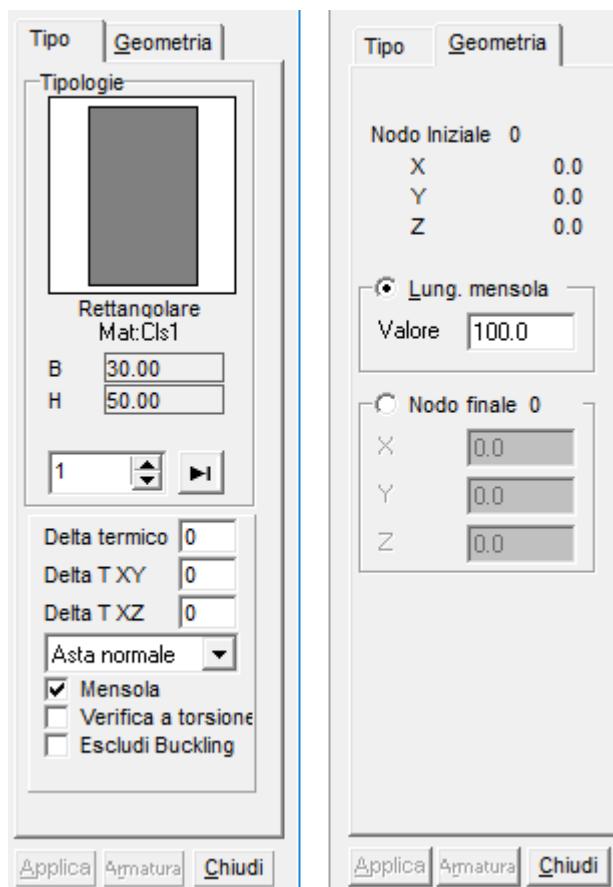
1.5.1.4 Mensole

Consente di inserire una mensola. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



L'operazione si attua cliccando su due nodi consecutivi. La mensola sarà aggiunta sul secondo nodo scelto, mentre il primo nodo serve per definire la direzione nello spazio.

Sul lato destro della finestra compare la seguente maschera:



Dal pannello "Tipo" è possibile scegliere la sezione da assegnare all'asta, lo stress termico costante e la variabile che descrive l'asta come di tipo "Mensola".

La scelta di trave tipo "mensola" è utile per generare il carico associato al sisma verticale in base alle indicazioni riportate nell'Ordinanza 3274. Inoltre la trave tipo mensola viene verificata e graficizzata (generazione delle armature longitudinali e delle staffe) in maniera particolare rispetto ad una trave di campata.

Dal foglio "Geometria" si può scegliere la lunghezza della mensola oppure si possono inserire le coordinate del nodo aggiuntivo.

1.5.1.5 Controventi

Consente di inserire un gruppo di aste conformate come controventature. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



L'operazione si attua cliccando su due aste non consecutive. Sul lato destro della finestra compare la seguente maschera:



In questa sezione è possibile scegliere la **sezione** da assegnare all'asta e lo **stress termico** costante agente sul controvento.

Le opzioni di inserimento dei controventi sono le seguenti:

- Escludi nodo centrale
- Escludi cerniere al nodo centrale

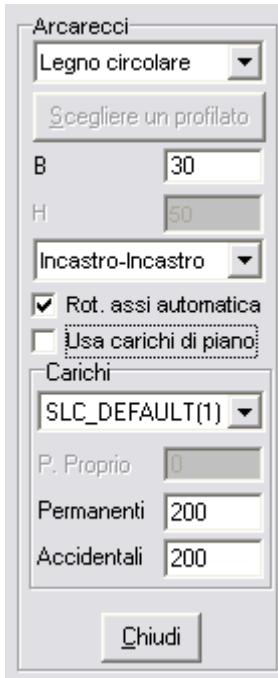
La prima consente di inserire due aste di controvento non collegate da alcun sistema al centro (opzione particolarmente utile in caso di utilizzo di analisi con elementi a comportamento monolatero). La seconda consente, in caso di presenza del nodo centrale, di elaborare un vincolo relativo di incastro perfetto tra le aste.

1.5.1.6 Arcarecci

Consente di introdurre automaticamente arcarecci metallici tra due travature reticolari parallele e della stessa tipologia. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Al Click viene visualizzata, sul lato destro dello schermo, la seguente maschera:



È possibile scegliere arcarecci in acciaio o in legno. Nel caso si scelga "Acciaio" verrà attivata la possibilità di scelta del profilato da associare agli arcarecci.

Cliccando sul tasto **"Scegliere un profilato"** viene visualizzato l'ambiente **"Editor Profilati"** in cui è possibile selezionare la tipologia di profilato da inserire come arcarecci.

Nel caso di arcarecci in legno di sezione rettangolare saranno attivati i campi relativi alle dimensioni B ed H. Per arcarecci a sezione circolare il campo "B" è indicativo del diametro.

La definizione dei carichi avviene facendo riferimento ai valori di default definiti in **"Tipologie solai"** oppure, deselezionando la voce **"Usa carichi di piano"** è possibile sbloccare i campi relativi a peso proprio, carico permanente e accidentale e introdurre dei valori personalizzati. I valori vengono inseriti in daN/m².

È possibile scegliere tra tre tipologie di vincoli di estremità:

- Incastro - Incastro
- Cerniera - Cerniera
- Cerniera - Carrello

L'introduzione viene completata cliccando sulle due travature reticolari da collegare con gli arcarecci. L'inserimento avviene tra i nodi superiori delle travature reticolari selezionate.

Il programma provvede ad orientare automaticamente la sezione degli arcarecci in base alla pendenza della falda, e ad inserire le cerniere agli estremi (opzionali attraverso il campo "Inserisci cerniere").

Selezionando le singole aste saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo "Il motore di calcolo".

1.5.1.7 Vincoli esterni e cedimenti vincolari

Consente la gestione dei vincoli in modo da interagire con il modello strutturale e creare le condizioni di vincolo ai nodi esterni. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Alla pressione del tasto vengono attivate le seguenti funzioni:

 **Introduci** : Consente l'introduzione del vincolo fisso configurato direttamente sul nodo selezionato. L'introduzione è resa effettiva anche se non viene premuto il tasto "Applica".

 **Cancella** : Consente la cancellazione di un vincolo fisso. La cancellazione avviene cliccando direttamente sul nodo desiderato.

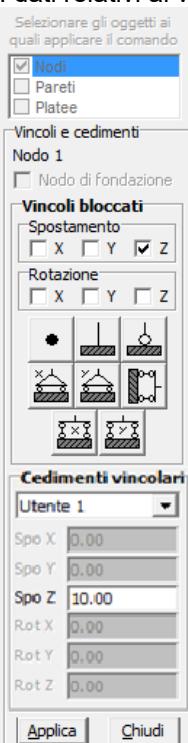
 **Modifica** : Consente la modifica della configurazione dei vincoli. Alla selezione del nodo desiderato vengono visualizzate, nell'apposito frame, le condizioni di vincolo correnti. A questo punto è possibile agire sulle varie componenti di spostamento. La modifica è subordinata alla pressione del tasto "Applica".

 **Introduci multiplo** : Consente l'introduzione dello stesso tipo di vincolo a più nodi contemporaneamente, racchiudendo i nodi voluti nell'apposito box di selezione. Questo comando è molto utile se accoppiato all'utilizzo della visualizzazione parziale per livelli o telai della struttura.

 **Cancella box** : Consente la cancellazione dei vincoli relativi ai nodi selezionati attraverso il box di selezione.

 **Modifica box** : Consente la modifica dei vincoli relativi ai nodi selezionati attraverso il box di selezione.

I dati relativi ai vincoli vengono visualizzati nel frame che compare sul lato destro dello schermo:



Il comando, se utilizzato su piastre associa il vincolo scelto a tutti i nodi della piastra. Per le piastre non sono presenti i cedimenti vincolari. Cliccando sulle apposite caselle è possibile bloccare singolarmente ogni spostamento nodale. È anche possibile utilizzare le configurazioni predefinite secondo vari tipi di vincolo:



Non assegna alcun vincolo agli spostamenti nodali.



Blocca tutti gli spostamenti nodali.



Blocca gli spostamenti traslazionali e lascia liberi quelli rotazionali.



Simula il comportamento di un carrello disposto nel piano X-Z avente l'asse diretto lungo Z.



Simula il comportamento di un carrello disposto nel piano Y-Z avente l'asse diretto verso Z.



Simula il comportamento di un bipendolo nel piano X-Z avente l'asse diretto verso Z.

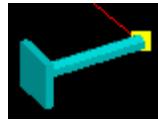


Simula il comportamento di un bipendolo nel piano Y-Z avente l'asse diretto verso Z.

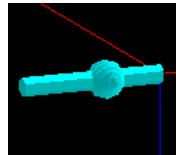


Simula il comportamento di un bipendolo avente l'asse giacente sul piano orizzontale.

I singoli cinematismi traslazionali bloccati vengono contrassegnati con il seguente simbolo:



I singoli cinematismi rotazionali bloccati vengono contrassegnati con il seguente simbolo:



Relativamente agli spostamenti bloccati, è possibile assegnare dei cedimenti vincolari imposti. Per il nodo corrente verranno attivati solo i campi con il vincolo inserito:



La corrispondente azione utente a cui assegnare i cedimenti viene scelta dall'utente in base alla definizione effettuata nell'ambiente di gestione delle condizioni e combinazioni:

Combinazioni di carico			
Combinazioni	Destinazione d'uso	Dati condizioni	
Azione	Masterizzata	Tipo	Durata
C. perm.(Gk1)	<input type="checkbox"/>	----	----
C. p. non str.(Gk2)	<input type="checkbox"/>	----	----
C. ese.(Qk)	<input type="checkbox"/>	----	----
Delta T(DT)	<input type="checkbox"/>	----	----
Tors. acc. X(Mx)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Tors. acc. Y(My)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma X	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma Y	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma Z	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Utente 1	<input type="checkbox"/>	Cedimenti vincolari	Permanente
Utente 2	<input type="checkbox"/>	Ignora	Permanente

1.5.1.8 Molle

Consente la gestione delle rigidezze nodali aggiuntive utili a modellare molle disposte secondo i cinematicismi di ogni singolo nodo. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Alla pressione del tasto vengono attivate le seguenti funzioni:

 **Introduci** : Consente l'introduzione di una serie di molle (traslazionali e rotazionali) direttamente sul nodo selezionato. L'introduzione è resa effettiva anche se non viene premuto il tasto "Applica".

 **Cancella** : Consente la cancellazione di tutte le molle presenti su un nodo. La cancellazione avviene cliccando direttamente sul nodo desiderato.

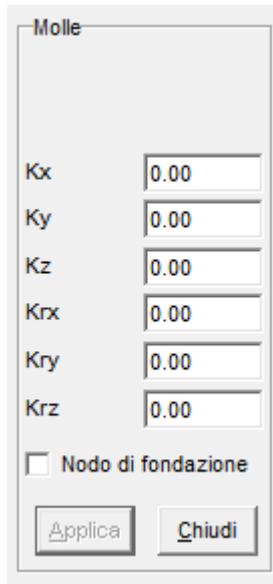
 **Modifica** : Consente la modifica dei valori di rigidezza precedentemente applicate ai nodi. Alla selezione del nodo desiderato vengono visualizzate, nell'apposito frame, i valori correnti. A questo punto è possibile agire sui vari campi. La modifica è subordinata alla pressione del tasto "Applica".

 **Introduci multiplo** : Consente l'introduzione dello stesso tipo di molle a più nodi contemporaneamente, racchiudendo i nodi voluti nell'apposito box di selezione. Questo comando è molto utile se accoppiato all'utilizzo della visualizzazione parziale per livelli o telai della struttura.

 **Cancella box** : Consente la cancellazione delle molle presenti ai nodi selezionati attraverso il box di selezione.

 **Modifica box** : Consente la modifica dei valori di rigidezza precedentemente applicate ai nodi selezionati attraverso il box di selezione.

I dati relativi alle molle vengono visualizzati nel frame che compare sul lato destro dello schermo:



1.5.1.9 Master/Slave

Consente la gestione degli impalcati rigidi attraverso le relazioni cinematiche master-slave descritte nell'apposito paragrafo contenuto nel capitolo "Il motore di calcolo". La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Di default il programma predispone un master per ogni impalcato e associa tutti i nodi dell'impalcato come "slave", ossia legati al master per i tre gradi di libertà nel piano orizzontale (spostamento lungo x, spostamento lungo y e rotazione attorno a z del sistema di riferimento globale). Se necessario è possibile intervenire sulla definizione dei master agendo sul pulsante "Master/Slave" presente nell'ambiente "Modellazione 3D".

Cliccando sul pulsante saranno visualizzati tutti i master della struttura (uno per impalcato), e si potrà intervenire sul master cancellandolo (rendendo così l'impalcato privo di qualsiasi masterizzazione (quindi deformabile) oppure cancellare alcuni slave lasciando l'impalcato parzialmente deformabile e parzialmente indeformabile. E' possibile inoltre introdurre nuovi master e associare gli slave di pertinenza.

Alla pressione del tasto vengono attivate le seguenti funzioni:



Introduci : Consente la creazione di un nodo master relativamente ai nodi selezionati cliccando direttamente con il mouse. I nodi scelti vengono collegati attraverso una polilinea. La creazione del master avviene confermando alla fine della selezione con il tasto destro del mouse.



Cancella : Consente la cancellazione di un nodo master o l'esclusione di un nodo slave dal gruppo di nodi associati ad un master. Nel primo caso l'eliminazione del master avviene cliccando direttamente su nodo da cancellare, nel secondo caso basta cliccare sul nodo voluto per escluderlo dal gruppo corrente e liberarlo da ogni relazione master-slave.



Modifica : Consente di modificare l'assegnazione del master corrente aggiungendo ulteriori nodi liberi. Per fare ciò cliccare sul nodo master e successivamente sui nodi da assegnare a quel master. Per rendere attive le modifiche concludere la polilinea utilizzando il tasto destro del mouse. La stessa funzione può essere effettuata invertendo le operazioni. Ovvero cliccando prima sui nodi da assegnare a poi sul master.



Introduci multiplo : Consente la creazione di un master mediante la selezione a box dei nodi desiderati.



Cancella box : Consente di liberare dal master un gruppo di nodi selezionati attraverso il box di selezione.



Modifica box : Consente di modificare il master assegnato ad un gruppo di nodi. Per realizzare la modifica basta racchiudere nel "box di selezione" i nodi da modificare e il nodo master a cui riferire i nodi scelti.

I nodi master sono nodi aggiuntivi a quelli strutturali, contrassegnati con un asterisco di colore rosso. Il codice identificativo di un nodo master è formato dalla lettera "M" più un numero progressivo.

1.5.1.10 Definizione Piani di calcolo

Consente di definire i piani reali della struttura analizzata. Spesso è necessaria la definizione di piani di input al fine della completa modellazione della struttura (ad esempio per piani sfalsati, tetti su più falde, scale, ecc...). Tali piani risulterebbero non fisicamente coincidenti con i piani di calcolo reali relativi alla ripartizione dell'azione sismica.

La definizione è utile al calcolo dei baricentri di piano e alla ripartizione dell'azione sismica equivalente. Inoltre nell'ambito dell'esportazione dei parametri richiesti da sistema informativo della Regione Calabria (SI-ERC) consente di "organizzare" i dati compatibilmente con lo stesso.

La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Di default il software definisce un piano di calcolo reali per ogni impalcato di input. E' possibile realizzare piani di calcolo anche selezionando nodi a quote e piani di input diverse.



E' importante evidenziare che la definizione dei piani di calcolo reale non sostituisce le relazioni Master/Slave relative all'impalcato rigido. I piani di calcolo reale possono essere anche dei piani deformabili e la loro definizione è fondamentale ai fini dei risultati di calcolo nell'ambito delle azioni sismiche statiche equivalenti. La definizione dei piani reali influenza sull'azione sismica statica, sull'eccentricità tra baricentro delle masse e delle rigidezze, e di conseguenze sui risultati di calcolo. E' opportuno pertanto controllare nel dettaglio la scelta eseguita.

Cliccando sul pulsante saranno visualizzati tutti i nodi di impalcato di calcolo rappresentativi della struttura, e si potrà intervenire cancellandolo oppure cancellare alcuni nodi associati.

E' possibile inoltre introdurre nuovi nodi di impalcato reale e associare i nodi strutturali di pertinenza.

Alla pressione del tasto vengono attivate le seguenti funzioni:



Introduci : Consente la creazione di un piano di calcolo reale relativamente ai nodi selezionati cliccando direttamente con il mouse. I nodi scelti vengono collegati attraverso una polilinea. La creazione del piano di calcolo avviene confermando alla fine della selezione con il tasto destro del mouse.



Cancella : Consente la cancellazione di un piano di calcolo reale o l'esclusione di un nodo strutturale dal gruppo di nodi associati ad un piano. Nel primo caso l'eliminazione del piano di calcolo reale avviene cliccando direttamente su nodo di piano (simbolo asterisco in verde) da

cancellare, nel secondo caso basta cliccare sul nodo voluto per escluderlo dal gruppo corrente e liberarlo da ogni relazione di piano.

 **Modifica** : Consente di modificare l'assegnazione del piano di calcolo reale corrente aggiungendo ulteriori nodi strutturali. Per fare ciò cliccare sul nodo di piano e successivamente sui nodi da assegnare a quel piano di calcolo reale. Per rendere attive le modifiche concludere la polilinea utilizzando il tasto destro del mouse. La stessa funzione può essere effettuata invertendo le operazioni. Ovvero cliccando prima sui nodi da assegnare a poi sul piano di calcolo reale.

 **Introduci multiplo** : Consente la creazione di un piano di calcolo reale mediante la selezione a box dei nodi desiderati.

 **Cancella box** : Consente di eliminare dal piano di calcolo reale un gruppo di nodi selezionati attraverso il box di selezione.

 **Modifica box** : Consente di modificare il master assegnato ad un gruppo di nodi. Per realizzare la modifica basta racchiudere nel “box di selezione” i nodi da modificare e il nodo master a cui riferire i nodi scelti.

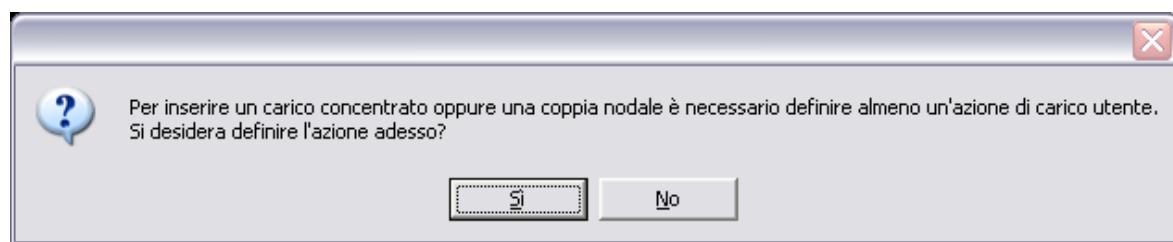
I nodi di piano di calcolo reale non sono nodi di calcolo aggiuntivi a quelli strutturali. La loro posizione è solo simbolica per la gestione del piano. Il codice identificativo del piano di calcolo reale è formato dalle lettere “PR” più un numero progressivo.

1.5.1.11 Carichi concentrati

Consente la gestione delle forze nodali dirette secondo le tre direzioni del sistema di riferimento globali. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Se non è stata definita un “Azione” nell’ambiente “Combinazioni”, il programma apre automaticamente l’apposita sezione dopo aver chiesto conferma attraverso il seguente messaggio:



Sull’aggiunta di una condizione di carico si rimanda al paragrafo relativo alle “Combinazioni di carico”.

Alla pressione del comando descritto, viene visualizzata sul lato destro dello schermo la seguente maschera:



I tasti attivati dalla funzione sono:

 **Introduci** : Consente l'introduzione di una o più forze (in direzione x,y,z globale) cliccando direttamente sul nodo stesso con il tasto sinistro del mouse.

 **Cancella** : Consente la cancellazione di tutte le forze presenti cliccando direttamente sul nodo voluto.

 **Modifica** : Consente la modifica delle forze presenti su di un nodo. Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica".

 **Introduci multiplo** : Consente l'introduzione delle stesse forze su un gruppo di nodi racchiusi nel "box di selezione". Dopo aver introdotto i valori da applicare basta realizzare la selezione a box racchiudendo i nodi voluti.

 **Cancella box** : Consente la cancellazione delle forze presenti sui nodi racchiusi nel box di selezione.

 **Modifica box** : Consente la modifica delle forze presenti su di un gruppo di nodi. Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica". Se sui nodi scelti erano presenti valori tra loro diversi, attraverso la modifica vengono uniformati al valore inserito.

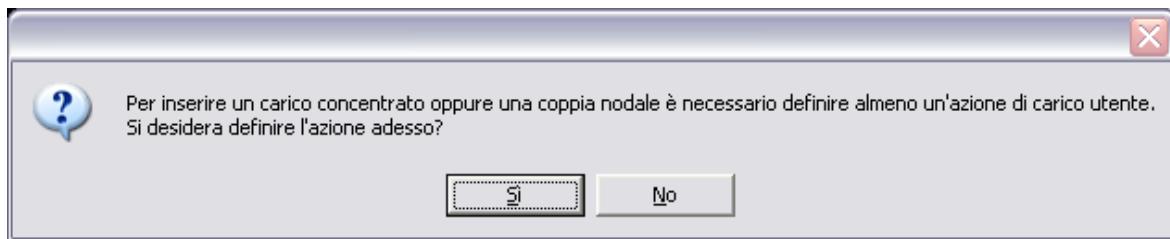
Le forze vengono associate all'"Azione" utente visualizzata nel menu a tendina presente sopra i valori numerici relativi alle forze.

1.5.1.12 Coppie concentrate

Consente la gestione delle coppie nodali dirette intorno alle tre direzioni del sistema di riferimento globali. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Come per le forze nodali, se non è stata definita un "Azione" nell'ambiente "Combinazioni", il programma apre automaticamente l'apposita sezione dopo aver chiesto conferma attraverso il seguente messaggio:



Sull'aggiunta di una condizione di carico si rimanda al paragrafo relativo alle "Combinazioni di carico".

Alla pressione del tasto, sul lato destro dello schermo compare la seguente maschera:



I tasti attivati dalla funzione sono:

 **Introduci** : Consente l'introduzione di una o più coppie (intorno a x,y,z globale) cliccando direttamente sul nodo stesso con il tasto sinistro del mouse.

 **Cancello** : Consente la cancellazione di tutte le coppie presenti cliccando direttamente sul nodo voluto.

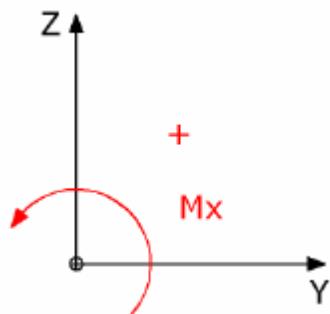
 **Modifica** : Consente la modifica delle coppie presenti su di un nodo. Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica".

 **Introduci multiplo** : Consente l'introduzione delle stesse coppie su un gruppo di nodi racchiusi nel "box di selezione". Dopo aver introdotto i valori da applicare basta realizzare la selezione a box racchiudendo i nodi voluti.

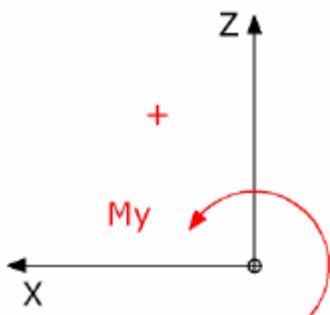
 **Cancello box** : Consente la cancellazione delle coppie presenti sui nodi racchiusi nel box di selezione.

 **Modifica box** : Consente la modifica delle coppie presenti su di un gruppo di nodi selezionati attraverso il "box di selezione". Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica". Se sui nodi scelti erano presenti valori tra loro diversi, attraverso la modifica vengono uniformati al valore inserito.

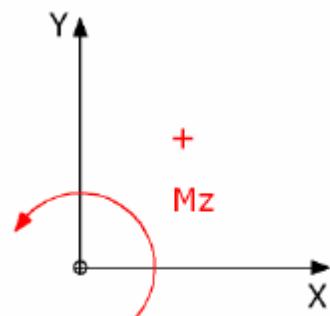
Il verso delle coppie è considerato positivo se antiorario. Per la coppia intorno ad X il verso positivo è quello evidenziato nella seguente figura, considerando l'asse X uscente dallo schermo:



Il verso delle coppie è considerato positivo se antiorario. Per la coppia intorno ad Y il verso positivo è quello evidenziato nella seguente figura, considerando l'asse Y uscente dallo schermo:



Il verso delle coppie è considerato positivo se antiorario. Per la coppia intorno ad Z il verso positivo è quello evidenziato nella seguente figura, considerando l'asse Z uscente dallo schermo:

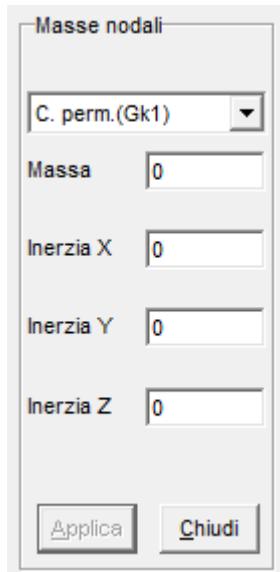


1.5.1.13 Masse nodali

Consente la gestione delle masse nodali utili, in fase di analisi dinamica modale, a modellare masse concentrate ai nodi. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Alla pressione del tasto sul lato destro dello schermo compare la seguente maschera:



I tasti attivati dalla funzione sono:

 **Introduci** : Consente l'introduzione di masse e inerzie ai nodi cliccando direttamente sul nodo stesso con il tasto sinistro del mouse dopo aver inserito i valori desiderati ai vari campi (massa e inerzia intorno a x, y, z).

 **Cancella** : Consente la cancellazione di tutte le masse presenti cliccando direttamente sul nodo voluto.

 **Modifica** : Consente la modifica dei valori di massa e inerzia presenti su di un nodo. Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica".

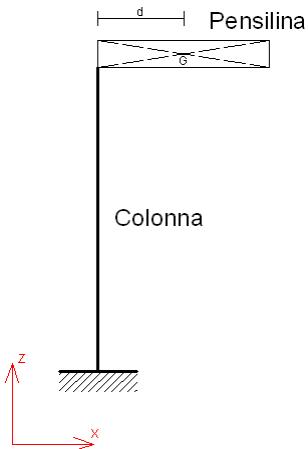
 **Introduci multiplo** : Consente l'introduzione degli stessi valori di massa e inerzia su un gruppo di nodi racchiusi nel "box di selezione". Dopo aver introdotto i valori da applicare basta realizzare la selezione a box racchiudendo i nodi voluti.

 **Cancella box** : Consente la cancellazione delle masse e inerzie presenti sui nodi racchiusi nel box di selezione.

 **Modifica box** : Consente la modifica dei valori di massa e inerzia presenti su di un gruppo di nodi selezionati attraverso il "box di selezione". Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica". Se sui nodi scelti erano presenti valori tra loro diversi, attraverso la modifica vengono uniformati al valore inserito.

Per capire il significato dei valori "Massa" e "Inerzia" riportiamo un piccolo esempio in modo da comprendere anche le unità di misura adottate.

Supponiamo di voler trasformare gli effetti della massa della pensilina sulla colonna.



La massa della pensilina può essere calcolata come:

$$\text{Massa} = \frac{\text{Peso [daN]}}{9.81} \quad [\text{KgM}]$$

È da notare che il valore dell'accelerazione di gravità deve essere obbligatoriamente in m/s^2 e il peso in daN, in quanto internamente vengono fatte le conversioni utili al solutore.
I valori d'Inerzia associati alla massa rispetto ai tre assi sono i seguenti:

$$\text{Inerzia}X = 0 \quad [\text{KgM} \cdot \text{m}^2]$$

$$\text{Inerzia}Y = \text{Massa} \cdot d^2 \quad [\text{KgM} \cdot \text{m}^2]$$

$$\text{Inerzia}Z = \text{Massa} \cdot d^2 \quad [\text{KgM} \cdot \text{m}^2]$$

La distanza del baricentro d deve essere misurata in m.

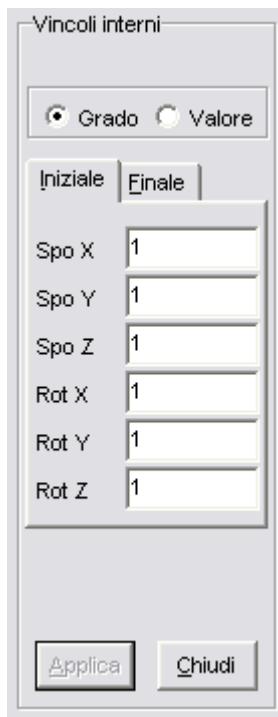
1.5.1.14 *Vincoli interni*

Consente la gestione delle condizioni interne di vincolo presenti tra le aste del modello. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Tali vincoli sono posti come delle sconnessioni tra il nodo e l'asta sulla quale la cerniera è applicata.

Alla pressione del tasto sul lato destro dello schermo compare la seguente maschera:



I tasti attivati dalla funzione sono:

 **Introduci** : Consente l'introduzione di una cerniera (intorno a x,y,z globale) cliccando direttamente sull'asta dal lato più vicino al nodo dove realizzare la cerniera interna.

 **Cancella** : Consente la cancellazione del vincolo interno presente cliccando sull'asta dal lato più vicino al nodo dove realizzare la cerniera interna.

 **Modifica** : Consente la modifica del vincolo interno presente cliccando sull'asta dal lato più vicino al nodo da modificare. Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica".

Dalla versione 21.2.0 è possibile definire condizioni di vincolo interno differenziate per grado o valore. Scegliendo l'opzione "grado" è possibile inserire il grado di vincolo (in rapporto alla rigidezza di vincolo perfetto) inserendo un valore numerico compreso tra 0 (corrispondente al tipo di vincolo "cerniera") e 1 (corrispondente al tipo di vincolo "incastro"). L'altra modalità di inserimento viene attuata inserendo il valore numerico della rigidezza interna dell'asta. In output entrambe le modalità vengono ricondotte alla determinazione del grado di vincolo rispetto a quella di incastro perfetto.

Selezionando le singole aste saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo "Il motore di calcolo".

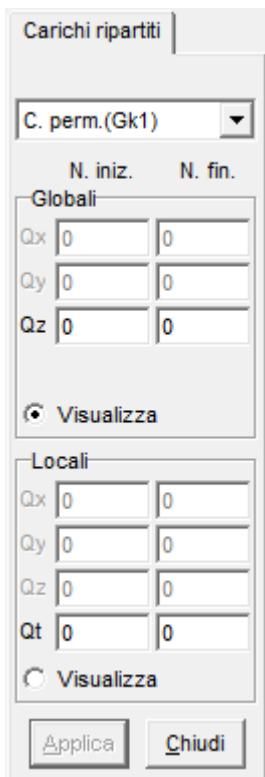
1.5.1.15 *Carichi ripartiti*

Consente la gestione dei carichi ripartiti (locali e globali) in modo da visualizzare i valori relativi a carichi permanenti e accidentali, e riempire con i carichi voluti le condizioni utente. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



La scelta della condizione a cui associare i carichi inseriti viene fatta dal menù a tendina relativa all'"Azione corrente".

Alla pressione del tasto sul lato destro dello schermo compare la seguente maschera:



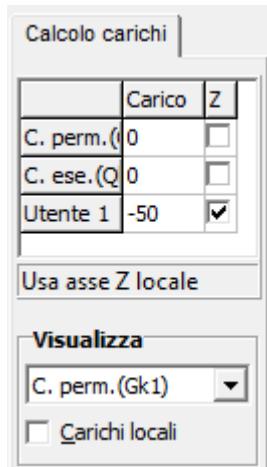
I tasti attivati dalla funzione sono:

 **Introduci** : Consente l'introduzione di una serie di carichi ripartiti (lungo a x,y,z globale, locale e un'azione torcente) cliccando direttamente sull'asta.

 **Cancella** : Consente la cancellazione dei carichi presenti cliccando sull'asta voluta. La cancellazione avverrà solo per le condizioni utente.

 **Modifica** : Consente la modifica dei valori di carico presenti sull'asta. Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica".
Selezionando le singole aste saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo "Il motore di calcolo".

 **Carico da superficie** : Consente di assegnare i carichi ripartiti alle aste selezionate, calcolandolo in funzione della superficie del piano formato dalle due aste. Attivando la funzione verranno visualizzati i seguenti dati:



I dati da scegliere al fine dell'utilizzo della funzione sono:

1. la condizione di carico da riempire (si ricorda che i carichi permanenti e d'esercizio sono utilizzabili solo per le "aste aggiunte");
2. Il valore del carico per unità di superficie;
3. La direzione locale del piano.

La direzione locale del piano viene identificata con la seguente logica:

1. asse X locale del piano coincidente con la direzione della prima asta selezionata;
2. asse Y locale del piano giacente sul piano stesso e di verso positivo diretto verso la seconda asta selezionata;
3. asse Z locale del piano diretto di conseguenza agli altri due assi in modo da formare una terna levogira.

Nel caso si utilizzi l'asse locale, il carico creato verrà assegnato e scomposto lungo gli assi del riferimento locale delle varie aste selezionate. Per la logica usata per creare il sistema di riferimento locale dell'asta si rimanda al paragrafo 2.3 del presente manuale.

Selezionando le singole aste saranno visualizzati i sistemi di riferimento locale descritti nel capitolo "Il motore di calcolo".

Contestualmente all'inserimento dei carichi è possibile scegliere quali condizioni di carico visualizzare.

1.5.1.16 Pretensione Tiranti

Consente l'assegnazione del valore di pretensione agli elementi in tipo "tirante". La funzione viene attivata dalla seguente icona:



La scelta della condizione a cui associare le pretensioni inseriti viene fatta dal menù a tendina relativa all'"Azione corrente".

Alla pressione del tasto sul lato destro dello schermo compare la seguente maschera:



I tasti attivati dalla funzione sono:

Introduci : Consente l'introduzione della pretensione cliccando direttamente sull'asta.

Cancellare : Consente la cancellazione della pretensione presente cliccando sull'asta voluta. La cancellazione avverrà solo per le condizioni utente.

Modifica : Consente la modifica dei valori di pretensione presenti sull'asta. Le modifiche sono rese effettive cliccando sul tasto "Applica".

Introduci multiplo : Consente l'introduzione degli stessi valori di pretensione su un gruppo di aste racchiuse nel "box di selezione". Dopo aver introdotto il valore da applicare basta realizzare la selezione a box racchiudendo i nodi voluti.

Cancellare box : Consente la cancellazione delle pretensioni per le aste racchiuse nel box di selezione.

Modifica box : Consente la modifica dei valori di pretensione di un gruppo di aste selezionate attraverso il "box di selezione".



L'inserimento della pretensione è possibile solo per le azioni utente definite come "Pretensione". La definizione deve essere effettuata dall'ambiente "Combinazioni di carico" presente nel menu "Struttura". La scelta viene effettuata dall'apposito menù a tendina presente nella scheda "Dati condizioni":

Combinazioni di carico			
Combinazioni	Destinazione d'uso	Dati condizioni	
Azione	Masterizzata	Tipo	Durata
C. perm.(Gk1)	<input type="checkbox"/>	----	----
C. p. non str.(Gk2)	<input type="checkbox"/>	----	----
C. ese.(Qk)	<input type="checkbox"/>	----	----
Delta T(DT)	<input type="checkbox"/>	----	----
Tors. acc. X(Mx)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Tors. acc. Y(My)	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma X	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma Y	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Sisma Z	<input checked="" type="checkbox"/>	----	----
Utente 1	<input type="checkbox"/>	Pretensione tiranti	Permanente
		<input type="button" value="Ignora"/> <input type="button" value="C. perm.(Gk)"/> <input type="button" value="C. ese.(Qk)"/> <input type="button" value="C. p. non str.(Gk2)"/> <input type="button" value="Vento"/> <input type="button" value="Neve"/> <input type="button" value="Cedimenti vincolari"/> <input style="background-color: #0070C0; color: white; border: 1px solid #0070C0; border-radius: 5px; padding: 2px 10px; font-weight: bold; font-size: 10px; margin-right: 10px;" type="button" value="Pretensione tiranti"/>	

1.5.1.17 Armature

Consente di assegnare le armature alle aste aggiunte nella “Modellazione 3D”. I comandi di inserimento di gestione dell’ambiente sono uguali a quelli già descritti per l’Input Grafico. Il comando “Ferri” attiva le seguenti funzioni:



Introduci : Consente la definizione delle armature cliccando direttamente sull’asta.



Cancella : Consente la cancellazione delle armature presenti cliccando sull’asta voluta.

1.5.1.18 Rinforzi FRP

Consente di gestire i consolidamenti in fibre “FRP” per gli elementi in calcestruzzo armato. Le funzionalità vengono attivate solo in presenza di calcolo di vulnerabilità sismica (PGA). I comandi di inserimento di gestione dell’ambiente sono simile a quelli già descritti per le altre funzioni. Le funzionalità vengono attivate dalla seguente icona:

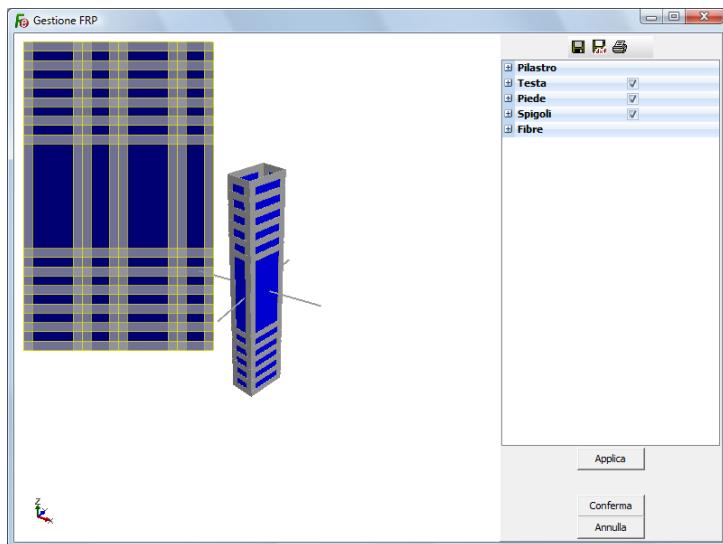


Il comando “FRP” attiva le seguenti funzioni:



Introduci : Consente la definizione delle caratteristiche delle fibre FRP cliccando direttamente sull’asta o sul nodo da consolidare (per i nodi si consiglia la visione filiforme).

Cliccando sui pilastri da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:



Le opzioni generali per il “**Pilastro**” sono:

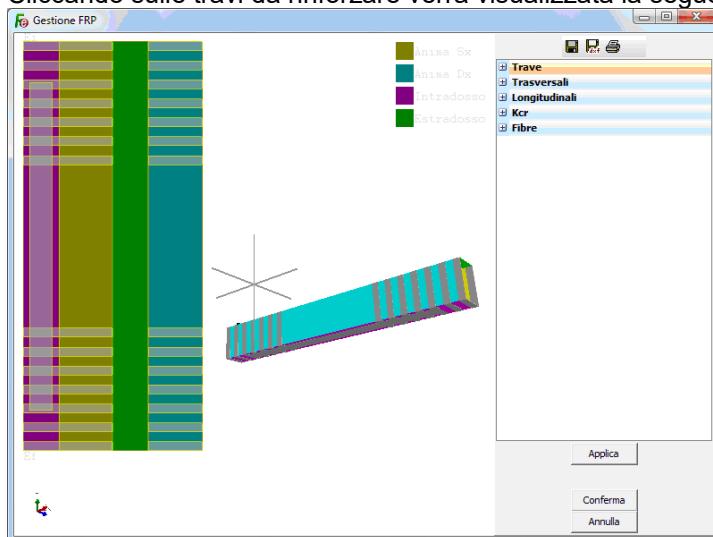
- Fasce discontinue (se selezionato imposta le fasce trasversali discontinue);
- Arrotondamento spigoli (valore dell’arrotondamento degli spigoli);
- Unico blocco (imposte le successive impostazioni relative a tutto il pilastro).

Per inserire le fibre di rinforzo trasversale nelle varie zone del pilastro spuntare l’apposito campo posto a fianco alla relativa zona.

Per ogni zona (testa, piede o blocco) è possibile definire:

- Luce (lunghezza in percentuale della zona da rinforzare a partire dall’estremo selezionato);
- Numero (numero totale delle strisce trasversali all’interno della zona selezionata);
- Larghezza (larghezza della singola striscia);
- Kcr (coefficiente di delaminazione dell’estremo);
- Numero Strati (numero degli strati di fibra da sovrapporre);
- Spessore Strati (spessore del singolo strati di fibra).

Cliccando sulle travi da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:



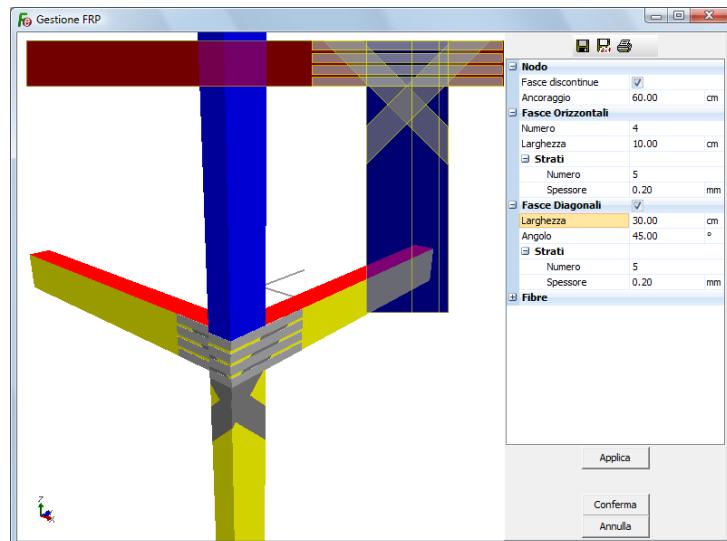
La gestione delle FRP è divisa in:

- Fibre trasversali;
- Fibre longitudinali

I campi in aggiunta al pilastro sono:

- Disposizione (tipo di disposizione: laterali, ad U, ad \cap , in avvolgimento);
- Altezza solai dx (altezza del solaio a destra della trave);
- Altezza solai sx (altezza del solaio a sinistra della trave);

Cliccando sui nodi da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:



Le opzioni generali per il “**Nodo**” sono:

- Fasce discontinue (se selezionato imposta le fasce orizzontali discontinue);
- Ancoraggio (valore dell'ancoraggio delle fasce sulle travi);

La gestione delle FRP per i nodi è divisa in:

- Fibre orizzontali;
- Fibre diagonali.

Per ogni tipo di disposizione è possibile definire:

- Numero;
- Larghezza;
- Strati.

 **Cancella** : Consente la cancellazione dei rinforzi presenti cliccando sull'elemento voluto.

1.5.1.19 Incamiciatura Acciaio

Consente di gestire i consolidamenti costituiti dal rinforzo in acciaio, solo per i pilastri in calcestruzzo armato. Le funzionalità vengono attivate solo in presenza di calcolo di vulnerabilità sismica (PGA).

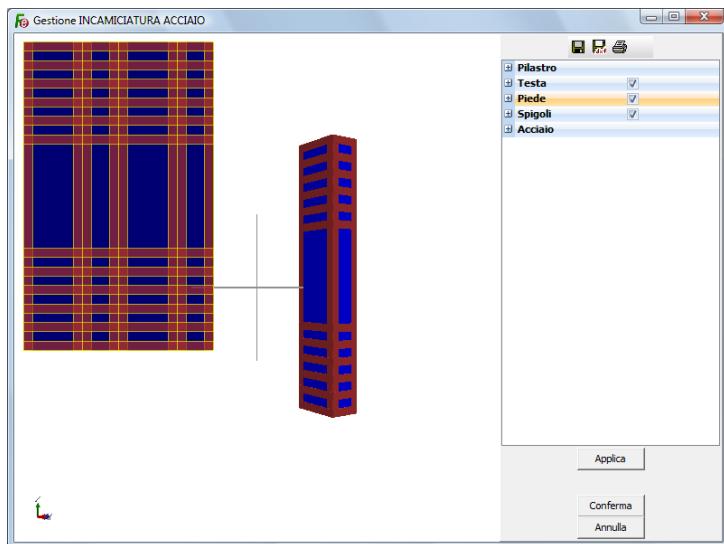
I comandi di inserimento di gestione dell'ambiente sono simile a quelli già descritti per le altre funzioni. Le funzionalità vengono attivate dalla seguente icona:



Il comando “Incamiciatura Acciaio” attiva le seguenti funzioni:

 **Introduci** : Consente la definizione delle caratteristiche del rinforzo cliccando direttamente sull'asta.

Cliccando sui pilastri da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:



Il commento dei campi è simile al caso delle fibre FRP.

 **Cancella** : Consente la cancellazione dei rinforzi presenti cliccando sull'asta voluta.

1.5.1.20 Rinforzi CAM®

Consente di gestire i consolidamenti costituiti dal rinforzi mediante l'utilizzo del metodo CAM®. L'implementazione del metodo in FaTA-e è stato effettuato con il supporto tecnico della Chimetec, azienda specializzata nell'applicazione del metodo.

Le funzionalità vengono attivate solo in presenza di calcolo di vulnerabilità sismica (PGA).

I comandi di inserimento di gestione dell'ambiente sono simili a quelli già descritti per le altre funzioni. Le funzionalità vengono attivate dalla seguente icona:

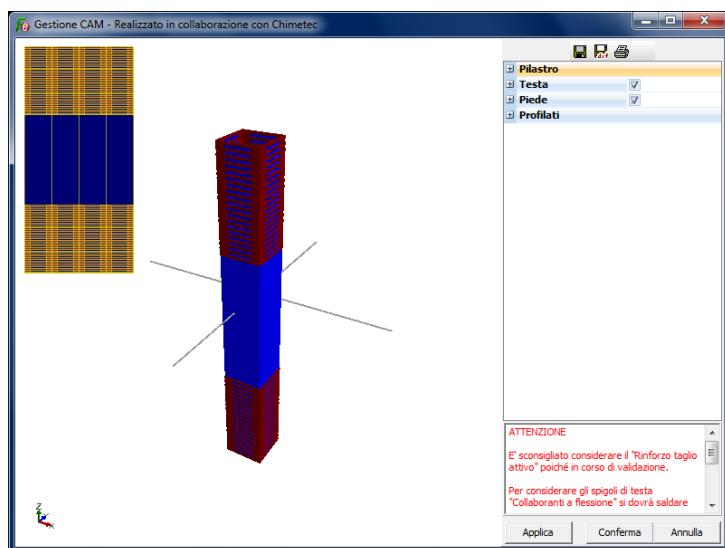


Il comando "Rinforzo CAM" attiva le seguenti funzioni:



Introduci : Consente la definizione delle caratteristiche del rinforzo cliccando direttamente sull'asta.

Cliccando sui pilastri da rinforzare verrà visualizzata la seguente maschera di inserimento dei dati:



Le opzioni generali per il **"Pilastro"** sono:

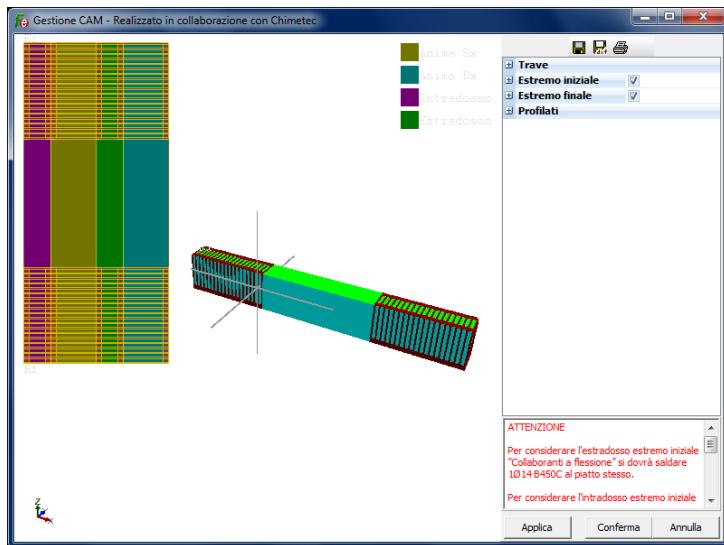
- Unico blocco (Imposta le successive impostazioni relative a tutto il pilastro);
- Rinforzo taglio attivo (utilizza l'intera sezione di nastri; se disattivato l'area di calcolo dei nastri a taglio sarà la metà).

Per inserire i rinforzi nelle varie zone del pilastro spuntare l'apposito campo posto a fianco alla relativa zona.

Per ogni zona (testa, piede o blocco) è possibile definire:

- Luce (Lunghezza in percentuale della zona da rinforzare a partire dall'estremo selezionato);
- Trasversali/Numero (numero totale delle strisce trasversali all'interno della zona selezionata);
- Trasversali/Larghezza (larghezza della singola striscia);
- Nastri/Avvolgimenti (Numero di avvolgimenti di ogni striscia);
- Nastri/Spessore (Spessore dei nastri);
- Nastri/Resistenza (Percentuale di resistenza da considerare per i nastri);
- Nastri/ftk (Resistenza a rottura dei nastri);
- Nastri/fyk (Resistenza a snervamento dei nastri);
- Numero barre ancoraggio;
- Diametro barre ancoraggio.

Inoltre è necessario definire il materiale dei profilati angolari posti agli spigoli dell'elemento. L'opzione "Collaboranti a flessione" consente di considerare come collegati i pressopiegati angolari, facendoli agire a partire dalla sezione di estremità. In tal caso il software suggerisce il diametro delle barre in B450C da saldare ed inghissare alla struttura esistente.



Le opzioni generali per il "**Trave**" sono:

- Disposizione (Sopra solaio e sotto solaio);
- Unico blocco (Imposta le successive impostazioni relative a tutto il pilastro);
- Altezza solaio (Spessore del solaio nel caso di "sotto solaio").
- Rinforzo taglio attivo (utilizza l'intera sezione di nastri; se disattivato l'area di calcolo dei nastri a taglio sarà la metà).

Per inserire i rinforzi nelle varie zone della trave spuntare l'apposito campo posto a fianco alla relativa zona.

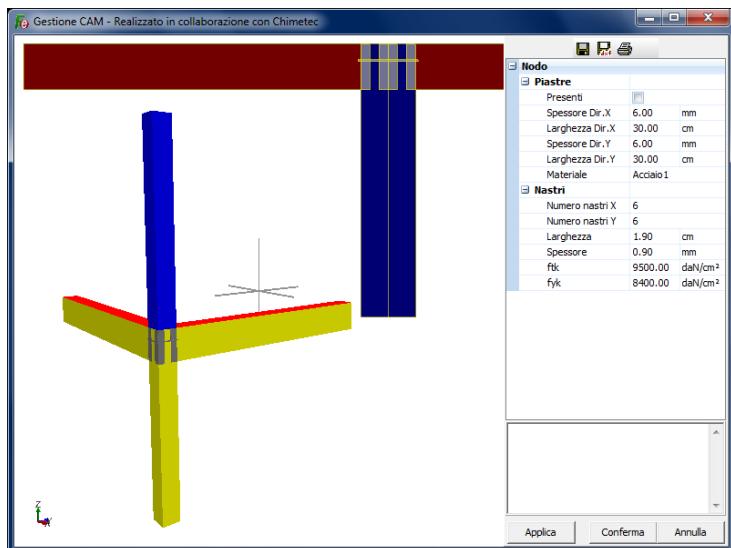
L'ancoraggio delle armature avviene mediante la presenza dei Dissipatori all'estremità delle travi.

Per ogni zona (Estremo iniziale e finale) è possibile definire:

- Luce (lunghezza in percentuale della zona da rinforzare a partire dall'estremo selezionato);
- Trasversali/Numero (numero totale delle strisce trasversali all'interno della zona selezionata);
- Trasversali/Larghezza (larghezza della singola striscia);
- Nastri/Avvolgimenti (Numero di avvolgimenti di ogni striscia);
- Nastri/Spessore (Spessore dei nastri);
- Nastri/Resistenza (Percentuale di resistenza da considerare per i nastri);
- Nastri/ftk (Resistenza a rottura dei nastri);
- Nastri/fyk (Resistenza a snervamento dei nastri);
- Numero barre ancoraggio;
- Diametro barre ancoraggio.

Inoltre è necessario definire il materiale dei profilati angolari posti agli spigoli dell'elemento.

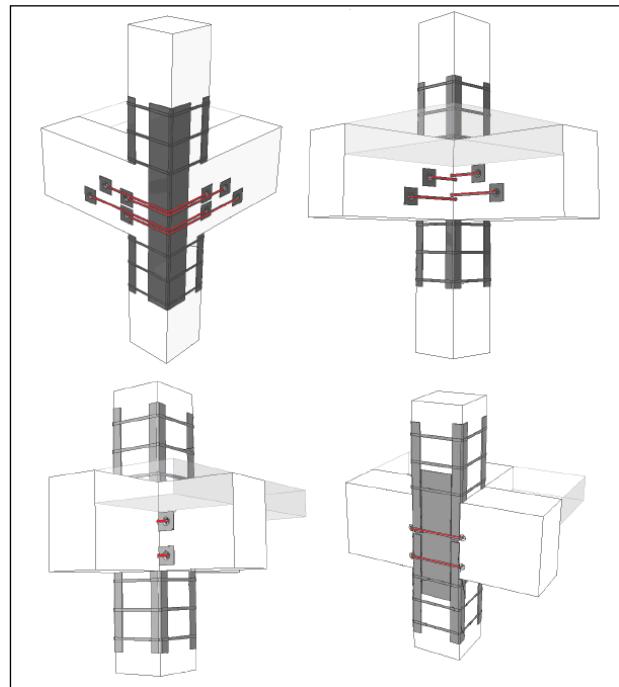
È importante evidenziare che il corretto ancoraggio dei profilati longitudinali è considerato solo se sono ancorati efficacemente mediante barre B450C inghissate. Per considerare questo effetto basta spuntare il campo "Collaboranti a flessione". In tal caso il software controlla se il profilato ha un area inferiore alle barre di ancoraggio, suggerendo di aumentarla per sfruttarne al meglio le caratteristiche.



Le opzioni generali per il “**Nodo**” sono:

- Presenza piastre;
- Spessore piastre nelle due direzioni
- Numero Nastri nelle due direzioni (Numero totale delle strisce trasversali all'interno della zona selezionata);
- Larghezza (Larghezza della singola striscia);
- Avvolgimenti (Numero di avvolgimenti di ogni striscia);
- Spessore (Spessore dei nastri);
- Resistenza (Percentuale di resistenza da considerare per i nastri);
- ftk (Resistenza a rottura dei nastri);
- fyk (Resistenza a snervamento dei nastri);

La simbologia grafica rappresentata non è relativa alla reale configurazione dell'intervento (rappresentata nella figura sottostante).



Per dettagli sul sistema di funzionamento si consiglia di contattare la Chimete s.r.l.



Cancella : Consente la cancellazione dei rinforzi presenti cliccando sull'asta voluta.

1.5.1.21 *Carichi ripartiti sugli elementi bidimensionali*

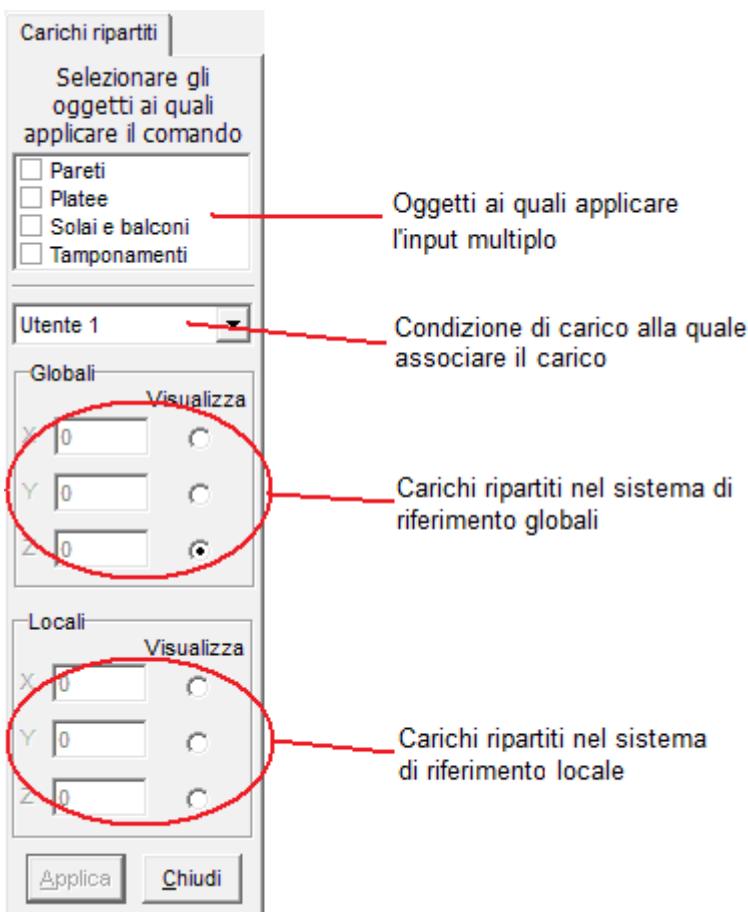
Consente di inserire carichi ripartiti di tipo “Utente” sugli elementi bidimensionali. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



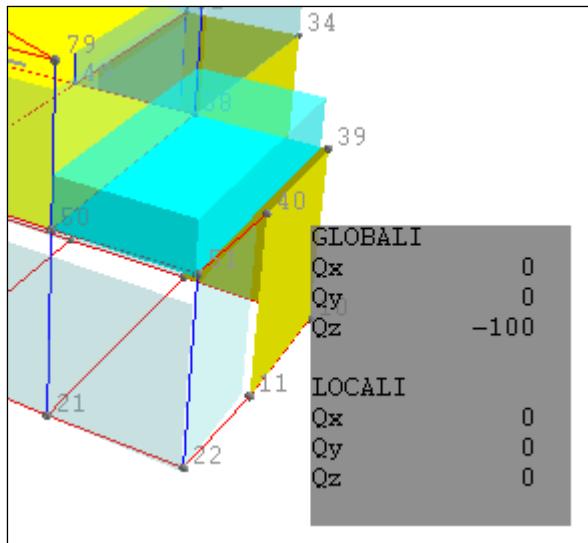
Gli elementi bidimensionali ai quali è possibile inserire il carico sono:

- Pareti
- Piastre
- Solai
- Balconi
- Tamponamenti

Attivando la funzione verranno visualizzati i seguenti dati:



Dopo l'applicazione del carico verrà visualizzato un parallelepipedo trasparente che rappresenta la presenza del carico applicato



Per pareti e piastre il carico verrà elaborato direttamente dal solutore di calcolo. Per solai e balconi, il carico verrà trasferito alle travi che sostengono gli elementi secondo le stesse regole utilizzate per elaborare i carichi inseriti dall'input grafico in pianta. Il sistema utilizzato si basa sulla costruzione dei pannelli di carico elaborati in funzione dell'orditura di solai e balconi.

Per i tamponamenti il carico viene distribuito in funzione dei lati di contatto con gli elementi strutturali adiacenti. In questo caso il carico viene ripartito considerando il tamponamento come una piastra vincolata sui bordi di contatti.

1.5.1.22 Evidenzia elementi

Consente di evidenziare, utilizzando la colorazione gialla, la tipologia di elemento selezionandola nella maschera presente sulla parte destra dello schermo. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



La scelta ricade tra i seguenti tipi di elementi:

- **Sezioni;**
- **Plinti;**
- **Clis;**
- **Acciaio;**
- **Legno;**
- **Muratura;**
- **Solai;**
- **Strati;**
- **Ferri.**

L'operazione di "filtro" tra le tipologie disponibili, viene effettuata dal menu a tendina posizionata sotto la lista degli elementi.

Questa funzione è attiva anche nell'ambiente "Input Grafico".

1.5.1.23 Misura Distanza

Consente di misurare la distanza tra due fili fissi. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



La misurazione avviene cliccando con il tasto sinistro del mouse sui fili fissi desiderati. I valori misurati compariranno nella seguente maschera:



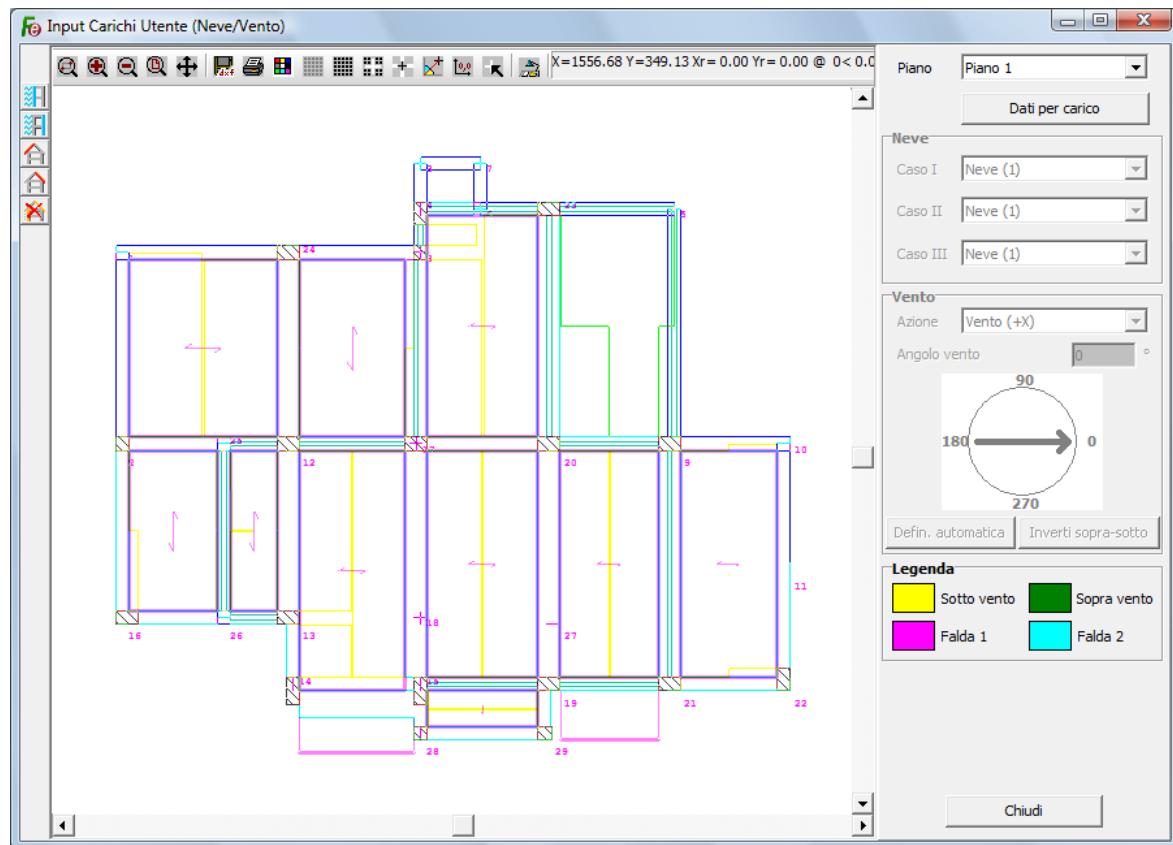
1.6 Input definizione neve e/o vento.

In presenza dei relativi moduli di *StruSec "Carico Neve"* e *"Azione del Vento"* è possibile riempire automaticamente le condizioni di carico neve e vento interagendo con alcune informazioni utili all'elaborazione.

L'ambiente di gestione si raggiunge cliccando sul menu "Struttura" (Alt + S) e scegliendo la voce "Input definizione tipi carichi utente" oppure cliccando sulla seguente icona:



Questa operazione apre la seguente finestra:



La toolbar posta lungo il lato sinistro della maschera è utile alla definizione del tipo di superficie verticale (sottovento e sopravento) e delle falde del tetto.

Nella parte destra invece sono presenti tutti i comandi specifici e le informazioni di inserimento automatico.



L'utilizzo dell'ambiente è subordinato alla presenza di condizioni di carico di tipo "Utente" definite di tipo "Vento" o "Neve". In assenza di tale definizione l'input risulta disattivato.

Si ricorda che le condizioni di carico utente sono definibili nell'ambiente "Combinazioni di carico", mediante la procedura manuale (pulsante "Aggiungi" di "Condizioni"), oppure mediante la funzione di inserimento automatico delle condizioni neve e/o vento. Per maggiori dettagli sulle funzioni consultare la sezione relativa alla gestione delle combinazioni del presente manuale.



Il carico vento verrà inserito su tamponamenti e pareti strutturali. Il carico neve verrà associato a solai, balconi e piastre.

1.6.1 Comandi di gestione

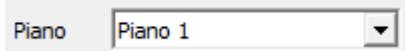
Per l'elaborazione dei carichi vento e neve è fondamentale la definizione delle superfici sottovento e sopravento relativi alla direzione del vento considerata e, nel caso di carico neve anche della definizione manuale delle falde (nel numero massimo di 2).

1.6.1.1 Comandi manuali relativi all'azione del vento

Relativamente alla sola azione del vento, è necessario definire gli elementi sopravento e sottovento. La procedura consente l'applicazione del carico alle sole superfici verticali identificate da pareti e tamponamenti, ulteriori carichi possono essere inseriti dall'utente nella "Modellazione 3D".



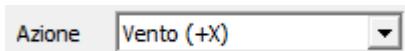
I comandi manuali sono relativi solo al piano corrente selezionato:



Gli elementi **sopravento** vengono definiti dalla funzione rappresentata dal pulsante:



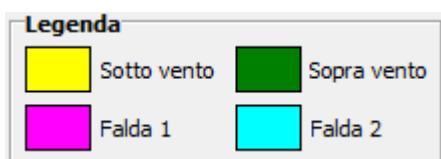
La selezione degli elementi sopravento è relativa alla condizioni di carico corrente, pertanto è opportuno selezionare l'azione corrente dal menu a tendina:



La scelta manuale avviene selezionando direttamente sull'input grafico la parete (muro) o il tamponamento. Posizionandosi sopra con il cursore, lo stesso si configurerà nelle condizioni di "snap a selezione" e contemporaneamente sulla parte destra in basso verrà evidenziato il tipo di elemento e i fili fissi di estremità, come l'esempio riportato qui sotto:



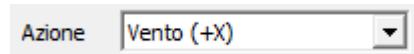
In base alla legenda riportata gli elementi sopravento saranno evidenziati in colore verde:



Gli elementi **sottovento** vengono definiti dalla funzione rappresentata dal pulsante:



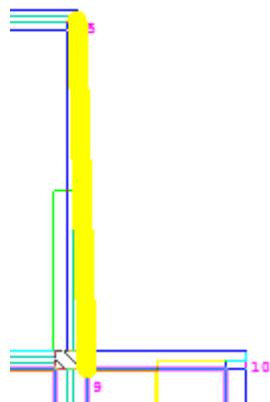
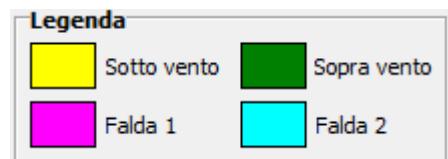
La selezione degli elementi sottovento è relativa alla condizioni di carico corrente, pertanto è opportuno selezionare l'azione corrente dal menu a tendina:



La scelta manuale avviene selezionando direttamente sull'input grafico la parete (muro) o il tamponamento. Posizionandosi sopra con il cursore, lo stesso si configurerà nelle condizioni di "snap a selezione" e contemporaneamente sulla parte destra in basso verrà evidenziato il tipo di elemento e i fili fissi di estremità, come l'esempio riportato qui sotto:



In base alla legenda riportata gli elementi sottovento saranno evidenziati in colore giallo:



1.6.1.2 Comandi automatici relativi all'azione del vento

La definizione delle superfici sopravento e sottovento può essere effettuata anche mediante la funzione automatica.

Per attivare il comando automatico è necessario selezionare una delle due funzioni descritte precedentemente:

- Definizione telai sopravento 
- Definizione telai sottovento 

Relativamente all'azione corrente, è possibile inserire l'angolo di incidenza del vento, oppure cliccare sul riquadro contenente la freccia, alla posizione dell'angolo desiderato:



L'elaborazione viene attivata cliccando sul pulsante:

Defin. automatica



La definizione automatica delle superfici sopravento e sottovento è relativa a tutti i piani di input della struttura, indipendentemente del piano corrente visualizzato.

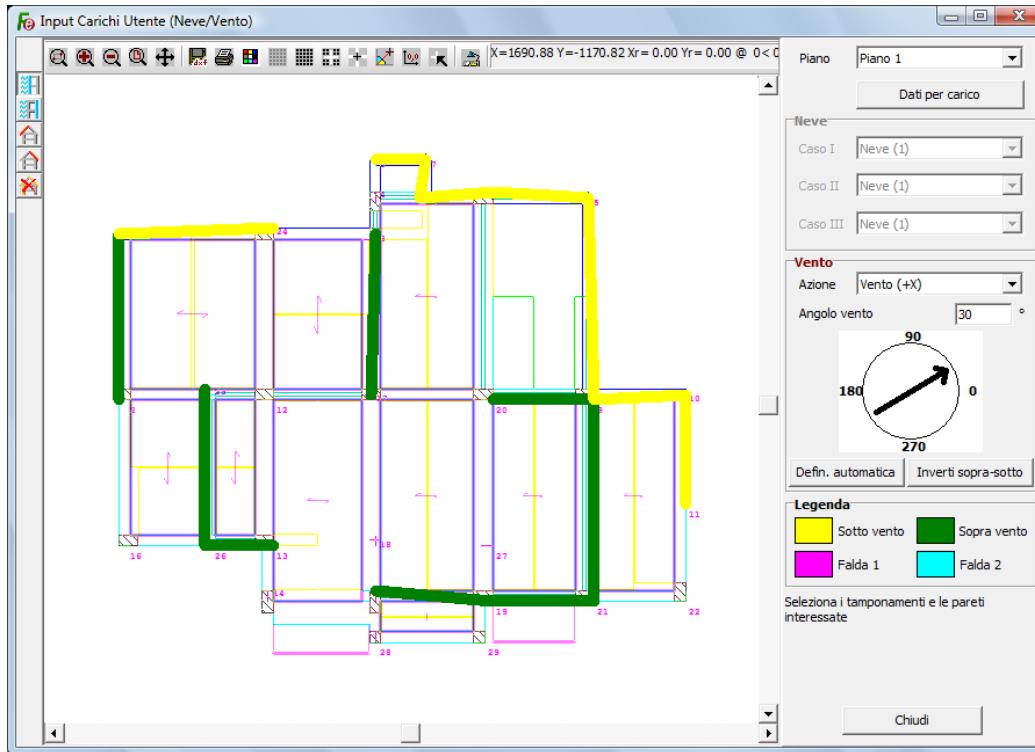
Dopo la definizione è possibile inverire la definizione di input cliccando su:

Inverti sopra-sotto



La definizione automatica delle superfici sopravento e sottovento va ripetuta per ogni condizione di carico di tipo vento associandone l'angolo di incidenza.

Si riporta un esempio di visualizzazione delle superfici sopravento e sottovento:



1.6.1.3 Comandi relativi all'azione della neve

Relativamente all'azione della neve, è necessario definire le falde della copertura. La procedura consente la definizione di massimo due falde. Coerentemente con la funzione di aggiunta automatica delle combinazioni da neve e vento, il software definisce:

- Falda 1, da associare ai carichi della condizione Neve 1;
- Falda 2, da associare ai carichi della condizione Neve 2;

La definizione della “Falda 1” avviene cliccando sul pulsante:



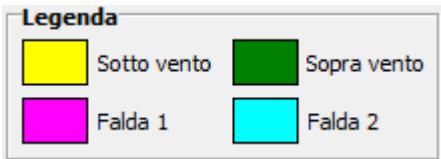
Mentre la definizione della “Falda 2” avviene cliccando sul pulsante:



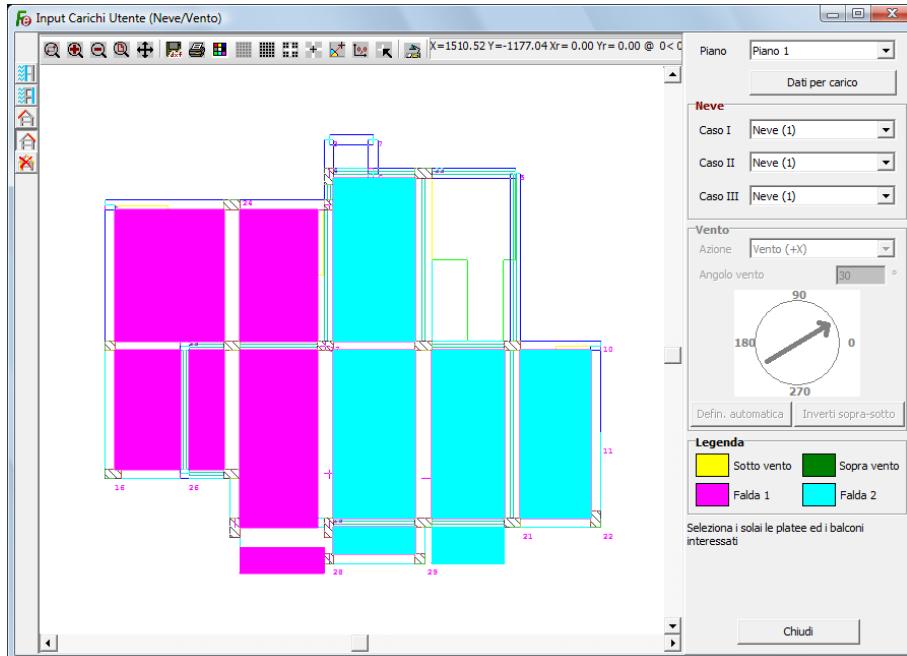
Entrambe le funzioni attivano la modalità di selezione in modo da poter selezionare solai, piastre e balconi. Posizionandosi sopra con il cursore, lo stesso si configurerà nelle condizioni di “snap a selezione” e contemporaneamente sulla parte destra in basso verrà evidenziato il tipo di elemento e i fili fissi di estremità, come l'esempio riportato qui sotto:

Solaio Maglia 1

In base alla legenda riportata gli elementi della “Falda 1” saranno evidenziati in colore magenta e della “Falda 2” in azzurro:



Si riporta un esempio di visualizzazione delle superfici delle due falde:



1.6.1.4 Comandi di cancellazione

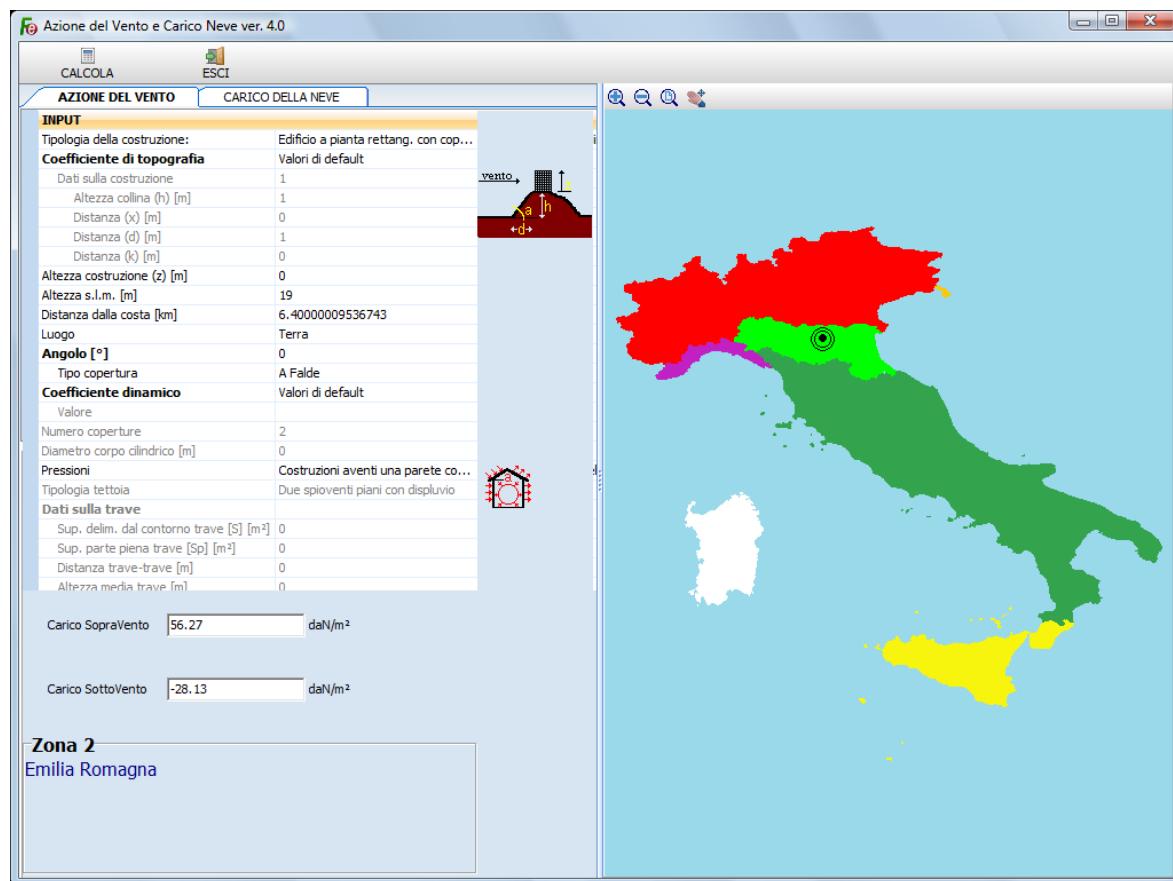
La funzione di cancellazione dei vari elementi di definizione è uniformata per tutti gli elementi:

- Superficie sopravento
- Superficie sottovento
- Falda 1
- Falda 2

La cancellazione avviene cliccando direttamente sull'elemento da eliminare.

1.6.1.5 Inserimento dati Vento

Cliccando sul pulsante “Dati per carico” verrà visualizzata la maschera di inserimento dei dati per neve e vento:



Il calcolo dell'azione vento verrà effettuato relativamente alla tipologia di costruzione, da scegliere tra:

- Edificio a pianta rettangolare, con copertura piana, a falda inclinata o curva;
- Coperture multiple;
- Tettoie e pensiline;
- Travi ad anima piena e reticolare isolate;
- Travi ad anima piena e reticolare multiple;
- Torrie pali a traliccio;
- Corpi cilindrici o prismatici;
- Corpi sferici.

Il coefficiente di topografia può essere calcolato in funzione di:

- **Altezza collina (h):** altezza della collina sulla quale sorge la costruzione;
- **Distanza (x):** distanza della costruzione dalla cresta della collina;
- **Distanza (d):** distanza base collina-cresta collina;
- **Distanza (k):** distanza base collina-base costruzione.

L'altezza sul livello del mare verrà automaticamente associata alla località inserita precedentemente in "Dati Generali" cliccando sul pulsante "Calcola" posto a fianco al campo di input.

La distanza dalla costa può essere calcolata cliccando sul pulsante "Calcola" posto nel relativo campo. Dopo aver attivato la funzione è necessario cliccare sulla mappa realizzando una linea in modo da misurare la distanza.

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Affinché una costruzione possa dirsi ubicata in classe A o B è necessario che la situazione che contraddistingue la classe permanga intorno alla costruzione per non meno di 1 Km e comunque non meno di 20 volte l'altezza della costruzione.

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni, ...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi, ...)

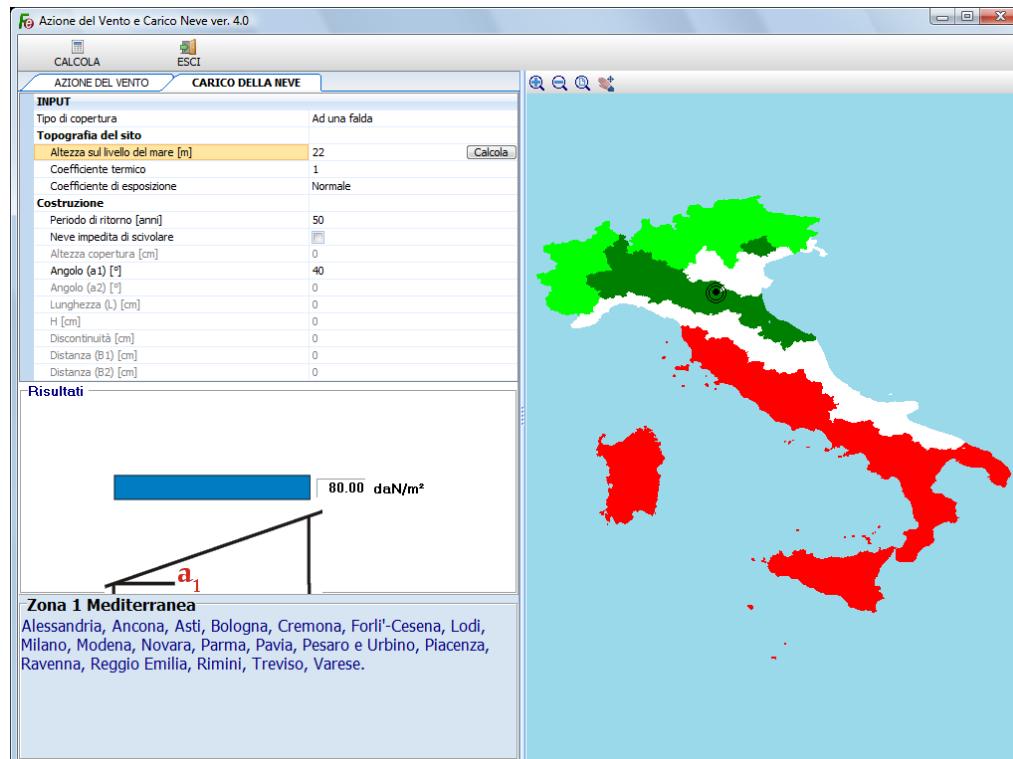
Il coefficiente di attrito è utile per il calcolo dell'azione tangente del vento. Il significato del parametro è il seguente:

Denominazione	Tipo di superficie
Liscia	acciaio, cemento a faccia liscia...
Scabra	cemento a faccia scabra, catrame...
Molto scabra	ondulata, costolata, piegata...

Alla chiusura dell'ambiente verranno calcolati i carichi da applicare.

1.6.1.6 Inserimento dati Carico Neve

Cliccando sul pulsante “Dati per carico” verrà visualizzata la maschera di inserimento dei dati per neve e vento:

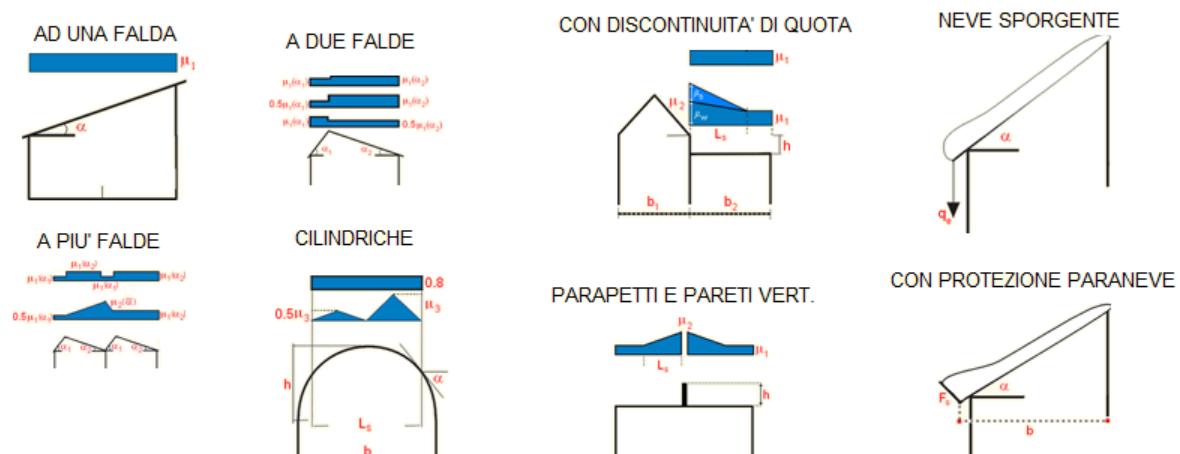


La procedura di calcolo dei carichi da neve e qui di seguito sintetizzata:

1. Definizione della zona (macrozonazione) e valore caratteristico del carico neve al suolo.
2. Definizione del periodo di ritorno.
3. Definizione del coefficiente di esposizione (microzonazione).
4. Definizione del coefficiente termico (interazione).
5. Definizione del coefficiente di forma m
6. Calcolo del carico da neve.

I tipi di copertura sono i seguenti:

- Ad una falda;
- A due falde;
- A più falde;
- Cilindriche;
- In prossimità di costruzione più alte;
- Parapetti e pareti verticali;
- Neve sporgente;
- Con protezione paraneve.



L'altezza sul livello del mare verrà automaticamente associata alla località inserita precedentemente in "Dati Generali" cliccando sul pulsante "Calcola" posto a fianco al campo di input.

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere posto uguale ad 1.

Il coefficiente di esposizione Ce viene utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori consigliati del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti nella seguente tabella:

TOPOGRAFIA	DESCRIZIONE	Ce
Battuta dai venti	Aree pianeggianti non ostruite esposte su tutti i lati senza costruzioni o alberi più alti.	0.8
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1.0
Riparata	Aree in cui la costruzione considerata è sensibilmente più bassa del	1.2

	circostante terreno o accerchiata da costruzioni o alberi più alti.	
--	---	--

Alla chiusura dell'ambiente verranno calcolati i carichi da applicare.

1.7 Le funzioni Undo e Redo.

Nei comandi principali dell'input è possibile, come lo standard di windows, ripristinare le precedenti modifiche effettuate durante la fase di input.

I comandi, presenti nelle finestre di input, utili a tale funzionalità sono:

- **Undo** : Annulla l'operazione effettuata, ripristinando l'ultima operazione prima della modifica corrente  (ctrl + Z);
- **Redo** : Ripristina l'operazione precedentemente annullata  (ctrl + Y);

Gli analoghi comandi sono presenti nel Menu “Struttura”. È da notare che accanto alla dicitura che identifica il comando, è presente la descrizione del comando da annullare o ripristinare.

Capitolo 2

Modellazione e analisi agli elementi finiti

2.1 Introduzione.

Questa sezione del manuale descrive i concetti teorici e la modellazione strutturale su cui poggia il calcolo di FaTAe. La descrizione è relativa alla soluzione delle incognite strutturali e alle sollecitazioni di calcolo agenti sulle varie parti della struttura. Per tutto ciò che concerne le verifiche strutturali dei singoli elementi si rimanda il lettore all'apposito capitolo.

L'analisi numerica della struttura viene condotta attraverso l'utilizzo del metodo degli elementi finiti ipotizzando un comportamento elastico-lineare.

Il metodo degli elementi finiti consiste nel sostituire il modello continuo della struttura con un modello discreto equivalente e di approssimare la funzione di spostamento con un polinomio algebrico, definito in regioni (dette appunto elementi finiti) che sono delle funzioni interpolanti il valore di spostamento definito in punti discreti (detti nodi).

Gli elementi finiti utilizzabili ai fini della corretta modellazione della struttura verranno descritti di seguito.

Il modello di calcolo può essere articolato sulla base dell'ipotesi di impalcato rigido, in funzione della reale presenza di solai continui atti a irrigidire tutto l'impalcato. Tale ipotesi viene realizzata attraverso l'introduzione di adeguate relazioni cinematiche tra i gradi di libertà dei nodi costituenti l'impalcato e i gradi di libertà del nodo "master" posizionato nel centro di massa dell'impalcato stesso.

2.2 Oggetti ed elementi.

Le parti fisiche della struttura vengono rappresentati nel solutore di FaTAe come elementi. Tali elementi, automaticamente associati dal programma agli oggetti reali introdotti dall'input, sono i seguenti:

- **Nodi** : Sono entità geometriche determinate tramite le tre coordinate nel riferimento globale. I nodi, nello spazio tridimensionale, posseggono tre gradi di libertà traslazionali e tre rotazionali. Essi sono posizionati in modo da definire gli estremi degli elementi finiti e, di regola, in ogni discontinuità strutturale, di carico, di caratteristiche meccaniche, di campo di spostamento.
- **Aste** : Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo delimitate da 2 nodi (i nodi di estremità). Per questi elementi generalmente la funzione interpolante è quella del modello analitico per cui la mesh non influisce sensibilmente sulla convergenza. Le aste sono dotate di rigidezza assiale, flessionale, e a taglio, secondo i due modelli classici della trave inflessa: Eulero-Bernoulli e Timoshenko. Comunque quest'ultimo tipo non viene al momento utilizzato in FaTA-e. Alla singola asta è possibile associare una sezione costante per tutta la sua lunghezza. Le aste possono essere di tipo "Beam" e "Truss". In quest'ultime gli estremi

dell'elemento vengono considerati non reagenti a nessun tipo di momento, in modo da simulare la presenza di cerniere sferiche.

- **Asta su suolo elastico** : Si tratta di elementi finiti monodimensionali ad asse rettilineo, di definizione simile alle "aste". Sono utili a modellare travi di fondazione, considerate poggiante su suolo alla Winkler, e reagenti sia rispetto alle componenti traslazionali di cinematico, sia rotazionali.
- **Lastra-piastra** : Si tratta di elementi finiti bidimensionali, definiti da 3 o 4 nodi, posti ai vertici rispettivamente di un triangolo o di un quadrilatero irregolare. La geometria reale dell'elemento viene ricondotta ad un triangolo rettangolo (elemento a 3 nodi) o a un quadrato definito nella trattazione isoparametrica. L'elemento lastra-piastra non ha rigidezza per la rotazione intorno all'asse perpendicolare al suo piano e viene trattato secondo la teoria di Mindlin-Reissner. Nel modello considerato si tiene conto dell'accoppiamento tra azioni flessionali e membranali.

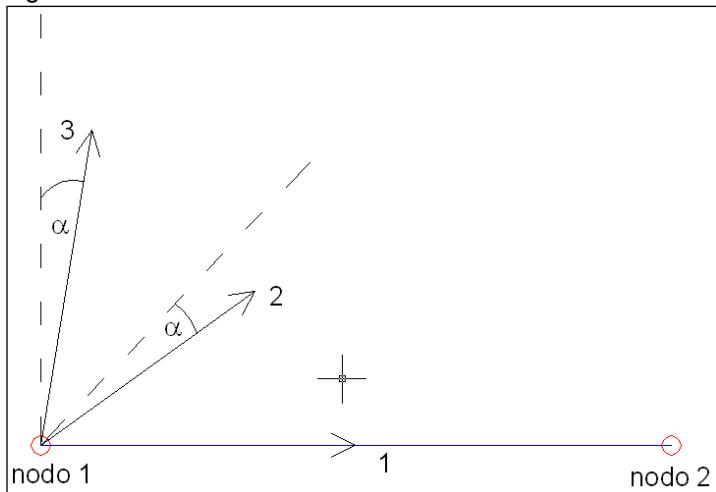
Tutti gli elementi descritti sono utilizzati dal programma per modellare la struttura. All'avvio del calcolo il programma converte gli oggetti introdotti in elementi di calcolo. La mesh relativa alla struttura viene identificata con la generazione automatica dei nodi e la creazione degli elementi finiti per simulare il comportamento strutturale.

2.3 Sistema di coordinate.

I sistemi di riferimento sono usati per definire localmente le parti del modello strutturale e per riferire i carichi, gli spostamenti, le sollecitazioni, le tensioni, le reazioni. Per la risoluzione della struttura il programma utilizza due distinti sistemi di riferimento tridimensionali:

- **Globale**: unico per tutti gli elementi finiti e utile a risolvere l'intera struttura. Viene definito con l'asse Z lungo la direzione della forza di gravità ma con verso positivo opposto, e gli assi X e Y tali da formare una terna ortogonale levogira (identificabile con la "regola della mano destra") ;
- **Locale**: definito per ogni elemento e utile a riferire la rigidezza e i carichi locali.

Per gli elementi BEAM il sistema di riferimento locale viene definito in base alla geometria dell'asta. L'asse 1 è il versore coincidente con la direzione dell'asta indicata dal primo al secondo nodo, secondo la seguente figura:



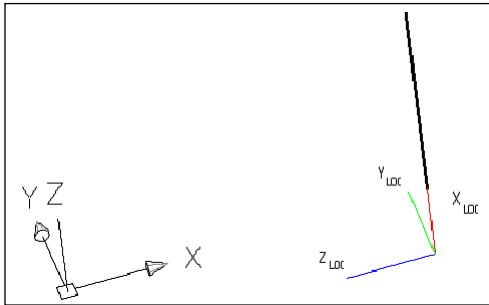
L'asse 2 e il 3 vengono costruiti realizzando una roto-traslazione rigida nello spazio del sistema di riferimento globale, in modo che l'asse X coincida con l'asse 1 locale. Il sistema di riferimento locale è dotato di un angolo α di deviazione (positivo antiorario) relativamente alla torsione intorno all'asse 1 in modo da considerare eventuali torsioni della sezione.

La matrice di rotazione, utile a definire le trasformazioni di base, è calcolata in modo tale che il sistema

di riferimento locale e globale coincidano in direzione e verso se i due punti hanno angolo nullo nel piano XY (il segmento che li congiunge ha direzione e verso dell'asse x) e la torsione è nulla.

Un caso particolare si presenta quando i due nodi sono perfettamente allineati in verticale (angolo di 90 o 270 gradi dal piano XY). In tal caso è possibile scegliere tra infiniti sistemi di riferimento, uno per ogni possibile angolo nel piano XY. Per eliminare questa arbitrarietà, nella generazione automatica del modello in FaTA-e, è stata prevista la possibilità di imporre due angoli di torsione diversi : uno per il caso verticale (*angTorsVert*) ed uno per gli altri casi (*angTors*).

La scelta di tali angoli dipende dall'utilizzo della matrice di rotazione stessa, come sarà chiaro dagli esempi seguenti. Quando l'angolo di torsione verticale è nullo se il sistema di riferimento è quello illustrato in figura (è stata impostata la continuità con il caso di due punti aventi angolo nullo nel piano XY angolo pressoché pari a 90 dal piano XY).

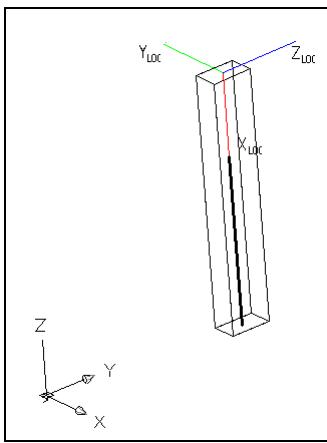


Per comprendere meglio la modellazione automatica di FaTA-e, riportiamo due esempi relativi al caso pilastro e trave supponendo che non siano presenti angoli di torsione propri delle aste (tipologia, filo fisso, angolo di torsione imposto all'asta). In caso di presenza di questi angoli di torsione i sistemi di riferimento descritti sotto ruotano in maniera solidale con l'asta.

ESEMPIO 1: MATRICE DI ROTAZIONE DEL PILASTRO DEL FATA-E

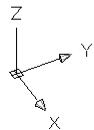
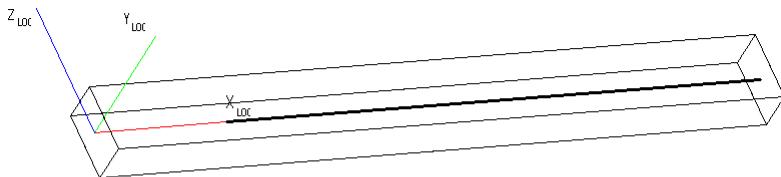
Nel Fata-E, per scelta di input, il pilastro può essere pensato come una trave verticale avente angolo di -90° nel piano XY. Inoltre nel caso in cui l'asta del pilastro non è esattamente verticale per mantenere il sistema di riferimento coerente con il caso verticale è necessario imporre un ulteriore angolo di torsione *Alfa* pari all'angolo dell'asta nel piano XY (confondendo quest'angolo con un angolo di torsione). Per cui si pone *angTorsVert*=-90 e *angTors*=*angTorsVert*-*Alfa*.

Il sistema di riferimento del pilastro è, con queste assunzioni, sempre quello illustrato in figura:

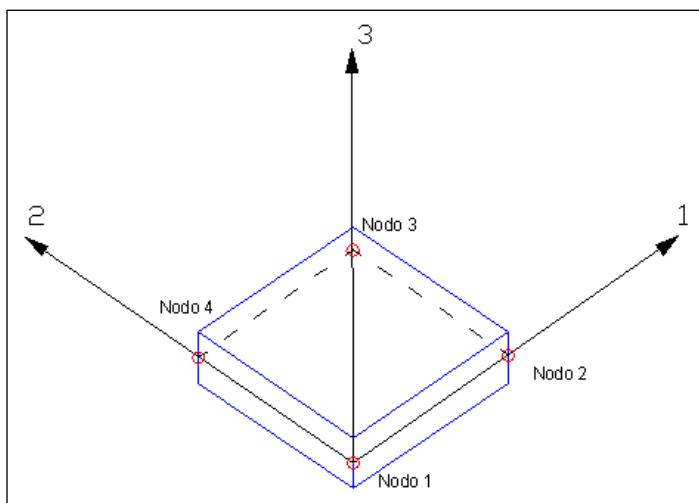


ESEMPIO 2: MATRICE DI ROTAZIONE DELLA TRAVE DEL FATA-E

Per la trave non verticale non è necessaria la presenza di angoli di torsione. Per la trave verticale, se è un tratto di asta spezzata oppure un'asta derivante da una travatura reticolare, è necessaria la presenza di un angolo di torsione pari all'angolo dell'asta originale nel piano XY .



Anche per gli elementi SHELL il sistema di riferimento è legato alla geometria. In particolare, l'asse 1 ha direzione coincidente con il vettore congiungente il primo e il secondo nodo dell'elemento. Gli altri due assi sono creati in modo da formare una terna ortogonale levogira (identificabile con la "regola della mano destra");



Più precisamente, nel caso di modellazione di pareti e piastre le sollecitazioni relative ai singoli elementini finiti (automaticamente creati secondo una mesh i cui criteri vengono riportati in seguito) vengono riferiti al sistema di riferimento locale del macroelemento piastra o parete.

2.4 Nodi e gradi di libertà.

I nodi nell'analisi agli elementi finiti giocano un ruolo fondamentale, in quanto rappresentano i punti in cui sono definite le funzioni interpolanti degli spostamenti. È in questi punti che vengono calcolati gli spostamenti della struttura (spostamenti nodali) attraverso la risoluzione dei sistemi lineari.

I nodi vengono automaticamente creati dal programma il quale provvede ad inserirli nelle discontinuità strutturali, in modo che gli estremi degli elementi ne vengano definiti. Le tre coordinate di posizionamento dei nodi sono riferite al sistema globale.

L'entità "nodo" è importante in quanto in esso è possibile:

- **Connettere** gli elementi strutturali attraverso il trasferimento di carichi e masse dagli elementi;
- **Limitare** i gradi di libertà attraverso l'applicazione di vincoli cinematici e molle (rigidezze concentrate);
- **Caricare** la struttura attraverso forze e coppie concentrate applicate o riportate dagli elementi.

I nodi vengono creati all'intersezione degli elementi strutturali (pilastri e travi) ed internamente ad oggetti parete e piastra. In quest'ultimo caso i nodi sono definiti dal passo della meshatura scelta.

Le deformazioni della struttura sono governate dagli spostamenti dei nodi. Le componenti di spostamento (traslazioni e rotazioni) dei nodi sono chiamati **gradi di libertà** del problema. Ogni nodo, nello spazio, ha sei gradi di libertà: tre traslazionali e tre rotazionali riferiti al sistema di riferimento globale. I vincoli applicati annullano i gradi di libertà (cioè il valore dello spostamento) i quali vengono ignorati come incognite ed utilizzati per il calcolo delle reazioni vincolari. Tali reazioni vengono esplicate nella direzione dei gradi di libertà bloccati.

Tra i vincoli più familiari ricordiamo:

- **Incastro**: reagisce con tre forze e tre momenti in quanto vengono bloccati tutte le componenti di spostamento (traslazionali e rotazionali);
- **Cerniera sferica**: reagisce con tre forze concentrate in quanto vengono bloccati solo le componenti traslazionali;
- **Cerniera cilindrica**: reagisce con due forze contenute nel piano ortogonale all'asse di rotazione della cerniera;
- **Carrello**: reagisce con una forza diretta lungo l'asse del carrello.

Gli spostamenti nodali possono anche essere limitati applicando delle molle. Le molle sono valori di rigidezza aggiuntiva applicate ai nodi.

Il sistema lineare da risolvere è, relativamente ad un nodo, il seguente:

$$\begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ M_x \\ M_y \\ M_z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_{xx} & K_{xy} & K_{xz} & K_{x\phi x} & K_{x\phi y} & K_{x\phi z} \\ & K_{yy} & K_{yz} & K_{y\phi x} & K_{y\phi y} & K_{y\phi z} \\ & & K_{zz} & K_{z\phi x} & K_{z\phi y} & K_{z\phi z} \\ & & & K_{\phi x\phi x} & K_{\phi x\phi y} & K_{\phi x\phi z} \\ & & & & K_{\phi y\phi y} & K_{\phi y\phi z} \\ & & & & & K_{\phi z\phi z} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} u_x \\ u_y \\ u_z \\ \phi_x \\ \phi_y \\ \phi_z \end{bmatrix}$$

La matrice di rigidezza è del tipo pieno. L'introduzione delle molle comporta un'aggiunta alla matrice di rigidezza della seguente matrice:

$$\begin{bmatrix} K_x & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & K_y & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & K_z & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & K_{\phi x} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & K_{\phi y} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & K_{\phi z} \end{bmatrix}$$

Il valore delle rigidezze sulla diagonale viene inserito sui nodi nell'apposito ambiente contenuto in "Modellazione3D" di FaTA-e.

In questo caso le reazioni verranno automaticamente calcolate moltiplicando lo spostamento nodale per il valore della rigidezza introdotta corrispondente alla reazione cercata. Sia i valori di spostamento che delle rigidezze sono riportati sulla relazione di calcolo generata da FaTAE.

2.5 Relazioni Master-Slave.

I gradi di libertà della struttura possono essere relazionati attraverso delle equazioni ai fini di modellare il comportamento ad impalcato rigido

In FaTA-e è possibile definire anche impalcati parzialmente definiti come rigidi oppure creare più relazioni master-slave per ogni piano.

Di default il programma predisponde un master per ogni impalcato e associa tutti i nodi dell'impalcato come "slave", ossia legati al master per i tre gradi di libertà nel piano orizzontale (spostamento lungo x, spostamento lungo y e rotazione attorno a z del sistema di riferimento globale). Se necessario è

possibile intervenire sulla definizione dei master agendo sul pulsante "Master/Slave" presente nell'ambiente "Modellazione 3D".

Cliccando sul pulsante saranno visualizzati tutti i master della struttura (uno per impalcato), e si potrà intervenire sul master cancellandolo (rendendo così l'impalcato privo di qualsiasi masterizzazione (quindi deformabile) oppure cancellare alcuni slave lasciando l'impalcato parzialmente deformabile e parzialmente indeformabile. E' possibile inoltre introdurre nuovi master e associare gli slave di pertinenza.

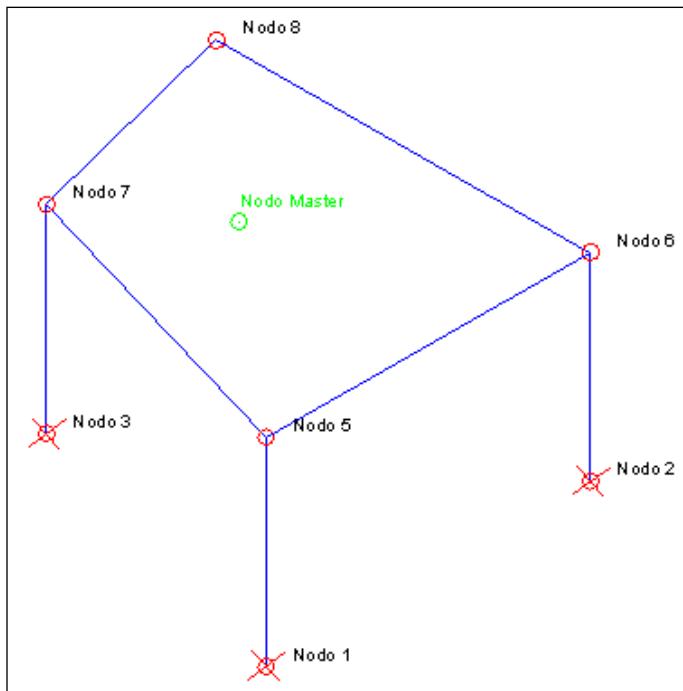
Ogni modellazione viene eseguita attraverso delle relazioni cinematiche tra gli spostamenti dei nodi chiamati "slave" e gli spostamenti di un nodo rappresentativo chiamato "master".

Nel caso di **impalcato rigido** l'ipotesi viene condotta in modo che l'impalcato sia infinitamente rigido ad azioni complanari e deformabile ad azioni ortogonali al piano.

L'ipotesi di rigidità è realistica se viene utilizzata su nodi appartenenti ad uno stesso piano orizzontale. Per questo motivo, nel tentativo di condurre il progettista verso modelli teorici soddisfacenti, nell'ambiente di modellazione non è consentito attribuire relazioni master-slave tra nodi che appartengono ad impalcati diversi. Si ricorda che il programma, dal momento che non può riconoscere la forma dell'edificio, genera automaticamente un nodo master per piano.

In molti casi (ampi fori nel solaio, coperture inclinati, strutture reticolari, ecc.) è opportuno eliminare il master di piano, in quanto il modello potrebbe presentare un comportamento non vicino al reale. Tutte le operazioni di introduzione, cancellazione e modifica dei nodi master sono attuabili dall'ambiente "Modellazione 3D".

Nella seguente figura sono mostrati i significati dei vari elementi:



Nella figura i nodi contrassegnati dai numeri 5,6,7,8 sono legati al nodo master (di colore verde) attraverso le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} Ux_s &= Ux_m + (y_m - y_s) \times Rz_m \\ Uy_s &= Uy_m - (x_s - x_m) \times Rz_m \\ Rz_s &= Rz_m \end{aligned}$$

Dove i pedici "s" e "m" indicano rispettivamente il nodo "slave" e "master". Il nodo master è rappresentativo dell'impalcato, per cui in esso è contenuta tutta la massa dell'impalcato e le componenti di rigidezza relative alle trasformazioni matriciali.

Per tali motivi esso viene posizionato nel centro di massa dei nodi appartenenti allo stesso master. Per quanto riguarda i nodi 1,2,3,4 essi non vengono masterizzati in quanto appartenenti all'impalcato

fondazioni. È chiaro che qualora fosse presente un solaio rigido in fondazione, può essere necessario introdurre le relazioni master-slave anche per in nodi appartenenti a tale impalcato.

Nel caso di **corpo rigido** l'ipotesi viene condotta in modo che i nodi selezionati, rappresentativi del corpo siano legati da relazioni di spostamento rigido nello spazio. Le relazioni che regolano il fenomeno sono le seguenti:

$$\begin{aligned} Ux_s &= Ux_m - (z_m - z_s) \times Ry_m + (y_m - y_s) \times Rz_m \\ Uy_s &= Uy_m - (x_s - x_m) \times Rz_m + (z_s - z_m) \times Rx_m \\ Uz_s &= Uz_m - (y_s - y_m) \times Rx_m + (x_s - x_m) \times Ry_m \\ Rx_s &= Rx_m \\ Ry_s &= Ry_m \\ Rz_s &= Rz_m \end{aligned}$$

L'ipotesi di **platea rigida** è relativa al comportamento di piastra rigida alle deformazioni flessionali. Le relazioni cinematiche utili a modellare il comportamento sono:

$$\begin{aligned} Uz_s &= Uz_m - (y_s - y_m) \times Rx_m + (x_s - x_m) \times Ry_m \\ Rx_s &= Rx_m \\ Ry_s &= Ry_m \end{aligned}$$

L'ultimo modello vincola i nodi interessati a spostarsi presentando gli stessi spostamenti, secondo le seguenti relazioni:

$$\begin{aligned} Ux_s &= Ux_m \\ Uy_s &= Uy_m \\ Uz_s &= Uz_m \\ Rx_s &= Rx_m \\ Ry_s &= Ry_m \\ Rz_s &= Rz_m \end{aligned}$$

I cinematici **masterizzati** non possono essere vincolati. Il programma informa l'utente di tale errore durante il calcolo della struttura.

La modellazione master-slave introduce anche un vantaggio prestazionale riguardante la velocità di calcolo. Infatti, considerando la struttura della figura precedente, se non si effettua nessuna "masterizzazione" si hanno 24 incognite da calcolare (per cui la matrice di rigidezza di calcolo è 24x24), con l'ipotesi di impalcato rigido si hanno solo 15 incognite (matrice di rigidezza di calcolo è 15x15).

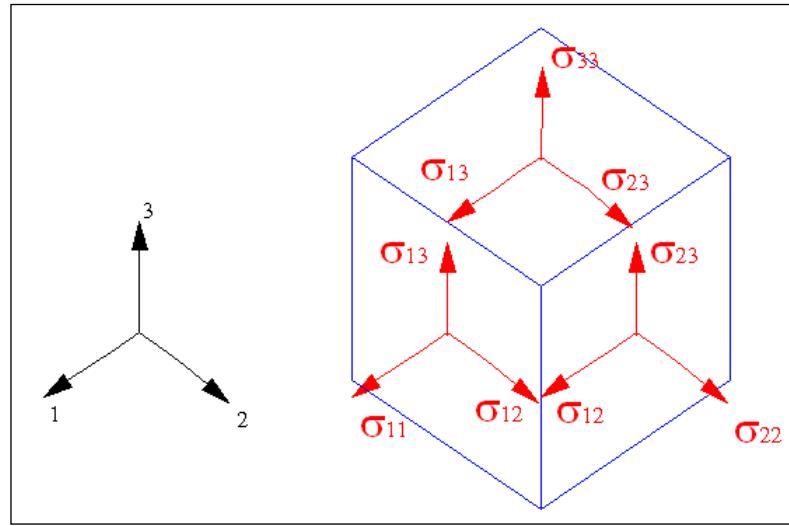
È ovvio che il vantaggio computazionale aumenta calcolando strutture più grandi.

2.6 Proprietà dei materiali.

Il comportamento dei materiali utilizzati nel calcolo è di tipo omogeneo isotropo con legame elasticoclineare. Le proprietà elastiche e meccaniche dei materiali sono definite rispetto al sistema di riferimento locale. Il sistema di riferimento locale è importante nel caso di materiale anisotropi o ortotropi, è indifferente nel caso di materiali isotropi, in quanto le caratteristiche meccaniche e elastiche sono indipendenti da ogni sistema di riferimento utilizzate.

Le caratteristiche elastiche sono relazionate alle tensioni e alle deformazioni attraverso il materiale. Le tensioni sono definite come forze per unità di superficie agenti sulle facce di un solido che

chiameremo "cubetto elementare". Utilizzando il sistema di riferimento locale possiamo riassumere il tutto nella seguente figura:



I termini σ_{11} , σ_{22} , σ_{33} sono le componenti di tensione che provocano l'allungamento del cubetto nella dimensione considerata. I termini σ_{12} , σ_{13} , σ_{23} sono le componenti di tensione che provocano distorsioni angolari tra le direzioni considerate.

Alcune delle componenti di tensione non sono presenti in tutti gli elementi. Per esempio nelle aste sono assunte nulle le σ_{22} , σ_{33} , σ_{23} , mentre nelle piastre è nulla la σ_{33} .

Le componenti di deformazione del cubetto si calcolano come:

$$\varepsilon_{11} = \frac{\partial u_1}{\partial x_1}$$

$$\varepsilon_{22} = \frac{\partial u_2}{\partial x_2}$$

$$\varepsilon_{33} = \frac{\partial u_3}{\partial x_3}$$

$$\gamma_{12} = \frac{\partial u_1}{\partial x_2} + \frac{\partial u_2}{\partial x_1}$$

$$\gamma_{13} = \frac{\partial u_1}{\partial x_3} + \frac{\partial u_3}{\partial x_1}$$

$$\gamma_{23} = \frac{\partial u_2}{\partial x_3} + \frac{\partial u_3}{\partial x_2}$$

dove u_1, u_2, u_3 sono gli spostamenti riferiti al sistema di riferimento locale. Le deformazioni possono essere anche causate da dilatazioni termiche applicate sugli elementi strutturali.

Come già accennato il comportamento dei materiali in FaTAe è di tipo isotropico. Ciò vuol dire che l'elementino solido ha il medesimo comportamento indipendentemente dalla direzione considerata.

La correlazione tra deformazioni e tensioni è riportata nella seguente relazione:

$$\begin{bmatrix} \varepsilon_{11} \\ \varepsilon_{22} \\ \varepsilon_{33} \\ \gamma_{12} \\ \gamma_{13} \\ \gamma_{23} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ & \frac{1}{E} & -\frac{\nu}{E} & 0 & 0 & 0 \\ & & \frac{1}{E} & 0 & 0 & 0 \\ & & & \frac{1}{G} & 0 & 0 \\ & & & & \frac{1}{G} & 0 \\ & & & & & \frac{1}{G} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} \sigma_{11} \\ \sigma_{22} \\ \sigma_{33} \\ \sigma_{12} \\ \sigma_{13} \\ \sigma_{23} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha \\ \alpha \\ \alpha \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Delta T$$

sym

Dove E è il modulo elastico longitudinale, ν è il coefficiente di Poisson, G è il modulo elastico a taglio e α è il coefficiente di espansione termica. Il modulo elastico a taglio è calcolabile dalla seguente relazione:

$$G = \frac{E}{2(1+\nu)}$$

Il modulo elastico longitudinale è sempre positivo e il coefficiente di Poisson deve soddisfare le seguenti limitazioni:

$$-1 < \nu < 0.5$$

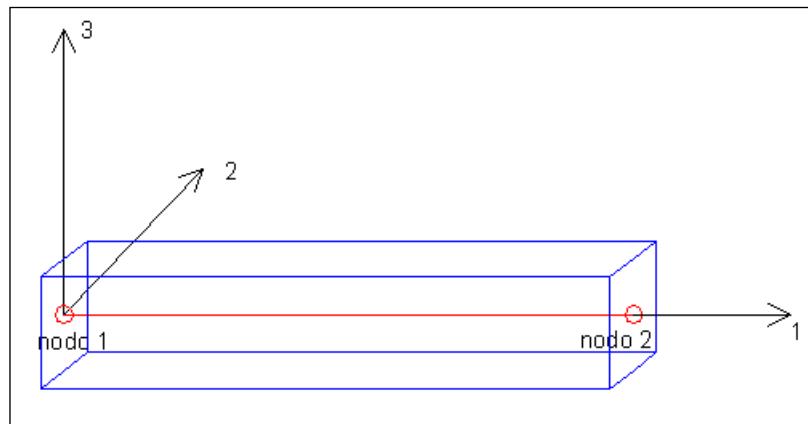
2.7 Elementi BEAM e TRUSS.

In questa sezione approfondiremo la trattazione degli elementi finiti BEAM e TRUSS, utili alla modellazione di travi, pilastri e aste di travature reticolari, comunque e sempre ad asse rettilineo.

La differenza tra BEAM e TRUSS sta nel grado di connessione alle estremità. Infatti l'elemento TRUSS (noto come biella) presenta sconnessioni ai momenti flettenti e torcente di estremità.

D'ora in avanti intenderemo approfondire solo l'elemento BEAM.

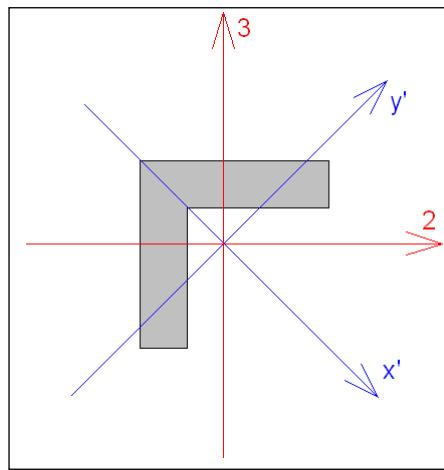
Questo elemento finito possiede 12 gradi di libertà in quanto i due nodi di estremità hanno 6 gradi di libertà ciascuno: 3 alla traslazione e 3 alla rotazione:



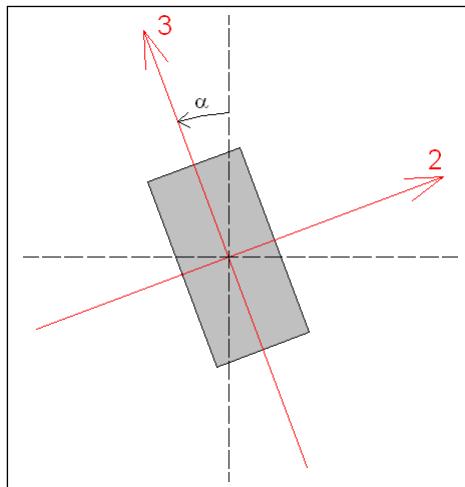
Il sistema di riferimento locale viene costruito partendo dall'asse 1 fatto coincidere con la linea d'asse della trave e orientato positivamente dal nodo 1 al 2. Gli altri due assi sono costruiti attraverso una roto-traslazione rigida del sistema di riferimento di riferimento globale in modo da sovrapporre l'asse x all'asse 1, secondo le indicazioni riportate precedentemente.

I momenti di inerzia della sezione sono riferiti agli assi 2 e 3.

Per le sezioni doppiamente non simmetriche (ad esempio le sezioni a L) i momenti d'inerzia non sono riferiti agli assi principali ma ai due assi identificati con 2 e 3 orientati secondo la seguente figura:



Tutte le proprietà delle sezioni, i carichi e le caratteristiche della sollecitazione sono riferite agli assi locali della trave. Eventuali rotazioni della sezione vengono considerate ruotando il sistema di riferimento locale coerentemente all'angolo α :



I dati relativi alla sezione sono:

- **Area della sezione trasversale;**
- **Momenti principali di inerzia;**
- **Momento d'inerzia torsionale;**

I tipi di sezione utilizzabili in FaTA-e verranno approfondite nella sezione riguardante le verifiche strutturali.

Come già spiegato il materiale costituente la trave è assunto essere di tipo isotropo. I parametri atti a definirlo sono il modulo elastico longitudinale E e il coefficiente di Poisson. Le altre caratteristiche del materiale sono costituite dal peso proprio per unità di lunghezza della trave (automaticamente calcolato dal programma), dalla massa per unità di lunghezza (automaticamente calcolato dal programma) e dal coefficiente termico di dilatazione lineare.

Sulla linea d'asse della trave possono agire contemporaneamente una molteplicità di carichi:

- **Carichi distribuiti uniformi** espressi nel sistema di riferimento locale dell'asta;
- **Carichi distribuiti uniformi** espressi nel sistema di riferimento globale;
- **Carichi trapezoidali** espressi nel sistema di riferimento locale dell'asta;
- **Variazioni termiche uniformi;**

I carichi ripartiti (uniformi o trapezoidali) interessano tutta la lunghezza dell'asta ed hanno componenti lungo gli assi locali 1,2,3 del sistema di riferimento locale. È tuttavia possibile introdurre lo stesso tipo di carico riferito al riferimento globale X,Y,Z.

Tutti i tipi di carico ripartito possono essere forze o momenti, entrambi riferiti all'unità di lunghezza. I carichi termici introducibili sono del tipo lineare costante e provocano allungamenti della trave lungo il proprio asse.

La connessione interna tra le aste è per default sempre del tipo rigido, ovvero le aste generano ai nodi reazioni di incastro perfetto. Dall'ambiente "Modellazione 3D" è possibile "svincolare" localmente la risposta flessionale ai nodi di estremità. In poche parole è possibile introdurre cerniere cilindriche (orientate localmente) o sferiche.

Come accennato l'Elemento TRUSS ha, nella sua definizione, automaticamente liberi le componenti di reazione a rotazione.

Per modellare la compenetrazione delle aste ai nodi è possibile introdurre tratti rigidi agli estremi. La lunghezza di questi tratti (l_{ri} e l_{rj}) viene automaticamente calcolata dal programma. Per cui la lunghezza della parte deformabile della trave viene quindi ad essere assunta pari a:

$$\bar{L} = L - (l_{ri} + l_{rj})$$

La valutazione dei momenti di incastro perfetto indotti dagli schemi di carico tiene conto della presenza all'estremità della trave dei tronchi rigidi.

I dati di output relativi agli elementi BEAM e TRUSS sono:

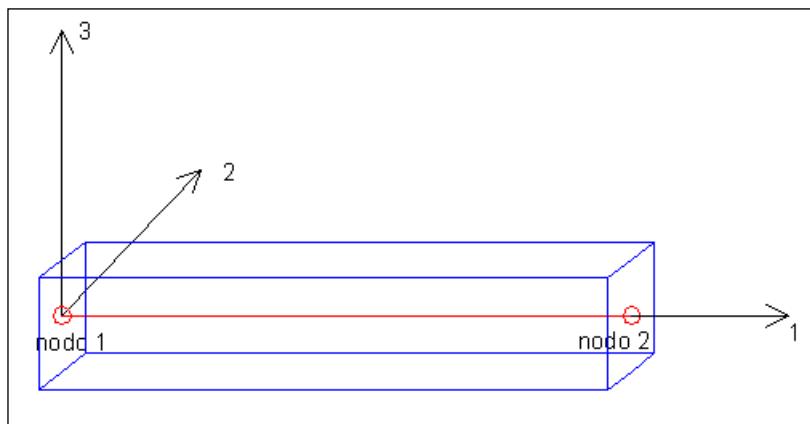
- **forze interne** (N_1, T_2, T_3);
- **momenti interni** (M_T, M_{12}, M_{13}).

2.8 Elemento FOND.

Questo tipo di elemento finito viene utilizzato per modellare travi rovesce di fondazione. Questo elemento si discosta dal BEAM in quanto è vincolato attraverso delle molle traslazionali e rotazionali atte a simulare l'iterazione terreno-fondazione.

Il programma aggiunge alla matrice di rigidezza elastica dell'asta quella del contributo delle molle ripartite sulle facce della fondazione. I valori di tali contributi sono calcolate computando i coefficienti funzione delle aree di contatto terreno-fondazione. Tutti i calcoli sono effettuati sulla base di cinematicismi unitari.

Questo elemento finito possiede 12 gradi di libertà in quanto i due nodi di estremità hanno 6 gradi di libertà ciascuno: 3 alla traslazione e 3 alla rotazione:



Il sistema di riferimento locale viene costruito partendo dall'asse 1 fatto coincidere con la linea d'asse della trave e orientato positivamente dal nodo 1 al 2. Gli altri due assi sono costruiti attraverso una roto-traslazione rigida del sistema di riferimento di riferimento globale in modo da sovrapporre l'asse x all'asse 1.

I momenti di inerzia della sezione sono riferiti agli assi 2 e 3.

Tutte le proprietà delle sezioni, i carichi e le caratteristiche della sollecitazione sono riferite agli assi locali della trave. Eventuali rotazioni della sezione vengono considerate riferendo le inerzie agli assi locali di riferimento.

I dati relativi alla sezione sono:

- **Area della sezione trasversale;**
- **Momenti principali di inerzia;**
- **Momento d'inerzia torsionale;**
- **Modulo di Winkler verticale;**
- **Modulo di Winkler orizzontale;**

I tipi di sezione utilizzabili in FaTA-e verranno approfondite nella sezione riguardante le verifiche strutturali.

Come già spiegato il materiale costituente la trave è assunto essere di tipo isotropo. I parametri atti a definirlo sono il modulo elastico longitudinale E e il coefficiente di Poisson. Le altre caratteristiche del materiale sono costituite dal peso proprio per unità di lunghezza della trave (automaticamente calcolato dal programma), dalla massa per unità di lunghezza (automaticamente calcolato dal programma) e dal coefficiente termico di dilatazione lineare.

Sulla linea d'asse della trave possono agire contemporaneamente una molteplicità di carichi:

- **Carichi distribuiti uniformi** espressi nel sistema di riferimento locale dell'asta;
- **Carichi distribuiti uniformi** espressi nel sistema di riferimento globale;
- **Carichi trapezoidali** espressi nel sistema di riferimento locale dell'asta;
- **Variazioni termiche uniformi**;

I carichi ripartiti (uniformi o trapezoidali) interessano tutta la lunghezza dell'asta ed hanno componenti lungo gli assi locali 1,2,3 del sistema di riferimento locale. È tuttavia possibile introdurre lo stesso tipo di carico riferito al riferimento globale X,Y,Z.

Tutti i tipi di carico ripartito possono essere forze o momenti, entrambi riferiti all'unità di lunghezza. I carichi termici introducibili sono del tipo lineare costante e provocano allungamenti della trave lungo il proprio asse.

Per modellare la compenetrazione delle aste ai nodi è possibile introdurre tratti rigidi agli estremi. La lunghezza di questi tratti (l_{ri} e l_{rj}) viene automaticamente calcolata dal programma. Per cui la lunghezza della parte deformabile della trave viene quindi ad essere assunta pari a:

$$\bar{L} = L - (l_{ri} + l_{rj})$$

La valutazione dei momenti di incastro perfetto indotti dagli schemi di carico tiene conto della presenza all'estremità della trave dei tronchi rigidi.

I dati di output relativi agli elementi FOND sono:

- **Forze interne** (N_1 , T_2 , T_3);
- **Momenti interni** (M_T , M_{12} , M_{13}).

2.9 Elemento ISOLATORE.

Questo tipo di elemento finito viene utilizzato per modellare isolatori in campo elastico lineare equivalente. Diversamente dall'elemento BEAM, questo tipo di elemento possiede rigidezza solo nella direzione verticale e a spostamenti ortogonali all'asse dell'elemento. La rigidezza nella direzione verticale può essere assegnata direttamente dai dati forniti dal costruttore (K_v) o calcolata tramite il valore del modulo elastico equivalente (E_s). La rigidezza orizzontale viene assegnata esclusivamente utilizzando i parametri definiti dal costruttore di isolatori. Agendo in campo elastico lineare equivalente, non viene tenuta in conto alcuna forma di dissipazione energetica, né alcuna forma di diagramma isteretico dell'isolatore. L'applicabilità del metodo deve essere validata dal fornitore del sistema di isolamento sismico, in quanto non tutti i tipi di isolatori consentono di applicare le semplificazioni del campo elastico lineare.

L'isolatore sarà soggetto a:

- **Sforzo Normale**;
- **Taglio 1-3**;
- **Taglio 1-2**.

Le rimanenti caratteristiche di sollecitazione, momenti flettenti e torcenti, risultano nulli.

Un'estensione di questo elemento finito è utilizzato per modellare gli "scivolatori", in cui risulta non nulla solo la rigidezza a carichi verticali.

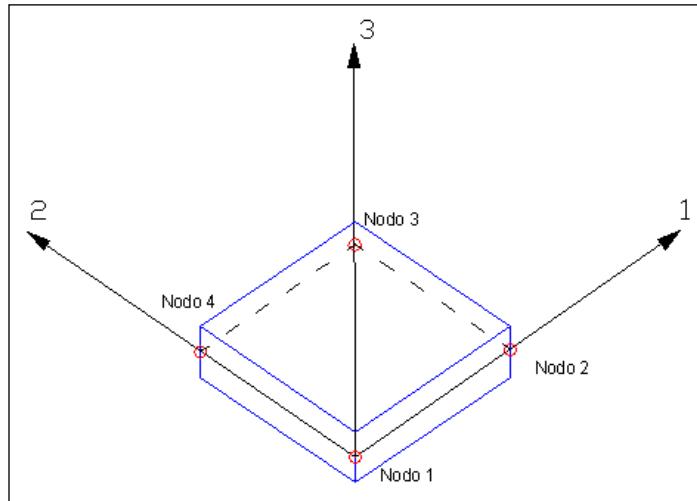
2.10 Elemento SHELL.

In questa sezione approfondiremo la trattazione dell'elemento finito SHELL, utile alla modellazione di piastre orizzontali, platee di fondazione, pareti verticali e volte di varia forma. Questo tipo di elemento finito segue sempre la giacitura di un piano.

L'elemento lastra-piastra, nel seguito denominato guscio, possiede nel sistema di riferimento locale come in quello globale 6 gradi di libertà per nodo. L'elemento è computato sovrapponendo il comportamento lastra o membrana, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (una coppia di spostamenti planari e un grado di libertà alla rotazione intorno ad un asse perpendicolare al piano medio), e il comportamento piastra, che possiede 3 gradi di libertà per nodo (uno spostamento

perpendicolare al piano medio e una coppia di rotazioni ortogonali aventi assi sostegno paralleli al piano medio).

La geometria dell'elemento finito SHELL può essere definita attraverso 3 o 4 nodi. La trattazione nei due casi è completamente diversa. L'elemento a 3 nodi viene usato per creare esclusivamente mesh di transizione nel caso di figure irregolari. Il sistema di riferimento locale viene posizionato attraverso una roto-traslazione rigida facendo coincidere il vettore congiungente il primo e il secondo nodo dell'elemento con l'asse X del sistema di riferimento e denominandolo come asse 1:



Tutte le proprietà della sezione, i carichi e le caratteristiche della sollecitazione sono riferite agli assi locali dell'elemento.

Il parametro geometrico che definisce l'elemento, oltre le coordinate dei nodi, è lo spessore della sezione trasversale.

Il materiale costituente il guscio è assunto essere di tipo isotropo. I parametri atti a definirlo sono il modulo elastico longitudinale E e il coefficiente di Poisson. Le altre caratteristiche del materiale sono costituite dal peso proprio per unità di superficie (automaticamente calcolato dal programma), dalla massa per unità di superficie (automaticamente calcolato dal programma) e dal coefficiente termico di dilatazione lineare.

Sull'elemento SHELL è possibile introdurre vari tipi di carico:

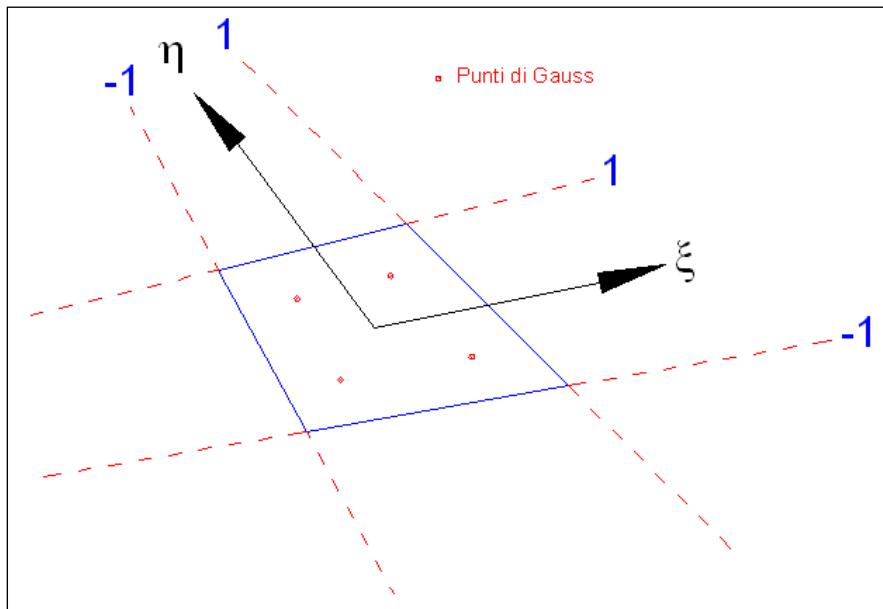
- **Carichi ripartiti** per unità di superficie agenti ortogonalmente al piano dell'elemento;
- **Carichi** (rispetto al sistema di riferimento locale e globale) ripartiti trapezoidali per unità di lunghezza applicati sui lati dell'elemento;
- **Variazioni termiche** costanti sul volume dell'elemento.

La formulazione dell'elemento è basata sulla teoria di Mindlin-Reissner in cui viene considerato anche il contributo della deformazione dovuta al taglio risolvendolo secondo la formulazione isoparametrica. Tutte le caratteristiche sono calcolate attraverso l'integrazione numerica ai punti di Gauss secondo la regola 2x2 ed estrapolate ai nodi.

Una volta ricondotte alle coordinate isoparametriche, le funzioni di forma nei due casi sono le seguenti:

$$\begin{aligned}
 \text{Elementi Quadrangolari} \quad & \left\{ \begin{aligned} N_1 &= \frac{1}{4}(1-\xi)(1-\eta) \\ N_2 &= \frac{1}{4}(1+\xi)(1-\eta) \\ N_3 &= \frac{1}{4}(1-\xi)(1+\eta) \\ N_4 &= \frac{1}{4}(1+\xi)(1+\eta) \end{aligned} \right. \\
 \text{Elementi Triangolari} \quad & \left\{ \begin{aligned} N_1 &= (1-\xi-\eta) \\ N_2 &= \xi \\ N_3 &= \eta \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

Il significato delle coordinate parametriche è spiegato, per gli elementi quadrangolari, nella seguente figura:



Ogni oggetto piastra o parete introdotto dall'input viene meshato automaticamente dal programma secondo algoritmi di calcolo geometrici. La definizione della mesh è fondamentale per la corretta risoluzione della struttura.

Lo stesso elemento SHELL può essere utilizzato per modellare platee di fondazione attraverso l'introduzione di molle distribuite sulla superficie dell'elemento che vengono automaticamente concentrate (rappresentative della propria area di influenza e calcolate attraverso l'integrazione di Gauss) e applicate ai nodi di estremità.

La massa dell'elemento viene calcolata e rappresentata dai valori nodali (lumped).

I dati di output relativi agli elementi SHELL sono:

- **Forze** interne per unità di lunghezza (F_{11}, F_{22}, F_{12});
- **Momenti** interni per unità di lunghezza (M_{11}, M_{22}, M_{12});
- **Risultanti di taglio** interno per unità di lunghezza (V_{13}, V_{23}).

Le forze interne sono correlate alle tensioni dalle seguenti relazioni:

$$\sigma_{11} = \frac{F_{11}}{s} - \frac{6M_{11}}{s^2}$$

$$\sigma_{22} = \frac{F_{22}}{s} - \frac{6M_{22}}{s^2}$$

$$\sigma_{12} = \frac{F_{12}}{s} - \frac{6M_{12}}{s^2}$$

$$\sigma_{13} = \frac{V_{13}}{s}$$

$$\sigma_{23} = \frac{V_{23}}{s}$$

$$\sigma_{33} = 0$$

dove s è lo spessore trasversale dell'elemento.

Per gli elementi strutturali in Xlam e la tipologia generica ortotropa, il calcolo agli elementi finiti utilizza un opportuno legame costitutivo. In particolare, per gli elementi Xlam, si tiene conto dei vari strati, del loro spessore e dell'orientazione, e per ciascun strato si assume comportamento ortotropo.

Per tali tipi di elementi non è possibile tenere conto dell'interazione con il terreno mediante l'utilizzo del modulo di Winkler.

2.11 Interazione plinti - terreno.

In questa sezione verrà trattata la schematizzazione dei vincoli relativi ai plinti. Per quanto concerne le verifiche strutturali si rimanda all'apposito capitolo di questo manuale. I tipi di plinto disponibili sono:

- **Ad 1 palo;**
- **A 2 pali;**
- **A 3 pali;**
- **A 3 pali più 1 centrale;**
- **A 4 pali;**
- **A 4 pali più 1 centrale;**
- **A 5 pali;**
- **A 5 pali più 1 centrale;**
- **A 6 pali;**
- **A 6 pali più 1 centrale;**
- **Diretto a trapezio;**
- **Diretto massiccio;**

Il programma provvede ad inserire una serie di "vincoli cedevoli" (molle concentrate) al nodo posto alla base del pilastro (rappresentato da un elemento BEAM) in cui sono inseriti i plinti.

Tali molle sono tre di tipo traslazionale (X,Y,Z) e tre di tipo rotazionale (Rx, Ry, Rz). Per i plinti diretti le costanti elastiche si ricavano ipotizzando il plinto rigido e il suolo alla Winkler. Tale operazione viene fatta integrando i valori dei moduli di Winkler (verticale e orizzontale) sulla superficie di contatto del plinto e imponendo uno spostamento unitario.

Il contributo a rotazione intorno ad un asse orizzontale viene computato considerando il momento generato dalla rotazione unitaria attraverso un diagramma delle pressioni di contatto a farfalla. Il contributo a rotazione intorno all'asse verticale viene calcolato in base all'attrito (modellato attraverso molle) imponendo una rotazione unitaria.

Per i plinti su pali, il contrasto a traslazione e rotazione viene affidato esclusivamente ai pali. Per i contributi elasticici traslazionali e di rotazione intorno all'asse verticale, si procede ad integrare il valore di contrasto laterale (ipotizzato alla Winkler) delle molle sulla lunghezza dei pali. Per i contributi intorno agli assi orizzontali viene imposta una rotazione alla base del plinto unitaria. Alle molle di contrasto viene sommato il contributo di rigidezza elastica dei singoli pali.

I valori dei vincoli cedevoli vengono mostrati all'utente al momento della creazione della tipologia del plinto. In tale ambiente è possibile editare il valore o addirittura considerare il vincolo come perfettamente incastrato.

Per i plinti su pali si riportano nella seguente tabella le formule utilizzate per calcolare il valore delle molle da applicare ai nodi di base.

	1,2,3,4,5,6 pali	3+1, 4+1, 5+1, 6+1 centrale
K_{pX}	$n \cdot \left(2 \cdot R \cdot \left(\frac{L}{3} \right) \cdot K_W + \frac{12 \cdot E \cdot \pi \cdot R^4}{4 \cdot L^3} \right)$	$n \cdot \left(2 \cdot R \cdot \left(\frac{L}{3} \right) \cdot K_W + \frac{12 \cdot E \cdot \pi \cdot R^4}{4 \cdot L^3} \right)$
K_{pY}	$n \cdot \left(2 \cdot R \cdot \left(\frac{L}{3} \right) \cdot K_W + \frac{12 \cdot E \cdot \pi \cdot R^4}{4 \cdot L^3} \right)$	$n \cdot \left(2 \cdot R \cdot \left(\frac{L}{3} \right) \cdot K_W + \frac{12 \cdot E \cdot \pi \cdot R^4}{4 \cdot L^3} \right)$
K_{pZ}	$n \cdot \left(\frac{E \cdot \pi \cdot R^2}{L} \right)$	$n \cdot \left(\frac{E \cdot \pi \cdot R^2}{L} \right)$
$K_{p\Phi X}$	$\frac{n \cdot \pi \cdot R \cdot K_{WH}}{12} \cdot \left(\frac{L}{10} \right)^3$	$\frac{n \cdot \pi \cdot R \cdot K_{WH}}{12} \cdot \left(\frac{L}{10} \right)^3$
$K_{p\Phi Y}$	$\frac{n \cdot \pi \cdot R \cdot K_{WH}}{12} \cdot \left(\frac{L}{10} \right)^3$	$\frac{n \cdot \pi \cdot R \cdot K_{WH}}{12} \cdot \left(\frac{L}{10} \right)^3$
$K_{p\Phi Z}$	Se $n=1$ $K_{WH} \cdot \left(\pi \cdot R^3 \cdot \left(\frac{L}{10} \right) \right)$ altrimenti $n \cdot K_{WH} \cdot \left(\frac{d^2}{16} \cdot \pi \cdot R \cdot \left(\frac{L}{10} \right) \right)$	$K_{WH} \cdot \left((n-1) \cdot \frac{d^2}{16} \cdot \pi \cdot R \cdot \left(\frac{L}{10} \right) \right)$

Dove:

- n : Numero di pali;
 R : Raggio dei pali;
 L : Lunghezza dei pali;
 K_{WH} : Modulo di Winkler orizzontale;
 K_W : Modulo di Winkler verticale;
 d : Interasse tra i pali.

Per i plinti diretti si riportano le relative formule:

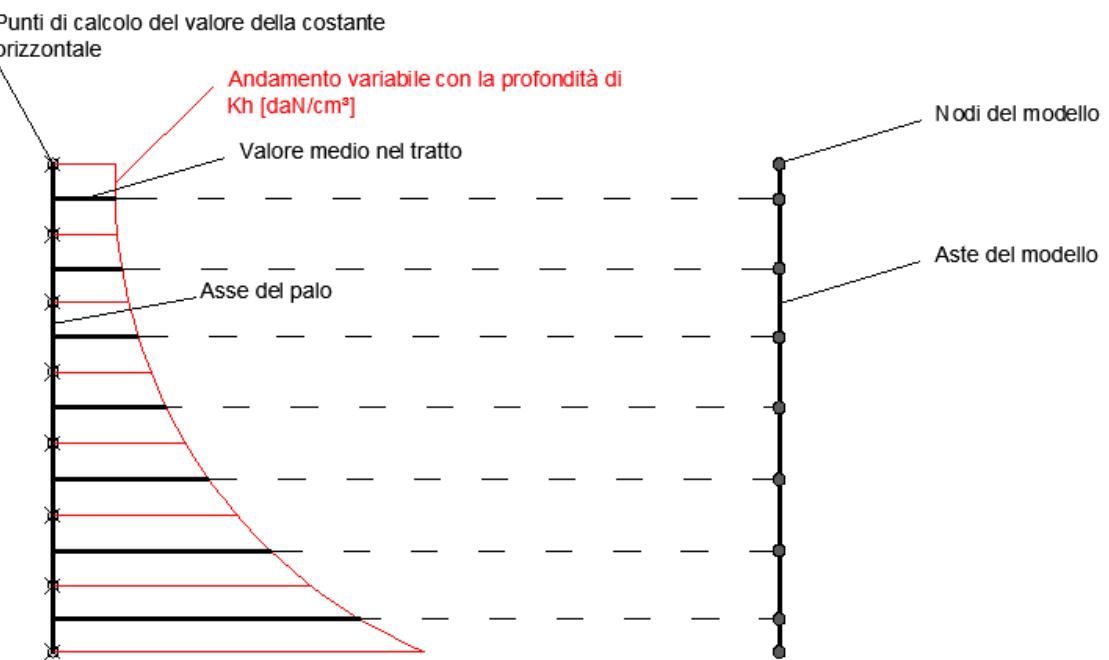
	Trapezio	Massiccio
K_{pX}	$K_{WH} \cdot \left[L_{mY} \cdot h_m + L_{cY} \cdot h_c + \frac{(L_{zY} + L_{tY}) \cdot h_t}{2} \right]$	$K_{WH} \cdot [L_{mY} \cdot h_m + L_{cY} \cdot h_c]$
K_{pY}	$K_{WH} \cdot \left[L_{mX} \cdot h_m + L_{cX} \cdot h_c + \frac{(L_{zX} + L_{tX}) \cdot h_t}{2} \right]$	$K_{WH} \cdot [L_{mX} \cdot h_m + L_{cX} \cdot h_c]$
K_{pZ}	$K_W \cdot (L_{mX} \cdot L_{mY})$	$K_W \cdot (L_{mX} \cdot L_{mY})$

$K_{p\Phi X}$	$\frac{(L_{mX} \cdot L_{mY}^3) \cdot K_W}{24}$	$\frac{(L_{mX} \cdot L_{mY}^3) \cdot K_W}{24}$
$K_{p\Phi Y}$	$\frac{(L_{mY} \cdot L_{mX}^3) \cdot K_W}{24}$	$\frac{(L_{mY} \cdot L_{mX}^3) \cdot K_W}{24}$
$K_{p\Phi Z}$	$\frac{K_W \cdot (hm + hc + ht) \cdot (L_{mX}^3 \cdot L_{mY}^3)}{24}$	$\frac{K_W \cdot (hm + hc) \cdot (L_{mX}^3 \cdot L_{mY}^3)}{24}$

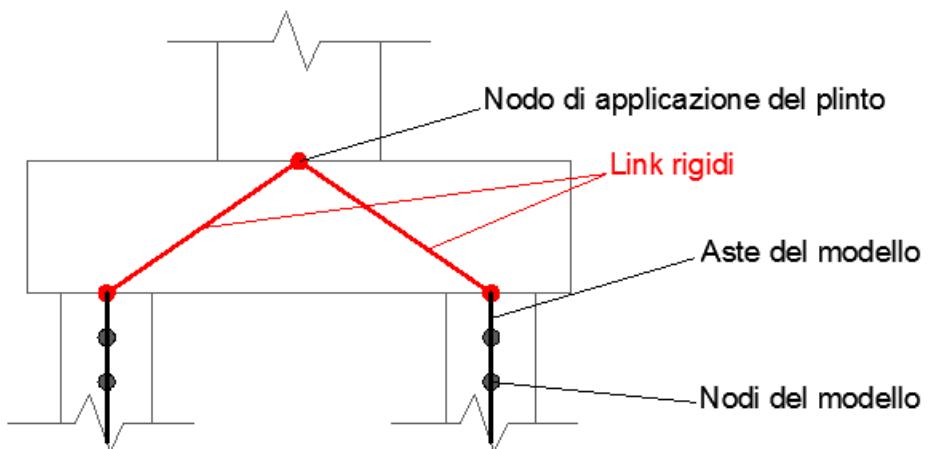
Dove:

- L_{mX} : Lunghezza in direzione X del magrone;
 L_{mY} : Lunghezza in direzione Y del magrone;
 h_m : Spessore del magrone;
 L_{cX} : Lunghezza in direzione X del corpo;
 L_{cY} : Lunghezza in direzione Y del corpo;
 h_c : Altezza del corpo;
 L_{tX} : Lunghezza in direzione X della testa;
 L_{tY} : Lunghezza in direzione Y della testa;
 h_t : Altezza della testa;
 K_{WH} : Modulo di Winkler orizzontale;
 K_W : Modulo di Winkler verticale;
 r_i : Raggio del cerchi inscritto nella sagoma di base.

La stima dei vincoli cedevoli può essere effettuata anche mediante l'utilizzo del metodo **FEM**, in funzione delle caratteristiche geotecniche definite nella stratigrafia del terreno, per le quali è richiesta una maggiore accuratezza nella stima dei parametri elastici. Il singolo palo verrà modellato secondo il seguente schema:

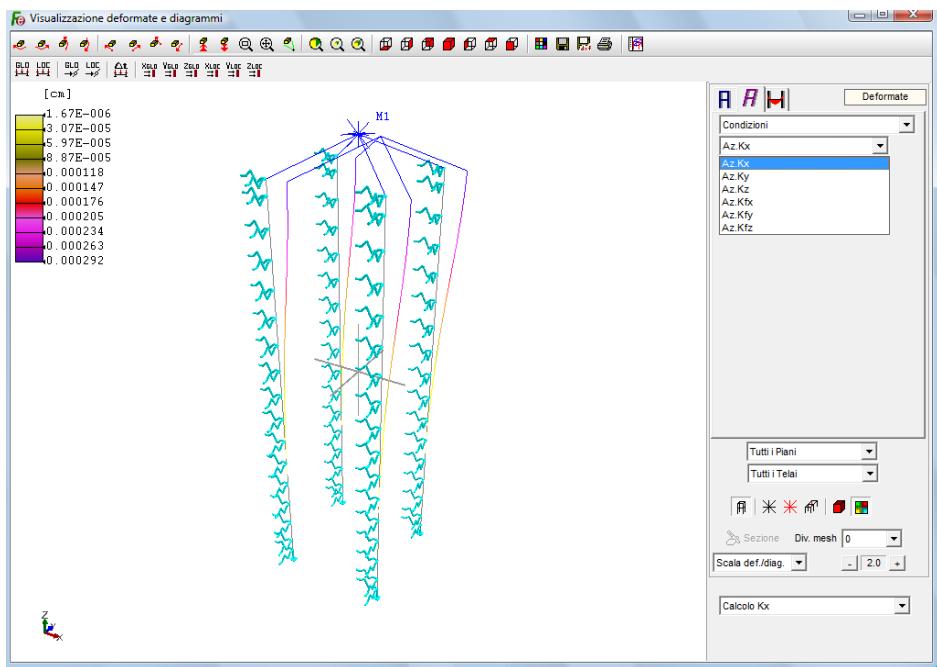


Per i plinti su pali il corpo del plinto viene modellato con elementi rigidi secondo l'esempio riportato sotto:



Per l'elaborazione vengono create tante condizioni di carico per quante sono le componenti di spostamento. Per la visualizzazione è necessario selezionare la condizione di carico corrispondente al relativo file di calcolo (es. "Az Kx" corrisponde a "Calcolo Kx").

Il modello completo può essere visualizzato dall'apposito comando.



Il calcolo della costante orizzontale del terreno K_h può essere effettuato in base a due diverse teorie:

- Metodo di Bowles;
- Metodo di Chiarugi & Maia.

Il metodo di Bowles (Fondazioni – Progetto e analisi – 2003 – Joseph E. Bowles – Par. 9.6) definisce la seguente espressione generale del modulo di reazione, sia orizzontale che verticale:

$$K_s = A_s + B_s Z^n$$

Il parametro A_s è una costante, sia per elementi orizzontali che verticali pari a :

$$A_s = C (c N_c S_c + 0.5 \gamma B N_y S_y)$$

B_s è un coefficiente di profondità e Z è la profondità in esame ed n un esponente necessario ad ottenere un andamento di K_s variabile con la profondità:

$$B_s Z = C(\gamma N_q S_q) Z$$

Il metodo consente una rapida valutazione di del parametro K_s . Il coefficiente C assume un valore pari a 40, 160, 80, 53.3 in funzione del cedimento limite assunto (1, 1/4, 1/2, 3/4, pollici).

Nell'algoritmo usato dal software C è pari a 80, corrispondente ad un cedimento di 1/2 pollice.

Il metodo di Chiarugi & Maia (Geotecnica e tecnica delle fondazioni – 1984 – Vol. 2 – C. Cestelli Guidi – Par. 14.4.2.1 Definizione del coefficiente) relativo a pali lunghi con la sommità impedita di ruotare e soggetto ad azioni orizzontali. Il valore della costante di reazione orizzontale è il seguente:

$$K_h \cong \frac{E_s}{D(1 - \nu^2)} \sqrt[12]{\frac{E_s * D^4}{E_b * J_b}}$$

Dove E_s e ν si riferiscono ai parametri elasticici del terreno, supposto omogeneo mentre D , E_b e J_b sono rispettivamente il diametro, il modulo elastico e il momento di inerzia della sezione, riferiti al palo di fondazione.



E' importante citare le riflessione contentute nelle Linee Guida AGI relative all'interazione inerziale, in cui, dopo aver citato vari metodi, specifica le varie soluzioni alternative disponibili *"forniscono risultati alquanto diversi"*. Si consiglia di valutare sempre criticamente i risultati ottenuti soprattutto nei riguardi dell'interazione con la sovrastruttura, in particolare in termini di modi di vibrare.

2.12 Condizioni di carico.

Il programma provvede a creare automaticamente le condizioni di carico da applicare alla struttura. Le condizioni create sono:

- **Carichi permanenti;**
- **Carichi accidentali;**
- **Carichi termici;**
- **Carichi sismici;**
- **Cedimenti vincolari;**
- **Pretensione tiranti.**

Nei carichi permanenti vengono computati il peso proprio della struttura, le strutture secondarie (solai, scale, balconi) con tutti i relativi sovraccarichi, muri di tamponamento. Nei carichi accidentali vengono computati tutti i carichi di esercizio relativamente alle reali superfici di influenza.

I carichi vengono computati in funzione dei pannelli di carico associati agli elementi strutturali secondari (solai, scale, muri di tamponamento e balconi)

I carichi termici sono generati in automatico dipendentemente al valore di salto termico differenziato per aste di elevazione e di fondazione. È possibile ovviamente assegnare ad ogni elemento un diverso valore della temperatura.

Anche i carichi sismici sono creati automaticamente nel caso di analisi statica. Il calcolo delle forze sismiche (solo nell'analisi statica equivalente al sisma) avviene come descritto nel punto 4.5.2 dell'Ordinanza 3274.

La ripartizione delle forze di piano avviene in funzione della rigidezza degli elementi verticali calcolata come:

$$K_{Xi} = \frac{1}{\left(\frac{\chi l}{GA}\right) + \left(\frac{l^3}{12EI_Y}\right)}$$

$$K_{Yi} = \frac{1}{\left(\frac{\chi l}{GA}\right) + \left(\frac{l^3}{12EI_X}\right)}$$

Le forze da applicare ad ogni singolo elemento resistente al sisma sono le seguenti:

$$F_{Xi} = F_{pX} \left(\frac{K_{Xi}}{\sum K_{Xi}} + \frac{(K_{Xi}(x_i - X_R)e_Y)}{J_r} \right)$$

$$F_{Yi} = F_{pY} \left(\frac{K_{Yi}}{\sum K_{Yi}} + \frac{(K_{Yi}(y_i - Y_R)e_X)}{J_r} \right)$$

Dove:

$$J_r = \sum K_{Xi} (y_i - Y_R)^2 + \sum K_{Yi} (x_i - X_R)^2$$

Il carico sismico verticale viene generato localmente nei seguenti casi:

- **elementi orizzontali con luce superiore a 20 m;**
- **elementi a mensola;**
- **strutture spingenti.**

Il motore di calcolo di FaTA-e provvede anche alla generazione automatica delle coppie di piano torcenti relative all'ecentricità accidentale dovuta ad imperfezioni della struttura. Le coppie di piano create relativamente alle due direzioni X e Y vengono ripartite agli elementi verticali con l'equivalente metodo di ripartizione spiegato precedentemente.

Come descritto nel capitolo "L'Input", esiste anche la possibilità da parte dell'utente di creare nuove configurazioni di calcolo fatte di forze, coppie e carichi ripartiti, in modo da modellare ulteriori condizioni di carico che si possono presentare. Tali condizioni vengono identificate internamente dal solutore come "Utente" e processate insieme alle altre condizioni di carico utilizzando procedure ottimizzate alla risoluzione di più problemi statici.

2.13 Tipi di analisi.

Il motore di calcolo di FaTA-e consente di effettuare due tipi di analisi: Statica Lineare e Dinamica Modale.

L'analisi Statica Lineare è utilizzata per processare sempre i vettori di carico relativi a:

- **Carichi permanenti;**
- **Carichi accidentali;**
- **Variazioni termiche;**
- **Sisma torcente accidentale;**
- **Cedimenti vincolari;**
- **Pretensione tiranti.**

Rimane facoltà dell'utente scegliere il tipo di analisi sismica voluta in funzione delle varie esigenze e alle indicazioni normative. In questo ambito, oltre all'analisi statica lineare relativa a Sisma equivalente nelle tre direzioni principali, è possibile utilizzare l'analisi Dinamica Modale, utile per calcolare i modi di vibrazione della struttura secondo due direzioni reciprocamente ortogonali.

Entrambi i metodi di calcolo si fondano su algoritmi di calcolo dell'analisi matriciale create appositamente per l'ottimizzazione su elaboratore elettronico.

Le matrici di massa e rigidezza sono memorizzate nella forma di **matrice sparsa**, un formato compatto che consente di memorizzare solo le posizioni diverse da zero. Nel caso specifico delle problematiche connesse al calcolo strutturale consente un risparmio di memoria fino al 95% e l'utilizzo di algoritmi per la risoluzione dei sistemi lineari ed il calcolo degli autovalori notevolmente ottimizzati.

Trattiamo nello specifico l'Analisi Statica Lineare.

Dopo il calcolo e l'assemblaggio della matrice di rigidezza, effettuata solo sui nodi liberi (e quindi relativamente alle incognite di spostamento), si passa alla risoluzione del sistema di equazioni lineari di equilibrio della struttura:

$$[F] = [\bar{K}] \times [u]$$

dove:

$[F]$ è il vettore dei carichi applicati ai nodi;

$[\bar{K}]$ è la matrice di rigidezza bandata relativa ai cinematicismi liberi;

$[u]$ è il vettore degli spostamenti nodali.

La risoluzione del sistema avviene attraverso la triangolarizzazione della matrice di rigidezza bandata e con la successiva sostituzione all'indietro. Il controllo di labilità viene fatto controllando che sulla diagonale della matrice decomposta non vi siano valori nulli. È tuttavia possibile che per motivi esclusivamente numerici alcune forme di labilità non vengano riscontrate dall'algoritmo.

Una volta calcolati gli spostamenti nodali incogniti, vengono calcolati le deformazioni interne ad ogni singolo elemento utilizzando le funzioni di forma utili alla definizione degli elementi finiti. Dallo stato

deformativo si passa, infine, al calcolo delle caratteristiche di sollecitazione, definite rispetto al sistema di riferimento locale, di ogni elemento presente nel modello.

L'analisi dinamica di FaTAe consente di determinare le oscillazioni libere della struttura discretizzata. Questi modi di vibrare sono legati agli autovalori e autovettori del sistema dinamico generalizzato, che può essere riassunto in:

$$[K] \times \{a\} = \omega^2 [M] \times \{a\}$$

dove:

$[K]$ è la matrice di rigidezza della struttura;

$[M]$ è la matrice delle masse strutturali;

$\{a\}$ sono gli autovettori del problema generalizzato (forme modali);

ω^2 sono gli autovalori del sistema generalizzato;

Per la soluzione del problema generalizzato agli autovalori è stata utilizzata una variante del metodo di Arnoldi, detta Implicit Restarted Arnoldi Method (IRAM), un algoritmo iterativo che consente di calcolare un numero relativamente piccolo di autovalori per ogni passo ottimizzando la memoria occupata ed il tempo di calcolo.

Il numero di autovalori per ogni passo può essere scelto dall'input. L'algoritmo itera per calcolare un numero di autovalori tale da soddisfare il requisito dell'85% delle masse eccitate per ciascuna direzione del sisma (vedi Ordinanza 3274, 4.5.3).

E' prevista la possibilità di effettuare una sola iterazione. Quest'ultima opzione unita alla possibilità di scegliere il numero di autovalori da calcolare ad ogni passo consente, se necessario, di effettuare un'analisi di massima della struttura, calcolando gli autovalori che di fatto influenzano il comportamento della struttura senza essere vincolati all'85% di legge.

Successivamente viene calcolata la frequenza (f) dei modi di vibrare come:

$$f = \frac{\omega}{2\pi}$$

Il periodo (T) è calcolato come:

$$T = \frac{1}{f}$$

Utilizzando il vettore di trascinamento \underline{d} (o di direzione di entrata del sisma) calcoliamo i "fattori di partecipazione modali" Γ_i :

$$\Gamma_i = \underline{\phi}_i^T \times [M] \times \underline{d}$$

dove:

$\underline{\phi}_i$ è l'autovettore normalizzato relativo al modo i -esimo.

Per ogni direzione del sisma vengono scelti i modi efficaci al raggiungimento del valore limite imposto dalla normativa (85 %).

Il parametro di riferimento è il "fattore di partecipazione delle masse", la cui formulazione è:

$$\Lambda_{xi} = \frac{\Gamma_i^2}{M_{tot}}$$

I cinematismi \underline{u} vengono calcolati come:

$$\underline{u} = \frac{\Gamma_i S_d(T_i)}{\omega_i^2}$$

dove:

$S_d(T_i)$ è ordinata dello spettro di risposta orizzontale o verticale (vedi punto 3.2.5 norma);

ω_i^2 è l'autovalore del modo i-esimo.

Gli effetti relativi ai modi di vibrare, vengono combinati utilizzando la combinazione quadratica completa (CQC):

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} E_i E_j}$$

dove:

$$\rho_{ij} = \frac{(8\xi^2(1+\beta_{ij})\beta_{ij}^{3/2})}{((1-\beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2\beta_{ij}(1+\beta_{ij}^2)^2 + 8\xi^2\beta_{ij}^2)}$$

è il coefficiente di correlazione tra il modo i-esimo e

il modo j-esimo;

ξ è il coefficiente di smorzamento viscoso;

$$\rho_{ij} \text{ è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia di modi } \left(\frac{f_i}{f_j} \right)$$

E_i e E_j sono gli effetti considerati in valore assoluto.

2.14 Modello con conci rigidi.

La modellazione della struttura può essere effettuata secondo due modalità:

- Standard
- Con conci rigidi

Nel primo caso tutti gli elementi saranno collegati tra loro utilizzando un singolo nodo ed approssimando inclinazioni e posizioni reciproche degli elementi. Nel secondo caso saranno inserite nel modello le relazioni di corpo rigido ai nodi strutturali, in modo da modellare situazioni geometriche più aderenti alla reale posizione degli elementi strutturali.

Ad esempio, descriviamo i modelli nei due casi per un nodo d'angolo:

Geometria reale	Modello Standard	Modello con conci rigidi

Allo stesso modo la mesh di pareti e platee sarà realizzata introducendo connessioni rigide tra gli elementi.

Il modello a conci rigidi risulta particolarmente efficace per problemi geometrici legati al dissassamento delle travi rispetto agli assi dei pilastri, considerando automaticamente i momenti di calcolo parassiti dovuti alle eccentricità.

La modellazione a conci consente di avere la perfetta corrispondenza tra elemento reale e modello di calcolo con ulteriori vantaggi legati alle minori approssimazioni.

2.15 Cenni teorici sull'analisi statica non lineare (Metodo Pushover).

L'analisi non lineare statica consiste nell'applicare alla struttura i carichi gravitazionali e, per la direzione considerata dell'azione sismica, un sistema di forze orizzontali distribuite, ad ogni livello della costruzione, proporzionalmente alle forze d'inerzia ed aventi risultante (taglio alla base). Tali forze sono scalate in modo da far crescere monotonicamente, sia in direzione positiva che negativa e fino al raggiungimento delle condizioni di collasso locale o globale, lo spostamento orizzontale dc di un punto di controllo coincidente con il centro di massa dell'ultimo livello della costruzione.

Le caratteristiche di plasticità sono assegnate esclusivamente agli estremi dell'asta. Ai vari passi di incremento dei carichi orizzontali, il diverso stato di sollecitazione determina la formazione di diversi tipi di meccanismi di rottura (per flessione, schiacciamento, taglio), i quali determinano la ridistribuzione delle rigidezze e, di conseguenza, delle sollecitazioni.

La risoluzione del sistema viene eseguita con il metodo di Newton-Raphson.

Il risultato consiste in un diagramma, denominato 'curva di capacità', dove in ascissa viene riportato lo spostamento di un punto di controllo (generalmente si sceglie il livello della copertura), mentre in ordinata viene riportata la forza totale orizzontale applicata alla struttura.

Dalla curva di capacità è possibile ricavare la 'capacità di spostamento' della struttura.

La verifica globale della struttura si considera soddisfatta se la capacità di spostamento è maggiore della 'domanda di spostamento':

$$\begin{aligned} \text{se } T^* \geq T_c &\Rightarrow d^*_{\max} = S_{De}(T^*) \\ \text{se } T_c < T^* &\Rightarrow d^*_{\max} = \frac{S_{De}(T^*)}{q^*} \left[1 + (q^* - 1) \frac{T_c}{T^*} \right] \end{aligned}$$

I parametri utilizzati assumono i seguenti significati:

- d^*_{\max} (domanda di spostamento);
- $T^* = 2\pi\sqrt{m^* / k^*}$ (periodo del sistema equivalente ad un grado di libertà);
- T_c (riportato nella tabella 3.2.VII del punto 3.2.3.2.2 del D.M. 14/01/2008);
- $m^* = \sum m_i \Phi_i$ (massa partecipante del sistema equivalente);
- k^* (rigidezza secante del sistema equivalente ad un grado di libertà);
- $q^* = S_e(T^*)m^* / F^*y$ (rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente);
- $S_{De}(T^*)$ (valore dello spettro di risposta elastico degli spostamenti in corrispondenza del periodo T^*);
- $S_e(T^*)$ (valore dello spettro di risposta elastico delle accelerazioni in corrispondenza del periodo T^*);
- M_i (massa di ogni impalcato della struttura);
- Φ_i (vettore che rappresenta il primo modo di vibrare della struttura);
- F^*y (forza di snervamento del sistema equivalente).

Il calcolo viene eseguito separatamente nelle due direzioni principali della struttura considerando due distribuzioni di forze applicate al baricentro delle masse di ogni impalcato: una di forze proporzionali alle masse ed una di forze proporzionali all'altezza degli impalcati (analisi statica lineare).

Nel primo caso le forze sono computate secondo le seguenti formule:

$$\begin{aligned} F_{ih} &= F_H W_i / (\sum W_i); \\ F_H &= S_d(T_i) W_{tot} \lambda \end{aligned}$$

Nel secondo caso le forze sono computate secondo le seguenti formule:

$$F_{ih} = F_H(W_i z_i) / (\sum W_i z_i);$$

Dove:

z_i (quota dell'impalcato)

$S_d(T_i)$ ordinata spettro di risposta;

$\lambda = 0.85$ (se $N_{piani} \geq 3$ e se $T_I \leq 2 T_C$) oppure 1.00 (in tutti gli altri casi);

$$W_i = (G_K + \sum \Psi E_i Q_i K);$$

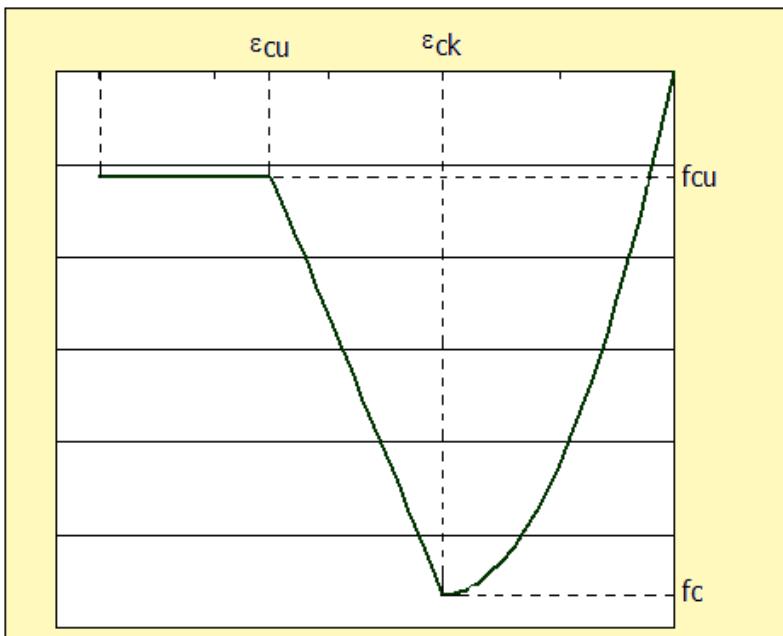
La struttura, per questo tipo di analisi, verrà discretizzata con elementi monodimensionali, in cui le caratteristiche di non-linearità di materiale sono assegnate esclusivamente agli estremi dell'asta. Pertanto la formazione delle cerniere plastiche viene assunta come possibile solo alle estremità dell'elemento resistente. Per tale motivo le zone a non linearità di comportamento del materiale sono concentrate per una lunghezza pari alla lunghezza della cerniera plastica, stimata con una delle formulazioni descritte in seguito.

Ai vari passi di incremento dei carichi orizzontali, il diverso stato di sollecitazione determina la formazione di diversi tipi di meccanismi di rottura (per flessione, schiacciamento, taglio, resistenza dei nodi), i quali determinano, a loro volta, la ridistribuzione delle rigidezze e, di conseguenza, delle sollecitazioni. Le non linearità geometriche (effetto PDelta), se attivate, vengono considerate su tutto l'elemento.

Modelli di comportamento dei materiali

Il diagramma momento-curvatura viene creato ad ogni passo di incremento considerando la sezione discretizzata secondo una mesh con appositi elementi finiti, in base ai diversi comportamenti dei materiali.

Per il materiale "calcestruzzo" verrà usato il modello di Kent & Park (1971) con calcestruzzo non resistente a trazione:



Dove:

f_c : resistenza a compressione del calcestruzzo;

f_{cu} : resistenza a compressione residua;

ϵ_{ck} : deformazione corrispondente alla resistenza massima;

ϵ_{cu} : deformazione corrispondente alla resistenza ultima.

Il modello è rappresentato dalle seguenti equazioni:

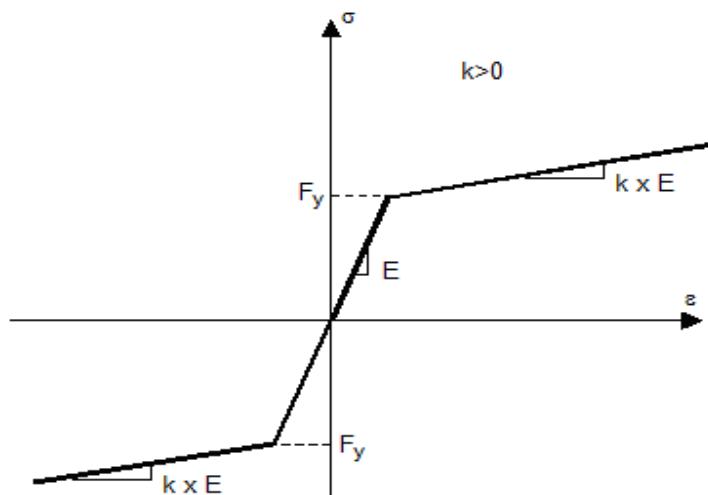
$$\begin{aligned} -\sigma &= f_c [2(\varepsilon/\varepsilon_{ck}) - (\varepsilon/\varepsilon_{ck})^2] & \text{se } 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{ck} \\ -\sigma &= f_c [1+Z(\varepsilon - \varepsilon_{ck})] & \text{se } \varepsilon_{ck} \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{cu} \\ -\sigma &= f_{cu} & \text{se } \varepsilon > \varepsilon_{cu} \end{aligned}$$

con Z pari a $(f_{cu} - f_c)/[f_c (\varepsilon_{cu} - \varepsilon_{ck})]$

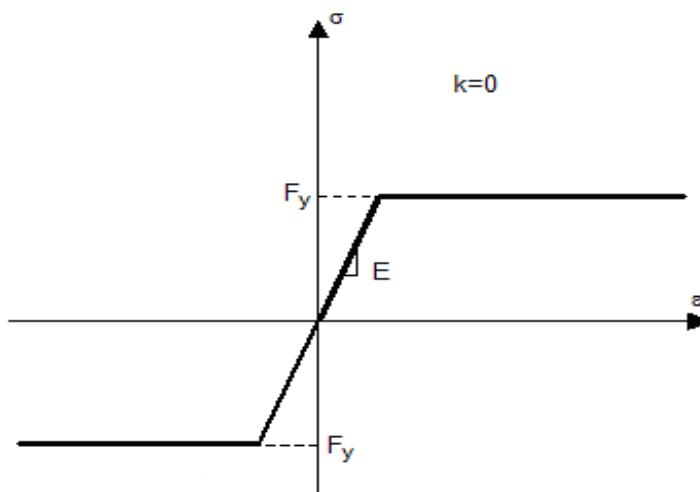
Il modello di comportamento delle barre di armatura può essere:

- modello elasto-plastico con incrudimento;
- modello elastico-perfettamente plastico;
- modello Menegotto-Pinto (1973).

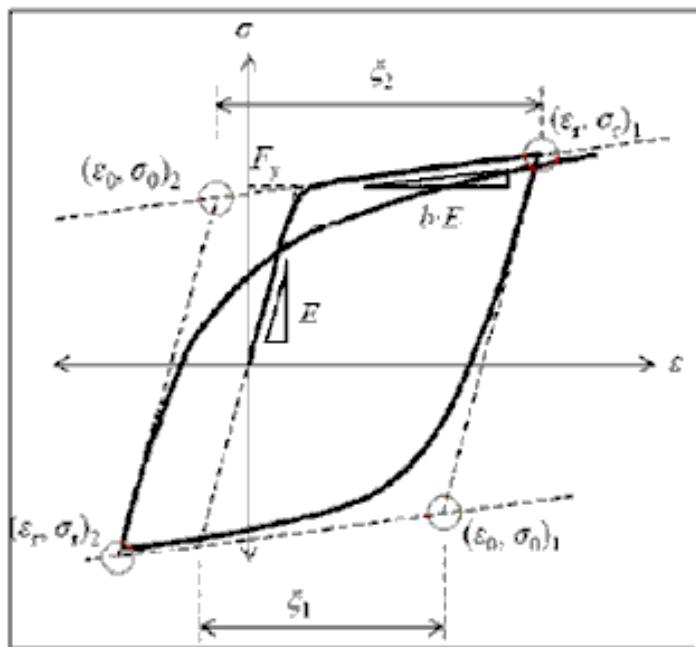
Modello elasto-plastico con incrudimento



Modello elastico-perfettamente plastico



Modello Menegotto-Pinto (1973)



Dove:

E : modulo elastico dell'acciaio;
 f_y : resistenza dell'acciaio.

Per il modello Menegotto-Pinto, il legame sforzo-deformazione è espresso mediante le seguenti relazioni:

$$\sigma^* = b \varepsilon^* + \frac{(1-b) \varepsilon^*}{(1 + \varepsilon^{*R})^{1/R}}$$

Con:

$$\varepsilon^* = \frac{\varepsilon - \varepsilon_r}{\varepsilon_0 - \varepsilon_r}$$

$$\sigma^* = \frac{\sigma - \sigma_r}{\sigma_0 - \sigma_r}$$

$$R = R_0 - \frac{a_1 \xi}{a_2 + \xi}$$

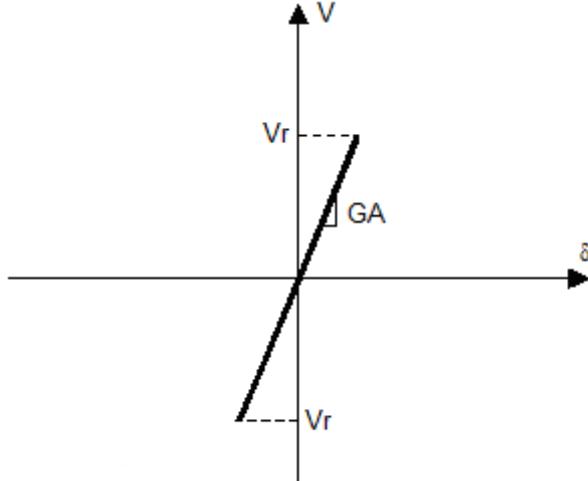
Le costanti utilizzate assumono i seguenti valori:

- $R_0 = 20$
- $a_1 = 18.5$
- $a_2 = 0.15$

Per l'acciaio da carpenteria metallica il modello usato è di tipo elasto-plastico con incrudimento, basato sui valori di resistenza e deformazione di snervamento e a rottura dell'acciaio, come definito nel database dei materiali.

Resistenza a taglio

Per le sezioni in c.a. il modello di rottura a taglio utilizzato è di tipo elasto-fragile con taglio resistente calcolato con il modello di Sezen & Moehle (2005):



$$V_r = k \left(\frac{0.5\sqrt{f_c'}}{L_s/h} \sqrt{1 + \frac{P}{0.5\sqrt{f_c'} A_g}} \right) \cdot 0.8 \cdot A_g + k \frac{A_w f_y h}{s}$$

Dove:

k : 1 per duttilità < 2 e 0.7 per duttilità > 6 (tra 2 e 6 si interpola, e comunque utilizziamo 1)

f_c' : resistenza del calcestruzzo

L_s : lunghezza di taglio (approssimativamente 0.5 L)

h : altezza della sezione

P : sforzo normale agente sulla sezione

A_g : area del calcestruzzo

A_w : area della staffa (numero bracci * area del tondino)

f_y : tensione di snervamento delle barre

s : passo delle staffe

Il valore utilizzato è limitato dal valore massimo a "taglio compressione" dato dalla rottura del calcestruzzo (Par. 4.1.2.1.3.2, formula 4.1.19 NTC).

Per le sezioni in acciaio il modello è sempre di tipo elasto-fragile, ed il valore del taglio resistente viene calcolato a partire dall'area resistente a taglio del profilo secondo le due direzioni principali.

Lunghezza della cerniera plastica

Il calcolo della lunghezza della cerniera plastica può essere effettuato scegliendo tra diversi tipi di modello:

- Circ. 617/2009 (anche Eurocodice 8-3 par. A.5);
- Paulay & Priestley (1992);
- Eurocodice 8-3 par. A.9;
- Panagiotakos & Al. (2001).

Circ. 617/2009:

$$L_p = 0.1 \cdot L_V + 0.17 \cdot h + 0.24 \cdot \frac{d_{bl} \cdot f_y}{\sqrt{f_c}}$$

Eurocodice 8-3 par. A.5:

$$L_p = 0.1 \cdot L_V + 0.17 \cdot h + 0.24 \cdot \frac{d_{bl} \cdot f_y}{\sqrt{f_c}}$$

Paulay & Priestley (1992):

$$L_p = 0.08 \cdot L_V + 0.022 \cdot d_{bl} \cdot f_y$$

Eurocodice 8-3 par. A.9:

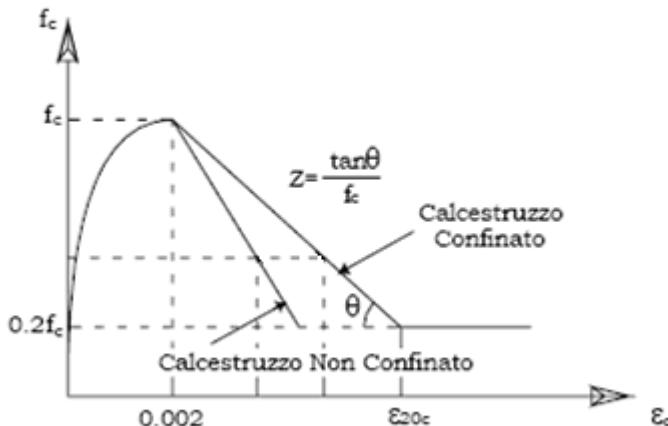
$$L_p = \frac{L_V}{30} + 0.2 \cdot h + 0.11 \cdot \frac{d_{bl} \cdot f_y}{\sqrt{f_c}}$$

Panagiotakos & Al. (2001):

$$L_p = 0.12 \cdot L_V + 0.014 \cdot d_{bl} \cdot f_y$$

Effetto del confinamento delle staffe

L'effetto del confinamento delle staffe viene valutato considerando un opportuno coefficiente Z che caratterizza la parte decrescente della curva di comportamento secondo il modello di Kent & Park (1971) e secondo le indicazioni aggiunte da Scott (1982).



La deformazione ultima (corrispondente alla resistenza ultima a compressione) viene calcolata come:

$$\varepsilon_{cu} = \varepsilon_{ck} + \frac{(f_c - f_{cu})}{Z \cdot f_c}$$

Il parametro Z , che definisce il confinamento, viene calcolato tramite la seguente espressione

$$Z = \frac{0.5}{\frac{3 + 0.29f_c}{145f_c - 1000} + 0.75\rho_s \sqrt{\frac{d_{min}}{p}} - \varepsilon_{ck} \left(1 + \frac{\rho_s f_s}{f_c}\right)}$$

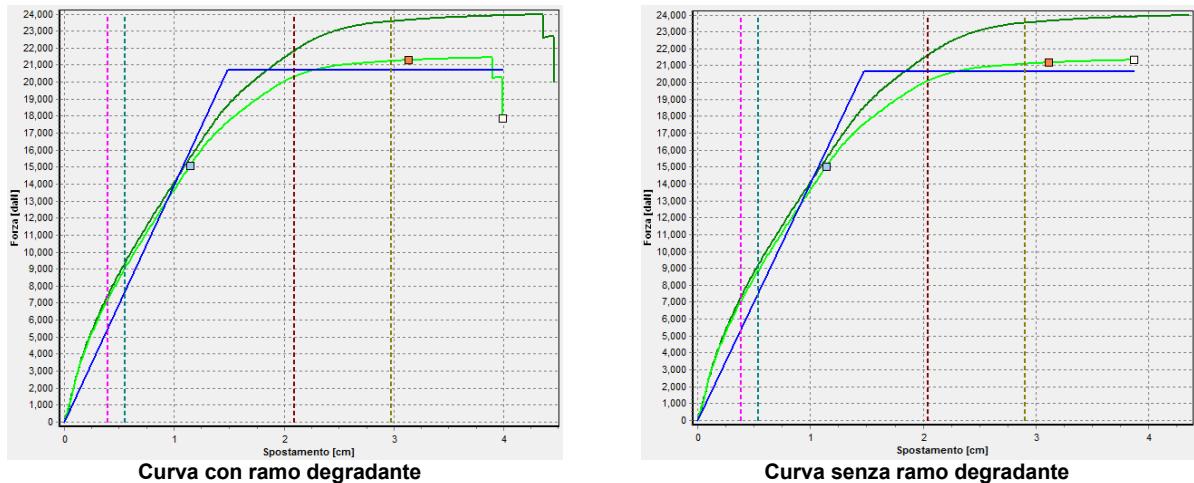
Dove:

$$\rho_s = \frac{n_{st} A_{st} [2(b+h) - 8\delta]}{(b-2\delta)(h-2\delta) 100} \quad d_{\min} \text{ dimensione minima della sezione}$$

Metodo di calcolo considerando il softening della struttura

Attivando l'apposita opzione è possibile considerare anche il ramo degradante nel comportamento globale della struttura. Per poter elaborare la curva viene utilizzato il metodo di incremento basato sugli spostamenti.

Ciò comporta un maggior tempo di calcolo nell'elaborazione dell'analisi. E' importante non confondere il softening della curva pushover con il comportamento degradante dei materiali, il quale viene sempre considerato secondo i modelli specificati precedentemente.



Il valore limite minimo della forza nel ramo degradante viene impostato dall'utente inserendolo nell'apposito campo:

Percentuale riduzione carico massimo %

Scelta del punto di controllo

La scelta del punto di controllo è fondamentale per l'esito dell'elaborazione della curva. In FaTA-E sono presenti le seguenti modalità di scelta:

- Nodo master;
- Nodo/i slave.

La scelta del nodo master sarà possibile solo in presenza di almeno un piano rigido. In assenza di piano rigido è possibile scegliere tra due opzioni:

- Nodo Singolo;
- Nodi Multipli.

Nel caso di nodo singolo verrà scelto il nodo più vicino al baricentro delle masse del piano scelto per l'identificazione. Nel caso di nodi multipli verrà utilizzato lo spostamento mediato calcolato mediante gli spostamenti di tutti i nodi del piano scelto, con un procedura di media pesata sulla massa del nodo. Tale procedura è elaborata in alle indicazioni conenute in *"On the use of pushover analysis for existing masonry buildings"*, A. Galasco, S. Lagomarsino and A. Penna, 1st ECEES, Ginevra, 2006.



La scelta dei nodi multipli è fondamentale per la corretta analisi di strutture senza i piani rigidi, come ad esempio nel caso di coperture a falde o solai molto deformabili.

Tipi di spinte applicate

Il calcolo pushover può essere elaborato con diversi tipi di spinte scelte dall'utente in modo da soddisfare le indicazioni della norma applicata.

I diversi tipi di spinta sono i seguenti:

- Forze proporzionali alle masse (distribuzione uniforme di accelerazioni);
- Forze proporzionali alle altezze (distribuzione triangolare classica per analisi statica);
- Forze proporzionali al 1° modo;
- Forze proporzionali alla combinazioni modale pari all'85% delle masse;

Appartengono al **Gruppo 1**, come definito nel DM 14/01/2008:

- Forze proporzionali alle altezze (distribuzione triangolare classica per analisi statica);
- Forze proporzionali al 1° modo;
- Forze proporzionali alla combinazioni modale pari all'85% delle masse.

Appartiene al **Gruppo 2** la distribuzione di forze proporzionali alle masse relativa all'applicazione dell'accelerazione costante su tutto l'edificio.



L'utilizzo della distribuzione proporzionale alle forze calcolate dalla combinazione modale (fino all'85% delle masse) consente di superare i limiti di applicabilità delle altre distribuzioni che consistono nel superare con il solo primo modo il 75% di partecipazione di massa. C'è da ricordare che, mentre l'Eurocodice 8 consiglia l'uso della distribuzione proporzionale della combinazione modale all'85% per tutte le strutture, le NTC limitano l'utilizzo a quelle strutture aventi il periodo del modo fondamentale superiore a Tc.

2.16 Modello di interazione tamponamenti-struttura.

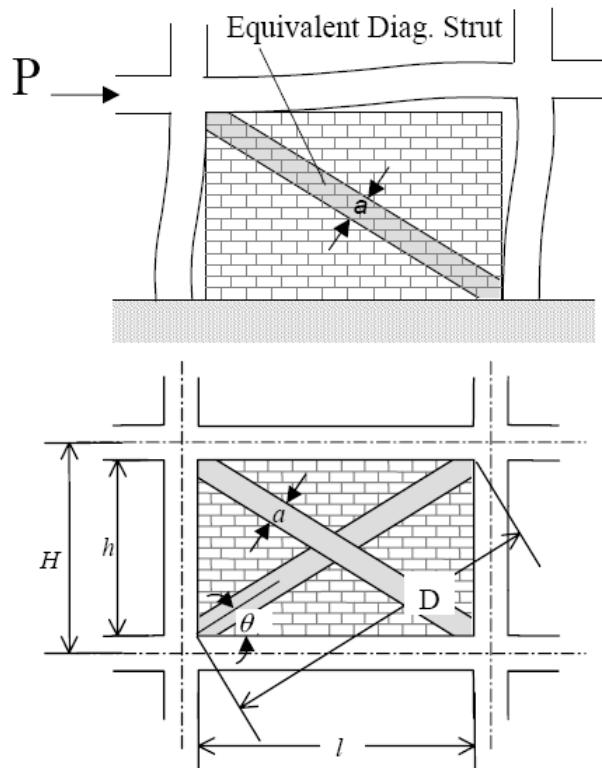
Tra i vari modelli presenti in letteratura è stato scelto il metodo di Ghassan Al-Chaar, descritto in 'Evaluating Strength and Stiffness of Unreinforced Masonry Infill Structures' edito da US Army Corps of Engineers, nel 2002.

Il metodo descritto viene completato con le indicazioni presenti nelle 'NEHRP GUIDELINES FOR THE SEISMIC REHABILITATION OF BUILDINGS' – FEMA 273.

La ricerca proposta nelle linee guida precedentemente citate è la valutazione della resistenza e della rigidezza nel piano di pannelli di tamponatura non armati soggetti a carichi laterali, anche in presenza di aperture.

Il modello utilizzato per l'analisi del sistema telaio-tamponatura consiste nella schematizzazione di un telaio contenente dei puntoni equivalenti eccentrici che rappresentano la muratura.

Il pannello di tamponatura viene rappresentato da un puntone diagonale equivalente resistente a compressione, di larghezza a , lunghezza D e spessore t pari allo spessore netto della muratura:



La larghezza a dipende dalla rigidezza flessionale relativa telaio-pannello, che Stafford Smith & Carter (1969) valutano come segue:

$$\lambda_1 H = H \cdot \sqrt[4]{\frac{E_m t \sin(2\theta)}{4E_c I_{col} h}}$$

dove: E_c e E_m sono i moduli elasticci del calcestruzzo e della muratura;
 I_{col} è il momento d'inerzia del pilastro.

A partire dalla relazione precedente, Mainstone (1971) fornisce l'espressione della larghezza del puntone equivalente:

$$a = 0.175D(\lambda_1 H)^{-0.4}$$

Se nel pannello sono presenti delle aperture e/o dei danneggiamenti, la larghezza a viene ridotta utilizzando la seguente relazione:

$$a_{red} = a(R_1)_i(R_2)_i$$

Il fattore di riduzione che tiene conto delle aperture, $(R1)_i$, è pari a:

$$(R1)_i = 0.6 \cdot \left(\frac{A_{open}}{A_{panel}} \right)^2 - 1.6 \cdot \left(\frac{A_{open}}{A_{panel}} \right) + 1$$

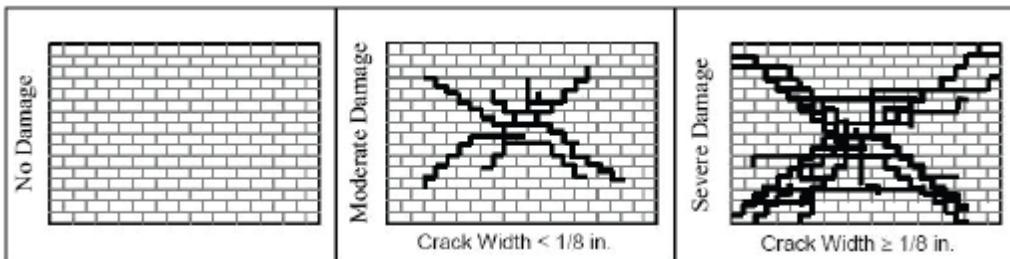
con: A_{open} area delle aperture;
 $A_{panel} = l \times h$ area del pannello.

Se l'area delle aperture è maggiore del 60% di quella del pannello, l'effetto della tamponatura viene trascurato per cui risulta $(R1)_i = 0$.

Il fattore di riduzione che tiene conto del danneggiamento del pannello, $(R2)_i$, è valutabile attraverso la seguente Tabella

h/t	$(R2)_i$ per tipo di danno	
	Moderato	Severo
≤ 21	0.7	0.4
> 21	necessaria la riparazione del pannello	

a seconda che la tamponatura risulti non danneggiata, moderatamente danneggiata o severamente danneggiata:



Il legame carico-scorrimento laterale del puntone equivalente è fornito nella figura sottostante, dove il parametro d , che indica lo scorrimento laterale non lineare associato al pannello, è definito nella Tabella 7-7 della FEMA 273.

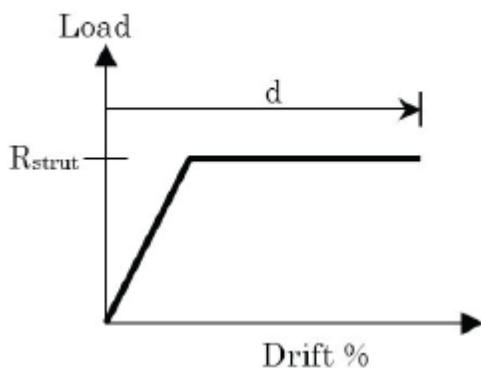


Table 7-7 Nonlinear Static Procedure—Simplified Force-Deflection Relations for Masonry Infill Panels

$\beta = \frac{V_{fre}}{V_{ine}}$	$\frac{L_{inf}}{h_{inf}}$	c	d %	e %	Acceptance Criteria	
					LS %	CP %
$0.3 \leq \beta < 0.7$	0.5	n.a.	0.5	n.a.	0.4	n.a.
	1.0	n.a.	0.4	n.a.	0.3	n.a.
	2.0	n.a.	0.3	n.a.	0.2	n.a.
$0.7 \leq \beta < 1.3$	0.5	n.a.	1.0	n.a.	0.8	n.a.
	1.0	n.a.	0.8	n.a.	0.6	n.a.
	2.0	n.a.	0.6	n.a.	0.4	n.a.
$\beta \geq 1.3$	0.5	n.a.	1.5	n.a.	1.1	n.a.
	1.0	n.a.	1.2	n.a.	0.9	n.a.
	2.0	n.a.	0.9	n.a.	0.7	n.a.

La resistenza a compressione del puntone R_{strut} è determinata calcolando il carico richiesto per raggiungere la resistenza a schiacciamento, R_{cr} , e quello richiesto per raggiungere la resistenza a taglio, R_{shear} , della muratura.

$$R_{strut} = \min\{R_{cr}, R_{shear}/\cos\theta_{strut}\}$$

$$\tan\theta_{strut} = \frac{h - 2l_{column}}{l}$$

$$R_{cr} = a_{red} t f_m'$$

$$R_{shear} = A_n f_v(R_1)_I (R_2)_I$$

2.17 Analisi di stabilità di strutture: Analisi di Buckling.

Con particolare riferimento a strutture intelaiate in acciaio, la Circolare del 2 febbraio 2009 n. 617 (*Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008*) definisce un moltiplicatore di carico critico α_{cr} che induce l'instabilità globale della struttura.

Tale coefficiente rappresenta il minimo fattore del quale devono essere incrementati i carichi applicati alla struttura per causare il primo fenomeno di instabilità elastica globale, ovvero che coinvolga l'intera struttura.

In funzione di tale moltiplicatore, determinato attraverso apposite analisi elastiche (o di "buckling"), è possibile valutare la tipologia di analisi strutturale globale più idonea a tener conto degli effetti delle non linearità geometriche.

In particolare, l'NTC al §4.2.3.4 stabilisce che l'analisi globale della struttura può essere eseguita con la teoria del primo ordine quando il moltiplicatore α_{cr} è maggiore o uguale a 10, se si esegue un'analisi elastica, o a 15, se si esegue un'analisi plastica. Nel caso in cui, per la particolare struttura considerata, tali limiti non vengano rispettati l'analisi strutturale deve tenere conto degli effetti del secondo ordine.

Il metodo più generale prevede di eseguire un'analisi globale non lineare completa, in cui si verificano contemporaneamente sia la stabilità globale della struttura che quella dei singoli elementi. Una possibile semplificazione di questo metodo consiste nell'eseguire un'analisi non lineare globale della struttura (analisi P-Delta) per verificarne la stabilità globale e determinare le sollecitazioni negli elementi, da verificare individualmente.

Infine, nel caso in cui il modo instabile orizzontale sia predominante e risulti $\alpha_{cr} \geq 3,0$ l'analisi può essere ulteriormente semplificata. In questo caso, infatti, si può eseguire un'analisi globale lineare,

considerando, per le verifiche degli elementi, le sollecitazioni dovute agli spostamenti orizzontali adeguatamente amplificate mediante un coefficiente $\beta > 1,0$.

Per i telai multipiano, caratterizzati da distribuzioni di carichi verticali e orizzontali simili ad ogni piano e con distribuzione delle rigidezze orizzontali coerente con i tagli di piano, e per portali il coefficiente di amplificazione delle sollecitazioni dovute alle azioni orizzontali può essere calcolato come:

$$\beta = \frac{\alpha_{cr}}{\alpha_{cr} - 1}$$

Un'alternativa a tali approcci è il metodo proposto dall'*Eurocodice 3* (§ 5.2.2 punto (3) del EN 1993-1-1) il quale suggerisce di effettuare le verifiche di stabilità delle membrature utilizzando opportune lunghezze libere di inflessione determinate sulla base del modo globale di buckling della struttura (metodo della lunghezza libera di inflessione equivalente).

In tal caso una volta valutato il moltiplicatore critico dei carichi α_{cr} bisogna stimare, per ogni asta, una lunghezza libera di inflessione equivalente attraverso la seguente relazione:

$$L_{eq} = \pi \sqrt{\frac{EI}{\alpha_{cr} N_{sd}}}$$

dove:

- L_{eq} : lunghezza libera di inflessione equivalente;
- EI : rigidità flessionale dell'elemento;
- α_{cr} : moltiplicatore critico dei carichi che induce l'instabilità globale della struttura;
- N_{sd} : sforzo normale di progetto valutato mediante analisi statica lineare.

Come già detto in precedenza la stima del moltiplicatore di carico critico può essere effettuata attraverso un'analisi di buckling globale della struttura. Nel caso di sistemi strutturali discreti il problema di stabilità è governato dal seguente sistema lineare omogeneo:

$$\mathbf{K}_E \mathbf{x} - \mathbf{p} \mathbf{K}_G \mathbf{x} = \mathbf{0}$$

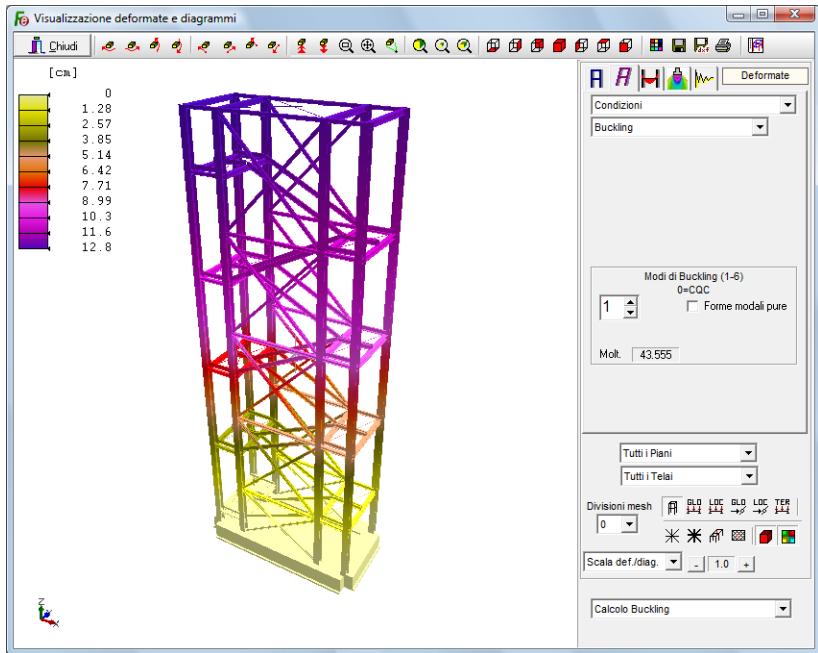
dove \mathbf{K}_E e \mathbf{K}_G sono rispettivamente la matrice di rigidezza elastica e la matrice di rigidezza geometrica globali della struttura. Tale equazione rappresenta la forma algebrica di un *problema lineare di autovalori*. In particolare, si definiscono *autovalori* i valori p_n del parametro di carico critico per cui il problema ammette soluzioni $\mathbf{x}_n \neq \mathbf{0}$ dette *autovettori*. Il carico critico è dunque il minimo autovalore del problema e il corrispondente autovettore definisce la forma critica.

Nel caso di elementi beam la matrice di rigidezza geometrica viene calcolata mediante la seguente relazione:

$$\mathbf{K}_G = \int_0^L \mathbf{G}^T P \mathbf{G} dx$$

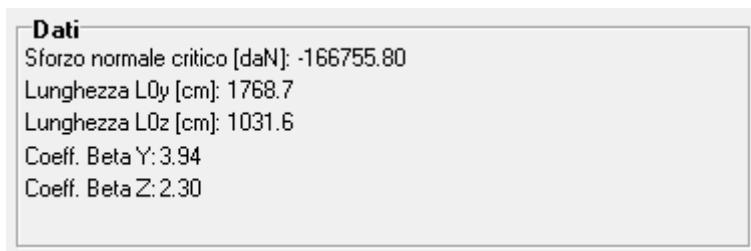
dove \mathbf{G} rappresenta un vettore che contiene le derivate prime delle funzioni di forma dell'elemento e P lo sforzo normale agente (vedi pag. 434 Robert D. Cook, Davis S. Malkus, Michael E. Plesha).

I dati disponibili per questo tipo di analisi vengono visualizzati nell'ambiente di visione dei risultati:



Selezionando il modo di buckling dall' apposito campo sarà possibile visualizzare il moltiplicatore corrente.

Cliccando su ogni asta dopo aver attivato il pulsante "seleziona asta"  , sarà possibile visualizzare i seguenti dati:



2.18 Analisi di strutture con controventi a diagonale tesa attiva

L'analisi iterativa con elementi monolateri consente di analizzare il comportamento di strutture con la presenza di elementi con resistenza alla sola trazione o compressione.

Tale analisi viene utilizzata al fine di rispettare le indicazioni relative a controventi concentrici in acciaio previste dal capitolo 7 del DM 14/01/2008 (punto 7.5.5) e dal capitolo 6 dell'Eurocodice 8. Il calcolo dell'analisi relativa ai vari stati limite viene iterato (aggiornando ad ogni passo il modello di calcolo) in modo da non considerare il contributo degli elementi che non possono essere tenuti in conto.

Lo stesso tipo di analisi può utilizzarsi per strutture in cui sono presenti aste definite come "tiranti".

In particolare, l'algoritmo eseguito prevede le seguenti operazioni:

1. Elaborazione del calcolo con il Modello Iniziale
2. Distinzione fra le combinazioni:
 - a Combinazioni per le quali si considera sufficiente il Modello Iniziale:
 - i. SLE-Rare, SLE-Frequenti, SLE-Quasi Permanente
 - ii. SLD, SLO
 - iii. SLV con vento

iv. SLV con sisma Z predominante

- b Combinazioni SLV gravitazionali e termiche
Restrizioni sulla capacità portante degli elementi: i controventi non devono essere tenuti in conto (si veda EC8).
- c Combinazioni SLV con Sisma orizzontale predominante. Restrizioni sulla capacità portante degli elementi: i controventi compresi non devono essere tenuti in conto (si veda l'EC8 e il punto 7.5.5. delle DM 14/01/2008):
 - i. Combinazioni SLV SX+ predominante
 - ii. Combinazioni SLV SX- predominante
 - iii. Combinazioni SLV SY+ predominante
 - iv. Combinazioni SLV SY- predominante

3. Iterazione: in presenza di elementi soggetti a sollecitazioni che non possono essere affidate agli stessi, viene rieseguito il calcolo modificando il modello in modo che essi non siano tenuti in conto. Tale passo viene ripetuto finché non si verifica la condizione che gli elementi abbiano una sollecitazione compatibile con la loro funzione statica.

2.19 Metodo di calcolo della rigidezza

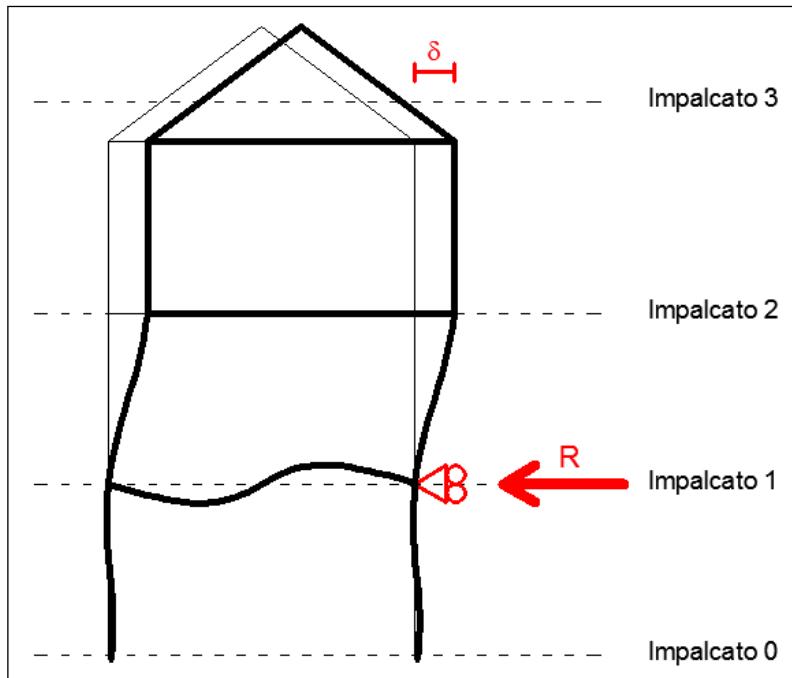
La procedura di calcolo dei baricentri consente di ottenere una migliore definizione della distribuzione della rigidezza, tenendo conto:

- dell'effettiva rigidezza delle pareti in funzione della rigidezza di vincolo dei piani superiori ed inferiori;
- dell'effettiva rigidezza delle travi;
- del relativo grado di vincolo a rotazione degli elementi resistenti adiacenti al piano;
- dei vincoli esterni, vincoli interni e molle;
- delle zone occupate dai conci rigidi;
- dei diversi tipi di controventamento della struttura;
- dell'accorpamento di più piani di input.

La nuova funzionalità si dimostra particolarmente utile ai fini della correttezza dei modelli di calcolo in quanto spesso è necessaria la definizione di piani di input esclusivamente al fine della completa modellazione della struttura (ad esempio per piani sfalsati, tetti su più falde, scale, ecc...). Tali piani risulterebbero non fisicamente coincidenti con i piani di calcolo reali relativi alla ripartizione dell'azione sismica.

Il metodo implementato è basato sull'utilizzo del metodo agli elementi finiti utilizzando direttamente le matrici di calcolo del sistema.

La rigidezza di ogni singolo impalcato viene calcolata applicando a tutti i nodi dello stesso uno spostamento δ unitario dopo aver bloccato il corrispondente grado di libertà dell'impalcato sottostante in funzione della direzione di calcolo scelta.



La rigidezza sarà rappresentata dalla reazione R posta ai vincoli applicati per ogni impalcato.

Dopo l'operazione di assegnazione degli spostamenti imposti mediante le relative operazioni matriciali, la soluzione del problema viene ricondotto alla seguente moltiplicazione:

$$R = K \times U$$

Dove:

R : vettore delle forze

K : matrice di rigidezza

U : vettore degli spostamenti imposti.

Capitolo 3

Le verifiche strutturali

3.1 Introduzione.

Questa sezione del presente manuale descrive, con riferimenti teorici e normativi, gli algoritmi di progettazione delle armature, di verifica delle sezioni in legno, in acciaio, dei pannelli in muratura e muratura armata. Rispetto ad ogni tipologia costruttiva si analizzeranno nei dettagli le formulazioni utilizzate e i criteri di progettazione dei particolari esecutivi.

Tutte le verifiche sono effettuate sugli inviluppi delle caratteristiche di sollecitazione.

3.2 Elementi in c.a.

Per quanto riguarda gli elementi in c.a. l'incognita del problema di progettazione è identificata nelle armatura da porre all'interno della sezione, e dalla sagomatura delle stesse all'interno di gruppi di elementi (travature e pilastri). La progettazione delle armature avviene ponendo come costanti del problema le dimensioni dell'elemento, le caratteristiche del materiale prescelto, i vincoli normativi.

In quest'ottica, al fine di stabilire la quantità delle armature, le stesse vengono incrementate e successivamente vengono effettuate le verifiche strutturali nei riguardi dei vari stati limite.

Per gli elementi in c.a. vengono utilizzate le sollecitazioni degli inviluppi opportunamente scalate in base alle dimensioni del nodo di incrocio degli elementi strutturali (nodi colonna - trave).

3.2.1 Travi e Pilastri.

Nei riguardi dei pilastri vengono effettuate, utilizzando lo stato sollecitante completo, le verifiche nei riguardi di:

- **PressoTensoFlessione Deviata** (SLU);
- **Taglio** (SLU);
- **Torsione** (SLU);
- **Stabilità** (SLU);
- **Stato tensionale** (SLE).

Nei riguardi delle travi di elevazione vengono effettuate, utilizzando lo stato sollecitante completo, le verifiche nei riguardi di:

- **PressoTensoFlessione** (SLU);
- **Taglio** (SLU);
- **Torsione** (SLU);
- **Deformabilità** (SLE);
- **Stato tensionale** (SLE);
- **Fessurazione** (SLE).

Nei riguardi delle travi di fondazione vengono effettuate, utilizzando lo stato sollecitante completo, le verifiche nei riguardi di:

- **PressoTensoFlessione (SLU);**
- **Taglio (SLU);**
- **Torsione (SLU);**
- **Stato tensionale (SLE);**
- **Fessurazione (SLE).**

Le singole verifiche verranno descritte nei particolari nei paragrafi che seguono.

3.2.1.1 Presso/Tenso-Flessione Deviata (Stati limite)

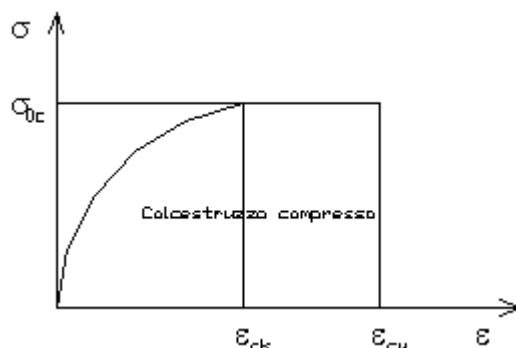
Le sollecitazioni che vengono considerate in tale verifica sono: Sforzo Normale, Momento Flettente X-Z, Momento Flettente X-Y.

La verifica di resistenza è soddisfatta se la sollecitazione relativa alla condizione considerata cade all'interno del dominio di sicurezza determinato, attraverso le conoscenze del comportamento meccanico della sezione in esame, delle caratteristiche dei materiali di cui è composta ed in base ai coefficienti di sicurezza forniti dalla normativa seguita:

Il calcolo è condotto relativamente alle seguenti ipotesi:

1. Le sezioni rimangano piane fino a rottura.
2. Ci sia perfetta aderenza fra acciaio e calcestruzzo.
3. La deformazione massima del calcestruzzo compresso è pari a 0.0035 nel caso di flessione semplice e composta con asse neutro reale mentre è pari a 0.002 nel caso di compressione semplice.
4. La deformazione massima per l'acciaio tesio sia pari a 0.01.
5. Il calcestruzzo non abbia alcuna capacità di resistenza a trazione.

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per il calcestruzzo è di tipo parabola-rettangolo come indicato nella seguente figura:



dove:

$$\varepsilon_{ck} = 0.002;$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.0035;$$

$$\sigma_{0c} = \frac{0.85 \cdot 0.83 \cdot R_{Ck}}{\gamma_c};$$

Dove:

R_{Ck} : resistenza caratteristica del calcestruzzo;

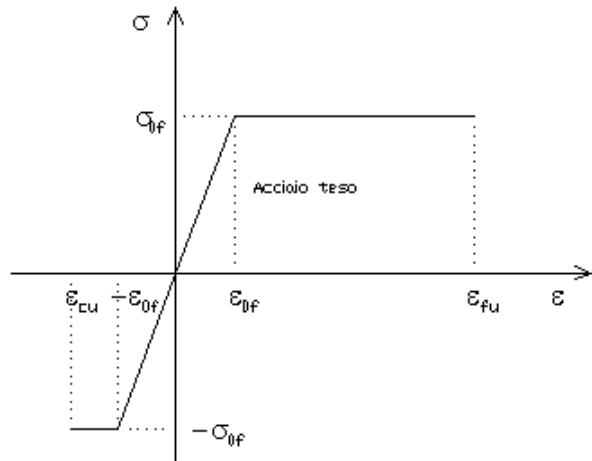
γ_c : coefficiente di sicurezza del materiale calcestruzzo (1.6);

Le equazioni che descrivono il diagramma sono:

$$\varepsilon < \varepsilon_{ck} \Rightarrow \sigma(\varepsilon) = 1000 \cdot \sigma_{0c} \cdot (1 - 250 \cdot \varepsilon);$$

$$\varepsilon_{ck} < \varepsilon < \varepsilon_{cu} \Rightarrow \sigma(\varepsilon) = \sigma_{0c};$$

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per l'acciaio è indicato nella seguente figura:



dove:

$$\varepsilon_{0f} = \frac{\sigma_{0f}}{E};$$

$$\sigma_{0f} = \frac{f_{vk}}{\gamma_f};$$

E : Modulo di elasticità dell'acciaio;

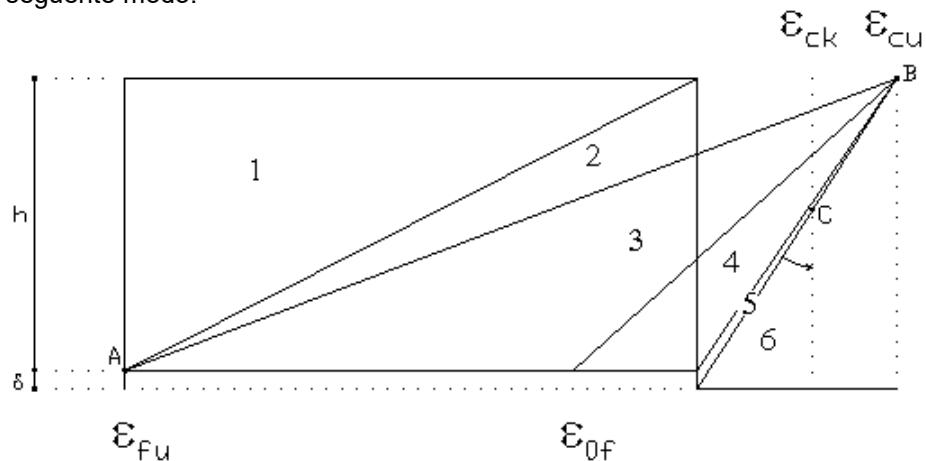
f_{vk} : Resistenza caratteristica dell'acciaio

$$\gamma_f = 1.15;$$

$$\varepsilon_{fu} = 0.01;$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.0035.$$

Le limitazioni delle deformazioni unitarie per il conglomerato e per l'acciaio conducono a definire sei diversi campi (o regioni) nei quali potrà trovarsi la retta di deformazione specifica. Tali campi sono descritti nel seguente modo:



Campo 1 : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ε_{fu} . Il diagramma delle deformazioni specifiche appartiene ad un fascio di rette passanti per il punto (A) mentre la distanza dall'asse neutro potrà variare da $-\infty$ a 0. E' il caso di trazione semplice o con piccola eccentricità; la sezione risulta interamente tesa. La crisi si ha per cedimento dell'acciaio teso.

Campo 2 : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ε_{fu} e dalla rotazione del diagramma attorno al punto (A). La deformazione specifica del calcestruzzo varia da 0 al valore massimo del calcestruzzo compresso (ε_{cu}) mentre la distanza dell'asse neutro dal lembo compresso può variare da 0 a $0.259h$. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 3 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ε_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è ancora deformata in campo plastico. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 4 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ε_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è sollecitata con tensioni inferiori allo snervamento e può risultare anche scarica. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 5 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato pari a ε_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B) mentre la distanza dell'asse neutro varia da h ad $h+\Delta$. L'armatura in tale regione è sollecitata a compressione e pertanto tutta la sezione è compressa; è questo il caso della flessione composta.

Campo 6 : è caratterizzato dall'accorciamento massimo del conglomerato compresso che varia fra ε_{cu} e ε_{ck} . Le rette di deformazione specifica appartengono ad un fascio passante per (C) e la distanza dell'asse neutro varia fra 0 e $-\infty$. La distanza di (C) dal lembo superiore vale $3h/7$. La sezione risulta sollecitata a compressione semplice o composta.

3.2.1.2 Taglio (Stati limite)

Il calcolo del taglio è svolto secondo il metodo di Ritter-Morsch previsto dall'EC2 e seguendo le prescrizioni previste dall'ordinanza 3274.

Per gli elementi in cui è richiesta la verifica a taglio, e cioè quando:

$$V_{sd} \leq V_{Rd1}$$

dove:

V_{sd} : taglio sollecitante il calcolo;

$$V_{Rd1} = b_w \cdot h \cdot [\tau_{Rd} \cdot k \cdot (1.2 + 40 \cdot \rho_1) + 0.15 \cdot \sigma_{cp}]$$

$$\tau_{rd} = \frac{0.25 f_{ctk,0.05}}{\gamma_c} : \text{resistenza unitaria a taglio di calcolo};$$

$$k = 1;$$

$$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b_w \cdot h} \leq 0.02;$$

A_{st} : area delle armature di trazione;

b_w : larghezza minima della sezione lungo l'altezza efficace;

$$\sigma_{cp} = \frac{N_{sd}}{A_c}$$

N_{sd} : forza longitudinale nella sezione dovuta ai carichi o alla precompressione;

h : altezza utile della sezione;

In tale condizione bisogna introdurre una quantità di armatura a taglio tale che:

$$V_{sd} \leq V_{Rd3}$$

dove:

$$V_{Rd3} = V_{cd} + V_{wd};$$

V_{cd} : contributo del calcestruzzo posto uguale a V_{Rd1} ;

$$V_{wd} = 0.9 \cdot h \cdot f_{ywd} \cdot \left(\frac{A_{sw}}{s} \right) \cdot (1 + \cot \alpha) \cdot \sin \alpha \text{ : Contributo delle armature a taglio;}$$

A_{sw} : area della sezione trasversale dell'armatura a taglio;

s : passo delle staffe;

f_{ywd} : snervamento di calcolo delle armature a taglio;

α : angolo di inclinazione delle armature a taglio rispetto all'orizzontale;

Il contributo delle armature a taglio è somma del contributo delle staffe e degli eventuali sagomati. In ogni caso l'aliquota massima che può essere affidata ai sagomati è il 50% dello sforzo di taglio massimo.

3.2.1.3 Torsione (Stati limite)

Il calcolo a torsione viene effettuato seguendo le prescrizioni dell'EC2 e dell'ordinanza 3274.

Come previsto dalle suddette norme, la resistenza a torsione della sezione è calcolata sulla base di una sezione chiusa a pareti sottili. Le sezioni piene sono sostituite da sezioni equivalenti a pareti sottili. Le sezioni di forma complessa, come quella a "T", sono suddivise in una serie di sottosezioni, ciascuna delle quali modellata come sezione equivalente a parete sottile. La resistenza totale della sezione si ottiene sommando i contributi delle singole sottosezioni.

L'armatura a torsione è costituita da staffe chiuse combinate con una serie di barre longitudinali uniformamente distribuite su tutto il perimetro della sezione.

Le barre longitudinali sono sempre disposte sugli angoli della sezione.

Il momento torcente di calcolo deve soddisfare le seguenti condizioni:

$$T_{sd} \leq T_{Rd1}$$

$$T_{sd} \leq T_{Rd2}$$

dove:

T_{sd} : momento torcente sollecitante di calcolo;

$$T_{Rd1} = \frac{2 \cdot v \cdot f_{cd} \cdot t \cdot A_k}{(\cot \theta + \tan \theta)} ;$$

$$T_{Rd2} = 2 \cdot A_k \cdot \left(\frac{f_{ywd} \cdot A_{sw}}{s} \right) \cdot \cot \theta ;$$

$$v = 0.7 \cdot \left(0.7 - \frac{f_{ck}}{200} \right) \geq 0.35 ;$$

f_{ck} : resistenza cilindrica caratteristica del calcestruzzo;

f_{cd} : resistenza cilindrica di calcolo del calcestruzzo;

$t = \frac{A}{u}$: spessore equivalente della parete (non minore di due volte il copriferro);

A : area totale della sezione racchiusa nel perimetro esterno, comprese le aree delle cavità interne;

A_k : area compresa all'interno della linea media della sezione trasversale a pareti sottili, comprese le cavità interne;

u : perimetro esterno;

θ : angolo tra le bielle di calcestruzzo e l'asse longitudinale della trave;

f_{ywd} : tensione di snervamento di calcolo delle staffe;

A_{sw} : area della sezione trasversale delle barre usate come staffe;

s : passo delle staffe;

L'area aggiuntiva di acciaio longitudinale per torsione è data dalla seguente equazione:

$$A_{sl} \cdot f_{v1d} = \left(\frac{T_{Rd2} \cdot u_k}{2 \cdot A_k} \right) \cdot \cot \theta$$

dove:

A_{sl} : area aggiuntiva di acciaio longitudinale richiesta per la torsione;

f_{yld} : tensione di snervamento di calcolo dell'armatura longitudinale A_{sl} ;

u_k : perimetro dell'area A_k .

3.2.1.4 Stato Tensionale

Tale verifica rientra nell'ambito delle verifiche di esercizio contemplate nell'EC2. Un eccessivo stato di tensione negli elementi in c.a. può portare a presenza di fessure longitudinali o stati di microfessurazione che comportano una riduzione della durabilità.

Il calcolo delle tensioni si ottiene sfruttando le ipotesi tradizionali per il calcolo del cemento armato ordinario, e cioè:

1. assunzione dei materiali elastico lineari;
2. conservazione delle sezioni piane al crescere dei carichi;
3. perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
4. resistenza nulla a trazione del calcestruzzo;

Inoltre può essere stabilito un coefficiente di omogeneizzazione diverso dal valore ordinario. Il valore usuale 15 può essere mantenuto se è possibile trascurare gli effetti a lungo termine.

Le tensioni di esercizio si possono calcolare considerando le combinazioni di carico rara, frequente e quasi permanente.

La verifica consiste nel confrontare le tensioni di calcolo (calcolate secondo legge lineare delle tensioni) con quelle limite dei materiali in funzione della combinazione che si sta analizzando. Si rimanda all'EC2 per i valori limite da attore per le tensioni nel calcestruzzo e nell'acciaio.

3.2.1.5 Fessurazione

Poiché la fessurazione in strutture in cemento armato ordinario è quasi inevitabile, bisogna limitare tali entità in modo da non pregiudicare il corretto funzionamento della struttura.

La fessurazione può essere limitata assicurando un minimo di area di armatura longitudinale che può essere calcolata dalla seguente espressione (punto 4.4.2.2 dell'EC2):

$$A_s = k_c \cdot k \cdot f_{ct,eff} \cdot \left(\frac{A_{ct}}{\sigma_s} \right)$$

dove:

A_s : area di armatura nella zona tesa;

k_c : coefficiente che tiene conto del tipo di distribuzione delle tensioni nella sezione subito prima la fessurazione. Assume valore 0.4 per flessione senza compressione assiale, e 1 per trazione;

k : coefficiente che tiene conto degli effetti di tensioni auto-equilibrate non uniformi;

$f_{ct,eff}$: resistenza efficace a trazione della sezione al momento in cui si suppone insorgano le prime fessure. In mancanza di dati si utilizza il valore di 3 N/mm²;

A_{ct} : area del calcestruzzo in zona tesa subito prima della fessurazione;

σ_s : massima tensione ammessa nell'armatura subito dopo la formazione della fessura.

Il calcolo delle ampiezze delle fessure (punto 4.4.2.4 dell'EC2) si effettua considerando anche la parte di calcestruzzo reagente a trazione utilizzando la seguente espressione:

$$W_k = \beta \cdot s_{rm} \cdot \varepsilon_{sm}$$

W_k : ampiezza di calcolo delle fessure;

β : coefficiente dei correlazione tra l'ampiezza media delle fessure e il valore di calcolo;

s_{rm} : distanza media finale tra le fessure;

ε_{sm} : deformazione che tiene conto, nella combinazione di carico considerata, degli effetti "tension stiffening", del ritiro, ecc.;

La quantità ε_{sm} si ottiene dalla seguente espressione:

$$\varepsilon_{sm} = \left(\frac{\sigma_s}{E_s} \right) \cdot \left[1 - \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right]$$

σ_s : tensione dell'acciaio tesio calcolata a sezione fessurata;

E_s : modulo elastico dell'acciaio;

σ_{sr} : tensione dell'acciaio tesio calcolata nella sezione per una condizione di carico che induce alla prima fessurazione;

β_1 : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 0.5 per barre lisce e 1 per barre ad aderenza migliorata;

β_2 : coefficiente di durata dei carichi. Assume valore 0.5 per carichi di lunga durata o per molti cicli ripetuti e 1 per un singolo carico di breve durata.

La quantità s_{rm} si ottiene dalla seguente espressione:

$$s_{rm} = 50 + 0.25 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot \left(\frac{\phi}{\rho_r} \right)$$

dove:

k_1 : coefficiente di aderenza delle barre. Assume valore 1.6 per barre lisce e 0.8 per barre ad aderenza migliorata;

k_2 : coefficiente che tiene conto della forma del diagramma delle deformazioni. Assume valore 0.5 per flessione e 1 per trazione pura;

ϕ : diametro delle barre in mm. Se si utilizzano più diametri si utilizza il diametro medio.

La fessurazione causata dalle azioni tangenziali si considera contenuta in limiti accettabili se si adotta un passo delle staffe come indicato nel prospetto 4.13 dell'EC2.

Tale verifica non è necessaria in elementi in cui non è richiesta l'armatura a taglio.

3.2.2 Specifiche per Pareti dissipative.

FaTA-e consente di personalizzare la progettazione delle pareti secondo due tipologie di comportamento:

- Dissipative
- Non dissipative

Le pareti dissipative sono pareti regolari, possibilmente continue per tutta l'altezza della struttura, progettate con particolari costruttivi definiti mediante la costituzione di "zone critiche". In tali zone vengono concreteate le caratteristiche dissipative legate alla presenza di particolari armature disposte secondo i criteri della normativa (vedi punto 7.4.4.5).

Nel caso di pareti non dissipative (o non duttili), secondo il punto 7.4.3.1 la struttura può essere definita "struttura a pareti estese debolmente armate" nel caso siano rispettate le determinate caratteristiche richieste dalla norma.

Questo tipo di pareti verrà progettato secondo le prescrizioni del paragrafo 4.1.

Per progettare pareti dissipative è necessario definire gli appositi gruppi di pareti mediante la funzione "gruppi" contenuta nell'Input.



L'utilizzo del "fattore di struttura" relativo a strutture con "pareti accoppiate", miste, "pareti non accoppiate" (con relativo kw inerente al corrispondente meccanismo) obbliga alla definizione di pareti dissipative mediante la funzione "gruppo". Il software, nel caso si utilizzino fattori di struttura superiori a 1.5, provvede a segnalare l'incongruenza di input effettuata dall'utente.

3.2.3 Pali di fondazione.

I pali di fondazione possono essere calcolati secondo quattro teorie diverse:

- **Bowles;**
- **Kerisel-Caquot;**
- **Terzaghi;**
- **Lancellotta.**

Nei paragrafi che seguono verranno esposte le formule di calcolo che diversificano i vari metodi.

3.2.2.1 Teoria di Bowles

La portata di base e quella laterale del singolo palo vengono calcolate con le espressioni seguenti:

- **Portata di Base**

$$Q_b = (Q_u \cdot N_q \cdot S_q \cdot D_q + c \cdot N_c) \cdot A_b$$

dove:

A_b : area della superficie di base del palo;

Q_u : pressione geostatica raggiunta dalla punta del palo;

N_c, N_q : fattori di capacità portante, funzione del diametro del palo ($N_c = 7 \div 9$);

D_c, S_q : fattori correttivi;

c : coesione dello strato alla punta;

$$N_q = e^{\pi \tan(\varphi)} \cdot \tan^2 \left(45 + \frac{\varphi}{2} \right);$$

$$S_q = 1 + \sin(\varphi);$$

$$D_q = 1 + 2 \tan(\varphi) \cdot (1 - \sin(\varphi)) \cdot 2 \tan \left(\frac{L_p}{D} \right);$$

- **Portata per attrito laterale**

$$Q_l = \sum_i A_l \cdot f_i$$

dove:

$$f_i = \alpha \cdot c + q_i \cdot k_o \cdot \tan(\delta)$$

con:

A_l : superficie laterale del palo;

c : coesione;

α : coefficiente d'adesione o di mobilitazione dell'attrito laterale, funzione della coesione non drenata (variabile tra 0.4 e 0.9);

k_o : coefficiente di spinta orizzontale;

q_l : pressione geostatica alla profondità della punta (data dal peso di volume naturale del terreno);
 δ : angolo dell'attrito efficace dipendente dell'angolo di attrito φ .

3.2.2.2 Teoria di Kerisel-Caquot

La portata di base e quella laterale del singolo palo variano in base al tipo di terreno, e vengono calcolate con le seguenti espressioni:

Nel caso di terreni coerenti la portanza laterale assume la forma:

$$Q_l = (\pi \cdot d \cdot \gamma \cdot \Delta H \cdot z) \cdot (k_1 \cdot \tan \varphi)$$

dove:

$(k_1 \cdot \tan \varphi)$: parametro che dipende dall'angolo del terreno. Il suo valore varia da 0.186 a 5.90.

Mentre per le sabbie e le ghiaie si usa la relazione di Dörr:

$$Q_l = (\pi \cdot d \cdot \gamma \cdot \Delta H \cdot z) \cdot (\cos^2 \varphi \cdot f)$$

dove:

f : coefficiente di attrito tra terreno e palo è funzione di φ e varia da 0.3 a 0.6.

La portata di base viene valutata con la relazione:

$$Q_b = (\gamma \cdot H \cdot N_q + c \cdot N_c) \cdot A_b$$

dove:

c : coesione;

N_c : varia tra 7,00 e 9,50;

N_q : varia tra 1 e 65 per pali trivellati e per pali infissi varia tra 1 e 355, in funzione dell'angolo φ .

3.2.2.3 Teoria di Terzaghi

La portata di base e quella laterale del singolo palo vengono calcolate con le espressioni seguenti:

- **Portata di Base**

$$Q_b = \left(1.2 \cdot c \cdot N_c + \sum_i (\gamma_i \cdot H_i) \cdot N_q + 0.3 \cdot g \cdot D_p \cdot N_\gamma \right) \cdot A_b$$

dove:

A_b : area della superficie di base del palo;

$\sum_i (\gamma_i \cdot H_i)$: pressione efficace alla base del palo;
 N_c, N_q, N_γ : fattori di capacità portante in funzione dell'angolo φ .

- **Portata per attrito laterale**

$$Q_l = A_l \cdot f_s = (\alpha \cdot s_u) \cdot A_l$$

dove:

A_l : area della superficie laterale del palo;

f_s : valore medio a rottura dell'attrito e dell'aderenza per unità di superficie di contatto tra pareti laterali del palo e terreno;

α : coefficiente funzione del tipo di terreno e dalle modalità esecutive del palo, variabile da 0.45 a 0.52. Viene assunto sempre pari a 0.47.

s_u : resistenza a taglio non drenata.

3.2.2.4 Teoria di Lancellotta

La portata di base e quella laterale del singolo palo vengono calcolate con le seguenti espressioni:

- **Portata di Base**

Per terreni coerenti:

$$Q_b = (\sigma_{v0} + s_u \cdot N_c) \cdot A_b$$

per terreni incoerenti:

$$Q_b = (\sigma'_{v0} \cdot N_q) \cdot A_b$$

dove:

A_b : area della superficie di base del palo;

$\sigma_{v0}, \sigma'_{v0}$: tensione verticale totale ed effettiva agente alla quota raggiunta dalla punta del palo;

N_c, N_q : fattori di capacità portante.

- **Portata per attrito laterale**

per terreni coerenti:

$$Q_l = A_l \cdot f_s = (\alpha \cdot s_u) \cdot A_l$$

per terreni incoerenti:

$$Q_l = A_l \cdot f_s = (k \cdot \sigma'_{v0} \cdot \tan \varphi) \cdot A_l$$

dove:

A_l : area della superficie laterale del palo;

f_s : valore medio dell'aderenza palo;

α : coefficiente empirico dipendente dal tipo di terreno e dalle modalità esecutive del palo;

S_u : resistenza a taglio non drenata.

k : coefficiente riduttivo della tensione efficace Si assume pari a 0.5.

3.2.4 Calcolo dei cedimenti di fondazione.

Le verifiche dei cedimenti di fondazione sono elaborate da **FaTA-E** relativamente agli stati limite di esercizio (cedimenti differenziali) e allo stato limite di danno (cedimenti permanenti indotti).

Le opzioni di gestione delle verifiche, contenute nel pannello “Geotecnica e Equ. Globale”, sono raggruppate nel seguente riquadro:

<input checked="" type="checkbox"/> Esegui verifica cedimenti	Tempo calcolo cedimenti	50	anni
Combinazioni:	Cedimento differenziale limite	4	%
<input checked="" type="checkbox"/> Rara	Cedimento assoluto limite SLD	50	mm
<input checked="" type="checkbox"/> Frequenti			
<input checked="" type="checkbox"/> Quasi permanente			
<input checked="" type="checkbox"/> SLD			

Il tempo di calcolo dei cedimenti è relativo agli SLE. Il cedimento differenziale limite viene calcolato in funzione della distanza tra i punti relativi ai cedimenti assoluti massimo e minimo. Per SLD viene controllato il valore dello spostamento residuo confrontandolo con il valore limite.

3.2.4.1 Verifiche SLE

Relativamente alle verifiche dei cedimenti differenziali, essi vengono analizzati in funzione delle opzioni scelte dell'utente, relativamente alle seguenti combinazioni:

- Caratteristiche;
- Frequenti;
- Quasi permanenti.

Gli stati limite di esercizio (punto 6.4.2.2 del DM 14/01/2008) investigati, si riferiscono al raggiungimento di valori critici dei cedimenti differenziali che possono compromettere la funzionalità dell'opera.

Il valore del cedimento assoluto viene calcolato mediante la somma di due contributi:

- Cedimento istantaneo (stimato mediante l'utilizzo della costante di Winkler);
- Cedimento di consolidamento (stimato relativamente al tempo di calcolo di riferimento)

Il cedimento istantaneo viene elaborato direttamente dalla soluzione dell'analisi strutturale, condotta utilizzando il modello alla Winkler.

Il secondo contributo viene elaborato utilizzando la seguente formula, mediante il metodo di Schmertmann (R. Lancellotta - *Geotecnica* – Zanichelli, anno 2008):

$$C_2 = \sum_i^n \frac{F_t \cdot h_i \cdot \bar{\sigma}_z}{E}$$

$$F_t = 0.2 \cdot \log \left(\frac{t}{0.1} \right) \quad (t \text{ in anni})$$

Dove:

h_i : striscia di terreno pari allo spessore compressibile H_c diviso il numero di elementini n ;

$\bar{\sigma}_z$: valore medio della tensione agente a metà della striscia di terreno h_i

E : modulo elastico del terreno (edometrico per terreni incoerenti).

3.2.4.2 Verifiche SLD

Le verifiche allo Stato Limite di Danno per le fondazioni sono richieste dal punto 7.11.5.3.1 del DM 14/01/2008. In particolare, vengono valutati gli spostamenti permanenti indotti dal sisma, verificando che essi siano accettabili per la fondazione e siano compatibili con la funzionalità dell'intera opera in oggetto.

Per determinare gli spostamenti permanenti post-sisma nel terreno viene effettuata un'analisi del sistema fondazione-terreno modellando il terreno con un sistema di molle con legame costitutivo Pressione-Spostamento di tipo iperbolico mediante la seguente relazione:

$$\sigma(c) = \frac{c}{\frac{1}{E_s} + \frac{c}{\sigma_u}}$$

Dove:

$\sigma(c)$: pressione di contatto;

c : cedimento del terreno;

E_s : rigidezza tangente all'origine del terreno di fondazione valutato come c_E/σ_E ovvero rapporto tra il cedimento elastico istantaneo e la pressione di contatto che lo provoca (può essere assunto il valore del modulo di Winkler);

σ_u : pressione ultima valutata per i valori caratteristici del terreno di fondazione;

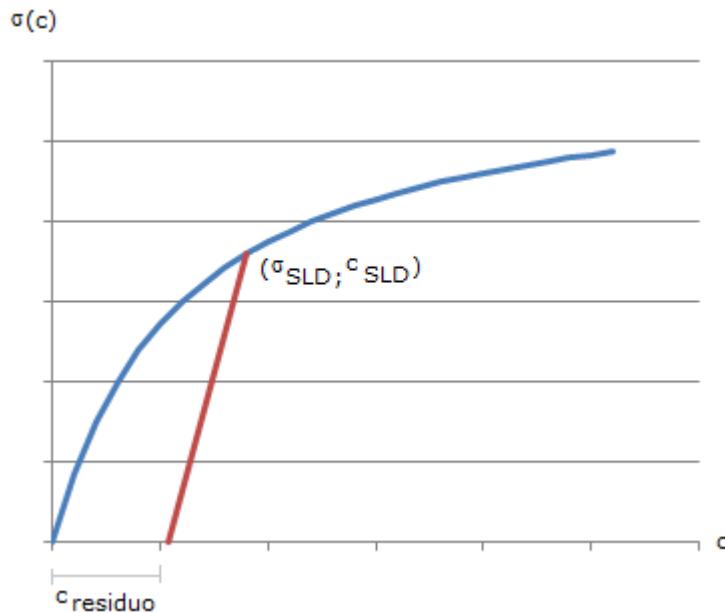
Dalla formula precedente si ricava il cedimento SLD:

$$c_{SLD} = \frac{\frac{\sigma_{SLD}}{E_s}}{1 - \frac{\sigma_{SLD}}{\sigma_u}}$$

Il cedimento permanente $c_{residuo}$ sarà quindi valutato dal cedimento complessivo c_{SLD} depurato della parte reversibile elastica:

$$c_{residuo} = c_{SLD} - \frac{\sigma_{SLD}}{E_s}$$

σ_{SLD} : pressione agente allo stato limite di danno;



3.2.4.3 Stima dello spessore compressibile

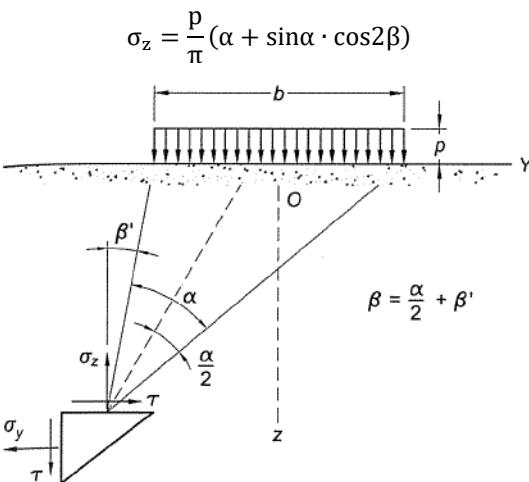
La valutazione dello spessore compressibile è di rilevanza fondamentale per il calcolo dei cedimenti di consolidazione, in quanto le formule per la stima del cedimento secondario sono implementate mediante la risoluzione numerica dell'integrale del cedimento della singola striscia sino allo spessore compressibile.

Lo spessore compressibile è definito in **FaTA-E** relativamente al volume significativo del terreno corrispondente ad incrementi di tensione superiori al 10% del carico applicato sulla superficie di contatto fondazione-terreno (R. Lancellotta, J. Calavera – *Fondazioni* – McGraw-Hill, anno 1999).

Pertanto lo spessore compressibile è funzione dell'area di carico in base alle seguenti forme:

- Nastriforme (utilizzata per le travi di fondazione);
- Quadrata (utilizzata per le piastre su un'impronta unitaria);
- Circolare (utilizzata per i pali relativamente al cedimento alla punta).

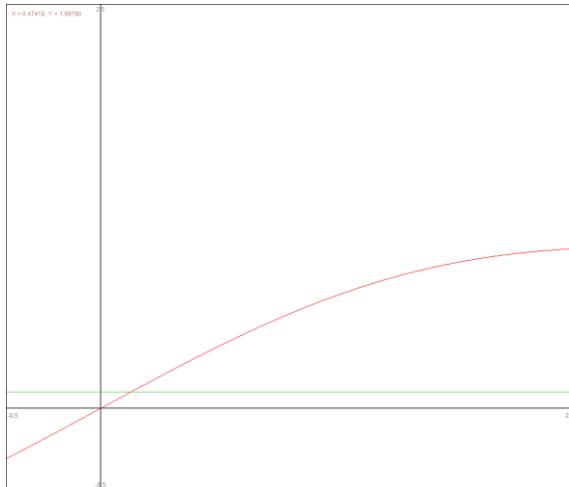
Per la fondazione nastriforme può essere utilizzata la seguente formula (formula 1.24, R. Lancellotta, J. Calavera – *Fondazioni* – McGraw-Hill, anno 1999):



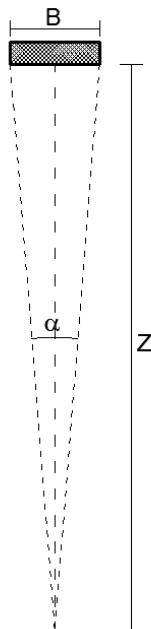
Sulla verticale nel centro della base B abbiamo:

$$\beta = \frac{\alpha}{2} - \frac{\alpha}{2} = 0$$

L'altezza compressibile può essere identificata ad una profondità Z corrispondente a $\sigma_z = 0.1 p$:



Il valore corrispondente si ha per un angolo α pari a 0.1573 radianti.



$$Z = \frac{B}{2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2}}$$

Da cui si ricava il valore:

$$Z \cong 6.35 B$$

Per aree di carico di forma rettangolare (formula 1.22 R. Lancellotta, J. Calavera – *Fondazioni* – McGraw-Hill, anno 1999):

$$\sigma_z = \frac{p}{2\pi} \left[\frac{abz}{D} \cdot \frac{a^2 + b^2 + 2z^2}{D^2 z^2 + a^2 b^2} + \arcsin \left(\frac{ab}{\sqrt{a^2 + z^2} \cdot \sqrt{b^2 + z^2}} \right) \right]$$

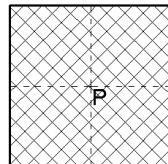
$$D = \sqrt{4a^2 + 4b^2 + 4z^2}$$

Sulla verticale nel centro del quadrato di lato L abbiamo:

$$a = \frac{L}{2}$$

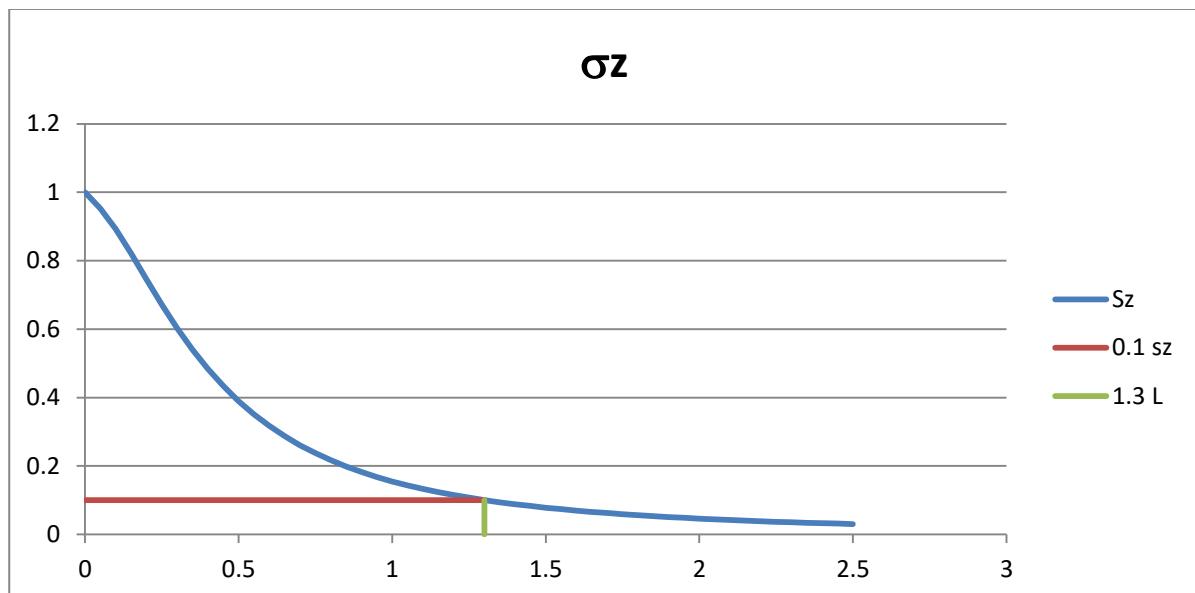
$$b = \frac{L}{2}$$

La formula riportata verrà applicata a ciascun sotto-quadrato definito intorno al punto centrale P.



$$\sigma_p = 4 \cdot \sigma_z$$

L'altezza compressibile può essere identificata ad una profondità Z corrispondente a $\sigma_p = 0.1 p$.



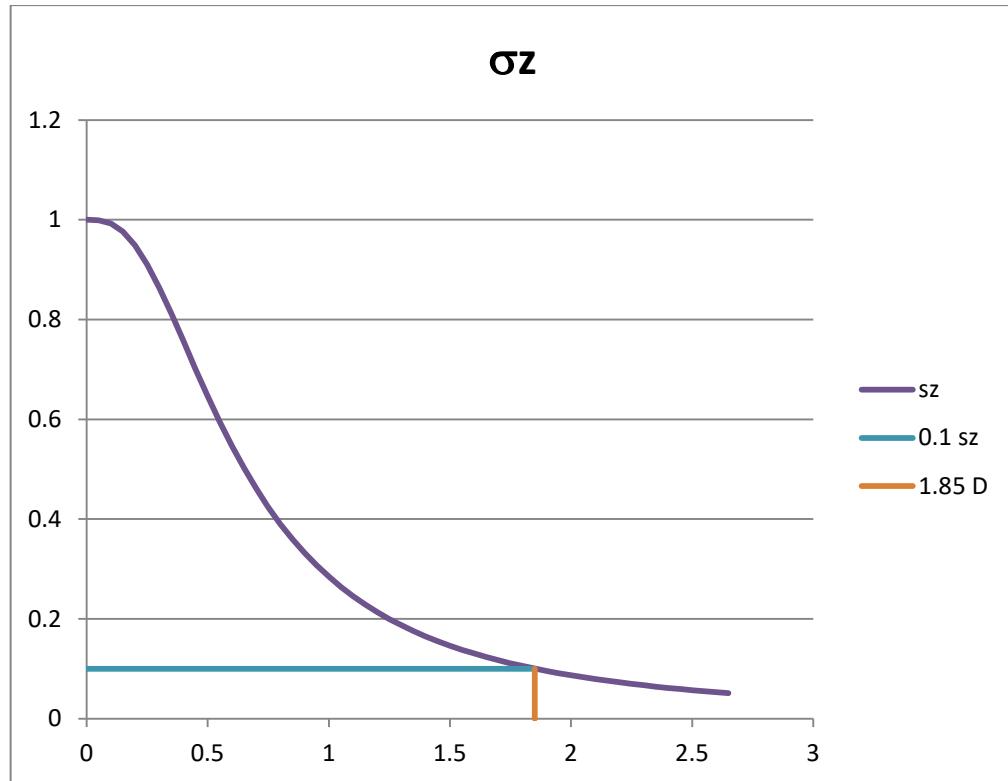
La profondità Z relativa a 0.1 q è pari a:

$$Z \cong 1.3 L$$

Nel caso di area di carico circolare (formula 1.22 R. Lancellotta, J. Calavera – *Fondazioni* – McGraw-Hill, anno 1999):

$$\sigma_z = p \left[1 - \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{R}{z} \right)^2} \right)^{\frac{3}{2}} \right]$$

Come i casi già discussi l'altezza compressibile può essere identificata ad una profondità Z corrispondente a $\sigma_z = 0.1 p$.



La profondità Z relativa a 0.1 p è pari a:

$$Z \approx 1.85 D$$

3.3 Elementi in Acciaio.

La verifica degli elementi in acciaio riguarda esclusivamente la restituzione dei coefficienti di sicurezza relativamente ai controlli effettuati.

3.3.1 Verifiche di resistenza.

Le verifiche di resistenza sono effettuate contemporaneamente per i momenti flettenti ed i tagli agenti nei piani X-Z ed X-Y del sistema di riferimento locale oltre che per il momento torcente.

Le sezioni di verifica sono state localizzate agli incastri, in mezzeria ed in altri due punti intermedi dell'elemento posti a passo costante.

In ogni sezione è stato valutato il valore massimo della tensione ideale derivante da tutte le combinazioni di carico e confrontato con la resistenza di progetto (f_d).

3.3.2 Verifiche di stabilità globale.

La verifica di stabilità globale è effettuata per le sole aste soggette a compressione.

Se la sezione trasversale propria dell'elemento è uniformemente compressa deve risultare:

$$\frac{\sigma_c}{\sigma} < 1$$

dove:

$\sigma_c = \frac{N_c}{Area}$ è la tensione corrispondente alla forza N_c che provoca l'inflessione laterale dell'asta nel piano considerato;

$\sigma = \frac{N}{Area}$ è la tensione assiale di compressione media nella sezione della membratura corrispondente al carico assiale N di progetto.

Le aste pressoinflesse soggette oltre che da un carico di compressione N anche da momenti flettenti $M_{1,eq}$ ed $M_{2,eq}$ agenti in due piani principali d'inerzia deve risultare:

$$\frac{\omega \cdot N}{A} + \frac{M_{1,eq}}{B} + \frac{M_{2,eq}}{C} < f_d$$

dove:

A è la superficie della sezione trasversale dell'elemento;

$$B = \psi_x \cdot W_x \cdot \left(1 - \frac{N}{N_{cr,x}}\right);$$

$$C = \psi_y \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N}{N_{cr,y}}\right);$$

ψ_x e ψ_y sono coefficienti di adattamento plastico;

$N_{cr,x}$ ed $N_{cr,y}$ sono le forze corrispondenti alle tensioni critiche calcolate con le formule di Eulero per le snellezze relative ai due piani principali d'inerzia.

$M_{i,eq}$ è il momento flettente equivalente, nella direzione definita da i , calcolato secondo quanto riportato dalle istruzioni CNR-UNI 10011/86 al punto 7.4.1.1.

3.3.3 Verifiche dei collegamenti.

Qualora venga utilizzata una sezione composta da più profilati collegati tramite calastrellatura o tralicci viene effettuata anche una verifica del collegamento stesso (saldato o bullonato) secondo quanto riportato dalle istruzioni CNR-UNI 10011/86 al punto 4.2.1.

3.3.4 Verifiche dell'imbozzamento dei pannelli.

Le travi con sezione a parete piena e con pannelli d'anima vengono verificate all'imbozzamento. L'anima delle travi a parete piena è sollecitata da tensioni normali σ , dovute prevalentemente all'azione flessionale (σ_n), variabili linearmente lungo l'altezza ed a tensioni tangenziali τ dovute allo sforzo di taglio. L'anima della trave risulta limitata longitudinalmente dalle ali ed è suddivisa in pannelli rettangolari mediante l'immissione di irrigidimenti verticali.

La verifica all'imbozzamento dei pannelli viene effettuata controllando che:

$$\frac{\sigma_{cr}}{\sigma_{calc}} > 1.5 \cdot \beta$$

dove:

σ_{calc} è la Tensione ideale di calcolo.

σ_{cr} è la Tensione ideale di confronto (CNR 10011 - par. 7.6.2).

Il coefficiente β è funzione del Rapporto α tra base ed altezza del generico pannello

Se $\alpha < 1.5$ si ha

$$\beta = \frac{(\sigma_n + 0.8 \cdot \sigma_m)}{(\sigma_m + \sigma_n)}$$

dove:

σ_n e σ_m sono i valori delle tensioni normali dovute rispettivamente allo sforzo normale ed al momento flettente sul pannello.

Se $\alpha \geq 1.5$ si ha

$$\beta = 1$$

3.3.5 Verifiche allo svergolamento.

Le travi a doppio T laminate ed inflesse nel piano dell'anima si è verificato che:

$$\sigma = \frac{\omega_1 \cdot M_{eq}}{\psi_v \cdot W} < f_d$$

dove:

ω_1 è un coefficiente dimensionale maggiore o uguale all'unità calcolato come segue:

$$\omega_1 = \frac{1.4 \cdot f_v}{0.585 \cdot E} \cdot \frac{h \cdot L}{b \cdot t_f}$$

h è l'altezza della trave;

b è la larghezza delle ali;

t_f è lo spessore delle ali;

L è la lunghezza di un campo di travi fra due ritegni torsionali successivi. Nel caso di mensole si assume per L il doppio dello sbalzo.

M_{eq} è il momento flettente equivalente funzione del valore del momento medio e massimo nel campo di trave considerato.

Per l'applicabilità del procedimento citato viene controllato che risulti:

$$\frac{B}{t_f} \leq 20 ;$$

$$\frac{h}{b} \leq 4 ;$$

$$\frac{t_w}{t_f} \leq 0.5 ;$$

oppure in alternativa:

$$\frac{B}{t_f} \leq 20 ;$$

$$\frac{h}{b} \leq 3 ;$$

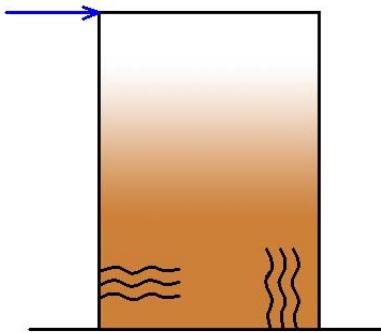
$$\frac{t_w}{t_f} \leq 0.3 ;$$

3.4 Elementi in Muratura.

Le verifiche strutturali legate al sistema costruttivo muratura sono relative a elementi isolati in muratura. È consentito, tuttavia, progettare strutture nuove in muratura utilizzando le procedure di calcolo lineare. Il calcolo delle sollecitazioni a cui sono associate le verifiche si riferiscono ad ipotesi elastico-lineare, sia dei materiali che nei riguardi delle deformazioni indotte alla struttura. Nell'ambito delle strutture esistenti in muratura, non vengono effettuate verifiche globali a collasso di meccanismo.

3.4.1 Pressoflessione nel piano.

La verifica viene effettuata considerando il seguente meccanismo di collasso:



la verifica viene effettuata controllando che:

$$M \leq M_u$$

dove:

$$M_u = \frac{l^2 \cdot t \cdot \sigma_0}{2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_d}\right) : \text{momento corrispondente al collasso per pressoflessione}$$

l : larghezza complessiva della parete;

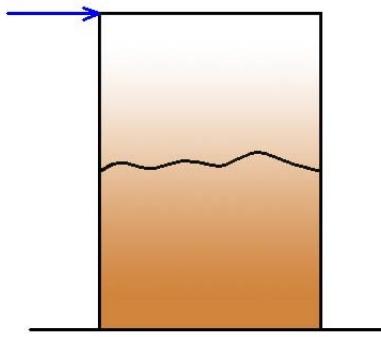
t : spessore della zona compressa;

$\sigma_0 = \frac{P}{l \cdot t}$: tensione normale media agente su tutta la sezione con P forza assiale positiva di compressione;

f_d : resistenza a compressione di calcolo della muratura.

3.4.2 Taglio per scorrimento.

La verifica a taglio per scorrimento nel piano della parete viene effettuata considerando il seguente meccanismo di collasso:



la verifica viene effettuata controllando che:

$$V \leq V_t$$

dove:

$$V_t = \frac{l' \cdot t \cdot f_{vk}}{\gamma_m} : \text{taglio resistente del pannello murario;}$$

l' : larghezza della parte compressa;

t : spessore della parete;

$$f_{vk} = f_{vk0} + 0.40 \cdot \sigma_N$$

$$\sigma_N = \frac{P}{l' \cdot t} : \text{tensione normale media sulla parte compressa.}$$

Il valore di f_{vk} in ogni caso non deve risultare:

1. $f_{vk} \leq 1.4 \cdot \overline{f_{bk}}$, dove $\overline{f_{bk}}$ è la resistenza caratteristica a compressione nella direzione orizzontale;
2. $f_{vk} \leq 1.5 \text{ MPa}$.

3.4.3 Pressoflessione fuori piano.

la verifica viene effettuata prendendo in considerazione le forze sismiche descritte per gli elementi non strutturali (punto 4.9 dell'Ordinanza) e applicate al baricentro del pannello. Nella computazione del momento ultimo la resistenza di calcolo è pari a $0.85 \cdot f_d$. L'entità della forza sismica viene calcolata secondo l'espressione:

$$F_a = \frac{W_a \cdot S_a \cdot \gamma_I}{q_a}$$

dove:

W_a : peso dell'elemento;

γ_I : fattore di importanza della costruzione;

q_a : fattore di struttura dell'elemento (può essere assunto pari a 2 per pannelli in muratura);

$$S_a = \frac{3 \cdot S a_g \left(1 + \frac{Z}{H}\right)}{g \cdot \left(1 + \left(1 - \frac{T_a}{T_1}\right)^2\right)} : \text{coefficiente di amplificazione;}$$

$S a_g$: accelerazione di progetto al terreno;

Z : altezza del baricentro dell'elemento rispetto alla fondazione;

H : altezza della struttura;

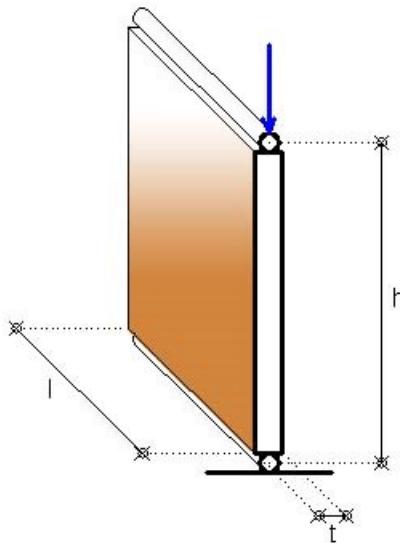
g : accelerazione di gravità;

T_a : primo periodo di vibrazione dell'elemento;

$T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$: primo periodo di vibrazione della struttura nella direzione considerata con $C_1 = 0.05$.

Per il calcolo di T_a è possibile utilizzare modelli semplificati. Il pannello può essere considerato come un elemento prismatico o elemento lastra incernierato in testa e al piede o come lastra incernierata su tutto il contorno.

Nel caso di **elemento prismatico incernierato** abbiamo:



Il primo periodo di vibrazione può essere calcolato come:

$$T_a = \frac{2 \cdot \pi}{\sqrt{\frac{\pi^4 \cdot E \cdot I}{h^4 \cdot A \cdot \gamma} \cdot g \cdot \left(1 - \frac{P}{P_{cr}}\right)}}$$

dove:

P : sforzo normale verticale sul pannello;

$P_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{h^2}$: carico critico sul pannello;

$I = \frac{l \cdot t^3}{12}$: momento di inerzia baricentrico della sezione del pannello;

E : modulo elastico del materiale;

h : altezza del pannello;

A : area della sezione orizzontale;

γ : peso specifico del materiale.

Nel caso di **elemento a lastra incornierato in testa e al piede** abbiamo che il primo periodo di vibrazione può essere calcolato come:

$$T_a = \frac{2 \cdot \pi \cdot h^2}{\sqrt{\frac{B \cdot g}{\gamma \cdot t}}}$$

dove:

$$B = \frac{E \cdot t^3}{12 \cdot (1 - \nu^2)}$$

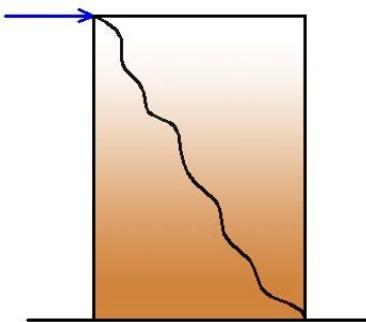
Per **elementi a lastra incornierati sul contorno** il primo periodo di vibrazione è:

$$T_a = \frac{2 \cdot \pi \cdot h^2 \cdot l^2}{(h^2 + l^2) \sqrt{\frac{B \cdot g}{\gamma \cdot t}}}$$

Nel caso in cui $l \gg h$ si ricade nel caso precedente.

3.4.4 Verifica a taglio diagonale.

La verifica viene effettuata considerando il seguente meccanismo di collasso a rottura per trazione:



la verifica viene effettuata controllando che:

$$V \leq V_t$$

dove:

$$V_t = t \cdot l \cdot f_{vk0} \cdot \sqrt{1 + \frac{\sigma_N}{f_{vk0}}} : \text{taglio diagonale resistente del pannello murario};$$

$$\sigma_N = \frac{P}{l \cdot t} : \text{tensione normale media sulla parte compressa}.$$

Non essendo prescritta dall'Ordinanza 3274, tale verifica è optionalmente escludibile dall'utente.

3.4.5 Verifica a schiacciamento secondo l'EC6.

la verifica viene effettuata, secondo le indicazioni contenute nella UNI ENV 1996-1-1:1998, controllando che:

$$Nd \leq Nr$$

Dove:

$$Nr = \Phi_{i,m} \cdot t \cdot L \cdot f_d \cdot C$$

t : spessore della parete;

L : lunghezza della parete;

f_d : resistenza a compressione di calcolo della muratura;

$C = 1$ se l'area trasversale del pannello è maggiore a 0.1 m^2 . In caso contrario $C = (0.7 + 3 \cdot Area)$.

Il coefficiente $\Phi_{i,m}$ è chiamato "fattore di riduzione della capacità portante".

Esso, ove necessario, tiene conto degli effetti di snellezza ed eccentricità del carico agente.

Il valore del coefficiente, per gli estremi inferiori e superiori è dato da:

$$\Phi_i = 1 - 2 \frac{e_i}{t}$$

Dove:

$$e_i = \frac{M_i}{N_i} + e_{hi} + e_a \geq 0.05 t$$

M_i : momento flettente di progetto relativo alle estremità superiore ed inferiore della parete;

N_i : carico verticale di progetto alle estremità superiore ed inferiore della parete;

e_{hi} : eccentricità nella parte superiore ed inferiore della parete, se esiste, risultante dai carichi orizzontali (come per esempio il vento);

e_a : eccentricità eccezionale pari a $h/450$.

Per la mezzeria del pannello:

$$\Phi_m = \left(1 - 2 \frac{e_{mk}}{t} \right) e^{-\left(\frac{u^2}{2} \right)}$$

$$u = \frac{\frac{h}{t} - 2}{23 - 37 \frac{e_{mk}}{t}}$$

dove:

$$e_{mk} = e_m + e_k \geq 0.05 t$$

$$e_m = \frac{M_m}{N_m} + e_{hm} + e_a$$

M_m : momento flettente di progetto relativo al quinto medio della parete;

N_m : carico verticale di progetto relativo al quinto medio della parete;

e_{hm} : eccentricità nella mezzeria della parete, se esiste, risultante dai carichi orizzontali (come per esempio il vento);

e_a : eccentricità eccezionale pari a $h/450$;

e_k : è l'eccentricità dovuta alla deformazione viscosa, calcolata come:

$$0.002 \cdot \Phi_{\infty} \cdot \frac{h}{t} \cdot \sqrt{t \cdot e_m}$$

dove:

Φ_{∞} è ricavabile dalla seguente tabella tratta dalla norma UNI ENV 1996-1-1:1998:

Tipologia dell'elemento resistente	Coefficiente di deformazione viscosa finale ¹⁾ ϕ_{∞}		Deformazione finale dovuta all'umidità o al ritiro ²⁾ mm/m		Coefficiente di dilatazione termica $10^{-6}/K$	
	Intervallo	Valore di calcolo	Intervallo	Valore di calcolo	Intervallo	Valore di calcolo
Laterizio	da 0,5 a 1,5	1,0	da - 0,2 a + 1,0	3)	da 4 a 8	6
Silicato di calcio	da 1,0 a 2,0	1,5	da - 0,4 a - 0,1	- 0,2	da 7 a 11	9
Calcestruzzo normale e pietra artificiale	da 1,0 a 2,0	1,5	da - 0,6 a - 0,1	- 0,2	da 6 a 12	10
Calcestruzzo alleggerito	da 1,0 a 3,0	2,0	da - 1,0 a - 0,2	- 0,4 ⁴⁾ - 0,2 ⁵⁾	da 8 a 12	10
Calcestruzzo aerato in autoclave	da 1,0 a 2,5	1,5	da - 0,4 a + 0,2	- 0,2	da 7 a 9	8
Pietra naturale	6)	0	da - 0,4 a + 0,7	+ 0,1	da 3 a 12	7

Nota 1 - Coefficiente di deformazione viscosa finale è $\phi_{\infty} = \varepsilon_{c\infty} / \varepsilon_{el}$, dove $\varepsilon_{c\infty}$ è la deformazione finale dovuta alla deformazione viscosa ed $\varepsilon_{el} = \sigma / E$.

Nota 2 - Il valore finale di deformazione dovuta all'umidità o al ritiro indica un accorciamento se rappresentato con un valore negativo e un allungamento se rappresentato con un valore positivo.

Nota 3 - I valori dipendono dalla tipologia del materiale applicato e non può essere indicato un unico valore di calcolo.

Nota 4 - Il valore indicato riguarda gli aggregati di pomice e di argilla espansa.

Nota 5 - I valori dati riguardano gli aggregati alleggeriti diversi dalla pomice e dall'argilla espansa.

Nota 6 - Normalmente i valori sono molto bassi.

In particolare in FaTAe tale verifica può essere omessa, e in ogni caso viene effettuata esclusivamente la verifica agli estremi del pannello.

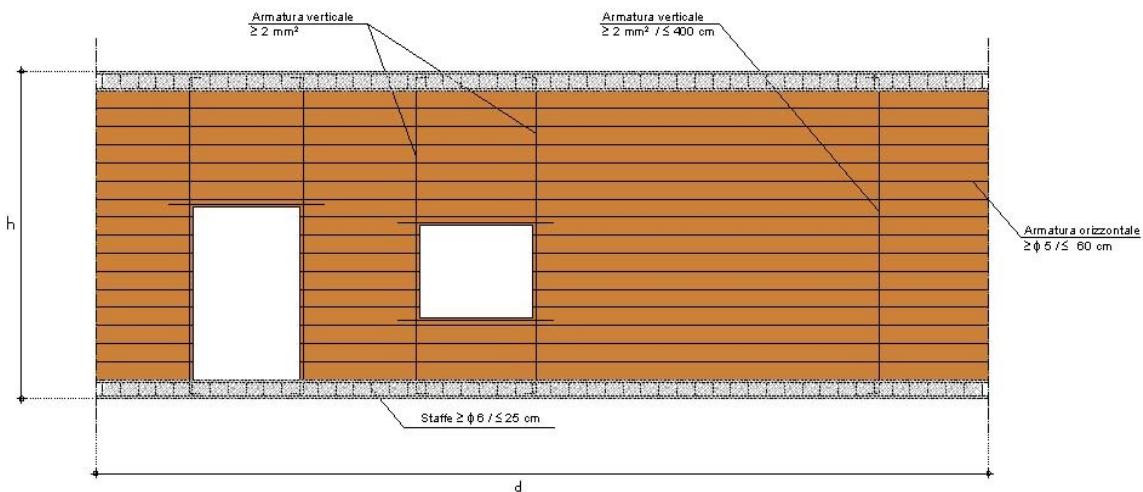
3.5 Elementi in Muratura Armata.

Le verifiche strutturali legate al sistema costruttivo muratura sono relative a elementi isolati in muratura. È consentito, tuttavia, progettare strutture nuove in muratura utilizzando le procedure di calcolo lineare. Il calcolo delle sollecitazioni a cui sono associate le verifiche si riferiscono ad ipotesi elastico-lineare, sia dei materiali che nei riguardi delle deformazioni indotte alla struttura. Nell'ambito delle strutture esistenti in muratura, non vengono effettuate verifiche globali a collasso di meccanismo. Relativamente alle armatura introdotte, è possibile scegliere due criteri di armatura verticale:

- **Concentrata;**

- **Disistribuita.**

Nella prima è possibile concentrare le armature presenti nel singolo pannello agli estremi e ad un passo non superiore a 4 m:



Nella modalità “distribuita” l’armatura verticale viene posizionata nell’apposito vano di ogni blocco, in modo da formare una maglia continua e regolare.

Per quanto riguarda l’armatura orizzontale, essa viene posta nei letti di malta ad interasse variabile in funzione dell’altezza del blocco in modo da assorbire l’aliquota di taglio dovuta alle azioni orizzontali.

3.5.1 Verifica a Pressoflessione.

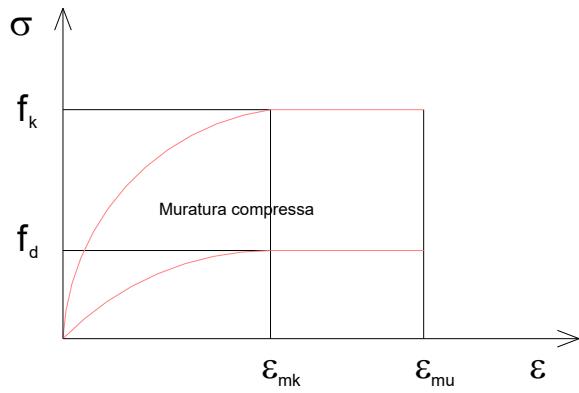
La verifica viene effettuata considerando le due direzioni separatamente. L’armatura del pannello viene progettata considerando agenti lo sforzo normale e il momento flettente nel piano e, in un secondo momento, lo sforzo normale e il momento flettente fuori piano.

La verifica di resistenza è soddisfatta se la sollecitazione relativa alla condizione considerata cade all’interno del dominio di sicurezza determinato, attraverso le conoscenze del comportamento meccanico della sezione in esame, delle caratteristiche dei materiali di cui è composta ed in base ai coefficienti di sicurezza forniti dalla normativa seguente:

Il calcolo è condotto nelle ipotesi che:

1. Le sezioni rimangano piane fino a rottura.
2. Ci sia perfetta aderenza fra acciaio e calcestruzzo.
3. La deformazione massima del calcestruzzo compresso è pari a 0.0035 nel caso di flessione semplice e composta con asse neutro reale mentre è pari a 0.002 nel caso di compressione semplice.
4. La deformazione massima per l’acciaio tesio sia pari a 0.01.
5. Il calcestruzzo non abbia alcuna capacità di resistenza a trazione.

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per il calcestruzzo è di tipo parabola-rettangolo come indicato nella seguente figura:



dove:

$$\varepsilon_{mk} = 0.002;$$

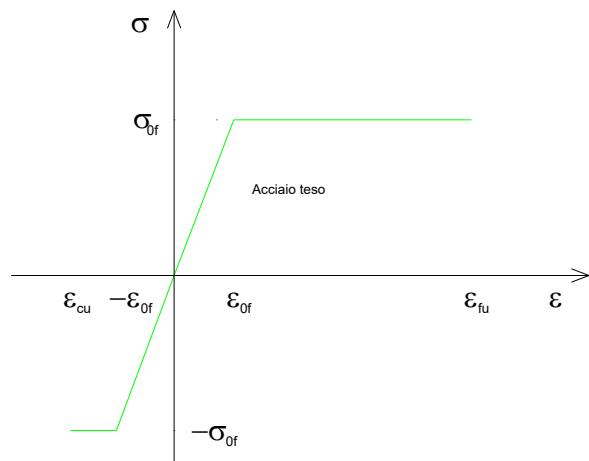
$$\varepsilon_{mu} = 0.0035;$$

$$f_d = \frac{f_k}{\gamma_m};$$

Dove:

γ_m : coefficiente di sicurezza del materiale muratura.

Il diagramma tensioni-deformazioni assunto per l'acciaio è indicato nella seguente figura:



dove:

$$\varepsilon_{0f} = \frac{\sigma_{0f}}{E};$$

$$\sigma_{0f} = \frac{f_{vk}}{\gamma_f};$$

E : Modulo di elasticità dell'acciaio;

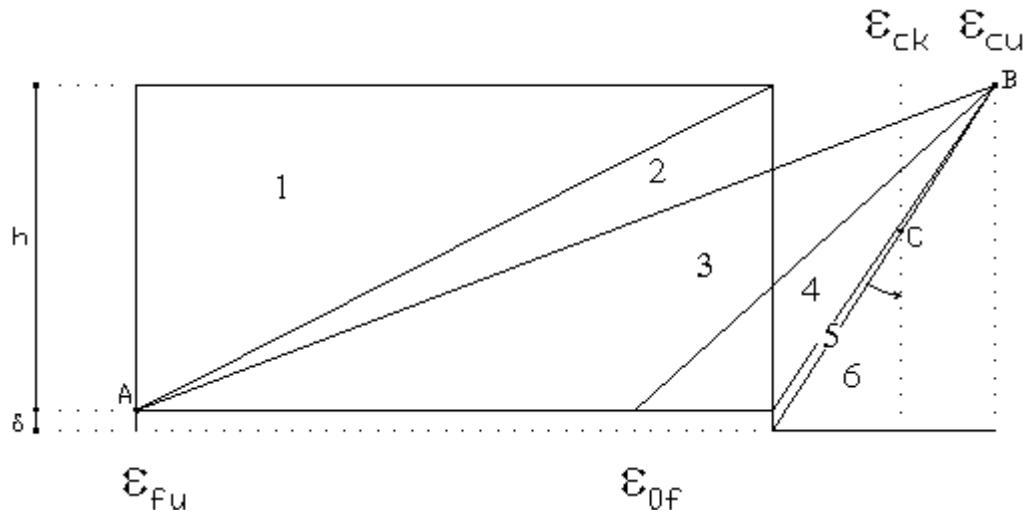
f_{vk} : Resistenza caratteristica dell'acciaio;

$$\gamma_f = 1.15;$$

$$\varepsilon_{fu} = 0.01;$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.0035 ;$$

Le limitazioni delle deformazioni unitarie per il conglomerato e per l'acciaio conducono a definire sei diversi campi (o regioni) nei quali potrà trovarsi la retta di deformazione specifica. Tali campi sono descritti nel seguente modo:



Campo 1 : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ε_{fu} . Il diagramma delle deformazioni specifiche appartiene ad un fascio di rette passanti per il punto (A) mentre la distanza dall'asse neutro potrà variare da $-\infty$ a 0. E' il caso di trazione semplice o con piccola eccentricità; la sezione risulta interamente tesa. La crisi si ha per cedimento dell'acciaio teso.

Campo 2 : è caratterizzato dall'allungamento massimo tollerabile per l'acciaio pari a ε_{fu} e dalla rotazione del diagramma attorno al punto (A). La deformazione specifica del calcestruzzo varia da 0 al valore massimo del calcestruzzo compresso (ε_{cu}) mentre la distanza dell'asse neutro dal lembo compresso può variare da 0 a 0.259h. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 3 : è caratterizzato dall'acorciamiento massimo del conglomerato pari a ε_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è ancora deformata in campo plastico. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 4 : è caratterizzato dall'acorciamiento massimo del conglomerato pari a ε_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B). La massima tensione del calcestruzzo in questa regione è pari a quella di rottura di calcolo mentre l'armatura è sollecitata con tensioni inferiori allo snervamento e può risultare anche scarica. La sezione risulterà in parte tesa ed in parte compressa e quindi sarà sollecitata a flessione semplice o composta.

Campo 5 : è caratterizzato dall'acorciamiento massimo del conglomerato pari a ε_{cu} . Le rette di deformazione appartengono ad un fascio passante per (B) mentre la distanza dell'asse neutro varia da h ad $h+\delta$. L'armatura in tale regione è sollecitata a compressione e pertanto tutta la sezione è compressa; è questo il caso della flessione composta.

Campo 6 : è caratterizzato dall'acorciamiento massimo del conglomerato compresso che varia fra ε_{cu} e ε_{ck} . Le rette di deformazione specifica appartengono ad un fascio passante per (C) e la distanza dell'asse neutro varia fra 0 e $-\infty$. La distanza di (C) dal lembo superiore vale $3h/7$. La sezione risulta sollecitata a compressione semplice o composta.

L'algoritmo utilizzato dispone l'armatura a tentativi ed effettua la verifica iterativamente fino a quando quest'ultima non è soddisfatta. La disposizione delle armature è tale da considerare il passo in funzione delle dimensioni del blocco utilizzato.

3.5.2 Verifica a taglio.

la verifica viene effettuata, secondo le indicazioni contenute nell'Ordinanza 3274, controllando che:

$$V_d \leq V_t$$

Dove:

$$V_t = V_{t,m} + V_{t,s}$$

$$V_{t,m} = \frac{d \cdot t \cdot f_{vk}}{\gamma_m} : \text{taglio assorbito dalla muratura;}$$

$$V_{t,s} = \frac{0.6 \cdot d \cdot A_{sw} \cdot f_{yd}}{S} : \text{taglio assorbito dalle armature orizzontali;}$$

d : distanza tra il lembo compresso e il baricentro;

A_{sw} : area delle barre orizzontali;

f_{yd} : resistenza di progetto dell'acciaio;

S : passo dei ricorsi di ferri orizzontali;

In ogni caso viene controllato che:

$$V_d \leq V_{t,c}$$

Dove:

$$V_{t,c} = 0.3 \cdot d \cdot t \cdot f_{yd}.$$

L'algoritmo utilizzato dispone l'armatura a tentativi ed effettua la verifica iterativamente fino a quando quest'ultima non è soddisfatta. La disposizione delle armature è tale da considerare il passo in funzione delle dimensioni del blocco utilizzato.

3.6 Elementi in Legno.

Gli elementi in legno vengono verificate agli stati limite secondo le indicazioni delle UNI ENV 1995 (EC5). La verifica degli elementi in legno riguarda esclusivamente la restituzione dei coefficienti di sicurezza relativamente ai controlli effettuati.

Come indicato dalla citata normativa, le verifiche eseguite sono le seguenti:

- **Tensoflessione;**
- **Pressoflessione;**
- **Taglio;**
- **Torsione;**
- **Stabilità;**
- **Svergolamento.**

3.6.1 Verifica a Tensoflessione.

La verifica viene effettuata su elementi strutturali soggetti a flessione in presenza di uno sforzo assiale di trazione sulle fibre longitudinali dell'elemento. Affinche la verifica restituisca esito positivo devono essere verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

dove:

$\sigma_{t,0,d}$: la tensione di trazione parallela alla fibratura;

$\sigma_{m,y,d}$: la tensione di flessione intorno all'asse y;

$\sigma_{m,z,d}$: la tensione di flessione intorno all'asse z;

$f_{t,0,d}$: la tensione di calcolo a trazione parallela alla fibratura;

$f_{m,d}$: la tensione limite di calcolo per flessione;

k_m $\begin{cases} 1.0 & \text{per sezioni rettangolari} \\ 0.7 & \text{per altre sezioni} \end{cases}$

Tale verifica è relativa agli stati limite ultimi.

3.6.2 Verifica a Pressoflessione.

La verifica viene effettuata su elementi strutturali soggetti a flessione in presenza di uno sforzo assiale di compressione sulle fibre longitudinali dell'elemento. Affinche la verifica restituisca esito positivo devono essere verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\left(\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right)^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

dove:

$\sigma_{c,0,d}$: la tensione di compressione parallela alla fibratura;

$\sigma_{m,y,d}$: la tensione di flessione intorno all'asse y;

$\sigma_{m,z,d}$: la tensione di flessione intorno all'asse z;

$f_{c,0,d}$: la tensione di calcolo a compressione parallela alla fibratura;

$f_{m,d}$: la tensione limite di calcolo per flessione;

$$k_m \begin{cases} 1.0 & \text{per sezioni rettangolari} \\ 0.7 & \text{per altre sezioni} \end{cases}$$

Tale verifica è relativa agli stati limite ultimi.

3.6.3 Verifica a Taglio.

La verifica viene effettuata su elementi strutturali soggetti a taglio nelle due direzioni principali. La verifica può essere eseguita anche in presenza di uno solo dei due tagli. Affinché la verifica restituisca esito positivo devono essere verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$\tau_{y,d} \leq f_{v,d}$$

$$\tau_{z,d} \leq f_{v,d}$$

dove:

$\tau_{y,d}$: la tensione tangenziale dovuta all'azione tagliante parallela all'asse y;

$\tau_{z,d}$: la tensione tangenziale dovuta all'azione tagliante parallela all'asse z;

$f_{v,d}$: la tensione tangenziale limite all'azione tagliante.

Tale verifica è relativa agli stati limite ultimi.

3.6.4 Verifica a Torsione.

Affinché la verifica restituisca esito positivo devono essere verificate contemporaneamente la seguente condizione:

$$\tau_{tor,d} \leq f_{v,d}$$

dove:

$\tau_{tor,d}$: la tensione tangenziale dovuta all'azione torcente;

$f_{v,d}$: la tensione tangenziale limite all'azione torsionale.

Tale verifica è relativa agli stati limite ultimi.

3.6.5 Verifica di Stabilità.

La verifica viene effettuata su elementi strutturali soggetti a flessione in presenza di uno sforzo assiale di compressione sulle fibre longitudinali dell'elemento. Affinché la verifica restituisca esito positivo devono essere verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,d}} \leq 1$$

La verifica a stabilità differisce da quella a pressoflessione dalla presenza dei coefficienti k relativi alla snellezza dell'elemento analizzato. Le relazioni che descrivono i coefficienti sono le seguenti:

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}};$$

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}};$$

dove:

$$k_z = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,z} - 0.5)] + \lambda_{rel,z}^2;$$

$$k_y = 0.5[1 + \beta_c(\lambda_{rel,y} - 0.5)] + \lambda_{rel,y}^2;$$

$$\lambda_{rel,z} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,z}}};$$

$$\lambda_{rel,y} = \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{\sigma_{c,crit,y}}};$$

$$\sigma_{c,crit,z} = \frac{\pi^2 E_{0.05}}{\lambda_z^2};$$

$$\sigma_{c,crit,y} = \frac{\pi^2 E_{0.05}}{\lambda_y^2};$$

$$\lambda_z = \frac{l_0}{\rho_z};$$

$$\lambda_y = \frac{l_0}{\rho_y};$$

$$\rho_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}};$$

$$\rho_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}};$$

l_0 : la lunghezza libera di inflessione;

I_z : il momento di inerzia della sezione intorno all'asse z;

I_y : il momento di inerzia della sezione intorno all'asse y;

A : l'area della sezione;

$E_{0.05}$: il modulo elastico corrispondente al frattile del 5%.

Tale verifica è relativa agli stati limite ultimi.

3.6.6 Verifica a Svergolamento.

La verifica viene effettuata su elementi strutturali soggetti a flessione in presenza di uno sforzo assiale di compressione sulle fibre longitudinali dell'elemento. Affinché la verifica restituisca esito positivo devono essere verificate contemporaneamente le seguenti condizioni:

$$\sigma_{m,y,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,z,d} \leq k_{crit} \cdot f_{m,d}$$

dove:

$\sigma_{m,y,d}$: la tensione a flessione intorno all'asse y;

$\sigma_{m,z,d}$: la tensione a flessione intorno all'asse z;

$f_{m,d}$: la tensione limite di calcolo per flessione;

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \lambda_{rel,m} \leq 0.75 \\ 1.56 - 0.75 \cdot \lambda_{rel,m} & 0.75 < \lambda_{rel,m} \leq 1.4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \lambda_{rel,m} > 1.4 \end{cases}$$

Tale verifica è relativa agli stati limite ultimi.

3.7 Verifiche dei tamponamenti (Modulo opzionale VSec).

La verifica dei tamponamenti viene effettuata secondo i paragrafi 7.3.6.3 e 7.2.3 del D.M. 14/01/2008. Secondo le "Norme Tecniche per le Costruzioni", gli elementi costruttivi senza funzione strutturale devono essere verificati sotto l'azione sismica F_a , al fine di evitare collassi fragili e prematuri e la possibile espulsione in merito allo *Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV)*.

L'azione sismica corrispondente allo *SLV*, calcolata per ogni pannello, viene elaborata considerando una probabilità di superamento nel periodo di riferimento pari a 10%, e verrà applicata nel baricentro di ogni tamponamento in direzione ortogonale al piano del telaio in modo da produrre spostamenti e sollecitazioni "fuori piano".

La verifica consistrà nel confronto tra le sollecitazioni resistenti con quelle di calcolo generate dall'azione sismica.

Per ogni pannello di tamponamento l'azione sismica fuori piano viene calcolata considerando le indicazioni del paragrafo 7.2.3. del D.M. 14/01/2008. La formulazione utilizzata è la seguente:

$$F_a = \frac{S_a \cdot W_a}{q_a}$$

Dove:

$$S_a = (Ag/g) \cdot S_s \cdot S_t \cdot \left[\frac{3 \cdot (1 + Z/H)}{1 + (1 - T_a/T_1)^2} - 0.5 \right]$$

S_s : coefficiente che tiene conto della categoria del sottosuolo, pari a:

Categoria sottosuolo	S_s
A	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 F_{Ag/g} \leq 1.20$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 F_{Ag/g} \leq 1.50$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 F_{Ag/g} \leq 1.80$

E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 F_{Ag/g} \leq 1.60$
---	--

S_t : coefficiente che tiene conto della categoria topografica, pari a:

Categoria topografica	S_t
T1	1.00
T2	1.20
T3	1.20
T4	1.40

T_a : periodo fondamentale di vibrazione dell'elemento non strutturale;

T_1 : periodo fondamentale di vibrazione della costruzione;

Z : quota del baricentro del tamponamento;

H : altezza della costruzione;

q_a : fattore di struttura dell'elemento.

Il calcolo del periodo (Fonte : Tab 20.1 – Dinamica Strutturale – Mario Paz – Flaccovio Editore – 1985) è effettuato in base allo schema dell'articolazione per tamponamenti confinati:

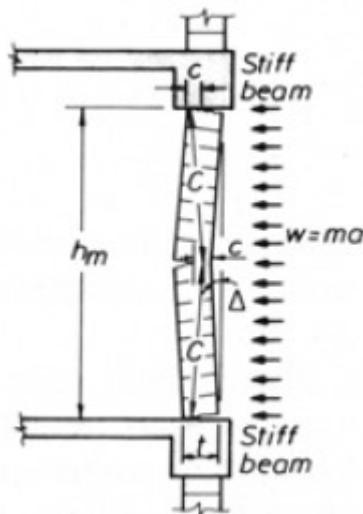
$$T = \frac{2\pi}{\left(\frac{\pi}{H_{pan}}\right)^2 \sqrt{\frac{E \cdot L \cdot s^3}{12 \cdot m}}}$$

Per i parapetti il periodo viene calcolato come:

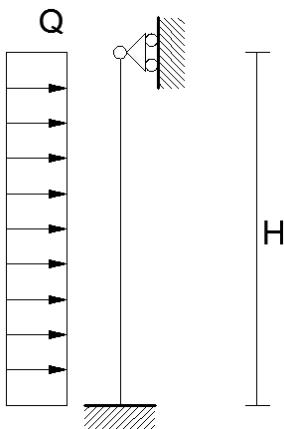
$$T = \frac{2\pi}{3.516 \left(\frac{1}{H_{pan}}\right)^2 \sqrt{\frac{E \cdot L \cdot s^3}{12 \cdot m}}}$$

I pannelli rigidamente connessi, ovvero che interferiscono con la deformabilità della struttura, vengono verificati, utilizzando l'azione sismica "fuori piano", ipotizzando lo schema "dell'articolazione", tenendo conto del meccanismo resistente ad arco (Paulay, T., & Priestley, M. J. N., "Seismic design of reinforced concrete and masonry buildings", John Wiley & Sons, 1992), in base al quale sotto l'azione "fuori piano" si formano delle cerniere agli estremi del pannello e in mezzeria.

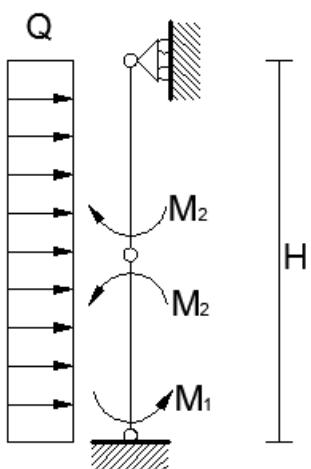
Il modello utilizzato è applicabile per le tamponature interamente confinate dal telaio in c.a., grazie all'meccanismo di resistenza "ad arco" che si oppone all'espulsione fuori dal piano.



Utilizzando il “modello con analisi plastica” la verifica verrà effettuata mediante l’analisi plastica del modello equivalente. Il modello di partenza utilizzato è il seguente:



Il carico massimo Q viene calcolato per equilibrio con le condizioni di plasticizzazione del modello:



$$Q = \frac{4}{H^2} (M_1 + 2 \cdot M_2)$$

Dove:

H : altezza parete

M_1 : momento resistente al piede calcolato in funzione di W_a

M_2 : momento resistente in mezzeria calcolato in funzione di $W_a/2$

Nel caso di “modello cerniera-cerniera” la verifica viene effettuata ipotizzando lo schema di calcolo con due cerniere poste alle estremità e calcolando la forza orizzontale resistente in funzione del momento resistente.

I pannelli semplicemente appoggiati (ad es. parapetti), ovvero in assenza di travi e pilastri di confinamento, vengono verificati, utilizzando l’azione sismica “fuori piano”, ipotizzando lo schema a mensola, tenendo conto del meccanismo a ribaltamento mediante equilibrio a rotazione.

La verifica ha esito positivo se:

$$F_s \leq F_u$$

Dove:

F_s : Forza sismica agente sul tamponamento;

F_u : Forza massima resistente del meccanismo di collasso del tamponamento;

I momenti resistenti sono calcolati mediante la seguente relazione:

$$M_r = \left(\frac{t^2 \cdot l_e \cdot \sigma_0}{2} \right) \cdot \left(1 - \frac{\sigma_0}{0.85 \cdot f_m} \right)$$

t : spessore della sezione da verificare considerando gli strati "connessi";

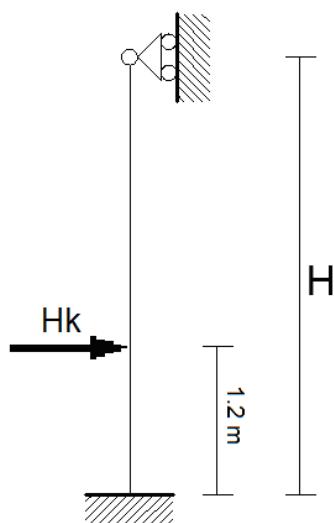
l_e : lunghezza della sezione da verificare;

σ_0 : tensione media agente sulla sezione calcolata come $N/(l \cdot t)$;

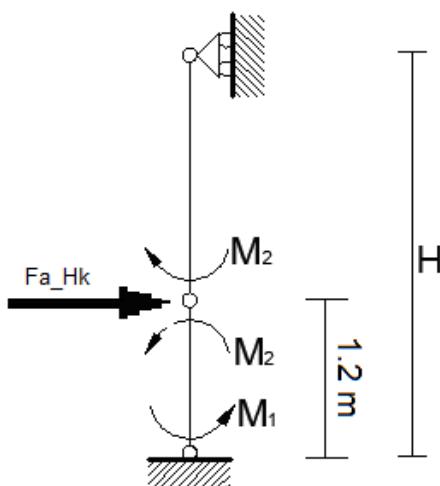
f_m : resistenza unitaria della muratura;

Il contributo laterale del tamponamento viene completamente trascurato.

Nel caso di analisi relativa alla forza orizzontale H_k (punto 3.1.4 NTC), il modello di partenza utilizzato è il seguente:



Il carico massimo $F_a \cdot H_k$ viene calcolato per equilibrio con le condizioni di plasticizzazione del modello:



$$Fa_Hk = \frac{1}{d} \left(M_1 + \frac{M_2 \cdot H}{(H-d)} \right)$$

Dove:

d : distanza dalla base (1.2 m)

H : altezza parete

M_1 : momento resistente al piede calcolato in funzione di W_a

M_2 : momento resistente a 1.2 m dal piede calcolato in funzione di $\frac{W_a \cdot (H-d)}{H}$

La verifica è superata se la forza resistente massima del meccanismo generato è superiore alla forza Hk applicata:

$$Fa_Hk \geq Hk$$

3.8 Verifiche colonne composte acciaio-cls (Modulo opzionale SeMiSteel).

- Considerazioni generali.

Nel proseguito verranno considerate colonne composte soggette a compressione centrale, pressoflessione e taglio, gli elementi verticali costituiti dall'unione di profili metallici (CHS o RHS), di armature metalliche e di calcestruzzo, con sezione costante.

Le colonne composte, così definite, devono, però, rispettare i seguenti requisiti:

1. la sezione deve essere doppiamente simmetrica;
2. il contributo meccanico di armatura δ , definito di seguito, deve essere compreso tra 0,2 e 0,9;
3. la snellezza adimensionale λ , definita di seguito, deve essere inferiore a 2,0;
4. il rapporto tra l'altezza h_c e la larghezza b_c della sezione deve essere $0,2 \leq h_c/b_c \leq 5,0$.
5. Non è ammesso l'impiego di calcestruzzo di classe inferiore a C20/25.
6. L'acciaio in barre per c.a. deve essere del tipo B450C.
7. L'acciaio strutturale deve corrispondere alle qualità di cui al § 7.5 e al § 11.3.4. delle NTC.

I profilati metallici utilizzati devono rispettare, inoltre, i rapporti dimensionali riportati nella tabella seguente:

Valore di riferimento del fattore di struttura q_0	$1,5 \div 2 \leq q_0 \leq 4$	$q_0 > 4$
Sezione rettangolare cava riempita di calcestruzzo: h/t limite	38ε	24ε
Sezione circolare cava riempita di calcestruzzo: d/t limite	$85 \varepsilon^2$	$80 \varepsilon^2$

Dove:

$\varepsilon = (235 / f_y k)^{0,5}$ e d/t ed h/t sono i rapporti tra massima dimensione esterna e spessore.

- Rigidezza flessionale, snellezza e contributo meccanico dell'acciaio.

Il contributo meccanico del profilato in acciaio è stato calcolato tramite la formula:

$$\delta = (A_a \cdot f_y / \gamma_a) \cdot (1 / N_{pl,Rd})$$

dove con A_a è indicata l'area del profilo in acciaio e con $N_{pl,Rd}$ la resistenza plastica a sforzo normale della sezione composta, definita di seguito.

La rigidezza flessionale istantanea della sezione composta, EJ_{eff} , utilizzata per la definizione del carico critico euleriano è data dalla formula:

$$(EJ)_{\text{eff}} = E_a J_a + E_s J_s + k_e E_{\text{cm}} \cdot J_c$$

dove k_e è un fattore correttivo pari a 0,6, mentre J_a , J_s e J_c sono i momenti di inerzia rispettivamente del profilo in acciaio, delle barre d'armatura e del calcestruzzo ed E_{cm} è il modulo elastico istantaneo del calcestruzzo.

La snellezza adimensionale della colonna è stata calcolata con la formula:

$$\lambda = \sqrt{\frac{N_{\text{pl,Rk}}}{N_{\text{cr}}}}$$

dove N_{cr} è il carico critico euleriano definito in base alla rigidezza flessionale efficace della colonna composta e $N_{\text{pl,Rk}}$ è il valore caratteristico della resistenza a compressione dato da:

$$N_{\text{pl,Rk}} = A_a \cdot f_{y_k} + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{c_k} + A_s \cdot f_{s_k}$$

In fase di verifica allo stato limite ultimo, invece, si è tenuto conto degli effetti del secondo ordine, cosicché il valore della rigidezza flessionale diventa:

$$(EJ)_{\text{eff,II}} = k_0(E_a J_a + E_s J_s + k_{e,II} E_{\text{cm}} \cdot J_c)$$

dove k_0 vale 0,9 e $k_{e,II}$ è assunto pari a 0,5.

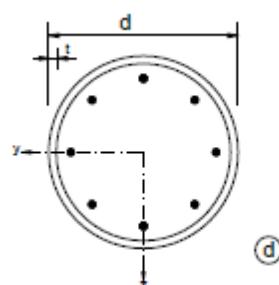
- Resistenza a compressione della sezione.

La resistenza plastica della sezione composta a sforzo normale può essere valutata, nell'ipotesi di completa aderenza tra i materiali, secondo la formula:

$$N_{\text{pl,Rd}} = \frac{A_a \cdot f_{y_k}}{\gamma_a} + \frac{A_c \cdot 0,85 \cdot f_{c_k}}{\gamma_c} + \frac{A_s \cdot f_{s_k}}{\gamma_s}$$

dove A_a , A_c , A_s sono, rispettivamente, le aree del profilo in acciaio, della parte in calcestruzzo e delle barre d'armatura. Nel caso in cui si adottino sezione riempite rettangolari o quadrate si terrà in conto l'effetto del confinamento del calcestruzzo all'interno del tubo, considerando $\alpha_{cc} = 1$ anziché 0,85.

Per le colonne a sezione circolare riempite con calcestruzzo si terrà in conto l'effetto del confinamento del calcestruzzo offerto dall'acciaio.



Nelle colonne composte realizzate con profili a sezione cava di forma circolare, dunque, è possibile tenere in conto, nel calcolo della sforzo normale plastico resistente, degli effetti prodotti dal confinamento che il tubo in acciaio esercita sul calcestruzzo.

A tale fine si è utilizzato il modello di confinamento illustrato di seguito.

La resistenza plastica della colonna circolare riempita di calcestruzzo, tenendo conto del confinamento, assume la seguente forma:

$$N_{\text{pl,Rd}} = \eta_a \cdot A_a \cdot \frac{f_{y_k}}{\gamma_a} + A_c \cdot \frac{f_{c_k}}{\gamma_c} \left(1 + \eta_c \cdot \frac{t}{d} \cdot \frac{f_{y_k}}{f_{c_k}} \right) + A_s \cdot f_{s_d}$$

dove t è lo spessore del tubo di acciaio e d è il diametro esterno della colonna.

Tale formula è valida se:

$$\bar{\lambda} \leq 0,5$$

e se l'eccentricità massima del carico:

$$e = M_{Ed} / N_{Ed}$$

è minore di 0,1.

I coefficienti η_a ed η_c sono dati dalle seguenti espressioni:

$$\eta_a = \begin{cases} 0,25(3+2\cdot\bar{\lambda}) \leq 1,0 & e = 0 \\ 0,25(3+2\cdot\bar{\lambda}) + 10 \cdot (0,25 - 0,5 \cdot \bar{\lambda}) \cdot \frac{e}{d} & 0 < e/d \leq 0,1 \\ 1,0 & e > 0,1 \end{cases}$$

$$\eta_c = \begin{cases} (4,9 - 18,5\bar{\lambda} + 17\bar{\lambda}^2) \geq 0 & e = 0 \\ (4,9 - 18,5\bar{\lambda} + 17\bar{\lambda}^2) \cdot \left(1 - 10 \frac{e}{d}\right) & 0 < e/d \leq 0,1 \\ 0 & e > 0,1 \end{cases}$$

- Resistenza a taglio della sezione.

La sollecitazione di taglio V_{Ed} agente sulla sezione sarà distribuita tra la porzione in acciaio e la porzione in calcestruzzo in modo da risultare minore o uguale della resistenza di ognuna delle due parti della sezione. Il taglio è stato, dunque, suddiviso utilizzando la seguente formula:

$$\begin{aligned} V_{a,Ed} &= V_{Ed} \cdot (M_{pl,a,Rd} / M_{pl,Rd}) \\ V_{c,Ed} &= V_{Ed} - V_{a,Ed} \end{aligned}$$

dove $M_{pl,Rd}$ è il momento resistente della sezione composta mentre $M_{pl,a,Rd}$ è il momento resistente della sola sezione in acciaio.

In generale la sollecitazione di taglio sulla parte in acciaio, $V_{a,Ed}$, non deve eccedere il 50% del taglio resistente della sola sezione in acciaio, $V_{a,Rd}$, per poterne così trascurare l'influenza sulla determinazione della curva di interazione N-M.

In caso contrario è possibile saranno tenuti in conto gli effetti (interazione taglio e flessione) riducendo la tensione di snervamento dell'anima.

- Stabilità delle membrature - Colonne compresse.

La resistenza all'instabilità della colonna composta è data dalla formula:

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot N_{pl,Rd}$$

dove $N_{pl,Rd}$ è la resistenza definita in precedenza e χ è il coefficiente riduttivo che tiene conto dei fenomeni di instabilità, calcolato in funzione della snellezza adimensionale dell'elemento λ tramite la formula:

$$\chi = \frac{1}{\Phi + \sqrt{\Phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \leq 1,0,$$

dove

$$\Phi = 0,5 [1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

e α è il fattore di imperfezione ricavato dalla Tab. 4.3.III. delle NTC.

- Stabilità delle membrature - Colonne presso inflesse.

La verifica a presso-flessione della colonna composta è condotta controllando che:

$$M_{Ed} \leq \alpha_M \cdot M_{pl,Rd}(N_{Ed})$$

dove M_{Ed} , associato allo sforzo normale N_{Ed} , è il massimo valore del momento flettente nella colonna, calcolato considerando, se rilevanti, i difetti di rettilineità della colonna, Tab. 4.3. III - NTC, e gli effetti del secondo ordine e $M_{pl,Rd}(N_{Ed})$ il momento resistente disponibile, funzione di N_{Ed} .

Il coefficiente α_M è assunto pari a 0,9 per gli acciai compresi tra le classi S235 ed S355, mentre per l'S420 e l'S460 è posto pari a 0,8.

Gli effetti dei fenomeni del secondo ordine sono stati tenuti in conto incrementando i momenti ottenuti dall'analisi elastica tramite il coefficiente amplificativo

$$k = \frac{\beta}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr}}} \geq 1,0,$$

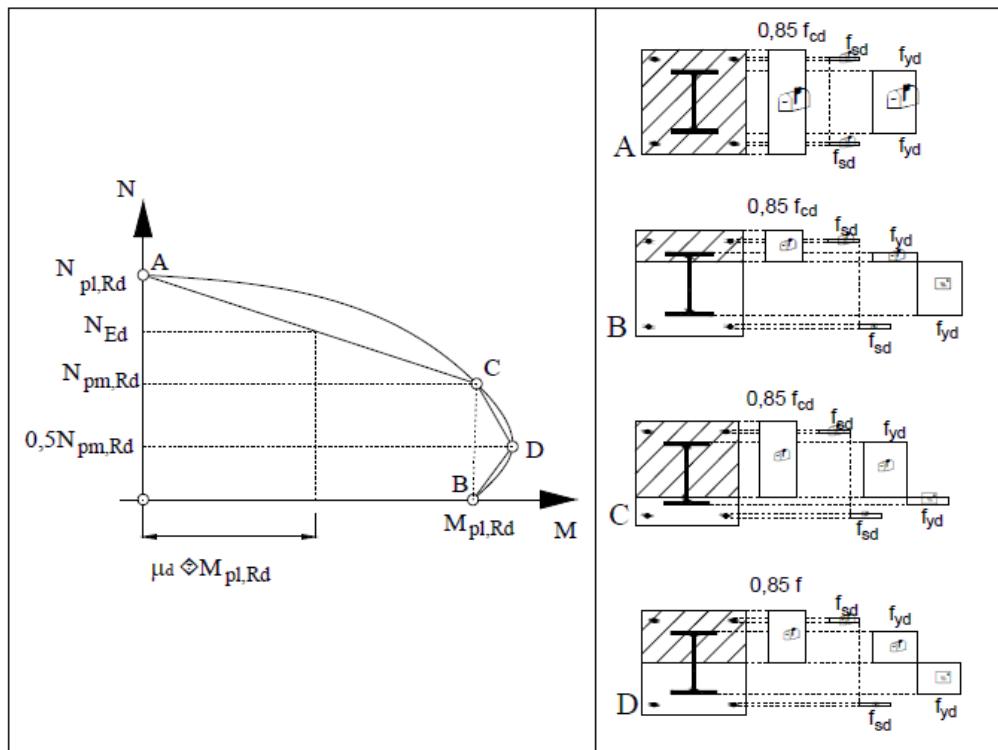
in cui N_{cr} è il carico critico euleriano e β è un coefficiente che dipende dalla distribuzione del momento flettente lungo l'asse dell'elemento.

Il coefficiente β è assunto pari ad 1, quando l'andamento del momento flettente è parabolico o triangolare con valori nulli alle estremità della colonna, ed è dato da:

$$\beta = 0,66 + 0,44 \cdot M_{min} / M_{max} \geq 0,44$$

quando l'andamento è lineare, con M_{max} e M_{min} i momenti alle estremità della colonna, concordi se tendono le fibre poste dalla stessa parte dell'elemento (se M è costante $M_{max} = M_{min}$ e $\beta = 1,1$).

Il calcolo del momento resistente della colonna composta M_{Ed} in funzione dello sforzo normale N_{Ed} agente si ricava dal dominio di interazione M-N, che definisce la resistenza della sezione trasversale. Per definire tale dominio di interazione N-M si è utilizzato un metodo semplificato riportato al punto C4.3.5.4 della Circolare 617/2009.



In tale metodo si assume il modello dello stress-block per il calcestruzzo, si trascura la resistenza a trazione del conglomerato e si adotta un metodo di calcolo plastico in cui le barre d'armatura sono assunte completamente snervate, così come il profilo in acciaio. Il dominio non è rappresentato completamente, ma approssimato secondo una poligonale passante per quattro punti: A, B, C e D. I punti A e B corrispondono, rispettivamente, alle sollecitazioni di forza normale centrata e flessione pura.

I punti C e D sono ottenuti fissando lo sforzo normale al valore $N_{pm,Rd}$ e $0,5 N_{pm,Rd}$, rispettivamente, essendo $N_{pm,Rd}$ lo sforzo normale resistente della sola porzione di calcestruzzo della sezione composta, ovvero

$$N_{pm,Rd} = 0,85 \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot A_c$$

dove A_c è l'area complessiva di calcestruzzo della sezione composta.

Dal dominio resistente si ricava il momento resistente plastico associato allo sforzo normale N_{Ed} della combinazione di calcolo come

$$M_{pl,Rd}(N_{Ed}) = \mu_d \cdot M_{pl,Rd}$$

Nel caso in cui la colonna sia soggetta a sollecitazioni di presso-flessione deviata, la verifica della colonna composta è condotta calcolando i coefficienti μ_{dy} e μ_{dz} indipendentemente per i due piani di flessione della colonne, secondo il metodo presentato nella Figura precedente e controllando che

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} \leq \alpha_{M,y} \quad \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \leq \alpha_{M,z}$$

$$\frac{M_{y,Ed}}{\mu_{dy} \cdot M_{pl,y,Rd}} + \frac{M_{z,Ed}}{\mu_{dz} \cdot M_{pl,z,Rd}} \leq 1,0$$

dove $M_{pl,y,Rd}$ ed $M_{pl,z,Rd}$ sono i momenti resistenti plastici rispetto ai due piani di flessione, mentre $M_{y,Ed}$ ed $M_{z,Ed}$ sono i momenti sollecitanti derivanti dall'analisi strutturale, incrementati per tenere conto dei fenomeni del II ordine, come esposto in § 4.3.5.4.3 delle NTC.

I coefficienti $\alpha_{M,y}$ ed $\alpha_{M,z}$ sono stati calcolati sulla base della Tabella 4.3.III delle NTC.

- Resistenza allo scorrimento fra i componenti.

La resistenza allo scorrimento fra profili in acciaio e calcestruzzo è dovuta alle tensioni di aderenza, all'attrito all'interfaccia acciaio-calcestruzzo nonché al collegamento meccanico; la resistenza deve essere tale da evitare scorrimenti rilevanti che possano inficiare i modelli di calcolo considerati.

Nell'ambito del metodo di verifica agli stati limiti si può assumere una tensione tangenziale di progetto dovuta all'aderenza ed all'attrito, fino ai seguenti limiti:

- 0,55 MPa, per sezioni circolari riempite di calcestruzzo;
- 0,40 MPa, per sezioni rettangolari riempite di calcestruzzo;

- Resistenza plastica delle zone dissipative.

La progettazione sismica delle strutture composte acciaio-calcestruzzo è basata sulla valutazione del limite inferiore ($E_{pl,Rd}$) e del limite superiore ($E_{U,Rd}$) della resistenza plastica.

Il limite inferiore della resistenza delle zone dissipative ($E_{pl,Rd}$) va impiegato nell'ambito delle verifiche di progetto degli elementi dissipativi, per cui deve risultare $E_{sd} < E_{pl,Rd}$, essendo E_{sd} il valore della caratteristica della sollecitazione relativa alla combinazione di carico sismica.

Il limite superiore della resistenza delle zone dissipative ($E_{U,Rd}$) va impiegato per le verifiche di gerarchia delle resistenze necessarie per lo sviluppo dei meccanismi di collasso prescelti. Tale valore tiene conto degli effetti della sovraresistenza:

$$E_{U,Rd} = 1,1 \gamma_{Rd} E_{pl,Rd}$$

dove γ_{Rd} è definito nel § 7.5.1 delle NTC.

- Analisi strutturale.

La rigidezza elastica della sezione nella quale il calcestruzzo è sollecitato da sforzi di compressione va valutata utilizzando un coefficiente di omogeneizzazione $n = E_a/E_{cm} = 7$, essendo E_{cm} il modulo di elasticità secante del calcestruzzo.

La rigidezza flessionale delle colonne composte è stata assunta pari a:

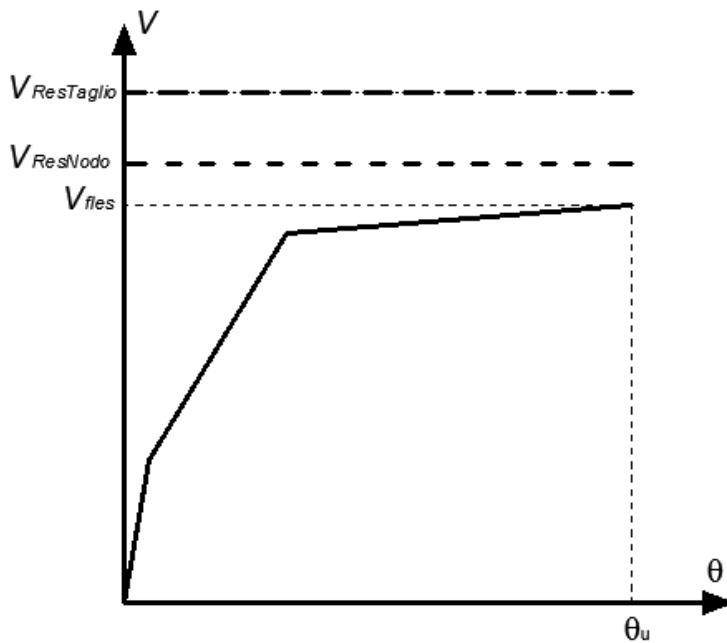
$$(EI)_c = 0,9(E I_a + r E_{cm} I_c + E I_s)$$

nella quale E e E_{cm} sono i moduli di elasticità dell'acciaio e del calcestruzzo; I_a , I_c e I_s sono i momenti di inerzia della sezione in acciaio, del calcestruzzo e delle armature, rispettivamente.

Il coefficiente di riduzione r è stato assunto pari a 0.5.

3.9 Calcolo del fattore di struttura differenziato per elementi duttili

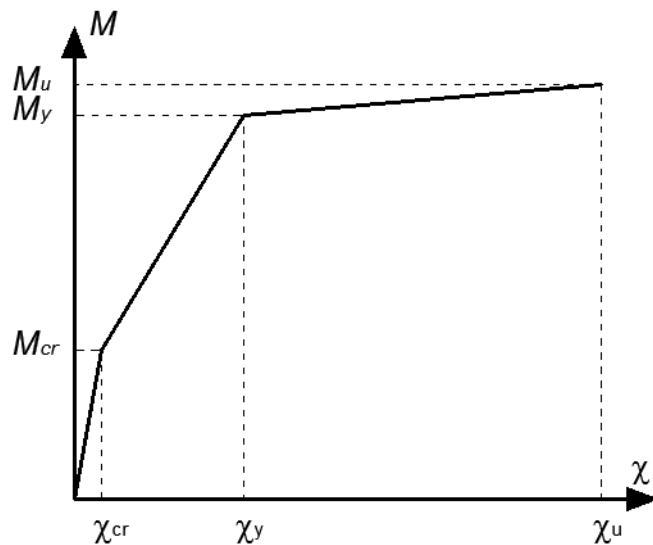
Nel caso di elementi classificabili come "duttili", la dissipazione di energia è legata esclusivamente alla duttilità flessionale delle sezioni più sollecitate. I controlli effettuati in termini di tagli consentono di escludere, per l'elemento considerato, la formazione di meccanismi fragili. Il metodo di classificazione è facilmente comprensibile riportando graficamente tutte le grandezze, diagrammandole in termini di rotazione alla corda:



Per il calcolo differenziato del fattore di struttura è indispensabile dare una misura della dissipazione energetica del singolo elemento. Per fare ciò bisogna valutare le caratteristiche di capacità di deformazione delle sezioni dell'elemento in termini di curvatura. La duttilità è espressa come il rapporto tra la curvatura ultima (χ_u) e la curvatura di snervamento (χ_y):

$$\mu = \frac{\chi_u}{\chi_y}$$

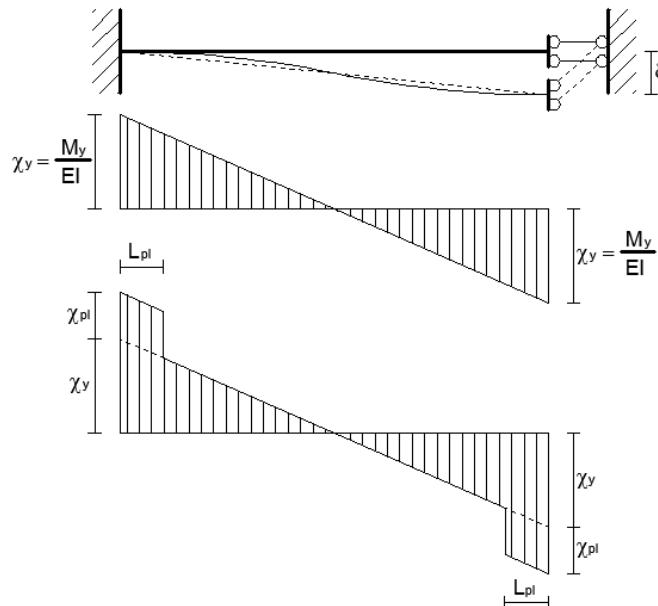
Diagrammando il momento con la curvatura, possiamo definire tre punti principali che ne caratterizzano il comportamento:



All'incremento dell'azione flettente ad un determinato valore della coppia $M-\chi$ i fenomeni sono i seguenti:

- Fessurazione;
- Snervamento;
- Collasso.

All'evoluzione dello stato delle sezioni va associato uno schema di calcolo relativo al singolo elemento.



In definitiva il fattore di struttura può essere calcolato come:

$$q = \frac{F_e}{F_y} = \sqrt{2\mu_\delta - 1}$$

In cui:

$$\mu_\delta = 1 + 6(\mu_\chi - 1) \frac{L_{pl}}{L} \left(1 - \frac{L_{pl}}{L}\right)$$

rappresenta la duttilità dell'elemento calcolata applicando uno spostamento δ all'estremo vincolato con il doppio pendolo, in cui lo spostamento calcolato al limite elastico (δ_y), trascurando la fessurazione dell'elemento, è pari a:

$$\delta_y = \chi_y \frac{L^2}{6}$$

Capitolo 4

Unioni di forza

4.1 Introduzione.

In FaTA-e è possibile progettare e verificare i collegamenti tra aste in acciaio. Le funzionalità di progetto e verifica risultano attivate solo nel caso in cui si possiedono i relativi moduli di StruSec. I moduli da aggiungere sono:

- 22 – **UDF TM** – Unioni di forza per telai multipiano;
- 09 – **TraRet** – Travature Reticolari;
- 32 – **UDF TR** – Unioni di forza per travature reticolari.

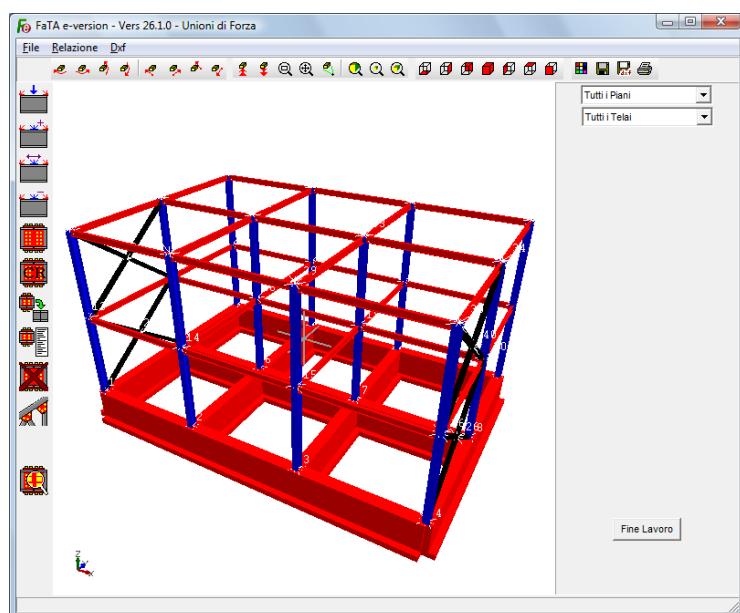
Ovviamente i moduli possono essere acquistati singolarmente, eccetto UDF TR, che necessita della presenza del modulo TraRet.

Il comando viene attivato dopo aver effettuato calcolo e verifiche strutturali.

Per accedere all'ambiente tridimensionale di realizzazione delle unioni di forza basta cliccare sul pulsante contrassegnato dalla seguente icona:



L'ambiente si presenta nel seguente modo:



4.2 Comandi dell'ambiente UDF.

La ambiente di lavoro di UDF è strutturato secondo i seguenti elementi:

- **Barra dei menu;**
- **Toolbar dei comandi di visualizzazione;**
- **Toolba dei comandi di UDF.**

Il menu “File” della barra dei menu contiene i seguenti comandi:

- **Rileggi Originale** : consente di ricaricare il disegno originale cancellando tutte le modifiche apportate precedentemente;
- **Azzera Unioni** : consente di cancellare tutte le unioni di forza progettate;
- **Fine Lavoro** : chiude l'ambiente di lavoro e salva la configurazione realizzata.

Il menu “Relazione” contiene i seguenti comandi:

- **Unioni** : visualizza un file, in formato Rtf, contenente le informazioni sulle metodologie adottate per il dimensionamento di tutte le unioni di forza eseguite oltre agli stati sollecitazionali delle singole parti costituenti il collegamento;
- **Tabella Aste** : visualizza un file in formato Rtf contenente la tabella con le lunghezze di taglio delle singole aste della struttura.

Il menu “Dxf” contiene il seguente comando:

- **Unioni** : avvia l'ambiente "Visualizzatore Disegni" per la gestione dei disegni esecutivi oltre che per l'eventuale stampa o modifica. È possibile inoltre salvare i dxf nella cartella desiderata in modo da manipolarli in altri ambienti cad.

Si rimanda al paragrafo “La visualizzazione 3D” per la descrizione dei comandi e le opzioni di visualizzazione tridimensionale della struttura contenente le unioni di forza.

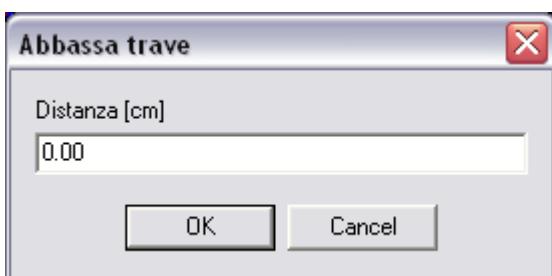
La toolbar dei comandi generali di UDF contiene le funzioni utili alla personalizzazione e progettazione dei collegamenti in acciaio. Nei prossimi paragrafi tratteremo nei dettagli i comandi presenti.

4.2.1. Abbassa Trave

Consente di disassare la trave rispetto all'asse baricentrico originale nella direzione verticale verso il basso. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Cliccando sull'asta desiderata viene visualizzata la seguente finestra:



Il parametro “distanza” è inteso come una “proprietà” dell'asta. Per riposizionare l'asta alla configurazione originale introdurre il valore 0. Non sono ammessi valori negativi.

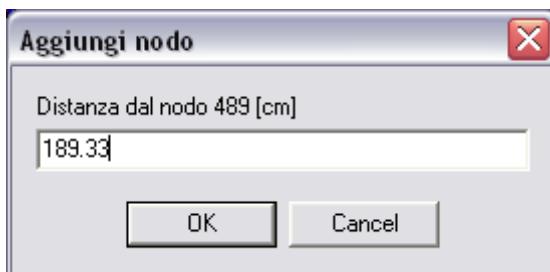
Questo comando è utile alla variazione geometrica di posizionamento delle aste. Il comando non ricalcola le sollecitazioni dovute alle variazioni introdotte. È consigliabile, per tale motivo, utilizzare il comando per piccole variazioni tali da non indurre variazioni rilevanti di comportamento strutturale.

4.2.2. Aggiungi Nodi

Consente di spezzare un'asta tramite l'aggiunta di un nodo in cui sarà possibile progettare un collegamento. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Tale comando risulta utile in occasione di aste con lunghezza superiore alla media trasportabile. Cliccando sull'asta desiderata viene visualizzata la seguente finestra:



Il nodi creati sono utili sono nell'ambiente UDF e non verranno considerati in fase di mesh strutturale. Infatti, rielaborando la struttura, la geometria del modello di calcolo non risulta condizionata dai nodi aggiunti in UDF.

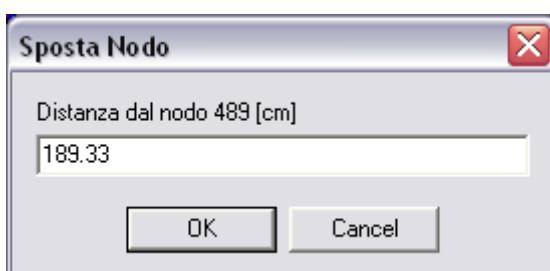
Le sollecitazioni nel nodo saranno derivate dai valori dei diagrammi delle sollecitazioni calcolati nel punto in questione.

4.2.3. Sposta Nodo

Consente di editare il valore di posizionamento del nodo (introdotto attraverso il precedente comando) rispetto ad un estremo. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Cliccando sull'asta desiderata viene visualizzata la seguente finestra:



I nodi modificabili sono solo quelli inseriti in ambiente UDF.

4.2.4. Cancella Nodo

Consente la cancellazione dei nodi aggiunti con il comando "Aggiungi nodo". La funzione viene attivata dalla seguente icona:



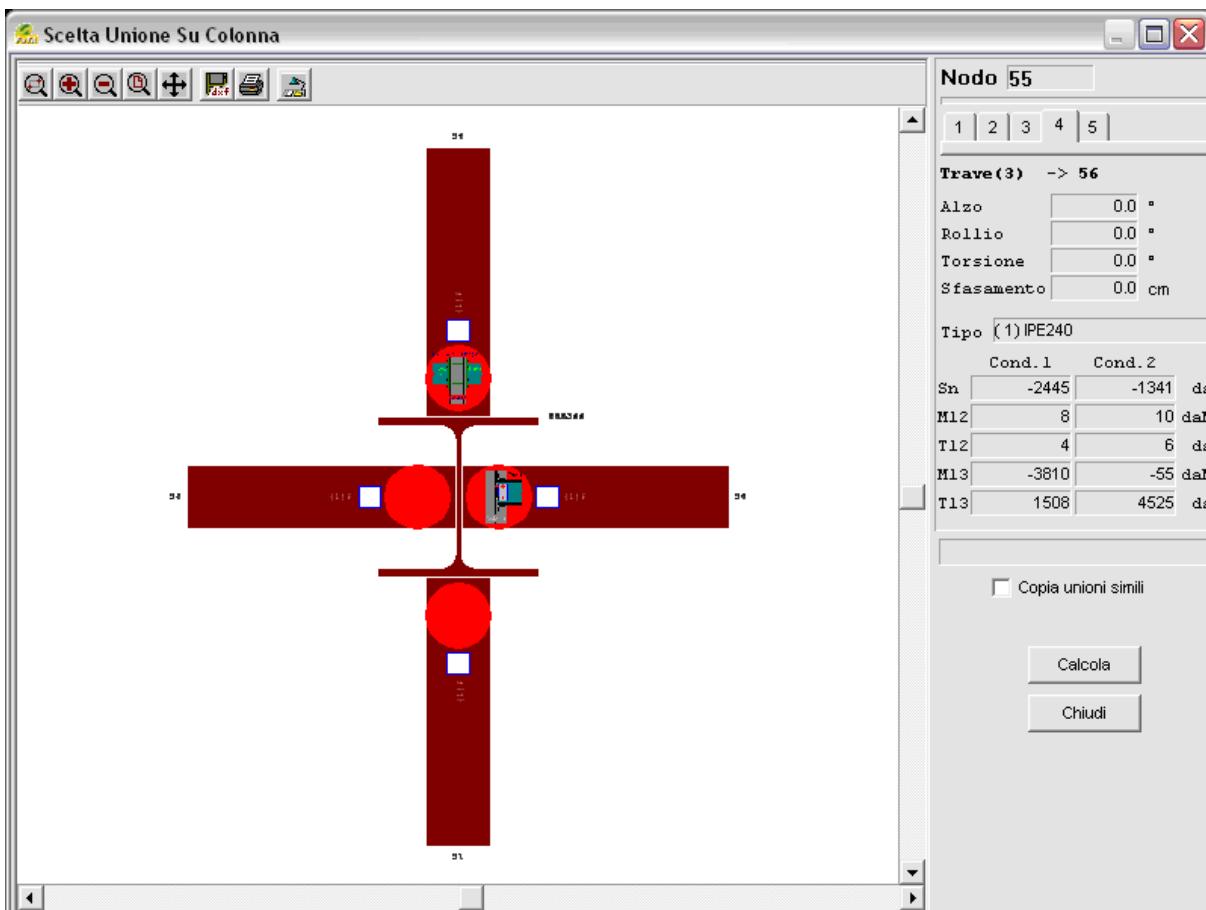
La cancellazione avviene cliccando sul nodo aggiunto desiderato.

4.2.5. Elabora Unione

Consente di progettare e verificare l'unione di forza del nodo selezionato. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Questo ambiente consente di stabilire le unioni da realizzare nell'ambito di un nodo tridimensionale. Le aste da escludere nella progettazione dei collegamenti verranno indicate ad Udf cliccando sull'apposito controllo (quadrato bianco sulla trave). È possibile anche stabilire, nel caso di incrocio di due travi, la trave principale e la trave secondaria tramite il pulsante "P". Nel caso di presenza di una trave "raggruppata" tale ultimo comando non sarà reso accessibile in quanto la trave principale sarà sempre e comunque identificata nella trave raggruppata. Il software pone, in assenza di travi raggruppate, per default come principale la trave con anima più alta.



Definite le aste da collegare e le eventuali travi principali si può procedere alla verifica del nodo tramite l'apposito comando "Calcola". Apparirà la seguente finestra da cui, una volta selezionato il

particolare desiderato, sarà possibile leggere tutte le informazioni geometriche, meccaniche e delle sollecitazioni utilizzate nel calcolo.



La maschera contiene vari dati tra cui il numero del nodo, posizionamento delle travi convergenti rispetto al nodo, tipologia delle travi, sollecitazioni al nodo. È possibile, inoltre, agire sull'unione progettata attraverso il pulsante "Modifica Part". In tal caso, in funzione della tipologia del nodo è possibile modificare i dati relativi a saldature, bullonature, piastre, flange, e tutto ciò che caratterizza il collegamento.

Per elaborare unioni a completo ripristino, utilizzare il comando con la seguente icona:



Il funzionamento del comando è uguale all'elaborazione delle normali unioni di forza.

4.2.6. Copia Unione

Consente di riportare fedelmente nel nodo selezionato come destinazione un collegamento già dimensionato e verificato nel nodo di origine. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Questa operazione sarà soggetta a controlli geometrici che accerteranno la compatibilità del nodo destinazione con il nodo origine (uguali profilati, uguali materiali, ugali direzioni degli assi baricentrici etc.).

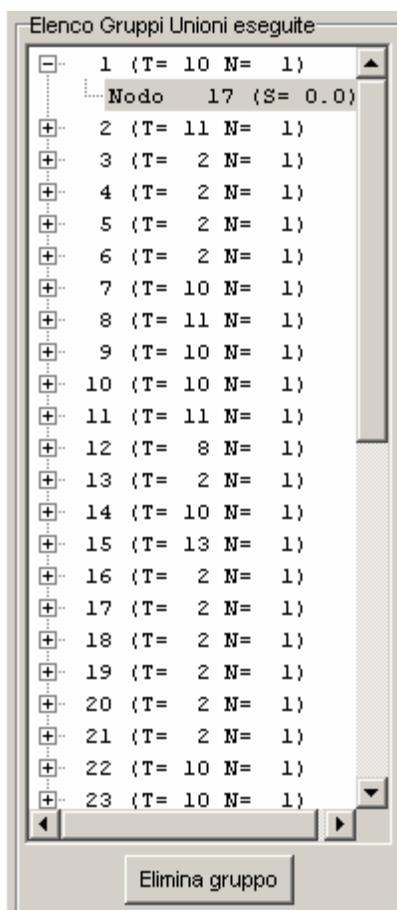
Le unioni copiate appariranno tutte al gruppo relativo al nodo di origine.

4.2.7. Lista Gruppi

Consente di visualizzare tutti i gruppi delle tipologie di collegamenti. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Ogni gruppo è caratterizzato da un insieme di nodi con univoco dimensionamento delle parti costituenti il collegamento, per cui si avrà per tutti i suoi nodi un unico disegno esecutivo, mentre la relazione di calcolo sarà scelta in funzione del fattore di sicurezza riportato tra parentesi a lato di ogni nodo. Al clic viene visualizzata la seguente maschera:



4.2.8. Elimina Unione

Consente di eliminare il collegamento selezionato. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



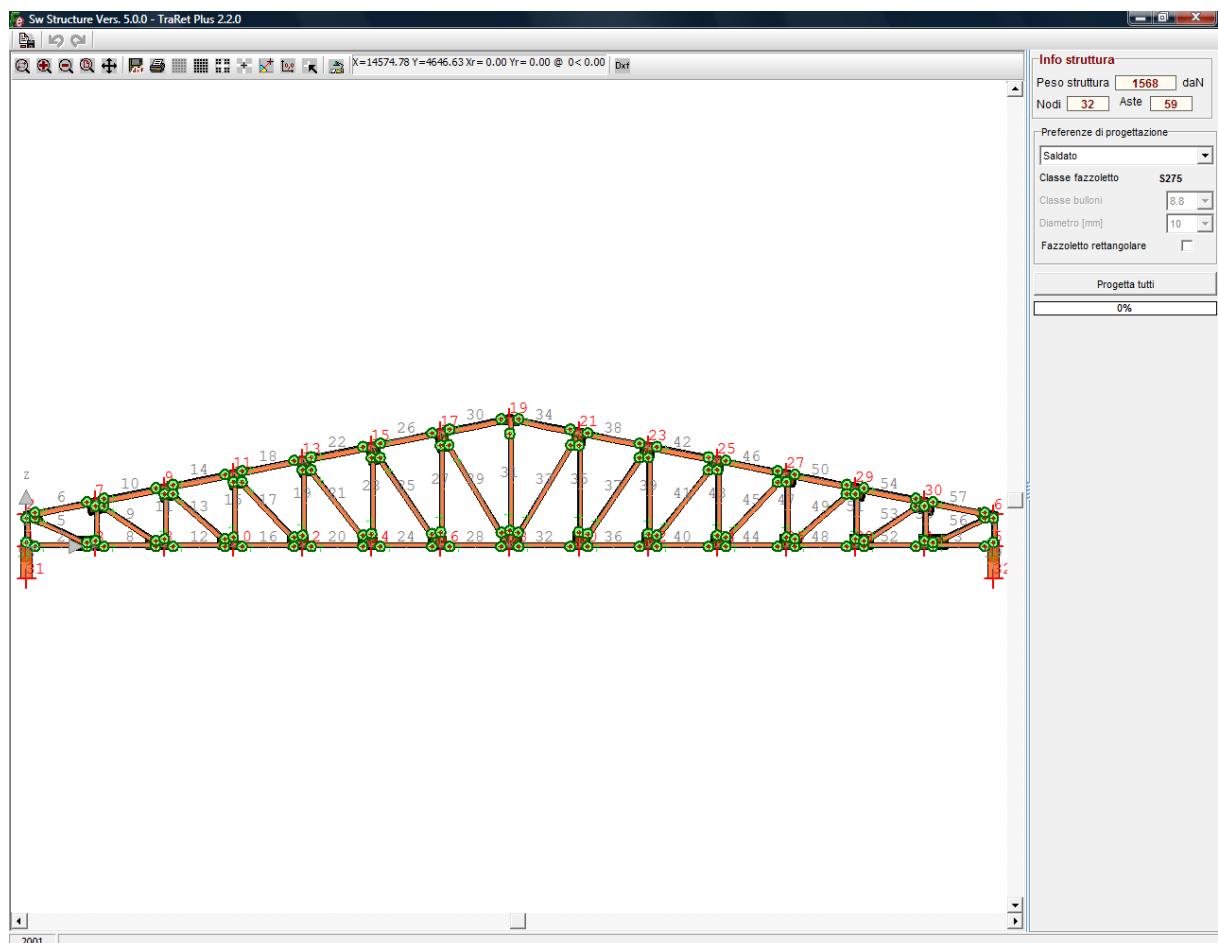
L'eliminazione avviene cliccando direttamente sul nodo il cui collegamento deve essere eliminato.

4.2.9. Gestione travature reticolari

Consente di elaborare i collegamenti tra le aste che fanno parte di travature reticolari, agendo nell'apposito ambiente di gestione. La realizzazione dei collegamenti sarà possibile solo per travature reticolari create secondo la modalità “UDF” (vedi 1.4.2.2). La funzione viene attivata dalla seguente icona:



Dopo l'attivazione del comando la scelta della travatura da analizzare avviene cliccando sulla stessa. A questo punto verrà visualizzata la seguente finestra, utile alla progettazione dei collegamenti tra le aste:

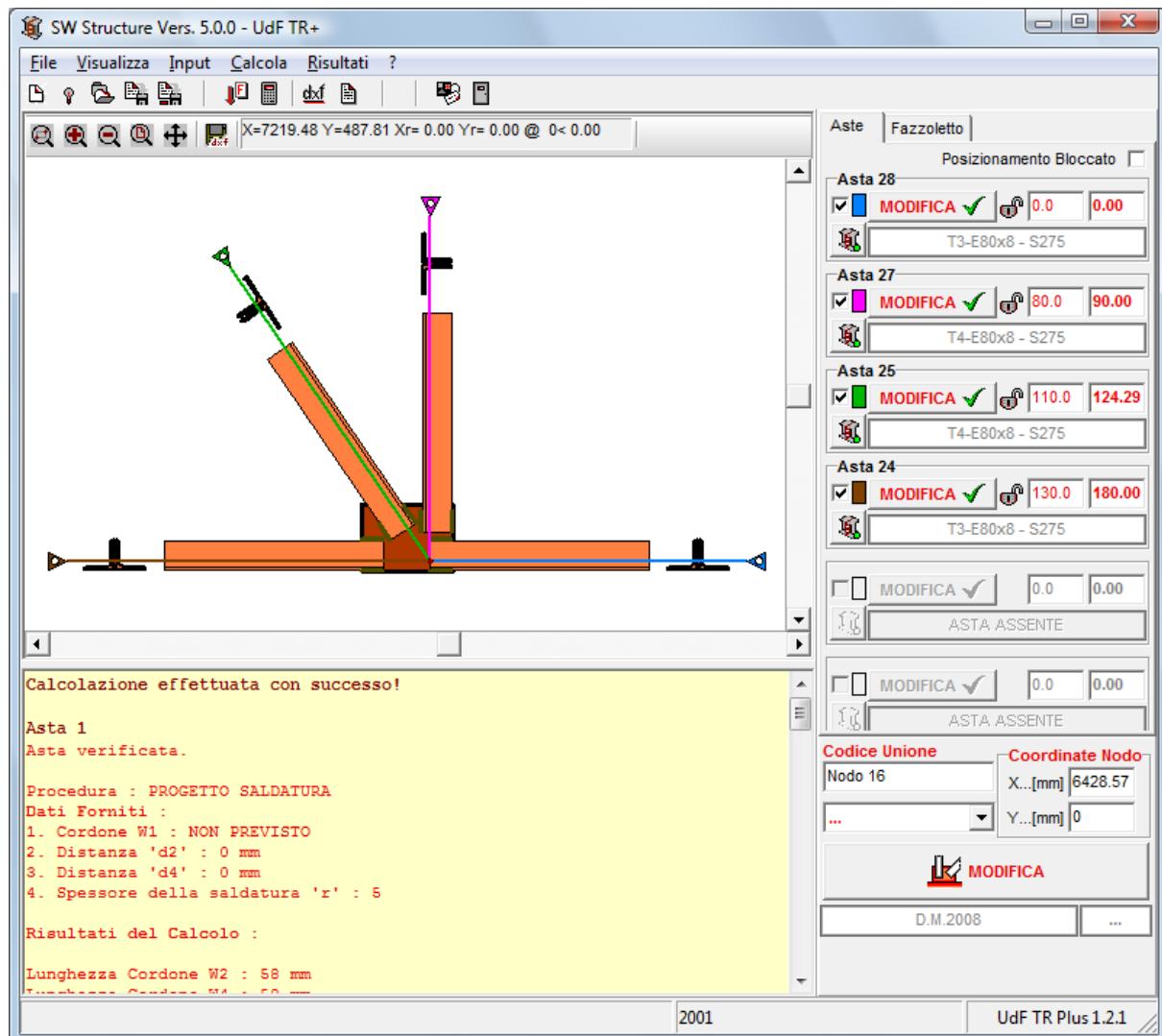


La progettazione può avvenire sul singolo nodo o automaticamente su tutti i nodi.

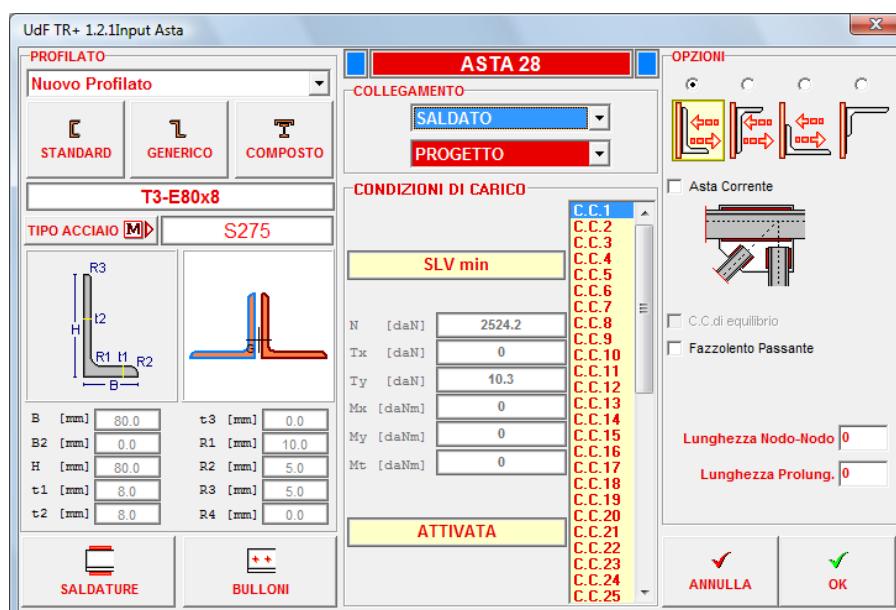
Nel primo caso una volta attivato il pulsante “Progetta singolo nodo” è possibile cliccare su di un nodo della travatura in modo da visualizzare la seguente finestra:

Dalla versione 18.0.5 è possibile gestire le colonne delle travature reticolari in modo che i montanti risultino continui fino al corrente superiore della travatura.

Per fare ciò è opportuno assegnare da input ai correnti laterali la stessa sezione della colonna inferiore. In tal modo verrà automaticamente riconosciuta la continuità della colonna, e sarà possibile realizzare i relativi collegamenti.



Oltre alle opzioni di visualizzazione, sono presenti i comandi utili alla progettazione, accedendo dal pulsante modifica relativo all'asta da calcolare:



Da questo ambiente è possibile scegliere tutte le opzioni utili alla personalizzazione del collegamento.

La verifica del collegamento viene conclusa cliccando sul pulsante “Calcola” .

4.2.10. Particolare del nodo

Consente, dopo l'avvenuto dimensionamento del nodo, la visualizzazione ravvicinata dello stesso. La funzione viene attivata dalla seguente icona:



L'operazione di zoom avviene cliccando direttamente sul nodo interessato.

4.3 Note di elaborazione UDF.

4.3.1 Premessa.

UdF affronta il progetto e la verifica dei collegamenti tra elementi in acciaio secondo L'Eurocodice 3 e il DM 14/01/2008.

Il programma affronta due tipi di collegamenti:

- **Versione TR** : unioni per travature reticolari;
- **Versione TM** : unioni per telai multipiano.

Nella fase progettuale (obbligatoria usando i moduli UdF direttamente da FataE) il programma, in base a pochi dati geometrici (tipi di sezione trasversale degli elementi collegati, diametro dei bulloni, inclinazione degli assi...), meccanici relativi all'acciaio delle parti collegate (travi, colonne, controventi...) e colleganti (flange, squadrette, coprigiunti, bulloni...) provvede a dimensionare il tutto in modo da ottenere un determinato e preimpostato coefficiente di sicurezza delle verifiche.

Una volta progettato il collegamento l'utente può intervenire per effettuare un'eventuale ottimizzazione geometrica o della risposta meccanica di una delle parti.

Sia UdF TM che UdF TR sono articolati secondo delle tipologie primitive in funzione della collocazione nella struttura e del numero degli elementi da collegare e convergenti nel nodo.

La logica adottata per le verifiche è simile in tutte le tipologie e per ognuno dei due moduli.

In UdF TM vengono per prima cosa effettuati rigorosi controlli geometrici di fattibilità. Si controlla in questa fase, ad esempio, se lo spazio massimo disponibile per l'inserimento dei bulloni è sufficiente, se i profilati utilizzati sono compatibili con la tipologia del collegamento o se le parti in calcestruzzo hanno dimensioni tali da poter ospitare le piastre o le flange.

Superati i controlli geometrici si comincia, in genere, col dimensionare iterativamente le saldature partendo da un valore minimo fino a raggiungere il valore massimo impostato finché non viene raggiunto lo stato di sicurezza desiderato.

Note le dimensioni dei cordoni è possibile calcolare il numero e la posizione dei bulloni nel rispetto della distanza per l'inserimento della chiave di serraggio e di conseguenza calcolare le dimensioni delle parti piane.

Gli spessori delle parti piane vengono calcolate in funzione a verifiche di resistenza delle stesse parti nonché a verifiche di rifollamento.

In UdF TR, una volta fornite le sezioni trasversali e le varie inclinazioni degli assi di calcolo, vengono per prima cosa traslate le aste lungo il proprio asse in modo da impedire eventuali zone di contatto.

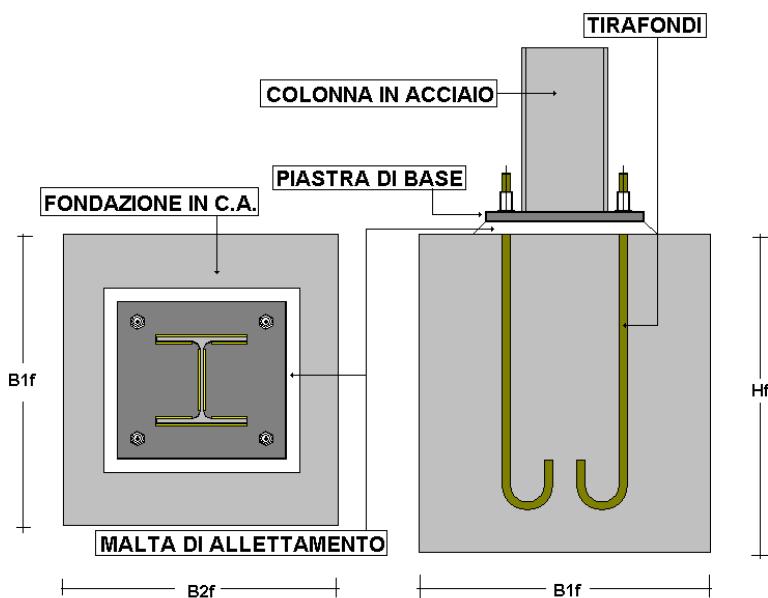
Successivamente, per ognuna delle aste, viene calcolato l'ingombro necessario per la realizzazione dei collegamenti al fazzoletto secondo le modalità desiderate (saldatura o bullonatura). Noti tali ingombri è possibile ottenere i vertici del fazzoletto ed effettuare la verifica globale del fazzoletto stesso.

In tutte e due i moduli terminate le verifiche vengono generati automaticamente il file dxf contenenti il disegno dell'esecutivo ed il file rtf con la rezione di calcolo.

Nel seguito vengono riportati le procedure di calcolo relative ai collegamenti tipo 02 (Unione colonna - fondazione) e 10 (unione trave - colonna) di UdF TM.

4.3.2 Collegamento incastro Colonna - Fondazione (UdF TM TIPO 02).

Il collegamento consiste in una piastra di base saldata al piede della colonna e a contatto con la superficie della fondazione (plinto, trave rovescia o platea). La piastra ha lo scopo di trasmettere lo stato sollecitazionale alla fondazione. Il distacco totale della piastra dalla fondazione per azioni di trazione o parziale per azioni flettenti viene impedito dalla presenza dei tirafondi la cui lunghezza di ancoraggio è funzione dello sforzo di sfilamento. Le azioni taglienti esterne possono essere contrastate con apposite nervature a taglio annegate nella malta o con la sola azione diretta dei tirafondi.



I dati richiesti per l'elaborazione del collegamento sono:

- **Carettistiche dell'Acciaio** della Colonna e della Piastra di base;
- **Resistenza caratteristica del calcestruzzo**;
- **Sezione trasversale** della colonna;
- Classe, disposizione e numero dei **Tirafondi** e relativo sistema di ancoraggio;
- **Dimensioni** geometriche (B1f, B2f e Hf) della fondazione in C.A.;
- **Stato sollecitazionale**.

L'algoritmo di risoluzione di UdF in questo caso è il seguente:

Calcolo diametro forature.

Il calcolo delle dimensioni dei fori da applicare alla piastra di base per il passaggio dei tirafondi è funzione del diametro del tirafondo e della normativa adottata.

Primo Controllo geometrico.

Il controllo geometrico in questione è relativo alla possibilità di inserimento dei tirafondi in conformità alle distanze minime da mantenere per la messa in opera e per il calcolo;

Esempio:

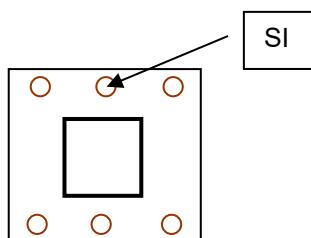


Figura 1

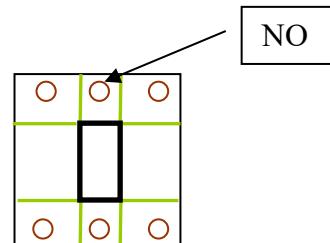
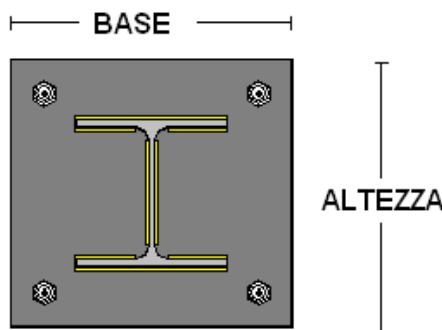


Figura 2

Nella *Figura 1* l'inserimento dei 6 tirafondi non crea alcun problema mentre nella *figura 2* i tirafondi centrali non rispettano le distanze minime per la messa in opera (l'inserimento della chiave di serraggio è impossibile).

Calcolo delle dimensioni di partenza della piastra di base.

Tali dimensioni sono calcolate in funzione dei settaggi effettuati da parte dell'utente. Ad esempio se si preferisce lasciare anche dal margine della piastra ortogonale alla direzione della forza una distanza dal centro della foratura pari a due volte il diametro del gambo del bullone utilizzato si avrà:

$$\text{Base} = \text{Base del Profilato} + 2 * (4 * \text{Diametro Tirafondo});$$

$$\text{Altezza} = \text{Altezza del Profilato} + 2 * (4 * \text{Diametro Tirafondo});$$

Questo dimensionamento garantisce sempre il corretto posizionamento dei quattro tirafondi posti agli angoli della piastra.

Secondo controllo geometrico.

Definita la geometria della piastra si deve verificare che la distanza tra la parte esterna dei dadi e l'eventuale nervatura irrigidente rispettino sempre la minima distanza desiderata per l'inserimento della chiave di registro durante la messa in opera.

Inoltre le dimensioni della piastra appena calcolate devono essere compatibili con le dimensioni Bf1 e Bf2 del prisma di fondazione al netto della malta di allettamento.

Calcolo delle dimensioni finali della piastra di Base.

Si incrementano le dimensioni minime con dei cicli iterativi sino a quando l'area della piastra (depurata dei fori) non risulti maggiore dell'area del calcestruzzo minima ammissibile. Quest'ultima si ottiene dividendo lo forzo assiale N per la tensione di riferimento del calcestruzzo. Naturalmente, anche in

questo caso, gli incrementi sopra citati vengono effettuati compatibilmente con le dimensioni fornite per la fondazione.

Calcolo delle Nervature annegative.

Viene a questo punto valutato il dimensionamento, il corretto posizionamento ed il numero (in direzione X e Y) delle nervature annegative nella malta per la resistenza al taglio.

Tali nervature si sviluppano per tutta la lunghezza interessata della piastra e possono affondare nella malta per una grandezza massima impostata dall'utente. Raggiunto il valore massimo viene inserita la seconda nervatura parallela alla prima. Durante il posizionamento viene verificato che nel caso di una sola nervatura e della presenza di un tirafondo centrale il foro non vada ad interessare la nervatura stessa.

Nel caso in cui le nervature non sono state richieste si affiderà tutto il taglio esclusivamente alla resistenza trasversale dei tirafondi, trascurando di fatto l'attrito tra piastra di base e calcestruzzo, procedendo nel seguente modo:

$$\frac{\sqrt{Tx^2 + Ty^2}}{\text{Area totale tirafondi}} \leq \tau_{rif}^{tirafondi}$$

Se la verifica non riesce allora UdF chiederà per proseguire l'inserimento necessario delle nervature. In tal caso si decuteranno i tagli Tx e Ty della capacità delle nervature (funzione dell'area netta delle nervature stesse e della tensione normale di riferimento del calcestruzzo) e si applicherà, poi, nuovamente la formula precedente sulla parte di taglio residua.

Controllo area tirafondi.

Nel caso di colonna tesa viene effettuata una prima verifica sulla adeguatezza del numero di tirafondi fornito dividendo N per la superficie totale utile (al netto della filettatura) dei tirafondi stessi e confrontando la tensione normale così ricavata con quella di riferimento del tirafondo stesso.

Calcolo dello spessore della piastra.

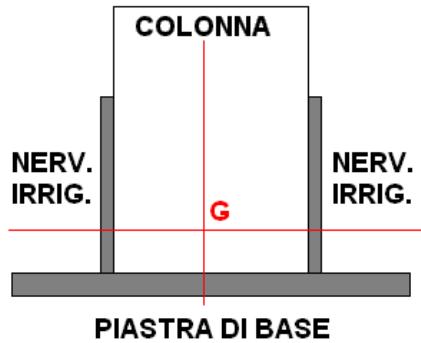
In questa fase UdF legge i valori impostati da parte dell'utente relativi allo spessore minimo della piastra, a quello massimo senza nervature e a quello massimo con nervature. Trattasi in questo caso di nervature di irrigidimento da prevedersi sopra la piastra ed a contatto con la colonna da distinguersi con le nervature annegative non direttamente visibili ed presenti per contrastare le azioni esterne taglienti.

Il primo tentativo sarà dimensionare lo spessore (partendo dal valore minimo) senza l'inserimento delle nervature di irrigidimento. Lo schema di calcolo nel caso specifico è il seguente:

$$\text{Dove: } \sigma_{calcolo}^{cls} = \frac{N}{\text{Area netta Piastra}}$$

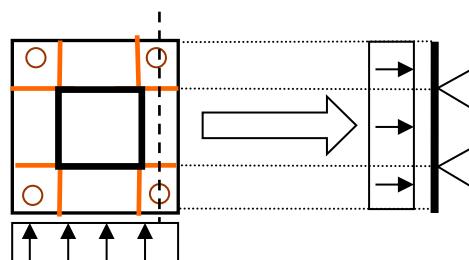
Dallo schema precedente si ricavano le sollecitazioni sulla sezione di incastro (M,T) tramite le quali si ottiene lo spessore cercato della piastra. Lo stesso procedimento viene ripetuto nelle due direzioni X e Y. Nel caso di colonna tesa anziché la pressione del calcestruzzo viene tenuto in considerazione il tiro dei bulloni per il calcolo del momento flettente e del taglio agenti nella sezione di incastro.

Se lo spessore ottenuto risulta maggiore di quello massimo senza le nervature allora viene riportato al valore minimo di partenza e viene permesso l'inserimento delle nervature. In tal caso la sezione all'incastro sottoposta alla verifica di resistenza beneficia anche delle aree relative alle nervature.



Nel caso di presenza delle nervature irrigidenti è necessaria, però, un'ulteriore verifica dello spessore della piastra.

Secondo lo schema statico riportato in figura vengono verificate le sezioni agli appoggi e in mezzeria utilizzando una sezione trasversale resistente di forma rettangolare con altezza corrispondente allo spessore della flangia e larghezza pari alla distanza tra il centro del foro e il margine libero della piastra:



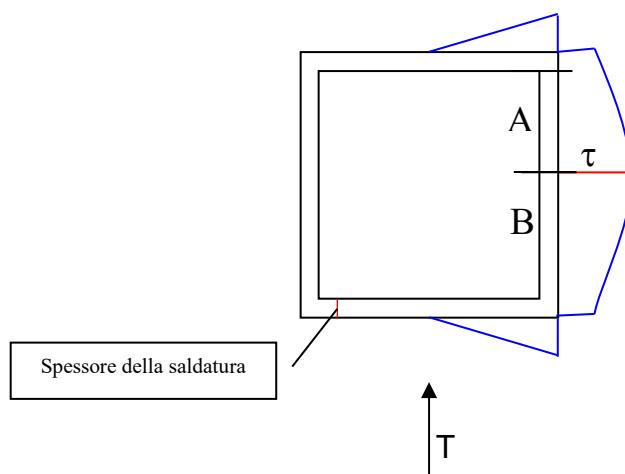
Anche in questo caso, nel caso di trazione della colonna, verrà considerato, in luogo della tensione normale di calcolo del calcestruzzo, il tiro dei bulloni.

Progetto delle saldature.

Si tratta di calcolare lo spessore utile del cordone assumendo che la sezione del pilastro sia saldata alla piastra lungo tutto il perimetro esterno.

Con queste ipotesi, e in caso di una colonna con sezione trasversale scatolare, la saldatura può essere intesa come una sezione sottile chiusa con corda costante pari allo spessore cercato; pertanto si avranno le seguenti distribuzioni (alla Jourawski) della tensione tangenziale da taglio e per T disposto come in figura.

Nel caso di raggiungimento del valore massimo impostato delle saldature allora vengono inserite le nervature irrigidenti (se non richieste già dalla verifica dello spessore della piastra di base) le quali aumentano notevolmente l'area della saldatura.



La saldatura viene verificata cordone per cordone in funzione dello stato sollecitazionale e di opportuni coefficienti riduttivi delle tensioni di riferimento.

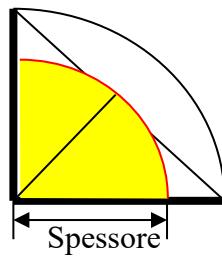
Il dimensionamento, una volta note le tensioni normali e tangenziali tramite le seguenti formule:

$$\sigma = \frac{N}{A_{saldatura}} + \frac{M_X}{W_{X\ saldatura}} + \frac{M_Y}{W_{Y\ saldatura}}$$

τ (per T sia in direzione X che Y),

si ottiene incrementando lo spessore minimo della saldatura imposto dall'utente sino a quando tornano le verifiche nei punti chiave (A,B) utilizzando i coefficienti riduttivi citati ai punti precedenti.

Lo spessore così ottenuto della saldatura è, però, relativo alla sezione di gola ossia alla sezione linda ridotta in modo da ottenere il massimo triangolo isoscele inscritto.



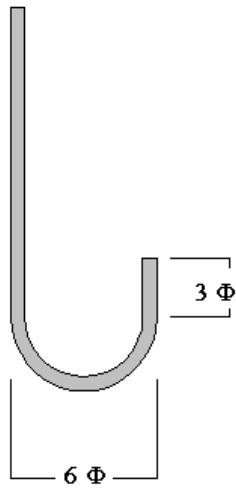
Lo spessore definitivo e reale si ottiene moltiplicando il precedente valore per $\sqrt{2}$.

Lunghezza di ancoraggio.

I tirafondi sottoposti a trazione vengono verificati contro lo sfilamento dalla fondazione.

Viene, così, verificata la lunghezza di ancoraggio tenendo conto del sistema adottato (barra diritta, uncinata o provvista di apposite rosette).

Ogni uncino, se dimensionato come in figura, riduce la lunghezza di ancoraggio calcolata di una quantità pari a 20 volte il diametro del tirafondo.



Le rosette vengono utilizzate, di solito, quando la profondità della fondazione Hf risulta ridotta. In tal caso lo sforzo di scorrimento della barra viene decurtato del valore di resistenza della rosetta stessa il quale risulta funzione dello spessore, dell'area di contatto con il calcestruzzo e delle resistenze meccaniche dei materiali.

Il valore rimanente dello sfilamento viene affidato esclusivamente all'aderenza barra-calcestruzzo. Se il valore residuo risulta trascurabile la lunghezza di ancoraggio rispetterà in ogni caso il valore minimo impostato.

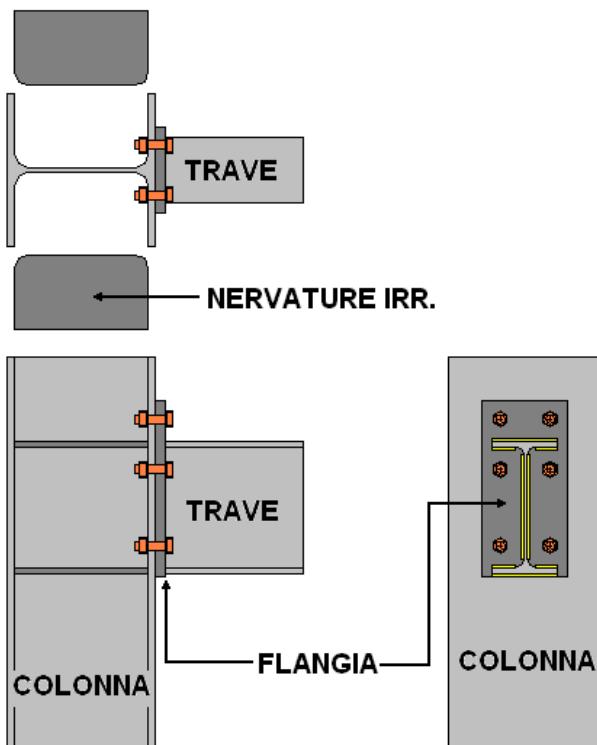
4.3.3 Collegamento incastro Trave - Colonna (UdF TM TIPO 10).

Il collegamento consiste nel dimensionare una flangia resa solidale all'estremità della trave tramite saldatura a cordone d'angolo. La flangia viene poi bullonata all'ala della colonna.

Per aumentare il grado di incastro del collegamento ed evitare, così, possibili deformazioni delle ali della colonna sottoposte a forze di trazione (trasmesse dai bulloni) e compressione (trasmesse per contatto dalla flangia) per effetto delle azioni flettenti agente sulla trave si inseriscono spesso delle piastre (nervature) sia orizzontali che diagonali di irrigidimento.

I dati richiesti per l'elaborazione del collegamento sono:

- **Carettistiche dell'Acciaio della Colonna;**
- **Carettistiche dell'Acciaio della Trave;**
- **Carettistiche dell'Acciaio della Flange;**
- **Sezione trasversale della Colonna;**
- **Sezione trasversale della Trave;**
- **Inclinazione dell'asse della Trave**
- **Classe e diametro dei bulloni;**
- **Stato sollecitazionale della sezione terminale della Trave;**



L'algoritmo di risoluzione di UdF in questo caso è il seguente:

Verifica geometrica.

Viene controllata in questa fase la compatibilità tra diametro dei bulloni e trave oltre alla compatibilità trave colonna. Non vengono, per esempio, ammesse travi con ali più larghe rispetto alle ali della colonna ovvero travi con altezza tale da non garantire il corretto posizionamento dei bulloni tra le ali.

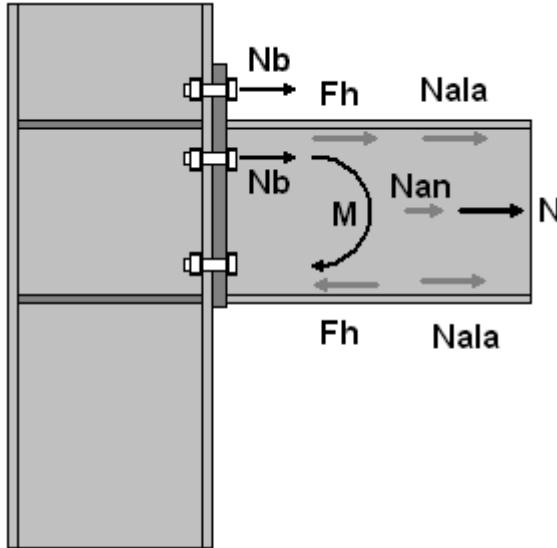
Calcolo delle saldature.

Il calcolo delle saldature è identico al caso della piastra di base con l'unica differenza che in questo caso sono assenti i contributi delle nervature irrigidenti.

Calcolo delle Azioni sulla flangia.

Il momento flettente M viene, cautelativamente, affidato alla sola azione delle ali trascurando il contributo dell'anima. In questo modo ' M ' viene scomposta nella coppia ' Fh ' di braccio pari alla distanza tra le ali della trave.

Lo sforzo assiale viene, invece, ripartito tra ali ed anima in modo proporzionale alle rispettive aree. In questo modo, sommando i due contributi ' Fh ' ed ' $Nala$ ' si conoscerà il tiro su ognuna delle ali ed, eventualmente, il tiro della zona d'anima.

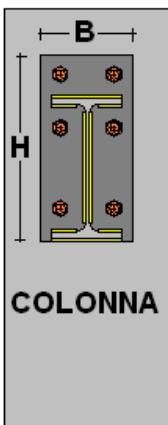


Quando un'anima della trave sottopone a trazione la flangia vengono previsti due file di fori, in modo da racchiudere l'ala stessa, e si ripartirà equamente tra i bulloni il valore di trazione.

Quando un'anima della trave sottopone a compressione la flangia viene disposta un'unica fila di fori all'interno delle ali e i bulloni, in seguito al contatto flangia – colonna, risultano scarichi.

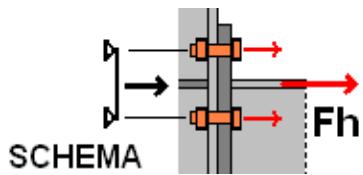
Calcolo del Numero dei bulloni e delle dimensioni della flangia.

Note le azioni su ognuna delle parti della flangia è possibile calcolare il numero dei bulloni necessario il quale condizionerà il dimensionamento B e H della flangia e di conseguenza anche le verifiche dello spessore.



Calcolo dello spessore della flangia.

Note il tiro delle ali e le dimensioni della flangia, viene adottato lo schema riportato di seguito per calcolare lo spessore della flangia effettuando delle verifiche di resistenza in prossimità delle zone di incastro ossia delle zone in cui si trovano i bulloni.



Tale verifica viene incrociata con le verifiche a rifollamento della flangia per azioni dei bulloni derivanti dai tagli esterni.

Capitolo 5

Modulo PREM

5.1 Premessa

Il presente capitolo vuole dare una presentazione sintetica delle operazioni che si possono eseguire con il software FaTAe e il modulo AssoPREM.

Nel seguito, dopo un'introduzione sulla tecnologia costruttiva e sull'accordo fra l'associazione AssoPREM e la software house Stacec Srl, viene fornita una breve descrizione delle funzionalità del modulo.

Infine vengono date alcune indicazioni sull'utilizzo del modulo e vengono mostrate delle immagini a titolo di esempio di applicazione.

5.2 Introduzione

L'analisi di strutture con travi PREM è spesso resa molto difficoltosa dalla totale assenza di adeguati strumenti di calcolo conducendo il professionista in procedure di modellazione e di verifica strutturale molto complesse nel tentativo di poter simulare il più realmente possibile il reale comportamento di tali strutture.

Quasi sempre, dunque, non avendo la possibilità di gestire l'intero sistema di modellazione, analisi e verifica, il progettista è costretto ad affidarsi completamente alle aziende produttrici che studiano continuamente il prodotto.

Ciò comporta, inesorabilmente, che il professionista non è più il solo artefice delle scelte progettuali dei propri lavori e non può governare completamente i risultati ottenuti né, tantomeno, ottimizzare le scelte secondo i propri canoni.

La scelta dell'utilizzo di travi PREM soddisfa l'esigenza di autoportanza che comporta moltissimi vantaggi per il progettista, per i tempi di realizzazione e per il committente.

Alcuni di questi vantaggi sono:

1. Tempi ridotti di costruzione notevolmente ridotti e minori attrezzature di cantiere.
2. Tutti i carichi assorbiti in autoportanza vengono destinati completamente alle armature delle travi PREM e non al calcestruzzo gettato in opera il quale, essendo ancora in uno stato fluido, non può assolutamente reagire.
3. Avendo i carichi definiti in prima fase caratteristiche di lunga durata, si ottiene che la trave PREM (se di tipo autoportante) subisce le deformazioni legate ai fenomeni viscosi molto meno di quanto succeda ad un analogo manufatto in cemento armato. Ciò ha come naturale conseguenza che, se si provvede a bilanciare la freccia iniziale con una monta, tutti i carichi assorbiti in autoportanza non potranno avere mai alcun effetto sulle deformazioni, avendo interessato sostanzialmente il solo traliccio in acciaio, che è di fatto non coinvolto dai fenomeni legati alla viscosità.
4. Tutti i carichi che gravano sulle travi PREM in prima fase non determinano sollecitazioni flessionali agli estremi dell'elemento stesso grazie all'adozione di uno schema strutturale differenziato tra la prima fase (di posa in opera e di getto) e la seconda fase (di esercizio). Lo

schema strutturale utilizzato nella fase iniziale modella tutte le travi PREM come semplicemente appoggiate mentre lo schema strutturale relativo alla fase di esercizio corrisponde con quello tipico di una struttura a telaio in c.a.

Sino a pochissimo tempo fa, dunque, ai progettisti che avevano la necessità di utilizzare travi PREM, o che semplicemente desideravano farlo, si presentavano notevoli complicazioni dell'analisi strutturale dell'edificio legate principalmente alla non capacità del software di calcolo di gestire le due fasi costruttive.

Per fare in modo che la progettazione delle strutture con travi PREM potesse essere finalmente effettuata nel modo corretto e potesse essere accessibile a tutti, ASSOPREM si è fatta promotrice di un'iniziativa molto innovativa presso alcune Software House che vi hanno aderito accettando di arricchire il proprio modellatore di un nuovo elemento nativo: la trave PREM.

La grande novità, dunque, è che tale progetto è nato e si è sviluppato a vantaggio dell'intera comunità professionale e non, come avvenuto in passato, a beneficio esclusivo di un singolo produttore.

STACEC SRL ha accolto con entusiasmo l'iniziativa e ha deciso di aderire immediatamente al progetto forte anche del fatto di essere stata l'unica software house ad avere previsto, da ormai trent'anni, travi composte in tralicciato di acciaio conglobate nel calcestruzzo in maniera integrata e nativa nei propri software e dunque assistita dalla grande esperienza maturata in questi tanti anni.

5.3 Funzionalità del Modulo

Secondo gli accordi sottoscritti con ASSOPREM, FaTAe possiede tutte le seguenti possibilità:

- Inserire e gestire le Travi PREM nel modello in maniera nativa;
- Definire le travi PREM come portanti o non autoportanti;
- Definire le travi PREM con fondello in acciaio, con fondello in c.a. ovvero senza fondello;
- Definire le travi PREM in funzione della categoria strutturale in c.a., miste o ibride secondo quanto riportato nelle "Linee guida per l'utilizzo di travi tralicciate in acciaio conglobate nel getto di calcestruzzo collaborante e procedure per il rilascio dell'autorizzazione all'impiego" redatte da Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici;
- Acquisire automaticamente in una particolare condizione di carico la parte dei pesi propri dei solai in funzione della distanza del primo puntello dalla trave graduando l'autoportanza richiesta;
- costruire automaticamente un modello strutturale di prima fase derivato da quello finale (seconda fase) inserito dal progettista in cui le travi siano svincolate dall'appoggio e combinare correttamente le sollecitazioni derivanti dai due modelli precedenti;
- Determinare i momenti d'inerzia delle travi PREM nelle due fasi secondo la procedura indicata da ASSOPREM;
- Implementare la verifica di massima delle travi PREM come indicato da ASSOPREM;
- Implementare la gestione della gerarchia delle resistenze in presenza di travi PREM secondo la procedura indicata da ASSOPREM;
- Scrivere il file di interfaccia nel formato e con il contenuto individuato da ASSOPREM.

Il progetto, per come sviluppato, ha una valenza del tutto generale e non privilegia o trascura nessuna tipologia o marca di trave PREM.

Ciò consente al professionista di affidare tutte le informazioni necessarie al dimensionamento finale delle travi a qualunque produttore PREM sul territorio nazionale.

Il file di esportazione e di scambio delle informazioni generato da FaTAe rispecchia perfettamente lo standard imposto da ASSOPREM e contiene i risultati dell'analisi strutturale necessari a qualsiasi software di verifica sviluppato a cura del singolo produttore e consente, di fatto, di poter separare l'ambito e la competenza della modellazione da quelli della verifica locale delle travi prefabbricate.

5.4 Definizione di Travi PREM

Per definire una trave PREM, occorre:

- definire una tipologia PREM;
- definire una sezione sulla base di tale tipologia;
- assegnare detta sezione alla trave voluta e definire per la trave le larghezze della fascia di precarico.

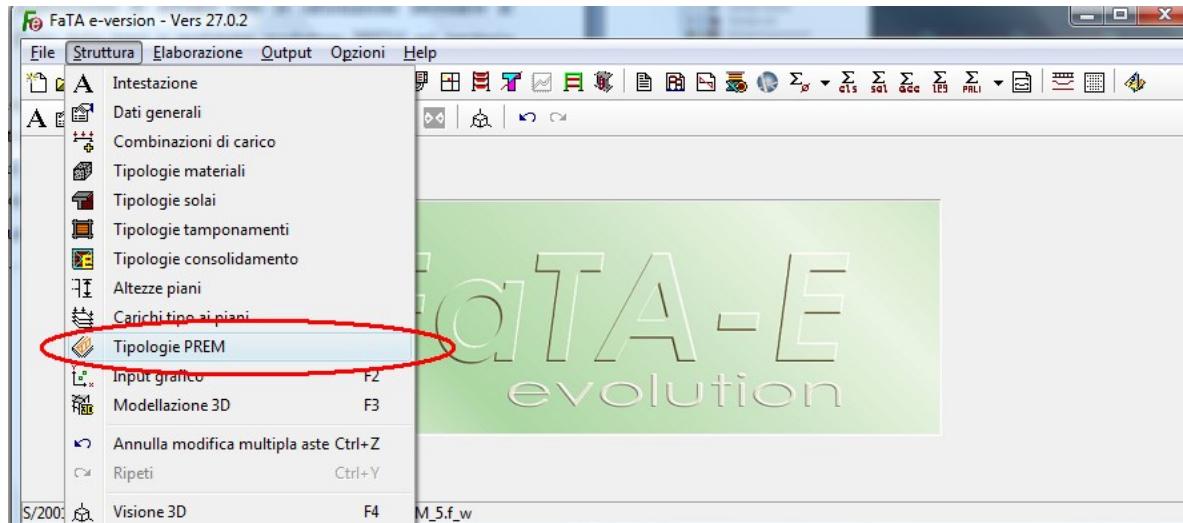


Figura 1 – Pulsante per aprire la finestra delle tipologie PREM

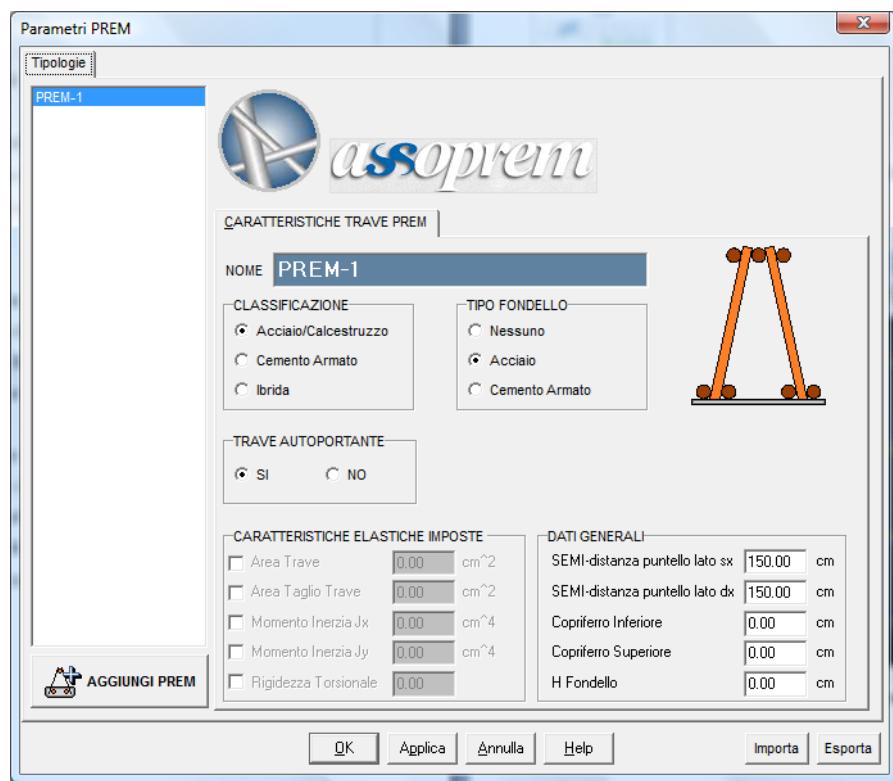


Figura 2 – Finestra delle tipologie PREM

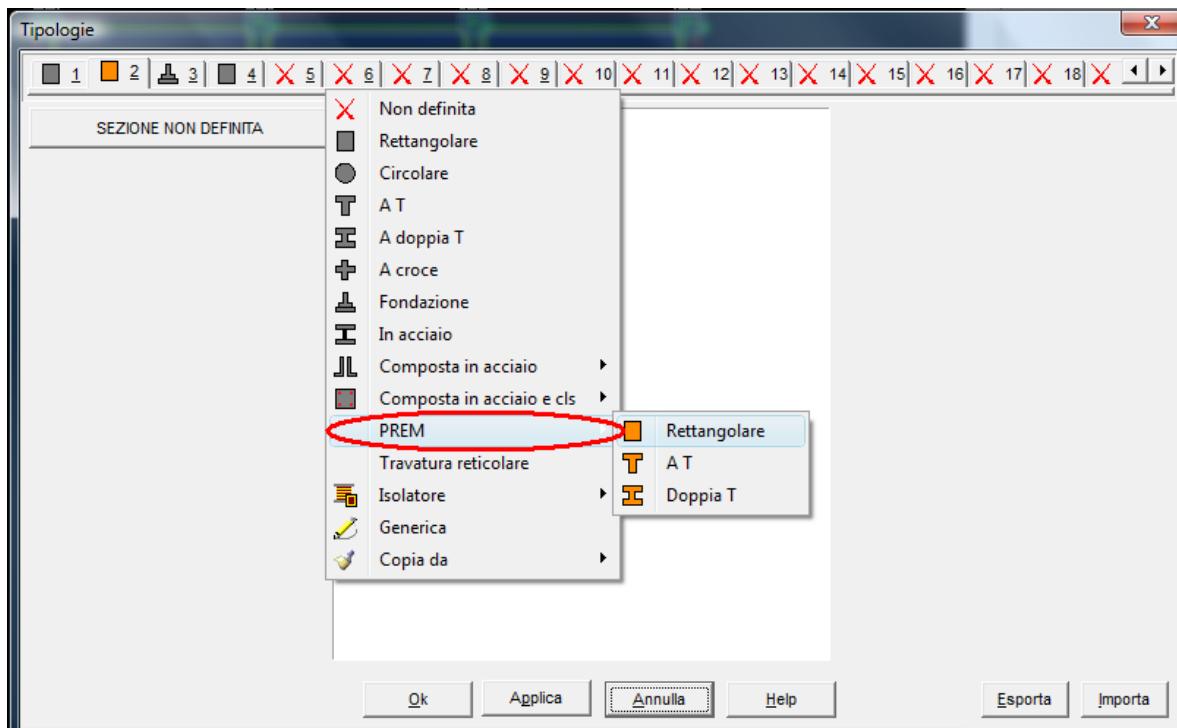


Figura 3 – Definizione di una sezione PREM

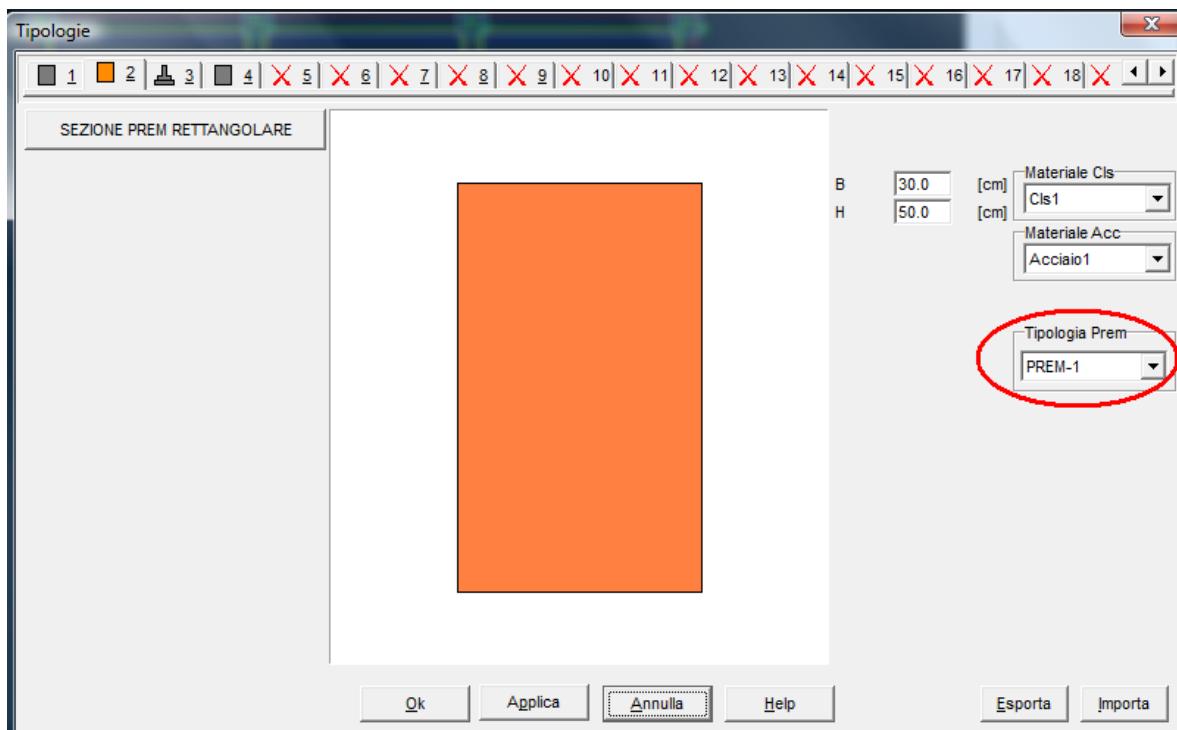


Figura 4 – Definizione di una sezione PREM

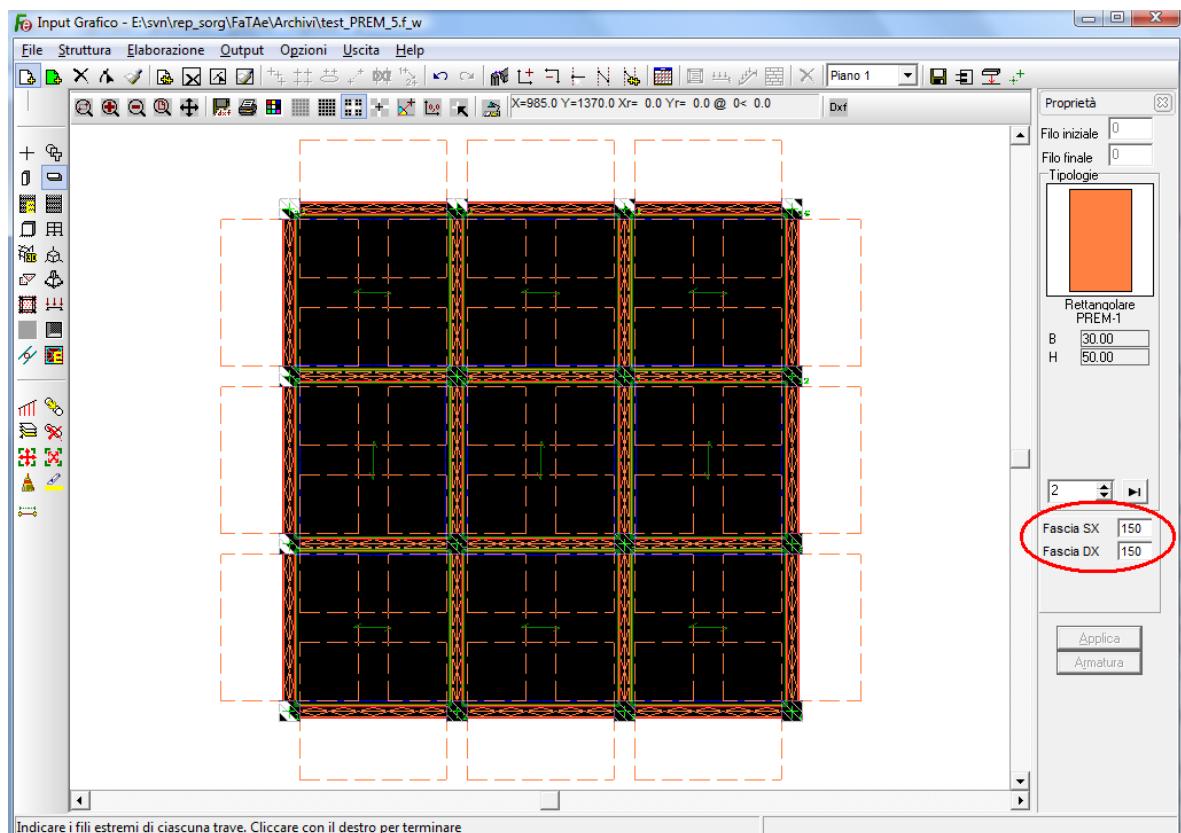


Figura 5 – Definizione di travi PREM

5.5 Calcolo e Risultati

Per le strutture con travi PREM vengono effettuati tre calcoli:

1. calcolo iniziale;
2. calcolo fase F1 (fase di posa in opera con getto non collaborante);
3. calcolo fase F2 (fase di esercizio).

Le azioni e le combinazioni di carico dei tre calcoli sono le seguenti:

1. Nel calcolo iniziale ci sono
 - a. le azioni predefinite e quelle definite dall'utente. (in particolare il peso dei solai è tenuto in conto per intero);
 - b. le combinazioni predefinite e quelle definite dall'utente;
2. Nel calcolo della fase F1 ci sono:
 - a. l'azione contenente il peso proprio della trave;
 - b. l'azione "QF1", dove si mette il peso proprio del solaio gravante sulle due fasce di precarico della trave.
 - c. un'unica combinazione con coefficienti unitari per entrambe le azioni.
3. Nel calcolo della fase F2 ci sono
 - a. le azioni predefinite e quelle definite dall'utente. (in particolare il peso dei solai è depurato dell'aliquota che grava sulla fascia di precarico);
 - b. le combinazioni predefinite e quelle definite dall'utente;
 - c. l'azione di carico QF1 (come definito per la fase F1) con coefficiente di combinazione nullo.

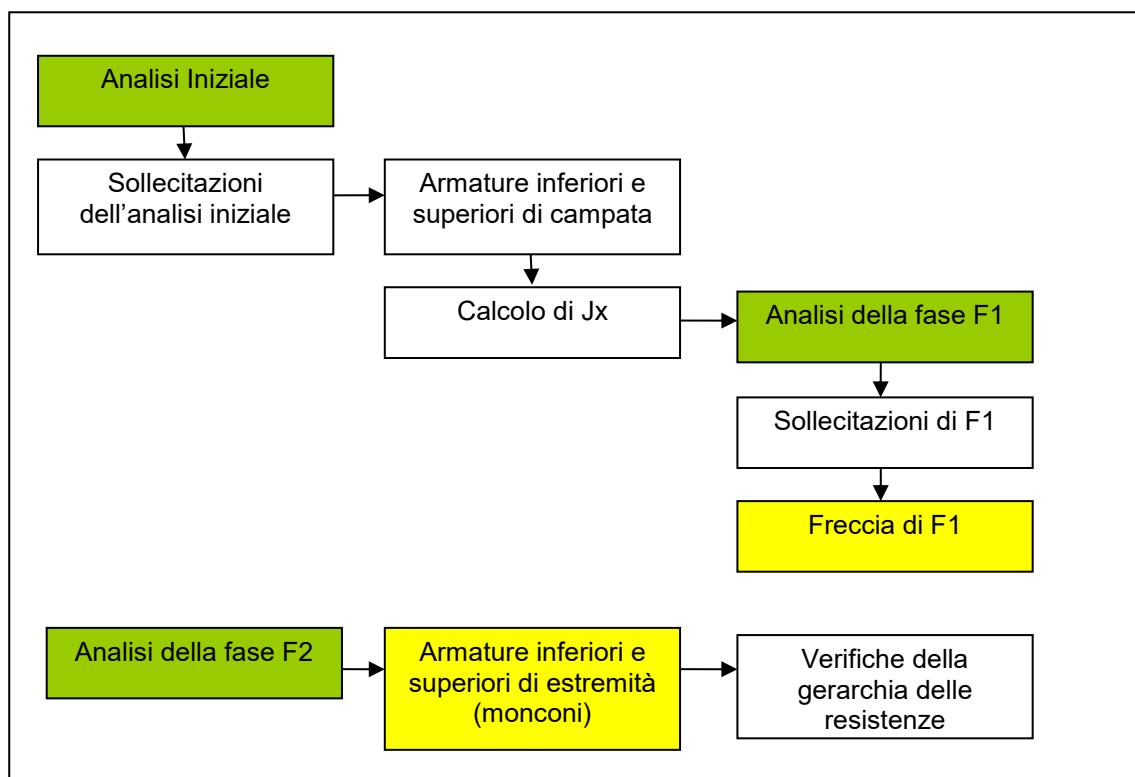
Le proprietà delle travi PREM per i tre calcoli sono le seguenti:

Calcoli	Moduli elasticici: <i>E, G</i>	Geometria sezione	Condizioni al contorno
Iniziale	come da input utente	come da input utente	Incastrata
F1	Acciaio	Indifferente perché trave appoggiata	Appoggiata
F2	come da input utente	come da input utente	Incastrata

La procedura di calcolo complessiva è schematizzata nel diagramma nel seguito.

Come si evince da tale diagramma:

3. il calcolo iniziale serve per il calcolo dell'inerzia delle travi;
4. il calcolo della fase F1, è utilizzato per il calcolo della freccia iniziale;
5. il calcolo della fase F2 è utilizzato per il calcolo dei monconi.



Schema di esecuzione di calcolo di una struttura con travi PREM.

Effettuato il calcolo nella finestra dei risultati si può passare da un calcolo all'altro tramite l'apposito menu a tendina in basso a destra (vedi Figura 6).

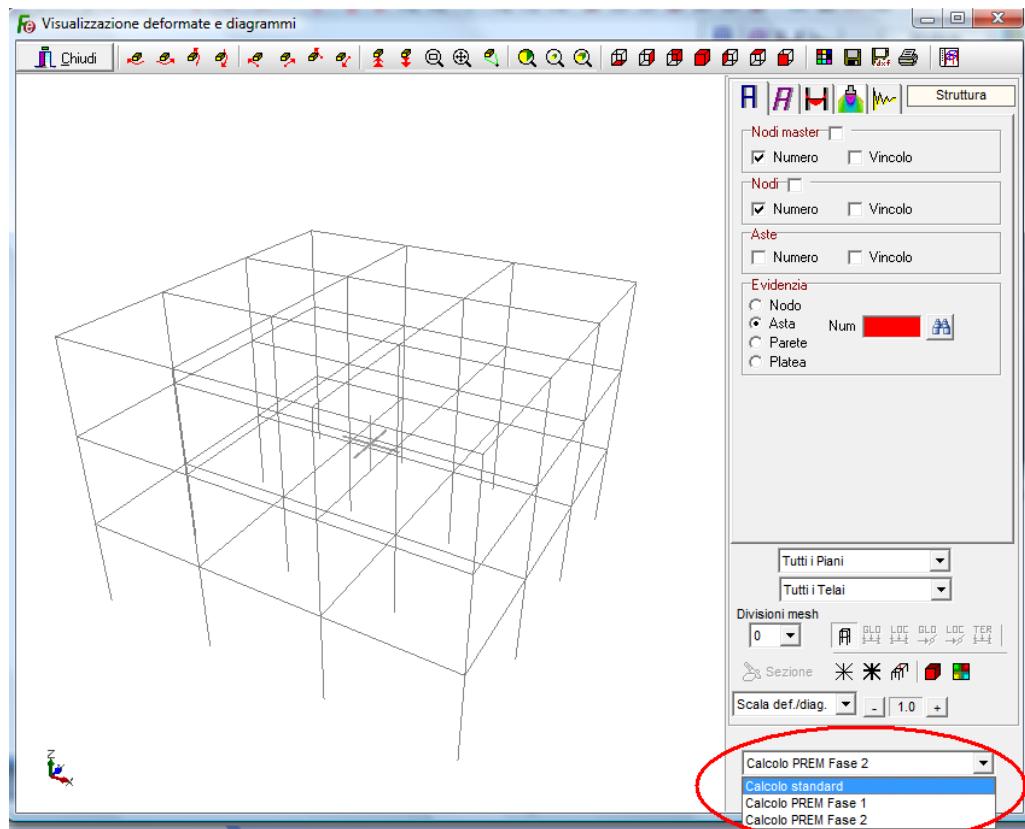


Figura 6 – Finestra dei risultati del calcolo

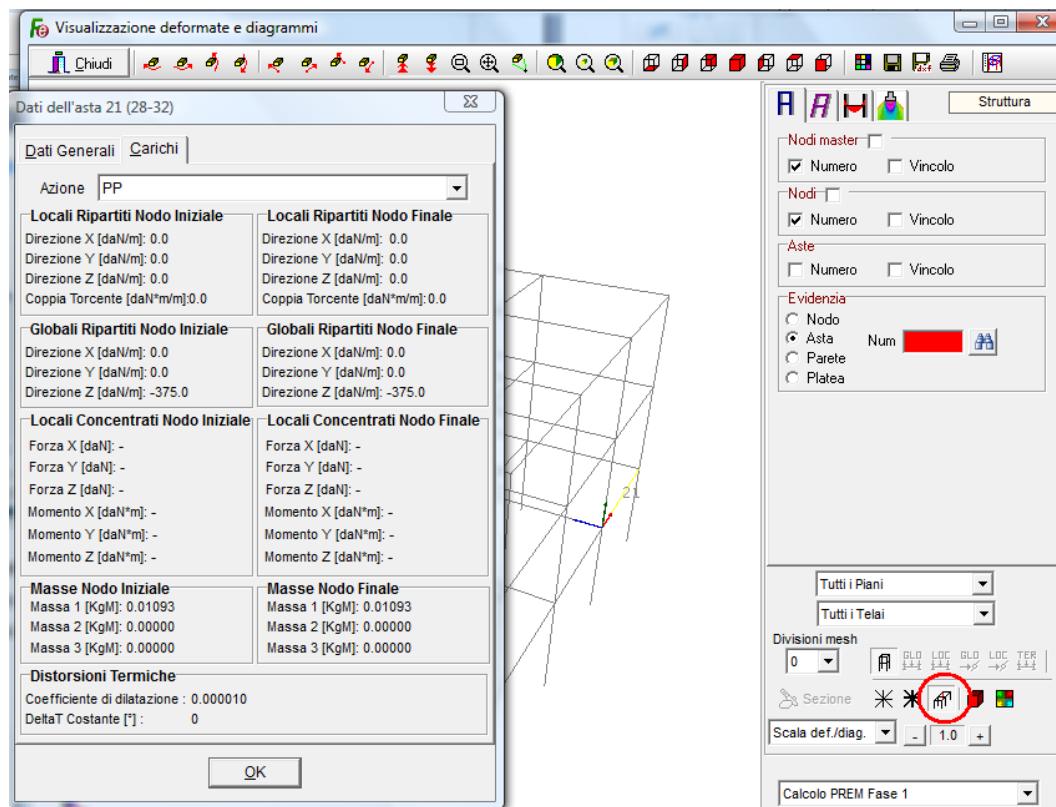


Figura 7 – Visualizzazione delle proprietà della trave PREM a seconda del calcolo

5.6 Visualizzazione Risultati Verifiche

Nella finestra dei risultati delle verifiche, selezionata una trave PREM, si trovano le armature di estremità (monconi). Per le sezioni in campata il calcolo delle armature non è stato effettuato e non verranno quindi visualizzate armature.

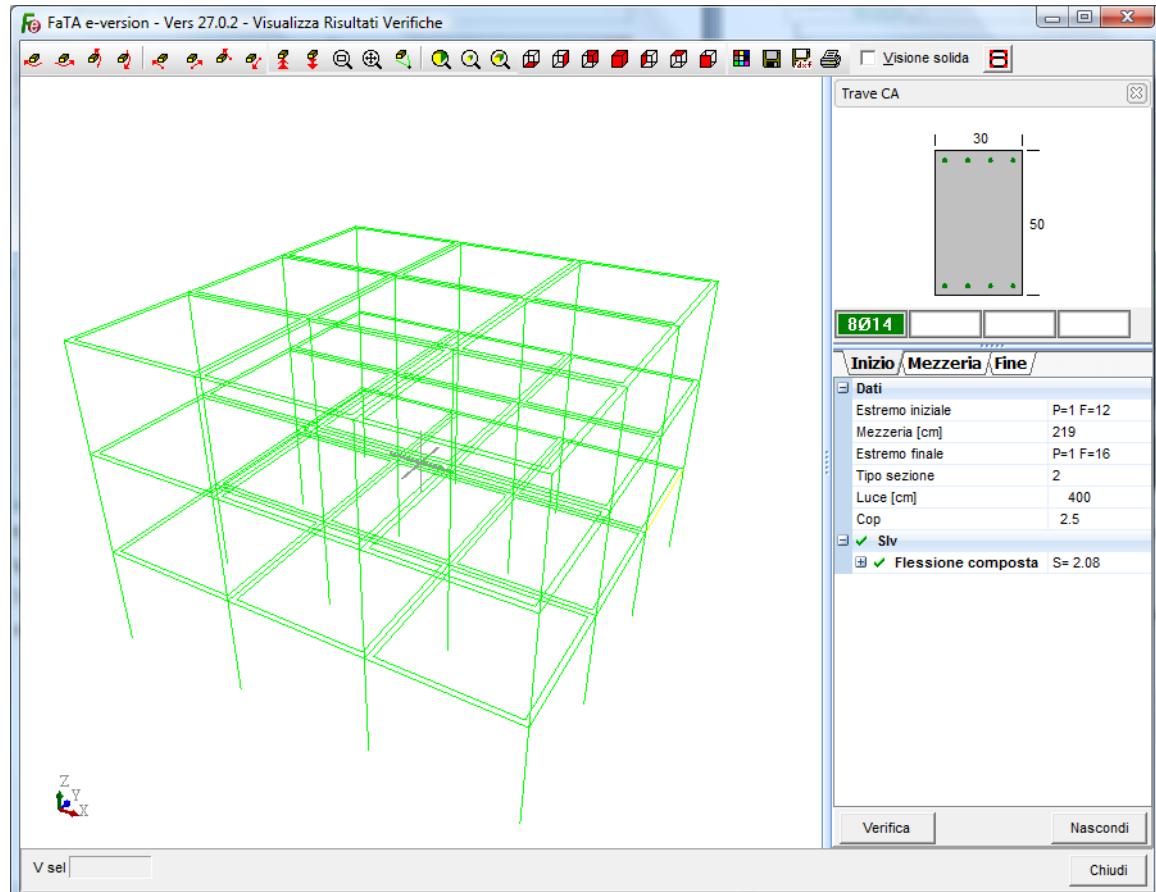


Figura 8 – Visualizzazione delle risultati delle verifiche

5.7 Esecutivi

Nella finestra della graficizzazione, si trovano le armature di estremità (monconi) delle travi PREM.

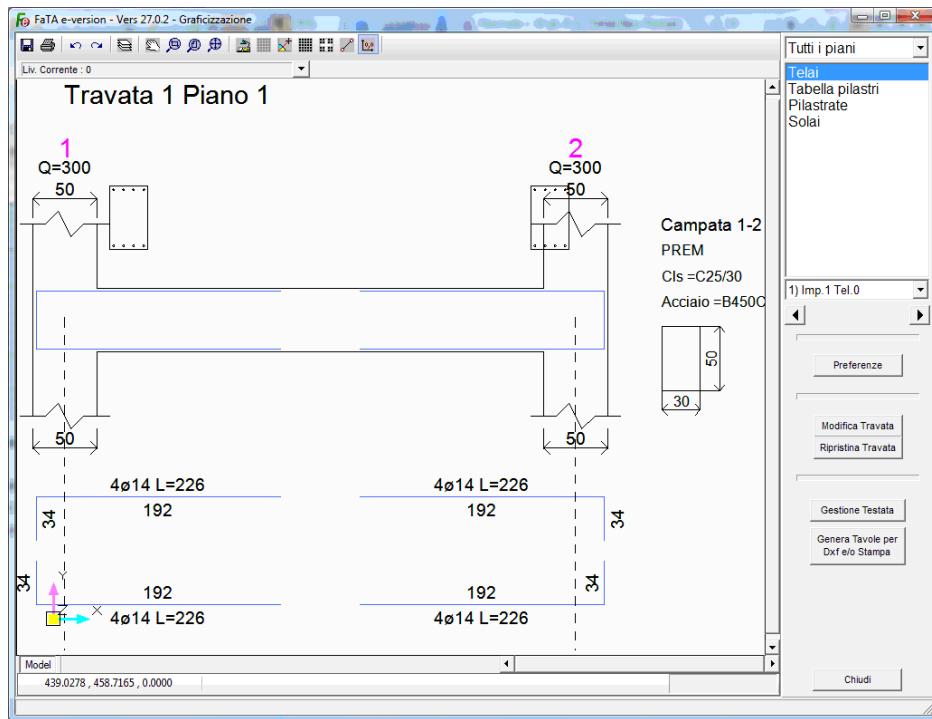


Figura 9 – Graficizzazione dei monconi delle travi PREM

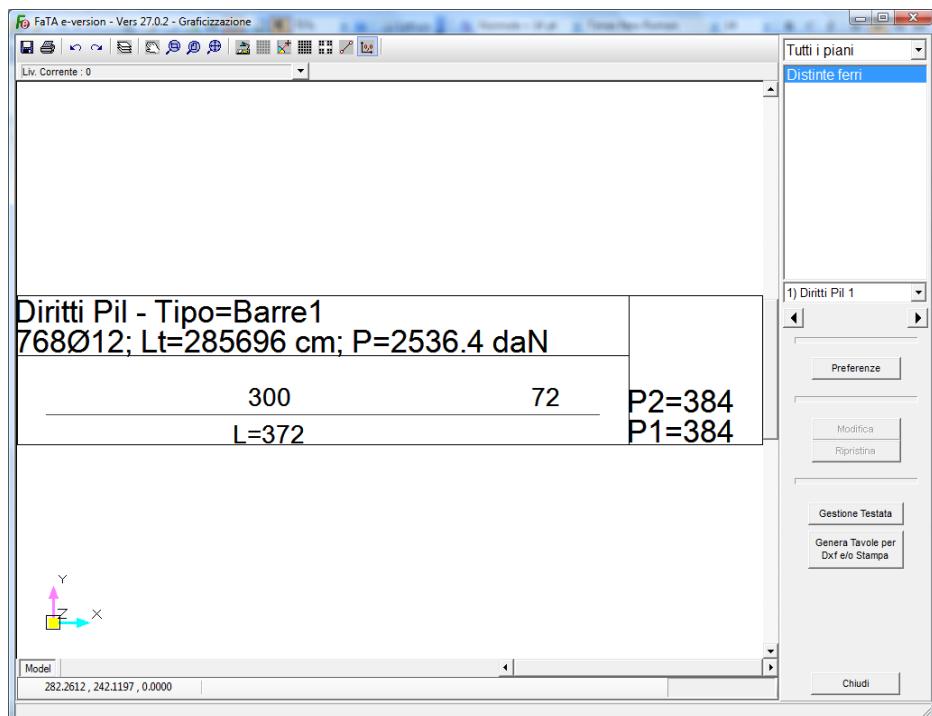


Figura 10 – Distinta monconi travi PREM

5.8 Relazione di calcolo

Nella relazione di calcolo vengono stampate:

- le armature inferiori e superiori delle travi PREM
- e la freccia iniziale.

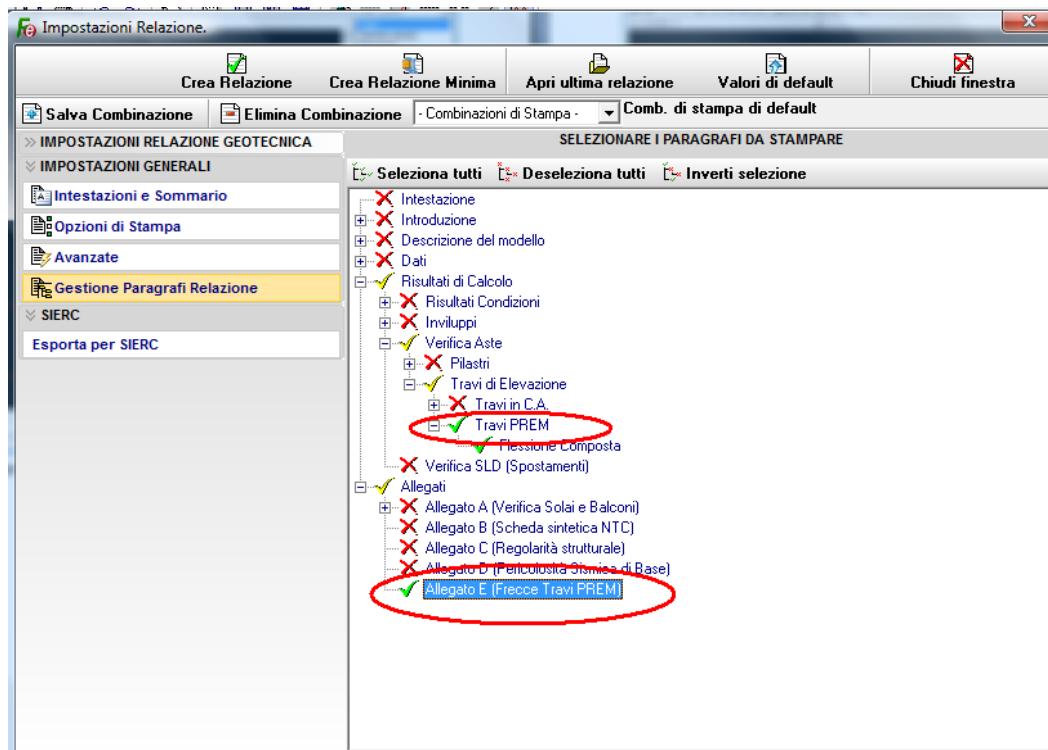


Figura 11 – Gestione paragrafi relazione

RELAZIONE DI CALCOLO -												
2.1 ALLEGATO A - (Frecce Travi PREM)												
DETERMINAZIONE DELLA FRECCIA DI PRIMA FASE CON FATTORE CORRETTIVO												
Camp	Asta	Imp.	Fili	Tipo Sez.	L _{TR} [mm]	AUTOP.	TIPOL.	H [mm]	Tratto Asta	J [cm ⁴]	X	u _z [mm]
1	1	Piano 1	1-2	2	4000	SI	COMPOSTA	500	1 - 2	2326.86	5.00	-1.297
2	2	Piano 1	1-5	2	4000	SI	COMPOSTA	500	1 - 5	3186.97	5.00	-1.986
3	3	Piano 1	2-3	2	4000	SI	COMPOSTA	500	2 - 3	2326.86	5.00	-1.301
4	4	Piano 1	2-6	2	4000	SI	COMPOSTA	500	2 - 6	4509.03	5.00	-2.152

Figura 12 – Estratto della Relazione di calcolo

5.9 Esportazione File di Output AssoPREM

Effettuato il calcolo e le verifiche è possibile fare l'esportazione dei file AssoPREM in un percorso specificato dall'utente.

Viene esportato un file complessivo "generale.prem" ed un file per ogni travata PREM.

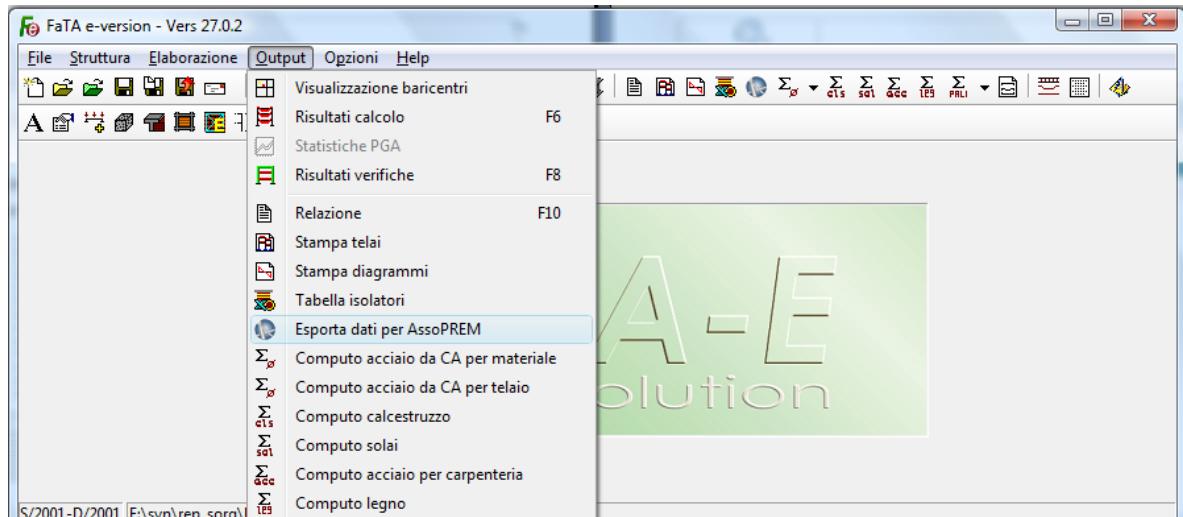


Figura 13 – Pulsante di esportazione AssoPREM

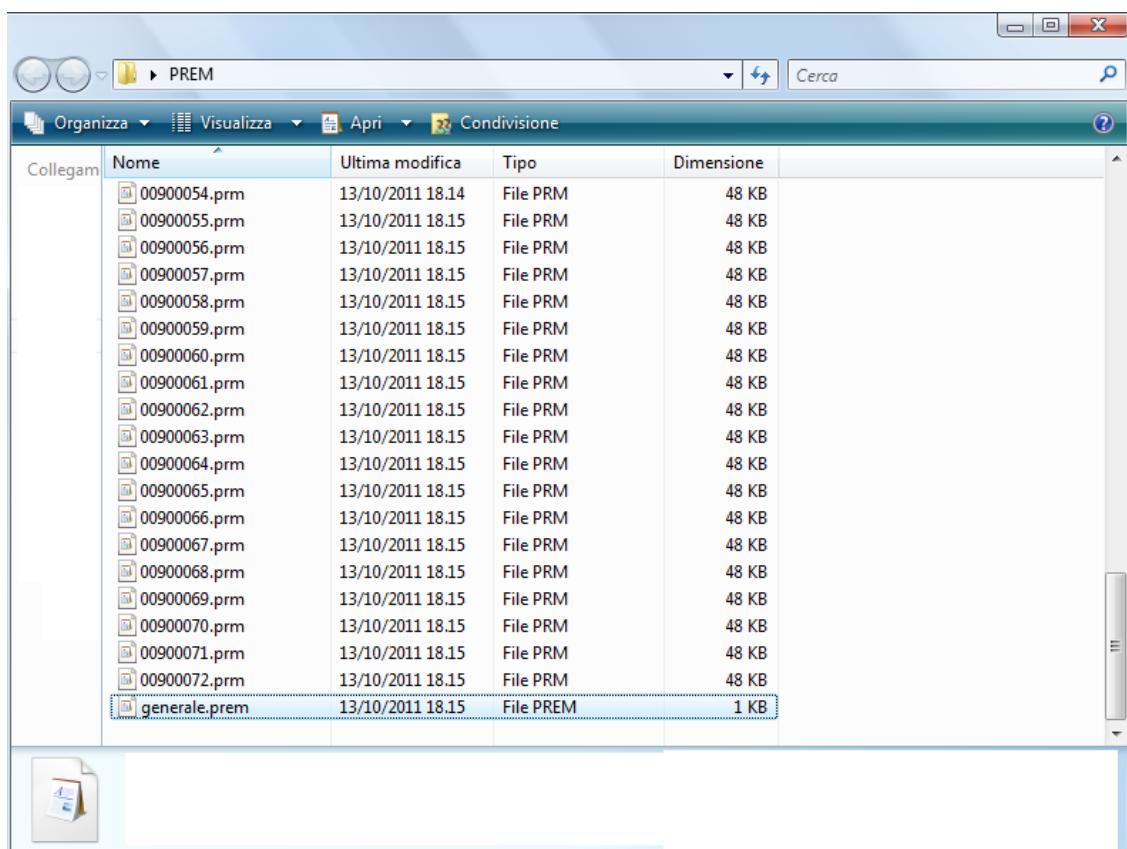


Figura 14 – Cartella di file esportati

/SLUini									
#	NS	N	V2	V3	MT	M2	M3	CMB	GAM
1	-5.770E-14	-7.500E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	-2.037E-15	1	1.00	
S	-5.770E-14	-6.563E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	1.758E+02	1	1.00	
2	-5.770E-14	-4.922E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	4.270E+02	1	1.00	
3	-5.770E-14	-3.281E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	6.064E+02	1	1.00	
4	-5.770E-14	-1.641E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	7.141E+02	1	1.00	
5	-5.770E-14	3.091E-14	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	7.500E+02	1	1.00	
6	-5.770E-14	1.641E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	7.141E+02	1	1.00	
7	-5.770E-14	3.281E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	6.064E+02	1	1.00	
8	-5.770E-14	4.922E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	4.270E+02	1	1.00	
D	-5.770E-14	6.563E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	1.758E+02	1	1.00	
9	-5.770E-14	7.500E+02	7.468E-15	8.780E-14	0.000E+00	-1.257E-13	1	1.00	

Figura 15 – Estratto di File esportato per una generica travata PREM

Capitolo 6

Modulo TS2 - Xlam

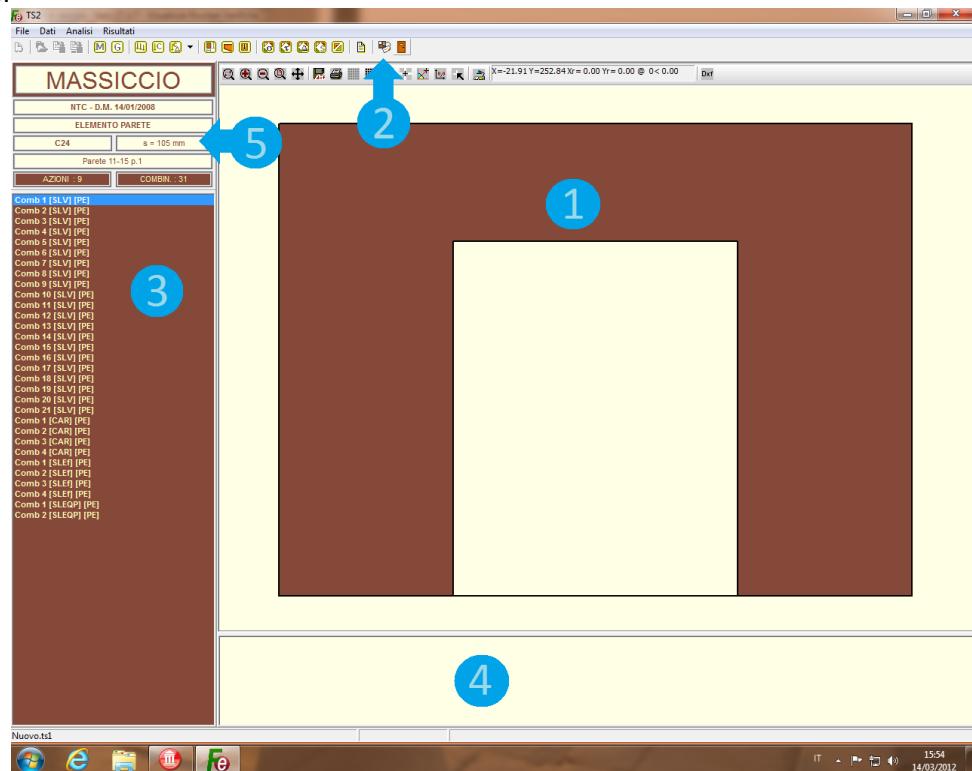
6.1 L'ambiente TS2

TS2 è il modulo, prodotto da Stacec, indirizzato alla verifica di pannelli Xlam. Le informazioni geometriche, meccaniche e sollecitazionali necessarie a TS2 per la verifica degli elementi vengono elaborate automaticamente nel contesto del funzionamento di FaTA-e.

L'ambiente principale di TS2 è composto dalle seguenti parti:

1. Finestra di visualizzazione della geometria del pannello;
2. Barra degli strumenti;
3. Lista delle combinazioni di carico;
4. Visualizzatore dei risultati;
5. Informazioni generali.

La figura seguente colloca con la stessa numerazione le parti sopra citate all'interno dell'ambiente principale.



La barra degli strumenti è composta, a sua volta, dai seguenti pulsanti:

Materiali : Definizione delle proprietà meccaniche dei materiali.

Dati generali : Definizione di informazione di carattere generale indispensabili per poter effettuare le verifiche (Normativa di riferimento, Coefficienti di sicurezza, destinazione d'uso dell'elemento, etc.).

Azioni di carico : Definizione delle singole azioni di carico.

Combinazioni di carico : Definizione delle combinazioni di carico utilizzando le azioni definite al punto precedente tramite l'inserimento degli opportuni coefficienti di partecipazione.

Combinazioni di carico per verifiche di deformabilità : Definizione delle combinazioni di carico da utilizzare nelle verifiche di deformabilità istantanea e finale utilizzando le azioni già definite tramite l'inserimento degli opportuni coefficienti di partecipazione.

Sezione : Definizione della sezione trasversale del pannello.

Geometria : Definizione della geometria del pannello.

Sollecitazioni : Definizione delle sollecitazioni da inserire per ognuno dei nodi del pannello e per ognuna delle azioni definite. TS2 provvede, in automatico, a legare tali sollecitazioni tramite le combinazioni di carico definite.

Verifica di resistenza normale : Effettua solo le verifiche di resistenza normale del pannello in tutti i nodi e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.

Verifica di resistenza tangenziale : Effettua solo le verifiche di resistenza tangenziale del pannello in tutti i nodi e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.

Verifica di deformabilità : Effettua solo le verifiche di deformabilità in funzione della geometria definita.

Verifica di stabilità : Effettua solo le verifiche di stabilità del pannello in tutti i nodi e per tutte le combinazioni di carico definite ai punti precedenti.

Tutte le verifiche : Effettua tutte le verifiche.

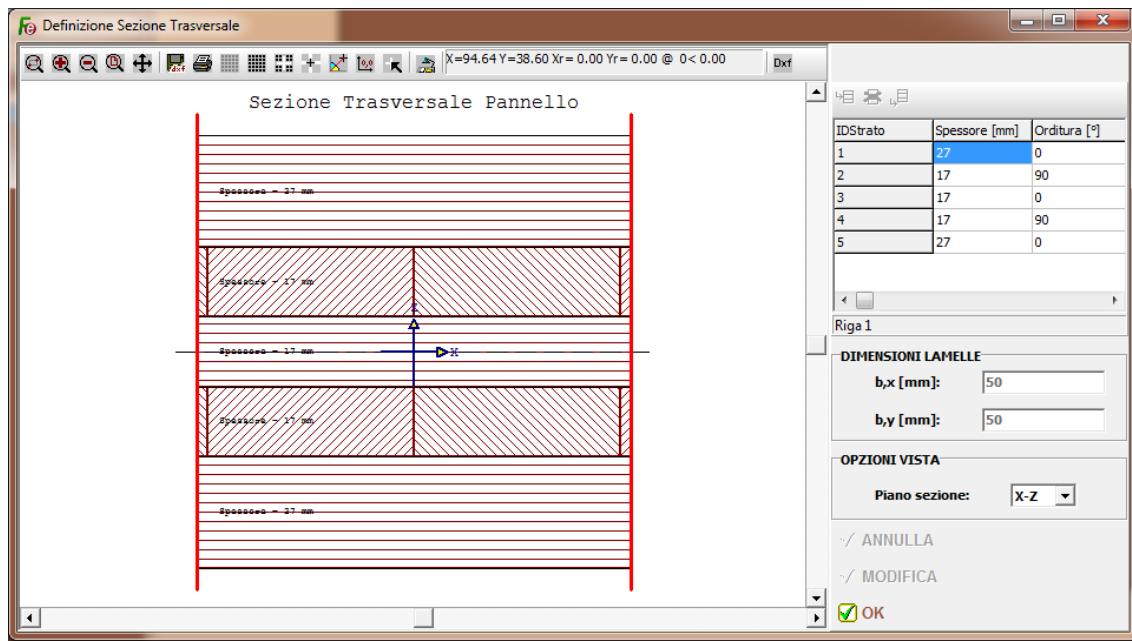
Relazione di calcolo : Crea e visualizza la relazione di calcolo in formato RTF.

About TS2 : Restituisce informazioni sulla versione e sulla data di pubblicazione di TS2.

Chiudi : Chiude la finestra principale del modulo.

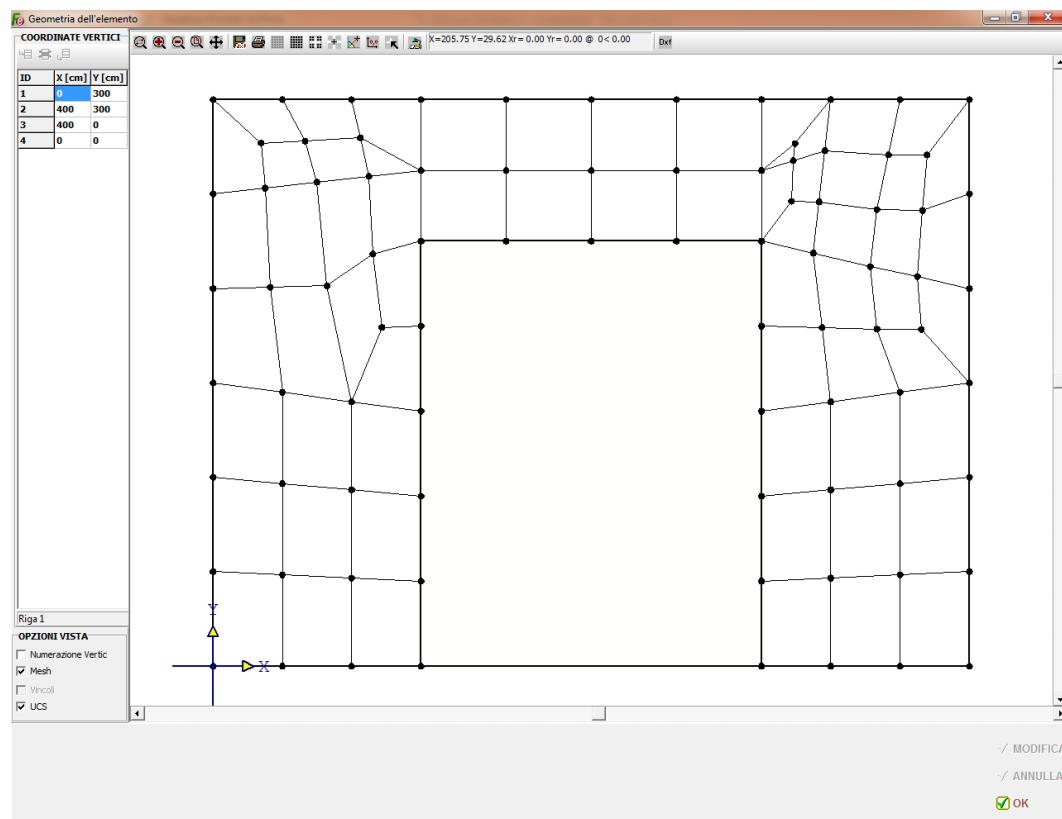
6.2 Finestra della sezione trasversale

Nella finestra vengono fornite le informazioni relative agli strati di cui è composta la sezione. La sezione viene rappresentata nei due piani trasversali al pannello.



6.3 Finestra della Geometria

Nella finestra è possibile visualizzare le informazioni relative alla geometria e alla mesh usata per l'analisi del pannello.

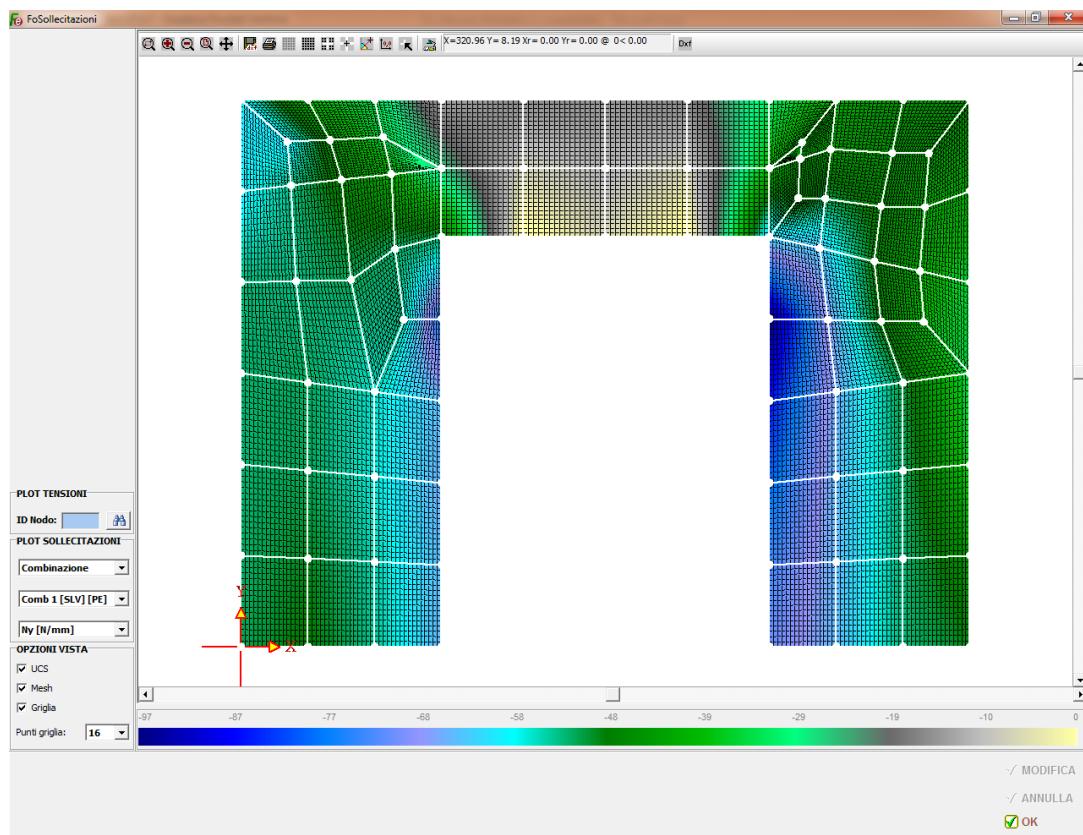


6.4 Finestra degli Sforzi Generalizzati

Nella finestra vengono fornite le informazioni relative agli sforzi generalizzati. E' possibile scegliere di visualizzare tutte le componenti di sforzi generalizzati per ciascuna condizione e combinazione di carico.

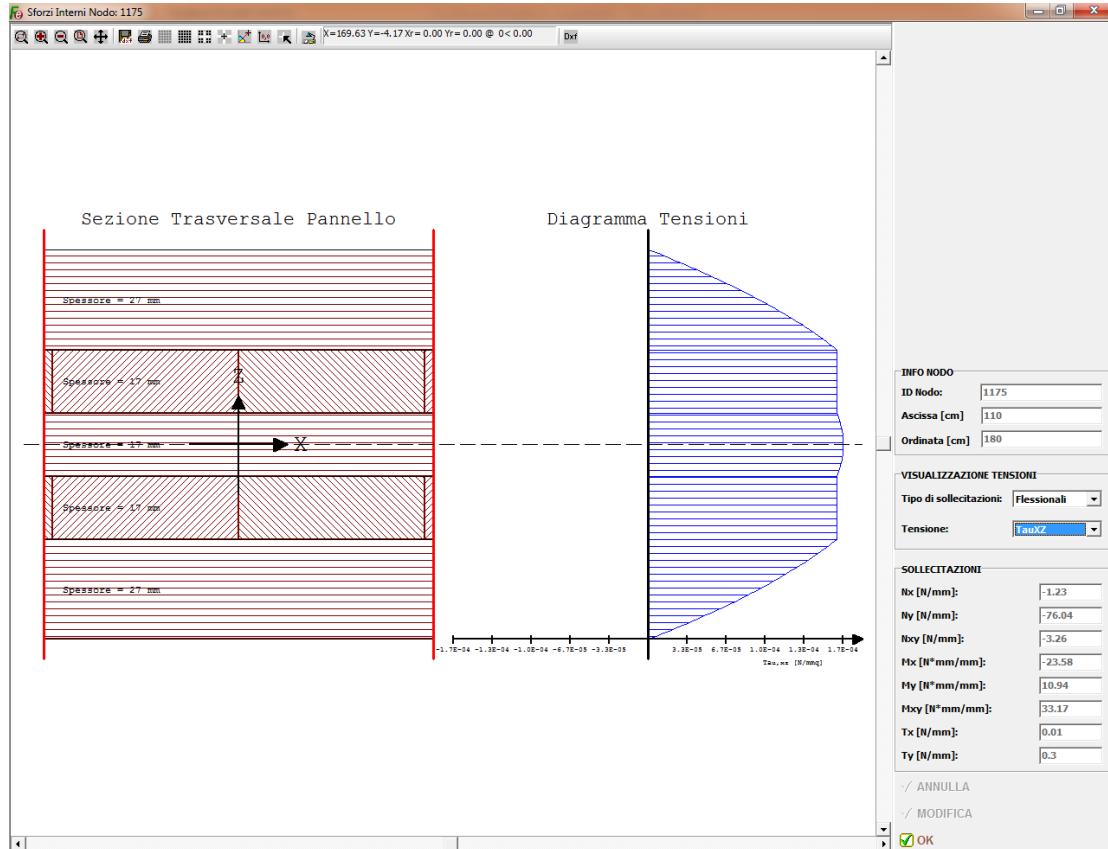
La discretizzazione delle sollecitazioni può essere infittita arbitrariamente. La griglia prodotta dalla discretizzazione può essere visualizzata o nascosta, come pure la mesh.

E' possibile selezionare ciascun nodo della mesh e visualizzare le sollecitazioni in tale nodo. Inoltre, tramite l'identificatore del nodo nella numerazione del calcolo ad elementi finiti, è possibile scegliere direttamente il nodo interessato. Tale numerazione è usata anche come riferimento per i nodi nei quali si verificano fattori di sicurezza più bassi per le varie verifiche.



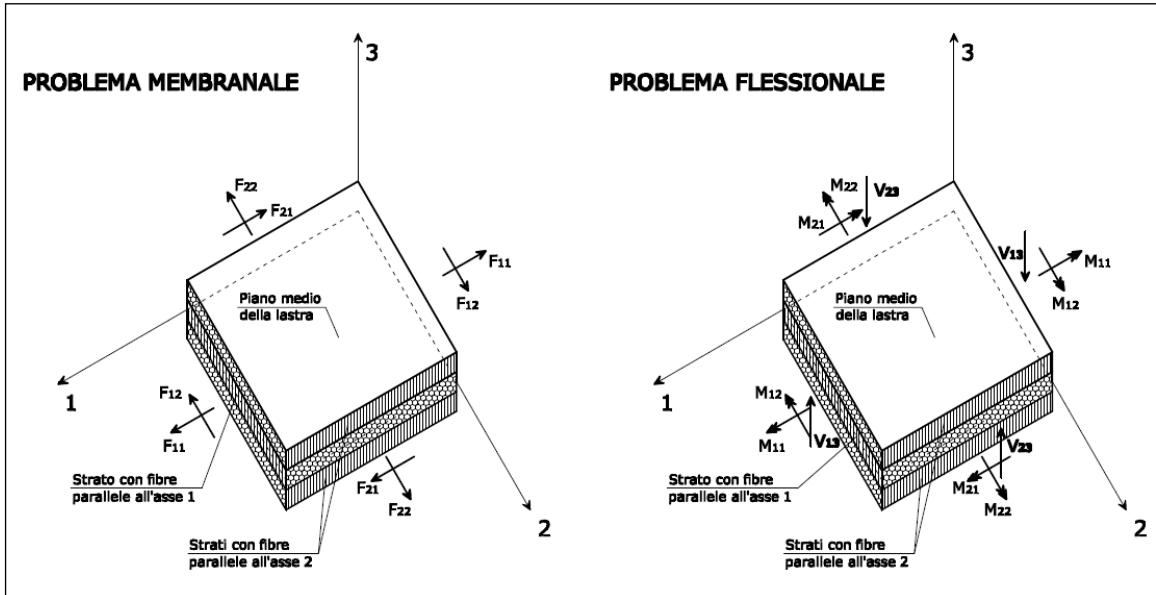
6.5 Finestra delle Tensioni Puntuali

Nella finestra vengono fornite le tensioni puntuale per un dato nodo della mesh del pannello ed una data condizione o combinazione di carico. È possibile visualizzare i diagrammi lungo lo spessore del pannello di ciascuna componente di tensione puntuale.



6.6 Verifiche di resistenza

Le verifiche di resistenza dell'elemento laminato vengono condotte in tutti i nodi del modello FEM sulla base dei seguenti sforzi generalizzati riportati in figura rispettivamente per il problema membranale e flessionale.



Tali verifiche prendono come riferimento il testo unico NTC 14 Gennaio 2008, in aggiunta alla norma UNI EN 1995-1-1-2005 "Eurocodice 5 – Progettazione delle strutture in legno – Parte 1-1 Regole generali – Regole comuni e regole per gli edifici" e la norma tedesca DIN 1052 (D) – 2008.
La verifiche effettuate sul i-esimo nodo:

- Verifica delle tensioni normali (Presso-Flessione o Tenso-Flessione) in direzione 1 e 2;
- Verifica a Taglio-Torsione nel piano 1-2;
- Verifica a Taglio Trasversale nei piani 1-3 e 2-3;
- Verifica di Rolling nei piani 1-2, 1-3, 2-3;

Verifica di Tenso-Flessione

La verifica prevede il rispetto della seguente relazione :

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- $\sigma_{t,0,d}$: valore di progetto della tensione di trazione parallela alla fibratura;

- $\sigma_{m,0,d}$: valore di progetto della tensione di flessione parallela alla fibratura;

- $f_{t,0,d}$: valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della trazione parallela alla fibratura;

- $f_{m,d,xlam}$: valore di progetto della resistenza del pannello nei confronti della flessione;

La formula è basata sulle relazioni riferite nel documento DIN 1052, § 10.7.1, formule 127 e 132.

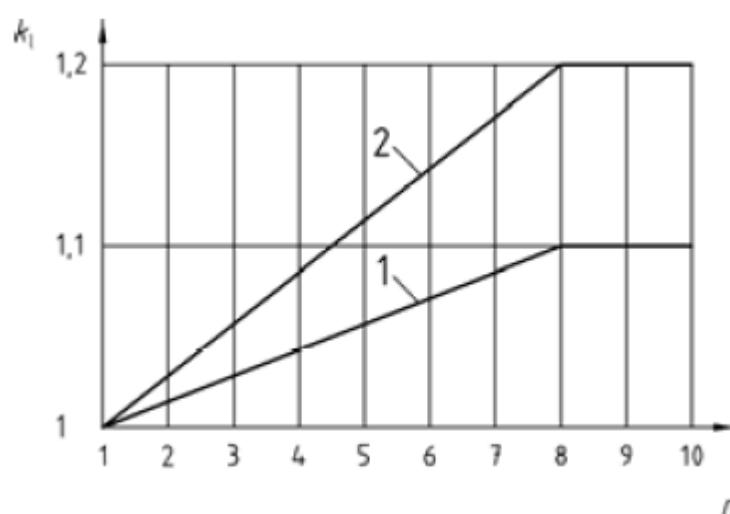
Per il calcolo della $f_{m,d,xlam}$ si considera

$$f_{m,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{m,d}$$

dove:

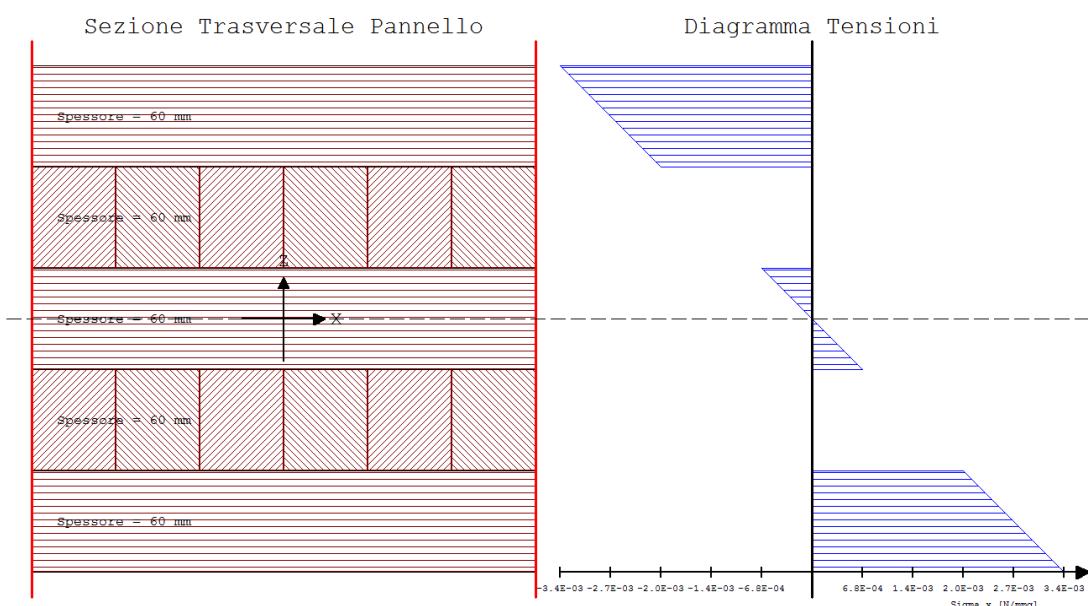
- k_{sys} : coefficiente di sistema;

- $f_{m,d}$: valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della flessione;

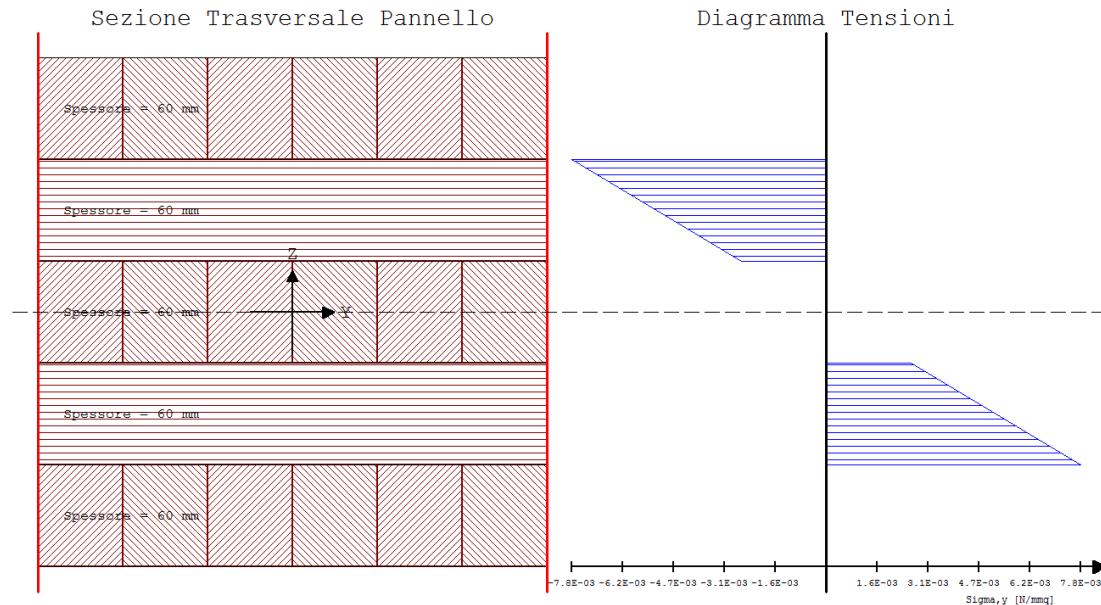


Valori del coefficiente di sistema k_{sys} secondo il DIN 1052, § 10.7.1. Per i pannelli XLAM si considerano i valori del grafico 1.

Con riferimento alla stratigrafia del pannello, a partire dagli sforzi generalizzati e nell'ipotesi di conservazione delle sezioni piane della lastra nel processo deformativo, si ottengono le tensioni normali di trazione rispettivamente per le giaciture 1-3 e 2-3.



Tensioni normali giacitura 1-3



Tensioni normali giacitura 2-3

Le tensioni normali di trazione risultano:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{F_{//}}{\sum_{i=1}^m t_i}$$

dove:

- $F_{//}$: sforzo normale diretto secondo la fibratura dello strato da verificare;
- m : numero di strati con fibratura parallela allo strato da verificare;
- t_i : spessore dello strato i -esimo.

Le tensioni normali dovute alla flessione nell' i -esimo strato risultano:

$$\sigma_{m,0,d} = \frac{M_{\perp}}{I_{eq}} \cdot z_i$$

$$I_{eq} = \sum_{i=1}^m \left[\frac{t_i^3}{12} + t_i \cdot \left(z_i - \frac{t_i}{2} \right)^2 \right]$$

dove:

- M_{\perp} : momento flettente diretto secondo la direzione ortogonale alla fibratura dello strato da verificare;
- m : numero di strati con fibratura parallela allo strato da verificare;
- t_i : spessore dello strato i -esimo;

- z_i : posizione dello strato i-esimo.

Verifica di Presso-Flessione

La verifica prevede il rispetto della seguente relazione :

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,0,d}}{f_{m,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- $\sigma_{c,0,d}$: valore di progetto della tensione di compressione parallela alla fibratura;
- $\sigma_{m,0,d}$: valore di progetto della tensione di flessione parallela alla fibratura;
- $f_{c,0,d}$: valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della trazione parallela alla fibratura;
- $f_{m,d,xlam}$: valore di progetto della resistenza del pannello nei confronti della flessione;

La formula è basata sulle relazioni riferite nel documento DIN 1052, § 10.7.1, formule 128 e 132.

Per il calcolo della $f_{m,d,xlam}$, $\sigma_{c,0,d}$, $\sigma_{m,0,d}$ si usano formule analoghe a quelle viste per il caso della tenso flessione.

Verifica di Taglio-Torsione

La verifica prevede il rispetto della seguente relazione per ogni interfaccia fra due strati del pannello:

$$\left(\frac{\tau_d}{f_{v,d,xlam}} \right)^2 + \left(\frac{\tau_{drill,d}}{f_{v,d,xlam}} \right)^2 \leq 1$$

dove:

- τ_d : tensione di progetto di taglio;
- $\tau_{drill,d}$: tensione di progetto di torsione;
- $f_{v,d,xlam}$: resistenza di progetto a taglio;

La formula si basa sulle relazioni contenute nel DIN 1052, § 10.7.1, formule 129 e 133.

Per il calcolo della $f_{v,d,xlam}$ si considera

$$f_{v,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{v,d}$$

dove:

- k_{sys} : coefficiente di sistema;
- $f_{v,d}$: valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti del taglio;

Per la definizione di k_{sys} si consideri quanto detto per il caso della tenso flessione.

Le tensioni τ_d e $\tau_{drill,d}$ sono calcolate secondo quanto previsto dal manuale "BSPhandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperholz – Nachweise auf Basis des neuen europäischen Normenkonzepts", edito dal Politecnico di Graz.

Verifica di Taglio Trasversale

La verifica prevede il rispetto della seguente:

$$\frac{\tau_d}{f_{v,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- τ_d : tensione di progetto di taglio;
- $f_{v,d,xlam}$: resistenza di progetto a taglio;

Per il calcolo della $f_{v,d,xlam}$ si considera

$$f_{v,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{v,d}$$

dove:

- k_{sys} : coefficiente di sistema;
- $f_{v,d}$: valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti del taglio;

Per la definizione di k_{sys} si consideri quanto detto per il caso della tenso flessione.

La formula di verifica e il calcolo delle tensioni τ_d seguono quanto previsto dal manuale "BSPhandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz – Nachweise auf Basis des neuen europäischen Normenkonzepts", edito dal Politecnico di Graz.

Verifica di Rolling

La verifica prevede il rispetto della seguente:

$$\frac{\tau_{R,d}}{f_{R,d,xlam}} \leq 1$$

dove:

- $\tau_{R,d}$: tensione di progetto di taglio;
- $f_{R,d,xlam}$: resistenza di progetto a taglio;

Per il calcolo della $f_{R,d,xlam}$ si considera

$$f_{R,d,xlam} = k_{sys} \cdot f_{R,d}$$

dove:

- k_{sys} : coefficiente di sistema;
- $f_{R,d} = 2 \cdot f_{t,90,d}$: valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti del rolling (calcolata secondo EC5-1-1:2009, § 6.1.7)
- $f_{t,90,d}$: valore di progetto della resistenza delle lamelle nei confronti della trazione perpendicolare alla fibra;

Come valore di k_{sys} si considera 1.25.

La formula di verifica e il calcolo delle tensioni $\tau_{R,d}$ seguono quanto previsto dal manuale “BSPhandbuch – Holz-Massivbauweise in Brettsperrholz – Nachweise auf Basis des neuen europäischen Normenkonzepts”, edito dal Politecnico di Graz.

VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Le verifiche sono eseguite secondo l'EC5-1-1:2009, § 7.2.

VERIFICHE DI STABILITA'

Le verifiche sono eseguite secondo l'EC5-1-1:2009, § 6.3.2.

Indice

A

accelerazione · 29; 164; 250; 337
acciaio · 11; 13; 26; 48; 55; 65; 85; 87; 89; 90; 91; 92; 107; 108; 122; 123; 125; 127; 132; 134; 135; 136; 138; 145; 176; 177;
210; 316; 317; 318; 319; 321; 322; 323; 332; 341; 342; 343; 344; 360; 361; 368
adeguamento · 32
analisi · 11; 22; 32; 33; 38; 79; 111; 248; 275; 278; 295; 296; 297; 299; 357
Analisi · 22; 32; 296
analisi iterativa · 312
ancoraggi · 147
ancoraggio · 100
angolo · 96; 136; 204; 210; 230; 276; 277; 284; 320; 321; 325; 326; 374
arcarecci · 239
area · 55; 65; 68; 71; 72; 74; 92; 121; 124; 128; 134; 135; 136; 138; 285; 286; 289; 320; 321; 322; 324; 325; 326; 327; 337;
344; 347; 370; 371; 372; 373
Area · 65; 68; 71; 72; 74; 121; 124; 128; 135; 136; 285; 286
armature · 11; 85; 87; 89; 90; 91; 92; 93; 121; 124; 134; 135; 145; 146; 153; 177; 188; 216; 236; 237; 255; 264; 316; 320;
340; 343; 344
assi · 65; 164; 165; 250; 276; 278; 284; 285; 286; 287; 288; 290; 364; 368
AssoPREM · 378
aste · 11; 26; 61; 107; 108; 110; 112; 123; 124; 127; 145; 146; 216; 219; 232; 236; 238; 250; 275; 276; 277; 282; 284; 285;
287; 295; 332; 333; 360; 361; 362; 363; 366; 368; 369
attrito · 96; 136; 137; 204; 290; 324; 325; 326; 371
autovalori · 311
azioni · 11; 39; 90; 276; 280; 323; 341; 369; 371; 374; 375; 376

B

balcone · 154; 217
baricentri · 313
baricentro · 250; 336; 337; 344
base · 11; 29; 85; 136; 137; 139; 152; 177; 187; 188; 191; 203; 206; 214; 216; 236; 237; 239; 275; 276; 286; 290; 291; 292;
316; 317; 320; 324; 325; 326; 334; 341; 368; 369; 370; 371; 372; 375
Bernoulli · 275
blocco · 50; 90; 341; 343; 344
bordo · 214; 215
Bowles · 94; 99; 210; 294; 324
breve, durata · 43
Buckling · 32; 310

C

calcestruzzo · 13; 26; 55; 85; 87; 88; 89; 90; 91; 92; 95; 122; 125; 126; 132; 133; 134; 135; 136; 138; 145; 210; 317; 319;
320; 321; 322; 341; 343; 368; 369; 370; 371; 372; 373; 374
calcolo · 11; 12; 13; 22; 24; 25; 33; 35; 37; 41; 44; 47; 57; 65; 79; 84; 85; 86; 87; 89; 90; 91; 92; 93; 94; 106; 108; 109; 112;
113; 116; 121; 122; 123; 124; 125; 128; 129; 130; 131; 132; 134; 135; 136; 137; 138; 140; 146; 153; 154; 165; 204; 207;
210; 235; 237; 239; 243; 251; 252; 253; 275; 276; 279; 281; 289; 295; 296; 297; 317; 319; 320; 321; 322; 324; 333; 335;
336; 337; 339; 340; 341; 343; 345; 348; 360; 362; 364; 365; 368; 369; 370; 371; 372; 375
CAM · 82; 259
campo · 55; 56; 65; 66; 93; 107; 124; 140; 141; 171; 173; 177; 187; 189; 200; 213; 275; 319; 334; 343

capacità · 91; 317; 324; 326; 339; 341; 371
 Caquot · 94; 324; 325
 caratteristiche · 12; 44; 46; 48; 49; 50; 51; 52; 59; 71; 111; 112; 178; 201; 202; 275; 281; 284; 285; 286; 288; 297; 316; 317;
 341
 carichi · 11; 12; 38; 39; 50; 58; 59; 61; 87; 130; 216; 219; 232; 239; 251; 252; 276; 278; 284; 285; 286; 287; 288; 295; 296;
 320; 321; 323; 339
 carichi utente · 264
 carrello · 241; 279
 Cascone · 98
 cedimenti · 327
 cedimenti vincolari · 43; 241
 cerniera · 239
 cerniera · 250
 cerniera · 279
 cerniera plastica · 84; 117; 304
 Chiarugi & Maia · 210
 Chiarugi&Maia · 294
 Chimetec · 261
 coefficiente · 38; 39; 59; 85; 87; 88; 89; 90; 91; 92; 94; 95; 97; 121; 125; 126; 129; 130; 131; 132; 133; 134; 136; 137; 138;
 283; 285; 286; 288; 298; 317; 321; 322; 323; 324; 325; 326; 327; 334; 336; 339; 342; 368
 collasso · 335; 338; 340
 collegamenti · 107; 108; 333; 360; 361; 363; 365; 366; 368; 369
 colonna composta · 354
 colonne · 38; 368
 colonne composte · 352
 combinazioni · 37
 compressione · 45; 49; 129; 131; 317; 319; 322; 332; 333; 335; 336; 339; 341; 343; 345; 346; 347; 374; 375
 condizioni · 11; 37; 38; 39; 85; 87; 88; 89; 90; 91; 92; 95; 209; 210; 240; 250; 251; 252; 254; 295; 296; 320; 344; 345; 346;
 347
 confinamento · 106
 consolidamenti · 178
 controventi · 232; 368
 coordinate · 112; 166; 228; 237; 275; 276; 278; 288; 289
 copertura · 57
CoS_{Fond} · 53; 225
CoS_{Fond} · 178
 critico · 355

D

danno · 11; 37; 106; 121; 122; 123
 deformabilità · 85; 86; 92; 107; 122; 123; 124; 125; 134
 deformata · 110; 319; 343
 deformazione · 110; 122; 124; 282; 288; 317; 318; 319; 322; 339; 341; 342; 343
 diagramma · 152; 290; 317; 318; 319; 323; 341; 342; 343
 diagrammi · 11; 110; 111; 113; 152; 362
 diametro · 11; 85; 87; 89; 90; 91; 92; 93; 100; 145; 154; 177; 209; 210; 323; 324; 368; 369; 370; 373; 374
 dilatazione · 44; 48; 49; 285; 286; 288
 dimensionamento · 93; 361; 365; 368; 370; 371; 373; 375
 dinamica · 11; 33; 38; 111; 248; 297
 Dinamica · 32
 direzione · 25; 38; 50; 58; 59; 121; 122; 123; 210; 237; 246; 276; 277; 278; 279; 282; 292; 297; 333; 336; 337; 361; 370;
 371; 373
 distanza · 85; 87; 90; 92; 93; 124; 168; 205; 232; 234; 250; 264; 319; 322; 343; 344; 361; 368; 370; 372; 375
 distribuzione · 12; 25; 26; 58; 90; 322
 duttilità · 105

E

eccentricità · 34; 89; 319; 339; 343
 edifici · 13
 effetti · 38; 249; 298; 321; 322; 339
 elasticità · 49; 97; 318; 342

elementi · 11; 12; 18; 19; 25; 26; 27; 35; 38; 57; 58; 84; 85; 87; 89; 91; 92; 95; 96; 110; 111; 112; 113; 120; 121; 122; 123; 124; 145; 152; 166; 199; 200; 201; 210; 214; 215; 216; 218; 228; 229; 231; 232; 233; 264; 275; 276; 278; 280; 282; 284; 286; 287; 289; 295; 296; 316; 319; 321; 323; 332; 335; 336; 338; 340; 344; 345; 346; 347; 361; 368
elementi duttili · 79
elementi fragili · 79
elemento · 27; 84; 86; 87; 110; 112; 113; 121; 122; 123; 126; 127; 129; 131; 132; 133; 134; 136; 141; 145; 215; 217; 218; 219; 224; 231; 264; 276; 278; 284; 286; 287; 288; 289; 290; 295; 296; 316; 332; 333; 336; 337; 344; 345; 346; 347
elevazione · 26; 27; 90; 125; 214; 295; 316
equazione · 321
equazioni · 11; 279; 296; 318
evidenzia · 264

F

fattore · 225; 323
fattore · 24; 163
fattore · 297
fattore · 336
fattore · 336
fattore · 339
fattore · 352
fattore · 365
fessurazione · 86; 91; 92; 95; 122; 125; 132; 134; 136; 322; 323
flange · 364; 368
flessione · 49; 92; 122; 124; 128; 132; 135; 317; 319; 322; 323; 341; 343; 344; 345; 346; 347; 348
fondazione · 25; 26; 27; 29; 84; 90; 92; 94; 95; 112; 122; 136; 137; 139; 145; 146; 151; 176; 178; 186; 209; 210; 212; 214; 276; 281; 286; 287; 289; 295; 317; 323; 324; 327; 337; 369; 370; 371; 373
fondazioni · 96; 281
fori · 204; 205; 280; 369; 370; 375
forma · 12; 57; 121; 146; 153; 154; 205; 215; 280; 287; 289; 296; 320; 323; 325; 372
formula · 371
formule · 291; 324; 333; 373
forza · 11; 107; 108; 130; 162; 276; 279; 320; 333; 335; 336; 360; 361; 363; 370
forze · 39; 95; 232; 245; 246; 278; 279; 281; 285; 286; 287; 289; 295; 296; 333; 336; 374
frequenza · 297
FRP · 81; 255

G

Gazetas · 25
generica · 184
geotecnica · 95; 142; 191
guscio · 287; 288

I

impalcati · 11; 12; 24; 61; 165; 232; 243; 280
impalcato · 12; 57; 58; 59; 152; 165; 275; 280; 281
incamiciaturai · 257
incastro · 60; 285; 286; 287; 369; 371; 374; 376
incrudimento · 47
instabilità · 310
interazione · 25; 92
isolatori · 182
isotropa · 56
istantanea, durata · 43

K

Kerisel · 94; 324; 325

L

Lancellotta · 94; 324; 326
lastra · 276; 287; 337; 338
lastre · 11
legno · 11; 13; 26; 86; 88; 123; 124; 127; 145; 316; 344
limite · 37; 50; 85; 87; 89; 91; 92; 94; 95; 106; 107; 121; 122; 123; 124; 125; 132; 134; 136; 137; 138; 297; 322; 345; 346; 348

M

malta · 50; 90; 341; 369; 370; 371
martellamento · 107
massa · 12; 33; 249; 250; 275; 280; 285; 286; 288; 289; 296
masse · 33; 216; 248; 249; 278; 297
master · 244
Master · 42
materiale · 52; 55; 85; 87; 89; 90; 120; 145; 146; 210; 281; 285; 286; 288; 316; 317; 337; 342
materiali · 44; 54; 55; 108; 210; 281; 282; 317; 321; 322; 335; 340; 341; 364; 373
matrice · 276; 277; 279; 281; 286; 296; 297
Maugeri · 98
media, durata · 43
membrana · 287
mensola · 38; 60; 179; 188; 216; 236; 237; 296
mesh · 35
modello · 11; 60; 89; 108; 110; 113; 120; 153; 154; 240; 250; 275; 276; 277; 280; 281; 297; 362
modi · 33; 38; 106; 111; 234; 296; 297; 298
modo · 11; 12; 20; 26; 35; 38; 39; 52; 54; 55; 56; 66; 75; 84; 86; 106; 107; 111; 112; 113; 141; 153; 154; 163; 165; 171; 173; 177; 186; 189; 190; 199; 201; 203; 205; 207; 213; 214; 215; 216; 218; 219; 226; 229; 240; 249; 251; 275; 276; 278; 280; 281; 284; 286; 296; 297; 298; 318; 322; 341; 342; 360; 361; 366; 368; 371; 373; 375
modulo · 25; 26; 49; 92; 96; 97; 107; 112; 152; 153; 209; 283; 285; 286; 288; 322; 337; 347; 360
modulo elastico · 45
momenti · 86; 90; 279; 284; 285; 286; 287; 332; 333
momento · 68; 86; 91; 121; 124; 125; 129; 130; 131; 134; 187; 189; 200; 202; 207; 214; 275; 280; 290; 291; 320; 322; 332; 333; 334; 335; 336; 337; 339; 341; 347; 371; 375
monolateri · 33; 312
Morsch · 319
muratura · 11; 50; 51; 89; 90; 129; 131; 132; 166; 316; 335; 336; 339; 340; 342; 344
muri · 58; 228; 295
muro · 204

N

neve · 40; 43; 264; 269
nodi · 11; 12; 19; 39; 61; 111; 112; 232; 233; 234; 236; 237; 239; 240; 242; 243; 244; 245; 246; 247; 248; 249; 275; 276; 277; 278; 279; 280; 281; 284; 285; 286; 287; 288; 289; 291; 296; 316; 362; 363; 365; 366
nodo · 12; 107; 110; 112; 125; 126; 190; 203; 210; 224; 234; 237; 240; 242; 243; 244; 245; 246; 247; 249; 250; 251; 275; 276; 278; 279; 280; 284; 286; 287; 288; 290; 316; 362; 363; 364; 365; 366; 368
Nodo · 261
NSPT · 54; 226

O

ortotropa · 57

P

pali · 84; 92; 93; 94; 137; 138; 146; 151; 208; 209; 210; 290; 291; 294; 324; 325
palo · 94; 135; 137; 138; 208; 209; 210; 290; 324; 325; 326; 327

pannello · 58; 60; 85; 86; 87; 89; 90; 91; 93; 94; 95; 102; 129; 130; 138; 141; 163; 164; 171; 173; 237; 334; 336; 337; 338; 339; 340; 341
Paolucci · 98
parete · 79; 85; 90; 110; 112; 121; 128; 166; 201; 202; 203; 205; 206; 278; 289; 320; 321; 333; 335; 336; 339
pareti · 35; 57; 59; 84; 89; 90; 121; 122; 128; 129; 131; 132; 166; 199; 200; 201; 202; 203; 204; 210; 214; 278; 287; 320; 321; 326
pareti dissipative · 225
pareti dissipative · 323
Pecker · 98
periodo · 90; 130; 297; 337; 338
permanente, durata · 43
peso · 38; 55; 58; 67; 68; 69; 70; 73; 75; 95; 145; 204; 216; 239; 250; 285; 286; 288; 295; 325; 336; 337
PGA · 32
piani di calcolo · 244
piano · 38; 55; 56; 57; 58; 86; 89; 90; 128; 136; 145; 152; 153; 166; 167; 168; 186; 187; 188; 189; 190; 199; 200; 201; 202; 204; 207; 212; 213; 214; 216; 219; 220; 228; 234; 239; 241; 276; 277; 279; 280; 287; 288; 295; 296; 333; 334; 335; 336; 341
piastra · 112; 216; 276; 278; 281; 287; 289; 369; 370; 371; 372; 375
piastre · 11; 90; 112; 214; 278; 282; 287; 364; 368; 374
Piastre · 56
pilastri · 11; 26; 57; 84; 87; 100; 121; 124; 125; 126; 146; 153; 166; 186; 187; 190; 200; 202; 203; 214; 226; 227; 228; 278; 284; 316
pilastro · 87; 125; 186; 187; 200; 210; 212; 227; 277; 290; 372
plinti · 25; 27; 84; 92; 93; 135; 136; 137; 138; 146; 148; 151; 210; 212; 213; 214; 264; 290; 291
plinto · 92; 93; 135; 136; 208; 209; 210; 212; 213; 214; 290; 291; 369
Poisson · 44; 97; 283; 285; 286; 288
Polonceau · 179
portanza · 97
PREM · 60; 378
pressoflessione · 86; 90; 121; 123; 138; 335; 346
pretensione tiranti · 254
profilati · 65; 177; 333; 364; 368
profilato · 65; 66; 76; 177; 239
proprietà · 167; 171; 172; 173; 174; 186; 187; 188; 189; 200; 201; 212; 213; 281; 284; 286; 288; 361
puntone equivalente · 308
Pushover · 32; 83; 84; 116; 117; 118; 300

R

reazioni · 111; 112; 276; 279; 285
regolarità · 34; 102
resina · 211
resine · 54; 226
resistenza · 13; 49; 50; 54; 65; 129; 131; 317; 319; 320; 321; 322; 326; 327; 332; 335; 336; 339; 341; 344; 356; 368; 371; 373; 376
reticolari · 176; 178; 239; 280; 284; 360; 365; 366; 368
rigidezza · 60; 242; 275; 276; 279; 280; 281; 286; 290; 295; 296; 297; 313; 352
rigidezza fessurata · 35
rigidezze · 210; 242; 278; 279
rigidi · 34
risposta · 285; 298; 368
rotazione · 164; 210; 230; 276; 277; 279; 284; 285; 286; 287; 290; 319; 343
rotazioni · 164; 279; 284; 286; 288

S

Schmertmann · 327
scorrimento · 356
secondo ordine · 34
section cut · 114
sezione · 352
sezioni · 264
sforzo · 124; 125; 129; 130; 131; 134; 135; 320; 333; 334; 337; 341; 344; 345; 346; 347; 369; 373; 375

sicurezza · 12; 49; 50; 51; 121; 122; 123; 124; 125; 126; 128; 129; 130; 131; 132; 133; 134; 135; 136; 137; 138; 139; 140;
 317; 332; 341; 342; 344; 365; 368
 SI-ERC · 61; 62; 63; 244
 sisma · 11; 29; 38; 87; 111; 188; 236; 237; 295; 297
 sismica · 12; 13; 29; 130; 203; 296; 336
 sismico · 11; 95; 295
 SismoGIS · 31
 Slave · 42
 snellezza · 121; 125; 130; 339; 346; 353
 snervamento · 47; 48; 319; 320; 321; 343
 solai · 11; 54; 55; 56; 58; 59; 67; 68; 71; 84; 91; 92; 133; 134; 145; 152; 153; 228; 232; 239; 264; 275; 295
 solaio · 54; 67; 68; 69; 70; 72; 73; 74; 75; 76; 91; 133; 153; 154; 216; 218; 280; 281
 soletta · 69; 73
 sollecitazione · 12; 110; 284; 286; 288; 297; 316; 317; 341
 sollecitazioni · 11; 79; 111; 112; 275; 276; 278; 316; 317; 335; 340; 362; 364; 371
 sopravento · 266
 sotTOVENTO · 266
 spessore · 48; 58; 65; 90; 113; 133; 210; 288; 290; 321; 334; 335; 336; 339; 371; 372; 373; 375; 376
 spessore compressibile · 329
 Spettri · 32
 spettro · 29; 298
 spinta · 324
 spinta del terreno · 41
 spostamenti · 11; 106; 107; 111; 112; 121; 122; 123; 191; 203; 241; 276; 278; 279; 280; 281; 282; 287; 296
 spostamento · 107; 121; 122; 123; 165; 171; 173; 206; 230; 240; 241; 275; 279; 281; 287; 290; 296
 stabilità · 355
 staffe nodo · 224
 stati limite · 11; 37; 85; 86; 87; 89; 90; 91; 94; 95; 106; 316; 344; 345; 346; 347; 348
 Statica · 32
 stratigrafie · 264
 struttura · 11; 12; 18; 21; 22; 23; 24; 33; 38; 39; 54; 55; 57; 58; 61; 64; 75; 78; 79; 91; 108; 109; 110; 111; 112; 113; 120;
 140; 146; 152; 162; 163; 164; 165; 166; 204; 207; 209; 210; 216; 230; 231; 232; 233; 236; 240; 242; 275; 276; 278; 279;
 281; 289; 295; 296; 297; 322; 335; 336; 337; 340; 361; 362; 368
 strutture · 11; 12; 13; 33; 65; 93; 280; 281; 295; 296; 322; 335; 340
superficie · 27; 58; 59; 89; 90; 94; 136; 145; 206; 281; 288; 289; 290; 324; 325; 326; 327; 333; 369; 371
 svergolamento · 123; 334

T

taglio · 44; 45; 47; 49; 50; 85; 91; 121; 123; 124; 129; 130; 131; 132; 136; 138; 275; 283; 288; 289; 319; 320; 323; 326; 327;
 333; 335; 336; 338; 341; 344; 346; 354; 361; 369; 371; 372
 taglio di piano · 116
 tamponamenti · 35; 55; 308; 348
 telai · 146; 151; 207; 228; 240; 242; 360; 368
 telaio · 12; 146; 207
 tensione · 85; 87; 88; 89; 90; 91; 92; 95; 122; 123; 124; 125; 132; 134; 135; 136; 138; 282; 319; 321; 322; 323; 326; 327;
 332; 333; 335; 336; 338; 343; 345; 346; 348; 370; 371; 372
 tensioni · 86; 87; 88; 89; 91; 92; 95; 121; 122; 276; 281; 282; 289; 317; 318; 319; 321; 322; 333; 334; 341; 342; 343; 373
 teoria · 12; 94; 276; 288
 termico, carico · 11; 26; 186
 Terzaghi · 94; 324; 325
 Timoshenko · 35; 275
 torsione · 121; 123; 124; 276; 277; 320; 321
 travate · 146; 154
 trave · 86; 92; 133; 146; 152; 153; 188; 189; 190; 191; 201; 216; 217; 236; 237; 275; 277; 284; 285; 286; 287; 316; 321; 333;
 334; 361; 363; 369; 374; 375
 travi · 11; 26; 38; 58; 59; 67; 84; 85; 86; 88; 100; 112; 121; 122; 123; 124; 125; 126; 127; 145; 146; 147; 153; 166; 188; 189;
 190; 202; 214; 215; 216; 218; 226; 228; 276; 278; 284; 286; 316; 317; 333; 334; 363; 364; 368; 374
 trazione · 45; 48; 49; 317; 319; 320; 321; 322; 323; 338; 341; 343; 344; 345; 369; 372; 373; 374; 375

U

unione · 363; 364; 369

unioni · 107; 108; 154; 360; 361; 363; 364; 368

V

vento · 40; 43; 264; 267
Vesic · 25
vincoli · 61; 112; 232; 240; 250; 278; 279; 290; 291; 316
vincolo · 60; 91; 209; 210; 240; 241; 250; 251; 291

W

Winkler · 25; 95; 96

X

Xlam · 57; 290; 390