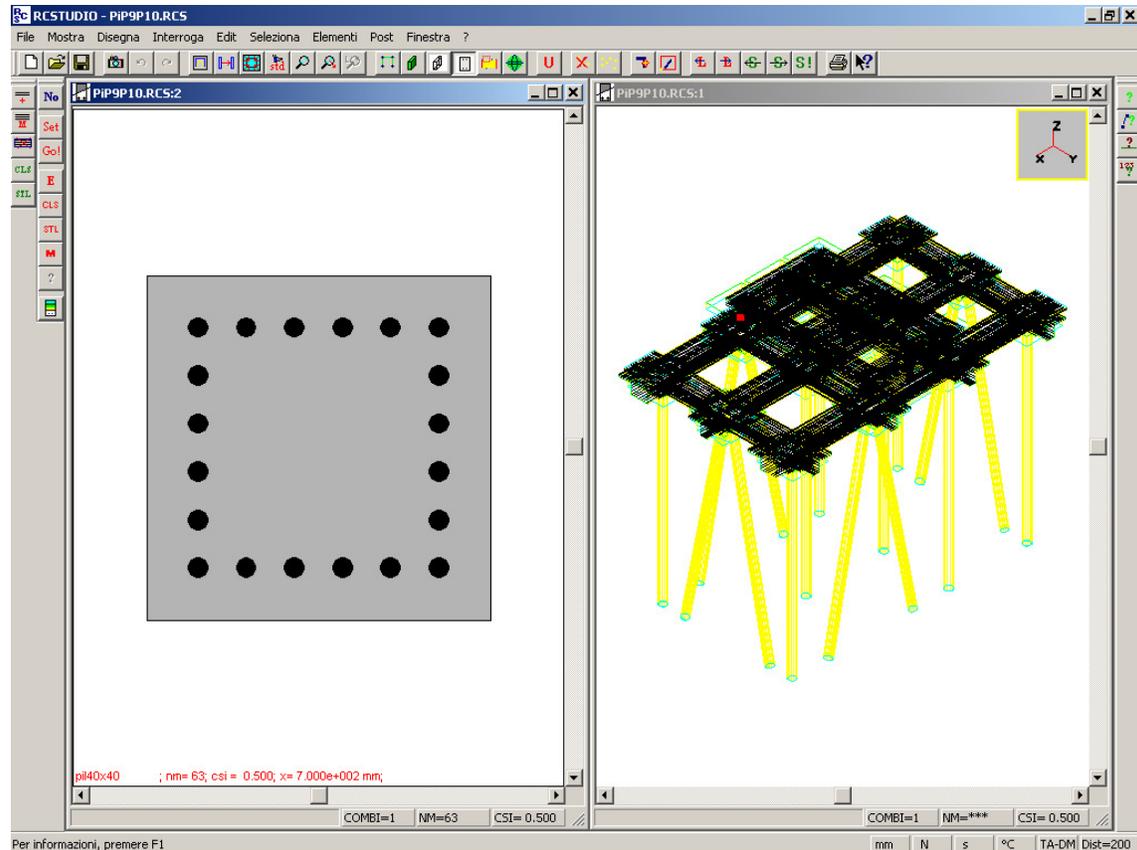


# RCSTUDIO



<http://www.castaliaweb.com>

Via Pinturicchio, 24

20133 Milano

staff@castaliaweb.com

Copyright © 2004-2012 – Castalia srl

Rev. 2.0 del 18-1-2012 aggiornato alla versione 4.00

1	Introduzione .....	5
1.1	Licenza d'uso .....	6
1.2	Panoramica.....	8
1.3	Come usare questa guida .....	11
1.4	L'interfaccia di RCSTUDIO .....	12
1.5	Generalità sui comandi .....	13
1.6	Unità di misura .....	14
2	Come.....	15
2.1	Come...cominciare da zero.....	16
2.2	Come...ottenere il modello a membrature desiderato .....	17
2.3	Come...aggiungere le armature.....	20
2.4	Come...eseguire le verifiche.....	22
2.5	Come...ottenere ed interpretare i risultati.....	29
2.6	Come...aggiornare un modello modificato.....	31
2.7	Come...avere i disegni delle armature .....	31
2.8	Come...interpretare il tabulato.....	32
3	I comandi del Menu.....	38
3.1	FILE-NUOVO.....	39
3.2	FILE-APRI.....	39
3.3	FILE-CHIUDI .....	39
3.4	FILE-SALVA.....	39
3.5	FILE-SALVA CON NOME .....	39
3.6	FILE-SALVA CONFIGURAZIONE.....	40
3.7	FILE-IMPORTA .....	40
3.8	FILE-AGGIORNA .....	41
3.9	FILE-CREA DXF.....	42
3.10	FILE-FOTOGRAFA.....	43
3.11	FILE-STAMPA.....	43
3.12	FILE-ANTEPRIMA DI STAMPA.....	43
3.13	FILE-SETUP STAMPANTE.....	44
3.14	MOSTRA-BARRA STRUMENTI .....	44
3.15	MOSTRA-BARRA DI STATO .....	44
3.16	MOSTRA-ASSI RIF .....	45
3.17	MOSTRA-OGGETTI.....	45

3.18	MOSTRA-DIMENSIONI.....	46
3.19	MOSTRA-COLORI .....	48
3.20	MOSTRA-ELEMENTI .....	48
3.21	MOSTRA-FONT.....	49
3.22	MOSTRA-ORIENTAZIONE .....	50
3.23	MOSTRA-FEM.....	51
3.24	MOSTRA-SOLIDI .....	51
3.25	MOSTRA-SOLIDI TRASPARENTI.....	52
3.26	MOSTRA-SEZIONE CORRENTE .....	52
3.27	DISEGNA-RIDISEGNA .....	52
3.28	DISEGNA-INCLUDI.....	53
3.29	DISEGNA-PAN .....	53
3.30	DISEGNA-ZOOM IN.....	53
3.31	DISEGNA-ZOOM OUT.....	53
3.32	DISEGNA-VISTA STD .....	53
3.33	DISEGNA-RIMAPPA.....	54
3.34	DISEGNA-ESTRAI .....	55
3.35	INTERROGA-GENERALE .....	56
3.36	INTERROGA-GEOMETRIA.....	57
3.37	INTERROGA-ELEMENTI .....	57
3.38	INTERROGA-TROVA .....	58
3.39	SELEZIONA-TUTTI .....	59
3.40	SELEZIONA-NESSUNO.....	59
3.41	SELEZIONA-CLICK .....	59
3.42	SELEZIONA-BOX .....	60
3.43	SELEZIONA-POLIGONALE .....	60
3.44	SELEZIONA-ELEMENTI CON NOME.....	60
3.45	SELEZIONA-ELEMENTI CON SEZIONE .....	60
3.46	SELEZIONA-OGGETTI.....	61
3.47	SELEZIONA-SERBATOIO .....	61
3.48	SELEZIONA-SEZIONE PRECEDENTE.....	61
3.49	SELEZIONA-SEZIONE SUCCESSIVA .....	62
3.50	SELEZIONA-SEZIONE.....	62
3.51	SELEZIONA-UNITA' .....	63

3.52	SELEZIONA-COMBINAZIONE-PRECEDENTE.....	63
3.53	SELEZIONA-COMBINAZIONE-SUCCESSIVA .....	64
3.54	ELEMENTI-ASSEGNA GRUPPO.....	64
3.55	ELEMENTI-AGGIUNGI ARMATURE.....	64
3.56	ELEMENTI-MODIFICA ARMATURE .....	75
3.57	ELEMENTI-ELIMINA TUTTE LE ARMATURE.....	78
3.58	ELEMENTI-PICK ARMATURE .....	78
3.59	ELEMENTI-ASSEGNA CALCESTRUZZO.....	79
3.60	ELEMENTI-ASSEGNA ACCIAIO.....	79
3.61	POST-NO POST .....	81
3.62	POST-IMPOSTA .....	81
3.63	POST-VERIFICA.....	85
3.64	POST-INVILUPPO.....	85
3.65	POST-COMBINAZIONE.....	86
3.66	POST-ACCIAIO .....	86
3.67	POST-CALCESTRUZZO .....	87
3.68	POST-INTERROGA.....	87
3.69	POST-SFORZI ADIMENSIONALI .....	90
3.70	FINESTRA-NUOVA FINESTRA .....	93
3.71	FINESTRA-SOVRAPPONI .....	93
3.72	FINESTRA-AFFIANCA .....	93
3.73	FINESTRA-DISPONI ICONE .....	93
3.74	HELP-INDICE .....	93
3.75	HELP-HELP CONTESTUALE.....	93
3.76	HELP-INFORMAZIONI SU RCSTUDIO.....	94

# 1 Introduzione

## 1.1 Licenza d'uso

### CONTRATTO DI CONCESSIONE IN USO

Si conviene quanto segue:

Castalia s.r.l. dà in uso al Concessionario n. 1 copia del pacchetto di programmi di elaborazione dati RCSTUDIO nel seguito denominato Programma.

Il Programma è composto dai supporti magnetici o ottici, dalla protezione hardware, dalla licenza d'uso e da tutti i materiali di supporto consegnati sotto forma di documenti elettronici in vari formati. Va intesa come parte del "programma" ai fini del presente contratto anche l'applicazione RCSHAPE, alla quale RCSTUDIO si collega.

La concessione è regolata dalle seguenti condizioni:

- 1) Castalia srl, per accordo con gli Autori, ha e mantiene in via esclusiva i diritti di copyright sul programma, sul manuale e su tutto il materiale scritto di accompagnamento al Programma. Il Programma è tutelato dalle leggi sul diritto d'Autore e sul copyright dell'Italia, dalle disposizioni dei trattati internazionali e da tutte le leggi nazionali applicabili. Il Programma è composto da vari moduli ciascuno dei quali è e rimarrà di proprietà degli Autori e non del Concessionario.
- 2) Il Concessionario ha diritto di usare una sola copia del Programma in un solo elaboratore. Il Concessionario non potrà usare il Programma in più di un elaboratore o terminale allo stesso tempo. Se il programma è stato preso in canone annuo d'uso, il Concessionario ha diritto ad usarlo solo fino alla scadenza riportata in fattura. Se entro quindici giorni dalla data di scadenza riportata in fattura il Concessionario non dà comunicazione scritta del proprio desiderio di apportare delle variazioni, il canone si intende rinnovato per un ulteriore anno con la stessa configurazione dell'anno precedente. Se invece il programma è stato preso con una licenza illimitata, il Concessionario ha diritto ad usarlo per un periodo di tempo illimitato. Eventuali future nuove versioni del programma dovranno essere acquistate a parte (aggiornamento).
- 3) Nè il Programma nè una sua copia potrà essere sub-licenziato a terzi, nemmeno a titolo precario e gratuito o per un periodo limitato di tempo, nè in tutto nè in parte.
- 4) Il Concessionario si impegna alla custodia del Programma; nel caso che questo gli venga sottratto illecitamente, esso si impegna a darne tempestiva comunicazione a Castalia s.r.l., oltre che ad assumere le iniziative necessarie ad impedire o limitare la diffusione non autorizzata del Programma.
- 5) Il Programma non potrà essere modificato od incorporato in altri programmi, convertito, decodificato, decompilato, disassemblato o sottoposto ad alcun processo mirante alla sua riconversione in programma sorgente.
- 6) In caso di inottemperanza alle condizioni di cui sopra, il presente contratto di concessione verrà risolto per fatto e colpa del Concessionario, il quale dovrà restituire il Programma unitamente al suo supporto materiale e a tutta la documentazione annessa, senza diritto a rimborso alcuno tutto ciò salvo il risarcimento degli ulteriori danni e le eventuali azioni penali.
- 7) Il Programma è fornito "come è". Castalia s.r.l. e gli Autori, nonostante che il Programma sia stato sottoposto ad accurati controlli, declinano ogni responsabilità nell'ipotesi che i risultati delle elaborazioni ottenuti con l'utilizzazione dello stesso risultassero affetti da errori o carenze di qualsiasi genere, intendendosi con ciò che il Concessionario è comunque tenuto al controllo dei risultati dell'elaborazione.
- 8) Castalia srl garantisce che il prodotto e i supporti sui quali il software è fornito sono sostanzialmente privi di difetti significativi per un periodo di tre (3) mesi dalla data di consegna del prodotto. In caso di materiale o prodotto difettoso l'unico impegno di Castalia è quello – su sua scelta – di sostituire le parti difettose. Le parti sostituite diventeranno proprietà di Castalia srl.
- 9) Richieste di sostituzioni in garanzia dovranno essere fatte entro sette giorni dalla data di osservazione del difetto, accompagnate da prove soddisfacenti e precise indicazioni.
- 10) Eccetto quanto qui sopra stabilito non c'è alcuna altra garanzia, affermazione o condizione riguardante il Prodotto, o i servizi o prestazioni di Castalia srl o degli Autori, esplicite e implicite, ivi inclusa (e non solo) la garanzia implicita di capacità di assolvere un determinato compito.
- 11) Le responsabilità di Castalia srl e degli Autori per danni al concessionario o ad ogni altra parte, per qualsiasi causa, inclusa la negligenza, non potrà mai eccedere il prezzo pagato per l'unità di prodotto che ha causato il danno. In nessun caso Castalia o gli Autori saranno responsabili per qualsiasi danno causato dal mancato assolvimento dei suoi obblighi da parte del Concessionario, o per qualsiasi perdita di dati, profitti, risparmi, od ogni altro danno consequenziale o incidentale, o per ogni reclamo basato su azioni di terze parti.

12) Per qualsiasi controversia il foro competente è quello di Milano.

13) L'uso del programma comporta la incondizionata accettazione di questo contratto di licenza d'uso.

## 1.2 **Panoramica**

RCSTUDIO (**R**einforced **C**oncrete **S**TUDIO) è un nuovo programma dedicato allo studio degli elementi in calcestruzzo armato. RCSTUDIO nasce per interfacciarsi con Sargon e con Cesco Plus, applicazioni dedicate rispettivamente alle strutture 3D ed alle strutture 2D.

Compito di RCSTUDIO è prendere tutte le informazioni aggiuntive necessarie a gestire le armature e le verifiche secondo le norme sugli elementi in calcestruzzo armato. Obiettivo di RCSTUDIO è quello di facilitare il progettista strutturale nella fase di analisi e verifica della struttura.

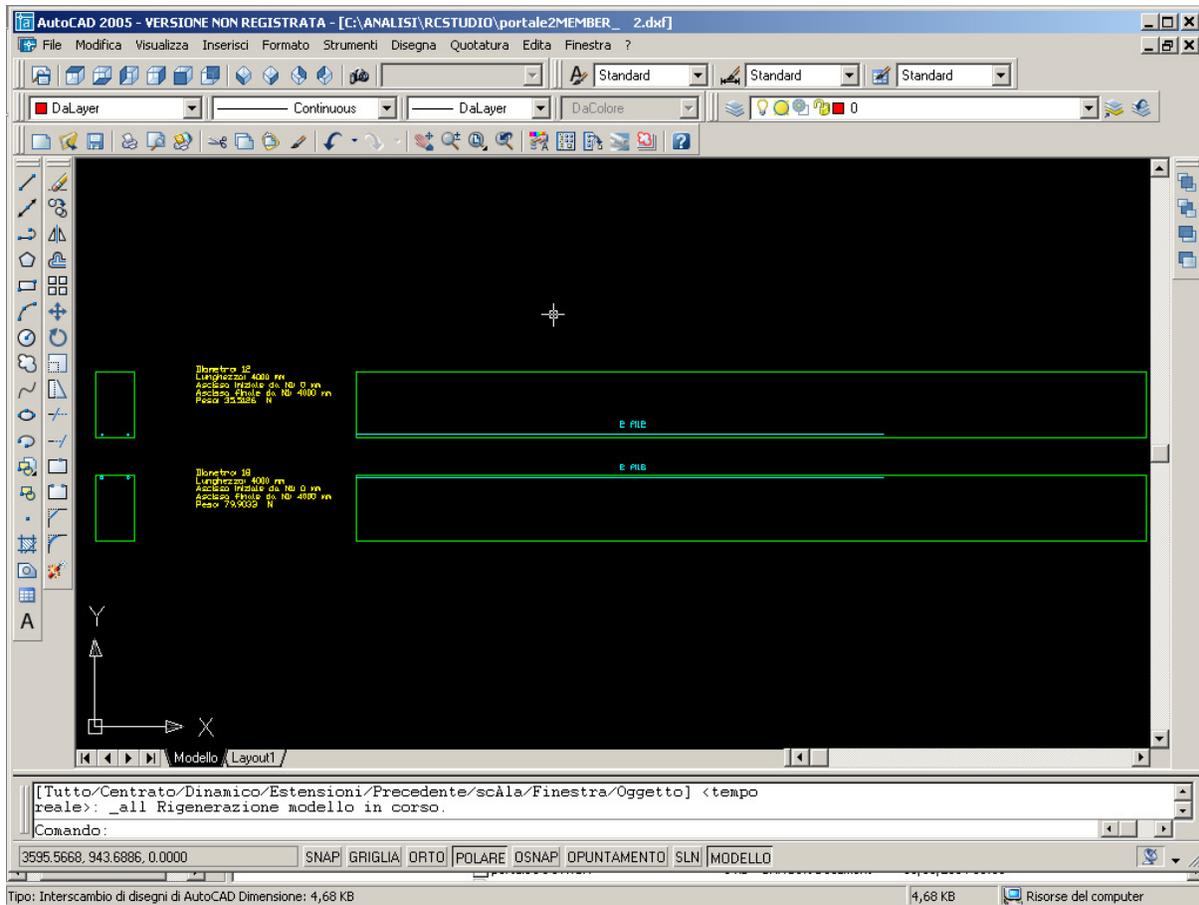
Il progetto RCSTUDIO, rilasciato nel corso del 2005 nella sua prima versione, è ampio, poiché include la gestione delle armature di precompressione, delle fasi di getto, degli elementi bidimensionali (lastre e piastre). Al momento vengono gestiti elementi monodimensionali prismatici in presso e tenso flessione deviata, secondo le norme alle tensioni ammissibili ed agli stati limite, in accordo alle norme italiane ed all'EC2.

RCSTUDIO si avvale, come motore di verifica sezionale, del programma esterno RCSHAPE.

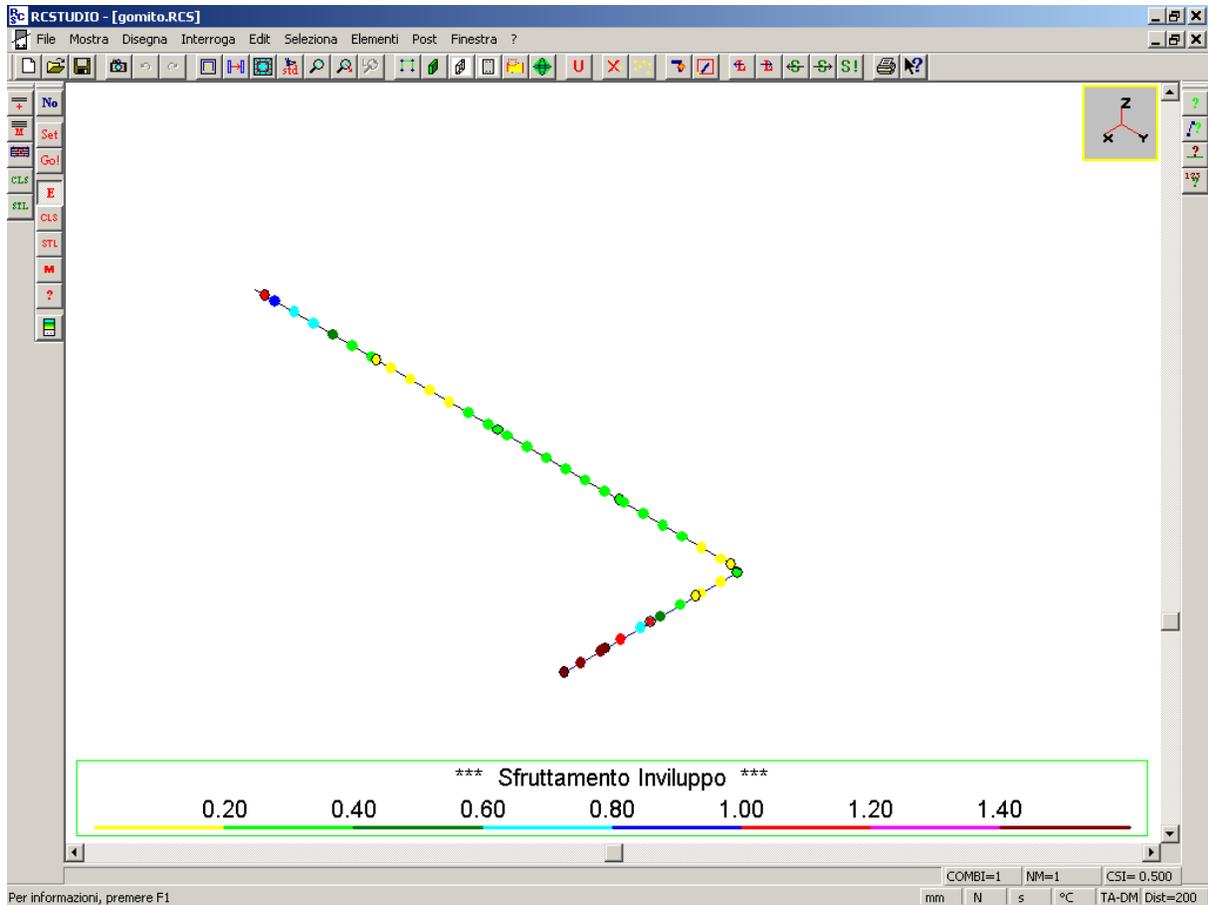
La classe delle sezioni gestibili è assai ampia, e di fatto completamente generale. Sono gestibili tutte le sezioni descrivibili mediante un vettore di poligonali “piene” e “vuote”.

Dato che esistono molte applicazioni dedicate al cemento armato improntate a “filosofie” assai differenti è bene indicare chiaramente quali caratteristiche RCSTUDIO non ha e non vuole avere.

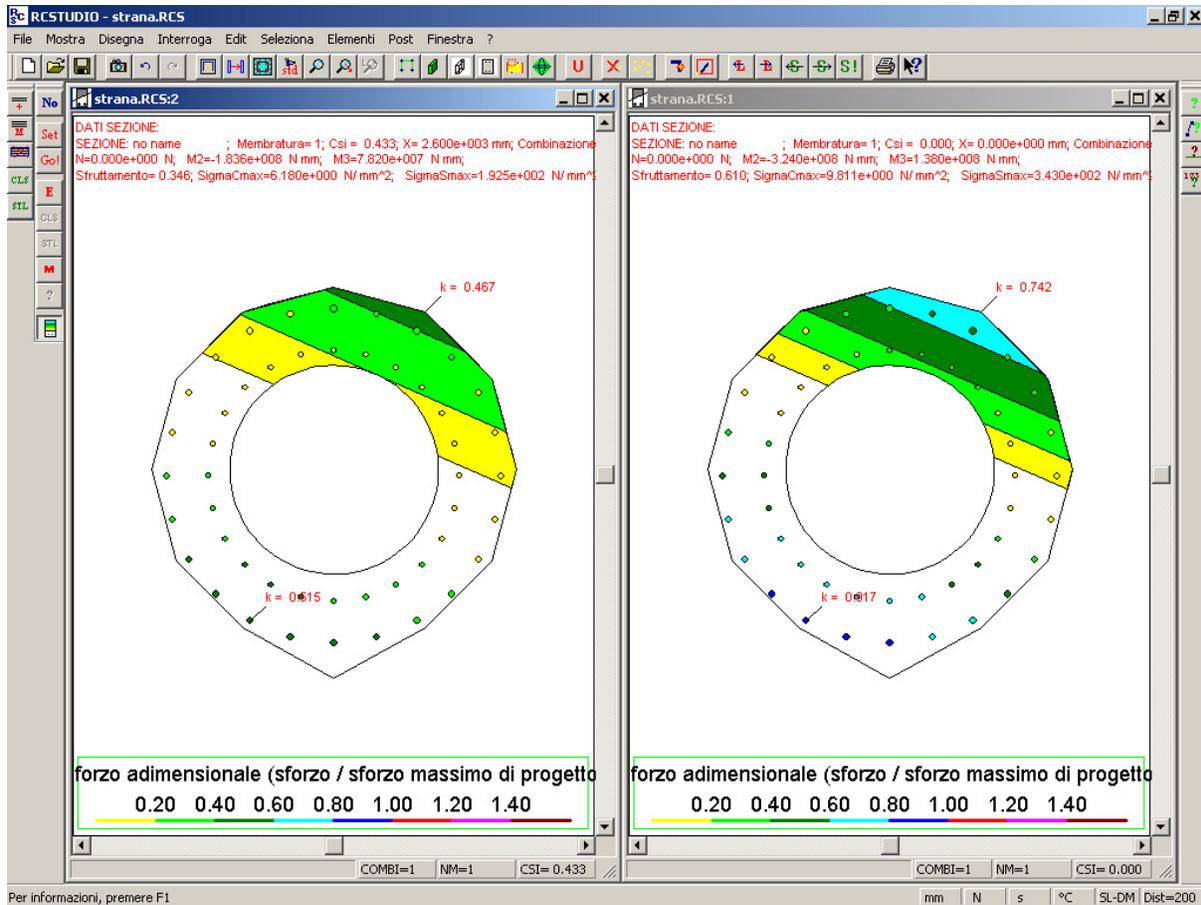
RCSTUDIO non vuole essere uno di quei programmi presuntivamente capaci di generare in modo automatico le armature per una struttura in c.a.. Non vuole creare tavole esecutive in modo automatico. Non vuole, in una parola, sostituirsi al progettista.



RCSTUDIO vuole dare al progettista la possibilità di costruire l'armatura tenendo costantemente sotto controllo i dati di calcolo fondamentali. Vuole poi fornire al progettista tutte le informazioni in modo chiaro, così da consentirgli di completarle in modo controllato. Fa parte di questo progetto la creazione di file dxf con il disegno delle carpenterie e delle armature, ma tali disegni sono privi degli ancoraggi e delle pieghe, di tutte quelle disposizioni costruttive che di fatto rendono operanti le armature stesse. I disegni riportano le armature che il progettista ha costruito.



L'idea base di RCSTUDIO è questa: lavorare in un ambiente di calcolo unifilare per procedere con la fase iniziale del progetto (SARGON, CESCO PLUS) eppoi rifluire in RCSTUDIO per la descrizione delle armature, eseguendo le verifiche sezionali in modo automatico. Eventuali modifiche ai carichi o alle forme sezionali non devono comportare sostanziali perdite nelle armature.



I comandi sono stati implementati avendo in mente esigenze di tipo generale, in specie forme sezionali di tipo generale. Per questa ragione alcune funzionalità che si sarebbero potute implementare nei casi più elementari non sono disponibili (tipicamente per le sezioni rettangolari in flessione semplice sarebbe possibile pervenire a algoritmi di progetto automatico, come ad esempio si è fatto in CESCO PLUS).

RCSTUDIO è un verificatore. I progettisti sono gli utenti.

### 1.3 Come usare questa guida

La guida è divisa nelle seguenti parti, ciascuna delle quali assolve un certo compito:

#### Introduzione

Vi sono inseriti argomenti di carattere generale e propedeutico all'uso del programma.

#### Come fare a...

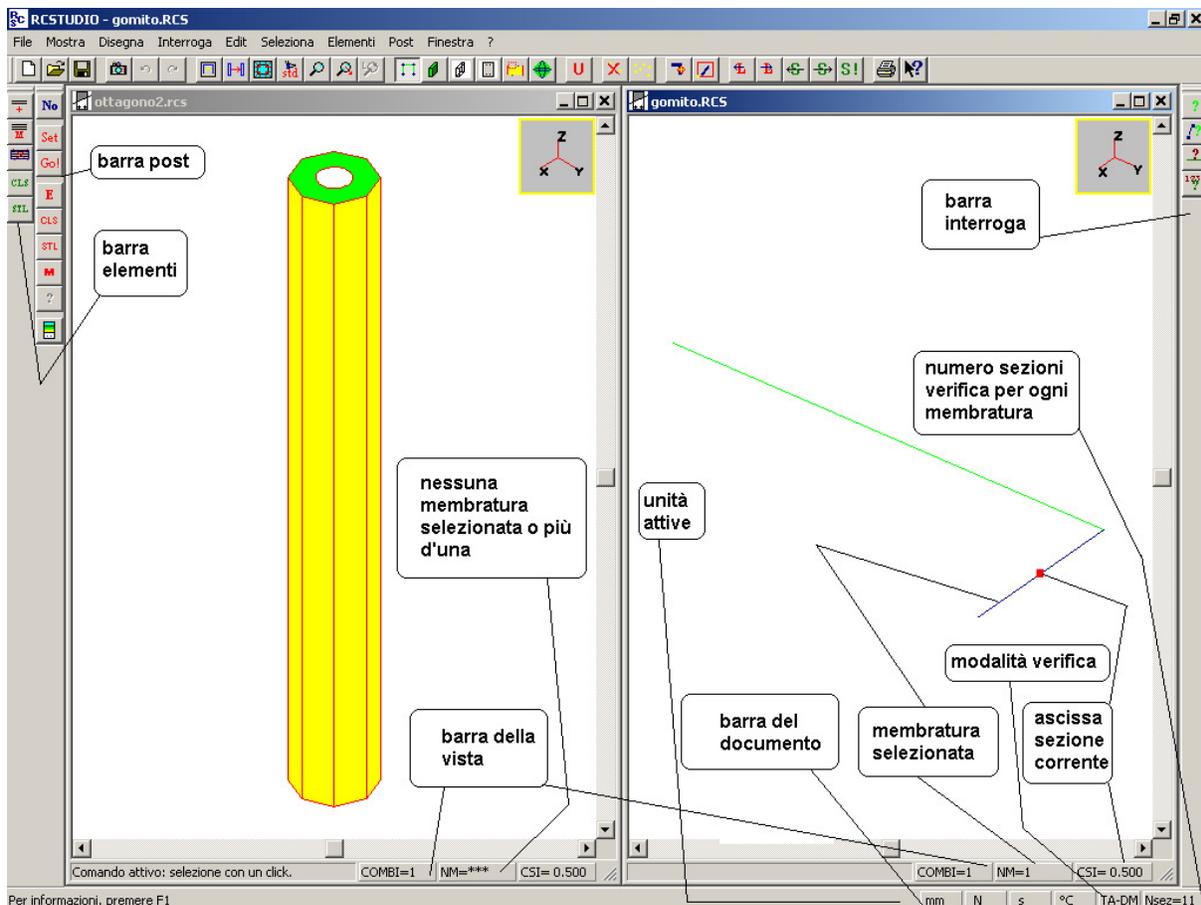
E' la parte che elenca i vari problemi che si possono presentare, spiegando a quali comandi fare riferimento per risolverli.

## Comandi

E' la ordinata lista di tutti i comandi del programma con le spiegazioni su come far funzionare il singolo comando nel dettaglio.

La guida dispone inoltre di un elenco di parole chiave (keyword) che può utilmente essere usato per trovare quello che interessa.

## 1.4 L'interfaccia di RCSTUDIO



L'ambiente di lavoro prevede una cornice principale, un menù di comandi, una barra di stato, varie barre di comandi, due barre di scorrimento.

Moltissime caratteristiche di RCSTUDIO sono comuni a tutti i programmi per Windows (il funzionamento delle finestre, delle barre di scorrimento, delle finestre di dialogo eccetera eccetera).

Altre sono proprie di RCSTUDIO. **In RCSTUDIO, per esempio, il tasto destro del mouse ha sempre la funzione di interrompere un comando, ed è pertanto assimilabile al tasto ESC. Il tasto sinistro sinistro è assimilabile al tasto “INVIO” della tastiera.**

Nella barra di stato della finestra principale sono indicate le unità di misura attive in quel momento. Inoltre vi è indicato il tipo di verifica che verrà eseguito ed il numero di sezioni di verifica per ogni membratura. Vengono altresì riportati suggerimenti sul significato e l'uso dei comandi.

Le barre tematiche possono essere visibili oppure nascoste.

Portando il mouse sopra un bottone si ha un suggerimento (tool tip) sul significato di quel bottone.

RCSTUDIO supporta il context sensitive help.

Diversi comandi fanno vedere un cerchio colorato in rosso che si muove col movimento del mouse. Talvolta questo circoletto compare due volte anzichè una, a causa della comparsa di dialoghi o per la particolare sequenza di comandi dati: è sufficiente rinfrescare lo schermo per tornare a vedere un solo pallino (comando Ridisegna).

### 1.5 Generalità sui comandi

In RCSTUDIO i comandi si dividono in due grandi categorie: i comandi modali ed i comandi non modali.

I comandi modali sono comandi nel corso dei quali non possono essere eseguiti altri comandi. I comandi non modali possono invece essere temporaneamente abbandonati. Alla prima categoria appartengono i comandi che non necessitano di dati di input, oppure comandi che sfociano in una finestra di dialogo di tipo modale (che si conclude cioè con “Ok” o “Cancel” e che non consente all'utente di andarsene senza chiudere il dialogo).

Alla seconda categoria appartengono comandi che attendono la decisione dell'utente. Una importante decisione riguarda la fine del comando stesso. Alcuni comandi si aspettano certe informazioni e terminano quando le ricevono, altri terminano solo quando l'utente decide di smettere. Consultare l'help sui singoli comandi per avere dettagliate spiegazioni circa il loro comportamento.

I comandi non modali durano il tempo che l'utente vuole. Se un comando non modale attende di sapere dall'utente quale è la membratura alla quale applicare una sezione finchè non riceve questa informazione o viene interrotto esso rimarrà attivo.

**Un comando non modale può sempre essere abortito cliccando il tasto destro del mouse o il tasto ESC.**

In generale, nel corso dell'esecuzione di un comando non modale è possibile eseguire un altro comando, anche non modale, al termine del quale ci si ritroverà dove si era prima di lasciare il comando.

I comandi non modali possono dunque essere accatastati tra loro e con comandi modali. L'utente deve usare con accortezza questa possibilità, evitando di eseguire comandi contraddittori, e comunque non accatastandone più di due o tre. Al terzo comando accatastato il programma dà un messaggio che fa da promemoria.

Per sapere qual'è il comando attivo in un certo istante è possibile guardare la barra di stato: se si è in un comando non modale essa ricorda quale comando si sta eseguendo.

Per chiudere una serie di comandi accatastati basta premere ripetutamente il tasto destro del mouse (o ESC).

Nel caso di un comando non modale, che richiede il movimento del cursore, è possibile usare sia il mouse che la tastiera. Il movimento del mouse è emulato dalle frecce, il tasto sinistro dal tasto "INVIO", il tasto destro dal tasto "ESC". L'uso della tastiera è pensato per chi non ha un mouse, eventualità questa piuttosto remota.

## 1.6 Unità di misura

RCSTUDIO consente di modificare in ogni istante le unità di misura usate per dialogare con il programma sia in input che in output.

Le unità di misura correntemente adottate dal programma sono indicate nella barra di stato del modello correntemente attivo (barra del documento).

Uno specifico comando (Seleziona-Unità) consente di scegliere le unità di misura per la lunghezza, la forza, il tempo e la temperatura. Le grandezze derivate, come la pressione, impiegano unità di misura coerenti con quelle di base.

## 2 Come...

## 2.1 Come...cominciare da zero

RCSTUDIO non gestisce la creazione di modelli partendo da zero se non tramite importazione di modelli FEM fatti altrove, in particolare o modelli 3D fatti impiegando il programma Sargon (file .wsr) o modelli piani fatti in CESCO PLUS (tramite il formato di scambio .sr2).

RCSTUDIO gestisce i file con estensione RCS. Si interfaccia all'ambiente FEM tramite i file:

.WSR, .SDB, .DDB	nel caso di modelli Sargon
.SR2, .SDB, .DDB	nel caso di modelli CESCO PLUS.

La prima operazione da compiere è quindi quella di aprire un nuovo file (vuoto) e di importare il modello di origine (wsr o sr2) mediante i due comandi File-Nuovo e File-Importa.

Nel caso di Sargon l'operazione precedente è compiuta automaticamente dal programma, secondo le seguenti convenzioni. Premuto il bottone che corrisponde alla opzione RCSTUDIO!, Sargon controlla se esiste già un modello RCSTUDIO oppure no. Se esiste esso si limita a lanciare RCSTUDIO chiedendogli di aprire il modello RCSTUDIO esistente. Se non esiste, allora RCSTUDIO viene aperto e viene automaticamente creato un file nuovo ed importato il modello Sargon attivo al momento della esecuzione del comando RCSTUDIO!, in Sargon. Non è quindi necessario, in questo caso, aprire un file nuovo ed importare esplicitamente il modello.

Una volta importato il modello la prima cosa da fare è controllare che le membrature decodificate dal programma siano quelle che ci si attende di trovare. La decodifica del modello FEM in un modello a membrature è una opzione tutt'altro che banale ([Come ottenere il modello a membrature desiderato](#)), e dipende non solo da come sono fatti gli elementi finiti, da quali sezioni hanno, e da come sono orientate le sezioni, bensì dipende anche da una serie di scelte che l'utente può fare (in Sargon) relativamente ai "segni di connessione", vale a dire opportune codifiche che servono a capire quali elementi siano interrotti e quali no. Analoga codifica è [in corso di aggiunta] in CESCO PLUS.

Se il modello a membrature non è corretto occorre ritornare al modello FEM, cancellare il file RCS creato in precedenza, modificare quanto va modificato nel modello FEM, e poi ritornare a

RCSTUDIO in modo automatico. La cancellazione del modello RCS è necessaria in quanto, esistendo il modello, non ne viene creato uno nuovo ma viene semplicemente letto il modello esistente. In alternativa si dovrà creare un file nuovo in RCSTUDIO, importare il modello FEM modificato e salvare il modello sovrascrivendo il precedente file RCS.

Se il modello a membrature che ci si ritrova in RCSTUDIO è corretto, allora si può passare alla fase successiva che essenzialmente consiste nella attribuzione a tutte le membrature che si intendono verificare (possono non essere tutte le membrature esistenti, ma solo un sottoinsieme), le seguenti cose:

- Un tipo di calcestruzzo, definito essenzialmente da una classe di resistenza cubica caratteristica
- Un tipo di acciaio per le armature
- Uno o più insiemi di barre di armatura.

Una volta che tutto ciò sia stato fatto per tutte le membrature il modello è pronto per essere verificato.

Il lavoro all'interno di RCSTUDIO consiste in pratica nel definire per tutte le membrature pertinenti le armature necessarie, eseguire le verifiche, modificare quanto necessario sino a convergere ad una soluzione accettabile. Infine documentare per mezzo di immagini, tabulati e disegni, i calcoli di verifica eseguiti.

## 2.2 **Come...ottenere il modello a membrature desiderato**

Per *membratura* in RCSTUDIO intendiamo un elemento prismatico avente sezione costante, composto nell'ambito della modellazione FEM da un certo numero di elementi finiti (rami in CESCO PLUS) che devono necessariamente soddisfare le seguenti proprietà:

- Essere o tutti travi o tutti bielle
- Essere allineati
- Avere la stessa sezione
- Avere terzo nodo identico (rotazione del profilo identica in CESCO PLUS)
- Avere lo stesso materiale

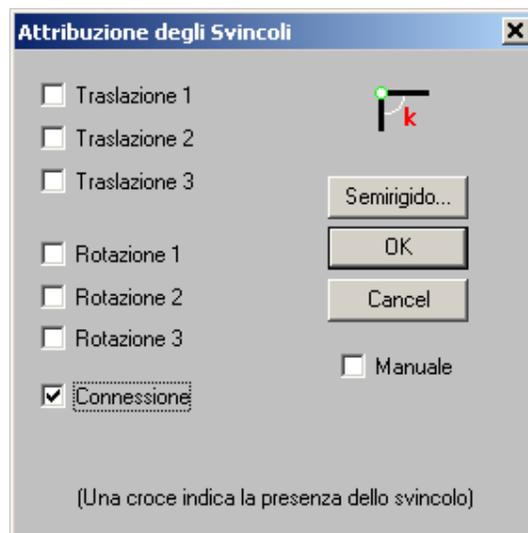
- Non avere alcuno svincolo reale al proprio interno (cerniere, pattini o altro)

Il soddisfacimento delle regole predette può portare ad avere membrature non desiderate, nel senso che vi sono situazioni nelle quali possono essere decodificate membrature che invece, pur essendoci continuità strutturale, sono composte da tratti distinti e quindi da membrature fisicamente diverse.

E' classico l'esempio della colonna passante che riceve travi passanti anch'esse perché incastrate nella colonna.

In assenza di alcuno svincolo si può distinguere la situazione di:

- Trave passante e colonna passante (solo c.a., non acciaio né legno: in CSE questa situazione non è ammissibile, in RCSTUDIO sì)
- Trave passante e colonna interrotta
- Colonna passante e trave interrotta
- Colonna interrotta e trave interrotta



### **Sargon: come applicare una sconnessione fittizia, “segno di connessione”**

Per imporre delle soluzioni di continuità ad una linea d’asse che sarebbe altrimenti ininterrotta, e generare quindi più membrature là dove il programma potrebbe aggiungere una membratura unica, si possono aggiungere in Sargon dei “segni di connessione”, vale a dire delle sconnessioni fittizie, le quali non vengono in alcun modo tenute in conto nel calcolo, così da lasciare ininterrotte da svincoli le linee d’asse, ma delle quali invece si tiene conto allorchè in CSE (Connection Study

Environment, per le strutture in acciaio) o in RCSTUDIO (Reinforced Concrete STUDIO per le strutture in conglomerato cementizio armato), si abbia a ricostruire automaticamente un *modello a membrature* da un *modello a elementi finiti* (Sargon) o da un *modello a rami* (Cesco Plus, ma in realtà i rami altro non sono che elementi finiti).

In RCSTUDIO il termine “elemento”, se privo della specificazione “trave” o “biella” è usato equivalentemente al termine “membratura”.

Il prodotto della decodifica automatica del modello agli elementi finiti (FEM) è un modello a membrature, ed in RCSTUDIO si lavora con membrature, non più con i rami o con gli elementi finiti.

Beneinteso, il modello agli elementi finiti resta ben presente e tutte le informazioni necessarie a ricostruire i corretti posizionamenti ed il corretto stato di sforzo sono gestite automaticamente da RCSTUDIO che, nota che sia una certa posizione sulla membratura, ricostruisce in modo automatico quale elemento finito interessi ed in quale sua ascissa adimensionale locale.

Sebbene il concetto di *membratura* in RCSTUDIO sia affine al concetto di *superelemento* in Sargon o di *membratura* in CESCO PLUS, vi sono importantissime differenze.

Infatti in RCSTUDIO una membratura può soltanto essere prismatica e solo con sezione, materiale ed orientazione costante, là dove ai fini delle verifiche è possibile fare uso di “superelementi” o membrature non prismatiche.

Ne consegue che i *superelementi* in Sargon non vengono letti né impiegati in RCSTUDIO ed allo stesso modo le “membrature” in CESCO PLUS non sono impiegate in RCSTUDIO.

Poiché negli elementi in c.a. è spesso presente una rastremazione di costruzione, è allo studio un ampliamento della presente definizione, che consenta di studiare membrature non prismatiche. In verità tale ampliamento sarà compiuto generalizzando il concetto di “elemento beam” in Sargon e Cesco Plus, sino a ricomprendere elementi con sezione variabile linearmente. Al momento comunque gli elementi non prismatici non sono coperti dall’ambito di applicazione di RCSTUDIO.

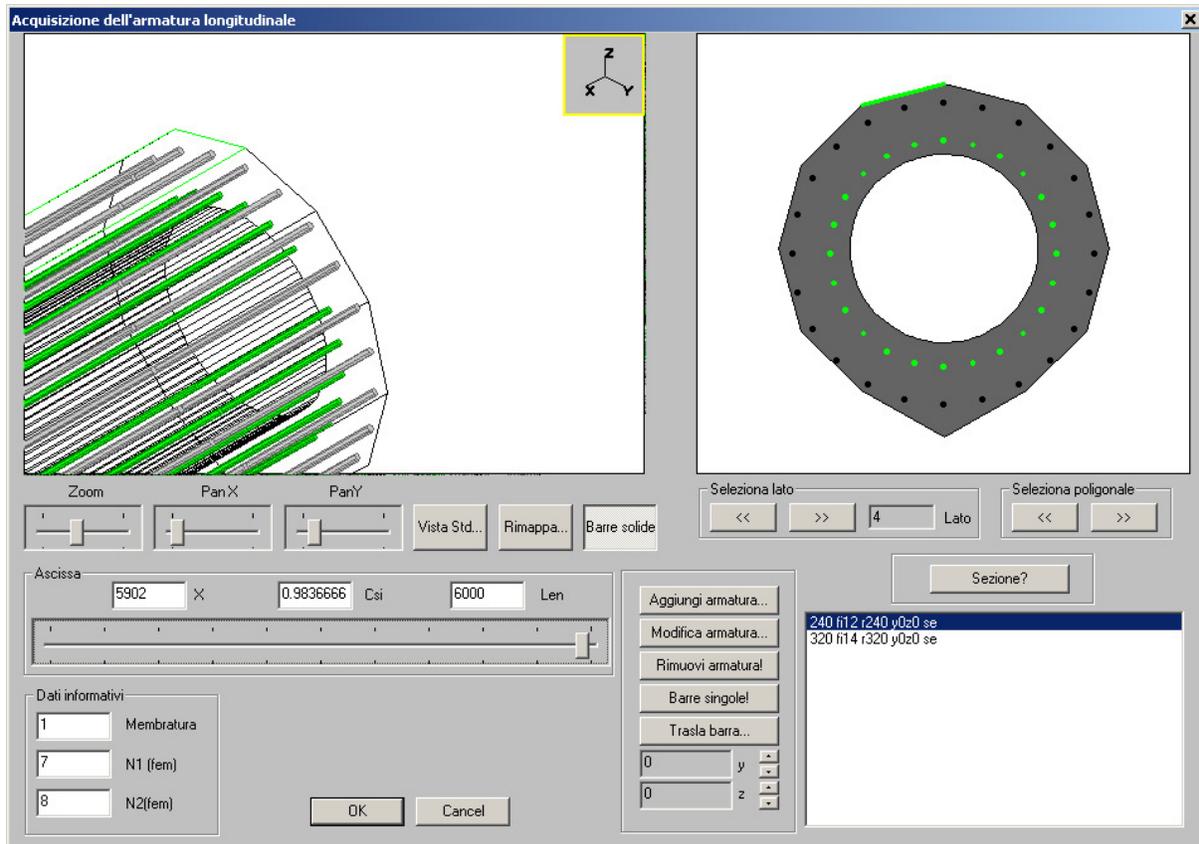
Il modo migliore per controllare come il programma abbia decodificato il modello FEM e creato il modello a membrature è, nei casi più semplici, cliccare sulle membrature selezionandole e deselegionandole, in modo da vedere qual è la lunghezza loro attribuita dal programma. Nei casi più complessi è possibile selezionare per mezzo di box molte membrature per volta o interrogare il programma per conoscere il numero di membrature decodificate, e paragonare poi tale numero con quello effettivamente atteso.

Inoltre è possibile vedere solo i nodi FEM che corrispondono agli estremi delle membrature e nascondere i nodi fem che corrispondono agli elementi finiti interni alle membrature. E' anche possibile e previsto, vedere entrambi gli insiemi di nodi ma mostrare i nodi delle membrature di dimensione diversa rispetto ai nodi degli elementi finiti.

Un modo sicuramente interessante per eseguire le verifiche sulle membrature escludendo i tratti rigidi terminali (sede di picchi di momento non sempre realistici), consiste nel fare in modo che nel modello FEM i tratti terminali rigidi abbiano una sezione (rigida e fittizia) diversa dalla sezione adoperata per gli elementi finiti interni: in questo modo si è sicuri che gli elementi rigidi vengano decodificati come membrature diverse e quindi che questi tratti possano essere esclusi dal calcolo. In alternativa, è possibile adoperare la stessa sezione ma applicare agli estremi dei tratti rigidi dei “segni di connessione” che impongano la soluzione di continuità e quindi conducano a membrature differenti. Si ricorda che sia in Sargon che in CESCO PLUS è possibile spezzare molti elementi per volta (comando Splitta) in due tratti diseguali, ed è quindi facilmente possibile generare un modello che abbia agli estremi tratti rigidi.

Le membrature che corrispondono ai tratti estremali possono facilmente essere scartate dalle verifiche: basterà non attribuire loro alcuna armatura. Analogo ragionamento vale per tutte quelle membrature che, o perché realizzate con profili in acciaio, legno o altro materiale, o perché semplicemente non interessano, debbano essere scartate dalle verifiche stesse.

## 2.3 **Come...aggiungere le armature**



Il modello di armatura presentemente gestito da RCSTUDIO è costituito da barre longitudinali diritte estendenti parallelamente all'asse della membratura da un dato punto iniziale ad un dato punto finale all'interno della membratura. Al limite le barre possono estendersi per tutta la lunghezza della membratura.

Per definire l'armatura delle varie membrature sono disponibili una serie di comandi che consentono di scegliere e posizionare i ferri nel modo preferito.

La rappresentazione dell'armatura è fatta in modo wireframe o in modo solido. Delle varie viste che possiede RCSTUDIO (modi di rappresentare la struttura) due al momento sono quelle nelle quali è possibile vedere le armature: la vista solida trasparente e la vista sezionale.

I comandi per aggiungere o modificare le armature si trovano sotto il menu Elementi.

Un primo comando serve ad aggiungere le stesse armature a molte membrature tutte con la medesima sezione (tipicamente una serie di membrature eguali). Si tratta del comando Elementi-Aggiungi Armature. In questo caso le armature vengono aggiunte a quelle già presenti sulle varie membrature. Si possono aggiungere le stesse armature a molte membrature per volta perché tutte queste membrature hanno la stessa sezione: è questo che garantisce un posizionamento univoco.

Un secondo comando pensato per consentire l'aggiunta e la modifica delle armature è il comando Elementi-Modifica Armature, che consente funzionalità più di dettaglio ma che, proprio

per questo, può funzionare solo su una singola membratura. Questo comando consente di modificare o aggiungere le armature esistenti su una unica membratura tenendo contemporaneamente sotto controllo sia la vista globale che la vista locale. Il comando consente di posizionare le armature sulla sezione in modo alfanumerico, in modo guidato o in modo grafico, mediante la traslazione di barre singole.

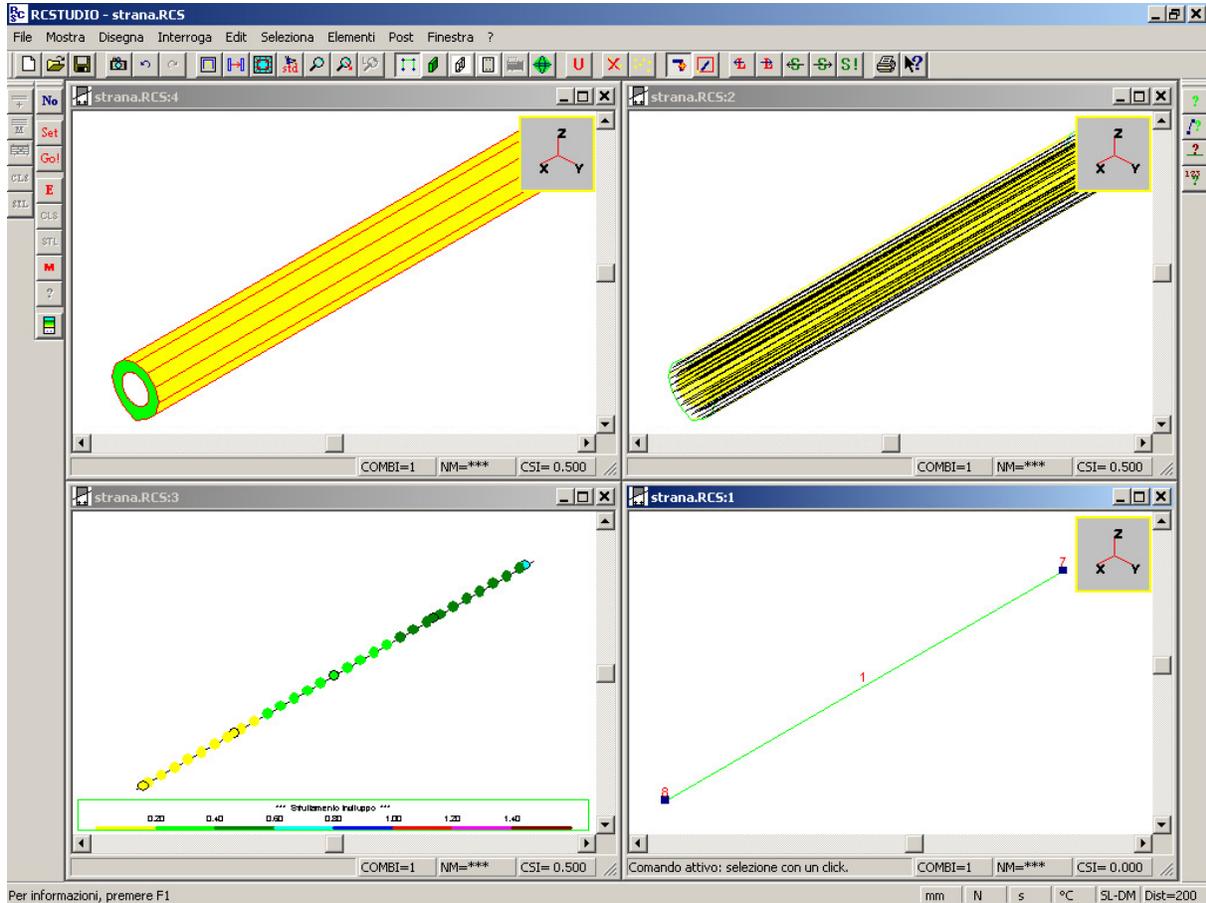
In RCSTUDIO le armature possono essere posizionate secondo vari schemi:

- Barre singole con posizionamento libero
- File di barre eguali parallele a un lato
- Insiemi di barre giacenti su una circonferenza a passo angolare costante

In fase di aggiunta il programma controlla che le barre siano posizionate all'interno della sezione e che le barre non si sovrappongano.

Oltre ai comandi precedenti, è possibile cancellare tutte le armature presenti sulle membrature selezionate (Elimina tutte le armature), ed è possibile fare in modo che un certo numero di membrature venga ad avere le armature di una data membratura scelta cliccandoci sopra (Pick-Armature).

## **2.4 Come...eseguire le verifiche**



Per verifiche al momento in RCSTUDIO si intende la ordinata esecuzione di calcoli fatti a livello di singole sezioni, per tutte le combinazioni di carico definite nel modello FEM originario (Sargon o Cesco Plus).

Nella versione attuale RCSTUDIO non esegue verifiche a taglio né a torsione. Le verifiche di cui si parla sono quindi verifiche a presso o tensoflessione deviata, alle tensioni ammissibili ed agli stati limite.

Le sezioni possono essere molto molto generali, essendo descritte mediante un vettore di poligoni rappresentanti pieni o vuoti.

Sebbene in alcuni casi particolari sia possibile pervenire ad algoritmi di verifica relativi al taglio ed alla torsione, ciò è non è possibile in un contesto generale dove le forme sezionali appartengono a tipologie così ampie: è allo studio la possibilità di dotare RCSTUDIO di algoritmi di verifica per questi casi, non ancora coperti dal programma, e di dotarlo di regole semplificate ove queste risultino applicabili.

Le verifiche sezionali in RCSTUDIO sono realizzate dal programma RCSHAPE.

La preparazione dei dati di input, l'interfacciamento con i vari programmi di calcolo e la resa alfanumerica e grafica dei risultati, inclusi i disegni in formato dxf, sono invece realizzati da RCSTUDIO.

Il programma può essere impostato per eseguire vari tipi di calcoli:

- Analisi in esercizio in regime fessurato
- Verifiche alle tensioni ammissibili.
- Verifiche agli stati limite ultimi (norma italiana ed europea).

Per “norma italiana” si intende al momento:

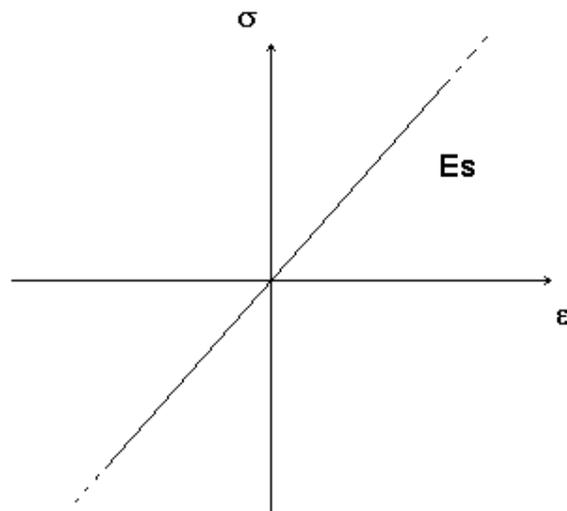
D.M. 9-1-1996 sezioni II e III. “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”

D.M. 14-1-2008 (“NTC 2008”), cap. 4.1

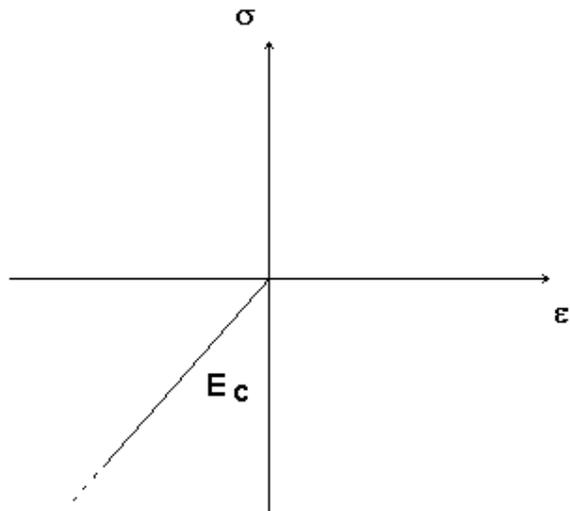
Per “norma europea” si intende al momento:

Eurocodice 2, parte 1.

### **Analisi in esercizio in regime fessurato**



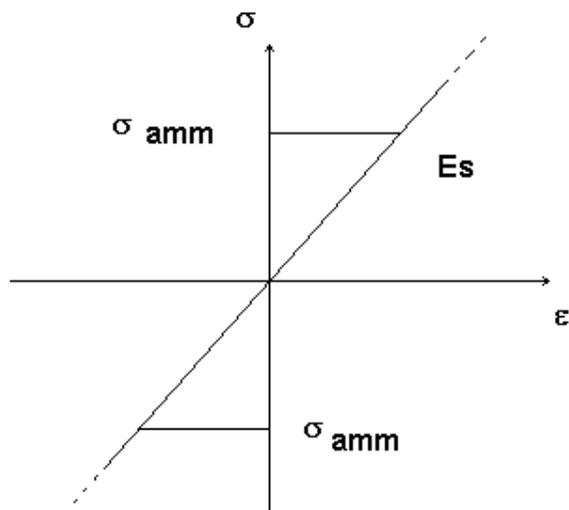
Legge costitutiva adottata per l'acciaio



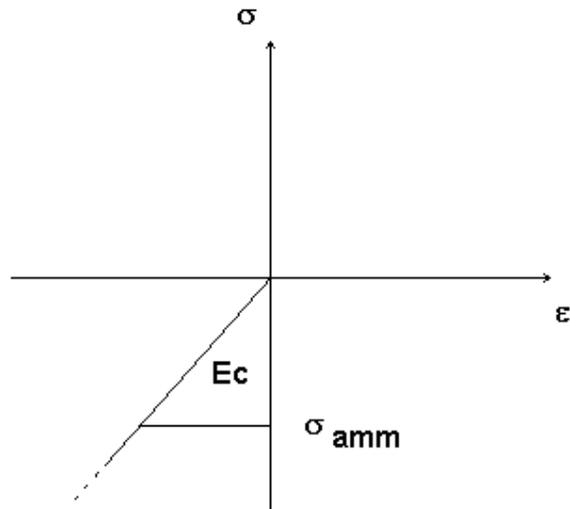
Legge costitutiva adottata per il calcestruzzo

Sono analisi del tutto simili a quelle per le tensioni ammissibili, e utilizzano la teoria elastica con coefficiente di omogeneizzazione acciaio-calcestruzzo. Il livello di sforzo può crescere indefinitamente, e non ci sono quindi “verifiche” né coefficienti di sfruttamento da definire.

### Verifica alle tensioni ammissibili



Legge costitutiva adottata per l'acciaio



Legge costitutiva adottata per il calcestruzzo

Si fa l'ipotesi di perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo e che la sezione ruoti rimanendo piana.

In questo caso le leggi costitutive sono lineari per il calcestruzzo e per l'acciaio, ma il calcestruzzo non reagisce a trazione e c'è un limite ai valori di tensione, costituito dalle "tensioni ammissibili". Il modulo elastico dell'acciaio è pari a 200000N/mmq. Il modulo elastico del calcestruzzo è legato alla tensione caratteristica cubica di rottura  $R_{ck}$ , mediante la relazione:  $E_c = 5700\sqrt{R_{ck}}$  dove  $\sqrt{}$  sta per "square root", radice quadrata.

Il coefficiente di sfruttamento del calcestruzzo è definito come rapporto adimensionale e maggiore di zero tra il modulo della massima tensione di compressione nel calcestruzzo e il modulo della tensione ammissibile del calcestruzzo stesso.

Il coefficiente di sfruttamento dell'acciaio è definito come rapporto adimensionale e maggiore di zero tra la massima tensione nelle barre di armatura e la tensione ammissibile dell'acciaio.

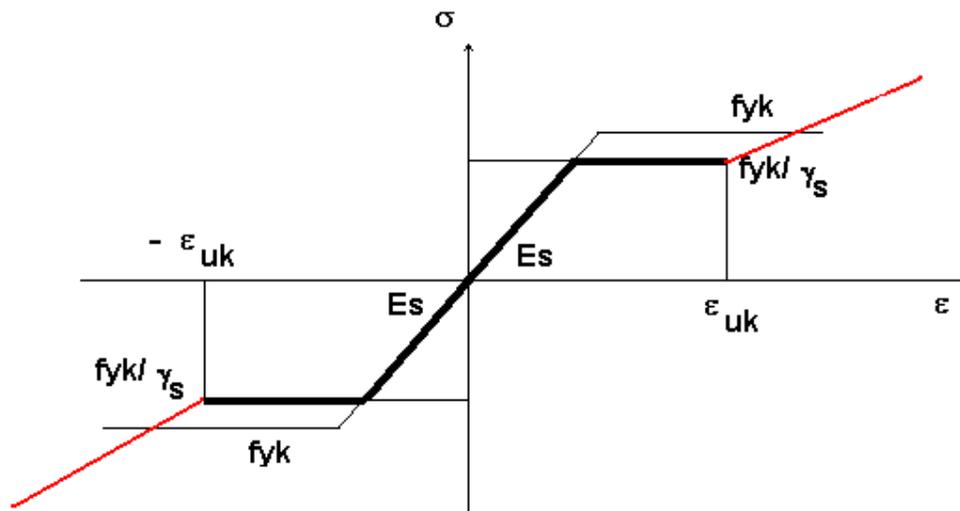
Il coefficiente di sfruttamento della sezione è il massimo tra quello del calcestruzzo e dell'acciaio.

L'area del calcestruzzo è omogeneizzata a quella dell'acciaio per mezzo di un fattore amplificativo, detto coefficiente di omogeneizzazione  $m$ , posto per default dal programma pari a 10, ma modificabile in sede di attribuzione delle caratteristiche del calcestruzzo (Elementi-Assegna Calcestruzzo).

## Analisi agli stati limite secondo norma italiana ed europea

Si fa l'ipotesi di perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo e che la sezione ruoti rimanendo piana.

In questo caso le leggi costitutive sono: elastica perfettamente plastica e simmetrica per l'acciaio. Il calcestruzzo ha un ramo piatto coincidente all'asse delle deformazioni positive ovvero di trazione (ramo no-tension), mentre nel quadrante delle deformazioni e tensioni negative (di compressione) ha una curva a parabola-rettangolo. Le seguenti immagini descrivono il legame costitutivo adottato dalla norma:



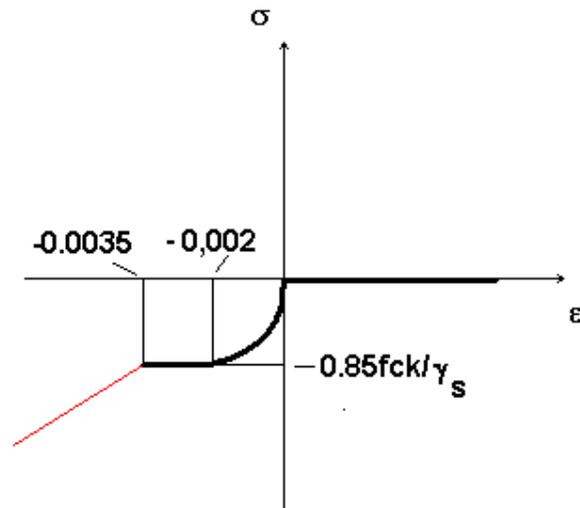
### Legge costitutiva adottata per l'acciaio

La curva in colore nero più spessa indica la legge costitutiva dell'acciaio adottata dalla norma. Tale legge costitutiva ha un plateau al valore  $f_{sd}=f_{syk}/\gamma_s$ , e quindi la sezione non è in grado di

equilibrare sollecitazioni maggiori di quelle corrispondenti alla piena plasticizzazione. Poiché nel calcolo può avvenire che le sollecitazioni risultanti dalla applicazione delle azioni applicate siano maggiori (anche ben maggiori) di quelle corrispondenti alla piena plasticizzazione, durante il procedimento di calcolo la legge costitutiva viene convenzionalmente proseguita seguendo i rami di colore rosso, in modo che un equilibrio sia sempre raggiungibile. Naturalmente equilibri che comportino tensioni maggiori di quelle di progetto non sono accettabili e vanno intesi come la manifestazione del fatto che la sezione non è in grado di sopportare le azioni applicate.

Il fattore  $\gamma_s$  vale 1.15.

Se si sono scelti materiali FeB... la massima deformazione dell'acciaio  $\epsilon_{uk}$  è pari all'1%. Infatti questi materiali, normati dal D.M. 1996, prevedevano un massimo per la deformazione pari al 10 per mille (1%).



Legge costitutiva adottata per il calcestruzzo

Per il calcestruzzo è adottata la legge costitutiva indicata nella figura soprastante. Il calcestruzzo non reagisce a trazione. A compressione reagisce con legge costitutiva parabolica sino alla deformazione di  $-0.002$  eppoi prosegue con un ramo perfettamente plastico sino alla deformazione ultima  $-0.0035$ . Per le stesse ragioni spiegate per l'acciaio, numericamente si fa proseguire la legge costitutiva con un ramo incrudente (in rosso), in modo da garantire l'esistenza di un punto di equilibrio.

La non linearità del ramo parabolico impone un calcolo iterativo per ogni situazione di carico. La massima tensione raggiungibile è la tensione di progetto pari a  $0.85 f_{ck}/\gamma_c$ . Il fattore  $\gamma_c$  vale

1.5, in accordo alle più recenti norme italiane disponibili.  $f_{ck}$  è la resistenza cilindrica caratteristica, pari a 0.83 volte la resistenza cubica caratteristica  $R_{ck}$ .

Ora che sono stati dettagliatamente chiariti i vari tipi di analisi che è possibile fare con RCSTUDIO, passiamo alla descrizione dei passi operativi necessari per compiere le verifiche.

Per prima cosa occorre impostare le verifiche con il comando Post-Imposta. Questa impostazione va fatta in qualsiasi momento, ma comunque prima di lanciare il modulo RCSHAPE.

La analisi delle sezioni per mezzo di RCSHAPE deve essere fatta dopo aver aggiunto a tutti gli elementi le armature di loro competenza e dopo aver attribuito a tutti gli elementi l'acciaio ed il calcestruzzo pertinenti.

Le sollecitazioni di calcolo per ogni combinazione sono lette automaticamente da RCSTUDIO impiegando i file .sdb e .ddb ottenuti da Sargon o da Ceco Plus.

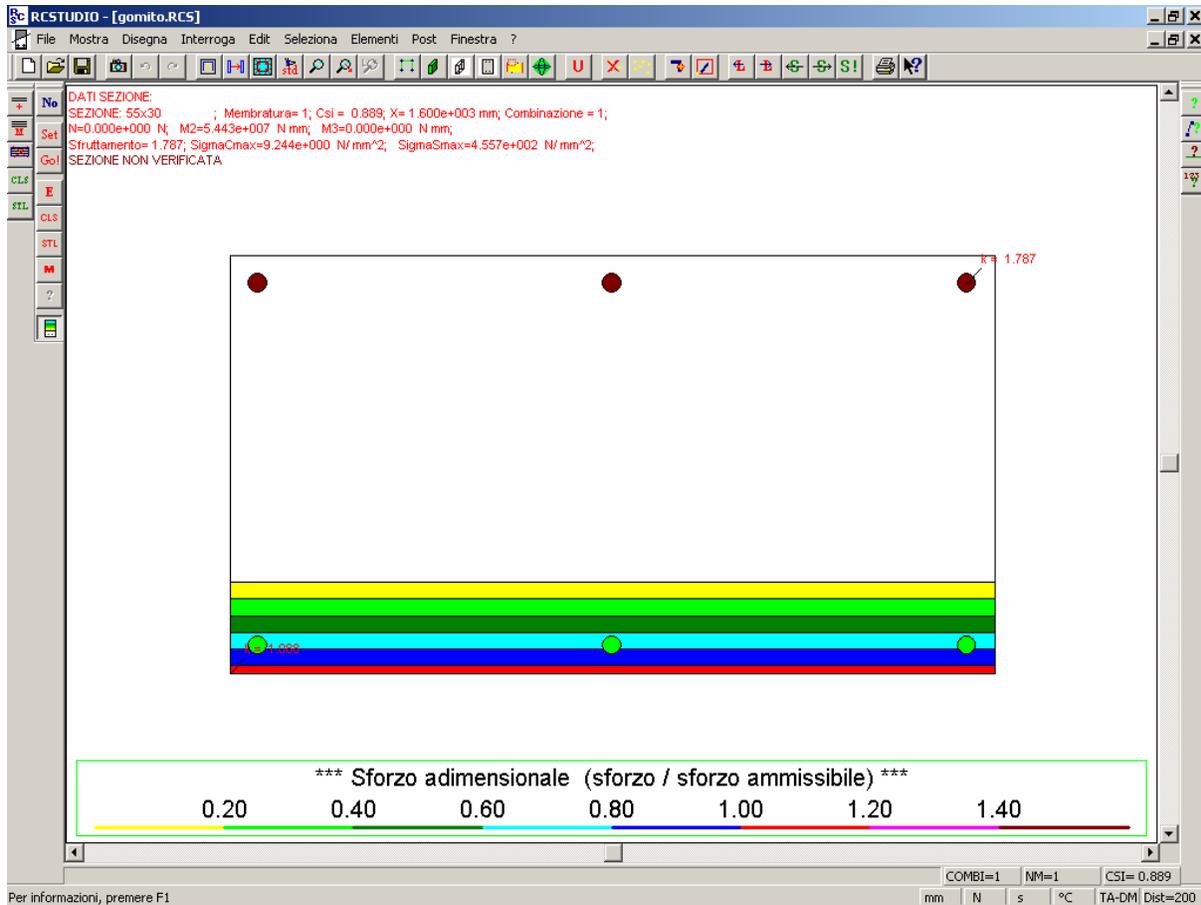
Relativamente alle verifiche va detto quanto segue.

Vengono verificate tutte le sezioni di tutte le membrature che sono state selezionate al momento delle verifiche. Le membrature non selezionate non verranno prese in considerazione nel costruire il vettore delle sezioni da verificare.

Le membrature prive di armature non vengono incluse nella lista di quelle da verificare, anche se selezionate. Le sezioni delle membrature con armature, prive di armatura, non verranno sottoposte a verifica.

Le sezioni soggette a verifica sono tutte le sezione poste a distanza eguale lungo lo sviluppo della linea d'asse della membratura, la distanza essendo specificata col comando Post-Imposta, più tutte le sezioni che corrispondono ai nodi fem interni alla membratura ovvero a nodi che corrispondono ad estremi di elementi finiti interni componenti la membratura, se questi non coincidono con le sezioni equispaziate precedentemente descritte, più tutte le sezioni che corrispondono a discontinuità delle armature. Sono inoltre sempre presenti le sezioni poste ai quarti della luce della membratura.

## **2.5 Come...ottenere ed interpretare i risultati**



I risultati possono essere ottenuti con vari comandi, e tutti hanno una diversa utilità. Per avere un colpo d'occhio immediato sulla situazione della struttura, conviene vedere questa in modo unifilare e studiare il colore dei pallini colorati disegnati lungo l'asse di ciascuna membratura, uno in corrispondenza ad ogni sezione di verifica. Il colore di questi pallini è direttamente in corrispondenza al coefficiente di sfruttamento, sia esso quello di involucro al variare delle combinazioni (comando di resa grafica Post-Inviluppo), quello della combinazione corrente (Post-Combinazione), o quello relativo al lato acciaio (Post-Acciaio) o al lato calcestruzzo (Post-Calcestruzzo) nella combinazione corrente. Gli ultimi due comandi sono accessibili solo se si è eseguita una analisi alle tensioni ammissibili.

Visualizzata che sia una delle mappe a colori, è possibile mediante il comando Post-Interroga avere informazioni di dettaglio sui risultati. Mentre è attiva una di queste rese grafiche è possibile cambiare la combinazione in modo da vedere quel che succede in ogni combinazione studiata.

Le rese grafiche con i pallini colorati ed il comando di interrogazione danno informazioni succinte sui risultati delle verifiche. Data una certa combinazione ed una certa sezione di verifica, è possibile avere una idea molto precisa di come siano distribuiti gli sforzi sulla sezione, di dove sia

l'asse neutro, e di che livello di sforzo sia stato raggiunto, mediante il comando Post-Sforzi Adimensionali. Questo comando fa passare istantaneamente ad una vista piana e frontale della sezione di interesse (la sezione attiva della membratura selezionata: è necessario che sia selezionata una sola membratura), con una restituzione grafica del campo di sforzo adimensionale. Lo sforzo adimensionale è un numero puro ottenuto dividendo lo sforzo esistente per il massimo sforzo possibile, la tensione ammissibile o quella di progetto e seconda del tipo di analisi svolto. Queste mappe a colori sono estremamente significative, e danno una idea della diffusione dello sforzo sulla sezione. Naturalmente tali mappe possono essere stampate o messe negli appunti e trasferite ad altri documenti per usi opportuni.

Un ulteriore livello di documentazione relativo alle verifiche svolte è costituito dal tabulato che è un file ASCII con estensione “.ooo” e che viene creato da RCSTUDIO. Si veda Come Interpretare il Tabulato per maggiori informazioni.

## **2.6 Come...aggiornare un modello modificato**

Può capitare che dopo aver definito le armature in RCSTUDIO si debba modificare il modello originario per tener conto di modifiche intercorse dopo la creazione del modello RCSTUDIO.

RCSTUDIO consente di aggiornare un modello precedentemente importato senza perdere le informazioni sulle armature, purchè le modifiche apportate al modello di partenza appartengano all'insieme di quelle previste.

Il comando necessario per riaggiornare il modello RCSTUDIO è File-Aggiorna.

L'aggiornamento del modello è necessario ed imprescindibile poiché il modello RCSTUDIO contiene al suo interno il modello SARGON/CESCO PLUS che lo ha generato. La modifica del modello SARGON/CESCO PLUS in SARGON/CESCO PLUS non comporta quindi la modifica del modello all'interno di RCSTUDIO.

## **2.7 Come...avere i disegni delle armature**

RCSTUDIO non vuole assolutamente proporsi come uno di quei programmi che consentono di creare in automatico le tavole di progetto delle armature. RCSTUDIO non produce – e non produrrà mai – tavole di progetto o disegni completi delle armature.

E' infatti compito del progettista mettere a punto disegni delle armature che tengano in conto tutti quei fatti che solo il progettista può conoscere relativi alle disposizioni costruttive, disposizioni che non seguono regole matematiche implementabili, ma piuttosto “regole di cucina” basate sull'esperienza, che costituiscono il vero know how di ciascun progettista. RCSTUDIO non intende sostituirsi al progettista.

Tutto ciò premesso, è sembrato utile che il progettista potesse disporre delle informazioni relative alle armature anche in un contesto come quello del disegno, in modo da facilitare il passaggio delle informazioni tra l'ambiente del calcolo e quello del disegno.

Per RCSTUDIO tutte le armature sono efficaci. E' compito del progettista aggiungere quelle provvidenze, lunghezze di ancoraggio, pieghe ed uncini, atte a garantire la perfetta efficacia delle barre che vengono computate nelle verifiche.

RCSTUDIO crea mediante il comando File-Crea DXF una serie di file in formato DXF Autocad 12 che contengono le informazioni di base sulle armature calcolate.

In particolare, viene creato un file diverso per ogni membratura che abbia ricevuto qualche armatura ed il materiale calcestruzzo e acciaio. All'interno del file viene descritta la membratura con il suo ingombro reale ideale (non-nodo) e le barre vengono posizionate così come nel modello di calcolo. Per rendere i disegni perfettamente intelligibili viene fatto un doppio disegno per ogni insieme di armatura, sia essa una fila di barre, una barra singola o una circonferenza di barre. Ogni doppio disegno include, in proiezione ortogonale, una vista in sezione ed una vista nel piano xz della membratura (generalmente il piano degli assi principali 1-3).

Tali disegni potranno poi essere completati di quotature, ancoraggi, pieghe e quant'altro necessario alla corretta realizzazione in opera di quello che è il *modello di calcolo* gestito da RCSTUDIO.

## **2.8 Come...interpretare il tabulato**

Il tabulato viene creato in modo automatico alla esecuzione delle verifiche. Il tabulato è costituito da un file ASCII con estensione “.ooo” che viene creato nella stessa cartella ove è presente il modello di calcolo (file .RCS).

Il tabulato è diviso in varie tabelle, che verranno qui analiticamente descritte.

Unità di misura correnti			
Lunghezza	Forza	Tempo	Temperatura
mm	N	s	°C

La prima sezione elenca le unità di misura attive al momento della esecuzione delle verifiche. Tali unità di misura dovranno essere impiegate per interpretare i numeri presenti nel tabulato.

```
Modello ---> C:\ANALISI\RCSTUDIO\portale

*****
CALCOLO ALLE TENSIONI AMMISSIBILI
*****

*****
VERIFICATORE SEZIONALE:  RCSHAPE 1.0
*****
```

La seconda sezione dice quale sia il modello originario, spiega quale calcolo sia stato fatto e ricorda il verificatore sezionale impiegato.

```
*****
DATI GENERALI
*****

Numero di nodi nel modello FEM = 10
Numero di elementi beam nel modello FEM = 3
Numero di elementi truss nel modello FEM = 0
Numero di forme sezionali nel modello FEM = 2
Numero di materiali nel modello FEM = 1
Numero di combinazioni di carico = 1
Numero di elementi in RCSTUDIO = 3
Numero di tipi di calcestruzzo in RCSTUDIO = 1
Numero di tipi di acciaio in RCSTUDIO = 1
```

La prima tabella si riferisce a dati generali del modello. La sigla “FEM” sta per “Finite Element Method” e si riferisce al modello usato per il calcolo. Gli “elementi in RCSTUDIO” sono le membrature.

```
*****
DATI RELATIVI AGLI ELEMENTI
*****
```

Elemento	N1	N2	NS	NSTART	Lunghezza	Forma Sezionale	Materiale (fem)
1	7	8	11	1	4.000e+003	H40xB30	CLS_Rck30

2	8	9	11	12	6.000e+003	H50xB30	CLS_Rck30
3	10	9	11	23	4.000e+003	H40xB30	CLS_Rck30
Elemento	Calcestruzzo						Acciaio
1	Cls Normativa Italiana - Rck 300						Acciaio
2	Cls Normativa Italiana - Rck 300						Acciaio
3	Cls Normativa Italiana - Rck 300						Acciaio

La tabella successiva dà per ogni membratura alcune informazioni, vale a dire i nodi iniziale e finale (del modello FEM), il numero di sezioni di verifica all'interno della membratura, il numero corrispondente alla prima delle sezioni di verifica della membratura nell'ambito delle sezioni complessivamente verificate nel modello (NSTART). Vieni poi fornita la lunghezza teorica, la forma sezionale ed il materiale, così come referenziati nel modello FEM.

La seconda tabella nella stessa sezione dice quale calcestruzzo e quale acciaio siano stati assegnati in RCSTUDIO alla membratura in esame.

```

*****
DATI GENERALI RELATIVI AI MATERIALI
*****

*****
CALCESTRUZZI
*****
Calcestruzzo          Rck          Ec          ec0          ec1          gammac          fcd
Cls Normativa Italia  3.000e+001  3.122e+004  2.000e-003  3.500e-003  1.600          1.323e+001

Calcestruzzo          Rck          m          Sigma amm.    Tau c0          Tau c1
Cls Normativa Italia  3.000e+001  1.500e+001  9.750e+000  6.000e-001  1.829e+000

*****
ACCIAI
*****
Acciaio          fyk          Es          eyk          euk          gammas          fsd
Acciaio          4.300e+002  2.000e+005  2.150e-003  1.000e-002  1.150          3.739e+002

Acciaio          Sigma amm.
Acciaio          2.550e+002

```

Vengono poi forniti dati generali relativi a tutti i materiali introdotti nel modello RCSTUDIO, indipendentemente dal fatto che siano stati effettivamente usati.

Di ogni calcestruzzo vengono forniti vari dati, indipendentemente dal tipo di verifica richiesto.

Nella prima linea si danno i dati relativi agli stati limite.

Il nome; la tensione caratteristica cubica di rottura (Rck); il modulo di Young (Ec); la deformazione corrispondente al termine del tratto parabolico (ec0); la deformazione ultima (ec1); il valore del coefficiente gamma adottato (gammac); la tensione di progetto (fcd).

Nella seconda linea si danno i dati relativi alle tensioni ammissibili

La tensione caratteristica cubica di rottura (Rck); il coefficiente di omogeneizzazione (m); il valore della tensione ammissibile secondo la norma italiana (Sigma amm.); il valore della tensione tangenziale al di sotto della quale l'armatura a taglio può essere la minima (tauc0); il valore della tensione tangenziale al di sopra della quale la sezione deve essere riprogettata (tauc1).

Per l'acciaio vengono forniti:

la tensione di snervamento caratteristica (fyk); il modulo di Young di calcolo (Es); la deformazione caratteristica di snervamento (eyk); la deformazione caratteristica ultima (euk); il valore del fattore gamma (gammas); la tensione di progetto (fsd); il valore della tensione ammissibile (sigma amm).

```

*****
DATI GENERALI RELATIVI ALLE SEZIONI DI VERIFICA
*****

```

N. sez	Elemento	Csi El.	Tipo	#FEM	Csi FEM
1	1	0.000	BEAM	1	0.000
2	1	0.100	BEAM	1	0.100
3	1	0.200	BEAM	1	0.200
4	1	0.300	BEAM	1	0.300
5	1	0.400	BEAM	1	0.400
6	1	0.500	BEAM	1	0.500

La tabella successiva ordina tutte le sezioni che sono state soggette a verifica, indicandone la membratura di appartenenza (Elemento), la ascissa adimensionale sulla membratura (Csi El), il tipo dell'elemento finito corrispondente alla sezione di verifica (Tipo), il numero di tale elemento nel modello di calcolo FEM (in CESCO tutti i rami sono beam), la ascissa adimensionale di tale sezione sull'elemento FEM corrispondente (per cross check coi tabulati dei programmi di calcolo).

```

*****
FORME SEZIONALI E ARMATURE
*****

```

```

*****
Sezione #      1  H40xB30                Numero poligonal  1
*****

```

```

*****
Poligonale      1  PIENO
*****
y = -1.500e+002  z=-2.000e+002
y =  1.500e+002  z=-2.000e+002
y =  1.500e+002  z= 2.000e+002
y = -1.500e+002  z= 2.000e+002
*****
Numero barre    4  Area acciaio 1.018e+003 Percentuale armatura 0.848
*****
Barra #         1  F18  y=-1.000e+002  z=-1.800e+002
Barra #         2  F18  y= 1.000e+002  z=-1.800e+002

```

Barra #	3	Fi18	y=-5.000e+001	z= 1.800e+002
Barra #	4	Fi18	y= 5.000e+001	z= 1.800e+002

La tabella successiva elenca, per ogni sezione soggetta a verifica, tutte le poligonali che la individuano e se sono pieni o vuoti, e tutte le armature presenti in quella sezione, ovvero in quel particolare punto lungo lo sviluppo della membratura.

Dapprima la lista delle poligonali componenti.

Questa descrizione è così generale da ricomprendere praticamente tutte le possibili sezioni. Ogni poligonale è individuata da un vettore di punti, di coordinate y e z nella unità attiva.

Poi la lista delle singole barre presenti sulla sezione, e la percentuale di armatura relativa alla sezione lorda corrispondente all'insieme di tutte le armature presenti. Per ogni barra viene data la posizione sulla sezione per mezzo delle coordinate y e z rispetto all'origine. Viene inoltre indicato il diametro (Fi) seguito dal numero in mm corrispondente.

```
*****
RISULTATI IN FORMA SINTETICA
*****
```

Sezione #	Sfruttamento Massimo	Combinazione	Causa	Sforzo (sigma)
1	0.410	1	CALCESTRUZZO	-4.000e+000
2	0.290	1	CALCESTRUZZO	-2.829e+000
3	0.174	1	CALCESTRUZZO	-1.693e+000
4	0.090	1	CALCESTRUZZO	-8.763e-001
5	0.125	1	CALCESTRUZZO	-1.221e+000
6	0.224	1	CALCESTRUZZO	-2.182e+000
7	0.344	1	CALCESTRUZZO	-3.359e+000
8	0.463	1	CALCESTRUZZO	-4.517e+000
9	0.579	1	CALCESTRUZZO	-5.649e+000
10	0.712	1	ACCIAIO TESO	1.815e+002
11	0.886	1	ACCIAIO TESO	2.258e+002
12	1.410***	1	ACCIAIO TESO	3.596e+002
13	0.069	1	CALCESTRUZZO	-6.699e-001

La tabella successiva è una tabella di riepilogo sintetico dei risultati delle verifiche. Viene dato lo sfruttamento massimo e la combinazione ove questo si è verificato, inoltre viene specificata la causa ed il valore di sforzo massimo nel materiale corrispondente. Una fila di tre asterischi “\*\*\*” evidenzia le sezioni non verificate.

```
*****
RISULTATI IN FORMA ANALITICA
*****
```

Ipotesi di Navier - epsilon > 0 se di trazione  
 Perfetta aderenza acciaio-calcestruzzo  
 epsilon = ax + by + c

Sezione #	Combi	Sig. cls	Sig.acc Max	Sig.acc min	N	M2	M3	a	b	c
-----------	-------	----------	-------------	-------------	---	----	----	---	---	---

1	1	-4.000e+000	7.508e+001	0.000e+000	-9.000e+004	-2.628e+007	1.559e-018	-1.286e-022	-1.777e-006	5.545e-005
2	1	-2.829e+000	3.503e+001	0.000e+000	-9.000e+004	-1.826e+007	1.410e-018	3.158e-024	-1.019e-006	-8.297e-006
3	1	-1.693e+000	5.051e+000	0.000e+000	-9.000e+004	-1.023e+007	1.260e-018	-1.775e-023	-4.005e-007	-4.684e-005
4	1	-8.763e-001	-7.132e+000	0.000e+000	-9.000e+004	-2.209e+006	1.110e-018	-8.365e-032	-7.911e-008	-4.990e-005
5	1	-1.221e+000	-2.485e+000	0.000e+000	-9.000e+004	5.815e+006	9.606e-019	-7.238e-032	2.082e-007	-4.990e-005
6	1	-2.182e+000	1.633e+001	0.000e+000	-9.000e+004	1.384e+007	8.110e-019	8.069e-024	6.454e-007	-3.455e-005
7	1	-3.359e+000	5.245e+001	0.000e+000	-9.000e+004	2.186e+007	6.613e-019	-9.643e-032	1.353e-006	1.869e-005
8	1	-4.517e+000	9.413e+001	0.000e+000	-9.000e+004	2.989e+007	5.117e-019	2.478e-022	2.130e-006	8.723e-005
9	1	-5.649e+000	1.375e+002	0.000e+000	-9.000e+004	3.791e+007	3.620e-019	-6.442e-032	2.924e-006	1.611e-004
10	1	-6.766e+000	1.815e+002	0.000e+000	-9.000e+004	4.594e+007	2.124e-019	4.332e-023	3.723e-006	2.373e-004

L'ultima tabella elenca i risultati in forma analitica, vale a dire per ogni combinazione. Per ogni sezione ed ogni combinazione viene fornito:

Il valore della tensione calcolata nel calcestruzzo e nell'acciaio teso e compresso.

Le tre componenti di azioni interne pertinenti alle verifiche eseguite, ovvero l'azione assiale ed i due momenti flettenti rispetto agli assi principali della sezione. I dati relativi all'asse neutro ovvero "a", "b" e "c".

Vale la seguente fondamentale espressione:

$$\varepsilon=ay+bz+c$$

dove (y,z) sono le generiche coordinate del generico punto sulla sezione. La retta di equazione

$$ay+bz+c=0$$

è quindi l'asse neutro della sezione nella condizione di carico indicata. Grazie a questi valori è possibile tracciare e controllare i risultati della elaborazione mediante calcoli a mano, ove questo sia reputato necessario.

## **3 I comandi del Menu**

### 3.1 FILE-NUOVO

Consente di creare un nuovo file. Questa operazione è indispensabile se si vuole partire con un nuovo lavoro senza avvalersi delle proprietà di lancio automatico. In questo caso, dopo aver eseguito questo comando, occorrerà eseguire il comando Importa, per importare in RCSTUDIO una struttura fatta con Sargon o con Cesco.

### 3.2 FILE-APRI

Consente di aprire un file memorizzato su disco rigido o dischetto (anche in rete, se presente). I file di RCSTUDIO hanno estensione .RCS e sono file binari.

### 3.3 FILE-CHIUDI

Consente di chiudere il file attivo.

### 3.4 FILE-SALVA

Consente di salvare su disco il lavoro svolto. Viene salvato il file .RCS corrispondente al modello. Non vengono modificati in alcun modo altri file.

### 3.5 FILE-SALVA CON NOME

Consente di salvare la struttura in esame con un nome diverso da quello attuale. Il modello originario non verrà modificato.

Poiché per funzionare correttamente RCSTUDIO ha bisogno dei file relativi alle azioni interne (.sdb) agli spostamenti (.ddb) ed al modello di calcolo di partenza (wsr per Sargon, sr2 per Cesco Plus), l'operazione Salva In comporta anche la copia dei file originari con il nuovo nome.

Se ad esempio al momento della esecuzione del comando nella cartella sono presenti i file:

## RCSTUDIO

Pippo.rcs

Pippo.wsr

Pippo.sdb

Pippo.ddb

Dopo l'esecuzione del comando di Salva Con Nome - ad esempio "Pluto"- saranno presenti i file:

Pluto.rcs

Pluto.wsr

Pluto.sdb

Pluto.ddb

Questa funzionalità consente di studiare diversi tipi di armature senza perdere il lavoro svolto su un certo modello.

### 3.6 FILE-SALVA CONFIGURAZIONE

Questo comando consente di salvare le impostazioni correnti, in modo che in una successiva sessione di lavoro queste possano essere ritrovate. Le impostazioni sono salvate nel file "rcstudio.sts" nella cartella di installazione. E' sufficiente sostituire il file per sostituire le impostazioni. Se ad esempio si vogliono memorizzare due diverse impostazioni, sarà sufficiente salvare ciascun file "rcstudio.sts" con un nome diverso, e poi copiare il file nuovamente con il nome "rcstudio.sts". Naturalmente le impostazioni possono essere cambiate in ogni momento usando i comandi del caso. Se però queste non vengono salvate usando questo comando, esse verranno perse, ed ad una successiva apertura di RCSTUDIO verranno impiegate le impostazioni contenute nel file "rcstudio.sts".

Le impostazioni salvate nel file "rcstudio.sts" mediante questo comando non sovrascrivono le scelte salvate in una certa struttura. Esse si riferiscono, invece, a quanto il programma propone per i *nuovi* file.

### 3.7 FILE-IMPORTA

Questo comando è azionabile solo con un nuovo modello RCSTUDIO vuoto. Il comando importa in RCSTUDIO un modello agli elementi finiti (fatto con Sargon o con Cesco Plus), trasformandolo automaticamente in un modello a membrature.

Quando da Sargon si preme il bottone RCSTUDIO! Su un modello appena concluso, viene avviato RCSTUDIO ed automaticamente creato un file nuovo, eppoi, sempre automaticamente, viene eseguito questo comando. Se invece il bottone viene premuto dopo che un modello RCSTUDIO è già stato fatto, allora il file RCS viene aperto e questo comando NON viene eseguito.

Il comando è completamente automatico, e non comporta alcuna possibilità di scelta per l'utente ad eccezione di una: il nome del file WSR (per i modelli Sargon) o SR2 (per i modelli Cesco Plus) da importare. L'estensione del file (e quindi il suo tipo) viene decisa al momento della apertura del file mediante il dialogo standard di apertura di file previsto in Windows.

Il modo in cui verranno lette e decodificate le informazioni relative alle membrature dipende dal modo in cui è stato fatto il modello in Sargon ed in Cesco.

In Sargon esiste la possibilità di usare i “segni di connessione” in modo da introdurre opportune discontinuità anche in presenza di elementi staticamente continui.

In Cesco Plus le membrature sono già definite all'interno del programma.

Per maggiori informazioni sui criteri da seguire per definire il modello a membrature, si veda [Come definire il modello a membrature desiderato](#).

E' importante tenere presente che in RCSTUDIO si selezionano solo membrature, non elementi finiti, ed inoltre, le armature vengono applicate alle sole membrature.

## **3.8 FILE-AGGIORNA**

Questo comando consente di aggiornare un modello RCSTUDIO informandolo delle modifiche fatte nel modello di calcolo originario.

Può accadere che dopo aver definito le armature sia necessario modificare delle combinazioni, delle azioni o delle sezioni del modello originario. In questo caso si uscirà da RCSTUDIO e si introdurranno le modifiche nel modello Sargon (file WSR salvato) o nel modello Cesco (file SR2 creato appositamente dal programma).

Fatte le modifiche, il modello RCSTUDIO resta non aggiornato, e quindi è necessario riaggiornarlo, “informandolo” delle modifiche fatte.

Al momento (versione 1.5) è possibile modificare senza perdere il lavoro fatto in RCSTUDIO solo le seguenti cose:

Azioni applicate;

Casi e combinazioni;

Sezioni applicate agli elementi.

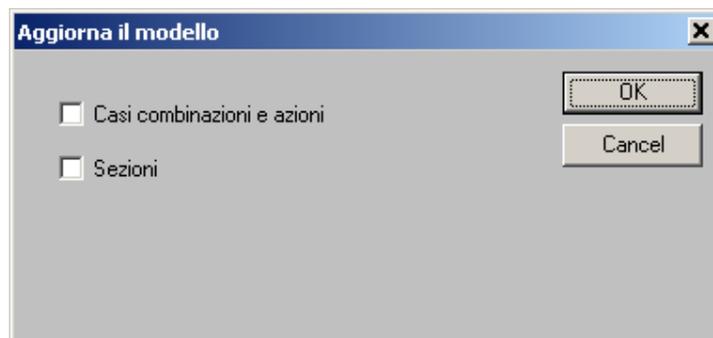
Non è ancora possibile (ma è previsto che lo sia) modificare le membrature aggiungendo o cancellando elementi, oppure modificare i materiali o le posizioni dei nodi.

Una volta fatte le modifiche il modello FEM deve essere risolto nuovamente e nuovamente deve essere salvato (Sargon file WSR) o esportato (Cesco, file SR2).

Alla esecuzione del programma compare un opportuno dialogo che chiede di stabilire cosa sia cambiato, e quindi cosa sia da aggiornare.

Il programma sa già quale file andare a cercare poiché mantiene memoria del file originario, lo legge ed importa nuovamente, aggiornandole, le informazioni cambiate.

## DIALOGO-AGGIORNA



Questo dialogo consente di spiegare al programma esattamente cosa dovrà aggiornare, rileggendo le relative informazioni dal modello di partenza, così come successivamente modificato. Se è applicato un segno di spunta si attiva l'aggiornamento corrispondente.

Attenzione: il modello deve essere stato fatto rigirare, la soluzione deve essere stata già rifatta.

### 3.9 FILE-CREA DXF

Questo comando comporta la immediata creazione di un certo numero di file dxf, uno per ogni membratura che abbia ricevuto una qualche armatura ed il materiale (calcestruzzo e acciaio).

Nel file dxf sono riportate singolarmente le armature ed il disegno della sezione. Ogni armatura è raffigurata con la sua lunghezza efficace, di modo che l'utente dovrà in un secondo

tempo aggiungere manualmente in Autocad o altrove le lunghezze di ancoraggio ed i ganci eventualmente necessari a garantire l'ancoraggio e le corrette disposizioni costruttive.

RCSTUDIO non vuole intenzionalmente produrre disegni costruttivi poiché non riteniamo che questi disegni possano agevolmente essere controllati: sotto questo profilo si è ritenuto che fosse meglio dare dei disegni relativi alla situazione di calcolo controllata dal progettista e verificata dal programma, e chiedere poi al progettista di integrare queste informazioni di partenza con le altre informazioni – non “calcolabili” – relative alle disposizioni costruttive.

I file vengono denominati nel seguente modo:

NOMEMODELLOMEMBER\_ 1.DXF  
NOMEMODELLOMEMBER\_ 2.DXF  
NOMEMODELLOMEMBER\_ 3.DXF  
.....  
NOMEMODELLOMEMBER\_ NM.DXF

E ve n'è uno per ogni membratura.

### **3.10 FILE-FOTOGRAFA**

Questo comando comporta il trasferimento agli appunti del contenuto della finestra attiva. Da qualsiasi applicazione che gestisce bitmap (Word, Write, Excel, Paint, ecc.) sarà possibile incollare l'immagine così memorizzata.

### **3.11 FILE-STAMPA**

Questo comando serve a mandare in stampa quanto si vede a schermo. Nelle stampe vengono aggiunte informazioni come la data e l'ora, il copyright, legende per facilitare la lettura, il nome dell'utente, ecc.

### **3.12 FILE-ANTEPRIMA DI STAMPA**

Questo comando consente di vedere in anteprima ciò che verrà stampato.

### 3.13 FILE-SETUP STAMPANTE

Questo comando consente di impostare il funzionamento della stampante, nonché di scegliere quale stampante si voglia.

### 3.14 MOSTRA-BARRA STRUMENTI

Questo comando dà accesso ad un dialogo che consente di scegliere se fare apparire o scomparire le barre dei comandi.

#### DIALOGO:MOSTRA-BARRE



Questo dialogo presenta una serie di caselle di spunta, messe in corrispondenza con la visibilità delle relative barre di bottoni. Se il segno di spunta è presente la barra sarà visibile, in caso contrario essa sarà nascosta.

### 3.15 MOSTRA-BARRA DI STATO

Questo comando fa apparire o scomparire la barra di stato della finestra attiva.

## 3.16 MOSTRA-ASSI RIF

Questo comando dà accesso ad un opportuno dialogo che regola il modo in cui vengono rappresentati gli assi di riferimento.

### DIALOGO: POSIZIONE ASSI DI RIFERIMENTO



Questo dialogo consente di decidere dove verranno mostrati gli assi di riferimento globali della struttura, e con che dimensione. La posizione standard corrisponde all'angolo superiore destro dello schermo.

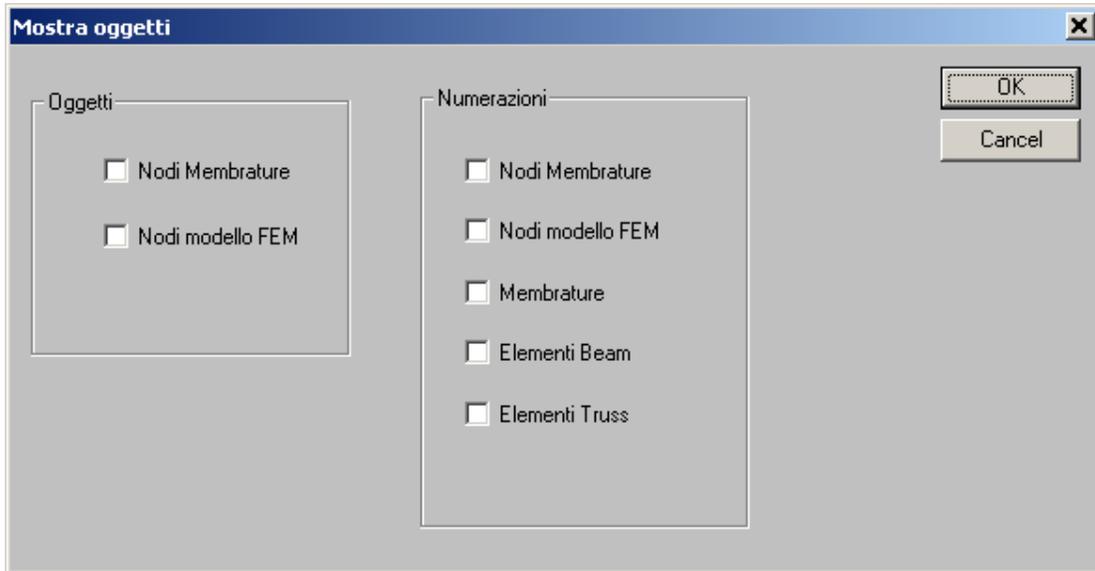
Gli assi di riferimento sono una proprietà della vista attiva.

## 3.17 MOSTRA-OGGETTI

Questo comando dà accesso ad un opportuno dialogo che consente di decidere se verranno rappresentati o meno certi "oggetti", ovvero certe informazioni sugli "oggetti".

Grazie a questo comando è possibile arricchire o impoverire la quantità di informazione vista a schermo.

### DIALOGO: MOSTRA OGGETTI



Questo dialogo consente di attivare o meno delle caselle di spunta che sono messe in corrispondenza con la visibilità di certe informazioni.

I nodi delle membrature sono gli estremi delle membrature così come decodificate dal programma al momento della lettura del modello genitore.

I nodi del modello FEM (Finite Element Method) sono tutti i nodi presenti nel modello agli elementi finiti genitore.

Le numerazioni rappresentabili sono:

Quella dei nodi delle membrature

Quella dei nodi (tutti) del modello FEM

Quella delle membrature

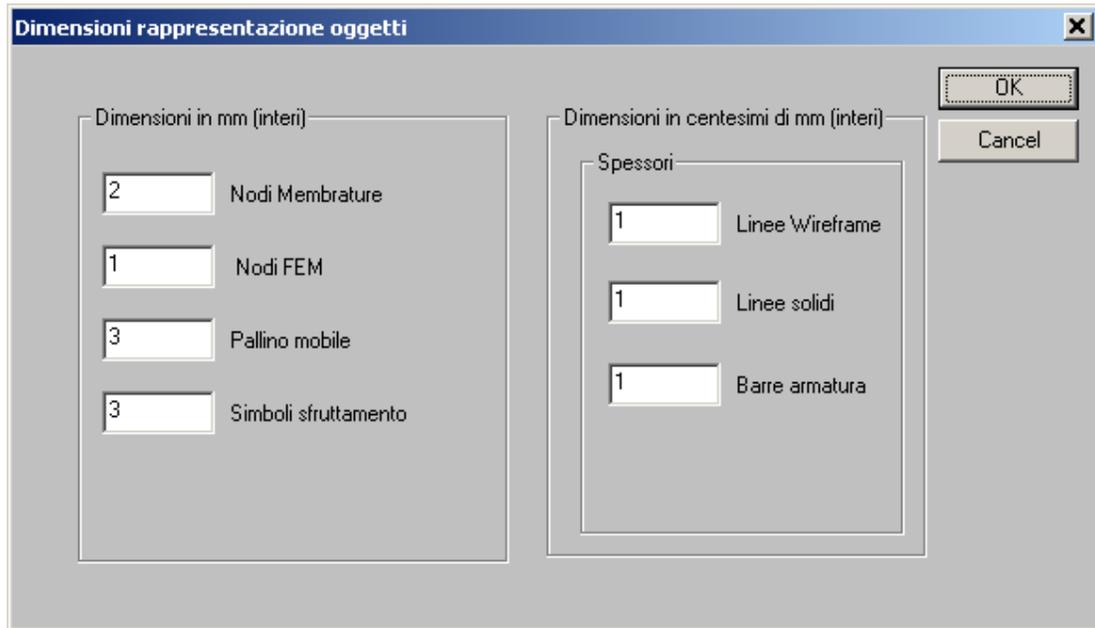
Quella degli elementi trave (beam) del modello FEM

Quella degli elementi biella (truss) del modello FEM.

### 3.18 MOSTRA-DIMENSIONI

Questo comando consente di modificare la dimensione dei simboli usati per le rappresentazioni a schermo e su carta. Appena eseguito il comando viene avviato un opportuno dialogo che consente di specificare le dimensioni desiderate.

## DIALOGO: DIMENSIONI RAPPRESENTAZIONI OGGETTI



Questo dialogo consente di definire la dimensione dei simboli usati a schermo o lo spessore delle linee.

Il “pallino mobile” è il cerchio mobile che individua gli elementi o i nodi via via scelti ad esempio nei comandi di interrogazione

I “simboli sfruttamento” sono i cerchietti colorati che dicono qual è il coefficiente di sfruttamento di una certa sezione

Le “linee wireframe” sono le linee adoperate per rappresentare le membrature nella rappresentazione unifilare

Le “linee solidi” sono le linee usate per rappresentare i contorni delle membrature nella rappresentazione solida.

Le “barre armatura” sono le linee unifilari adoperate per rappresentare graficamente le barre di armatura.

### 3.19 MOSTRA-COLORI

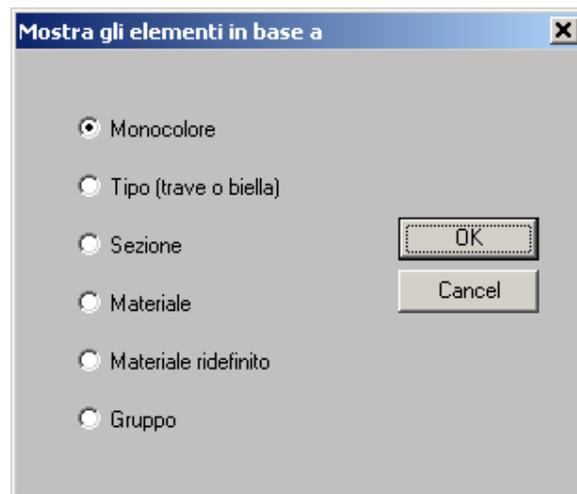
Questo comando non è presentemente attivo.

### 3.20 MOSTRA-ELEMENTI

Questo comando serve a decidere con quale criterio verranno rappresentati gli elementi, ovvero che significato attribuire al colore con il quale gli elementi sono mostrati. Appena eseguito viene avviato un opportuno dialogo che consente di scegliere il criterio desiderato.

Poiché RCSTUDIO è una applicazione MDI è possibile vedere più finestre contemporaneamente, con diverse rappresentazioni grafiche dei medesimi oggetti.

## DIALOGO: CRITERIO COLORAZIONE ELEMENTI



Questo dialogo consente di definire con che criterio saranno rappresentati gli elementi (ovvero le membrature). Questi potranno essere mostrati colorati nei seguenti modi:

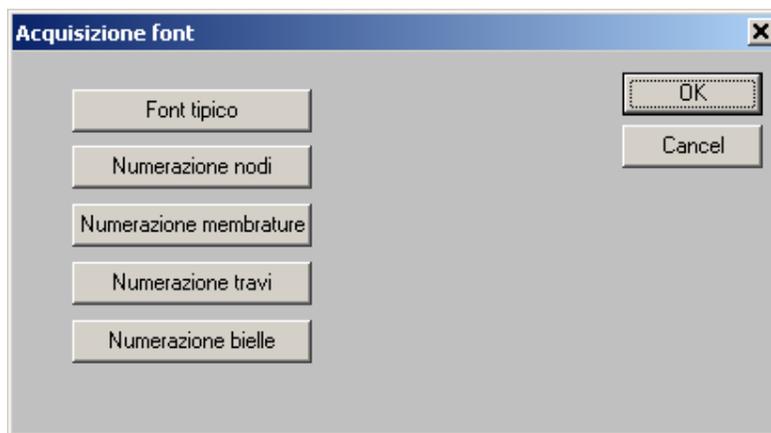
- Monocolore, ovvero con un colore eguale per tutti
- Sulla base del tipo degli elementi originari del modello FEM (trave o biella)
- Sulla base della sezione
- Sulla base del materiale (quello del modello FEM)
- Sulla base del materiale ridefinito (ovvero sulla base del tipo di calcestruzzo)

- Sulla base del gruppo a cui appartengono.

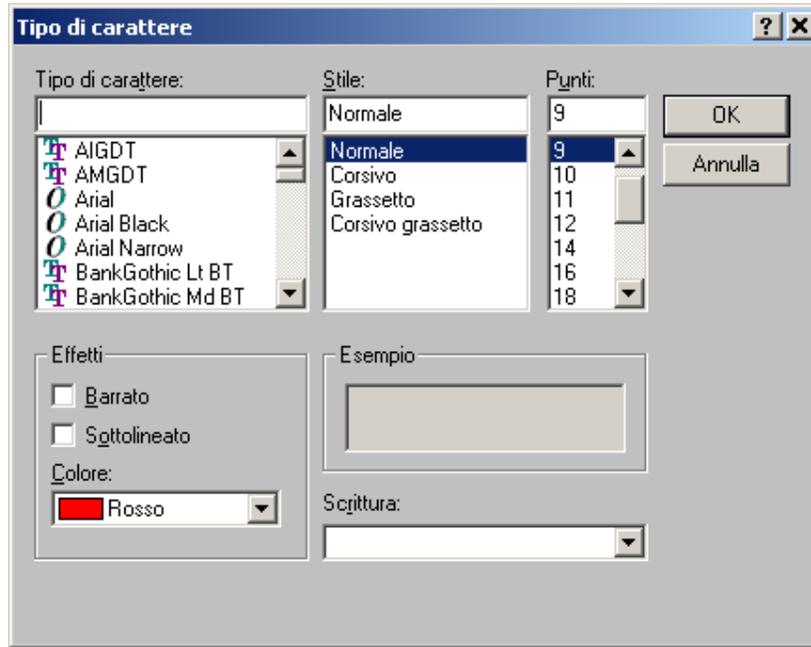
## 3.21 MOSTRA-FONT

Questo comando consente di scegliere il font da adoperare per mostrare numerazioni ed etichette varie. Appena eseguito il comando si apre un opportuno dialogo che consente di scegliere quale font modificare.

### DIALOGO: ACQUISIZIONE FONT



Questo dialogo consente di scegliere quale dei vari font impiegati dal programma si desidera modificare. In pratica basta premere il bottone corrispondente a ciò che si desidera vedere con un differente font per accedere ad un ulteriore dialogo (il dialogo standard di Windows utile allo scopo) che materialmente consente di scegliere il font desiderato.



Sono disponibili i seguenti font:

- Font tipico, usato normalmente per le scritte del programma
- Numerazione nodi
- Numerazione membrature (elementi)
- Numerazione elementi trave (beam) del modello FEM originario
- Numerazione elementi biella (truss) del modello FEM originario

## 3.22

## MOSTRA-ORIENTAZIONE

Questo comando serve a far vedere o meno, ed in vari modi, gli assi locali degli elementi adottati nella modellazione FEM. Alla esecuzione del comando viene avviato un opportuno dialogo, che consente di fare le scelte desiderate.

L'orientazione degli elementi può essere utile per ricordare quale sia l'asse locale 1, il 2 e quale il 3, e come siano orientati.

## DIALOGO: RAPPRESENTAZIONE DEL SISTEMA LOCALE



Questo dialogo consente di scegliere se vedere e come vedere la rappresentazione della orientazione locale degli elementi. Si può scegliere se vedere la terna locale completa (completa), se vedere solo la direzione dell'asse 2 (sintetica), se vedere il disegno della sezione in proiezione (dettagliata) o se non vedere affatto l'orientazione (nessuna). E' inoltre possibile scegliere di vedere l'orientazione solo per gli elementi selezionati anziché per tutti gli elementi.

La rappresentazione della orientazione viene posta nel punto medio della membratura. Per definizione la membratura è orientata come gli elementi finiti da cui è costituita, i quali sono tutti equiorientati.

### 3.23 **MOSTRA-FEM**

Questo comando attiva la rappresentazione unifilare della struttura, una rappresentazione conveniente in molti casi poiché è la più sintetica, e quindi consente di trattare efficientemente anche strutture complicate.

### 3.24 **MOSTRA-SOLIDI**

Questo comando attiva una rappresentazione solida delle membrature, che dà una idea degli ingombri e di come potrà apparire la struttura. E' utile più che altro a fini di documentazione.

### 3.25

## MOSTRA-SOLIDI TRASPARENTI

Questo comando fa vedere le membraure come solidi ma trasparenti, in modo tale da lasciar capire la posizione delle barre di armatura all'interno delle membrature stesse. Questa rappresentazione è utile perché consente di sincerarsi della effettiva posizione delle armature nel sistema di riferimento globale, e quindi consente di controllare il lavoro svolto.

Per evitare una rappresentazione troppo pesante e troppo lenta, le barre sono mostrate come linee wireframe, con dei cerchiolini all'estremità, aventi la esatta dimensione legata al diametro delle barre stesse.

### 3.26

## MOSTRA-SEZIONE CORRENTE

Questo comando fa vedere a schermo la “sezione corrente” con tutte le armature che le pertengono, nel suo sistema di riferimento locale. Grazie a questa visualizzazione è possibile facilmente e rapidamente passare da una rappresentazione della membratura ad una rappresentazione delle particolare sezione della membratura che interessa.

Il comando è attivo solo se è correntemente selezionata, nel serbatoio di selezione attivo, una sola membratura. La sezione corrente è individuata da un simbolo luminoso (quadrato rosso) sia nella rappresentazione FEM sia nella rappresentazione solida trasparente.

La “sezione corrente” viene modificata mediante i comandi di selezione seguenti:

Sezione Successiva

Sezione Precedente

Sezione...

### 3.27

## DISEGNA-RIDISEGNA

Questo comando comporta l'immediato refreshing dello schermo che viene ridisegnato. Può essere utile quando, nel corso di comandi non modali, restano visibili due cerchi luminosi o nessuno.

### **3.28 DISEGNA-INCLUDI**

Questo comando, molto utile, consente di includere l'intera struttura, in modo che stia nello schermo nel modo generalmente migliore.

### **3.29 DISEGNA-PAN**

Questo comando consente di traslare la rappresentazione proiettata della struttura nel piano della proiezione.

In pratica occorre cliccare due volte sullo schermo con il tasto sinistro del mouse. Il vettore definito dai due punti cliccati dà la misura e la direzione della traslazione da eseguire. Per uscire dal comando è necessario premere il tasto destro del mouse oppure il tasto ESCAPE, in quanto dopo il secondo click il programma è pronto per ricevere altri due click, ove il disegno non risulti ancora posizionato in modo ottimale.

Il comando è non modale, va avanti sino a che non viene interrotto.

### **3.30 DISEGNA-ZOOM IN**

Questo comando, non modale, consente di ingrandire una zona dello schermo. Appena eseguito il comando si preme una prima ed una seconda volta con il tasto sinistro del mouse, definendo una regione rettangolare, che è la regione da ingrandire a tutto schermo.

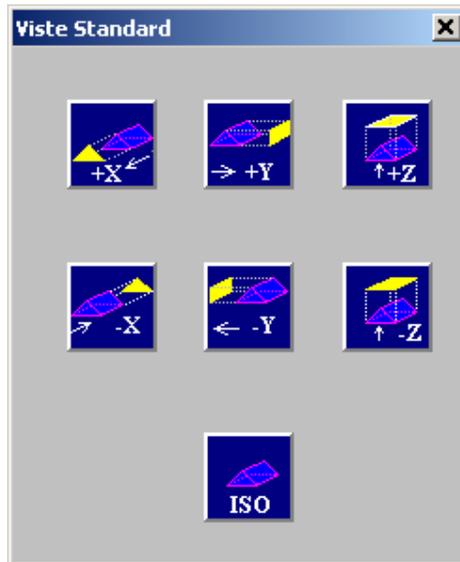
### **3.31 DISEGNA-ZOOM OUT**

Questo comando, non modale, consente di rimpicciolire il disegno della struttura. Appena eseguito il comando si preme una prima ed una seconda volta con il tasto sinistro del mouse, definendo una regione rettangolare, che è la regione nella quale verrà fatta stare la finestra corrente.

### **3.32 DISEGNA-VISTA STD**

Questo comando consente di scegliere una delle possibili direzioni standard di visualizzazione, mediante la comparsa di un opportuno dialogo che consente di fare questa scelta.

## DIALOGO: VISTA STANDARD



Questo dialogo consente di scegliere quale delle viste standard verrà impiegata successivamente. Oltre alle sei proiezioni ortogonali è proposta la vista assonometrica da (1, 1, 1).

Per scegliere una vista basta premere il bottone-immagine corrispondente.

### 3.33

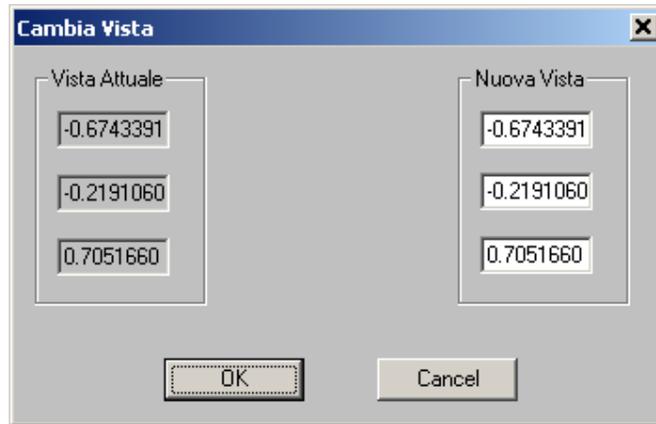
## DISEGNA-RIMAPPA

Questo dialogo consente di cambiare vista in due modi diversi.

In un primo modo muovendo il mouse si sceglie un nuovo angolo di vista, confermato premendo il tasto di sinistra del mouse.

Nel secondo modo si preme un tasto qualsiasi e si va al dialogo Cambia Vista.

## DIALOGO: CAMBIA VISTA



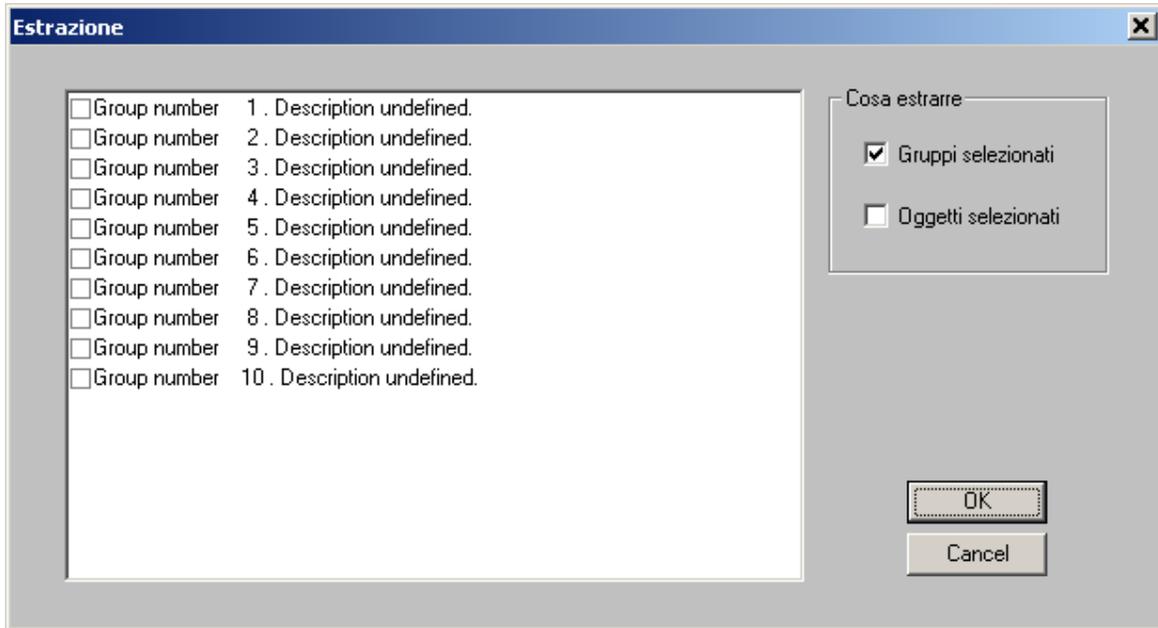
Questo dialogo consente di ridefinire il vettore della vista dandone le tre componenti. Non è necessario che il nuovo vettore abbia norma unitaria.

### 3.34 DISEGNA-ESTRAI

Questo comando consente di vedere solo una parte della struttura (struttura “estratta”). Alla esecuzione del comando compare un opportuno dialogo che consente di scegliere con quale criterio verranno “estratti” gli elementi, nascondendo tutti gli altri.

Per uscire dalla modalità “estrai” sarà necessario rieseguire nuovamente il comando, in modo da riportarsi nella visualizzazione “normale” e quindi vedere tutti gli oggetti.

## DIALOGO: ESTRAZIONE



Questo dialogo consente di scegliere con quale criterio verranno estratti gli elementi, ovvero quali elementi saranno resi visibili nascondendo tutti gli altri.

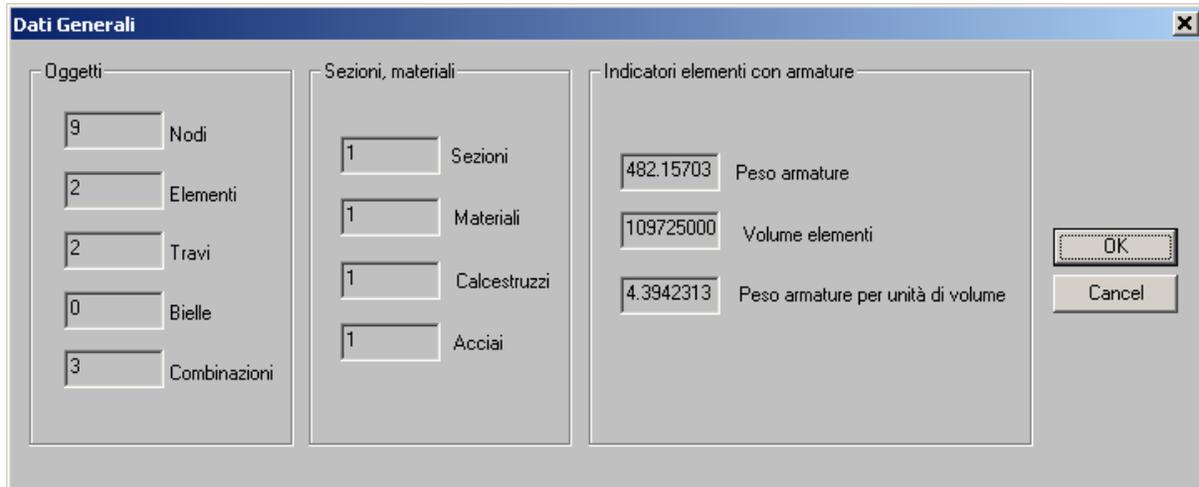
Possono essere estratti:

- Gli elementi selezionati
- Gli elementi appartenenti ai gruppi selezionati (non ancora attivo).

### 3.35 INTERROGA-GENERALE

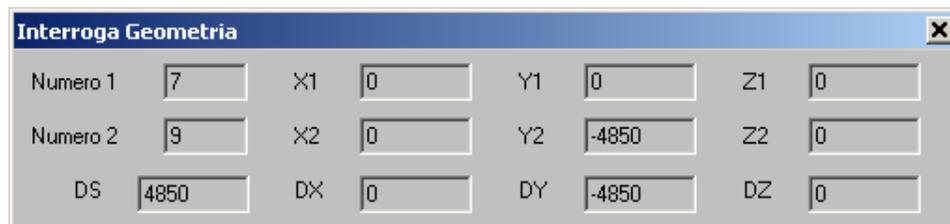
Questo comando dà accesso ad un dialogo che riepiloga i dati salienti del modello in esame.

## DIALOGO: DATI GENERALI



Questo dialogo dà informazioni generali sul modello e sulle armature che sono state assegnate al modello.

### 3.36 INTERROGA-GEOMETRIA



Questo comando è di tipo non modale. Viene interrotto solo cliccando il tasto destro del mouse o premendo il tasto ESCAPE. Può essere “accatastato”, ma si consiglia di non accatastare più di tre comandi.

Il comando serve a conoscere la distanza tra nodi ed a conoscere la posizione dei nodi della struttura.

Cliccato il primo nodo, il secondo nodo viene scelto muovendo il mouse e leggendo in tempo reale il dialogo non modale che riporta le informazioni desiderate. Una volta cliccato il secondo nodo, il secondo nodo diviene il primo, ed il comando ricomincia.

### 3.37 INTERROGA-ELEMENTI

1	Nm	7	N1	8	N2	1800	L
55x30	Sezione	CLS_Rck25	Materiale	Rck250	Calcestruzzo	FeB44k	Acciaio

Questo comando è di tipo non modale. Viene interrotto solo cliccando il tasto destro del mouse o premendo il tasto ESCAPE. Può essere “accatastato”, ma si consiglia di non accatastare più di tre comandi.

Eseguito il comando si apre una finestra di dialogo di tipo non modale, che dà le informazioni sull’elemento correntemente puntato dal mouse. Questo elemento è indicato da un pallino rosso mobile. I dati sono aggiornati in tempo reale al movimento del mouse.

**Nm** è il numero assegnato alla membratura corrente;

**N1** è il numero assegnato al nodo corrispondente al primo estremo

**N2** è il numero assegnato al nodo corrispondente al secondo estremo

**L** è la lunghezza della membratura nell’unità di misura attiva.

**Sezione** indica il nome della sezione impiegata nel modello FEM

**Materiale** indica il nome del materiale impiegato nel modello FEM

**Calcestruzzo** indica il nome del calcestruzzo assegnato alla membratura

**Acciaio** indica il nome dell’acciaio assegnato alle barre di armatura della membratura

### 3.38 INTERROGA-TROVA

Questo comando serve a trovare oggetti (nodi, membrature, trvi o bielle) di cui si conosce il numero. Appena eseguito il comando compare un opportuno dialogo che consente di indicare il tipo ed il numero dell’oggetto da trovare.

## DIALOGO: TROVA



Questo dialogo consente di indicare il tipo dell'oggetto da trovare ed il suo numero progressivo.

### **3.39 SELEZIONA-TUTTI**

Questo comando seleziona tutte le membrature presenti a schermo.

### **3.40 SELEZIONA-NESSUNO**

Questo comando deselecta tutte le membrature presenti a schermo.

### **3.41 SELEZIONA-CLICK**

Questo comando è di tipo non modale. Viene interrotto solo cliccando il tasto destro del mouse o premendo il tasto ESCAPE. Può essere "accatastato", ma si consiglia di non accatastare più di tre comandi.

Il comando consente di selezionare le membrature cliccandoci sopra. Se una membratura è già selezionata essa verrà deselectata.

### **3.42 SELEZIONA-BOX**

Questo comando consente di specificare un rettangolo cliccando in due punti della finestra attiva, corrispondenti a due spigoli diagonalmente opposti di un rettangolo. Tutte le membrature che si trovano completamente all'interno del rettangolo verranno selezionate, se correntemente deselectionate, deselectionate se correntemente selezionate.

Per interrompere il comando basta premere il tasto destro del mouse.

### **3.43 SELEZIONA-POLIGONALE**

Questo comando non è al momento attivo.

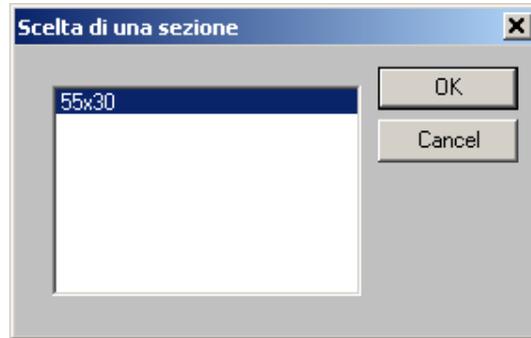
### **3.44 SELEZIONA-ELEMENTI CON NOME**

Questo comando non è al momento attivo.

### **3.45 SELEZIONA-ELEMENTI CON SEZIONE**

Questo comando seleziona tutti gli elementi che hanno una certa sezione. Alla esecuzione del comando compare un oportuno dialogo, che consente di scegliere la sezione da usare per selezionare.

## **DIALOGO: SCELTA DI UNA SEZIONE**



Questo dialogo presenta una lista di sezioni, all'interno della quale è possibile scegliere la sezione che verrà utilizzata per selezionare le membrature.

### **3.46 SELEZIONA-OGGETTI**

Questo comando non è al momento attivo.

### **3.47 SELEZIONA-SERBATOIO**

Questo comando non è al momento attivo.

### **3.48 SELEZIONA-SEZIONE PRECEDENTE**

Questo comando è attivo solo quando è selezionata una sola membratura.

Il comando fa passare alla sezione precedente tra quelle scelte per eseguire le verifiche. Il posizionamento dipende quindi da quante sezioni si sono scelte, sulle membrature, per eseguire le verifiche (comando Imposta).

Il posizionamento è confermato dal quadratino rosso mobile, che viene ad essere spostato dopo aver eseguito il comando (solo nelle visualizzazioni FEM e solido trasparente).

Se la sezione corrente è la prima sulla membratura, la sezione precedente è l'ultima.

Il comando può utilmente essere eseguito anche nella modalità di vista corrente della sezione o mentre si esaminano le mappe con gli sforzi adimensionali sulla sezione.

## 3.49 SELEZIONA-SEZIONE SUCCESSIVA

Questo comando è attivo solo quando è selezionata una sola membratura.

Il comando fa passare alla sezione successiva tra quelle scelte per eseguire le verifiche. Il posizionamento dipende quindi da quante sezioni si sono scelte, sulle membrature, per eseguire le verifiche (comando Imposta).

Il posizionamento è confermato dal quadratino rosso mobile, che viene ad essere spostato dopo aver eseguito il comando (solo nelle visualizzazioni FEM e solido trasparente).

Se la sezione corrente è l'ultima sulla membratura, la sezione successiva è la prima.

Il comando può utilmente essere eseguito anche nella modalità di vista corrente della sezione o mentre si esaminano le mappe con gli sforzi adimensionali sulla sezione.

## 3.50 SELEZIONA-SEZIONE

Questo comando è attivo solo quando è selezionata una sola membratura.

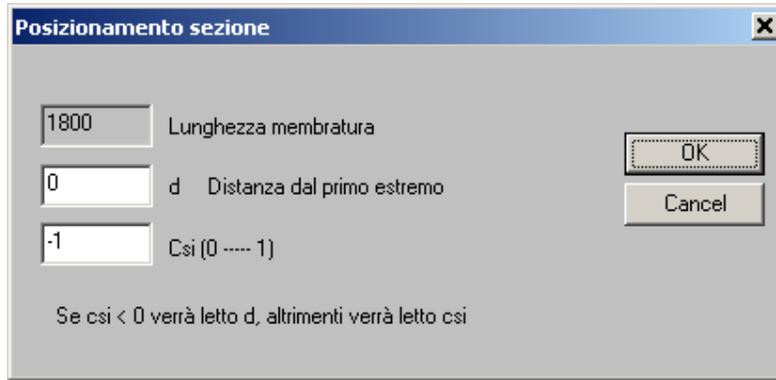
Questo comando consente di scegliere una particolare sezione sulla membratura, anche non compresa tra quelle richieste per le verifiche.

Il posizionamento è confermato dal quadratino rosso mobile, che viene ad essere spostato dopo aver eseguito il comando (solo nelle visualizzazioni FEM e solido trasparente).

Alla esecuzione del comando compare un opportuno dialogo che consente di fare la scelta desiderata.

Questo comando è utile in specie nella disamina delle barre di armatura, per esaminare particolari sezioni della membratura.

## DIALOGO: POSIZIONAMENTO SEZIONE



Questo dialogo consente di scegliere una sezione sulla membratura correntemente selezionata. La sezione può essere scelta mediante una coordinata adimensionale csi compresa tra 0 ed 1, oppure può essere data fornendo la distanza dal primo estremo della membratura, nella unità di lunghezza corrente. In questo secondo caso è necessario dare una csi < 0 in modo che il programma capisca di dover leggere la distanza e non la csi. Se la csi è compresa tra 0 ed 1, indipendentemente dal valore della distanza, sarà usata csi, e non la distanza.

### 3.51 SELEZIONA-UNITA'

Questo comando consente di cambiare le unità di misura attive. Le unità di misura attive sono impiegate dal programma per comunicare dati e informazioni dall'utente e per acquisire dati e informazioni dallo stesso.

Le unità di misura attive sono indicate nella barra di stato della finestra del programma.

### 3.52 SELEZIONA-COMBINAZIONE- PRECEDENTE

Questo comando consente di selezionare la combinazione di carico precedente a quella corrente. Se la corrente è la prima, la precedente sarà l'ultima.

La combinazione correntemente selezionata è indicata nella barra di stato della finestra attiva, con la scritta "COMBI=#", dove "#" è il numero di combinazione attiva.

Il comando è usato in specie in fase di post processing, dopo le verifiche, per rendersi bene conto dei vari risultati.

### **3.53 SELEZIONA-COMBINAZIONE-SUCCESSIVA**

Questo comando consente di selezionare la combinazione di carico successiva a quella corrente. Se la corrente è l'ultima, la successiva sarà la prima.

La combinazione correntemente selezionata è indicata nella barra di stato della finestra attiva, con la scritta "COMBI=#", dove "#" è il numero di combinazione attiva.

Il comando è usato in specie in fase di post processing, dopo le verifiche, per rendersi bene conto dei vari risultati.

### **3.54 ELEMENTI-ASSEGNA GRUPPO**

Questo comando non è correntemente attivo.

### **3.55 ELEMENTI-AGGIUNGI ARMATURE**

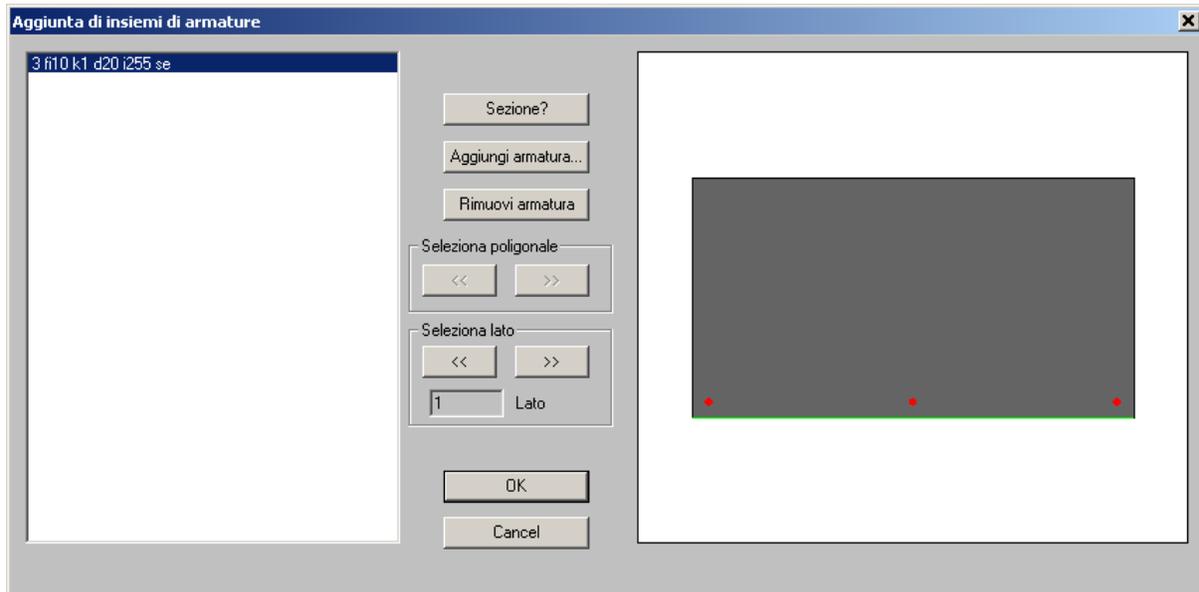
Questo comando viene impiegato per aggiungere armature ad un insieme di membrature aventi tutte la stessa identica sezione. Questo requisito è necessario per consentire di posizionare le armature in modo univoco, ovvero relativamente a una sezione che si presenta identica per tutte le membrature selezionate. A differenza del comando di modifica Modifica Armature, questo comando non fa vedere le armature eventualmente già presenti sugli elementi, e ciò per la fondamentale ragione che gli elementi pur avendo sezioni identiche, e identiche armature da aggiungere, possono avere armature diverse.

Perché il comando possa essere eseguito, è necessario che sia selezionato un certo numero di elementi (anche uno solo) aventi tutti la stessa identica sezione.

Alla esecuzione del comando compare un opportuno dialogo che consente di descrivere materialmente le armature da aggiungere e dove aggiungerle.

Il comando è modale.

## DIALOGO: AGGIUNTA DI INSIEMI DI ARMATURE



Questo dialogo serve ad aggiungere armature ad una sezione.

La sezione è raffigurata nel sistema di riferimento locale, ovvero nello stesso sistema di riferimento adottato quando è stata descritta. Gli assi orizzontale e verticale si chiamano  $y$  e  $z$ , rispettivamente, e si suppone che l'asse della membratura sia l'asse  $x$ . Questi assi non coincidono in generale con gli assi principali della sezione (assi 2 e 3), ma in molti casi (sezioni rettangolari, a T, a C) invece sì.

Il dialogo è concepito in questo modo:

- A sinistra c'è un riquadro nel quale venfono indicate, una per ogni riga, le armature via via aggiunte.
- A destra c'è un riquadro nel quale viene disegnata la sezione con le armature aggiunte (quelle stesse listate a sinistra). Se si seleziona una delle righe del riquadro di sinistra, le corrispondenti armature vengono disegnate colorate in rosso nel riquadro di destra.
- Tra i due riquadri ci sono una serie di bottoni, il cui significato è il seguente.
  - **Sezione?**      Dà informazioni sulla sezione (area, momenti di inerzia, ecc.)

- **Aggiungi armatura** Consente di aggiungere una nuova armatura
- **Rimuovi armatura** Rimuove l'armatura selezionata
- << Se la sezione è composta da più poligonali fa selezionare la poligonale precedente. Se c'è una sola poligonale il tasto è inattivo.
- >> Se la sezione è composta da più poligonali fa selezionare la poligonale successiva. Se c'è una sola poligonale il tasto è inattivo.
- << (riquadro seleziona lato) Seleziona il lato precedente della poligonale attiva, mostrandolo in colore verde.
- >> (riquadro seleziona lato) Seleziona il lato successivo della poligonale attiva, mostrandolo in colore verde.
- **OK** Accetta le armature aggiunte e le va materialmente ad aggiungere alle membrature selezionate.
- **Cancel** Esce senza salvare le armature aggiunte.

La selezione della poligonale serve al fine di selezionare un lato per applicarvi una fila di armature. La selezione del lato serve al fine di snellire i dati di input da fornire, nel caso in cui si intenda assegnare una fila di barre.

La rimozione di una fila di barre o di una singola armatura avviene selezionando la riga corrispondente nel riquadro di sinistra, eppoi premendo il tasto "rimuovi armatura". Che l'armatura sia quella giusta è confermato dal fatto che questa diviene colorata in rosso.

Alla pressione del tasto **Aggiungi armatura** si viene portati in un opportuno dialogo che ha per scopo l'acquisizione dei dati relativi alla armatura.

## DIALOGO: ACQUISIZIONE DI UN' ARMATURA

**Acquisizione di un'armatura** [X]

Inserimento alfanumerico rapido

Barra singola posizionata puntualmente (coordinate rispetto al baricentro)  
 fiAA yBB zCC sDD eEE es: fi18 y-2200 z200 s100 e1200 ; fi14 y-20 z23.2 se

Fila di barre parallela ad un lato  
 NfiAA [kBB] dCC [iDD] s[EE] e[FF] es: 5fi24 k3 d2 i10 se []=facoltativo  
 Se "kBB" manca verrà impiegato il lato selezionato correntemente, ovvero il lato   
 Se i=0, o manca del tutto il campo "iDD",  $i=(LLATO - 2CC)/(N-1)$   
 Se EE manca, EE=0; se FF manca, FF=L membratura

Circonferenza di barre, raggio r, centro in (y, z)  
 NfiAA rBB yCC zDD s[EE] e[FF] es: 12fi14r120.2y0z0se []=facoltativo  
 Se EE manca, EE=0; se FF manca, FF=L membratura

Descrizione rapida secondo le regole chiarite

Inserimento guidato

Modi per dare la lunghezza:  
 s=start  
 e=end  
 l=lunghezza  
 se  
 s0 e1000  
 s 11000  
 s10 11000  
 e 1800  
 e1000 1700

Questo dialogo serve ad aggiungere un'armatura alla membratura correntemente sotto esame o alle membrature correntemente selezionate. Vi si accede sia dal comando **Elementi-Aggiungi Armature**, sia dal comando **Elementi-Modifica-Armature**.

Si è ritenuto che la possibilità di descrivere la posizione della armatura alfanumericamente fosse, passato un primo periodo di apprendimento, il modo più rapido per aggiungere ferri ad una data sezione. Per questo motivo, il modo standard di aggiungere un'armatura consiste nel fornire una opportuna stringa di caratteri, aventi un certo significato codificato.

Accanto a questo metodo è anche possibile aggiungere l'armatura in modo più guidato, mediante altri dialoghi opportuni, che vengono invocati premendo i tre bottoni **Aiuto Barra Singola**, **Aiuto Fila Barre.**, **Aiuto Circonf. Barre**. Il risultato delle procedure guidate sarà comunque una opportuna stringa alfanumerica di caratteri, che verranno poi processati e decodificati dal programma alla pressione del tasto **OK** di *questo* dialogo.

Al momento è previsto che le armature vengano date mediante tre diverse possibilità.

## Barra Unica

La prima possibilità consiste nell'aggiungere un'unica barra posizionata in modo opportuno e con un certo diametro. Il posizionamento avviene mediante le coordinate y e z sulla sezione, riferite all'origine, la quale è il baricentro della sezione geometrica. La coordinata y corrisponde all'asse orizzontale, la coordinata z all'asse verticale. La terna (x, y, z) non è da confondere con la terna (1, 2, 3), terna degli assi principali della sezione geometrica, e nemmeno con la terna (X,Y,Z), terna degli assi globali della struttura.

### **Fila di barre**

La seconda possibilità consiste nel dare una fila di barre equispaziate, aventi tutte lo stesso diametro. In questo caso si presume che la fila sia posta parallelamente ad uno dei lati di una delle poligonali che compongono la sezione. La fila di barre viene posta ad una certa distanza dal lato, distanza che viene a coincidere con il copriferro. Le barre vengono posizionate in modo tale che, se esse sono in numero dispari, la barra centrale venga posta in corrispondenza al punto medio del lato (fatto salvo il copriferro); se esse sono in numero pari, in modo che il punto medio dell'interferro delle barre centrali corrisponda al punto medio del lato.

Se n è il numero di barre e i il loro interasse, deve essere

$$(n-1)*i+2r=L$$

dove r è la distanza tra le ultime barre ed il punto posto a distanza pari al copriferro, idealmente sul prolungamento delle barre in corrispondenza al lato di lunghezza L. Il numero di barre deve essere maggiore o eguale a 2.

### **Circonferenza di barre**

La terza possibilità consiste nel dare un certo numero di barre disposte lungo una circonferenza a passo angolare eguale. Occorre fornire il numero delle barre ed il loro diametro, le coordinate y e z del centro della circonferenza ed il suo raggio. Poi, occorre fornire il punto iniziale ed il punto finale lungo la membratura, così come già visto per le altre modalità. La prima barra ha sempre angolo 0 sull'orizzontale.

### **Come fornire la stringa**

La stringa viene fornita seguendo le convenzioni riepilogate nello stesso dialogo. Tutte le distanze devono essere fornite nella unità di lunghezza attiva, a meno che non sia specificato diversamente.

Valgono le seguenti abbreviazioni (tutte minuscole):

<b>Simbolo abbreviato</b>	<b>Tipo di dato da fornire</b>	<b>Significato</b>
<b>d</b>	reale	copriferro espresso nella unità di lunghezza attiva
<b>e</b>	reale	“end” ascissa del punto finale della barra misurata dal primo estremo della membratura. Le barre sono rettilinee e parallele all’asse della membratura.
<b>fi</b>	intero	diametro della barra in mm
<b>i</b>	reale	interasse tra i ferri espresso nella unità di misura attiva
<b>k</b>	intero	numero del lato della poligonale corrente
<b>l</b>	reale	lunghezza delle barre da applicare
<b>r</b>	reale	raggio della circonferenza di barre
<b>s</b>	reale	“start” ascissa del punto di inizio della barra misurata dal primo estremo della membratura
<b>y</b>	reale	coordinata y nella unità attiva
<b>z</b>	reale	coordinata z nella unità attiva

Ciò che si trova tra parentesi quadre è opzionale, nel senso che, con opportune convenzioni, può essere omissivo.

Relativamente alla lunghezza delle barre, si usano due dei tre campi “s”, “e”, “l”.

Se la barra va dall’inizio alla fine si possono omettere le ascisse iniziale e finale, ed indicare solo “se”.

Se si vuole indicare solo il punto di inizio e la lunghezza della barra si può usare il costrutto “s?l??”, dove i “?” indicano i numeri da aggiungere.

Se si vuole indicare solo il punto finale e la lunghezza della barra si può usare il costrutto “e?l??”, dove i “?” indicano i numeri da aggiungere.

## Barra Singola

Nel caso di barra singola, la sintassi è:

$$fiAA \ yBB \ zCC \ s[DD] \ e[EE]$$

dove AA, BB, CC, DD ed EE sono i numeri che occorre fornire, accompagnati obbligatoriamente dagli identificatori elencati in tabella.

Esempi:

**fi12y-100z230s0e3500**

Metti una barra da 12 mm, nel punto (-100, 230) dall'inizio della membratura sino a distanza 3500 dall'inizio della membratura.

**fi16y180z180se**

Metti una barra da 16mm nel punto (180, 180) dall'inizio alla fine della membratura.

**fi18y0z-123s120l3200**

Metti una barra di diametro 18mm, nel punto (0, -123), dal punto a 120 dall'inizio della membratura sino al punto raggiunto percorrendo una lunghezza di barra pari a 3200.

## Fila di barre

In questo caso la sintassi è:

$$NfiAA \ [kBB] \ dCC \ [iDD] \ s[EE] \ e[FF]$$

Il campo **k** può essere omesso. In questo caso si sottointende di voler applicare la fila di barre al lato correntemente selezionato della poligonale correntemente selezionata.

Il campo **i** può essere omesso. In questo caso **i** verrà calcolato in modo tale che

$$i=(L-2CC)/(N-1)$$

dove **L** è la lunghezza del lato, **CC** è il copriferro ed **N** è il numero di barre. In questo modo le ultime barre distano dall'estremo del lato per una quantità pari al copriferro. Analogo risultato viene raggiunto se si indica **i=0**.

Per i campi "s" ed "e" valgono le regole già viste per la barra singola.

Esempi

Supponiamo che sia correntemente selezionato il lato 3 e che il lato 3 sia lungo 40cm. Vediamo i successivi esempi:

### **3fi12d2se**

Metti una fila di 3 barre fi12 sul lato 3 a distanza di 2cm (copriferro) e dall'inizio alla fine della membratura. L'interferro sarà pari a  $(40-4)/2=18$  cm.

### **5fi18k1d3s80e**

Metti una fila di 5 barre fi18 sul primo lato della poligonale attiva, copriferro 3cm, da 80 cm dall'inizio sino alla fine della membratura. Supponendo che il lato 1 sia lungo 40cm, l'interferro sarà pari a  $(40-6)/4=8.5$  cm.

### **5fi18k1d3i7se**

Metti una fila di 5 barre fi18 sul primo lato della poligonale attiva, copriferro 3cm, dall'inizio sino alla fine della membratura. L'interferro sarà pari a 7cm.

## Circonferenza di barre

Nel caso di circonferenza di barre la sintassi è:

$$NfiAA rBB \quad yCC \quad zDD \quad s[EE] \quad e[FF]$$

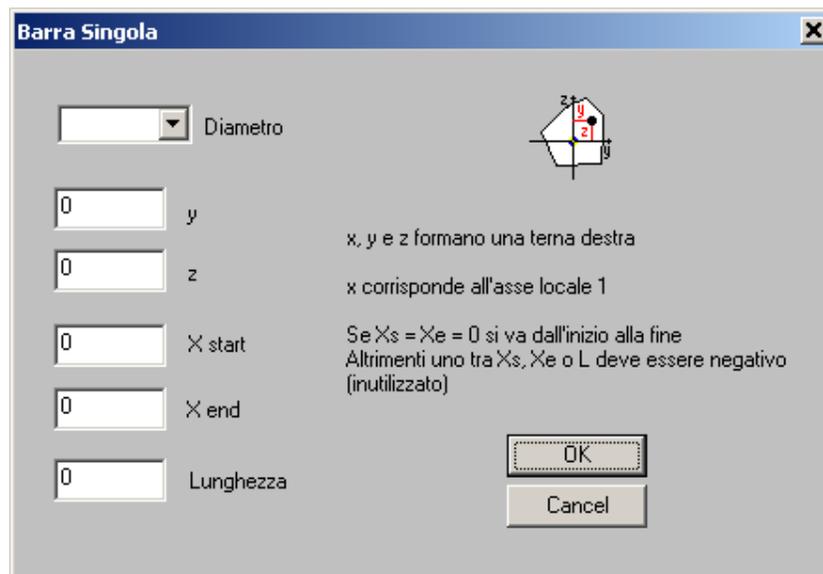
r serve a dare il raggio della circonferenza di barre, y e z forniscono le coordinate del centro della circonferenza di barre.

Esempi:

**8fi12r180.5y23.5z44se**

Aggiunge 8 barre fi 12, ad intervallo di  $45^\circ$  su una circonferenza di raggio pari a 180.5 unità attive, e con centro in (23.5, 44) dall'inizio alla fine della membratura.

## DIALOGO: BARRA SINGOLA



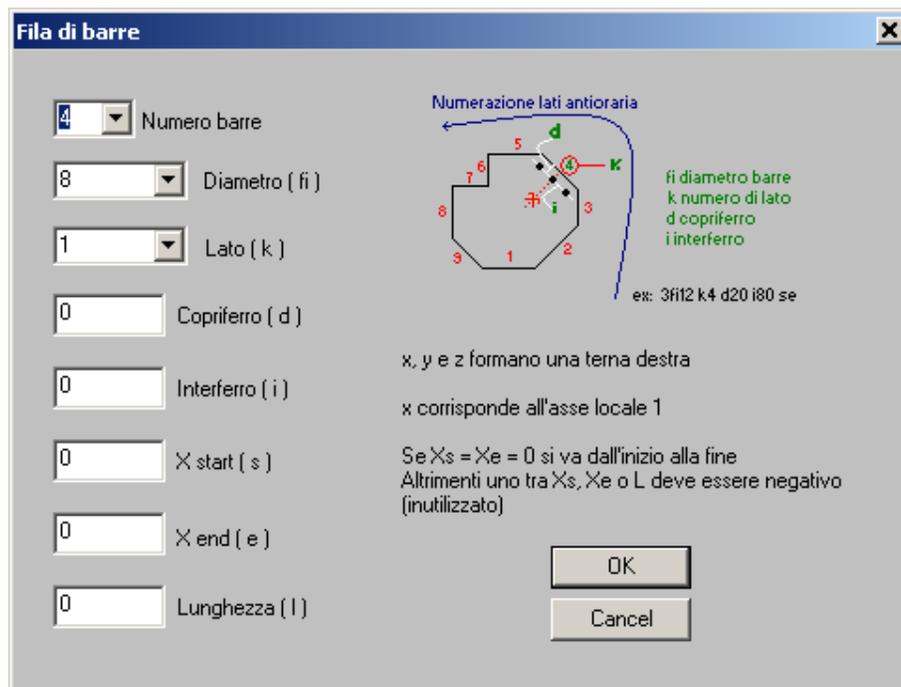
Questo dialogo consente di aggiungere una barra singola in modo guidato. Occorre scegliere il diametro della barra in mm, e fornire le coordinate del punto corrispondente alla barra, sulla

sezione (y e z), nella unità di lunghezza attiva. Infine occorre fornire le informazioni relative alla lunghezza della barra, usando i campi **Xs** (punto di partenza) **Xe** (punto terminale) e **Lunghezza**.

Se tutti e tre i campi **Xs**, **Xe** e **Lunghezza** sono nulli, allora la barra andrà dall'inizio alla fine della membratura, in caso contrario almeno uno dei tre campi deve contenere un numero negativo, che non sarà utilizzato. Gli altri due campi (**Xs** e **Xe**, oppure **Xs** ed **L**, oppure **Xe** ed **L**) verranno impiegati per ricostruire la lunghezza ed il posizionamento della armatura.

Al termine, se si preme il tasto **OK**, si torna al dialogo dal quale si proveniva, ma questa volta la stringa alfanumerica che descrive l'armatura sarà già stata compilata dal programma.

## DIALOGO: FILA DI BARRE



Questo dialogo consente di aggiungere una fila di barre in modo guidato. Occorre scegliere:

- il numero di barre;
- il diametro delle barra in mm;
- il lato al quale si applica la fila di barre (è proposto quello attualmente selezionato);
- il copriferro nella unità di misura di lunghezza attiva;
- l'interferro nella unità di misura di lunghezza attiva;

Infine occorre fornire le informazioni relative alla lunghezza della barra, usando i campi **Xs** (punto di partenza) **Xe** (punto terminale) e **Lunghezza**.

Se tutti e tre i campi **Xs**, **Xe** e **Lunghezza** sono nulli, allora la barra andrà dall'inizio alla fine della membratura, in caso contrario almeno uno dei tre campi deve contenere un numero negativo, che non sarà utilizzato. Gli altri due campi (**Xs** e **Xe**, oppure **Xs** ed **L**, oppure **Xe** ed **L**) verranno impiegati per ricostruire la lunghezza ed il posizionamento della armatura.

Al termine, se si preme il tasto **OK**, si torna al dialogo dal quale si proveniva, ma questa volta la stringa alfanumerica che descrive l'armatura sarà già stata compilata dal programma.

## DIALOGO: CIRCONFERENZA DI BARRE

**Circonferenza di barre**

6 Numero barre (n)

12 Diametro (fi)

120 Raggio (r)

0 y centro (y)

0 z centro (z)

0 X start (s)

0 X end (e)

0 Lunghezza (l)

Diagramma: Circonferenza di barre in un sistema di coordinate (x, y, z). Il raggio è r, il numero di barre è n=8.

x, y e z formano una terna destra  
x corrisponde all'asse locale 1

Se Xs = Xe = 0 si va dall'inizio alla fine  
Altrimenti uno tra Xs, Xe o L deve essere negativo (inutilizzato)

OK  
Cancel

Questo dialogo consente di aggiungere una fila di barre in modo guidato. Occorre scegliere:

il numero di barre;

il diametro delle barra in mm;

il raggio della circonferenza nella unità attiva;

le coordinate del centro della circonferenza nella unità attiva (y, z);

Infine occorre fornire le informazioni relative alla lunghezza della barra, usando i campi **Xs** (punto di partenza) **Xe** (punto terminale) e **Lunghezza**.

Se tutti e tre i campi **Xs**, **Xe** e **Lunghezza** sono nulli, allora la barra andrà dall'inizio alla fine della membratura, in caso contrario almeno uno dei tre campi deve contenere un numero negativo, che non sarà utilizzato. Gli altri due campi (**Xs** e **Xe**, oppure **Xs** ed **L**, oppure **Xe** ed **L**) verranno impiegati per ricostruire la lunghezza ed il posizionamento della armatura.

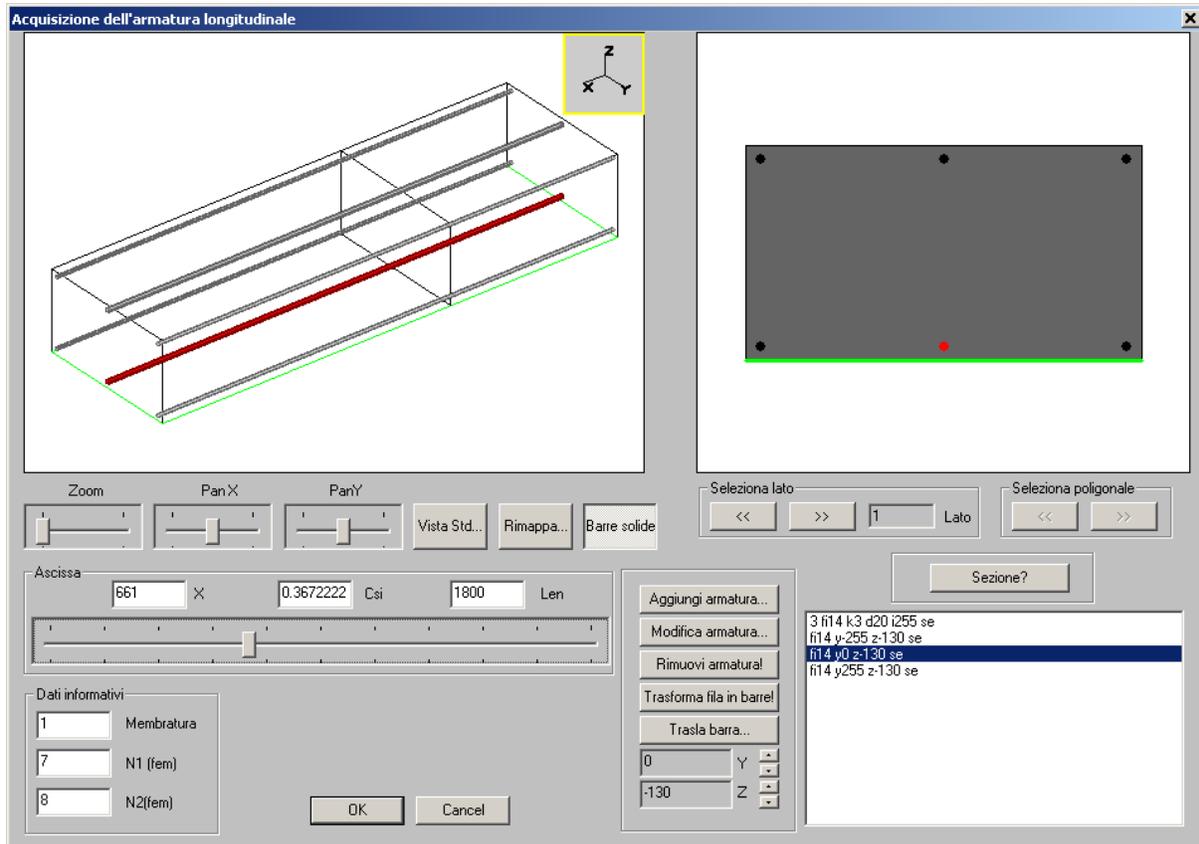
Al termine, se si preme il tasto **OK**, si torna al dialogo dal quale si proveniva, ma questa volta la stringa alfanumerica che descrive l'armatura sarà già stata compilata dal programma.

## **3.56 ELEMENTI-MODIFICA ARMATURE**

Questo comando serve a modificare o aggiungere le armature di una data membratura. Perché il comando sia eseguibile deve essere selezionata, al momento della sua esecuzione, una e una sola membratura.

Alla esecuzione del comando compare un opportuno dialogo che è un vero ambiente di lavoro utile per definire le armature.

## **DIALOGO: ACQUISIZIONE DELL'ARMATURA LONGITUDINALE**



Questo dialogo è il principale ambiente di lavoro per la definizione delle armature in RCSTUDIO.

Scopo del dialogo è quello di consentire all'utente di definire o modificare le armature di una certa membratura, selezionata al momento della esecuzione del comando **Elementi-Modifica Armature**.

Nel dialogo sono presenti due viste agenti in contemporanea.

A **sinistra in alto** vi è la rappresentazione solida e spaziale della membratura e delle sue armature, così come attualmente si presentano, sulla base delle modifiche o aggiunte introdotte. Scopo di questa vista è far vedere come verranno ad essere posizionate le armature nello spazio, in specie con riguardo agli assi di riferimento globali. A questo scopo, per servire questa vista, sono presenti vari bottoni.

Il bottone **Vista Std** consente di ridefinire la vista in base a una delle viste standard, in affinità a quanto previsto dal comando omonimo. La rappresentazione nel riquadro in alto a sinistra cambierà corrispondentemente.

Il bottone **Rimappa** consente di ridefinire la vista in modo libero, in affinità a quanto previsto dal comando omonimo. La rappresentazione nel riquadro in alto a sinistra cambierà corrispondentemente.

Il controllo a slitta **Zoom** fa ingrandire o rimpicciolire il disegno della membratura nello spazio.

Il controllo a slitta **PanX** fa traslare il disegno in direzione orizzontale.

Il controllo a slitta **PanY** fa traslare il disegno in direzione verticale.

Il bottone **Barre Solide** fa passare da una rappresentazione unifilare ad una rappresentazione solida delle barre di armatura.

Il  **cursore** posto nel riquadro **Ascissa** consente di determinare quale sia la sezione attiva della membratura, sezione che viene indicata nel disegno globale mediante il suo perimetro, e che viene quantitativamente identificata mediante i campi **X** (distanza dal primo estremo nella unità attiva) e **Csi** (ascissa adimensionale dal primo estremo, compresa tra 0 ed 1).

A destra in alto è presente un riquadro nel quale la sezione corrente (quella scelta per mezzo del cursore) viene mostrata nel suo sistema di riferimento (y, z) locale. *L'armatura disegnata su questa sezione è quella effettivamente presente in quel punto della membratura* tenendo in conto le lunghezze effettive delle barre di armatura presenti sulla membratura. Al di sotto del disegno della sezione sono presenti una serie di bottoni, che servono a selezionare una delle poligonali che compongono la sezione (<<, >>), e, scelta questa, uno dei lati che compongono la poligonale prescelta (<<, >>). Se la sezione è composta da un'unica poligonale, i tasti per la scelta della poligonale sono ingrigiti.

Il lato correntemente selezionato della poligonale correntemente selezionata è colorato in verde. A questo lato, in assenza di diverse specificazioni, saranno applicate le file di barre. Ogni lato è numerato, ed il suo numero progressivo viene aggiornato via via che si selezionano lati differenti (campo dati **Lato**).

Il tasto **Sezione?** Serve a richiamare il dialogo che ricorda i dati sezionali (area, momenti di inerzia, ecc.).

In basso a sinistra della membratura sono riepilogati alcuni dati come il numero progressivo (Membratura), il nodo iniziale (N1), il nodo finale (N2).

Nel **riquadro in basso a destra** sono elencati tutti gli insiemi di armatura presenti sulla membratura. Ad ogni insieme (fila di barre o barra singola), corrisponde una linea. La selezione di una delle righe, e quindi di uno degli insiemi di armature, fa diventare colorate in rosso in entrambi i disegni in alto (vista globale e vista sezionale) le corrispondenti barre di armatura.

Il **blocco di bottoni e controlli inseriti nell'ultimo riquadro** serve ad aggiungere, rimuovere, modificare o spostare le barre di armatura.

Il bottone **Aggiungi Armatura** dà accesso al dialogo impiegato per definire le armature da aggiungere.

Il bottone **Modifica Armature** serve a modificare un'armatura precedentemente introdotta. Si intende che il comando si riferisce all'insieme di armature correntemente selezionato. Dà accesso al medesimo dialogo del bottone precedente, ma con i dati già impostati e coerenti con quelli dell'armatura da modificare.

Il bottone **Rimuovi Armatura!** serve a rimuovere l'insieme di armature correntemente selezionato (quello colorato in rosso).

Il bottone **Trasforma fila in barre** serve a trasformare una fila di barre in un insieme di barre singole. Questa opzione è comoda quando si vogliono spostare delle barre precedentemente aggiunte. Non è possibile spostare file di barre, si possono spostare solo barre singole. Quindi se si vogliono spostare barre incluse in una fila, occorre prima trasformare la fila in un insieme di barre singole.

Il bottone **Trasla Barra** consente di traslare la barra (singola) correntemente selezionata. La traslazione si applica solo a barre singole in quanto la distanza di una fila di barre dal lato corrispondente è governata dal copriferro. Alla esecuzione del comando compare un opportuno dialogo, che prende il vettore traslazione da applicare alla barra correntemente selezionata.

Analogo effetto può essere ottenuto usando i **controlli a freccia** associati alla coordinata y ed alla coordinata z (indicate nelle caselle di editing), in modo da incrementare o decrementare una singola coordinata.

### **3.57 ELEMENTI-ELIMINA TUTTE LE ARMATURE**

Questo comando elimina tutte le armature presenti sulle membrature selezionate.

### **3.58 ELEMENTI-PICK ARMATURE**

Questo comando consente di assegnare ad un certo insieme di membrature selezionate le armature di una particolare membratura scelta cliccandoci sopra. Il comando è eseguibile solo se ci sono delle membrature selezionate. Le membrature selezionate riceveranno le armature

dell'elemento scelto cliccandoci sopra. Il comando termina al primo click del mouse. Se si clicca il tasto destro del mouse il comando viene interrotto, se si clicca il tasto sinistro del mouse si sceglie la membratura le armature della quale saranno assegnate (eliminando le altre eventualmente presenti) agli elementi selezionati.

Occorre prestare la massima cura nell'impiegare questo comando avendo selezionato membrature che hanno una sezione diversa da quella della membratura da prendere come campione: infatti il posizionamento delle armature rimarrà definito sulla base delle armature della membratura cliccata, e ciò può non avere senso per le membrature selezionate.

### **3.59** **ELEMENTI-ASSEGNA** **CALCESTRUZZO**

Questo comando serve ad assegnare un tipo di calcestruzzo alle membrature selezionate. La necessità di riassegnare il calcestruzzo (pur essendo questo stato già assegnato nel modello fem), deriva dal fatto che a parità di caratteristiche elastiche (modulo di elasticità) si possono voler studiare calcestruzzi con differente tensione caratteristica di rottura, non essendo univocamente definite le leggi che fanno passare dalle tensioni caratteristiche di rottura al modulo elastico stesso.

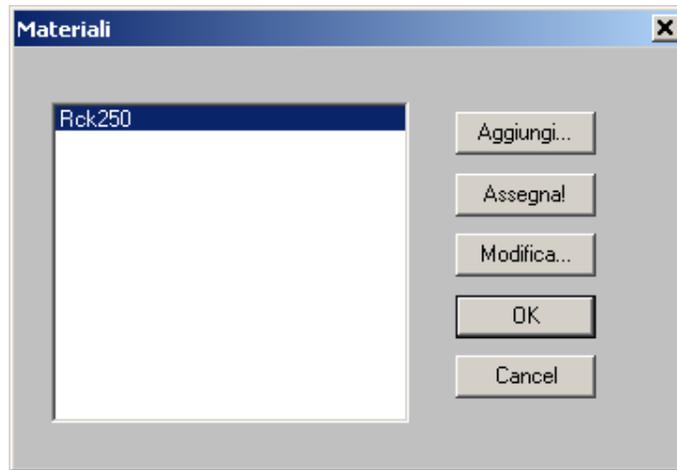
Il comando può essere eseguito solo se sono presenti delle membrature selezionate. Alla esecuzione del comando compare un opportuno dialogo che fa scegliere da una lista il calcestruzzo che interessa.

### **3.60** **ELEMENTI-ASSEGNA ACCIAIO**

Questo comando serve ad assegnare un tipo di acciaio alle membrature selezionate. La necessità di assegnare l'acciaio per le armature di una certa membratura deriva dal fatto che nel modello fem questa informazione non viene gestita.

Il comando può essere eseguito solo se sono presenti delle membrature selezionate. Alla esecuzione del comando compare un opportuno dialogo che fa scegliere da una lista l'acciaio che interessa.

## **DIALOGO: MATERIALI**

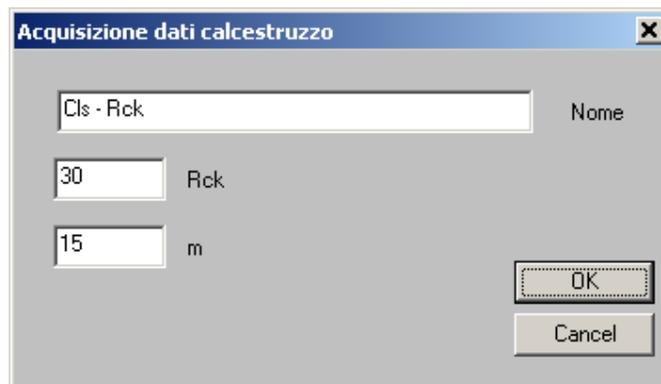


Questo dialogo serve sia ad assegnare il calcestruzzo, sia ad assegnare l'acciaio. In pratica questo dialogo presenta una lista di materiali già in precedenza definiti, e chiede di sceglierne uno. Se il materiale che serve non è presente nella lista, o se non è stato ancora assegnato alcun materiale, è necessario premere il bottone **Aggiungi**, mentre il bottone **Assegna** serve ad assegnare il materiale scelto alle membrature selezionate. Volendo è anche possibile uscire dal dialogo senza assegnare il materiale, ma limitandosi ad aggiungerlo alla lista: in questo caso si uscirà con **OK**. Il bottone **Modifica** serve ad avere accesso allo stesso dialogo usato per aggiungere il materiale, ma con lo scopo di modificarne in tutto o in parte i dati.

Se si deve aggiungere un calcestruzzo al momento della esecuzione del comando compare un opportuno dialogo.

Se invece si deve aggiungere un acciaio al momento della esecuzione del comando compare un dialogo diverso.

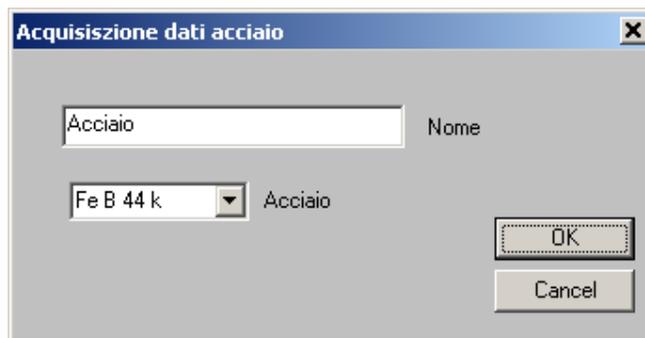
## DIALOGO: CALCESTRUZZO



Questo dialogo serve a definire un nuovo calcestruzzo da assegnare a qualche membratura. Il calcestruzzo è assegnato dandone un **nome**, un valore per la resistenza cubica caratteristica (**Rck**), ed un valore per il coefficiente di omogeneizzazione con l'acciaio (**m**). Il valore del coefficiente di omogeneizzazione viene usato se e solo se vengono eseguiti calcoli alle tensioni ammissibili in accordo alla normativa italiana.

La definizione del materiale nel modo indicato ha senso esclusivamente nell'ambito delle norme italiane e dell'Eurocodice 2, che sono al momento le norme rispetto alle quali vengono eseguite le verifiche.

## DIALOGO: ACCIAIO



Questo dialogo serve a definire un nuovo acciaio da assegnare a qualche membratura. L'acciaio è definito dandone il nome, e scegliendone il tipo mediante la casella a discesa. Sono previsti i seguenti tipi di acciaio: FeB22k, FeB32K, FeB38k, FeB44k, B450 C, B450 A.

La definizione del materiale nel modo indicato ha senso esclusivamente nell'ambito delle norme italiane e dell'Eurocodice 2, che sono al momento le norme rispetto alle quali vengono eseguite le verifiche.

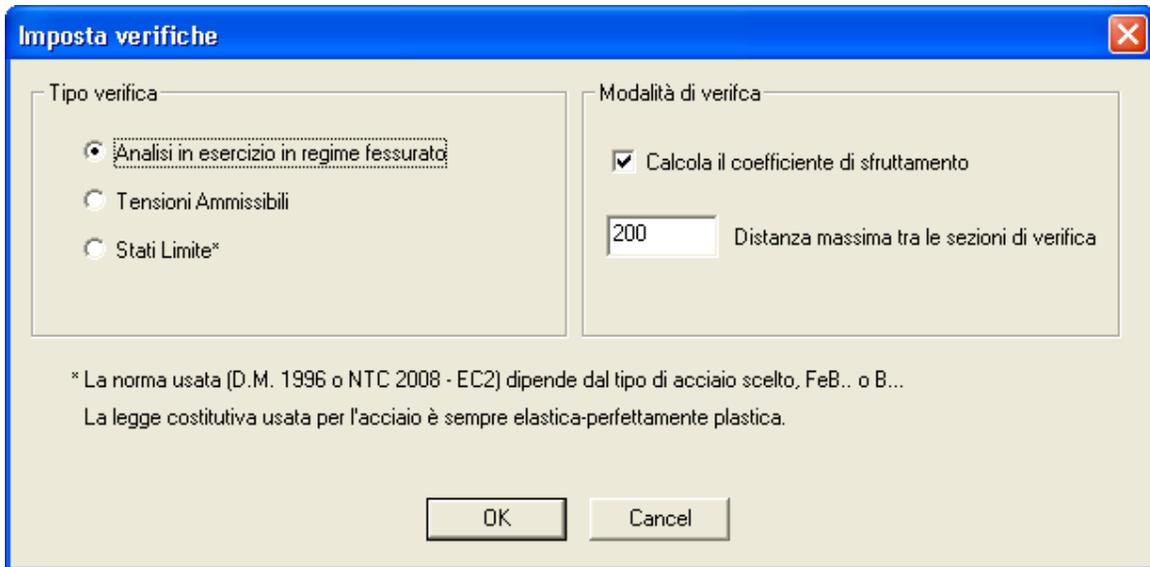
### 3.61 POST-NO POST

Questo comando serve a riportare la visualizzazione secondo la modalità unifilare.

### 3.62 POST-IMPOSTA

Questo comando consente di impostare alcuni dati necessari ad eseguire le verifiche. Appena viene eseguito si apre un opportuno dialogo che consente di impostare i dati. Se vengono variate le impostazioni dopo aver eseguito le verifiche i risultati non sono più accessibili.

## DIALOGO: IMPOSTA VERIFICHE



Questo dialogo serve ad impostare il funzionamento dei calcoli di verifica. Sono possibili le seguenti modalità di funzionamento:

### **Analisi in esercizio in regime fessurato**

Si tratta di una analisi in cui la legge costitutiva del calcestruzzo è una bilatera. Il ramo orizzontale per tensioni positive coincide con l'asse delle deformazioni, ed indica un comportamento NO TENSION. Il ramo inclinato per le tensioni di compressione indica un modulo di elasticità costante, valutato con le formule di normativa in funzione della tensione di resistenza cubica caratteristica. Non vi sono limitazioni di sorta ai valori di tensione e non si possono pertanto definire dei coefficienti di sfruttamento. Per quanto riguarda l'acciaio la legge costitutiva assunta è lineare e simmetrica per trazione e compressione. L'acciaio viene omogeneizzato al calcestruzzo per mezzo del coefficiente di omogeneizzazione per esso definito.

### **Tensioni ammissibili**

E' come la precedente con la differenza che esistono delle soglie di tensione (dette tensioni ammissibili) che non possono essere superate. Se il calcolo dà luogo a tensioni superiori a quelle ammissibili la sezione si ritiene non verificata. In questo caso si definisce arbitrariamente coefficiente di sfruttamento lato calcestruzzo il rapporto adimensionale e positivo tra la massima compressione nel calcestruzzo (in modulo) e la tensione ammissibile del calcestruzzo stesso; coefficiente di sfruttamento lato acciaio teso il rapporto adimensionale e positivo tra la massima tensione dell'acciaio teso e la tensione ammissibile nell'acciaio; coefficiente di sfruttamento lato acciaio compresso il rapporto adimensionale e positivo tra la massima compressione nell'acciaio (in modulo) e la tensione ammissibile nell'acciaio stesso.

### **Stati limite**

In questo caso il calcolo è agli stati limite. La legge costitutiva assunta per il calcestruzzo è quella parabola-rettangolo definita nel Decreto Ministeriale del 1996, NTC 2008 ed Eurocodice 2.

La legge costitutiva per l'acciaio è di tipo elastico perfettamente plastico.

Nel caso del calcolo agli stati limite si distingue tra risposta della sezione alle azioni applicate e risposta della sezione al limite plastico.

La prima risposta è la risposta della sezione alle azioni applicate. Tale risposta può convenzionalmente comportare, nel caso in cui sia superata la capacità portante della sezione, tensioni maggiori di quelle massime di progetto, in quanto al di fuori della zona corrispondente alla capacità portante della sezione le leggi costitutive dei materiali vengono dotate di un ramo incrudente fittizio, atto a trovare un punto di equilibrio che altrimenti non sarebbe possibile. In assenza di uno specifico calcolo volto a calcolare la terna limite il coefficiente di sfruttamento non è definito, mentre si può definire una tensione adimensionale sulla sezione definita come rapporto adimensionale tra la tensione presente nel materiale (calcestruzzo o acciaio) e la corrispondente tensione di progetto.

La seconda risposta, che viene calcolata su richiesta, è la risposta-limite, vale a dire la risposta della sezione ad una terna di sollecitazioni ottenute moltiplicando la terna delle sollecitazioni applicate per un numero, detto moltiplicatore critico, in modo tale che le sollecitazioni ottenute comportino il raggiungimento del limite di deformazione o per l'acciaio teso o per il calcestruzzo compresso. In pratica nello spazio delle sollecitazioni il moltiplicatore critico è il numero che, espandendo o contraendo in modo lineare le tre sollecitazioni applicate, riporta la terna di sollecitazioni sul dominio limite così come convenzionalmente definito dalla norma. Un ulteriore minimo incremento

delle sollecitazioni comporterebbe il superamento della capacità portante della sezione. Si definisce convenzionalmente *coefficiente di sfruttamento* l'inverso del moltiplicatore critico. Tale definizione di moltiplicatore critico (e di coefficiente di sfruttamento) è convenzionale in quanto non è detto che le azioni applicate, pur variando linearmente, comportino a stretto rigore una variazione lineare nella terna delle sollecitazioni di calcolo, e ciò a causa del fatto che i fattori  $\gamma$  previsti dalle norme non sono eguali per le varie azioni di calcolo base.



Il dialogo consente inoltre di definire la distanza massima tra le sezioni sulle quali saranno eseguiti i calcoli su ciascuna membratura (**Distanza massima tra le sezioni di verifica**). Le membrature vengono divise in un certo numero di sezioni equispaziate, le quali vanno dal primo estremo *della membratura* al secondo estremo *della membratura*. E' il programma che ricostruisce automaticamente a quale elemento finito corrispondano tali sezioni e quindi quali siano le azioni interne di verifica. La distanza esatta tra le sezioni sarà certamente inferiore a quella massima specificata in questo comando.

E' compito dell'utente regolare il numero di sezioni (indirettamente, mediante la distanza massima tra le stesse) e la definizione delle membrature in modo che le sezioni incluse nel calcolo non scartino sezioni potenzialmente significative ai fini delle verifiche. D'altro canto, ove il numero di sezioni sia sufficientemente elevato, si può ingegneristicamente considerare minima la possibilità di scarti troppo elevati tra le sollecitazioni campionate nelle sezioni adottate per le verifiche e le sollecitazioni massime, anche tenuto conto del fatto che le verifiche stesse sono eseguite sulle combinazioni, vale a dire sommando diagrammi che hanno massimi posti in generale in punti diversi delle membrature.

Il flag **coefficiente di sfruttamento** ha senso solo se vengono chiesti calcoli agli stati limite. In questo caso se il flag è attivo, su ogni sezione in ogni combinazione di carico verrà richiesto uno specifico procedimento iterativo volto ad ottenere la terna di sollecitazioni limite. I tempi di calcolo possono allungarsi. Il moltiplicatore critico (e quindi il coefficiente di sfruttamento) è calcolato con una precisione pari a  $\pm 0.01$ . Se il flag non è attivo il procedimento numerico è più veloce, e di ogni sezione verrà ad essere noto solo se verificata o non verificata, ed il campo di tensioni adimensionalizzate corrispondenti alla "risposta", mentre non verrà ad essere noto alcun valore di coefficiente di sfruttamento.

Nell'uso di RCSTUDIO con RCSHAPE il calcolo viene sempre eseguito.

### 3.63 POST-VERIFICA

Questo comando fa eseguire le verifiche al modulo esterno che, una per una, controlla le sezioni ed esegue il calcolo della risposta. Solo dopo aver eseguito questo comando e dopo il calcolo delle varie sezioni è stato ultimato è possibile accedere alla resa grafica e numerica dei risultati ed al tabulato.

Il comando comporta anche la creazione di un tabulato ASCII che riepiloga i dati delle membrature e delle armature, e che riporta i risultati delle verifiche sia in termini tensionali che in termini adimensionali (coefficienti di sfruttamento). Il file ASCII con il tabulato si chiama come il modello ed ha estensione “.ooo”. Si consiglia di associare il file “.ooo” a Word o a altri programmi utili all’editing di testo.

Il calcolo sezionale viene automaticamente eseguito per mezzo del modulo esterno RCSHAPE.

### 3.64 POST-INVILUPPO

Questo comando può essere eseguito solo dopo aver eseguito le verifiche sezionali. Il comando fa vedere la struttura resa in modo unifilare, ed in corrispondenza ad ogni sezione di verifica fa vedere un pallino colorato sulla base del coefficiente di sfruttamento di inviluppo, vale a dire il peggior coefficiente di sfruttamento al variare delle combinazioni.

Se è stato eseguito un calcolo del tipo **Analisi in esercizio in regime fessurato**, si vedranno solo pallini gialli e sfruttamenti pari a 0.

Se è stato eseguito un calcolo alle **tensioni ammissibili**, si vedrà il massimo coefficiente di sfruttamento tra calcestruzzo e acciaio, in quella certa sezione, al variare di tutte le combinazioni di verifica.

Se è stato eseguito un calcolo agli **stati limite** e tale calcolo è stato eseguito **senza calcolare il coefficiente di sfruttamento**, il coefficiente di sfruttamento sarà pari a 0 (pallino giallo) per le

sezioni verificate e sarà pari a 99 (pallino rosso cupo) per le sezioni non verificate, tenendo in conto tutte le combinazioni di verifica (inviluppo).

Se è stato eseguito un calcolo agli **stati limite** e tale calcolo è stato eseguito **calcolando il coefficiente di sfruttamento**, il coefficiente di sfruttamento sarà il massimo coefficiente di sfruttamento calcolato dal programma al variare delle combinazioni di verifica, con la seguente avvertenza. Se il coefficiente di sfruttamento è minore di 0.1 esso viene forzato al valore 0 (pallino giallo). Se il coefficiente di sfruttamento è maggiore di 10 esso viene convenzionalmente forzato al valore 99 (pallino rosso cupo).

### 3.65 POST-COMBINAZIONE

Questo comando può essere eseguito solo dopo aver eseguito le verifiche sezionali. Il comando fa vedere la struttura resa in modo unilaterale, ed in corrispondenza ad ogni sezione di verifica fa vedere un pallino colorato sulla base del coefficiente di sfruttamento nella combinazione attiva.

Se è stato eseguito un calcolo del tipo **Analisi in esercizio in regime fessurato**, si vedranno solo pallini gialli e sfruttamenti pari a 0.

Se è stato eseguito un calcolo alle **tensioni ammissibili**, si vedrà il massimo coefficiente di sfruttamento tra calcestruzzo e acciaio, in quella certa sezione, nella combinazione attiva.

Se è stato eseguito un calcolo agli **stati limite** e tale calcolo è stato eseguito **senza calcolare il coefficiente di sfruttamento**, il coefficiente di sfruttamento sarà pari a 0 (pallino giallo) per le sezioni verificate e sarà pari a 99 (pallino rosso cupo) per le sezioni non verificate, tenendo in conto la sola combinazione attiva.

Se è stato eseguito un calcolo agli **stati limite** e tale calcolo è stato eseguito **calcolando il coefficiente di sfruttamento**, il coefficiente di sfruttamento sarà il coefficiente di sfruttamento calcolato dal programma nella combinazione attiva, con la seguente avvertenza. Se il coefficiente di sfruttamento è minore di 0.1 esso viene forzato al valore 0 (pallino giallo). Se il coefficiente di sfruttamento è maggiore di 10 esso viene convenzionalmente forzato al valore 99 (pallino rosso cupo).

### 3.66 POST-ACCIAIO

Questo comando può essere eseguito solo dopo aver eseguito le verifiche sezionali, e solo se si è eseguito un calcolo alle tensioni ammissibili non essendo definito il coefficiente di sfruttamento “lato acciaio” nel caso delle verifiche agli stati limite (verifiche sezionali e non puntuali).

Se è stato eseguito un calcolo del tipo **Analisi in esercizio in regime fessurato**, si vedranno solo pallini gialli e sfruttamenti pari a 0.

Se è stato eseguito un calcolo alle **tensioni ammissibili**, si vedrà il coefficiente di sfruttamento lato acciaio, in quella certa sezione, nella combinazione attiva.

### **3.67 POST-CALCESTRUZZO**

Questo comando può essere eseguito solo dopo aver eseguito le verifiche sezionali, e solo se si è eseguito un calcolo alle tensioni ammissibili non essendo definito il coefficiente di sfruttamento “lato acciaio” nel caso delle verifiche agli stati limite (verifiche sezionali e non puntuali).

Se è stato eseguito un calcolo del tipo **Analisi in esercizio in regime fessurato**, si vedranno solo pallini gialli e sfruttamenti pari a 0.

Se è stato eseguito un calcolo alle **tensioni ammissibili**, si vedrà il coefficiente di sfruttamento lato calcestruzzo, in quella certa sezione, nella combinazione attiva.

### **3.68 POST-INTERROGA**

Questo comando è di tipo non modale. Viene interrotto solo cliccando il tasto destro del mouse o premendo il tasto ESCAPE. Può essere “accatastato”, ma si consiglia di non accatastare più di tre comandi.

Il comando dà informazioni sui risultati delle verifiche. Muovendo il mouse si sceglie una delle sezioni di verifica ed il dialogo che si apre alla esecuzione del comando viene continuamente aggiornato con i risultati delle verifiche stesse.

Per interrompere il comando occorre cliccare sul tasto destro del mouse.

## **DIALOGO: INTERROGA SFRUTTAMENTI**

Interroga sfruttamenti					
Dati					
2	Membratura	18	Numero sezione	0.6	CSIM
Sforzi					
-1	Calcestruzzo	-1	Acciaio Min	90.432884	Acciaio Max
Sfruttamenti					
-1	Calcestruzzo	0.35	Acciaio	0.3546387	Massimo
				2	Combi

Questo dialogo dà informazioni sui valori di sfruttamento. Esso si presenta in modo diverso a seconda che sia stato eseguito un calcolo alle tensioni ammissibili o agli stati limite.

La prima riga in alto contiene informazioni sulla sezione attualmente interrogata: la membratura alla quale appartiene, in numero generale di sezione attribuito a questa sezione, la ascissa adimensionale di questa sezione sulla sua membratura.

La seconda riga (se visibile) dà informazioni sugli sforzi presenti nel calcestruzzo ( $<0$ ), nell'acciaio teso ( $>0$ ), nell'acciaio compresso ( $<0$ ). Gli sforzi sono dati nella unità di misura attiva. Non è detto che sia sensato dare tutti e tre gli sforzi, quando uno solo dei tre ha significato gli altri sono convenzionalmente posti eguali a "-1" per intendere che quella informazione non viene fornita.

La terza riga fornisce i coefficienti di sfruttamento del calcestruzzo, dell'acciaio teso, ed il massimo tra i due. Viene inoltre indicata la combinazione nella quale tale coefficiente di sfruttamento viene ad essere calcolato. Non sempre ha senso restituire i coefficienti di sfruttamento del calcestruzzo e dell'acciaio, in questo caso i coefficienti di sfruttamento privi di significato sono restituiti con il valore "-1".

Infine, in alto a destra compare una casella di testo ("causa") che indica – quando ciò è sensato – quale materiale si trovi nelle condizioni peggiori, l'acciaio o il calcestruzzo, nella situazione indicata.

### Analisi in esercizio

In questo caso i coefficienti di sfruttamento sono tutti nulli. Gli sforzi vengono restituiti solo se sono attive le visualizzazioni relative alla combinazione corrente, mentre non viene restituita alcuna informazione se si chiedono gli involuppi. La “causa” non è determinata e compare una scritta “---”.

### **Tensioni ammissibili**

Sono restituiti sia i coefficienti di sfruttamento lato acciaio che quelli lato calcestruzzo.

*Se si sta esaminando la situazione di una combinazione* (visualizzazioni Combinazione, Calcestruzzo e Acciaio) vengono dati gli sforzi lato calcestruzzo, acciaio teso e acciaio compresso in quella combinazione. Vengono inoltre dati i coefficienti di sfruttamento lato calcestruzzo, e lato acciaio in quella combinazione, ed inoltre viene indicato il massimo tra i due e, in alto a destra, la “causa”.

*Se si sta esaminando la situazione di involuppo* (visualizzazione Involuppo), viene solo dato il massimo tra calcestruzzo e acciaio al variare delle combinazioni. Ovvero: valutati i coefficienti di sfruttamento lato acciaio e lato calcestruzzo in ogni combinazione, il programma sceglie il massimo. Se tale massimo viene raggiunto “lato calcestruzzo” vengono riempite solo le caselle pertinenti al calcestruzzo ponendo “-1” in quelle relative all’acciaio, se, viceversa, il massimo sfruttamento è lato acciaio vengono riempite solo le caselle lato acciaio, mettendo “-1” in quelle relative al calcestruzzo. La “causa” viene restituita coerentemente con il valore trovato.

### **Stati limite con calcolo dei coefficienti di sfruttamento**

*Se si sta esaminando la situazione di una combinazione* (visualizzazione Combinazione) vengono dati gli sforzi lato calcestruzzo, acciaio teso e acciaio compresso in quella combinazione. Viene inoltre dato il coefficiente di sfruttamento della sezione in quella combinazione, ed inoltre viene indicata la causa della crisi, ove si raggiunga il dominio limite. I campi relativi ai coefficienti di sfruttamento lato acciaio e lato calcestruzzo sono lasciati vuoti (“-1”).

*Se si sta esaminando la situazione di involuppo* (visualizzazione Involuppo), il programma dà informazioni relativamente alla combinazione che comporta il massimo coefficiente di sfruttamento. In questo caso viene dato il coefficiente di sfruttamento massimo al variare delle combinazioni, nonché la combinazione corrispondente e, in caso di crisi, la causa della crisi stessa. La riga corrispondente agli sforzi è nascosta. Se si vogliono informazioni di dettaglio su quel che

avviene su quella sezione, si potrà scegliere la combinazione indicata come peggiore ed interrogare il programma sulla risposta ed i coefficienti di sfruttamento in quella combinazione.

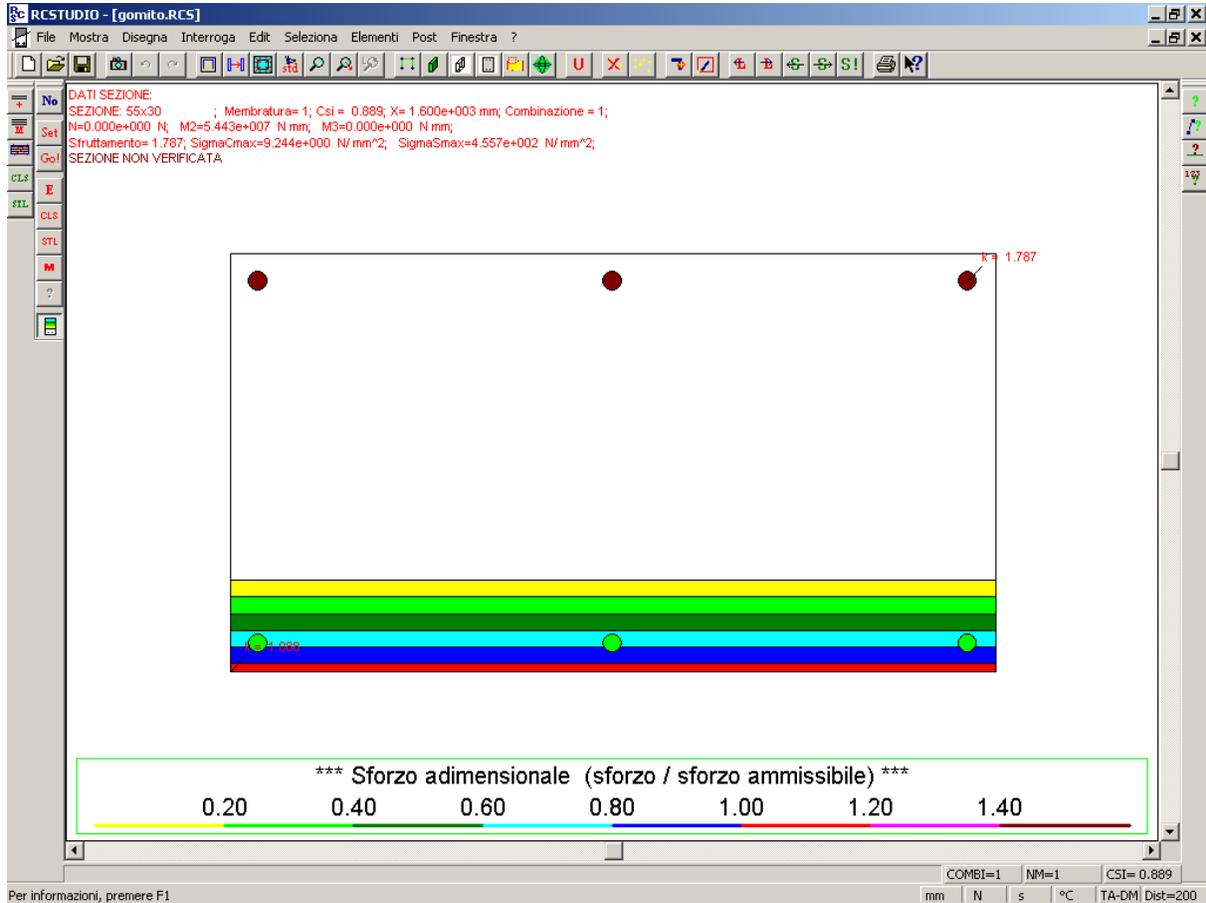
### **Stati limite senza calcolo del coefficiente di sfruttamento**

*Se si sta esaminando la situazione di una combinazione (visualizzazione Combinazione) vengono dati gli sforzi lato calcestruzzo, acciaio teso e acciaio compresso in quella combinazione. Il coefficiente di sfruttamento in quella combinazione viene dato in modo convenzionale: vale “0” se la sezione è verificata, vale “99” se la sezione non è verificata. La causa della crisi è ignota.*

*Se si sta esaminando la situazione di inviluppo (visualizzazione Inviluppo), il programma dà informazioni relativamente alla combinazione che comporta il “massimo coefficiente di sfruttamento” tra i valori convenzionalmente calcolati (0 se la sezione è verificata in una certa combinazione, 99 se non è verificata). In questo caso viene data la combinazione corrispondente. La riga corrispondente agli sforzi è nascosta. La causa della crisi è ignota. Se si vogliono informazioni di dettaglio su quel che avviene su quella sezione, si potrà scegliere la combinazione indicata come peggiore ed interrogare il programma sugli sforzi adimensionali, visualizzando la mappa opportuna.*

## **3.69**

## **POST-SFORZI ADIMENSIONALI**



Questo comando consente di visualizzare i risultati su una sezione in una certa combinazione.

Il comando è attivo solo se è selezionata un'unica membratura, e si riferisce alla sezione attiva della membratura correntemente selezionata. La sezione attiva è indicata da un apposito simbolo luminoso (quadrato rosso) nella visualizzazione unifilare, oppure è disegnata col suo perimetro nella visualizzazione solida trasparente.

Mantenendo il comando attivo è possibile “perlustrare” tutte le sezioni di una certa membratura eseguendo ripetutamente i comandi che fanno passare alle sezioni Successiva e Precedente.

Alla esecuzione del comando appare la sezione con le sue armature, colorata secondo il criterio che verrà chiarito tra breve.

Definiamo sforzo adimensionale “s” un numero puro maggiore o eguale a zero ottenuto facendo il rapporto tra due tensioni normali.

Nel caso in cui il calcolo sia stato fatto agli stati limite,  $s$  è eguale al rapporto tra la tensione in un certo punto e la tensione di progetto del materiale di cui il punto è costituito. Per il calcestruzzo  $s$  è il rapporto tra la tensione calcolata e la tensione di progetto del calcestruzzo  $f_{cd}$ . Per l'acciaio  $s$  è il rapporto tra la tensione normale calcolata e la tensione di progetto dell'acciaio  $f_{sd}$ . La tensione adimensionale  $s$  dà una misura di quanto si sia lontani dalla massima tensione per un dato materiale. Non vi è alcun legame semplice tra lo sforzo adimensionale ed il coefficiente di sfruttamento della sezione, in quanto non affatto è detto che applicando il reciproco del massimo  $s$  sulla sezione alla terna sollecitante si ottenga un punto sul dominio limite. Nondimeno, da un punto di vista strettamente ingegneristico questa informazione, insieme con la informazione sulla estensione delle zone fortemente sollecitate, è utile a farsi una idea di cosa avvenga a seguito della applicazione della terna di sollecitazione.

Nel caso in cui il calcolo sia stato fatto alle tensioni ammissibili o in esercizio,  $s$  è definito come il rapporto tra la tensione normale calcolata e la tensione ammissibile corrispondente del materiale di cui il punto è costituito. Anche in questo caso  $s$  assume il significato di indice di sforzo con riguardo al massimo sforzo possibile. In questo caso invece, data la linearità del problema, il massimo valore dello sforzo adimensionale è anche il coefficiente di sfruttamento della sezione.

Ogni zona della sezione viene colorata sulla base di  $s$ . Le barre vengono colorate sulla base dell' $s$  del punto centrale della barra stessa, mentre il calcestruzzo viene colorato trovando automaticamente le zone corrispondenti alle varie zone di tensione adimensionale. La zona di calcestruzzo bianca è quella non reagente.

Nel caso di calcoli lineari le bande hanno tutte la medesima larghezza e sono inclinate parallelamente all'asse neutro elastico.

Nel caso di calcoli agli stati limite (non lineari) le bande non hanno la medesima ampiezza, e tendono ad essere più larghe per le tensioni più alte.

Sebbene in linea di principio non sia possibile calcolare tensioni adimensionali maggiori di 1 nel caso di calcolo agli stati limite (data la legge costitutiva perfettamente plastica con limite di deformazione adottata dalle norme), per ragioni numeriche si è preferito dotare le curve  $\sigma$ - $\epsilon$  di un ramo incrudente oltre le deformazioni limite, tale da consentire il calcolo di una situazione di equilibrio anche là dove esso non sarebbe stato teoricamente possibile. *La presenza di valori di  $s$  maggiori di 1 in un calcolo lineare o nonlineare è sempre indicativa di una crisi della sezione.*

La resa degli sforzi adimensionali consente di farsi una idea di ciò che avviene sulla sezione a seguito della applicazione della terna di sollecitazioni nella combinazione in esame.

### **3.70** **FINESTRA-NUOVA FINESTRA**

Questo comando consente di aprire una nuova finestra che può consentire una diversa visualizzazione dello stesso modello.

### **3.71** **FINESTRA-SOVRAPPONI**

Questo comando dispone le finestre una dopo l'altra, sovrapponendole in cascata.

### **3.72** **FINESTRA-AFFIANCA**

Questo comando affianca verticalmente le varie finestre attive.

### **3.73** **FINESTRA-DISPONI ICONE**

Questo comando dispone le icone delle finestre ridotte ad icona, in modo ordinato all'interno della finestra principale.

### **3.74** **HELP-INDICE**

Questo comando richiama l'help all'indice generale.

### **3.75** **HELP-HELP CONTESTUALE**

Questo comando è molto utile. Esso consente di avere informazioni sui comandi e sui bottoni, semplicemente cliccandoci sopra con il cursore-punto interrogativo resosi disponibile dopo l'esecuzione del comando.

## 3.76

## HELP-INFORMAZIONI SU RCSTUDIO

Questo è il comando da usare per vedere la versione del programma.

### INFORMAZIONI SU RCSTUDIO (DIALOGO)

In questo dialogo è indicato il Copyright e la versione del programma.