



TRUSS 2000 v. 3.0
Manuale d'uso

NEWSOFT è una società di informatica specializzata nella produzione e distribuzione di software per ingegneria strutturale che opera su tutto il territorio nazionale dal 1982.

La Società è sorta con l'obiettivo di produrre software di qualità per microcalcolatori, capace di costituire un ausilio valido ed affidabile alla progettazione strutturale, e con la convinzione che tale obiettivo non può essere raggiunto con la semplice trascrizione delle metodologie tradizionali, in termini di analisi automatica, ma che richiede, invece, lo sviluppo di procedure del tutto nuove, capaci di sfruttare le grandi potenzialità offerte da un uso individuale del computer.

©Copyright NEWSOFT s.a.s.

Centro Metropolis Torre Sud Via Lenin scala G - 87036 Rende (Cosenza)

tel/fax: +39 (0)984 463798 - (0)984 463884

internet: <http://www.newsoft-eng.com> **e-mail:** assistenza@newsoft-eng.com

Il presente manuale o parte di esso non può essere copiato o distribuito senza esplicito permesso di NEWSOFT.

Il software descritto può essere soggetto a cambiamenti senza preavviso. NEWSOFT non assume nessuna responsabilità per l'uso o l'affidabilità del software o parte di esso modificato senza suo esplicito consenso.

Indice

INSTALLAZIONE DEL PROGRAMMA	1
<i>Installazione di TRUSS 2000</i>	1
<i>Lanciare TRUSS 2000</i>	1
<i>Prima attivazione del programma</i>	1
Come richiedere il codice di attivazione	2
Come inserire il codice di attivazione	2
<i>Trasferimento della licenza su un altro computer</i>	2
<i>Versione lite di Truss 2000</i>	3
<i>Aggiornamenti al programma</i>	3
<i>Aggiornamenti al programma</i>	3
<i>Consultazione e stampa del Manuale</i>	3
<i>Sito Web</i>	4
INTRODUZIONE	5
<i>Riferimenti normativi</i>	5
<i>Caratteristiche del programma</i>	5
Analisi elastica	5
Analisi nonlineare	6
<i>L'ambiente di lavoro</i>	6
<i>Apertura dei file della versione Truss 2000 v 1.x</i>	6
<i>Conversione dei file dalla versione 3.1 Dos</i>	6
Convertire un file Truss 3.1	6
Convertire un file Truss 3.1 da riga di comando	7
Convertire più files Truss 3.1 contemporaneamente	7
DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA	8
Strutture analizzabili	8
I nodi	8
Le aste	8
Le sezioni e i materiali tipo	8
I gruppi	8
Le tabelle Omega	8
ESECUZIONE DELL'ANALISI	8
Valutazione dei risultati	8
Riesecuzioni dell'analisi	9
<i>Risultati e disegni</i>	9
Il tabulato	9
I disegni	9
<i>Fasi Operative</i>	9
Tipica sessione di lavoro	9
Tempi di calcolo	10
INTERFACCIA UTENTE	11
Interfaccia a finestre	11
I menù a tendina	11
Le finestre di visualizzazione	11
Help in linea	11
La gestione logica dei comandi	11
GESTIONE DEI MENÙ	11
La barra dei menù	11
Come richiamare un menù	11
Riferimenti sintetici utilizzati nel manuale	11
La struttura di un menù	11
Selezione di un'opzione in un menù	13
Comandi disponibili a menù aperto	14
INTERFACCIA A FINESTRE	14
Caratteristiche generali di una finestra	14
Coesistenza di più finestre	15
La finestra attiva	15

Chiusura e ridimensionamento finestra	15
Cambiare la finestra attiva	15
Spostare una finestra sullo schermo	15
Modificare le dimensioni di una finestra	16
Scorrere il contenuto di una finestra	16
Aiuto in linea sulla finestra attiva	16
UTILIZZAZIONE DEI COMPONENTI	16
La barra del titolo	16
La barra di stato	17
La barra di scorrimento (scroll bar)	17
Hint di suggerimento	17
Campi dati (Edit)	18
Elenchi a comando (Combo box)	18
Caselle di selezione (Check box)	18
Pulsanti di variabilità (Spin up)	18
La barra strumenti e pulsanti attivazione	18
MENÙ FILE	20
COMANDO NUOVO	20
Azione con altro file aperto e salvato	20
Azione con altro file aperto e non salvato	20
COMANDO APRI	21
Azione dopo aver avviato il programma	21
Funzione dei componenti presenti:	21
Azione prima di salvare altri file aperti	22
COMANDO SALVA	22
Quando azionare il comando	23
Salvataggio di un nuovo file	23
Sostituzione di un file esistente	23
COMANDO SALVA COME	24
COMANDO CHIUDI	24
COMANDO TRASFERISCI INSTALLAZIONE	24
Fase 1 da eseguire sul nuovo computer	24
Fase 2 da eseguire sul vecchio computer	24
Fase 3 da eseguire sul nuovo computer	25
COMANDO ESCI	25
MENÙ DATI	26
FOGLI DI INPUT	26
Input diretto	26
Come spostarsi nel foglio	27
Come spostarsi in un altro foglio	27
Tipi di fogli	27
Foglio griglia	27
Foglio tabella	27
GESTIONE DEI FOGLI GRIGLIA	27
<i>La struttura della griglia</i>	27
<i>Inserimento e cancellazione di righe</i>	28
Come inserire una riga:	28
Come cancellare una riga:	28
Hint di suggerimento	28
Scorrimento dei dati	29
<i>Inserimento o modifica di un dato</i>	29
Come usare il taglia-incolla di Windows	29
L'editing all'interno di una cella	29
Come usare i Combo box	30
PREPARAZIONE DEI DATI DI INPUT	30
Il sistema di riferimento	30
Individuazione dei nodi e delle aste	31
I nodi	31
Le aste	31
Materiali e sezioni	31
Gruppi	31
Sincronismo	31

FOGLIO DATI GENERALI	32
FOGLIO MATERIALI	32
<i>Denominazione del materiale</i>	32
<i>Tensioni ammissibili</i>	32
<i>Peso specifico</i>	33
FOGLIO SEZIONI	33
<i>Denominazione della sezione</i>	33
<i>Classe della sezione</i>	33
<i>Area nominale</i>	34
<i>Area effettiva</i>	34
<i>Raggio minimo d'inerzia</i>	34
FOGLIO GRUPPI	34
FOGLIO COEFFICIENTI OMEGA	35
FOGLIO NODI	36
<i>Coordinate dei nodi</i>	36
<i>Tipo di vincolo</i>	36
FOGLIO ASTE	37
<i>Incidenze</i>	37
Numerazione ottimale dei nodi	37
<i>Sezione, materiale e gruppo</i>	37
FOGLIO FORZE NODALI	38
<i>Forze esterne applicate</i>	38
<i>Spostamenti vincolari</i>	39
<i>Masse sismiche</i>	39
FOGLIO CARICHI ASTE	39
<i>Sforzo normale di pretesione</i>	40
<i>Carichi distribuiti</i>	40
<i>Variazione termica</i>	40
MENÙ VISTA	41
<i>Sincronismo</i>	41
FOGLI DI VISTA 3D	42
Area di disegno	42
Comandi di vista 3D	43
Barra Strumenti	43
Azione sorvola oggetto	43
Azione rotazione oggetto	43
Azione sposta direzione di vista	43
Azione Anteprima di stampa	43
Il combo box zoom	44
Il combo box Foglio	44
Il combo box Scala	44
I pulsanti di spostamento	44
La stampa	44
FOGLIO GEOMETRIA	44
Barre strumenti di selezione	45
Barre strumenti degli elementi strutturali	45
<i>Selezione degli elementi</i>	45
Selezione oggetto	45
Selezione in finestra	45
Selezione gruppo	46
Selezione tutto	46
Esci	46
<i>Le azioni sugli elementi</i>	46
Azione Inserisci aste	46
Azione Dividi aste	48
Azione Cancella aste	48
Azione Sposta aste	49
Azione Modifica aste	51
Azione Inserisci nodi	52
Azione Cancella nodi	54
Azione Sposta nodi	54
Azione Modifica nodi	56

FOGLIO MODI ELASTICI	56
FOGLIO MAPPA D'IMPEGNO	57
FOGLIO MODI LABILI	58
FOGLIO MODI DI VIBRARE	59
FOGLIO MODO CRITICO	59
FOGLIO DEFORMATA NONLINEARE	60
IL COMANDO OPZIONI DI DISEGNO	60
Preferenze sul testo	60
Preferenze sulla presenza degli elementi	60
Come controllare l'effetto di una preferenza	60
Come attivare o disattivare un elemento del disegno	60
MENÙ ANALISI	61
CARATTERISTICHE DEL MODELLO STRUTTURALE	62
Elementi utilizzati	62
Carichi	62
<i>Analisi elastica lineare</i>	62
Ipotesi base	62
Assemblaggio	62
Decomposizione	62
Soluzione	63
Analisi dinamica	63
Verifica delle aste	63
<i>Analisi nonlineare</i>	64
<i>Analisi nonlineare di tipo incrementale-iterativa</i>	64
<i>Analisi nonlineare con metodo asintotico alla Koiter</i>	64
Analisi critica euleriana	64
Analisi post-critica	65
COMANDO MODELLO	65
La costruzione del modello	65
Esecuzione del controllo	66
I messaggi di controllo	66
Casistica dei messaggi di controllo	66
COMANDO LINEARE	67
COMANDO SOLUZIONI LINEARI SPOSTAMENTI	68
COMANDO SOLUZIONI LINEARI TENSIONI	68
COMANDO VERIFICA LINEARE SPOSTAMENTI	69
COMANDO VERIFICA LINEARE TENSIONI	70
COMANDO VERIFICA LINEARE REAZIONI VINCOLARI	72
COMANDO CONSUNTIVO	73
COMANDO NONLINEARE	73
CURVA DI EQUILIBRIO	74
Struttura perfetta e influenza delle imperfezioni	75
Le imperfezioni geometriche e di carico	76
Scegliere un punto di equilibrio sulla curva	76
Barra Strumenti	76
Barre strumenti di zoom	76
<i>Anteprima di stampa</i>	77
<i>Opzioni di disegno</i>	78
COMANDO VERIFICA NONLINEARE SPOSTAMENTI	79
COMANDO VERIFICA NONLINEARE TENSIONI	79
COMANDO FATTORI DI CARICO	80
COMANDO OPZIONI DI ANALISI	80
MENÙ STAMPA	83
COMANDO TABULATO	83
Operazioni tipiche di una sessione di stampa	84
Come comporre il tabulato	84
<i>Pulsante Anteprima</i>	84
Il foglio Preview della relazione	84
<i>Pulsante RTF</i>	85
<i>Pulsante Stampa</i>	85

<i>Suddivisione del tabulato in sezioni</i>	85
Sezione Introduzione	85
Sezione Descrizione strutturale	86
Sezione Risultati di analisi	86
COMANDO STAMPANTE	86
Esportazione dei disegni per stampa su plotter	86
La selezione della stampante	87
La selezione del foglio	87
Impostazione di formati personalizzati	87
Impostazione di modulo continuo in una stampante molto diffusa	87
MENÙ WINDOW	89
Comando Cascata	89
Comando Affianca in orizzontale/verticale	89
Comando Chiudi tutte	89
Selezione di una finestra già aperta	89

Installazione del programma

TRUSS è un programma di progettazione strutturale sviluppato per ambienti Windows®, compatibile con le versioni 95, 98, NT o 2000 e con tutte le periferiche supportate dal sistema operativo.

L'installazione può essere espletata speditamente seguendo la procedura di seguito riportata.

Installazione di Truss 2000

- Inserire il Cdrom *Newsoft* nel lettore e da *Risorse del Computer* aprire la cartella Truss.
- Avviare l'installazione lanciando *Setup* e seguire le istruzioni a video.
- Sono proposti alcuni quadri informativi e di selezione come per la scelta della cartella di installazione. Questa per default è *C:\Programmi\Newsoft\Truss 2000*, modificabile premendo il bottone *Browse*. Cliccare su *Next* per passare al quadro successivo.
- L'ultimo quadro riporta una sintesi delle operazioni eseguite. L'installazione si conclude cliccando sul pulsante *Finish*.
- Estrarre il Cdrom *Newsoft* e custodirlo accuratamente, in modo tale da poterlo riutilizzare in caso di necessità.

Lanciare Truss 2000

Per lanciare il programma Truss 2000 è possibile seguire tre strade equivalenti:

- Dal menù *Avvio* di Windows, selezionare *Programmi | Newsoft | Truss 2000*.
- Da *Risorse del Computer* discendere nella cartella Truss (es. *C:\Programmi\Newsoft\Truss 2000*) ed effettuare un doppio click del mouse sul file *Truss.exe*.
- Creare sul desktop un collegamento a *Truss.exe* e quindi cliccare due volte sull'icona *Collegamento a Truss*. Per creare un collegamento sul desktop, aprire da *Risorse del Computer* la cartella Truss e trascinare il file o l'icona di *Truss.exe* sul desktop.

In ciascuno dei tre casi, l'avviamento richiede qualche istante di attesa per completare il caricamento del codice.

Se si sta eseguendo la prima attivazione del programma, compare una finestra in cui inserire il codice di attivazione per abilitare l'uso del programma, secondo quando riportato al paragrafo successivo.

Una volta eseguita la procedura di attivazione, il programma è pronto per l'utilizzo. La finestra di prima attivazione non compare più, e il programma va direttamente in esecuzione riportando la finestra *About*, che riporta l'indice della versione correntemente installata e i recapiti Newsoft.

Prima attivazione del programma

All'atto della prima attivazione il programma propone la seguente finestra, in cui si possono assegnare i dati identificativi dell'utente licenziatario ed introdurre il codice di attivazione che abilita l'uso del programma.

**Fase 1:
Prima attivazione**

- 1) Compilare il quadro informativo.
- 2) Inviare la richiesta di attivazione cliccando su Invia e-mail, oppure cliccare su Salva in formato testo per richieste via fax o lettera.
- 3) Uscire cliccando sul pulsante Chiudi senza attivare.
- 4) Attendere il codice di attivazione dalla Newsoft.

**Fase 2:
Attivazione con codice**

- 1) Inserire il codice di attivazione comunicatovi da Newsoft.
- 2) Cliccare sul pulsante Attiva il programma.
- 3) Non eseguire tale procedura con codici casuali perché al terzo tentativo cambia il codice di serie da cui dipende il codice di attivazione.

Il codice di attivazione che deve richiesto alla Newsoft, fornendo i dati riportati nel riquadro inferiore, comprendenti i dati identificativi dell'utente e il codice di serie riportato nelle sei caselle in basso.

Come richiedere il codice di attivazione con e-mail immediata

- Assegnare i dati identificativi dell'utente.
- Cliccare sul pulsante "Invia e-mail di richiesta" per inviare subito in automatico la richiesta via e-mail.
- Cliccare quindi sul pulsante "Chiudi senza attivare".

Come richiedere il codice di attivazione con fax, lettera o e-mail

- Assegnare i dati identificativi dell'utente.
- Cliccare sul pulsante "Salva richiesta su file di testo" per ottenere un fac-simile di richiesta già precompilato in formato testo.
- Cliccare quindi sul pulsante "Chiudi senza attivare".
- Comporre il fax, la lettera o l'e-mail utilizzando il file testo salvato ed inviarla a Newsoft. I recapiti sono riportati sul file di richiesta.

Attenzione a non effettuare tentativi casuali di attivazione

Una volta inviata la richiesta del codice di attivazione, non provare ad attivare il programma cliccando sul pulsante Attiva programma, senza avere prima inserito il corretto codice di attivazione, perché l'inserimento di un codice errato cambia il codice di serie e di conseguenza anche il codice di attivazione ad esso associato.

Come inserire il codice di attivazione

- Digitare nelle sei caselle superiori il codice di attivazione, fornito dalla Newsoft in base alla richiesta effettuata al punto precedente.
- Cliccare quindi sul pulsante "Attiva il programma".

Trasferimento della licenza su un altro computer

Nel caso si voglia trasferire il programma su un altro computer seguire la seguente procedura. Per semplicità chiameremo "vecchio computer" la macchina su cui il programma è già attivo e "nuovo computer" la macchina su cui trasferire la licenza.

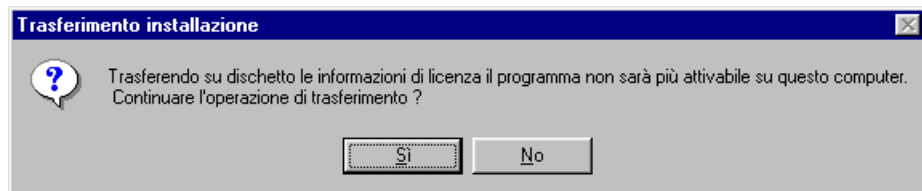
Fase 1 da eseguire sul nuovo computer

- Installare il programma sul nuovo computer e mandarlo in esecuzione.
- Compare la finestra di dialogo Attivazione del programma.

- Inserire un dischetto nel drive A: e cliccare sul pulsante Prepara trasferimento.

Fase 2 da eseguire sul vecchio computer

- Mandare in esecuzione il programma.
- Cliccare l'opzione di menù *File|Trasferisci licenza*
- Compare un riquadro col seguente messaggio:
"Trasferendo su dischetto le informazioni di licenza il programma non sarà più attivabile su questo computer. Continuare l'operazione di trasferimento?"
- Se si vuole continuare l'operazione, inserire il dischetto preparato nella fase precedente nel drive A: e cliccare sul pulsante Si. Per interrompere l'operazione cliccare sul pulsante No.



Fase 3 da eseguire sul nuovo computer

- Mandare in esecuzione il programma.
- Compare la finestra di dialogo Attivazione del programma.
- Inserire il dischetto preparato nelle fasi precedenti e cliccare sul pulsante Trasferisci licenza.
- Il programma va quindi in esecuzione sul nuovo computer.

Versione lite di Truss 2000

Il programma Truss 2000 è distribuito anche in una versione lite shareware, limitata a 12 nodi e venti aste. Il presente manuale rimane valido anche per questa.

Truslim

Versione shareware di Truslim 2000, completa nelle funzioni, ma limitata a 12 nodi e 20 aste, liberamente utilizzabile per la valutazione. Per un uso professionale è richiesta l'accettazione dell'accordo di licenza Newsoft.

Aggiornamenti al programma

L'impegno costante investito dalla Newsoft nel continuo miglioramento e potenziamento del programma, comporta successive revisioni dello stesso, che i licenziatari del programma potranno ottenere in forma di aggiornamento. Newsoft pubblica sul suo sito WEB tutte le informazioni tecniche riguardo agli aggiornamenti, il costo e le modalità per riceverlo.

Gli aggiornamenti sono facoltativi, consigliamo comunque di seguire con costanza la campagna aggiornamenti innanzitutto per lavorare con uno strumento sempre più potente e in secondo luogo perché ciò è conveniente anche sotto l'aspetto economico. Il costo dell'aggiornamento è infatti commisurato alla versione in uso presso l'utente: tale costo è minimo se si aggiorna a partire dall'ultima versione e gradualmente crescente per versioni precedenti.

Consultazione e stampa del Manuale

La fase di installazione del programma trasferisce i files del Manuale, in formato pdf, nella relativa cartella C:\Programmi\Newsoft\Truss 2000\Manuale\...

I files sono apribili con il programma Acrobat Reader che, se non è già presente sul computer, può essere installato lanciando il file setup.exe dalla cartella Acrobat del CD-ROM.

Apertura dei files del Manuale

Una volta effettuata l'installazione di Acrobat Reader, portarsi, attraverso Risorse del Computer nella cartella del Manuale ed effettuare un doppio click sul file **Indice.pdf**, in esso si trovano i vari link per la consultazione veloce a video dell'intero manuale.

Stampa del manuale

Per effettuare la stampa del manuale bisogna attivare la funzione *File|Stampa*, presente nel programma Acrobat Reader, per ogni singolo file o paragrafo che interessa.

Sito Web

Consigliamo ai nostri utenti di visitare frequentemente il sito WEB di Newsoft

<http://www.newsoft-eng.com>

oppure

<http://www.newsoft-eng.it>

per ottenere tutte le informazioni sugli sviluppi del programma, per l'assistenza tecnica e le offerte commerciali.

Introduzione

TRUSS di Newsoft è un ambiente software di nuova concezione finalizzato all'analisi di strutture reticolari spaziali e piane in campo elastico lineare e non lineare. Come altri prodotti della stessa software house, TRUSS offre spiccate caratteristiche di interattività e si propone come strumento di analisi integrato, completo cioè di tutte le funzioni necessarie per eseguire l'intero iter progettuale, dall'inserimento dei dati alla stampa della relazione e dei disegni. È, inoltre, un prodotto altamente specialistico in quanto consente di definire le più varie conformazioni geometriche, di ricercare con processo automatico gli eventuali modi labili e di eseguire l'analisi in campo nonlineare, in accordo con le più recenti direttive degli Eurocodici.

Riferimenti normativi

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono condotte in accordo alle seguenti norme:

- **Legge 05/11/1971 n. 1086**, Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **D.M. 14/02/92**, Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- **D.M. 09/01/1996**, Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche.
- **Circolare Min. LL.PP. 04/07/1996**, Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche» di cui al D.M. 09/01/1996.
- **Circolare Min. LL.PP. 15/10/1996**, Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a., normale e precompresso e per le strutture metalliche».

Caratteristiche del programma

Il programma si rivolge alle strutture di tipo reticolare, con aste collegate fra loro da snodi di tipo cerniera e vincoli esterni costituiti da semplici appoggi.

Fra le caratteristiche più interessanti del programma troviamo:

- riconoscimento automatico della presenza di modi labili;
- analisi in campo elastico-lineare per le seguenti condizioni di carico: pretensione, permanente, accidentale, termico, vento, neve e sisma;
- analisi in campo nonlineare con i metodi seguenti: simulazione numerica del processo di carico, metodo della perturbazione statica;
- analisi sismica con tecnica della sovrapposizione modale;
- verifiche alle tensioni limite eseguita in campo lineare per le combinazioni di carico definite dall'utente;
- verifiche a carico di punta delle aste col metodo Omega.
- verifica alle tensioni limite ed al carico di punta in campo nonlineare;

Analisi elastica

L'analisi elastica determina gli spostamenti nodali, le reazioni prodotte dai vincoli, le tensioni nelle aste per ognuna delle sei condizioni di carico:

- stato di pretensione
- permanente
- accidentale
- termico
- vento
- neve
- sisma

Per ciascuna delle combinazioni delle condizioni di carico definite dall'utente, è eseguita la verifica delle aste, sia nei confronti delle tensioni limite, sia nei confronti di fenomeni di instabilità locale.

Quest'ultima verifica è eseguita con il ben noto metodo Omega e fa riferimento ai coefficienti tabellati nelle normative tecniche vigenti, già memorizzati all'interno del programma per i materiali più diffusi (sono previsti 8 diversi materiali e 4 diverse tipologie di sezione). In presenza di materiali non previsti, è in ogni caso possibile editare direttamente la tabella dei valori di omega, specifici per il materiale in questione.

Analisi nonlineare

L'analisi della struttura in ambito nonlineare può essere effettuata con uno dei due seguenti metodi:

- metodo incrementale al passo: opera una simulazione numerica del progressivo caricamento della struttura e, pur richiedendo tempi di calcolo relativamente lunghi, fornisce in linea di principio la soluzione più accurata;
- metodo asintotico alla Köiter: ricava una soluzione approssimata di validità asintotica ma comunque sufficientemente accurata, specie per la valutazione del carico di collasso. La soluzione ottenuta mette in conto anche la presenza di eventuali imperfezioni nella disposizione geometrica della struttura e nei carichi agenti. È così possibile eseguire quella che normalmente è chiamata analisi di sensibilità alle imperfezioni: cioè valutare la caduta di portanza della struttura in funzione dell'entità delle imperfezioni

Le verifiche locali sono effettuate in corrispondenza del fattore di carico indicato dall'utente ed in corrispondenza del fattore di carico massimo ammissibile per la struttura.

L'ambiente di lavoro

L'ambiente di lavoro si basa su un'interfaccia a finestre con comandi da mouse e menù ed è strutturato in modo che l'utente possa accedere alle diverse fasi di lavoro nel modo più semplice.

Truss è un programma che nasce in ambiente Windows; sfruttandone appieno tutte le potenzialità. Il programma è semplice da usare, sintetico nella richiesta dei dati e molto accurato sotto l'aspetto grafico. Dispone di finestre dati che consentono la manipolazione e il controllo dei valori numerici, di finestre grafiche di disegno e di finestre d'aiuto. L'insieme degli oggetti è opportunamente gestito in maniera intelligente, con controlli di congruenza già attivi a livello di digitazione e utilizzando funzioni di sincronismo molto utili a ridurre al minimo le operazioni richieste all'utente.

In ogni situazione sarà possibile richiamare l'*Help in linea*, al fine di ottenere informazioni sulle quantità correntemente attive che si andranno a testare.

La facilità di inserimento dei dati di input, la rapidità di analisi e la leggibilità con cui sono presentati i risultati inducono l'utente ad interagire col programma aiutandolo a ricercare la soluzione ottimale di progetto. I supporti grafici di cui il programma è dotato consentono di valutare rapidamente e in dettaglio le conseguenze delle scelte progettuali effettuate e servono da guida per le modifiche migliorative.

Apertura dei file della versione Truss 2000 v 1.x

I file salvati con la versione Truss 2000 v 1.x, sono apribili direttamente con la versione corrente. In fase di lettura i carichi sui nodi vengono automaticamente letti come condizione di carico accidentale. I cedimenti vincolari e le pretensioni sono, invece, inseriti nella condizione di carico pretensione.

Conversione dei file dalla versione 3.1 Dos

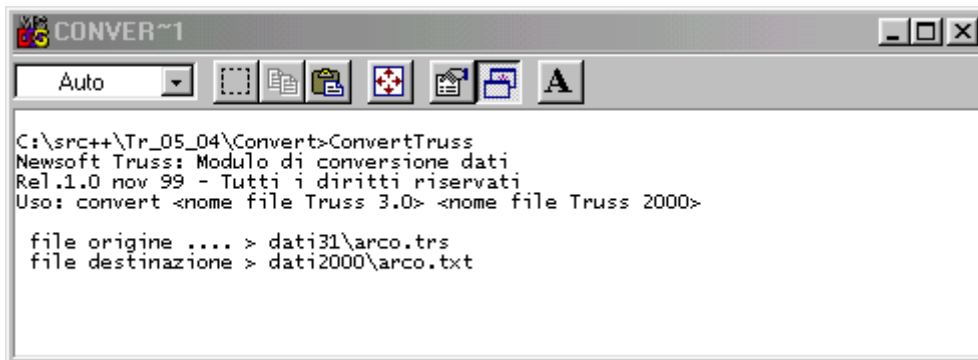
Il nuovo codice non è compatibile con il vecchio formato di salvataggio dei file. E' possibile però una conversione dei files dalla versione 3.1 utilizzando il modulo di conversione dati (ConvertTruss.exe) fornito con il programma e posto nella cartella di installazione di Truss, che per default è C:\Programmi\Newsoft\Truss.

L'uso di questo applicativo è molto semplice.

Convertire un file Truss 3.1

- Lanciare il modulo ConvertTruss.exe. Si può lanciarlo da Risorse del computer eseguendo un doppio click su ConvertTruss.exe.
- Il modulo va in esecuzione e compare una finestra in cui viene chiesto il nome del file da convertire e successivamente il nome del file di destinazione, completi di percorso ed estensione.

- Assegnare questi nomi e accettare con [INVIO].



Convertire un file Truss 3.1 da riga di comando

Si può anche utilizzare ConvertTruss.exe come un normale comando Dos, specificando sulla linea il file origine e il file destinazione, completi di percorso:

- Aprire una finestra MS-DOS e portarsi nella directory Truss, in cui è posto ConvertTruss.exe.
- Digitare il comando: `ConvertTruss <file origine> <file destinazione> [INVIO]`
Esempio: `ConvertTruss \dati31\traliccio.trs \dati2000\traliccio.trs [INVIO]`

Convertire più files Truss 3.1 contemporaneamente

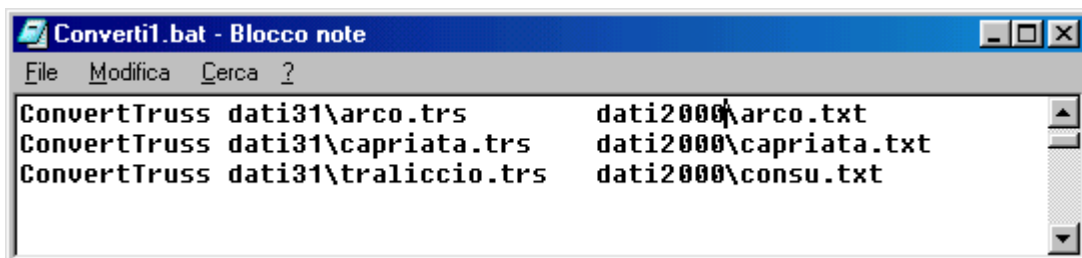
Creare un batch file con un editore tipo Notepad, salvandolo con un nome tipo Converti.bat. Questo file potrà contenere varie righe di comando simili a quelle del paragrafo precedente.

Ad esempio:

```
ConvertTruss \dati31\arco.trs          \dati2000\arco.trs
ConvertTruss \dati31\capriata.trs     \dati2000\capriata.trs
ConvertTruss \dati31\traliccio.trs    \dati2000\traliccio.trs
```

Aprire una finestra MS-DOS e mandare in esecuzione il batch file con il comando:

`C:> Converti [INVIO]`



Suggerimenti

Se il file di destinazione si trova nella stessa directory del file di origine è necessario specificare per il file di destinazione un nome diverso da quello del file origine.

- file origine `\dati\Struttura.trs`
- file destinazione `\dati\Struttura1.trs`

Se le cartelle origine e destinazione sono diverse, il nome del file destinazione può essere uguale a quello di origine.

- file origine `> \dati31\Struttura.trs`
file destinazione `> \dati2000\Struttura.trs`

Descrizione della struttura

Diamo ora un rapido sguardo su come sono strutturati i dati che descrivono la struttura.

Strutture analizzabili

Il programma si rivolge alle strutture di tipo reticolare, con aste collegate fra loro da snodi di tipo cerniera e vincoli esterni costituiti da semplici appoggi.

I nodi

Il programma consente di descrivere in maniera veloce la posizione dei nodi nello spazio e di assegnarne i vincoli. Su ogni nodo, quindi, si assegnano i carichi agenti per ciascuna delle condizioni di carico predefinite, ed eventuali cedimenti vincolari da includere nella condizione pretensione.

Le aste

Le aste sono definite dalle incidenze nodali e sono caratterizzate da una sezione, dal tipo di materiale che le compone e possono essere distinte in gruppi omogenei. È possibile introdurre inoltre eventuali carichi distribuiti sulle aste: in fase di generazione del modello tali carichi sono trasferiti ai nodi e nella condizione corrispondente.

Le sezioni e i materiali tipo

Questi fogli consentono di definire gli archivi delle sezioni e dei materiali con cui caratterizzare ogni singola asta.

I gruppi

Si possono inoltre definire dei gruppi, caratterizzati da un colore e da un tipo di linea, utili per il riconoscimento grafico delle aste a video o in stampa.

Le tabelle Omega

Già predefinite per i materiali più comuni, possono comunque essere arricchite dall'utente, a seconda delle necessità.

Esecuzione dell'analisi

Una volta conclusa la descrizione strutturale, il programma consente di eseguire sia l'analisi lineare che l'analisi nonlineare. Il processo di analisi include anche il controllo dei dati.

Valutazione dei risultati

A valle delle fasi di analisi, il programma riporta le soluzioni dettagliate ottenute per le varie condizioni di carico, ed i risultati di verifica. Per ciascuna delle condizioni di carico analizzate la soluzione è riportata sotto forma di sforzi e tensione nelle aste, spostamenti e reazioni vincolari dei nodi. Per la condizione sismica, i cui effetti sono ricercati con la tecnica della sovrapposizione modale, è riportata la tabella che racchiude i risultati sintetici relativi a ciascun modo di vibrare.

Per ciascuna delle combinazioni delle condizioni di carico, oltre ai risultati dettagliati per nodi e aste, si riporta il risultato delle verifiche effettuate. Complessivamente, a valle dell'analisi, si ottiene un quadro sintetico che racchiude, per ciascuna delle combinazioni di carico il un fattore di sicurezza a trazione ed il fattore di sicurezza a compressione minimo dell'intera struttura.

I risultati è possibile visualizzarli in finestre grafiche ed in particolare sono visibili:

- la geometria indeformata della struttura
- deformata lineare per ciascuna delle condizioni di carico
- la mappa d'impegno per ciascuna delle combinazioni di carico analizzate
- la forma dei modi labili nel caso in cui sono presenti
- i modi naturali di vibrare
- il modo critico, nel caso in cui l'analisi nonlineare è effettuata col metodo della perturbazione statica
- la deformata della struttura in campo nonlineare

Riesecuzioni dell'analisi

Visti anche i tempi di calcolo, l'utente potrà eventualmente ripetere l'analisi, modificando il dimensionamento iniziale fino a raggiungere una soddisfacente risposta strutturale.

Il processo può continuare fino a che non si determini una configurazione dimensionale e meccanica tale da assicurare il soddisfacimento delle verifiche e un adeguato grado di sicurezza.

Risultati e disegni

Le opzioni di stampa del programma, consentono di avere in uscita un elaborato finale di calcolo completo di dati, risultati e disegni, in accordo con le più recenti disposizioni legislative.

Il tabulato

Tutti i dati relativi alla struttura analizzata, i criteri che ne hanno consentito l'analisi, i risultati numerici delle verifiche condotte e quant'altro lo riguarda, possono essere organizzati nella composizione della relazione progettuale. L'esclusione o l'inclusione delle voci contemplate, sarà rispettata fedelmente nel tabulato e, in ogni caso, verificabile a video mediante il *preview di stampa*, dove saranno disponibili particolari opzioni relative all'attuazione stessa di questa fase.

I disegni

I disegni prodotti dal programma consistono nella vista 3D della geometria, delle deformate e nel disegno della curva di equilibrio.

Nella fase di definizione della struttura, i disegni riportati a video possono essere utilizzati per controllare l'esattezza dei dati inseriti.

Tutti i disegni possono essere stampati direttamente su qualsiasi stampante supportata da Windows. Disponibile l'esportazione in formato DXF per i disegni 2D.

Fasi Operative

Si è posta una cura particolare nel progettare l'ambiente di lavoro del programma, di modo che fosse di facile apprendimento e semplice nell'uso. Truss 2000 si aggancia perfettamente all'ambiente applicativo di Windows; di conseguenza, chi già possiede familiarità con Windows, non troverà alcuna difficoltà nel far funzionare correttamente il programma. Se invece si è nella fase di apprendimento di Windows, seguendo attentamente i suggerimenti forniti in questo manuale, non sarà difficile apprendere le caratteristiche di funzionamento di Truss 2000.

Tutte le fasi di lavoro sono opportunamente distinte, si fa ampio uso della grafica sia per l'input che per i risultati e per la digitazione da tastiera un posto di rilievo è assegnato alle griglie, che consentono una visione molto compatta dei dati e consentono operazioni di modifica molto veloci. Il codice di analisi è stato ottimizzato con lo scopo di ottenere risultati affidabili nel minor tempo possibile e per aumentare la produttività del programma. Le fasi di output sono state particolarmente curate per raggiungere la migliore resa grafica, sia nelle fasi di preview che di stampa su carta. Inoltre, la relazione di calcolo e i disegni possono essere esportati verso altri ambienti, utilizzando i formati RTF per il testo e il DXF per i disegni.

Tipica sessione di lavoro

Le fasi tipiche che compongono una sessione di lavoro sono le seguenti.

1. Inserimento dei dati di una nuova struttura o lettura di un file dati già salvato; gli elementi strutturali (nodi ed aste), possono essere definiti utilizzando le griglie dati corrispondenti, oppure operando direttamente nella finestra grafica. In ogni caso, griglie e finestra grafica sono sincronizzate per cui si ottiene un immediato riscontro visivo delle entità introdotte.
2. Esecuzione dell'analisi elastica.
3. Valutazione dei risultati ottenuti ed eventuali riesecuzioni dell'analisi, dopo aver apportato modifiche di dimensionamento o di configurazione.
4. Esecuzione dell'analisi nonlineare.
5. Se l'analisi è effettuata col metodo asintotico alla Köiter, si può effettuare l'analisi di sensibilità alle imperfezioni in modo da individuare un valore statisticamente significativo della portanza della struttura.
6. Valutazione dei risultati ottenuti ed eventuali riesecuzioni dell'analisi, con opportune modifiche atte a migliorare il comportamento strutturale.

7. Composizione e stampa della relazione di calcolo, con possibilità di esportarla in formato RTF (Rich Text Format) per ulteriori elaborazioni in programmi di Word Processor.
8. Stampa dei disegni prodotti dal programma.

Tempi di calcolo

L'intero ciclo andrà ripetuto più volte fino a raggiungere una soddisfacente definizione del progetto. I tempi globali richiesti per un ciclo completo di analisi e progetto dipendono naturalmente dal numero totale di elementi oltre che dalle caratteristiche del hardware. Le particolari caratteristiche del modello strutturale e l'ottimizzazione del codice eseguibile consentono in ogni caso tempi di elaborazioni da record, stimabili in qualche frazione di secondo.

Interfaccia utente

L'argomento del presente capitolo è una descrizione introduttiva dell'interfaccia fra l'utente, ovvero degli strumenti a disposizione dell'utente per interagire col programma. In particolare si chiarirà come sono strutturati i comandi e in che modo si possono inserire dati o ottenere informazioni dal programma. Buona parte dei comandi descritti di seguito sono comuni a tutte le applicazioni Windows, come ad esempio aprire un menù o chiudere una finestra, e quindi molto probabilmente risulteranno già note. E' utile comunque leggere il capitolo per fissare alcuni termini tecnici a cui si farà riferimento nel corso del manuale.

Interfaccia a finestre

Il programma adotta una interfaccia utente basata su finestre (windows) di visualizzazione e menù, con comandi attivabili sia da tastiera che da mouse.

I menù a tendina

Per le sue scelte, l'utente ha a disposizione una serie di menù a tendina di facile accessibilità e utilizzo, nei quali le opzioni logicamente attivabili, in quel particolare momento dell'elaborazione, risultano chiaramente evidenziate.

Le finestre di visualizzazione

Il flusso delle informazioni in entrata e in uscita avviene su video in aree di schermo riquadrate, chiamate finestre, fogli o windows. All'interno di esse, le informazioni contenute possono essere di vario tipo e forma. Ad esempio possono contenere fogli di dati, tabelle di risultati, grafici, disegni, messaggi di attenzione, ecc..

Help in linea

L'ambiente di lavoro prevede un help in linea che potrà essere richiamato in qualsiasi momento con la semplice pressione del tasto <F1>. Comparirà su video una apposita finestra di aiuto riportante tutte le principali informazioni relative al contesto in cui è avvenuta la chiamata. A seconda dei casi si otterranno così in tempo reale informazioni sui comandi, sui dati, sui tasti funzione attivati, ecc..

La gestione logica dei comandi

Il programma non è strutturato secondo rigidi schemi sequenziali, proprio per garantire all'utente la massima libertà nella gestione del processo di progettazione. Le varie fasi di una sessione di lavoro infatti possono susseguirsi nel modo più vario purché in maniera logicamente significativa. Il controllo di significatività di una richiesta in un determinato momento è espletato dallo stesso programma, che nel caso inibisce il comando nel menù o visualizza opportuni messaggi di attenzione. Ad esempio non consente di attivare l'analisi se non si è definita in modo compiuto la struttura o di procedere con il calcolo delle armature prima di aver eseguito il calcolo delle sollecitazioni. Ancora, se si volesse abbandonare il programma o leggere un nuovo file dati senza avere prima salvato la struttura corrente, il programma riporta un messaggio di attenzione e richiede la conferma del comando.

Gestione dei menù

Lanciando il programma, dopo qualche istante, apparirà la schermata principale dell'ambiente TRUSS 2000, comprendente la barra dei menù (in alto sullo schermo) e la barra di stato (in basso sullo schermo). In più è visibile la finestra About Newsoft al centro dello schermo nella veste di presentazione del programma, che scompare non appena si effettua il primo click del mouse.

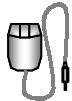
La barra dei menù

La barra dei menù, posta in alto sulla schermata principale, riporta una serie di voci che contemplano tutte le azioni attivabili nel programma, raggruppate per singolo menù in base ad una pari affinità. L'utente che dispone anche di minimali nozioni sull'uso di programmi e applicativi di

Windows, non troverà difficoltà di sorta nell'operare con TRUSS 2000. I menù disponibili sono di seguito elencati e descritti in dettaglio nel prosieguo:

- *Menù File*: comprende le azioni relative alla gestione dei file.
- *Menù Dati*: comprende gli archivi da riempire per definire la struttura in ogni sua parte.
- *Menù Vista*: comprende le finestre e le opzioni di visualizzazione grafica sia in fase di definizione della struttura che i risultati ottenuti con l'analisi.
- *Menù Analisi*: comprende i comandi di esecuzione dell'analisi e griglie per la visualizzazione dettagliata dei risultati.
- *Menù Stampa*: attiva la composizione del tabulato e l'impostazione della stampante o del plotter.
- *Menù Window*: comprende le azioni di organizzazione automatica delle finestre attive.
- *Menù Help*: comprende la serie degli aiuti.

Come richiamare un menù



Effettuare un click sulla voce di menù che interessa, sulla barra superiore della schermata principale: apparirà il menù a tendina richiesto.



- Premere il tasto <ALT>: la prima voce dei menù riportati sulla barra superiore dello schermo si colora, in contrasto al fondo, allo scopo di riconoscere la selezione corrente.
- Per aprire il menù desiderato, premere il tasto con la lettera corrispondente alla sottolineatura della voce associata. Ad esempio, dovendo aprire il menù "File", basta premere il tasto <F> oppure <f>, in quanto la lettera "F" è enfatizzata dalla sottolineatura.

Oppure:

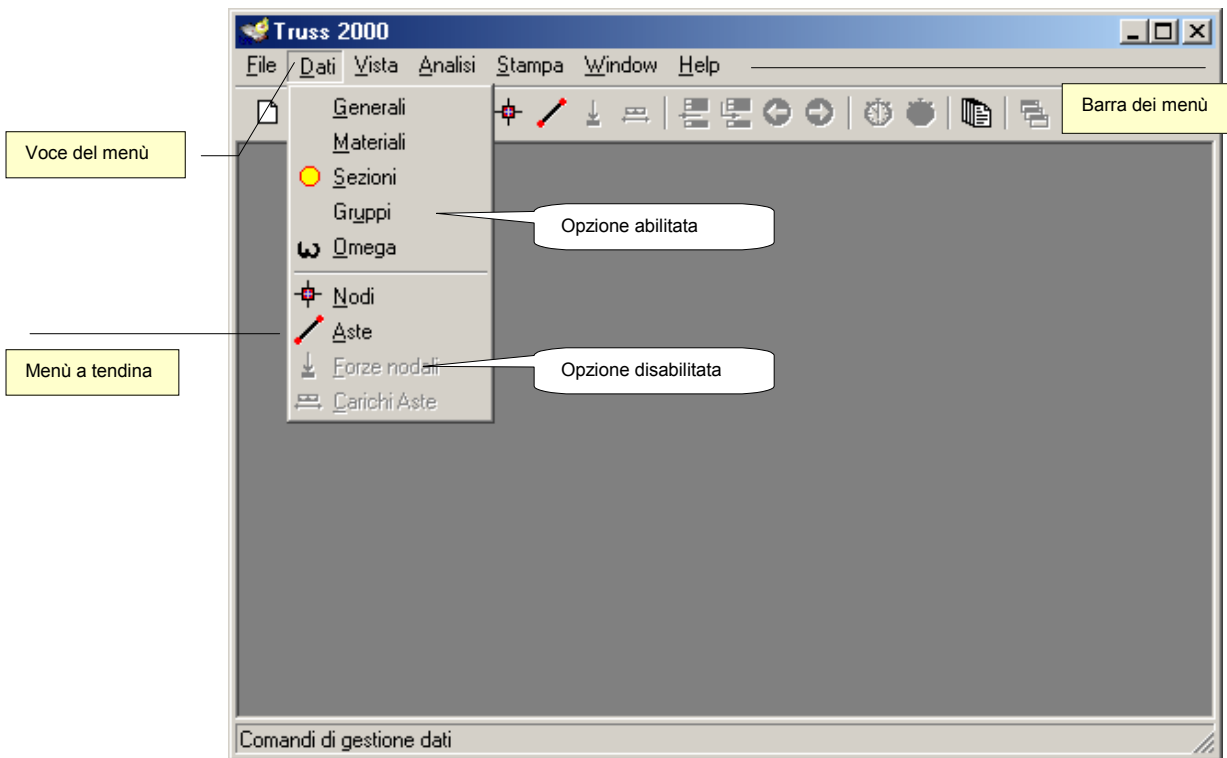
- Premere il tasto <ALT>.
- Scorrere le voci dei menù facendo uso dei tasti cursore <→> e <←>, e fermarsi sulla selezione desiderata.
- Premere il tasto <INVIO> per aprire il menù tendina corrispondente.

Riferimenti sintetici utilizzati nel manuale

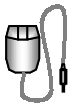
- Nel proseguo del manuale, per riferirsi ad un comando posto in un certo menù si userà la seguente sintassi: *Menù|Comando*. Ad esempio, la dizione *File|Apri* si riferisce al comando *Apri* posto nel menù *File*.
- Per indicare un comando da tastiera composto dalla pressione di due o più tasti, si userà la sintassi <1° tasto>+<2° tasto>+... . Ad esempio, la sequenza <Ctrl>+<U> indica di premere il tasto <Ctrl>, tenerlo premuto, e quindi premere il tasto <U>.

La struttura di un menù

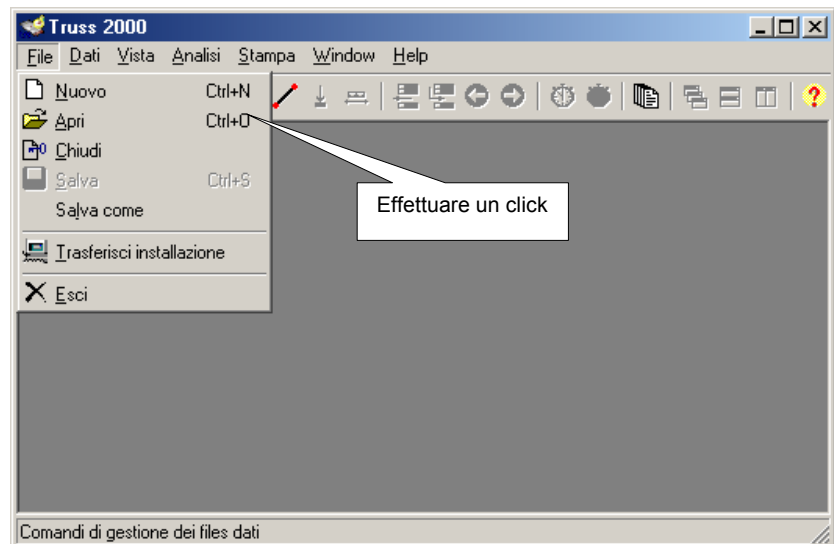
Il menù tendina aperto viene visualizzato in un riquadro al di sotto della voce richiesta. Esso elenca la serie delle opzioni affini per il tipo di voce richiamata, quelle correntemente disponibili sono scritte in nero (colore attivo), mentre quelle non abilitate appaiono sbiancate.



Selezione di un'opzione in un menù



- Dopo aver aperto il menù alla voce desiderata, scorrere il mouse in verticale fino ad evidenziare il nome dell'opzione da attivare, quindi effettuare un click su di essa. Sarà aperta la finestra corrispondente all'opzione richiamata.



- Dopo aver aperto il menù alla voce desiderata, scorrere la barra di evidenziazione tramite la pressione dei tasti cursore <↑> e <↓>, quindi soffermarsi sull'opzione desiderata.
- Premere il tasto <INVIO> per attivare l'opzione e aprire la finestra corrispondente.

Oppure:

- Dopo aver aperto il menù alla voce desiderata, premere il tasto corrispondente alla lettera enfattizzata dell'opzione da attivare. Ad esempio, dovendo attivare l'opzione "Apri" del menù "File", basta premere semplicemente il tasto <A> o <a>.

Comandi disponibili a menù aperto



- Premere il tasto <→> per aprire un menù tendina successivo.
- Premere il tasto <←> per aprire un menù tendina precedente.

Interfaccia a finestre

Tutte le opzioni attivabili dai menù dispongono di finestre nelle quali si inseriscono o dalle quali si ritraggono informazioni generali e di dettaglio, necessarie e utili per completare il lavoro di progetto nell'ambiente TRUSS 2000.

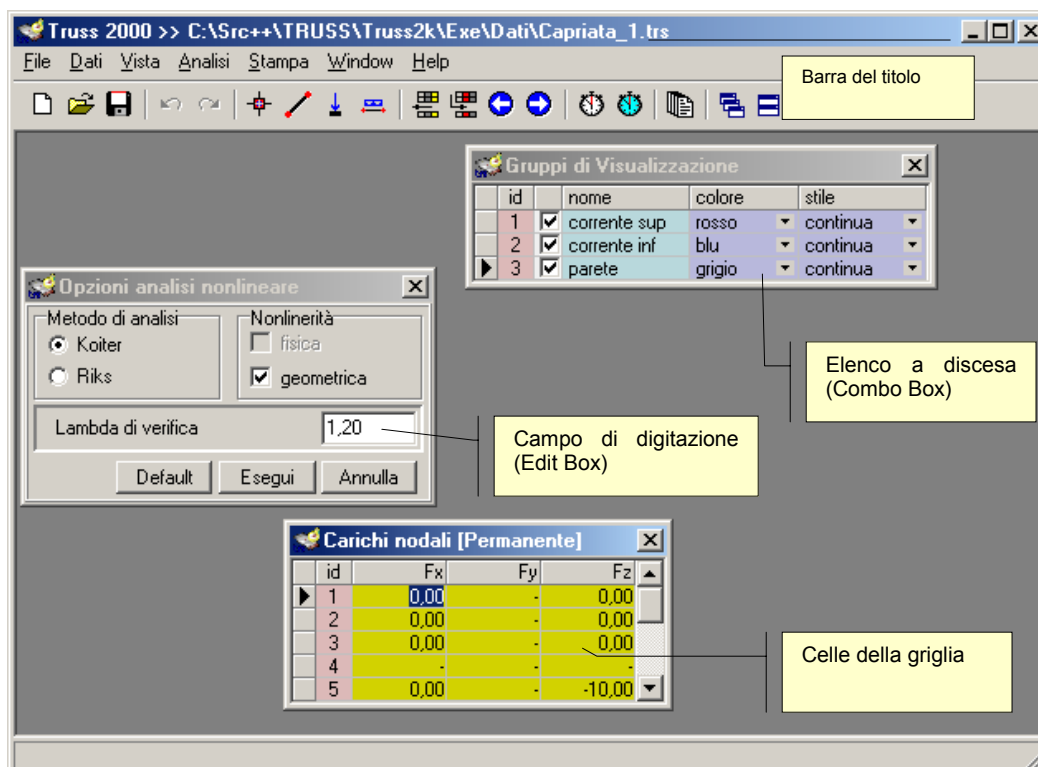
La pratica utilizzazione delle finestre è di seguito descritta.

Caratteristiche generali di una finestra

La finestra si presenta generalmente attraverso una porzione di area schermo riquadrata, dotata di una barra del titolo superiore e corredata, quando necessario, da uno o più componenti di seguito elencati:

- Barra degli strumenti
- Barra di stato
- Barre di scorrimento (Scroll bars)
- Campi numerici (Edit)
- Elenchi a comando (Combo box)
- Caselle di selezione (Check box)
- Pulsanti di attivazione e di variabilità (Spin-up)
- Menù a scomparsa (Popup menù)

Appresso sono evidenziati sommariamente i componenti impiegati più frequentemente nelle finestre, mentre per una descrizione più dettagliata si rimanda ai paragrafi successivi.



Coesistenza di più finestre

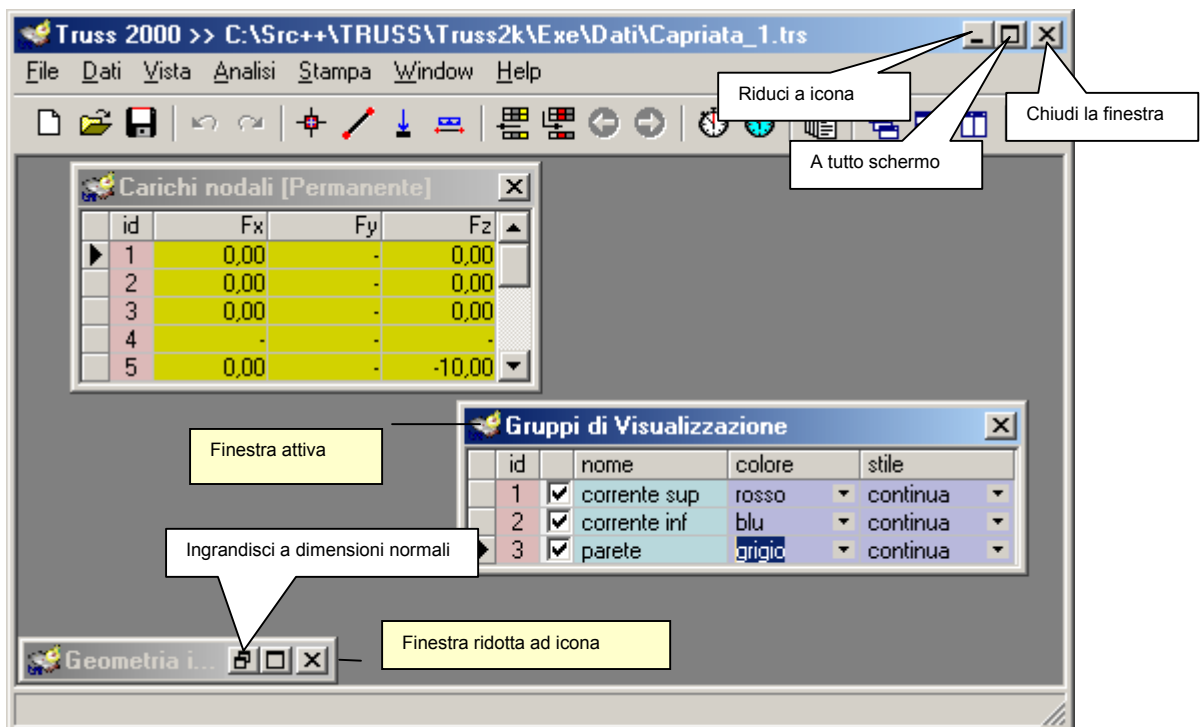
Le finestre in genere non occupano mai l'intero riquadro della schermata principale, perciò è possibile avere una visualizzazione contemporanea di più di esse, richiamandole con la semplice attivazione delle relative opzioni di menù.

La finestra attiva

Fra tutte le finestre presenti sullo schermo, quella attiva appare sempre in primo piano con la barra del titolo in colore vivo, mentre le altre (in background) presentano la barra del titolo in colore sbiadito.

Chiusura e ridimensionamento finestra

Ogni finestra dispone di alcuni pulsanti di comando sulla destra della barra del titolo. La pressione di uno di essi, tramite mouse, consente di ingrandire a dimensioni normali, ridurre ad icona o chiudere la finestra.



Cambiare la finestra attiva



- Spostare il cursore all'interno del riquadro occupato dalla finestra inattiva che si desidera selezionare.
- Effettuare un click: la finestra appare in primo piano con la barra del titolo in colore vivo.

Oppure:



- Aprire il menù contenente l'opzione relativa alla finestra che si intende visualizzare.
- Selezionare l'opzione in questione: la finestra, inattiva fino a questo momento, appare in primo piano con la barra del titolo in colore vivo.

Spostare una finestra sullo schermo



- Disporre il cursore all'interno della barra del titolo della finestra che si intende spostare.
- Effettuare un click col tasto sinistro del mouse senza rilasciare.

- Trascinare il cursore fino alla posizione desiderata sullo schermo.
- Rilasciare il tasto del mouse per confermare la posizione della finestra.

Modificare le dimensioni di una finestra



- Posizionare il mouse su uno dei bordi o su uno degli spigoli della finestra da ridimensionare, in modo da visualizzare il cursore con l'aspetto di una freccia ambiversa \leftrightarrow .
- Effettuare un click senza rilasciare il tasto sinistro del mouse.
- Trascinare il cursore assieme al bordo della finestra.
- Rilasciare il tasto del mouse per confermare la nuova dimensione della finestra.

Scorrere il contenuto di una finestra



- Se la finestra contempla valori numerici o testo, effettuare un click all'interno della casella visibile che si desidera selezionare.

Oppure, in generale:



- Puntare su una freccia direzionale dello scroll bar se presente; il contenuto della finestra scorre visualizzando le parti nascoste all'esterno del riquadro e occultando quelle precedentemente visibili.
- Premendo i tasti \leftarrow , \rightarrow , \uparrow e \downarrow è possibile scorrere le caselle numeriche o di testo all'interno delle tabelle, come pure delle aree di disegno all'interno delle finestre grafiche.
- Premendo i tasti $\langle \text{TAB} \rangle$ e $\langle \text{SHIFT} \rangle + \langle \text{TAB} \rangle$ è possibile scorrere le caselle numeriche o di testo.
- Premendo il tasto $\langle \text{INVIO} \rangle$ si conferma generalmente un dato numerico o di testo di una casella, passando quindi a quella successiva.

Aiuto in linea sulla finestra attiva



- Premere il tasto $\langle \text{F1} \rangle$: appare un foglio di consultazione rapida contenente le informazioni indispensabili all'uso dell'opzione che si intende processare.

Utilizzazione dei componenti

Ulteriori dettagli sulle caratteristiche di funzionamento dei diversi componenti inseriti nei fogli di lavoro.

La barra del titolo

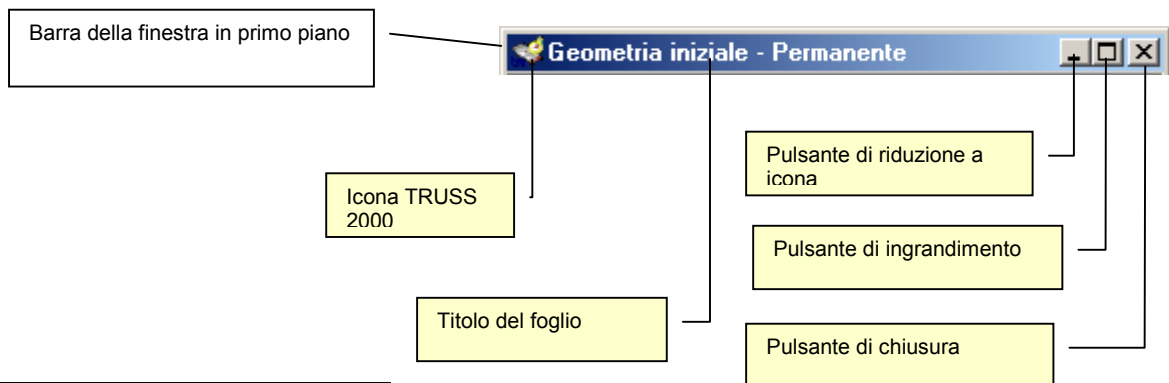
Rappresenta il riquadro superiore di un foglio di lavoro ed è dedicata al riconoscimento di una finestra visualizzata sullo schermo.

Elementi caratteristici:

- *Colore*: se il foglio appare nella veste di finestra attiva (in primo piano), la barra si presenta in tonalità viva, mentre i fogli aperti in secondo piano evidenziano un colore sbiadito.
- *Titolo*: è rappresentato dal testo che identifica il nome del foglio visualizzato.
- *Icona*: è rappresentata dal "logo" in miniatura, riportata sul lato sinistro della barra.
- *Pulsanti di ridimensionamento*: riportati sul lato destro della barra, consentono di ingrandire, ridimensionare o chiudere la finestra attiva.

Barra della finestra in secondo piano



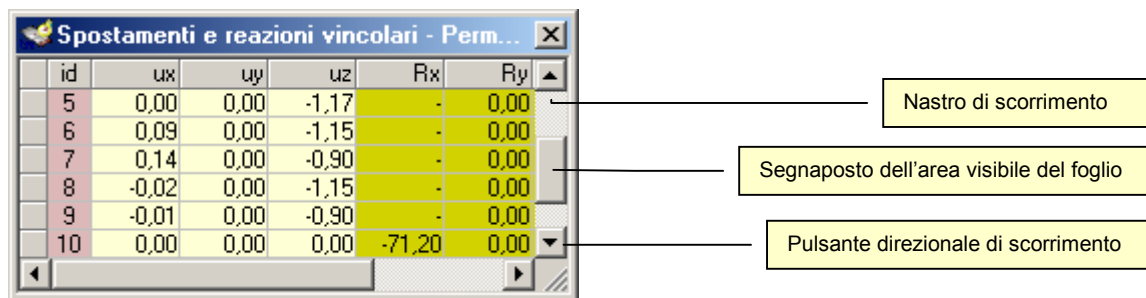


La barra di stato

E' un riquadro di colore grigio che talvolta compare in corrispondenza del bordo inferiore di una finestra dove possono essere riportati suggerimenti o altre informazioni circa le operazioni in atto.

La barra di scorrimento (scroll bar)

Si presenta attraverso una striscia di colore grigio in corrispondenza del bordi inferiore e/o destro di una finestra visualizzata. Essa consente di trascinare il contenuto del foglio di lavoro quando non può essere interamente visualizzato nel riquadro attivo; la parte nascosta è evidenziata progressivamente durante il trascinamento, nascondendo contemporaneamente il contenuto precedentemente in vista.



Azioni possibili:

1. Agire con il mouse su uno dei pulsanti direzionali: il segnaposto si muove sul nastro di scorrimento verso il pulsante su cui si sta agendo, contemporaneamente allo scorrimento del contenuto della finestra nella direzione opposta.
2. Agire sul segnaposto trascinandolo con il mouse: il contenuto della finestra scorre in direzione opposta al verso di trascinamento.
3. Agire sul nastro di scorrimento con un semplice click del mouse: il segnaposto cambia posizione avvicinandosi alla zona del click, mentre il contenuto della finestra scorre nella direzione opposta.

Hint di suggerimento

L'*Hint di suggerimento* è un messaggio di aiuto che fornisce all'utente una breve informazione circa il tipo di dato che si sta esaminando. Esso compare sia in basso alla casella attiva, sia sulla barra di stato dell'ambiente TRUSS 2000. In particolare, il messaggio riportato al di sotto di una casella, diviene visibile soltanto dopo averla resa attiva, permanendovi per qualche breve istante e quindi scompare.

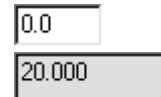
	id	N min	N max	t min	t max	ta [-]	ta [+]	ok
	1	-10,14	-10,14	-25,35	-25,35	95,24	120,00	ok
▶	2	5,07	5,07	12,68	12,68	95,24	120,00	ok
	3	5,07	5,07	12,68	12,68	95,24	120,00	ok
	4	-80,39	-80,39	-2	Tensione min [N/mmq]	92,31	120,00	!
	5	-64,36	-64,36	-160,91	-160,91	92,31	120,00	!

Hint della casella attiva

Campi dati (Edit)

Sono dei riquadri dello schermo, di solito riportati all'interno dei fogli "sheet" o "group", preposti all'acquisizione o alla restituzione di dati numerici o non per i quali non è richiesta la formattazione tabellare.

- Campo Editing dedicato all'acquisizione dati.
 - Campo Editing dedicato alla restituzione dati.
- L'introduzione di dati numerici avviene tramite tastiera.



Elenchi a comando (Combo box)

Sono dei riquadri dello schermo, di solito riportati all'interno dei fogli "sheet" o "group", preposti alla selezione o alla restituzione di informazioni alfanumeriche disposte in un apposito elenco nascosto.

- Combo Box con voce selezionata ad elenco chiuso
- Combo Box con voce selezionata ed elenco aperto

Spostare verticalmente il cursore del mouse per selezionare, quindi effettuare un click.



Effettuare un click del mouse

Caselle di selezione (Check box)

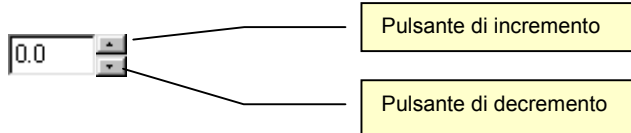
Sono piccoli riquadri dello schermo, di solito riportati all'interno dei fogli "group", di fianco a un campo Edit o Combo Box, la cui funzione consiste nell'attivare o disattivare il valore o la voce in essa contenuta.

- Check Box attivato
- Check Box disattivato
- Check Box inabilitato

Il Check Box non abilitato non interviene nel confermare un valore di un campo Edit o una voce di Combo Box. In tal caso il programma detiene il valore o la voce riportati nel campo.

Pulsanti di variabilità (Spin up)

Consentono di incrementare o decrementare il valore numerico presente in un campo Edit agendo esclusivamente attraverso il tasto sinistro del mouse.

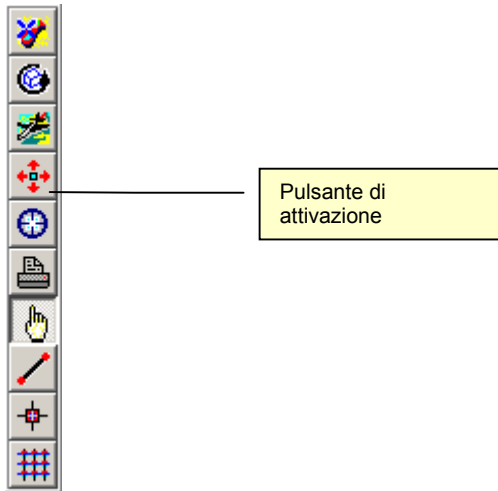


La barra strumenti e pulsanti attivazione

La barra strumenti è presente in genere su molti fogli di lavoro per consentire di attivare rapidamente, attraverso il mouse, comandi specifici di quella finestra.

Essa si compone di un riquadro di colore grigio posto in corrispondenza di uno dei bordi della finestra visualizzata, dispone di una serie di pulsanti dotati di icona, che facilitano il riconoscimento dei comandi, e spesso di alcuni altri componenti, fra quelli riportati, che arricchiscono le informazioni del foglio di lavoro.

Una barra strumenti appare tipicamente secondo il seguente formato:



Ciascun pulsante può presentarsi in un duplice aspetto:



Pulsante abilitato: consente di attivare il comando.



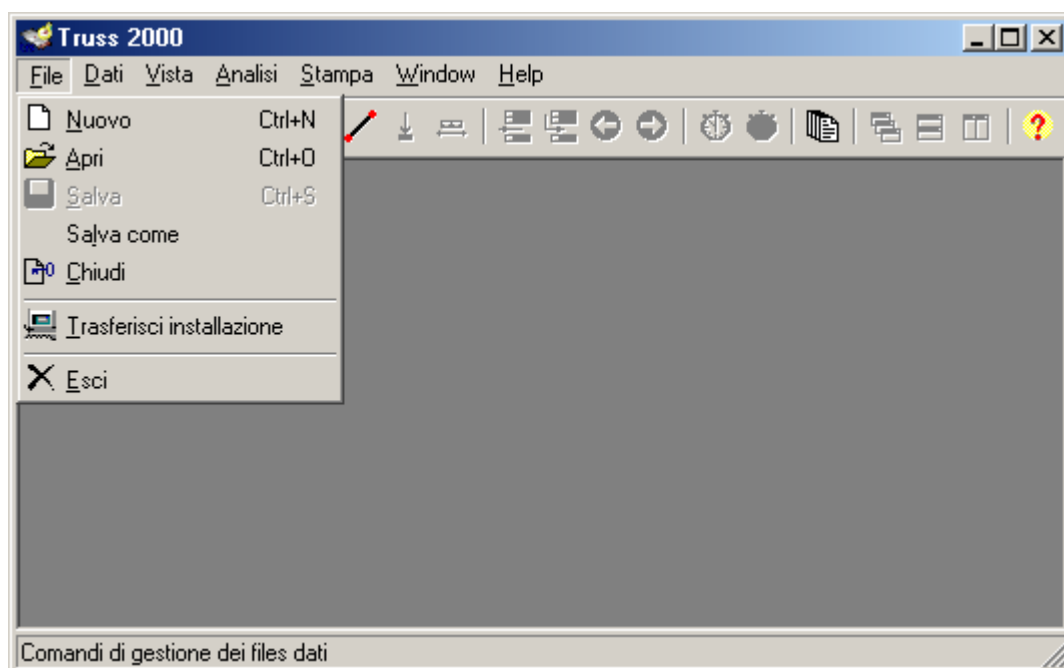
Pulsante inabilitato: il comando non può essere attivato.

Per la descrizione dettagliata dei comandi attivabili da ogni singolo pulsante, si rimanda ai capitoli successivi in base alle necessità.

Menù File

Il menù File raggruppa tutte le opzioni relative alla gestione dei file dati di Truss. Esso comprende i seguenti comandi di gestione:

- **Nuovo**
- **Apri**
- **Salva**
- **Salva Come**
- **Chiudi**
- **Trasferisci installazione**
- **Esci**



Le caratteristiche di funzionamento di ciascun comando sono appresso descritte.

Comando Nuovo

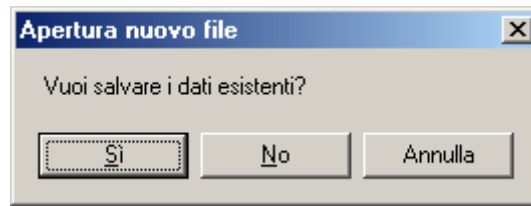
Il comando "Nuovo" determina la scelta, da parte dell'utente, di iniziare una nuova sessione di lavoro nell'ambiente TRUSS 2000. Per attivare questo comando, basta aprire il menù *File* e selezionare il comando tramite mouse o tastiera.

Azione con altro file aperto e salvato

Se il comando è azionato prima di chiudere un altro file aperto, ma già salvato, il programma chiude d'autorità il vecchio file e predispose il nuovo file (senza nome). Tutte le finestre precedentemente aperte vengono automaticamente chiuse.

Azione con altro file aperto e non salvato

Se il comando è azionato prima di salvare un altro file aperto, il programma avverte l'utente tramite una *Finestra di dialogo* per confermare o meno il salvataggio del vecchio file.



Rispondendo:

- **Si**: il programma procede secondo lo schema di salvataggio descritto per il comando "Salva" o "Salva Come" (descritti più avanti), al termine del quale predispone il nuovo file chiudendo tutte le finestre visualizzate.
- **No**: il programma abbandona il vecchio file, determinando la perdita definitiva delle modifiche apportatevi e predisponendo il nuovo file.
- **Annulla**: il programma ripristina la situazione all'azione che ha preceduto il comando, ignorando quest'ultimo.

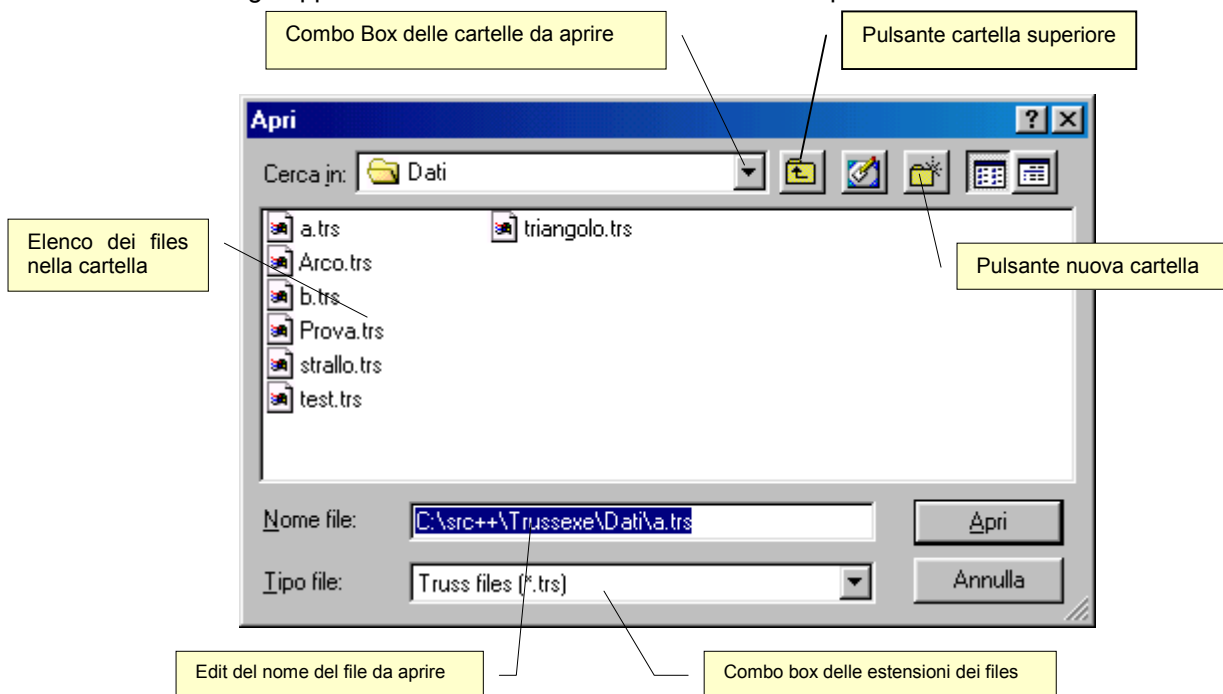
NOTA: Non è necessario chiamare il comando "Nuovo" appena entrati in TRUSS, ma si può subito iniziare ad assegnare i dati, giacché il programma effettua la chiamata a "Nuovo" in fase di attivazione.

Comando Apri

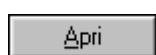
Il comando "Apri" consente di aprire un file dati TRUSS, già esistente, per continuare la sessione di lavoro o semplicemente per esaminarlo.

Azione dopo aver avviato il programma

Azionando il comando, compare una finestra di dialogo per l'ambiente Windows, preposta a ricevere istruzioni in merito alla ricerca del percorso e del nome del file da aprire in TRUSS. La finestra di dialogo appare con le caratteristiche e i formati sotto riportati:

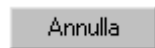


Funzione dei componenti presenti:



Pulsante Apri

Il pulsante conferma l'apertura del file selezionato nell'elenco, il cui nome è riportato nell'Edit "Nome file:". Alla pressione del pulsante, la finestra scompare dallo schermo ed il file viene aperto.



Pulsante Annulla

Il pulsante annulla l'operazione di apertura del file. Alla pressione del pulsante, la finestra scompare dallo schermo e non viene aperto alcun file, ripristinando la situazione precedente al comando.



Pulsante cartella superiore

Consente di spostarsi nella cartella superiore rispetto a quella corrente.



Pulsante nuova cartella

Crea una nuova cartella di lavoro all'interno della cartella corrente. Digitare il nome della nuova cartella nella finestra di dialogo e, al termine, premere il tasto <INVIO> per confermare (tale operazione è tuttavia utile in fase di salvataggio, non in fase di apertura file).



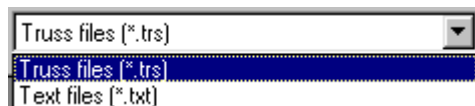
Pulsante elenco

Visualizza il contenuto della cartella nella finestra di dialogo con il formato icone



Pulsante dettagli

Visualizza il contenuto della cartella nella finestra di dialogo con i dettagli dei file, come da figura precedente.



Combo Box delle estensioni dei file

Consente di definire l'estensione dei files da visualizzare Combo Box dei file che possiedono l'estensione visualizzata nel campo. Aprendo l'elenco con un click del mouse sul pulsante corrispondente, è possibile selezionare un'altra estensione se disponibile.



Combo Box delle cartelle

Combo Box delle cartelle. Aprendo l'elenco con un click del mouse sul pulsante corrispondente, è possibile selezionare una cartella da esaminare.



Azione prima di salvare altri file aperti

Azionando il comando "Apri" prima di aver salvato un altro file aperto, prima che appaia la finestra di dialogo preposta all'apertura del nuovo file, l'utente deve scegliere una delle tre opzioni riguardanti il vecchio file (ved. Comando "Nuovo"); nel caso si confermi l'abbandono del vecchio file, si prosegue con la procedura di apertura del nuovo file.

Comando Salva

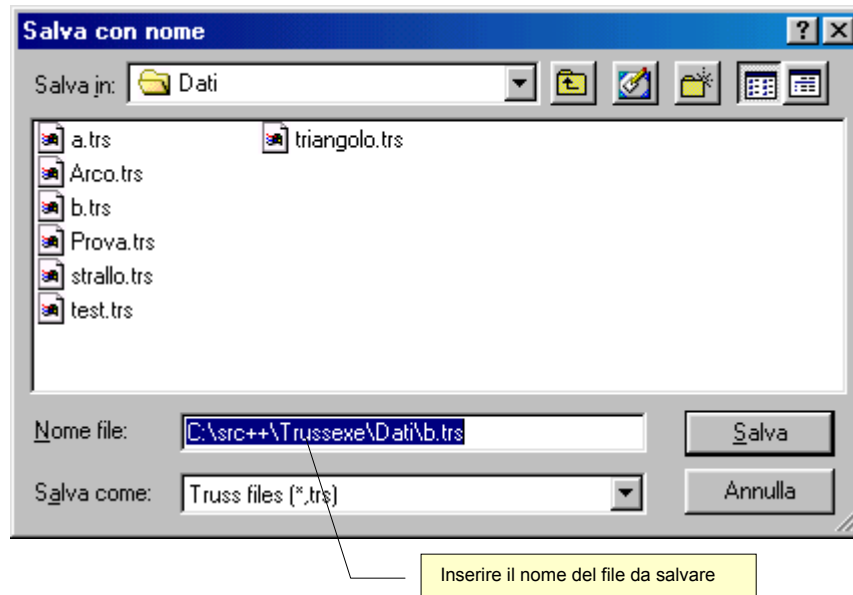
Il comando "Salva" consente di scrivere su disco il file aggiornato con le ultime modifiche operate. Se il file da salvare possiede un nome perché già esistente, il programma ne effettua automaticamente l'aggiornamento; mentre invece, se il file non esiste materialmente, il comando richiama la finestra di dialogo adibita alla gestione del salvataggio dei file.

Quando azionare il comando

Il salvataggio di un file è consentito tutte le volte che si apportano modifiche ai dati, alle opzioni, ai criteri generali di analisi o quando si esegue l'analisi del fabbricato, con uno o più criteri di verifica. In caso contrario, la voce riferita al comando compare inabilitata, intendendo che il salvataggio forzato non risulterebbe necessario, giacché il vecchio ed il nuovo file sarebbero la stessa cosa.

Salvataggio di un nuovo file

Come già anticipato, dovendo salvare un nuovo file di TRUSS, all'azione del comando appare la finestra di dialogo per Windows preposta al salvataggio dei file.

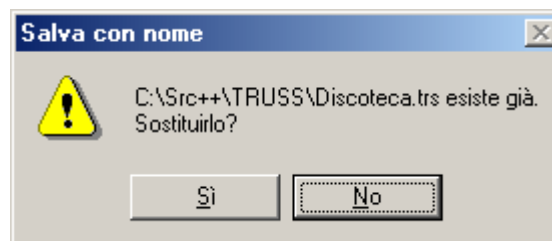


Dopo aver digitato il nome del nuovo file (ad esempio "Nuovo nome"), premendo il tasto <INVIO> o il tasto <S> , o effettuando un click del mouse sul pulsante [Salva], il programma salva il lavoro condotto fino a questo momento con il nome riportato nel campo *Nome file* e con l'estensione .trs, nella cartella visualizzata nel Combo Box delle cartelle.

La gestione degli altri pulsanti è identica a quella esaminata per il comando "Apri".

Al termine del salvataggio, la finestra di dialogo scompare dal video lasciando inalterata la situazione antecedente l'azione di comando.

Se il nome del nuovo file coincide con il nome di un file già esistente nella stessa cartella, compare una finestra di dialogo che chiede la conferma della sostituzione del file.



Rispondendo:

- **Si:** il programma sovrascrive il file esistente, per cui tutti i dati contenuti nel vecchi file andranno persi.
- **No:** si riattiva la finestra di dialogo preposta al salvataggio dei file, consentendo quindi di scegliere un altro file destinazione.

NOTA: Prima di confermare il salvataggio, accertarsi che la cartella sia quella giusta. In caso non lo fosse, operare nel Combo Box delle cartelle similmente a quanto è stato già descritto per il comando "Apri".

Sostituzione di un file esistente

Sono possibili tre modi per sostituire un vecchio file con i dati di un nuovo file:

1° modo:

- Aprire la finestra di dialogo preposta al salvataggio;
- Scrivere il nome del vecchio file nel campo *Nome file*;
- Premere il tasto <INVIO> o effettuare un click del mouse sul pulsante [Salva].

2° modo:

- Aprire la finestra di dialogo preposta al salvataggio;
- Effettuare un click del mouse sul nome del vecchio file riportato nell'elenco dei file;
- Premere il tasto <INVIO> o effettuare un secondo click del mouse sul pulsante [Salva].

3° modo:

- Aprire la finestra di dialogo preposta al salvataggio;
- Effettuare un doppio click del mouse sul nome del vecchio file riportato nell'elenco.

Il file salvato possederà i dati nuovi sotto il nome del file sostituito.

Comando Salva come

Il comando "*Salva come*" consente di salvare i dati di un file il cui nome deve essere specificato nell'apposita finestra di dialogo per Windows.

La voce corrispondente all'azione è sempre abilitata per poter consentire in qualunque momento delle sovrascritture di file esistenti, o creazioni di più copie dello stesso file.

La gestione del comando è identica al comando "*Salva*" nella situazione di nuovo file.

Comando Chiudi

Il comando chiudi determina la chiusura di tutte le finestre attive ed il salvataggio, se sono state effettuate modifiche, dei dati presenti in ambiente Truss.

Comando Trasferisci installazione

Il comando "*Trasferisci installazione*" consente di eseguire la fase 2 dell'operazione di trasferimento licenza su un altro computer. Per semplicità chiameremo "vecchio computer" la macchina su cui il programma è già attivo e "nuovo computer" la macchina su cui trasferire la licenza.

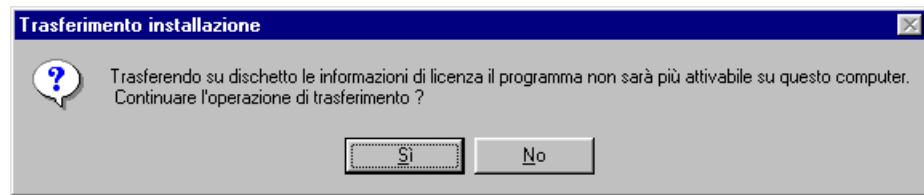
La procedura da seguire è la seguente.

Fase 1 da eseguire sul nuovo computer

- Installare il programma sul nuovo computer e mandarlo in esecuzione.
- Compare la finestra di dialogo Attivazione del programma.
- Inserire un dischetto nel drive A: e cliccare sul pulsante Prepara trasferimento.

Fase 2 da eseguire sul vecchio computer

- Mandare in esecuzione il programma.
- Cliccare l'opzione di menù *File|Trasferisci licenza*
- Compare un riquadro col seguente messaggio:
"Trasferendo su dischetto le informazioni di licenza il programma non sarà più attivabile su questo computer. Continuare l'operazione di trasferimento?"
- Se si vuole continuare l'operazione, inserire il dischetto preparato nella fase precedente nel drive A: e cliccare sul pulsante Sì. Per interrompere l'operazione cliccare sul pulsante No.



Fase 3 da eseguire sul nuovo computer

- Mandare in esecuzione il programma.
- Compare la finestra di dialogo Attivazione del programma.
- Inserire il dischetto preparato nelle fasi precedenti e cliccare sul pulsante Trasferisci licenza.
- Il programma va quindi in esecuzione sul nuovo computer.

Comando Esci

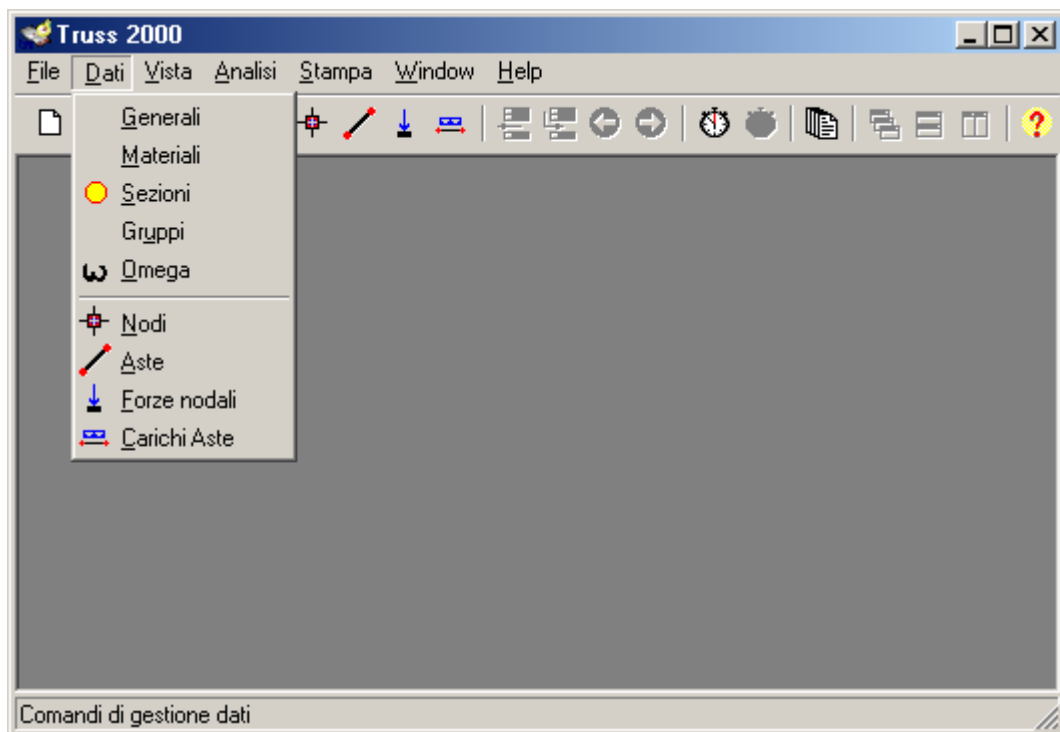
Col comando “Esc” si conclude la sessione di lavoro con TRUSS e si ritorna all’ambiente Windows.

Se prima di attivare il comando è stato inserito qualche dato, o modificato un file esistente e non salvato, la sua esecuzione è interrotta per consentire la scelta relativa al salvataggio o all’abbandono del lavoro effettuato. In quest’ultimo caso, compare sul video la finestra di dialogo preposta a tale compito (vedi comando “Nuovo”), dopodiché l’applicazione viene effettivamente chiusa ripristinando il desktop di Windows.

Menù Dati

I comandi del menù *Dati* consentono di richiamare su video i fogli in cui si digiteranno i dati che definiscono la struttura e comprendono:

- **Generali**
- **Materiali**
- **Sezioni**
- **Gruppi**
- **Omega**
- **Nodi**
- **Aste**
- **Forze nodali**
- **Carichi aste**



Non esistono particolari vincoli di sequenzialità nell'assegnazione dei dati, se non quelli dettati da condizioni di propedeuticità logica che lo stesso programma provvede a controllare.

Il foglio dei Dati Generali è una tabella in cui si assegnano le intestazioni tipiche del lavoro.

Tutti gli altri sono fogli organizzati a matrice (griglie) con righe numerate, su ognuna delle quali si assegnano i dati del singolo elemento a cui il foglio è dedicato. Ad esempio la griglia Sezioni contiene la lista delle sezioni tipo utilizzate nella struttura, la griglia Nodi i dati di definizione dei nodi strutturali, quali le coordinate, le componenti vincolate, i carichi applicati.

Fogli di input

I fogli di input sono destinati a ricevere dati dall'esterno tramite digitazione diretta o mediante input grafico.

Input diretto

L'immissione dei dati tramite tastiera si effettua generalmente digitandoli direttamente nel campo evidenziato del foglio attivo. In genere i campi sono inizializzati con valori di default. Se il campo è

evidenziato non è necessario cancellare il vecchio dato prima di immettere il nuovo, perché al primo carattere digitato il vecchio dato viene cancellato in automatico. Sono previsti comandi di cancellazione per annullare errori di digitazione, all'interno del campo stesso. Si può quindi spostare l'evidenziazione su un altro campo e continuare l'immissione dei dati.

Come spostarsi nel foglio

Gli spostamenti nell'ambito del foglio possono avvenire agendo sui tasti direzione <↑><↓><←><→> o sul tasto <INVIO> della tastiera, oppure cliccando col mouse sulle barre di scorrimento o direttamente sulla casella desiderata. Lasciando la cella il dato è automaticamente accettato.

Come spostarsi in un altro foglio

Completata l'immissione in un foglio, si può continuare l'operazione su quelli successivi. E' da notare che per richiamare su video una foglio diverso non è necessario mandar via quello corrente, perché il nuovo si sovrappone al precedente e così via per i successivi.

Il foglio attivo è quello posto naturalmente al livello più alto e risulta evidenziato dal colore più luminoso del suo contorno.

Tipi di fogli

In funzione della struttura con cui sono presentati i dati possiamo distinguere fogli di tipo griglia e fogli di tipo tabella.

Foglio griglia

Il foglio griglia è un foglio di dati strutturati come una matrice bidimensionale, dove ogni colonna è dedicata ad un particolare dato e ogni riga ad un particolare elemento. Secondo i casi, gli elementi possono essere i livelli, i montanti, le campate, ecc., ognuno individuato da un indice. In alcuni fogli, si possono aggiungere o eliminare righe che equivale logicamente ad aggiungere o eliminare elementi. Come si vedrà, questa operazione può essere eseguita sia da tastiera sia utilizzando il menù a scomparsa (popup menù) attivabile col tasto destro del mouse.

Foglio tabella

La tabella è invece un foglio organizzato solo per righe ed ognuna di esse contiene la descrizione del dato e il campo d'input preposto per la digitazione. Una tabella può contenere anche pulsanti con un comando associato.

Gestione dei fogli griglia

Prima di entrare nel merito della descrizione dei dati relativi a ciascun foglio di lavoro, è opportuno conoscere ulteriori dettagli circa l'uso delle griglie.

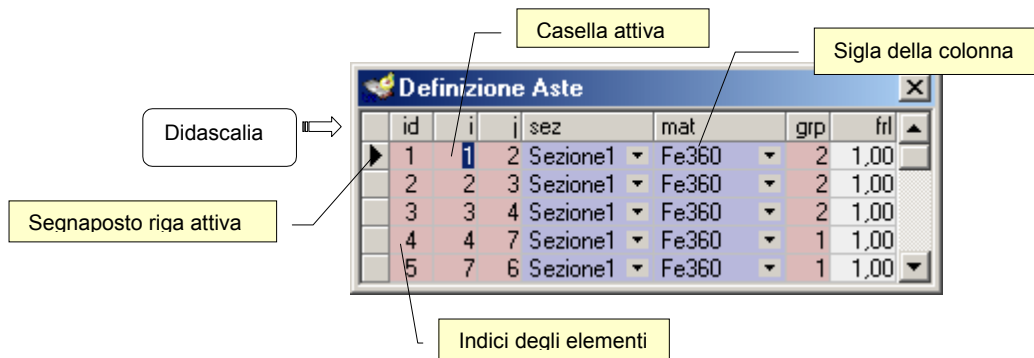
Facendo riferimento ad un foglio griglia standard del menù "Dati", si descrivono di seguito le relative caratteristiche di funzionamento, comuni a tutti i fogli contemplati nel menù:

La struttura della griglia

I dati sono ordinati in un formato tipo matrice, con righe e colonne.

La riga raccoglie un insieme di dati di tipo diverso (lunghezze, forze, tensioni ecc.) riferiti ad uno stesso elemento (livello, trave, pilastro ecc.), mentre la colonna identifica i dati di uno stesso tipo attribuiti ai diversi elementi.

La tabella dispone di una riga e di due colonne fisse (non editabili): la riga fissa, posta sulla parte superiore della tabella ha la funzione di didascalia e contiene le sigle dei dati riportati nelle colonne; la prima colonna fissa, posta sull'estremo sinistro della tabella, è dedicata alla segnalazione della *riga attiva* attraverso un cursore di forma triangolare; la seconda colonna fissa, posta appresso alla prima colonna, riporta gli *indici* di riga o *indici* degli elementi.



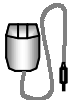
id	i	j	sez	mat	grp	frl
1	1	2	Sezione1	Fe360	2	1,00
2	2	3	Sezione1	Fe360	2	1,00
3	3	4	Sezione1	Fe360	2	1,00
4	4	7	Sezione1	Fe360	1	1,00
5	7	6	Sezione1	Fe360	1	1,00

Inserimento e cancellazione di righe


Nella tabella sono consentiti l'inserimento e/o la rimozione di righe, ma non di colonne, coerentemente al criterio di inserimento e/o eliminazione di elementi e non di caratteristiche che descrivono proprietà di ciascun elemento.

Sono preposti a tal scopo dei comandi attivabili da mouse o da tastiera, di seguito descritti:

Come inserire una riga:

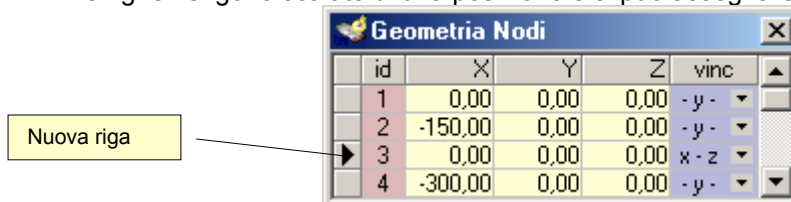


Inserimento in una posizione intermedia

Portare il cursore nella posizione in cui inserire la nuova riga e cliccare sul tasto  presente nella barra degli strumenti.

La riga attiva e quelle sottostanti sono spostate verso il basso di una posizione per creare il posto alla nuova riga.

- Le righe vengono scalate di una posizione e si può assegnare i dati della nuova riga



id	X	Y	Z	vinc
1	0,00	0,00	0,00	-y-
2	-150,00	0,00	0,00	-y-
3	0,00	0,00	0,00	x-z
4	-300,00	0,00	0,00	-y-

Nuova riga



Inserimento in coda


Portarsi sull'ultima riga, ultima colonna e premere il tasto <INVIO>.

La nuova riga è aggiunta in coda alla lista.

Ogni nuova riga inserita è in genere inizializzata dal programma con dati di default, comunque modificabili. Nel caso la nuova riga fosse inserita non in coda, il programma provvederà in automatico alla rinumerazione degli elementi, aggiornando anche tutti i dati esterni alla griglia influenzati dall'inserimento.

Come cancellare una riga:



Portare il cursore sulla riga da cancellare e cliccare sul tasto  presente nella barra degli strumenti.

Analogamente al comando di inserimento, la rimozione di una riga comporta lo spostamento verso l'alto del blocco di righe inferiori, effettuato in automatico dal programma.

Hint di suggerimento

L'*Hint di suggerimento* è un messaggio di aiuto che fornisce all'utente una breve informazione circa il tipo di dato che si sta esaminando. Esso compare sia in basso alla casella attiva, sia

sulla barra di stato dell'ambiente TRUSS 2000. In particolare, il messaggio riportato al di sotto di una casella, diviene visibile soltanto dopo averla resa attiva, permanendovi per qualche breve istante e quindi scomparire.

id	N min	N max	t min	t max	ta [-]	ta [+]	ok
1	-10,14	-10,14	-25,35	-25,35	95,24	120,00	ok
2	5,07	5,07	12,68	12,68	95,24	120,00	ok
3	5,07	5,07	12,68	12,68	95,24	120,00	ok
4	-80,39	-80,39	-2	-2	92,31	120,00	!
5	-64,36	-64,36	-160,91	-160,91	92,31	120,00	!

Hint della casella attiva

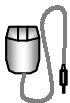
Scorrimento dei dati

I dati riportati in tabella si scorrono mediante l'uso della tastiera o del mouse.



Impiegare i tasti seguenti:

- <↑> sposta la casella attiva nella riga precedente;
- <↓> sposta la casella attiva nella riga successiva;
- <←> sposta la casella attiva nella colonna precedente;
- <→> sposta la casella attiva nella colonna successiva;
- <ALT>+<↑> sposta la casella attiva nella prima riga;
- <ALT>+<↓> sposta la casella attiva nell'ultima riga;
- <ALT>+<←> sposta la casella attiva nella prima colonna;
- <ALT>+<→> sposta la casella attiva nell'ultima colonna;
- <INVIO> sposta la casella attiva nella colonna successiva; se si è all'estremità destra della tabella, la casella attiva diviene la prima a sinistra della riga successiva.



Si può puntare all'interno di una qualsiasi casella del foglio dove, dopo averne effettuato un click, la si rende attiva; oppure si può scorrere il contenuto della tabella agendo sugli scroll-bar, di cui si è accennato nel capitolo "Interfaccia Utente".

Inserimento o modifica di un dato

Un dato riportato in una casella attiva può essere modificato, digitandolo da tastiera.

Come usare il taglia-incolla di Windows

Il dato contenuto in una cella può essere copiato, cancellato o sostituito con le usuali operazioni copia-taglia-incolla di Windows.

- *Copia cella:*
dopo aver evidenziato il contenuto della cella, premendo i tasti <CTRL>+<C> il dato viene memorizzato in un buffer (inserisce in appunti).
- *Incolla cella copiata*
dopo aver evidenziato il contenuto della cella, premendo i tasti <CTRL>+<V> oppure <SHIFT>+<INS> il dato, se precedentemente memorizzato, viene inserito (incolla da appunti).
- *Taglia cella:*
dopo aver evidenziato il contenuto della cella, premendo i tasti <CTRL>+<X> il dato viene cancellato dalla cella, ma ricopiato negli appunti e quindi utilizzabile per un'operazione incolla.

L'editing all'interno di una cella

Quando una cella è attiva ci si può posizionare all'inizio o alla fine del dato mediante i tasti <HOME> e <FINE> rispettivamente.

I dati numerici non sono tutti omogenei, ma rispecchiano le unità di misura più comode per le singole quantità; ciascun dato dovrà perciò essere inserito tenendo presente l'unità a cui si riferisce.

L'inserimento di un dato con un formato non corrispondente al tipo atteso per la colonna non viene accettato e viene visualizzato il campo vuoto o il dato precedentemente presente nella cella.

Come usare i Combo box

Alcuni tipi di dati sono riportati in caselle di tipo Combo box. Il valore del dato non può essere digitato, ma solo selezionato dall'elenco contenuto.

Per aprire un Combo box e scegliere un dato dell'elenco, si interviene con il mouse o con la tastiera dopo essersi posizionati nell'apposita casella.



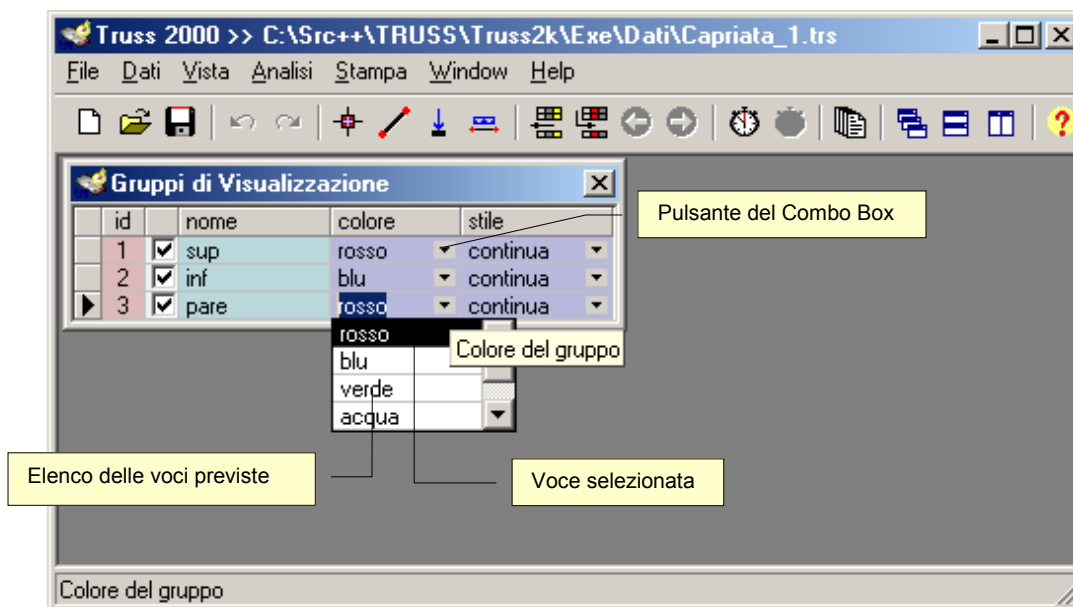
Sequenza delle operazioni:

1. Premere i tasti <ALT>+<↓>: si apre l'elenco contenuto nella casella, visualizzando i valori o i nomi previsti per la selezione;
2. Agire sui tasti <↑> e <↓> per scegliere il dato;
3. Premere il tasto <INVIO> per selezionare il dato;
4. Premere nuovamente il tasto <INVIO> o i tasti direzionali per confermare il dato uscendo dalla casella attiva.



Sequenza delle operazioni:

1. Effettuare un click sul pulsante: si apre l'elenco contenuto nella casella, visualizzando i valori o i nomi previsti per la selezione;
2. Scorrere il cursore sui valori riportati nell'elenco;
3. Effettuare un click sul dato da selezionare;
4. Effettuare un click al di fuori della casella per confermare il dato.



Preparazione dei dati di input

In questo paragrafo si descrivono le operazioni preliminari alla fase di input, consigliate per un corretto inserimento dei dati.

Il sistema di riferimento

Le coordinate dei nodi vanno riferite ad una terna di assi cartesiani ortogonali [O, X, Y, Z], in cui l'asse Z è posto in direzione verticale con verso diretto verso l'alto.

Individuazione dei nodi e delle aste

Una struttura reticolare è composta da elementi rettilinei interconnessi fra loro con snodi tipo cerniera e vincolata al terreno tramite appoggi. In questo contesto gli elementi strutturali sono comunemente chiamati aste e i punti in cui esse convergono nodi.

La descrizione geometrica della struttura si consegue assegnando le coordinate dei nodi e definendo le aste comprese fra due nodi.

I nodi

Individuati e numerati a propria discrezione i nodi, si richiamerà su video il foglio Nodi e si inserirà una riga per ogni nodo, utilizzando il comando di inserimento riga illustrato in precedenza.

Non è necessario creare tutti i nodi dall'inizio, ma si potrà farlo anche in fasi successive. Lo stesso vale anche per le aste e per gli altri elementi strutturali.

Per ogni nodo si definiranno le coordinate rispetto al sistema di riferimento [O, X, Y, Z], le direzioni di spostamento vincolate e i carichi o i cedimenti vincolari.

I dati relativi ad i nodi si possono inserire direttamente dalla finestra grafica, attivando opportuni comandi descritti in dettaglio nel capitolo successivo.

Le aste

Si può quindi procedere con la definizione delle aste nel foglio omonimo. Si richiama su video il foglio Aste e si aggiunge una riga per ogni asta della struttura, definendo per ognuna di esse il primo e il secondo nodo di incidenza e gli altri dati caratteristici, come il tipo di sezione e l'eventuale precompressione.

Questa operazione definisce l'orientazione e l'estensione delle aste, quest'ultima quantità è riportata in automatico dal programma nella colonna delle lunghezze.

Anche i dati relativi alle aste si possono inserire direttamente dalla finestra grafica come descritto nel capitolo successivo.

Materiali e sezioni

Si definiscono quindi i materiali e le sezioni tipo che ricorrono nella struttura, modificando o arricchendo la lista iniziale di default.

La lista iniziale contenente i materiali e le sezioni di default viene letta dal file truss.ini, accluso ai files di programma nel corso dell'installazione. L'utente può arricchire questa lista iniziale, editando con un text editor come Notepad il file truss.ini.

Gruppi

E' possibile definire dei gruppi in cui suddividere le aste, a discrezione del progettista, utili ad individuare nelle viste grafiche le aste simili mediante un colore o un tipo di linea.

Sincronismo

Tutti i fogli del menù Dati condividono fra loro e con le finestre di disegno del menù Vista la funzione di sincronismo logico, molto utile per velocizzare le operazioni di gestione e ridurre al minimo il carico di lavoro per l'utente.

La funzione di sincronismo è chiamata in automatico ogni volta che l'utente scorre gli elementi. Tutte le finestre aperte in quel momento, siano esse di dati o di disegno, saranno sincronizzate al nuovo piano e al nuovo elemento attivo.

Ad esempio, se nella griglia Dati Aste si sposta il cursore dall'elemento 1 all'elemento 5, il programma setta come corrente la sezione, il materiale e il gruppo dell'asta 5. Tutte le griglie aperte che hanno un riferimento a queste quantità, porteranno il cursore sulla riga dell'elemento attivo.

Inoltre, come si vedrà nel successivo capitolo, nei fogli di disegno del menù Vista esiste lo strumento "Cursore ed azione di default" per selezionare un elemento cliccandolo col mouse.

Si può sfruttare questa funzione per velocizzare ancor più le operazioni. Se ad esempio, si volesse esaminare la riga dati di una certa asta individuata nel disegno Geometria, basta cliccarla col mouse e la griglia Aste scorrerà in automatico posizionandosi sull'asta cliccata. In assenza del sincronismo, l'utente avrebbe dovuto scorrere manualmente la griglia fino a raggiungere l'asta in questione. La comodità del sincronismo automatico è tanto più evidente quanto più grossa è la struttura.

Foglio Dati Generali

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Dati|Generali*.

Appare una griglia nella quale digitare la denominazione dell'edificio, le generalità del Progettista, ecc.

Il foglio non necessita di essere riempito all'inizio del lavoro.

Vi si definiscono quelle informazioni di tipo testo che tipicamente sono riportate sulle testate delle tavole di progetto e che dal programma saranno usate proprio per comporre le testate delle tavole di stampa. Sono tutti dei dati di tipo stringa dal titolo auto-esplicativo.



dato	riferimento
Struttura	Capriata
Comune	Cosenza
Committente	ing. Bianchi
Progettista	ing. Bianchi
Calcolatore	ing. Bianchi
Direttore lavori	ing. Bianchi

Le stringhe devono essere composte da un massimo di 63 caratteri.

Foglio Materiali

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Materiali*.

Si assegnano la denominazione di riferimento e le caratteristiche meccaniche dei materiali di cui sono composte le aste della struttura reticolare.



id	nome	Tat	Tac	E	sp
1	Fe360	160,0	160,0	206000	78,50
2	Fe430	190,0	190,0	206000	78,50
3	Fe510	240,0	240,0	206000	78,50
4	Legno_Conifera	80,0	80,0	10000	6,00
5	Legno_Latif	90,0	90,0	12000	8,63

I comandi per la gestione del foglio (inserimento e eliminazione di una riga, hint di suggerimento, ecc.) sono riportati nel paragrafo "Gestione dei fogli griglia" in questo capitolo.

Dati editabili	Sigla	Tipo	Range	U.M.
Denominazione del materiale	Nome	stringa	max 16 car.	
Tensione ammissibile a trazione	Tat	reale	1.0 - 9999.9	[N/mm ²]
Tensione ammissibile a compressione	Tac	reale	1.0 - 9999.9	[N/mm ²]
Modulo elastico	E	reale	1 - 9999999	[N/mm ²]
Peso specifico	sp	reale	0.0 - 9999.9	[kN/m ³]

Denominazione del materiale

Vi si digita una stringa di denominazione del materiale. Quando poi si assegnerà ad un'asta un tipo di materiale, tale stringa comparirà nel campo di descrizione dell'asta, come richiamo mnemonico.

Tensioni ammissibili

Sono richiesti i valori della tensione ammissibile a trazione e a compressione del materiale, espressi in N/mm².

Valori di riferimento delle tensioni ammissibili per diversi materiali sono riportati nelle tabelle seguenti.

Peso specifico

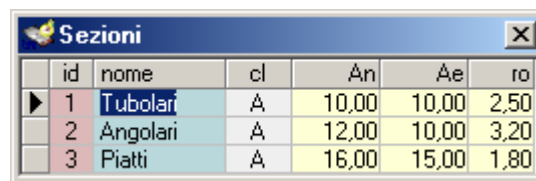
Si assegnerà il peso specifico del materiale. Anche per questa quantità, valori di riferimento sono riportati in tabella.

Valori caratteristici di alcuni materiali				
Tipo di materiale	TAT [N/mmq]	TAC [N/mmq]	E [N/mmq]	SP [kN/mc]
Acciaio Fe 360	160	160	206000	78.5
Acciaio Fe 430	190	190	206000	78.5
Acciaio Fe 510	240	240	206000	78.5
Abete rosso	6-10	6-10	10000	3.4-7.2
Abete bianco, pino, castagno	6-11	7-11	11000	3.6-7.3
Pioppo, ontano	4.5-9	6-10	7500	3.9-6.6
Larice, quercia	7-12	7.5-12	12000	6.7-9.8

Foglio Sezioni

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Sezioni*.

Si assegnano la denominazione di riferimento e i dati caratteristici delle sezioni trasversali delle aste che compongono la struttura.



id	nome	cl	An	Ae	ro
1	Tubolari	A	10,00	10,00	2,50
2	Angolari	A	12,00	10,00	3,20
3	Piatti	A	16,00	15,00	1,80

I comandi per la gestione del foglio (inserimento e eliminazione di una riga, hint di suggerimento, ecc.) sono riportati nel paragrafo "Gestione dei fogli griglia" in questo capitolo.

Dati editabili	Sigla	Tipo	Range	U.M.
Nome della sezione	Nome	Stringa	max 16 car.	
Classe della sezione	CL	enumer		
Area nominale (totale)	At	reale	0.0 – 99999.9	[cmq]
Area effettiva	An	reale	0.0 – 99999.9	[cmq]
Raggio di inerzia minima	Ro	reale	0.0 - 999.9	[cm]

Denominazione della sezione

Vi si digita una stringa di denominazione della sezione tipo. Quando poi si assegnerà ad un'asta un tipo di sezione, tale stringa comparirà nel campo di descrizione dell'asta, come richiamo mnemonico.

Classe della sezione

In questo campo di tipo enumerato si definisce la classe della sezione per la verifica ad instabilità col metodo omega. Il presente dato è specifico per i profilati metallici e viene tenuto in conto solo se l'asta è in acciaio. La classe si sceglie in una lista predefinita comprendente:

- A
- B
- C
- D

Ogni classe individua un tipologia di aste, secondo quanto riportato in tabella.

Il tipo voluto può essere selezionato con la pressione del tasto spaziatore o cliccando col mouse nel campo.

Classe	Tipologia
A	Aste costituite da tubi quadrati, rettangolari o tondi.
B	Aste semplici costituite da sezioni a doppio T laminate, in cui il rapporto fra l'altezza h del profilato e la larghezza delle ali sia tale che $h/b > 1,2$. Aste semplici costituite da sezioni a doppio T laminate, in cui le ali siano rinforzate da piatti saldati. Aste semplici costituite da sezioni chiuse a cassone composte mediante saldatura.
C	Aste costituite da singoli profilati con sezioni diverse da quelle precedenti. Aste costituite da singoli profilati con sezioni aperte composte mediante saldatura. Aste costituite da più profilati (aste composte).
D	Aste semplici o composte aventi spessore $t > 40$ mm

Area nominale

Viene richiesto il valore dell'area nominale della sezione, cioè comprendente l'eventuale area dei fori. Nel caso di aste composte da più elementi, va digitata la somma delle singole aree lorde. Il valore dell'area nominale interviene nel calcolo delle rigidezze e quindi nell'analisi elastica globale.

Area effettiva

Viene richiesto il valore dell'area effettiva della sezione, cioè l'area da assumere per le verifiche alle tensioni ammissibili. Essa coincide con l'area netta, cioè con l'area della sezione al netto dei fori, in tutti quei casi in cui l'asta è collegata al nodo simmetricamente attorno al suo asse baricentrico. Negli altri casi essa è in genere una quota parte dell'area netta.

Raggio minimo d'inerzia

Si assegnerà il Raggio minimo d'inerzia, da considerare nella verifica ad instabilità col metodo omega.

Il programma usa questo dato nel corso della verifica di stabilità delle aste compresse per determinare la snellezza massima λ , da cui dipende il coefficiente amplificativo ω , secondo la seguente formula:

$$\lambda = \beta L/R_i$$

dove:

L è la lunghezza dell'asta,

β è il coefficiente di vincolo,

R_i è il raggio minimo d'inerzia.

Una menzione particolare è necessaria per il caso di aste composte da 2 o 4 correnti metalliche uguali, collegati tra loro. In questi casi le norme prevedono che si faccia riferimento ad una snellezza ideale λ_{id} , definita in modo specifico per ogni caso particolare. In input si digiterà, quindi, un valore del raggio d'inerzia minimo ideale R_{id} definito come:

$$R_{id} = \beta L/\lambda_{id}$$

Foglio Gruppi

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Gruppi*.

Il programma consente di suddividere le aste in gruppi, così che nei disegni siano facilmente individuabili. Ogni gruppo è caratterizzato da un colore e da un tipo di tratto, selezionabile dall'utente in una lista predefinita.

In questo foglio si definiscono le caratteristiche dei diversi gruppi, assegnandone il nome, il colore e il tipo di linea da utilizzare nelle viste grafiche.

Quindi, nel foglio Aste, si definirà per ogni asta il suo gruppo di appartenenza.

id	nome	colore	stile
1	corrente sup	rosso	continua
2	corrente inf	blu	continua
3	parete	grigio	continua

I comandi per la gestione del foglio (inserimento e eliminazione di una riga, hint di suggerimento, ecc.) sono riportati nel paragrafo "Gestione dei fogli griglia" in questo capitolo.

Foglio Coefficienti Omega

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Omega*.

Di ogni materiale definito si assegnerà la tabella dei coefficienti omega, da tenere in conto nella verifica delle aste compresse. Il foglio è composto da un numero di pagine uguale al numero dei materiali definiti nel foglio Materiali. Ogni pagina si riferisce al materiale indicato sulla riga del titolo e sono previsti i comandi per cambiare pagina.

Ogni tabella è composta da più righe (almeno due), sulle quali si riportano i valori dei coefficienti omega in corrispondenza di un valore di snellezza λ e suddivisi per classe di sezione, secondo quanto esposto nel paragrafo Classe del foglio Sezioni. Si tenga presente che i valori della snellezza vanno assegnati in maniera crescente a partire dall'alto.

id	lam	cl.A	cl.B	cl.C	cl.D
1	20	1,00	1,01	1,01	1,00
2	25	1,01	1,02	1,04	1,05
3	30	1,03	1,05	1,06	1,09
4	35	1,04	1,07	1,10	1,14
5	40	1,06	1,10	1,13	1,19

I comandi per la gestione del foglio (inserimento e eliminazione di una riga, hint di suggerimento, ecc.) sono riportati nel paragrafo "Gestione dei fogli griglia" in questo capitolo.

Il programma farà riferimento a tali tabelle per determinare il coefficiente omega amplificativo dello sforzo normale, nel corso della verifica a stabilità delle aste compresse. In funzione della snellezza λ e del tipo di materiale componente l'asta, il coefficiente ω viene determinato per interpolazione lineare e quindi viene eseguita la verifica, controllando che:

$$\omega N / A < \sigma_{am}$$

o equivalentemente:

$$N / A < \sigma_{am} / \omega$$


All'interno del programma sono state già inserite le tabelle dei coefficienti omega dei materiali più diffusi, che in fase di definizione di una nuova struttura si trovano ordinati nel modo seguente:

- FE 360
- FE 430
- FE 510
- LEGNO DI CONIFERE
- LEGNO DI LATIFOGIE
- GHISA
- ALLUMINIO

Se l'utente altera nel foglio Materiali tale ordine o in presenza di materiali diversi da quelli indicati, si dovrà aver cura di assegnare direttamente la tabella dei coefficienti.

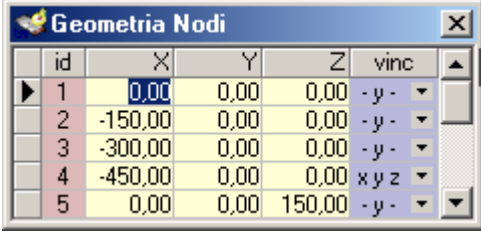
Dati editabili	Sigla	Tipo	Range
Snellezza	LA	reale	0 - 32.7
Coeff. omega per classe A	CA	reale	1.0 - 32.7
Coeff. omega per classe B	CB	reale	1.0 - 32.7
Coeff. omega per classe C	CC	reale	1.0 - 32.7
Coeff. omega per classe D	CD	reale	1.0 - 32.7

Foglio Nodi

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Nodi*, oppure azionando direttamente il comando dal tasto  presente nella barra strumenti.

Vi si assegnano le posizioni dei nodi, cioè dei punti in cui convergono una o più aste.

Di ogni nodo si assegnerà la posizione ed il grado di vincolo.



id	X	Y	Z	vinc
1	0,00	0,00	0,00	-y-
2	-150,00	0,00	0,00	-y-
3	-300,00	0,00	0,00	-y-
4	-450,00	0,00	0,00	x y z
5	0,00	0,00	150,00	-y-

I comandi per la gestione del foglio (inserimento e eliminazione di una riga, hint di suggerimento, ecc.) sono riportati nel paragrafo "Gestione dei fogli griglia" in questo capitolo.

Dati editabili	Sigla	Tipo	Range	U.M.
Coordinata X	X	reale	-9999.9...9999.9	[cm]
Coordinata Y	Y	reale	-9999.9...9999.9	[cm]
Coordinata Z	Z	reale	-9999.9...9999.9	[cm]
Vincolo alla traslazione	Vinc	enumer		

Coordinate dei nodi

Per ogni nodo bisogna assegnare le coordinate X, Y, Z, rispetto ad un sistema di riferimento cartesiano ortogonale avente l'asse Z in direzione verticale, con verso diretto verso l'alto.


Tipo di vincolo

In questo campo si definisce la combinazione di vincolo da applicare al nodo, scegliendola nella lista a discesa (Combo Box) contenente le 8 possibili combinazioni seguenti:

- --- Libero
- X-- Vincolato lungo X
- -Y- Vincolato lungo Y
- XY- Vincolato lungo X e Y
- --Z Vincolato lungo Z
- X-Z Vincolato lungo X e Z
- -YZ Vincolato lungo Y e Z
- XYZ Vincolato lungo X, Y, Z

Le lettere X, Y, Z indicano la presenza di un vincolo (tipo carrello) che blocca la possibilità di traslazione nella direzione corrispondente.

Foglio Aste

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Aste*, oppure azionando il comando direttamente dal tasto  presente nella barra strumenti.

Come accennato in precedenza l'asta è l'elemento fondamentale delle strutture di tipo reticolare. Essa viene definita da un nodo iniziale e finale, da una sezione e da un tipo di materiale.



id	i	j	sez	mat	grp	frl
1	1	2	sezione L	Fe360	2	1,00
2	2	3	sezione L	Fe360	2	1,00
3	3	4	sezione L	Fe360	2	1,00
4	4	7	sezione L	Fe360	1	1,00
5	7	6	sezione L	Fe360	1	1,00

I comandi per la gestione del foglio (inserimento e eliminazione di una riga, hint di suggerimento, ecc.) sono riportati nel paragrafo "Gestione dei fogli griglia" in questo capitolo.

Dati editabili	Sigla	Tipo	Range	U.M.
Primo nodo	i	intero	1, N° nodi	
Secondo nodo	j	intero	1, N° nodi	
Tipo della sezione	Sez	intero	1, N° sezioni	
Tipo del materiale	Mat	intero	1, N° materiali	
Gruppo di appartenenza	Grp	intero	1, N° gruppi	
Coefficiente riduttivo lunghezza	Frl	reale	0.5 - 1.0	

Incidenze

Si assegnano gli indici dei nodi, iniziale e finale, su cui l'asta incide, senza alcun ordine particolare di precedenza. Una volta assegnate le coordinate dei nodi, le incidenze definiscono l'asta in posizione e lunghezza.

Numerazione ottimale dei nodi

Come è noto, in programmi basati su metodologie ad elementi finiti i tempi di calcolo sono fortemente influenzati dalla larghezza di banda della matrice di rigidezza. Questa quantità dipende direttamente dall'ordinamento delle incognite e quindi, in ultima analisi, dalla numerazione dei nodi. In generale, una numerazione ottimale risulta essere quella che minimizza la differenza massima tra gli indici dei nodi delle aste. Truss, pur rientrando nella categoria di programmi ad elementi finiti, non risente degli effetti negativi di una eventuale cattiva numerazione dei nodi, perché al suo interno provvede in automatico a rinumerare in maniera ottimale le incognite, in modo da minimizzare la larghezza di banda della matrice di rigidezza.

Sezione, materiale e gruppo

Di ogni asta va assegnato il tipo di sezione, di materiale e il gruppo di appartenenza. Questo lo si ottiene digitando nei corrispondenti campi gli indici che identificano la sezione, il materiale e il gruppo desiderato.

In particolare, se assegniamo come indice di sezione il valore 3, all'asta sarà assegnata la sezione definita alla terza riga del foglio Sezioni. Discorso analogo vale per il tipo di materiale e per il gruppo di appartenenza.

Per facilitare il riconoscimento delle caratteristiche dell'asta, il programma compone una stringa descrittiva che riporta per esteso la descrizione della sezione, del materiale e del gruppo, in base alle definizioni assegnate dallo stesso utente nei fogli corrispondenti.



Foglio Forze nodali

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Forze nodali*, oppure azionando il comando dal tasto  presente nella barra degli strumenti.

La griglia delle forze nodali è relativa alla condizione di carico corrente indicata nel titolo della griglia. Le condizioni di carico predefinite in Truss 200 sono:

- Pretensione
- Permanente
- Accidentale
- Termico
- Vento
- Neve
- Sisma

Per cambiare condizione di carico bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:

-  : condizione precedente
-  : condizione successiva

Cedimenti vincolari [Pretensione]				Carichi nodali [Permanente]			
id	Ux	Uy	Uz	id	Fx	Fy	Fz
1	-	0,00	-	1	0,00	-	0,00
2	-	0,00	-	2	0,00	-	0,00
3	-	0,00	-	3	0,00	-	0,00
4	0,00	0,00	0,00	4	-	-	-
5	-	0,00	-	5	0,00	-	-10,00

Masse nodali [Sisma]			
id	Mpp	Mpa	Mst
1	0,01	0,00	0,01
2	0,01	0,00	0,01
3	0,01	0,00	0,01
4	0,00	0,00	0,00
5	1,03	0,00	1,03

Dati editabili	Sigla	Tipo	Range	U.M.
Forza esterna lungo X	FX	reale	-9999.9...9999.9	[kN]
Forza esterna lungo Y	FY	reale	-9999.9...9999.9	[kN]
Forza esterna lungo Z	FZ	reale	-9999.9...9999.9	[kN]
Cedimento vincolare X	UX	reale	-9999.9...9999.9	[cm]
Cedimento vincolare Y	UY	reale	-9999.9...9999.9	[cm]
Cedimento vincolare Z	UZ	reale	-9999.9...9999.9	[cm]
Massa sismica permanente	Msp	reale	0.0...9999.9	[t]
Massa sismica accidentale	Msa	reale	0.0...9999.9	[t]

I dati editabili differiscono per ciascuna delle condizioni di carico.

Forze esterne applicate

Le colonne FX, FY, FZ consentono di assegnare le forze esterne applicate nel nodo. Sono disponibile solo per le condizioni di carico: permanente, accidentale, termico, vento, neve. Si tenga presente che le forze esterne possono essere assegnate lungo le direzioni libere

Spostamenti vincolari

Le colonne UX, UY, UZ consentono di assegnare i cedimenti vincolari del nodo. I cedimenti vincolari si possono assegnare solamente per la condizione di carico di pretensione. Si tenga presente che i cedimenti vincolari possono essere assegnati lungo le direzioni vincolate.

Masse sismiche


È possibile definire le masse sismiche nodali M_{sp} , M_{sa} scegliendo una delle seguenti modalità:

- Ricavate dalle forze verticali: la massa sismica permanente è ricavata dal peso proprio e carichi permanenti, la massa sismica accidentale è ricavata dalle azioni accidentali
- Definite dall'utente: la massa sismica, sia permanente che accidentale è definita dall'utente.

La modalità di definizione delle masse sismiche si sceglie, come si vedrà nel capitolo relativo all'analisi, dalla finestra relativa alle opzioni di analisi.

Qualora si stabilisce di definire le masse sismiche, è possibile editare i valori nei campi della griglia.

Foglio Carichi aste

Il foglio si apre scegliendo la voce di menù *Dati|Carichi aste*, oppure azionando il comando dal tasto  presente nella barra degli strumenti.

Come per le forze nodali, la griglia dei carichi sulle aste è relativa alla condizione di carico corrente indicata nel titolo della griglia. Le condizioni di carico sono quelle definite nel paragrafo precedente. Per cambiare condizione di carico bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



: condizione precedente



: condizione successiva

Pretensione nelle aste [Pretensione]				Carichi sulle aste [Permanente]			
id	Np	sig	dL	id	Qx	Qy	Qz
1	1,20	3,00	0,02	1	0,00	0,00	0,00
2	0,00	0,00	0,00	2	0,00	0,00	0,00
3	0,40	1,00	0,01	3	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	4	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	5	0,00	0,00	0,00

Carico termico [Termico]			
id	dT	dL	Eps
1	0,00	0,00	0,00
2	40,00	0,60	0,00
3	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00

Dati editabili	Sigla	Tipo	Range	U.M.
Sforzo normale di pretensione	Np	reale	-9999.9...9999.9	[kN]
Carico distribuito lungo X	Qx	reale	-9999.9...9999.9	[kN/m]
Carico distribuito lungo Y	Qy	reale	-9999.9...9999.9	[kN/m]
Carico distribuito lungo Z	Qz	reale	-9999.9...9999.9	[kN/m]
Variazione termica	dT	reale	-500.0...500.0	[°C]

I dati editabili differiscono per ciascuna delle condizioni di carico.

Sforzo normale di pretensione

La colonna Np consente di inserire, per la condizione di carico pretensione, lo sforzo normale di pretensione. Contemporaneamente all'editazione di tale dato, viene aggiornato il valore della tensione di pretensione corrispondente riportata nella colonna sig, e l'allungamento dell'asta espresso in cm riportato nella colonna dL.

Carichi distribuiti

Le colonne Qx, Qy, Qz consentono di assegnare i carichi uniformemente distribuiti sulle aste ed agenti nelle tre direzioni principali X, Y, Z. e per le condizioni di carico: permanente, accidentale, vento, neve. Tali carichi sono trasformati in corrispondenti carichi nodali nella fase di generazione del modello.

NOTA: Non bisogna assegnare il peso proprio delle aste poiché esso è valutato automaticamente nella fase di generazione del modello numerico.

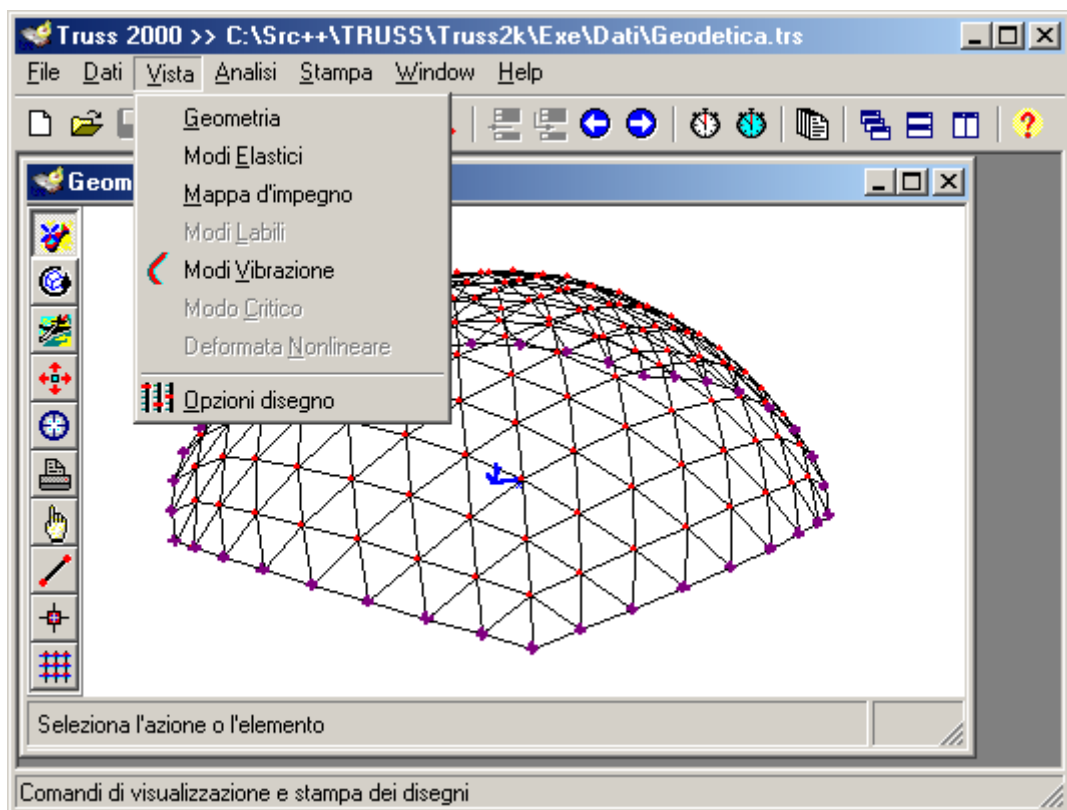
Variazione termica

La variazione termica dT è disponibile per la condizione di carico Termico. Contemporaneamente all'editazione di tale dato è aggiornato sia l'allungamento subito dall'elemento, sia la deformazione.

Menù Vista

Il menù *Vista* contiene i comandi per l'apertura di finestre grafiche, relative alla vista tridimensionale della geometria strutturale e delle configurazioni deformate. In particolare le voci del menù comprendono:

- **Geometria**
- **Modi elastici**
- **Mappa d'impegno**
- **Modi labili**
- **Modi di vibrare**
- **Modo critico**
- **Deformata nonlineare**
- **Opzioni di disegno**



All'interno delle viste sono disponibili vari comandi di gestione che consentono di

- simulare spostamenti dell'osservatore per ottenere una vista animata continua,
- assegnare le preferenze del disegno,
- cliccare un elemento per attivare il sincronismo,
- attivare i comandi di preview e stampa del disegno corrente.

Sincronismo

Queste finestre condividono con i fogli del menù Dati, ed i fogli risultati del menù Analisi la funzione di sincronismo logico, molto utile per velocizzare le operazioni di gestione e ridurre al minimo il carico di lavoro per l'utente.

La funzione di sincronismo è attivata ogni volta che l'utente clicca un elemento, nella modalità "Azione e cursore di default". Tutte le finestre aperte in quel momento, siano esse di dati o di disegno, saranno sincronizzate al nuovo elemento attivo.

Si supponga ad esempio, su una grossa struttura, di volere esaminare i dati caratteristici di una qualsiasi asta, visibile in una vista 3D. Un primo modo consiste nel selezionare l'asta cliccandola nella vista 3D, avendo attivato lo strumento "Cursore ed azione di default". Un secondo modo è quello di scorrere le griglie Dati manualmente fino all'asta in questione. Col primo modo l'operazione è più immediata perché non serve conoscere l'indice dell'asta, basta semplicemente cliccarla e la griglia contenente i dati di interesse scorre in automatico fino alla riga corrispondente.

Fogli di Vista 3D

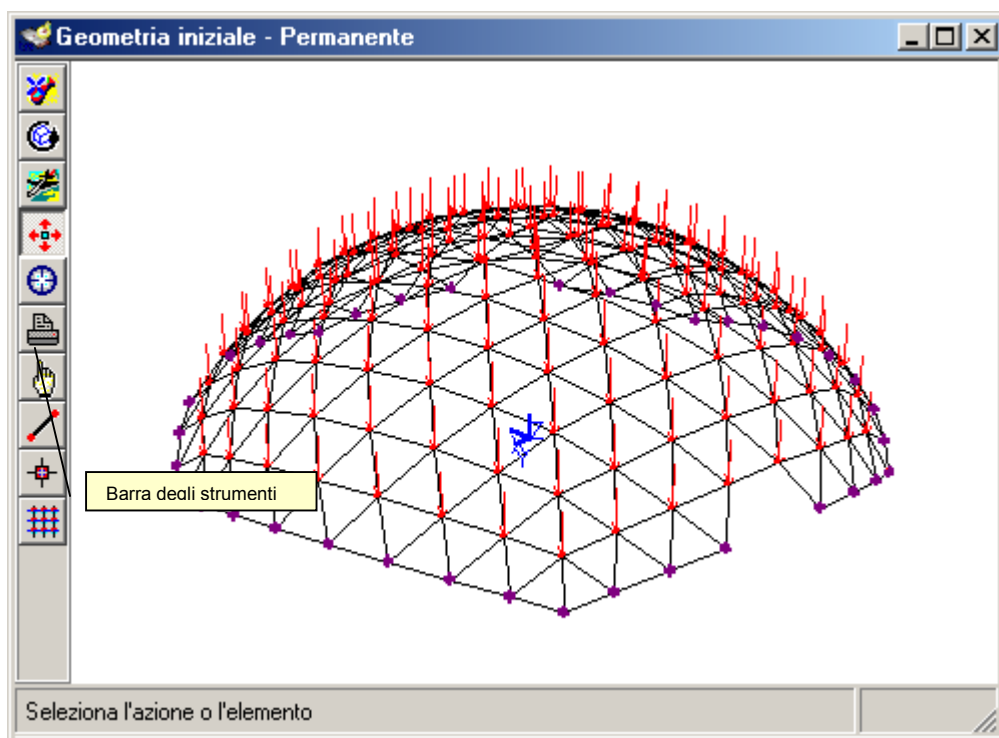
Il menù *Vista* contiene i comandi di apertura di sette diverse viste 3D della struttura:

- **Geometria**
- **Modi elastici**
- **Mappa d'impegno**
- **Modi labili**
- **Modi di vibrare**
- **Modo critico**
- **Deformata nonlineare**

Questi fogli riportano differenti configurazioni strutturali, ma nella gestione del disegno 3D condividono alcuni comandi comuni, che illustreremo in questo paragrafo.

La figura successiva mostra una finestra di visualizzazione grafica con l'indicazione dei diversi componenti presenti:

- *la barra degli strumenti*, con i pulsanti associati agli strumenti di lavoro
- *l'area di disegno*, col disegno prospettico della struttura



Area di disegno

L'area di disegno e di azione del mouse, è rappresentata da un piano sul quale viene proiettata la vista tridimensionale della struttura in base alla posizione di un ipotetico osservatore.

Comandi di vista 3D

La vista tridimensionale riportata nel foglio è quella che un ipotetico osservatore potrebbe vedere dalla sua posizione corrente. Se l'utente si identifica con questo ipotetico osservatore, utilizzando il mouse potrà simulare operazioni di avvicinamento o allontanamento e di sorvolo secondo due diverse modalità: elicottero o aeroplano.

Barra Strumenti

Descrizione delle opzioni e dei comandi attivabili mediante pulsanti:



Elicottero: consente l'azione di sorvolo tipo elicottero, cliccando e trascinando il mouse.



Ruota: consente l'azione di rotazione, cliccando e trascinando il mouse..



Aeroplano: consente l'azione di sorvolo tipo aeroplano, cliccando e trascinando il mouse.



Sposta lo sguardo: consente di modificare la direzione dello sguardo, cliccando e trascinando il mouse.



Vista di default: ridimensiona e centra il disegno in proporzione alle dimensioni della finestra.



Anteprima di stampa: consente di attivare l'anteprima di stampa del disegno.



Cursore ed azione di default: interrompe ogni precedente azione, riporta il cursore nella sua forma di puntatore e l'azione corrente all'azione di default, ovvero di ricerca; in questa modalità è possibile localizzare un elemento puntando e cliccando col mouse ed sincronizzare tutte le finestre aperte rispetto all'elemento cliccato.

Azione sorvola oggetto

L'azione sorvola consente all'utente di simulare spostamenti dell'osservatore, come se questi fosse a bordo di un ipotetico aeroplano o di un elicottero in fase di sorvolo sulla struttura.

L'azione si esegue cliccando in un punto dell'area di disegno e, senza rilasciare, trascinare il mouse in una nuova posizione.

In funzione degli spostamenti del mouse si ottiene una animazione grafica tridimensionale della struttura, sensibile agli spostamenti dell'osservatore, con modalità diverse per il modo aeroplano e per il modo elicottero.

Azione rotazione oggetto

L'azione rotazione consente all'utente ruotare l'oggetto, cliccando e trascinando il mouse in una direzione. La rotazione dipende dalla direzione in cui si muove il mouse.

Azione sposta direzione di vista

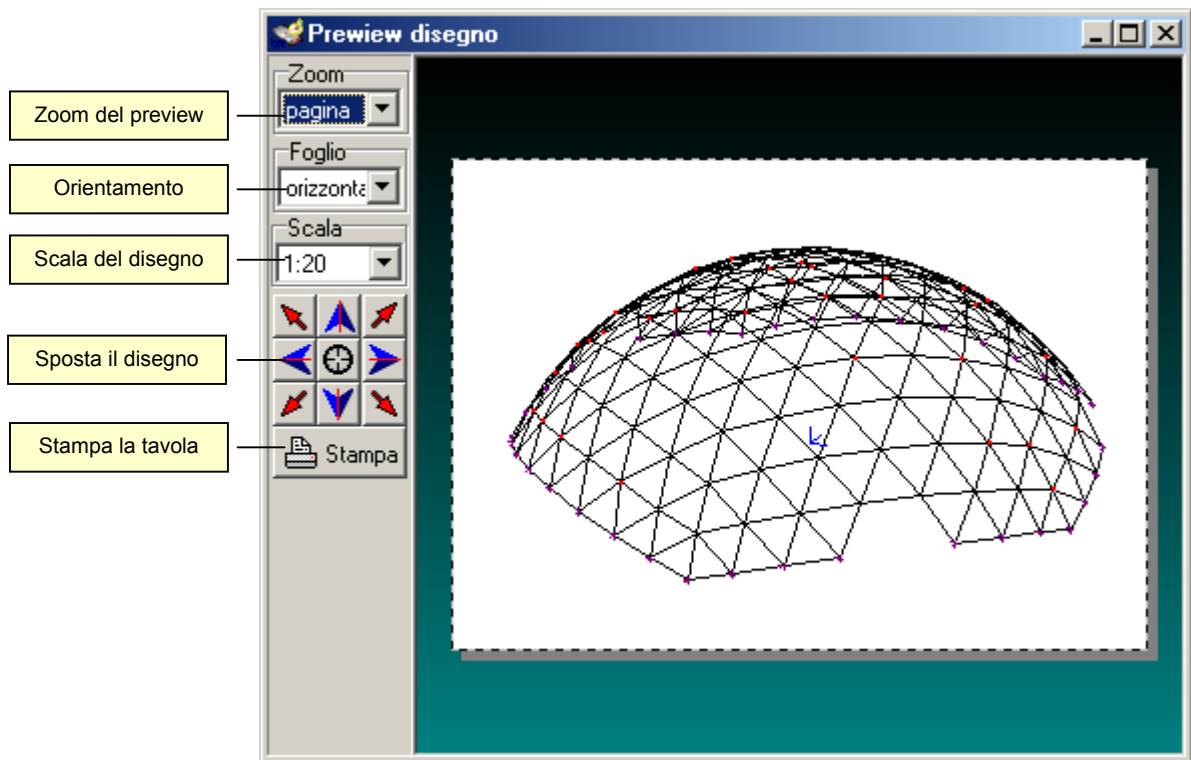
L'azione sposta consente all'utente di simulare spostamenti della direzione di vista dell'osservatore, come se questi fosse fermo e volgesse lo sguardo in un'altra direzione.

L'azione si esegue cliccando in un punto dell'area di disegno e, senza rilasciare, trascinare il mouse in una nuova posizione.

In funzione dello spostamento del mouse l'oggetto subisce uno spostamento in direzione opposta.

Azione Anteprima di stampa

Cliccando sul pulsante *Anteprima di stampa*, il programma procede all'impaginazione del disegno presente nella finestra grafica nel foglio "*Preview disegni*", riportato in figura.



Il foglio Preview mostra l'aspetto finale della stampa, in funzione delle "Opzioni disegno" correntemente attive. Contiene al suo interno vari comandi, per scorrere o zoomare le tavole, per stampare la tavola correntemente visualizzata.

Il combo box zoom

contiene le opzioni di zoom predefinite;

Il combo box Foglio

riporta l'allineamento del foglio di stampa;

Il combo box Scala

contiene opzioni di scala predefinite. La scala evidenziata nel combo box è quella utilizzata nella stampa della tavola.

I pulsanti di spostamento

Consentono di spostare il disegno all'interno della tavola.

La stampa

Per stampare la tavola correntemente visualizzata basta cliccare rispettivamente sul pulsante Stampa. Il disegno sarà inviato alla stampante, così come visualizzato. Per cambiare il formato del foglio basta accedere al comando del menù *Stampa|Imposta stampante*, descritto più in dettaglio nel capitolo "Menù stampa".

Foglio Geometria

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Geometria*.

Nel foglio viene riportata la vista 3D della struttura nella configurazione indeformata. La barra degli strumenti contiene ulteriori comandi che esaminiamo in dettaglio.



Elemento nodo: apre la barra strumenti nodi.



Elemento asta: apre la barra strumenti asta.



Modalità selezione: apre la barra degli strumenti di selezione.

Barre strumenti di selezione

Cliccando sul pulsante che attiva la modalità selezione, si apre la barra strumenti di selezione quali seleziona oggetto, selezione oggetti racchiusi in finestra, selezione gruppo, selezione tutto, esci dalla modalità selezione.



Le azioni che possono essere effettuate per selezionare o deselegionare uno o più oggetti sono descritte in dettaglio nei paragrafi successivi.



Seleziona oggetto: consente di selezionare o deselegionare un oggetto.



Seleziona in finestra: seleziona/deselegiona gli oggetti contenuti in un riquadro.



Seleziona gruppo: consente di selezionare tutti gli elementi appartenenti ad un gruppo.



Seleziona tutto: consente di selezionare tutti i nodi e/o tutti gli elementi.



Esci: deselegiona tutto ed esce dalla modalità selezione.

Barre strumenti degli elementi strutturali

Cliccando su uno dei pulsanti che rappresenta un elemento strutturale, come il bottone trave o pilastro, si apre la barra strumenti relativa a quell'elemento, che rende disponibili alcune azioni tipiche, quali Inserisci, Dividi, Cancella, Sposta e Modifica.



Le azioni sugli oggetti sono le seguenti, la descrizione di dettaglio è nei paragrafi successivi:



Azione inserisci: consente di attivare l'azione di inserimento.



Azione dividi: consente di attivare l'azione di dividi asta in parti uguali.



Azione cancella: consente di attivare l'azione di cancellazione.



Azione sposta: consente di attivare l'azione di spostamento.



Azione modifica: consente di attivare l'azione di modifica.

Selezione degli elementi

L'insieme delle azioni di seguito descritte consentono di selezionare o deselegionare una serie di aste e nodi, agendo dalla finestra grafica.






Selezione oggetto

Cliccando sul pulsante di selezione oggetto si attiva la funzione di selezione tramite puntamento col mouse. L'azione può essere di selezione o deselegione:

- *selezione:* se l'oggetto non è selezionato, al click del mouse viene selezionato
- *deselegione:* se l'oggetto è selezionato, al click del mouse viene deselegionato

La modalità selezione oggetto può essere attivata in tre forme differenti:

1.  se attivato il *Cursore ed azione di default* l'azione di selezione oggetto può essere eseguita sui nodi che sulle aste.
2.  se attivato il pulsante *Nodo* l'azione di selezione si esegue solamente sui nodi: è puntata un'asta al click del mouse l'azione non ha nessun effetto
3.  se attivato il pulsante *Asta* l'azione di selezione si esegue solamente sulle aste






Selezione in finestra

Cliccando sul pulsante di selezione a finestra, si attiva l'azione che consente di tracciare un rettangolo nell'area grafica e selezionare tutti gli oggetti interamente contenuti in esso. Per

eseguire tale azione portare il cursore su un primo vertice dell'area rettangolare contenente gli oggetti da selezionare e cliccare col tasto sinistro del mouse. Spostando il mouse viene disegnato il rettangolo che delimita la zona. Quando tale rettangolo ha raggiunto le dimensioni desiderate, cliccare nuovamente col tasto sinistro del mouse. Tutti i nodi e/o le aste interamente contenuti in tale area saranno selezionati.

Tale azione può essere attivata in tre forme differenti:

1.  se attivato il *Cursore ed azione di default*, saranno selezionati tutti i nodi e tutte le aste contenuti nell'area rettangolare tracciata.
2.  se attivato il pulsante *Nodo*, saranno selezionati tutti i nodi contenuti nell'area rettangolare tracciata.
3.  se attivato il pulsante *Asta*, saranno selezionate tutte le aste contenute nell'area rettangolare tracciata.



Seleziona gruppo

Il comando consente di selezionare tutte le aste appartenenti ad un gruppo. Cliccando sul pulsante *seleziona gruppo* si apre la finestra che consente di scegliere il gruppo da selezionare agendo sul *combo box*.






Rispondendo:

- **OK**: il programma procede alla selezione delle aste appartenenti al gruppo indicato nel Combo box.
- **Annulla**: il programma ripristina la situazione all'azione che ha preceduto il comando, ignorando quest'ultimo.



Seleziona tutto

Il comando consente di selezionare tutti i nodi e/o tutte le aste. Tale azione può essere attivata in tre forme differenti:

4.  se attivato il *Cursore ed azione di default*, saranno selezionati tutti i nodi e tutte le aste
5.  se attivato il pulsante *Nodo*, saranno selezionati tutti i nodi della struttura
6.  se attivato il pulsante *Asta*, saranno selezionate tutte le aste della struttura



Esci

Il comando cancella la selezione ed esce dalla modalità selezione

Le azioni sugli elementi

Ciascuna delle azioni sugli elementi può essere effettuata sia in modalità selezione (quando il pulsante selezione è premuto) sia in modalità ad oggetto (quando il pulsante selezione non è premuto).



Azione *Inserisci aste*

L'azione è attivata alla pressione del pulsante inserisci.

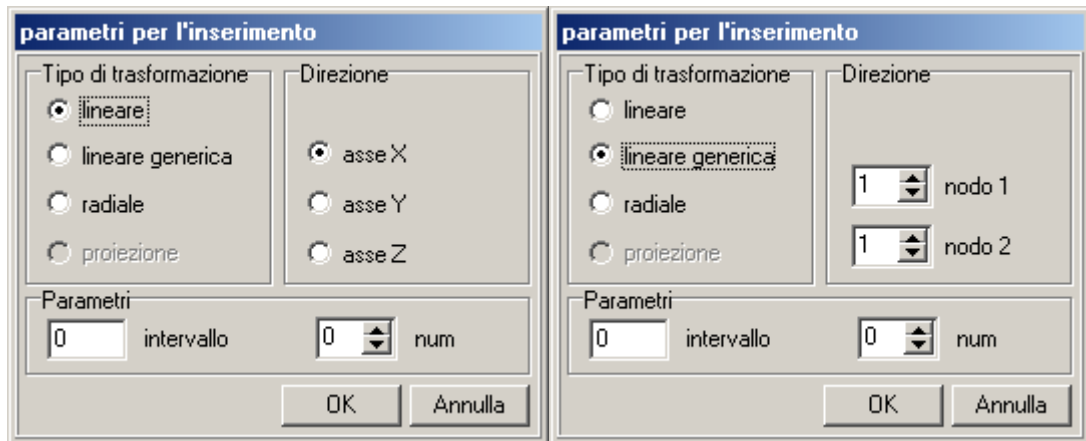
Modalità ad oggetto

L'azione consente di inserire un'asta cliccando i due nodi di estremità. Nel dettaglio l'operazione si compone di tre fasi:

- cliccare in corrispondenza del primo dell'asta e rilasciare il click
- spostare il mouse sul secondo nodo
- cliccare in corrispondenza del secondo nodo

Modalità selezione

Selezionare le aste da riprodurre (è possibile attivare l'azione solamente se ci sono aste selezionate). Cliccando sul pulsante *inserisci* si apre la finestra di dialogo che consente di scegliere la modalità di inserimento.



L'esecuzione di tale azione inserisce le aste selezionate sulla base dei parametri scelti che sono:

- *direzione di inserimento*
- *numero di entità da inserire*
- *intervallo di inserimento.*

La scelta della direzione di inserimento si effettua agendo sui due gruppi di Check box. A secondo della trasformazione attivata i gruppi di check box si presentano nella forma:

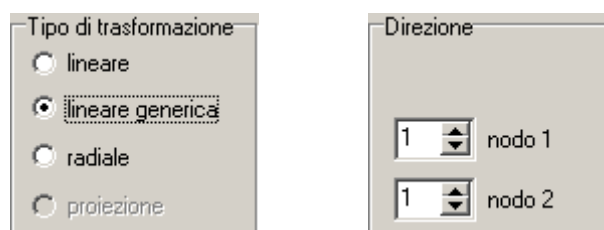
- *lineare*



le possibile direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

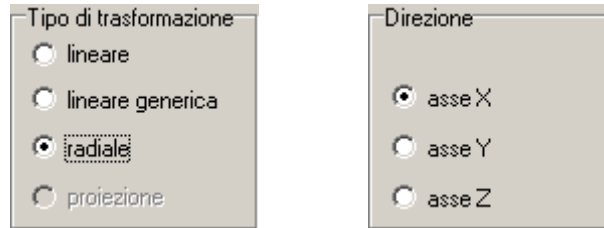
1. *lineare-asse X*: le aste saranno inserite in direzione lineare e parallelamente all'asse x
2. *lineare-asse Y*: le aste saranno inserite in direzione lineare e parallelamente all'asse y
3. *lineare-asse Z*: le aste saranno inserite in direzione lineare e parallelamente all'asse z

- *lineare generica*



Le aste saranno inserite in direzione lineare parallelamente alla congiungente i nodi indicati nei campi *nodo 1* *nodo 2*. Il verso è positivo dal nodo 1 al nodo 2.

- *radiale*



Le possibili direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

1. *radiale-asse X*: le aste saranno inserite radialmente ruotando le aste selezionate attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.
2. *radiale-asse Y*: le aste saranno inserite radialmente ruotando le aste selezionate attorno all'asse y. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.
3. *radiale-asse Z*: le aste saranno inserite radialmente ruotando le aste selezionate attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.

Il numero di entità da inserire è scelto nel campo *num*. Tutte le aste selezionate saranno riprodotte un numero di volte par a *num*.

L'*intervallo di inserimento*, nel caso di trasformazione radiale indica l'angolo, misurato in gradi sessagesimali, tra due gruppi di aste consecutive da inserire, mentre negli altri casi indica la distanza tra due gruppi di aste consecutive da inserire.

Rispondendo:

- **OK**: il programma procede all'inserimento delle aste selezionate secondo i parametri prescelti. Durante tale operazione viene controllato che aste e nodi non si sovrappongono. Se esistenti, sia aste che nodi, non vengono inseriti, bensì si utilizzano quelli già esistenti.
- **Annulla**: il programma ripristina la situazione all'azione che ha preceduto il comando, ignorando quest'ultimo.



Azione *Dividi aste*

Cliccando sul pulsante *dividi* si visualizza il pannello che consente di scegliere il numero di parti in cui suddividere le aste.



cliccando sul pulsante *OK* si attiva l'azione.

Modalità ad oggetto

Per dividere un'asta basta individuarla nell'area grafica e cliccare.

Modalità selezione

Selezionare le aste da dividere (il comando può essere attivato solamente se ci sono aste selezionate). Per dividere le aste secondo il parametro prescelto, basta puntare il mouse nell'area grafica e cliccare. Tutte le aste selezionate saranno divise in un numero di parti prescelto.



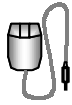
Azione *Cancella aste*

Modalità ad oggetto

Dopo aver selezionato l'azione, per cancellare un'asta basta cliccare sull'asta stesso.

Modalità selezione

Selezionare le aste da cancellare (il comando può essere attivato solamente se ci sono aste selezionate). Per cancellare le aste si può agire in uno dei seguenti modi:



clickare nell'area di disegno



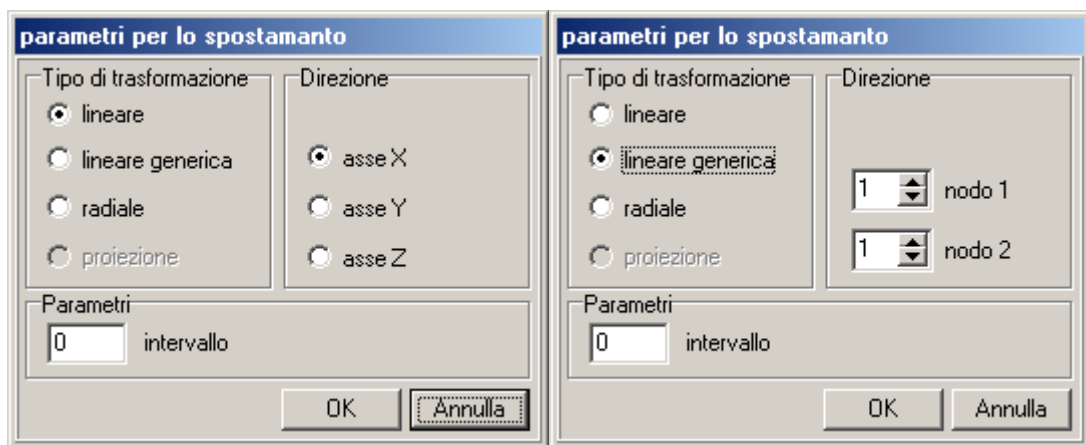
<CANC>

cancella le aste selezionate



Azione Sposta aste

Cliccando sul pulsante che aziona il comando si apre la finestra di dialogo che consente di scegliere la direzione di spostamento.



L'esecuzione di tale azione sposta le aste sulla base dei parametri scelti che sono:

- *direzione di spostamento*
- *dimensione dello spostamento*

La scelta della direzione di spostamento si effettua agendo sui due gruppi di Check box. A secondo della trasformazione attivata i gruppi di check box si presentano nella forma:

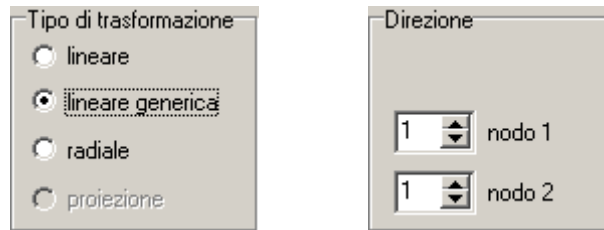
- *lineare*



le possibili direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

1. *lineare-asse X*: le aste saranno spostate in direzione lineare e parallelamente all'asse x
2. *lineare-asse Y*: le aste saranno spostate in direzione lineare e parallelamente all'asse y
3. *lineare-asse Z*: le aste saranno spostate in direzione lineare e parallelamente all'asse z

- *lineare generica*



Le aste saranno spostate in direzione lineare parallelamente alla congiungente i nodi indicati nei campi *nodo 1* *nodo 2*. Il verso è positivo dal nodo 1 al nodo 2.

- *radiale*



Le possibile direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

1. *radiale-asse X*: le aste saranno spostate radialmente ruotando le aste selezionate attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.
2. *radiale-asse Y*: le aste saranno spostate radialmente ruotando le aste selezionate attorno all'asse y. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.
3. *radiale-asse Z*: le aste saranno spostate radialmente ruotando le aste selezionate attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.

La *dimensione dello spostamento*, nel caso di trasformazione radiale indica l'angolo, misurato in gradi sessagesimali tra la nuova e la vecchia posizione, mentre negli altri casi indica la distanza tra posizione iniziale e la nuova posizione.

Rispondendo:

- **OK**: il programma procede prosegue l'azione secondo i parametri prescelti e con modalità differente a secondo se si è in selezione o no.
- **Annulla**: il programma ripristina la situazione all'azione che ha preceduto il comando, ignorando quest'ultimo.

Modalità ad oggetto

Dopo aver scelto i parametri di spostamento con la pressione del tasto OK, per spostare un'asta basta cliccare sull'asta stessa.

Modalità selezione

Selezionare le aste da cancellare (il comando può essere attivato solamente se ci sono aste selezionate). Per spostare le aste, dopo aver confermato l'esecuzione del comando con la pressione del tasto OK, basta cliccare col mouse nell'area di disegno



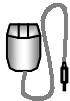
Azione **Modifica aste**

Scegliendo l'azione Modifica viene visualizzato il foglio **Asta corrente** appresso riportato:

Nel foglio sono presenti i seguenti componenti:

- *Edit frl*, in cui è possibile digitare il valore del fattore di riduzione della lunghezza per la verifica a ad instabilità col metodo Omega;
- *Combo box Sezione*, che consente la scelta della sezione tra quelle definite nelle tipologie;
- *Combo box Materiale*, che consente la scelta del materiale tra quelli definiti nelle tipologie;
- *Combo box Gruppo*, che consente la scelta del gruppo di appartenenza dell'asta;
- *Griglia dei carichi*, in cui è possibile digitare i valori dei carichi per ciascuna delle condizioni predefinite;
- *Edit Sforzo normale di pretensione (Np)*: in cui è possibile digitare lo sforzo normale di pretensione. Immediatamente sono aggiornati allungamento e tensione prodotti dallo sforzo normale di pretensione.

I valori iniziali presenti nei campi sono quelli del buffer corrente, corrispondente in genere all'ultima asta cancellata o inserita. Si può comunque catturare i valori di una qualsiasi altra asta esistente. Per maggiori informazioni sul significato dei dati riportati fare riferimento al paragrafo Foglio Aste del capitolo Menù Dati.



Per catturare i valori di un'asta esistente

- col tasto <CTRL> premuto, cliccare in corrispondenza dell'asta da catturare.

Modalità ad oggetto

Nel foglio, si contrassegnano i dati da modificare agendo sul relativo check box e assegnandone il valore, manualmente o catturandoli da un'altra asta.

Per applicare le modifiche, basterà quindi cliccare sulle aste da modificare.

Nel dettaglio l'operazione si compone di due fasi:

- Definire il set delle modifiche nel foglio Asta Corrente;
- Cliccare consecutivamente sulle aste a cui assegnare il set delle modifiche.

Modalità selezione

Selezionare le aste da modificare (il comando può essere attivato solamente se ci sono aste selezionate). Attivare l'azione modifica premendo il pulsante Modifica. Si apre la mascherina che

contiene il buffer asta. Il tale foglio, si contrassegnano i dati da modificare agendo sul relativo check box e assegnandone il valore, manualmente o catturandoli da un'altra asta.

Per applicare le modifiche alle aste selezionata, basterà quindi cliccare sull'area grafica.

Nel dettaglio l'operazione si compone di due fasi:

- Definire il set delle modifiche nel foglio Asta Corrente;
- Cliccare nell'area grafica per assegnare le modifiche a tutte le aste selezionate.

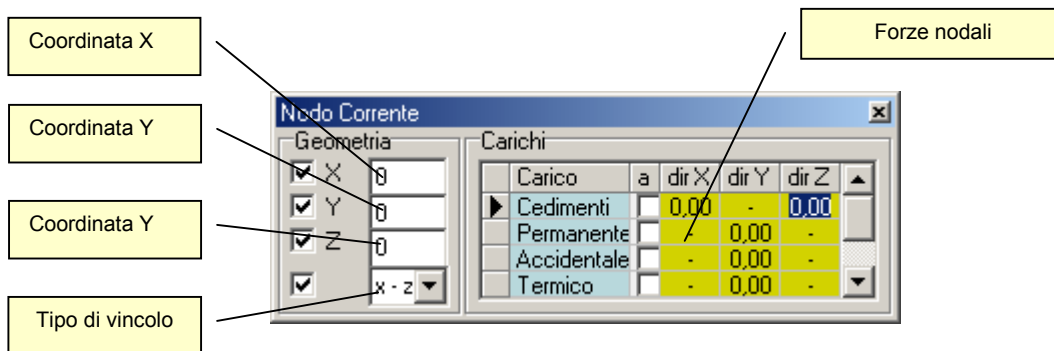


Azione *Inserisci nodi*

L'azione è attivata alla pressione del pulsante inserisci.

Modalità ad oggetto

Scegliendo l'azione Inserisci viene visualizzato il foglio **Nodo Corrente** appresso riportato:



Nel foglio sono presenti i seguenti componenti:

- *Edit Coordinate X Y e Z*, in cui bisogna digitare i valori delle coordinate;
- *Combo box Vincolo*, che consente la scelta del tipo di vincolo da associare al nodo che si sta per inserire;
- *Griglia dei carichi*: consente di editare i le forze nodali da assegnare al nodo.

I valori iniziali presenti nei campi sono quelli del buffer corrente, corrispondente in genere all'ultimo nodo cancellato o inserito. Si può comunque catturare i valori di un qualsiasi altro nodo esistente.

Per maggiori informazioni sul significato dei dati riportati fare riferimento al paragrafo Foglio Nodi del capitolo Menù Dati.



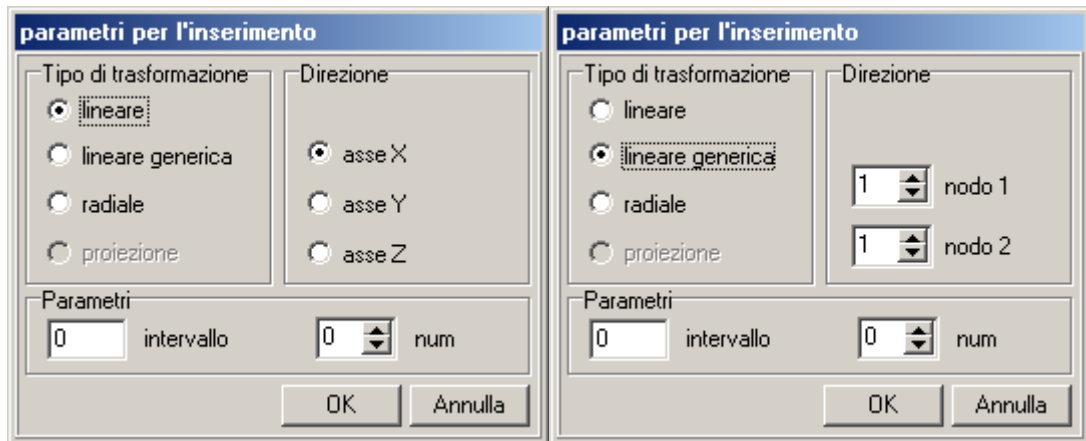
Per catturare i valori di un nodo esistente

- col tasto <CTRL> premuto, cliccare in corrispondenza del nodo da catturare.

L'operazione di inserimento si effettua cliccando con il mouse sull'area di disegno; il nodo verrà inserito con le caratteristiche riportate nel foglio Nodo corrente e nella posizione stabilita dal valore delle coordinate riportate nel foglio.

Modalità selezione

Selezionare i nodi da inserire (è possibile attivare l'azione solamente se ci sono nodi selezionati). Cliccando sul pulsante *inserisci* si apre la finestra di dialogo che consente di scegliere la modalità di inserimento.



L'esecuzione di tale azione inserisce i nodi selezionati sulla base dei parametri scelti che sono:

- *direzione di inserimento*
- *numero di entità da inserire*
- *intervallo di inserimento.*

La scelta della direzione di inserimento si effettua agendo sui due gruppi di Check box. A secondo della trasformazione attivata i gruppi di check box si presentano nella forma:

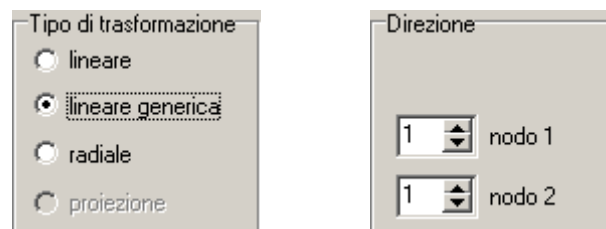
- *lineare*



le possibile direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

1. *lineare-asse X*: i nodi saranno inserite in direzione lineare e parallelamente all'asse x
2. *lineare-asse Y*: i nodi saranno inserite in direzione lineare e parallelamente all'asse y
3. *lineare-asse Z*: i nodi saranno inserite in direzione lineare e parallelamente all'asse z

- *lineare generica*



I nodi saranno inseriti in direzione lineare parallelamente alla congiungente i nodi indicati nei campi *nodo 1* *nodo 2*. Il verso è positivo dal nodo 1 al nodo 2.

- *radiale*



le possibile direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

1. *radiale-asse X*: i nodi saranno inseriti radialmente i nodi selezionati attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.
2. *radiale-asse Y*: i nodi saranno inseriti radialmente ruotando i nodi selezionati attorno all'asse y. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.
3. *radiale-asse Z*: i nodi saranno inseriti radialmente ruotando i nodi selezionati attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.

Il *numero di entità da inserire* è scelto nel campo *num*. Tutti i nodi selezionati saranno riprodotti un numero di volte par a *num*.

L'*intervallo di inserimento*, nel caso di trasformazione radiale indica l'angolo, misurato in gradi sessagesimali, tra due gruppi di nodi consecutivi da inserire, mentre negli altri casi indica la distanza tra due gruppi di nodi consecutivi da inserire.

Rispondendo:

- **OK**: il programma procede all'inserimento dei nodi selezionati secondo i parametri prescelti. Durante tale operazione viene controllato che i nodi non si sovrappongono. Se esistenti, non vengono inseriti, bensì si utilizzano quelli già esistenti.
- **Annulla**: il programma ripristina la situazione all'azione che ha preceduto il comando, ignorando quest'ultimo.



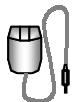
Azione *Cancela nodi*

Modalità ad oggetto

Dopo aver selezionato l'azione, per cancellare un nodo basta cliccare sul nodo stesso.

Modalità selezione

Selezionare i nodi da cancellare (il comando può essere attivato solamente se ci sono aste selezionate). Per cancellare i nodi si può agire in uno dei seguenti modi:



cliccare nell'area di disegno



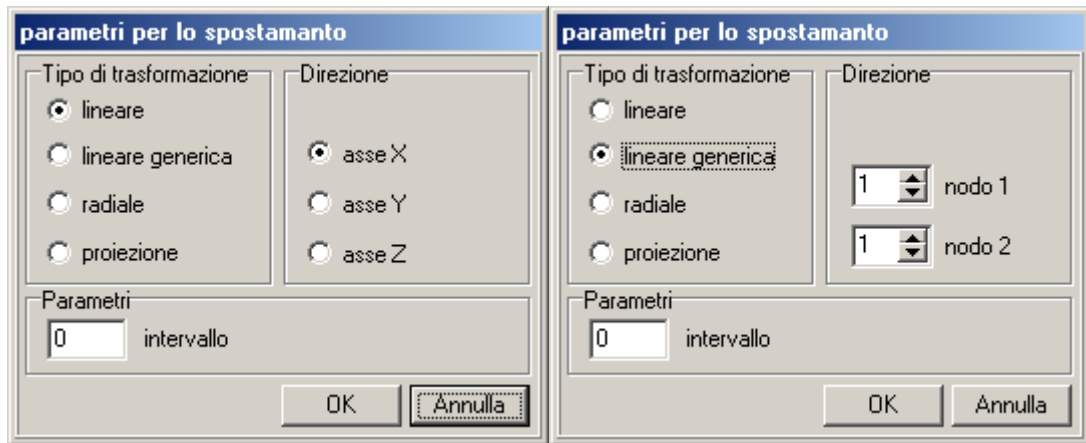
<CANC>

cancella i nodi selezionati



Azione *Sposta nodi*

Cliccando sul pulsante che aziona il comando si apre la finestra di dialogo che consente di scegliere la direzione di spostamento.



L'esecuzione di tale azione sposta i nodi sulla base dei parametri scelti che sono:

- *direzione di spostamento*
- *dimensione dello spostamento*

La scelta della direzione di spostamento si effettua agendo sui due gruppi di Check box. A secondo della trasformazione attivata i gruppi di check box si presentano nella forma:

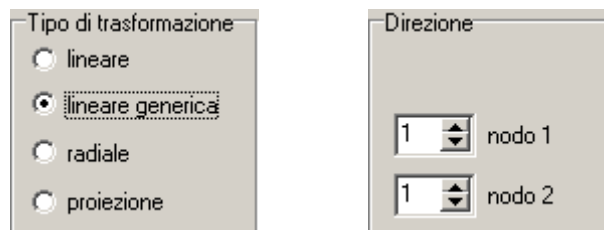
- *lineare*



le possibile direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

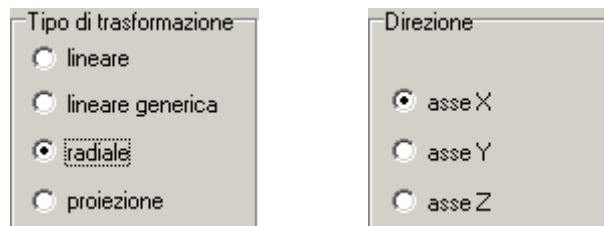
1. *lineare-asse X*: i nodi saranno spostati in direzione lineare e parallelamente all'asse x
2. *lineare-asse Y*: i nodi saranno spostati in direzione lineare e parallelamente all'asse y
3. *lineare-asse Z*: i nodi saranno spostati in direzione lineare e parallelamente all'asse z

- *lineare generica*



I nodi saranno spostati in direzione lineare parallelamente alla congiungente i nodi indicati nei campi *nodo 1* *nodo 2*. Il verso è positivo dal nodo 1 al nodo 2.

- *radiale*

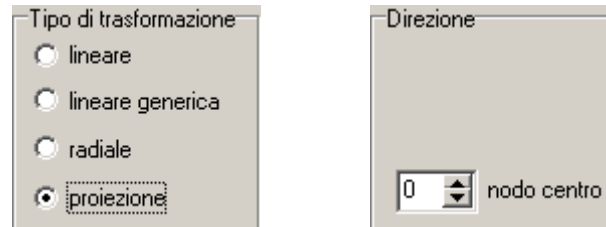


le possibile direzioni sono individuate dall'attivazione delle coppie:

1. *radiale-asse X*: i nodi saranno spostati radialmente, facendoli ruotare attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.

2. *radiale-asse Y*: i nodi saranno spostati radialmente, facendoli ruotare attorno all'asse y. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.
3. *radiale-asse Z*: i nodi saranno spostati radialmente, facendoli ruotare attorno all'asse x. Il verso è stabilito assumendo che il sistema di riferimento formi una terna destrorsa.

- *proiezione*



Ciascun nodo selezionato sarà spostato lungo la congiungente il nodo centro con il nodo da spostare.

La *dimensione dello spostamento* stabilisce, per ciascun tipo di trasformazione la seguente quantità:

1. *lineare, lineare generica*: distanza tra posizione iniziale e la nuova posizione;
2. *radiale*: angolo, espresso in gradi sessagesimali, tra la posizione iniziale e posizione finale;
3. *proiezione*: distanza tra nodo centro e nuova posizione del nodo da spostare.

Rispondendo:

- **OK**: il programma procede prosegue l'azione secondo i parametri prescelti e con modalità differente a secondo se si è in selezione o no.
- **Annulla**: il programma ripristina la situazione all'azione che ha preceduto il comando, ignorando quest'ultimo.



Azione *Modifica nodi*

Modalità ad oggetto

Scegliendo l'azione modifica viene visualizzato il foglio *Nodo Corrente* già descritto per l'azione Inserisci. Nel foglio, si contrassegnano i dati da modificare agendo sul relativo check box e assegnandone il valore, manualmente o catturandoli da un nodo esistente.

Per applicare le modifiche, basterà quindi cliccare sui nodi da modificare.

Nel dettaglio l'operazione si compone di due fasi:

- Definire il set delle modifiche nel foglio *Nodo Corrente*;
- Cliccare consecutivamente sui nodi a cui assegnare il set delle modifiche.

La funzione risulta molto utile quando si tratta di assegnare uno stesso insieme di dati a più elementi, ad esempio una stessa coordinata X, uno stesso carico.

Modalità selezione

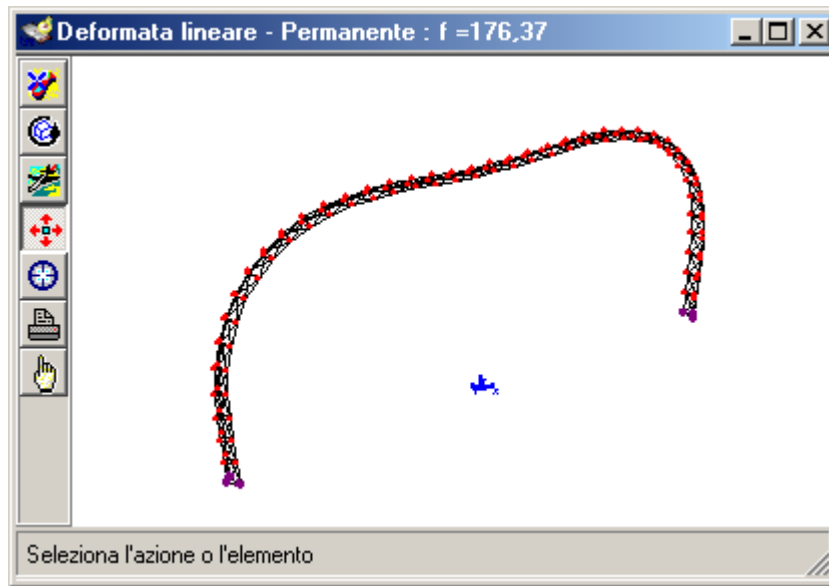
Selezionare i nodi acui applicare le modifiche. Scegliendo l'azione modifica viene visualizzato il foglio *Nodo Corrente* già descritto, in cui si contrassegnano i dati da modificare agendo sul relativo check box e assegnandone il valore, manualmente o catturandoli da un nodo esistente.

Per applicare le modifiche a tutti i nodi selezionati, basterà quindi cliccare sull'area grafica.

Foglio Modi elastici

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Modi elastici*.

Nel foglio viene riportata la vista 3D della struttura nella configurazione deformata per la condizione di carico corrente indicata nel titolo della finestra.



Il programma consente amplificare la deformata attraverso il parametro f visualizzato nel titolo della finestra. Per far variare f agire sui tasti freccia:



<←>
<→>

per diminuire il valore di f ,
per aumentare il valore di f .

Per cambiare condizione di carico corrente bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



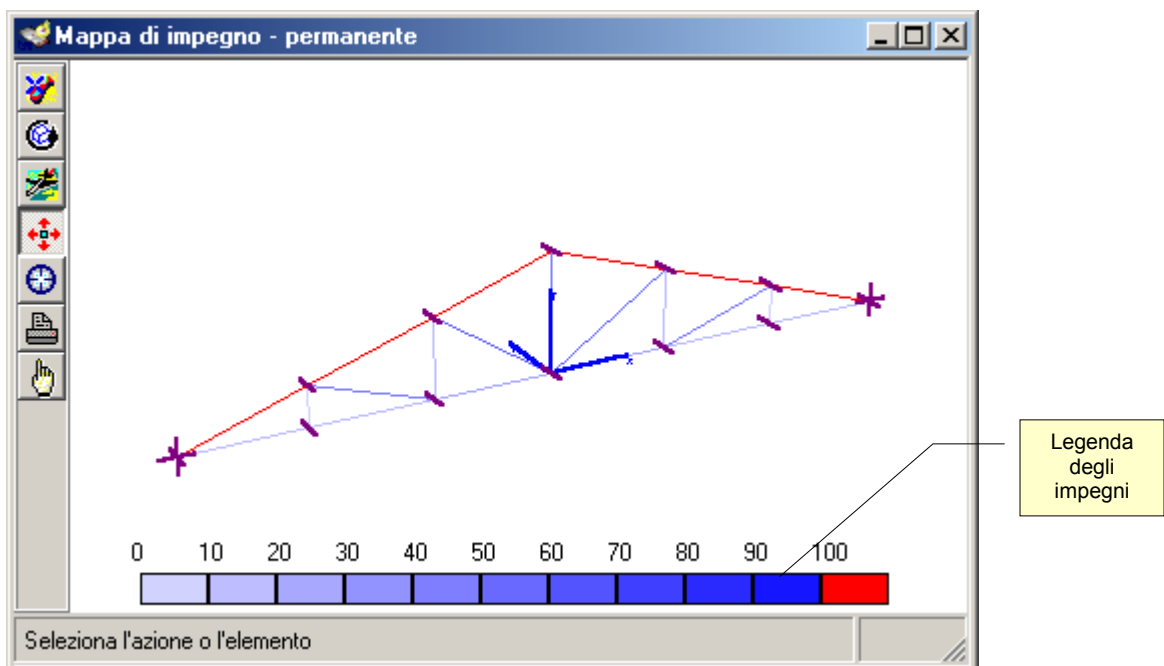
: condizione precedente



: condizione successiva

Foglio Mappa d'impegno

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Mappa d'impegno*. Si visualizzano le mappe di impegno costruite in base ai risultati delle verifiche effettuate per la combinazione di carico corrente indicata nel titolo della finestra.



Si tratta di un disegno 3D in cui il tono di colore delle aste è proporzionale all'impegno massimo registrato nella verifica per la combinazione di carico corrente:



- un tono molto chiaro indica un impegno basso,
- un tono molto carico indica un impegno alto.

L'impegno può essere definito come il rapporto percentuale fra il valore di verifica registrato e il limite di verifica imposto:

- un impegno minore del 100% indica che la verifica è soddisfatta;
- un impegno maggiore del 100% indica che la verifica non è soddisfatta.

In basso sul disegno è presente una legenda esplicitiva sulla relazione gradazioni di colore-impegno. In particolare, le aste che non soddisfano sono in rosso pieno, le aste con verifica soddisfatta sono in blu con intensità differente.

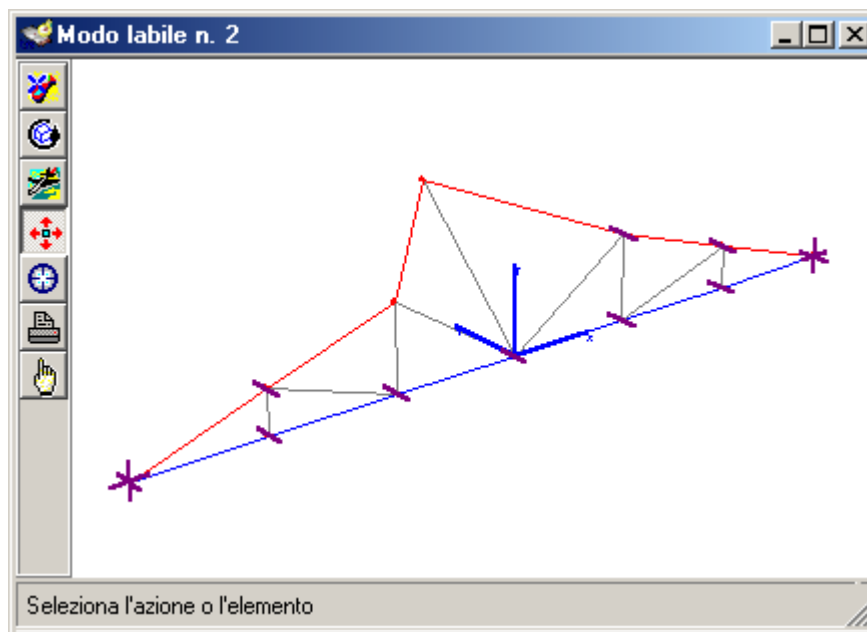
Per cambiare combinazione di carico corrente bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:

-  : combinazione precedente
-  : combinazione successiva


Foglio Modi labili

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Modi labili*.



Nel foglio viene riportata la vista 3D del modo labile corrente appartenente ai modi labili individuati nel corso dell'analisi. Tali visualizzazioni sono utilissime per rendersi conto delle labilità esistenti, che in strutture complesse sarebbero estremamente difficili da individuare esaminandone solo la geometria.



Il programma consente amplificare la deformata relativa al modo labile agendo sui tasti freccia:

-  <-> per diminuire la deformata
- <-> per amplificare la deformata

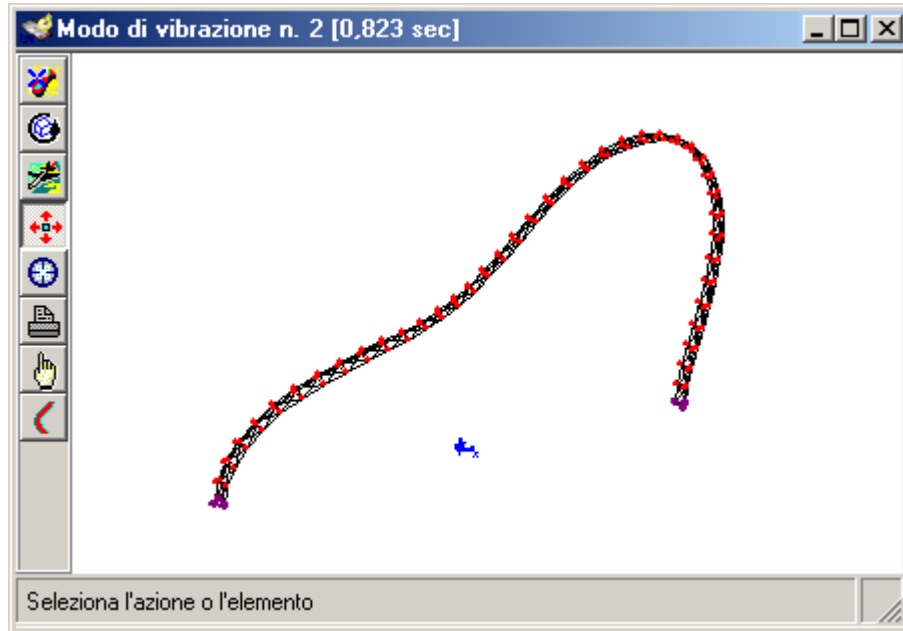
Per cambiare modo labile corrente bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:

-  : modo labile precedente
-  : modo labile successivo

Foglio Modi di vibrare

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Modi di vibrare*. Il comando è attivo solo se eseguita l'analisi sismica

Nel foglio viene riportata la vista 3D della struttura animata secondo il modo di vibrare corrente



Il programma consente amplificare la deformata relativa al modo di vibrare agendo sui tasti freccia:



<←>
<→>

per diminuire la deformata
per amplificare la deformata

Per cambiare modo di vibrare corrente bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



: modo di vibrare precedente



: modo di vibrare successivo

È possibile disattivare-attivare l'animazione agendo sul pulsante seguente:



: pulsante premuto per attivare l'animazione, pulsante alzato per disattivare l'animazione.

Foglio Modo critico

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Modo critico*. Il comando è disponibile solo se si è eseguita l'analisi nonlineare alla Koiter.

Nel foglio viene riportata la configurazione 3D del modo critico, normalizzato al valore dello spostamento massimo corrente. Il titolo contiene il moltiplicatore critico.

Il valore dello spostamento massimo corrente può essere amplificato e ridotto a piacere, agendo da tastiera mediante le frecce, in modo analogo al caso precedente.

Foglio Deformata nonlineare

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Deformata nonlineare*.

Nel foglio viene riportata la vista 3D della struttura nella configurazione deformata valutata con analisi nonlineare e corrispondente al moltiplicatore di carico corrente. La visualizzazione della deformata può essere amplificata o ridotta agendo da tastiera mediante le frecce, in modo analogo al caso precedente.

Per cambiare moltiplicatore di carico corrente bisogna azionare:



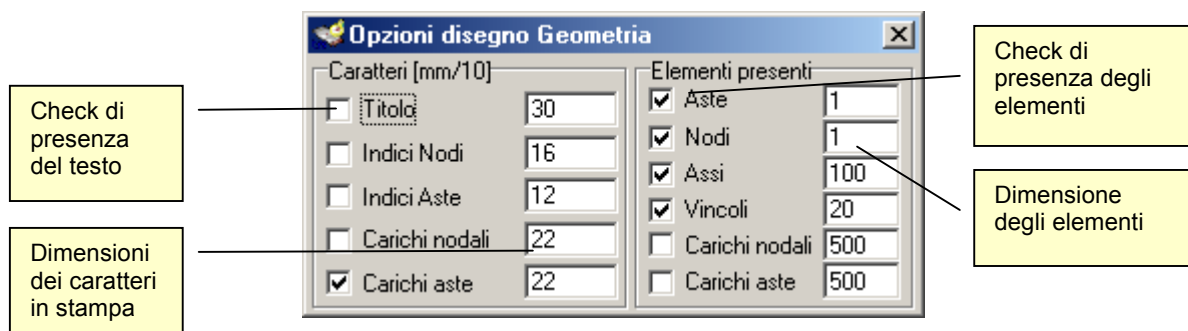
: modo di vibrare precedente



: modo di vibrare successivo

Il comando Opzioni di disegno

Il foglio si apre scegliendo l'opzione di menù *Vista|Opzioni di disegno*.



Il comando è attivo se è attiva una delle finestre grafiche. Le opzioni visualizzate sono relative alla finestra 3D attiva, per cui le eventuali variazioni delle opzioni saranno applicate alla finestra grafica attiva. Alcune delle opzioni di disegno sono relative alla sola vista della geometria della struttura.

Sul foglio sono presenti due riquadri:

- *Caratteri*
- *Elementi presenti*

Preferenze sul testo

Nella sezione *Caratteri* sono riportate cinque voci, corrispondenti ai vari testi presenti nel disegno, come gli indici nodi ed i valori dei carichi. L'utente può includere o escludere la voce di testo agendo sul check box di presenza e può inoltre assegnarne la dimensione in pixel.

Preferenze sulla presenza degli elementi

Nel riquadro *Elementi presenti* si può attivare o disattivare la vista di particolari elementi del disegno, come le aste, i nodi, gli assi di riferimento e i vincoli, i carichi nodali o sulle aste.

Come controllare l'effetto di una preferenza

Le scelte riguardanti la presenza di elementi di disegno o di amplificazione dei caratteri hanno un effetto immediato a video.

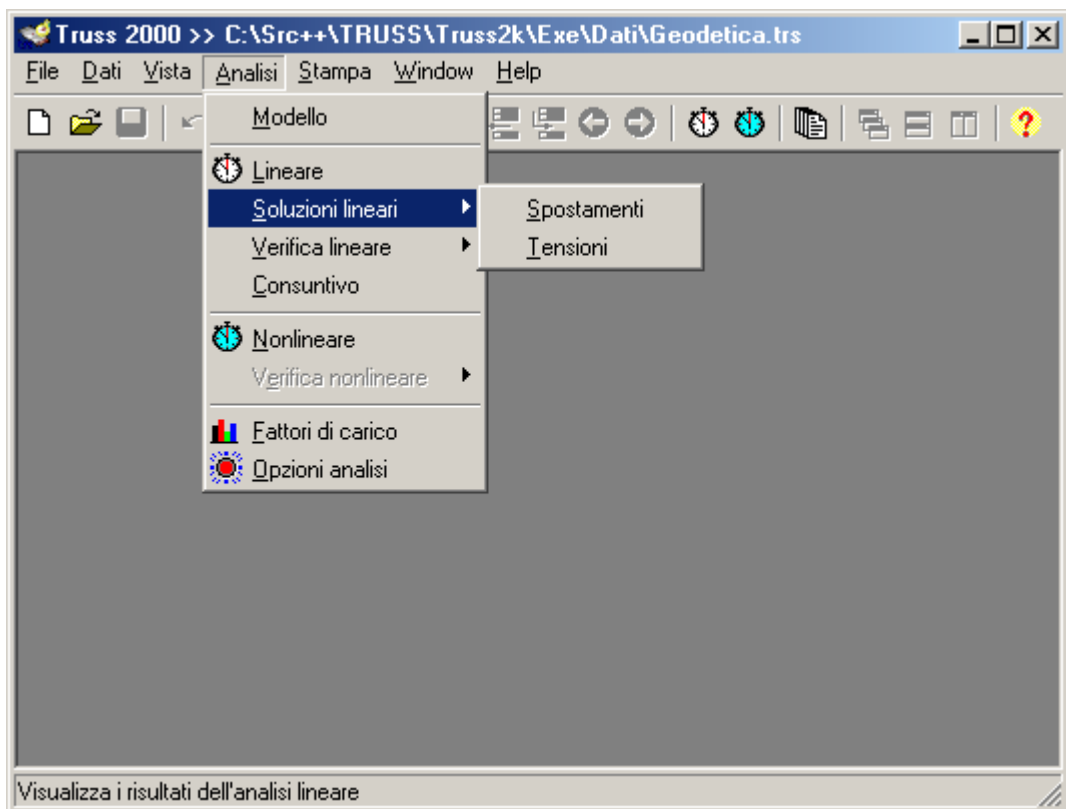
Come attivare o disattivare un elemento del disegno

- Aprire il foglio *Opzioni del disegno*
- Cliccare nella casella del check box corrispondente all'elemento da attivare o disattivare;
- La modifica del disegno è immediata e si può subito apprezzarne l'effetto, senza dover chiudere il foglio *Opzioni*.

Menù Analisi

Il menù *Analisi* contiene le funzioni relative all'esecuzione delle fasi di analisi e all'esame dei risultati. In particolare le voci del menù comprendono:

- **Modello**
- **Lineare**
- **Soluzioni lineari**
- **Verifica lineare**
- **Consuntivo**
- **Nonlineare**
- **Verifica nonlineare**
- **Fattori di carico**
- **Opzioni analisi**



L'opzione *Modello* consente il controllo dei dati di modellazione, il cui esito viene visualizzato nel foglio *Modellazione strutturale*.

L'analisi lineare fornisce la soluzione elastica lineare per ciascuna delle condizioni di carico definite. L'intero processo di analisi include anche la verifica effettuata per le combinazioni di carico definite dall'utente. A valle del processo di analisi sono disponibili per ciascuna delle condizioni di carico i risultati in dettaglio in termini di spostamenti nodali, reazioni vincolari, sforzi e tensioni nelle aste. È inoltre fornito il quadro delle verifiche, come si vedrà più in dettaglio nei paragrafi successivi.

Allo stesso modo, è possibile effettuare l'analisi nonlineare con uno dei metodi successivamente descritti, a valle della quale viene fornita la soluzione in dettaglio ed il quadro delle verifiche.

Caratteristiche del modello strutturale

Il programma si rivolge alle strutture di tipo reticolare, con aste collegate fra loro da snodi di tipo cerniera e vincoli esterni costituiti da semplici appoggi.

Elementi utilizzati

Il modello strutturale si basa su una schematizzazione ad elementi finiti ed utilizza elementi Asta assialmente deformabili e collegati a cerniera nei nodi. L'asta generica, individuata dai due nodi di estremità, non trasmette quindi momento alle adiacenti. Come previsto dalla normativa vigente, ai fini della verifica a carico di punta, si può tuttavia tenere conto delle effettive modalità di collegamento attraverso un fattore riduttivo della lunghezza libera di inflessione.

Carichi

Il programma consente di analizzare la struttura per le seguenti condizioni di carico:

1. pretensione
2. permanente
3. accidentale
4. termico
5. vento
6. neve
7. sisma

Per ciascuna delle condizioni di carico i carichi sono così definiti:

1. *pretensione*: è possibile assegnare i cedimenti vincolari nelle direzioni vincolate dei nodi, e lo sforzo di pretensione nelle aste.
2. *permanente, accidentale, vento, neve*: si assegnano le forze nodali nelle direzioni libere dei nodi, ed i carichi distribuiti uniformemente sulle aste. Il peso proprio delle aste è valutato automaticamente dal programma. È da precisare che in fase di verifica non è considerato l'effetto della flessione prodotta nelle aste dai carichi distribuiti. La verifica è condotta per solo sforzo normale (sollecitazione principale nello schema reticolare).
3. *termico*: si assegnano eventuali forze nodali che derivano da tali effetti, mentre per le aste si assegna la variazione termica.
4. *sisma*: se la struttura si trova in zona sismica, l'analisi è condotta in campo dinamico con la tecnica degli spettri di risposta. Le masse nodali, che confluiscono nella matrice globale delle masse, possono essere calcolate automaticamente a partire dalle azioni permanenti ed accidentali, oppure definite dall'utente come vedremo nelle opzioni di analisi.

Analisi elastica lineare

L'analisi lineare determina gli spostamenti, reazioni vincolari, sforzi e le tensioni nelle aste per ciascuna delle condizioni di carico predefinite.

Ipotesi base

La soluzione fornita assume che la variazione di posizione dei nodi conseguente allo spostamento sia ininfluente ai fini dell'equilibrio. L'analisi viene pertanto eseguita assumendo la configurazione deformata della struttura coincidente con quella iniziale. In tali condizioni il problema si riduce a lineare e vale la sovrapposizione degli effetti.

Assemblaggio

Viene dapprima assemblata la matrice di rigidezza della struttura \mathbf{K}_0 .

Decomposizione

Quindi, la matrice \mathbf{K}_0 viene decomposta mediante un processo di fattorizzazione alla Choleski. Nel corso del processo, viene riconosciuta e segnalata la presenza di eventuali labilità della struttura, da eliminare con un'opportuna ridefinizione dei vincoli o delle aste.

Soluzione

Per ciascuna delle condizioni di carico si assembla il vettore dei carichi \mathbf{f} corrispondente, si risolve il problema lineare, si ricava e si memorizza la soluzione ottenuta in termini di tensioni nelle aste, spostamenti ai nodi e reazioni vincolari.

Analisi dinamica

La tecnica dello spettro di risposta richiede il calcolo preliminare dei modi propri di vibrazione della struttura e quindi la risposta al sisma di ciascuno di essi in base allo spettro di risposta fornito dal Regolamento. Il singolo contributo modale è quindi visto come una condizione indipendente di carico da combinare con i contributi degli altri modi in sede di calcolo delle sollecitazioni con la regola della radice quadrata della somma dei quadrati, come previsto dalla Normativa (Punto B.6 del D.M. 16/01/96). Il risultato di tale involucro è disponibile a valle dell'analisi.

A partire dalla matrice di rigidezza e matrice delle masse globale dell'edificio, si procede alla determinazione dei modi propri del sistema, definiti dalla condizione (armonica):

$$\mathbf{K} \mathbf{x} - \omega^2 \mathbf{M} \mathbf{x} = \mathbf{0}$$

dove \mathbf{K} ed \mathbf{M} , sono rispettivamente la matrice delle rigidezze e la matrice delle masse sismiche, \mathbf{x} è il modo di vibrazione ed ω la corrispondente pulsazione. I singoli modi non sono definiti in modulo e si può quindi assumere, per comodità, che siano normalizzati in modo che risulti:

$$\mathbf{x}^t \mathbf{M} \mathbf{x} = 1$$

A partire da questi risultati si ricava, per ciascuno dei modi, il periodo di vibrazione:

$$T = \frac{2\pi}{\omega}$$

ed il fattore di partecipazione modale definito dalla:

$$f = r \mathbf{x}^t \mathbf{M} \mathbf{x}_g$$

dove r è il coefficiente di risposta modale, direttamente fornito dalla normativa vigente in funzione del periodo proprio del modo mediante la formula:

$$r = \min \left\{ 1.0, \frac{0.862}{T^{2/3}} \right\}$$

ed il vettore \mathbf{x}_g rappresenta l'accelerazione presente nei vari nodi se questi seguissero rigidamente il moto del suolo. Il programma determina il fattore di partecipazione modale complessivo combinando i tre fattori parziali con la legge della radice quadrata della somma dei quadrati:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2 + f_r^2}$$

Il programma procede rapidamente al calcolo di tutti i modi di vibrazione ordinandoli per periodo decrescente (si è posta ovviamente una certa cura nell'ottimizzazione del codice e della procedura di decomposizione spettrale utilizzata in modo da rendere più spedita possibile questa fase) e conserva le prime m componenti modali (essendo m il numero dei modi richiesti in fase di input), rappresentate in termini di spostamenti e di forze, rispettivamente, dai vettori \mathbf{f}_x ed $\omega \mathbf{f}_M \mathbf{x}$. Ciascuna componente modale è considerata dal programma quale condizione di carico indipendente che sarà di seguito combinata, ai fini del calcolo delle sollecitazioni, con la legge della radice quadrata della somma dei quadrati. Si osservi come la richiesta di un gran numero di modi non si riflette nei tempi di esecuzione dell'analisi ma solo in quelli del calcolo delle sollecitazioni.

Verifica delle aste

In cascata è quindi eseguita la verifica delle aste, sia nei confronti delle tensioni limite, sia nei confronti di fenomeni di instabilità locale (verifica a carico di punta), per ciascuna delle seguenti combinazioni di carico:

1. quasi permanente
2. frequente
3. rara
4. ultima

La verifica a carico di punta è eseguita con il ben noto metodo Omega e fa riferimento ai coefficienti tabellati suggeriti dalle normative tecniche vigenti e già memorizzati all'interno del programma per i materiali più diffusi (sono previsti 8 diversi materiali e 4 diverse tipologie di sezione). In presenza di materiali non previsti, è in ogni caso possibile editare direttamente la tabella dei valori di omega, specifici per il materiale in questione.

Analisi nonlineare

Dopo aver eseguito l'analisi lineare, è possibile eseguire l'analisi nonlineare della struttura con uno dei seguenti metodi:

1. metodo asintotico alla Koiter
2. analisi incrementale iterativa

Entrambi i metodi mettono in conto l'effettivo comportamento della struttura a seguito degli spostamenti subiti, consentendo di valutare il carico limite della struttura.

Analisi nonlineare di tipo incrementale-iterativa

L'analisi effettua la simulazione numerica della struttura, sottoposta ad una configurazione di carico crescente tramite un parametro λ . L'obiettivo è quello di determinare una successione successivamente fitta di punti del percorso di equilibrio tale da permettere una sua ricostruzione per interpolazione.

Teoricamente questo modo di procedere fornisce la soluzione migliore a discapito, però, dei tempi di esecuzione dell'analisi che possono rivelarsi a volte lunghi.

Analisi nonlineare con metodo asintotico alla Koiter

Il metodo ricava agevolmente una soluzione che è asintotica alla soluzione esatta. Risulta molto veloce e molto efficace soprattutto nella valutazione del carico massimo della struttura.

La determinazione del percorso di equilibrio reale della struttura richiede

Analisi critica euleriana

L'analisi critica euleriana è condotta in campo nonlineare e consente di valutare il fattore di sicurezza della struttura nei confronti di fenomeni d'instabilità globale. L'analisi fornisce sia il carico critico euleriano che il corrispondente modo critico.

Ipotesi base

L'analisi assume che tanto gli spostamenti dei nodi che gli sforzi nelle aste varino entrambi linearmente con il moltiplicatore dei carichi, in accordo con la soluzione fornita dall'analisi lineare effettuata per la condizione di carico associata per cui si effettua l'analisi nonlineare. Tuttavia, nella ricerca della condizione euleriana di equilibrio indifferente si fa riferimento alla configurazione attuale assunta dalla struttura a seguito degli spostamenti dei nodi. Non si utilizza cioè l'usuale semplificazione di congelare la configurazione su quella iniziale.

Problema algebrico

La contemporanea dipendenza sia degli sforzi che della configurazione dal moltiplicatore dei carichi fa sì che la condizione euleriana di equilibrio indifferente risulti un problema ad autovalori di tipo nonlineare in cui il fattore di carico corrisponde all'autovalore ed il modo critico all'autovettore.

Soluzione iterativa

Il problema ad autovalori è risolto utilizzando il metodo descritto in: "Casciari,

Il metodo fa uso di uno schema iterativo di soluzione ed utilizza la matrice di rigidità K_0 già assemblata e decomposta nella fase precedente di analisi lineare.

Risultati forniti

A valle dell'analisi sono disponibili sia il fattore critico di carico (primo autovalore del problema) che il modo critico (corrispondente autovettore). Quest'ultimo è possibile visualizzarlo nella finestra grafica *Modo critico*.

Analisi post-critica

L'analisi post-critica consente di valutare l'effettivo comportamento della struttura al variare del carico. Si ottiene, in particolare, una valutazione accurata del carico di collasso elastico della struttura, tenendo conto anche della presenza di eventuali imperfezioni di geometria o di carico rispetto allo schema assunto nell'analisi.

Struttura perfetta

In assenza di imperfezioni, la soluzione lineare determinata nella fase di Analisi lineare rappresenta una soluzione esatta del problema dell'equilibrio elastico della struttura. Se si immagina, tuttavia, di amplificare gradualmente i carichi a partire da 0, la struttura perfetta raggiunge un punto di biforcazione dell'equilibrio in corrispondenza del valore F_c fornito dalla precedente analisi critica. In corrispondenza di questo si attiva un moto di sbandamento laterale che corrisponde al modo critico euleriano ed in generale si accompagna ad una variazione (più spesso diminuzione) del carico agente.

Imperfezioni

Questo schema, tutto sommato semplice, di comportamento si complica in presenza di imperfezioni geometriche (difetti di realizzazione nel posizionamento dei nodi rispetto alla geometria di progetto) o di carico (presenza di carichi aggiuntivi non previsti nell'analisi). Tipicamente, la curva carico spostamento che descrive la deformata della struttura si arrotonda rispetto all'andamento a spigolo netto della struttura perfetta e presenta un gomito più o meno accentuato.

La conseguenza di maggior rilievo di questo comportamento è l'abbassamento che si viene a determinare nel valore massimo del carico attinto lungo la curva, passando dal vertice dello spigolo al colmo del gomito. La caduta di capacità portante che si viene a determinare può essere di entità rilevante.

Lo studio di questi fenomeni, ed in particolare del comportamento della struttura una volta raggiunto il carico critico viene chiamata analisi post-critica. Lo studio della correlazione tra imperfezioni e caduta di capacità portante viene chiamata Analisi di sensibilità alle imperfezioni.

Verifica delle aste

Dopo aver eseguita l'analisi nonlineare, viene effettuata la verifica delle aste, sia nei confronti delle tensioni limite, sia nei confronti di fenomeni di instabilità locale (verifica a carico di punta), in corrispondenza del moltiplicatore massimo ammissibile dei carichi ed in corrispondenza del moltiplicatore dei carichi definito dall'utente.

I risultati della verifica sono riportati in dettaglio nelle apposite griglie

Comando Modello

L'opzione esegue la costruzione del modello strutturale e richiama il foglio *Modellazione strutturale*, in cui sono riportati gli esiti dell'operazione.

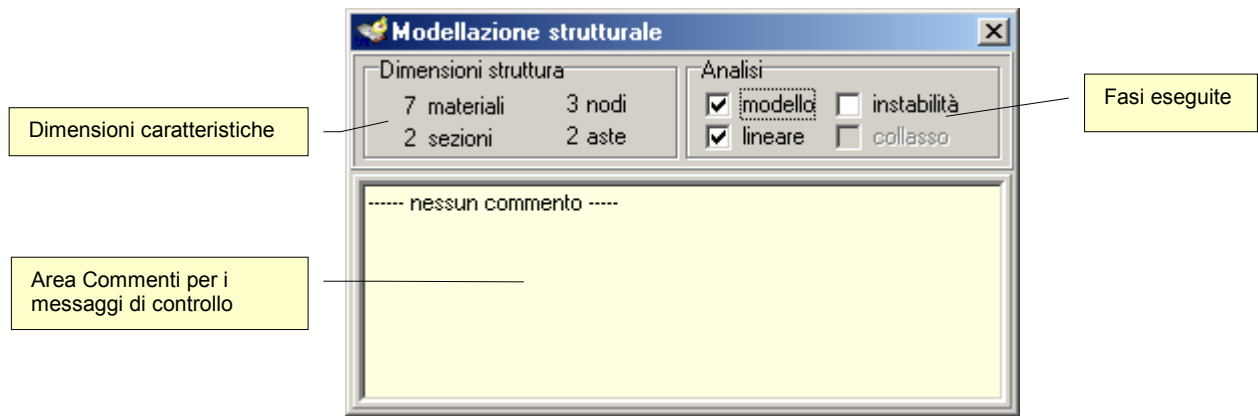
All'interno del foglio sono disponibili informazioni sintetiche su:

- caratteristiche dimensionali della struttura;
- fasi eseguite dell'elaborazione, eventualmente annullabili cliccando sul check box;
- messaggi di controllo riguardante la modellazione nell'area commenti.

Come accennato nei paragrafi iniziali del capitolo, il programma effettua un controllo di compatibilità già all'atto di immissione del singolo dato, controllandone il tipo e il valore numerico rispetto ad un range di ammissibilità. Questo tuttavia è chiaramente insufficiente a garantire la congruenza globale dei dati immessi in rapporto alle ipotesi di base del modello di calcolo e in rapporto alle regole interne di rappresentazione della realtà strutturale, secondo quanto esposto nei paragrafi precedenti.

La costruzione del modello

Attraverso l'opzione *Modello* del menù *Analisi* è possibile richiedere esplicitamente al programma di costruire il modello strutturale, in base ai dati assegnati. Nel corso dell'operazione il programma può individuare eventuali situazioni di incongruenza e in questo caso rilascia dei messaggi nell'area commenti del foglio *Modellazione strutturale*.



Esecuzione del controllo

In linea generale, comunque, se l'utente non provvede di sua iniziativa a testare la compatibilità dei dati immessi, questo sarà fatto d'ufficio dal programma allorché si richiami una visualizzazione grafica della struttura o quando si avvia l'analisi.

Se nessuna incongruenza è riscontrata, il programma proseguirà normalmente nell'elaborazione.

I messaggi di controllo

Se nel corso del controllo dati il programma dovesse riscontrare delle incongruenze rilascia dei messaggi nell'area commenti del foglio *Modellazione strutturale*.

I messaggi che segnalano le incongruenze più importanti sono preceduti dal punto esclamativo e non consentono l'esecuzione delle successive fasi di calcolo, fintanto che l'incongruenza non viene risolta.

Casistica dei messaggi di controllo

Nel prosieguo del paragrafo sono di seguito elencati i vari messaggi di errore che possono risultare a seguito del check. Come già accennato, i messaggi caratterizzati dalla presenza del punto esclamativo iniziale (messaggi di incongruenza) denotano situazioni gravi di incompatibilità, inaccettabili per l'esecuzione delle fasi successive di calcolo. Tutti gli altri invece sono semplici messaggi di avvertimento su problemi locali che non inibiscono lo svolgimento dell'analisi, ma che in alcuni casi potrebbero denunciare un decadimento di accuratezza dei risultati. Di entrambi, comunque, chiariremo il significato, le probabili cause e il modo per riparare all'incongruenza.

! L'asta n ha incidenze ($i-j$) inammissibili

Il programma controlla che ogni asta abbia nodi di incidenza $i - j$ distinti e definiti nel foglio Nodi. In particolare l'errore potrebbe essere causato dall'aver assegnato nodi di incidenza uguali in una asta o che uno di essi non sia più compreso nella lista dei Nodi, se nel frattempo qualcuno di essi fosse stato cancellato. Occorre in tal caso richiamare il foglio Aste e riportare i valori corretti delle incidenze.

! Riconosciuti n modi labili

In fase di decomposizione della matrice di rigidezza il programma ha riscontrato la presenza di uno o più valori prossimo a zero sulla diagonale principale.

Il fatto denota una situazione di labilità strutturale, da risolvere prima di poter procedere con l'analisi. Le cause consistono in una errata assegnazione dei vincoli sui nodi.

Eliminati n nodi non utilizzati

Il programma ha riscontrato dei nodi non assegnati alle aste. Tale situazione produrrebbe una labilità, per cui il programma provvede in automatico ad eliminare i nodi non utilizzati

L'asta n ha lunghezza minore di 10 mm

Il programma ha riscontrato che l'asta n ha una lunghezza molto piccola, minore del valore indicato. Questo potrebbe denotare un errore nelle coordinate dei nodi o nell'assegnazione delle incidenze

Individuati ed accorpati n nodi sovrapposti

Il programma ha individuati n nodi sovrapposti e li ha accorpati.

Individuate ed accorpate n aste sovrapposte

Il programma ha individuati n aste sovrapposte e le ha accorpate.

Comando Lineare

Scegliendo il comando dal menù *Analisi|Lineare* viene eseguita l'analisi lineare della struttura che include le fasi:

1. controllo del modello (se non ancora effettuato dal comando *Analisi|Modello*)
2. costruzione del modello
3. soluzione dei problemi lineari
4. analisi sismica per sovrapposizione modale (se inclusa nelle opzioni di analisi)
5. verifica

Al termine dell'analisi lineare si aprono in automatico le seguenti finestre di riepilogo:

1. modi di vibrare
2. risultati verifica lineare

modi di vibrare

La finestra presenta una griglia in cui ciascuna riga è relativo ad un modo di vibrare.




id	T	me	mte	% [mte]
1	0,15	5,04	5,04	48,69
2	0,09	0,01	5,05	48,80
3	0,04	0,08	5,13	49,56
4	0,03	4,29	9,42	90,95
5	0,03	0,47	9,88	95,48

I valori presenti rappresentano:

1. *id*: indice del modo proprio di vibrare
2. *T*: durata del periodo proprio
3. *me*: massa efficace del modo, espressa in tonnellate
4. *mte*: massa efficace cumulata espressa in tonnellate.
5. *%[mte]*: massa efficace cumulata espressa in percentuale rispetto alla massa totale

risultati verifica lineare

La griglia contenuta nella finestra contiene il quadro riassuntivo delle verifiche effettuate.



Combinazione	vc	fc	vt	ft
Quasi permanente	ok	1,04	ok	5,32
Frequente	!	0,98	ok	5,00
Rara	!	0,98	ok	5,00
Ultima	!	0,84	ok	4,28

Per ciascuna delle combinazioni di carico per cui è stata effettuata la verifica in ambito lineare, si riportano:

1. *Combinazione*: campo che indica il nome della combinazione dei carichi a cui si riferiscono i risultati contenuti nella riga.
2. *vc*: indicatore di verifica a compressione soddisfatta [ok] – non soddisfatta [!]. Si intende soddisfatta se il più piccolo dei fattori di sicurezza a compressione risulta maggiore di 1.
3. *fc*: fattore di sicurezza minimo della struttura, ricavato per sollecitazione di compressione.
4. *vt*: indicatore di verifica a trazione soddisfatta [ok] – non soddisfatta [!]. Si intende soddisfatta se il più piccolo dei fattori di sicurezza a trazione risulta maggiore di 1.
5. *ft*: fattore di sicurezza minimo della struttura, ricavato per sollecitazione di trazione.

Comando Soluzioni lineari|Spostamenti

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Soluzioni lineari | Spostamenti* si apre la griglia degli spostamenti nodali e reazioni vincolari.



	id	ux	uy	uz	Rx	Ry	Rz
	1	0,00	0,00	0,00	-0,78	2,03	-20,20
▶	2	0,00	0,00	0,00	2,22	3,20	-21,88
	3	0,00	0,00	0,00	8,04	-5,16	64,50
	4	-0,10	-0,02	0,02	-	-	-
	5	-0,10	-0,02	0,01	-	-	-

I valori degli spostamenti nodali riportati nella griglia, rappresentano la soluzione elastica relativa alla condizione di carico indicata nel titolo della finestra. Per cambiare condizione di carico bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



: condizione precedente



: condizione successiva

In particolare, per ogni nodo sono riportati:

- *id*: indice identificatore del nodo
- *ux*: spostamento in direzione X [cm]
- *uy*: spostamento in direzione Y [cm]
- *uz*: spostamento in direzione Z [cm]
- *Rx*: reazione vincolare in direzione X [KN]
- *Ry*: reazione vincolare in direzione Y [KN]
- *Rz*: reazione vincolare in direzione Z [KN]

Comando Soluzioni lineari|Tensioni

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Soluzioni lineari | Tensioni* si apre la griglia in cui sono riportati sollecitazione normale e tensioni nelle aste.



	id	N	t
▶	362	3,34	3,34
	363	-3,03	-3,03
	364	0,08	0,08
	365	3,52	3,52
	366	-3,40	-3,40

I valori delle sollecitazioni e tensioni riportati nella griglia, rappresentano la soluzione elastica relativa alla condizione di carico indicata nel titolo della finestra. Per cambiare condizione di carico bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



: condizione precedente



: condizione successiva

In particolare, per ogni asta sono riportati:

- *id*: indice identificatore dell'asta
- *N*: sforzo normale [KN]
- *t*: tensione [N/mmq]

Comando Verifica lineare|Spostamenti

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Verifica lineare | Spostamenti* si apre la griglia che riporta spostamenti minimi e massimi dei nodi ottenuti per la combinazione di carico corrente.

Spostamenti - permanente						
id	ux min	ux max	uy min	uy max	uz min	uz max
16	-0,76	-0,76	0,00	0,00	0,17	0,17
17	-0,77	-0,77	0,00	0,00	0,17	0,17
18	-0,79	-0,79	0,00	0,00	0,11	0,11
19	-0,92	-0,92	0,01	0,01	0,24	0,24
20	-0,93	-0,93	0,01	0,01	0,23	0,23

In particolare, per ogni nodo sono riportati:

- *id*: indice identificatore del nodo
- *ux min*: spostamento minimo in direzione X [cm]
- *ux max*: spostamento massimo in direzione X [cm]
- *uy min*: spostamento minimo in direzione Y [cm]
- *uy max*: spostamento massimo in direzione Y [cm]
- *uz min*: spostamento minimo in direzione Z [cm]
- *uz max*: spostamento massimo in direzione Z [cm]

Gli spostamenti minimi e massimi sono ottenuti combinando le soluzioni elastiche relative alle singole condizioni nella forma seguente:

$$u \min = \sum_1^{n \text{ CD}} u_i \cdot f_{im}$$

$$u \max = \sum_1^{n \text{ CD}} u_i \cdot f_{ix}$$

in cui si sono indicati:

$n \text{ CD}$: numero di condizioni di carico

u_i : spostamento nodale relativo alla i^{esima} condizione di carico.


f_{im} : fattore di combinazione relativo alla i^{esima} condizione di carico, assunto pari al fattore massimo se lo spostamento u_i è negativo e pari al fattore minimo se lo spostamento u_i è positivo

f_{ix} : fattore di combinazione relativo alla i^{esima} condizione di carico, assunto pari al fattore minimo se lo spostamento u_i è negativo e pari al fattore massimo se lo spostamento u_i è positivo

Per chiarire il significato dei fattori di carico si faccia riferimento al paragrafo relativo al comando fattori di carico.

Per cambiare combinazione di carico bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:

 : combinazione di carico precedente

 : combinazione di carico successiva

Comando Verifica lineare|Tensioni

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Verifica lineare | Tensioni* si apre la griglia che riporta i risultati della verifica effettuata sulle aste per la combinazione di carico corrente

id	N min	N max	t min	t max	ta [-]	ta [+]	ok
126	0,00	0,00	0,00	0,00	116,50	120,00	ok
127	-2,72	49,66	-2,72	49,66	103,45	120,00	ok
128	-48,54	77,93	-48,54	77,93	103,45	120,00	ok
129	-113,25	5,76	-113,25	5,76	102,56	120,00	!
130	-7,76	32,78	-7,76	32,78	103,45	120,00	ok

In particolare, per ogni asta sono riportati:

- *N min*: sforzo normale minimo
- *N max*: sforzo normale massimo
- *t min*: tensione normale minima
- *t max*: tensione normale massima
- *ta [-]*: tensione limite negativa
- *ta [+]*: tensione limite positiva
- *ok*: verifica

sforzo normale minimo

È ottenuto, per ciascuna asta, combinando gli sforzi normali relativi alle singole condizioni di carico con la seguente formula:

$$N_{\min} = \sum_1^{n_{CD}} N_i \cdot f_{im}$$

sforzo normale massimo

È ottenuto, per ciascuna asta, combinando gli sforzi normali relativi alle singole condizioni di carico con la seguente formula:

$$N_{\max} = \sum_1^{n_{CD}} N_i \cdot f_{ix}$$

Nelle precedenti si è indicato:

n_{CD} : numero di condizioni di carico

N_i : sforzo normale nell'asta relativo alla i ^{esima} condizione di carico.

f_{im} : fattore di combinazione relativo alla i ^{esima} condizione di carico, assunto pari al fattore massimo se lo sforzo normale N_i è negativo e pari al fattore minimo se lo sforzo normale N_i è positivo

f_{ix} : fattore di combinazione relativo alla i ^{esima} condizione di carico, assunto pari al fattore minimo se lo sforzo normale N_i è negativo e pari al fattore massimo se lo sforzo normale N_i è positivo

tensione normale minima e massima

Le tensioni normali minima e massima sono espresse rispettivamente dalle seguenti

$$t_{\min} = \frac{N_{\min}}{A} \quad t_{\max} = \frac{N_{\max}}{A}$$

in cui si è indicato:

N_{\min} : sforzo normale minimo
 N_{\max} : sforzo normale massimo
 A : area della sezione assunta pari all'area nominale se lo sforzo normale è di compressione e pari all'area effettiva se lo sforzo normale è di trazione

Tensione limite negativa e positiva

Rappresenta la tensione limite a compressione ottenuta tenendo conto del fenomeno di instabilità locale attraverso il coefficiente ω

$$t_a[-] = g_d \cdot T_{amm} / \omega$$

$$t_a[+] = g_d \cdot T_{amm}$$

in cui si sono indicati:

g_d : fattore moltiplicativo relativo che consente di passare dalla tensione ammissibile del materiale definita nel Foglio materiale (Capitolo Dati), alla tensione limite di verifica. Il fattore g_d è relativo alla combinazione di carico a cui si riferisce la verifica. Il valore di tale fattore è definito nel foglio Opzioni di analisi (si consulti il paragrafo Comando Opzioni di analisi).

T_{amm} : tensione ammissibile del materiale definita nel Foglio materiali.

ω : coefficiente di riduzione della tensione ammissibile: tiene conto del fenomeno di instabilità locale

Coefficiente ω

Il coefficiente ω è determinato dal programma in funzione della snellezza λ dell'asta, mediante interpolazione dei valori tabellati relativi al materiale ed alla classe di sezione dell'asta. La snellezza esprime il rapporto

$$\lambda = \frac{\beta \cdot L}{R_i}$$

in cui si è indicato

β : coefficiente di vincolo definito nel Foglio aste (capitolo Dati)
 L : lunghezza dell'asta
 R_i : raggio minimo d'inerzia definito nel Foglio sezioni (capitolo Dati)

verifica

La verifica si effettua calcolando per ciascuna asta il fattore

$$f = \min\{fc, ft\}$$

con:

$$fc = -t_a[-] / t_{\min} \quad \text{se} \quad t_{\min} < 0$$

$$ft = t_a[+] / t_{\max} \quad \text{se} \quad t_{\max} > 0$$

Può risultare:

- $f \geq 1$: verifica soddisfatta [ok]
- $f < 1$: verifica non soddisfatta [!]

Per cambiare combinazione di carico bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



: combinazione di carico precedente



: combinazione di carico successiva

Comando Verifica lineare|Reazioni vincolari

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Verifica lineare | Reazioni* si apre la griglia che riporta reazioni vincolari minimi e massimi dei nodi ottenuti per la combinazione di carico corrente.

id	Rx min	Rx max	Ry min	Ry max	Rz min	Rz max
1	-0,51	-0,51	1,67	1,67	-13,17	-13,17
2	1,34	1,34	2,04	2,04	-15,69	-15,69
3	5,74	5,74	-3,66	-3,66	46,71	46,71
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-

In particolare, per ogni nodo sono riportati:

- *id*: indice identificatore del nodo
- *R min*: reazione minima in direzione X [KN]
- *Rx max*: reazione massima in direzione X [KN]
- *Ry min*: reazione minima in direzione Y [KN]
- *Ry max*: reazione massima in direzione Y [KN]
- *Rz min*: reazione minima in direzione Z [KN]
- *Rz max*: reazione massima in direzione Z [KN]

Le reazioni vincolari minime e massime sono ottenute combinando le soluzioni elastiche relative alle singole condizioni nella forma seguente:

$$R \min = \sum_1^{n \text{ CD}} R_i \cdot f_{im}$$

$$R \max = \sum_1^{n \text{ CD}} R_i \cdot f_{ix}$$

in cui si sono indicati:

$n \text{ CD}$: numero di condizioni di carico

R_i : reazione vincolare relativa alla i ^{esima} condizione di carico.

f_{im} : fattore di combinazione relativo alla i ^{esima} condizione di carico, assunto pari al fattore massimo se la reazione R_i è negativa e pari al fattore minimo se la reazione R_i è positiva

f_{ix} : fattore di combinazione relativo alla i ^{esima} condizione di carico, assunto pari al fattore minimo se la reazione R_i è negativa e pari al fattore massimo se la reazione R_i è positiva

Per cambiare combinazione di carico bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



: combinazione di carico precedente



: combinazione di carico successiva

Comando Consuntivo

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Consuntivo* si apre la griglia che riporta il consuntivo globale dei materiali utilizzati nella struttura



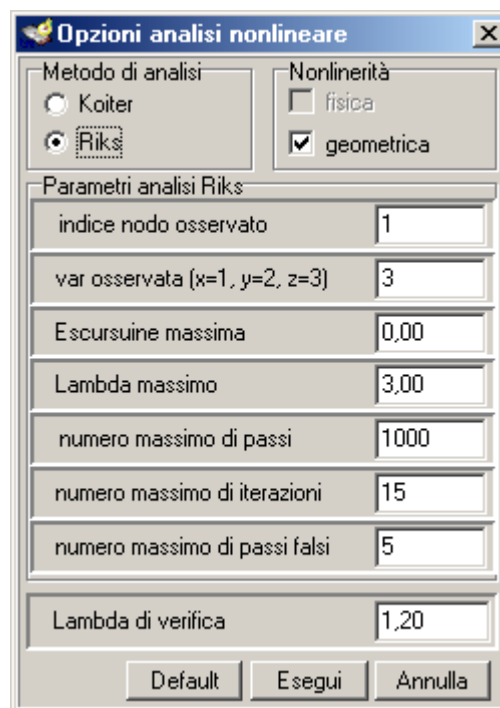
tipo	sezione	materiale	lunghezza	peso
1	Tubolari	Fe_360	50695	33,97

In particolare sono riportati:

- *tipo*: indice identificatore del tipo
- *materiale*: nome del materiale
- *lunghezza*: lunghezza complessiva delle aste dello stesso tipo espressa in *cm*
- *peso*: peso complessivo delle aste dello stesso tipo

Comando Nonlineare

Scegliendo il comando dal menù *Analisi\Nonlineare* si apre la finestra in cui è possibile definire il tipo di analisi nonlineare da eseguire ed impostare i parametri dell'analisi.



Sul foglio sono attivi due riquadri:

- *Metodo di analisi*: consente di scegliere il metodo di analisi
- *Parametri analisi alla Riks*: consente di stabilire i parametri da utilizzare nell'analisi

Koiter

La scelta di attivare questo comando comporta l'esecuzione dell'analisi nonlineare col metodo asintotico alla Koiter.

Riks

La scelta di attivare questo comando comporta l'esecuzione dell'analisi con metodo incrementale-iterativo. L'algoritmo utilizzato nel programma è sviluppato secondo il metodo dell'arco di curva proposta da Riks.

Indice nodo osservato

Consente di stabilire quale per quale nodo conservare la soluzione per avere, ad analisi terminata una rappresentazione sintetica del percorso di equilibrio.

Var osservata (x=1, y=2, z=3)

Consente di scegliere la variabile da osservare nella rappresentazione sintetica della soluzione.

Escursione massima

Consente di fissare lo spostamento massimo che può raggiungere il nodo nella direzione osservata, oltre il quale terminare l'analisi.

Lambda massimo

Consente di stabilire il moltiplicatore massimo dei carichi oltre il quale arrestare l'analisi.

Numero massimo di passi

Questo parametro fornisce un tetto massimo al numero di passi effettuati dal processo di analisi, oltre il quale l'analisi viene comunque terminata per imposizione esterna. E' introdotto solo per motivi di sicurezza e non ha altri riflessi sull'analisi.

Numero massimo di iterazioni

Stabilisce il numero massimo di iterazioni che possono essere effettuate ad ogni passo per ricercare il punto di equilibrio.

Numero massimo di passi falsi

Per passo falso si intende l'impossibilità di ricercare, per il passo corrente, il punto di equilibrio con un numero di iterazioni massimo stabilito. In questa circostanza l'algoritmo provvede a diminuire la dimensione del passo e ritenta automaticamente a ricercare il punto di equilibrio. Il numero massimo di passi falsi stabilisce il numero massimo di tentativi da fare per ricercare la soluzione al passo corrente.

Lambda di verifica

Definisce il moltiplicatore dei carichi in corrispondenza del quale si vuole effettuare la verifica in dettaglio. Oltre a tale valore, la verifica viene effettuata in corrispondenza del massimo moltiplicatore dei carichi ammissibile per la struttura.

Default

I parametri di analisi sono impostati in automatico dal programma

Esegui

Il programma procede ad eseguire l'analisi nonlineare secondo i parametri stabiliti.

Annulla

Il programma chiude la finestra e ripristina la situazione all'azione che ha preceduto il comando, ignorando quest'ultimo.

A termine dell'analisi nonlineare, è visualizzato in automatico il foglio del grafico dei risultati sintetici.

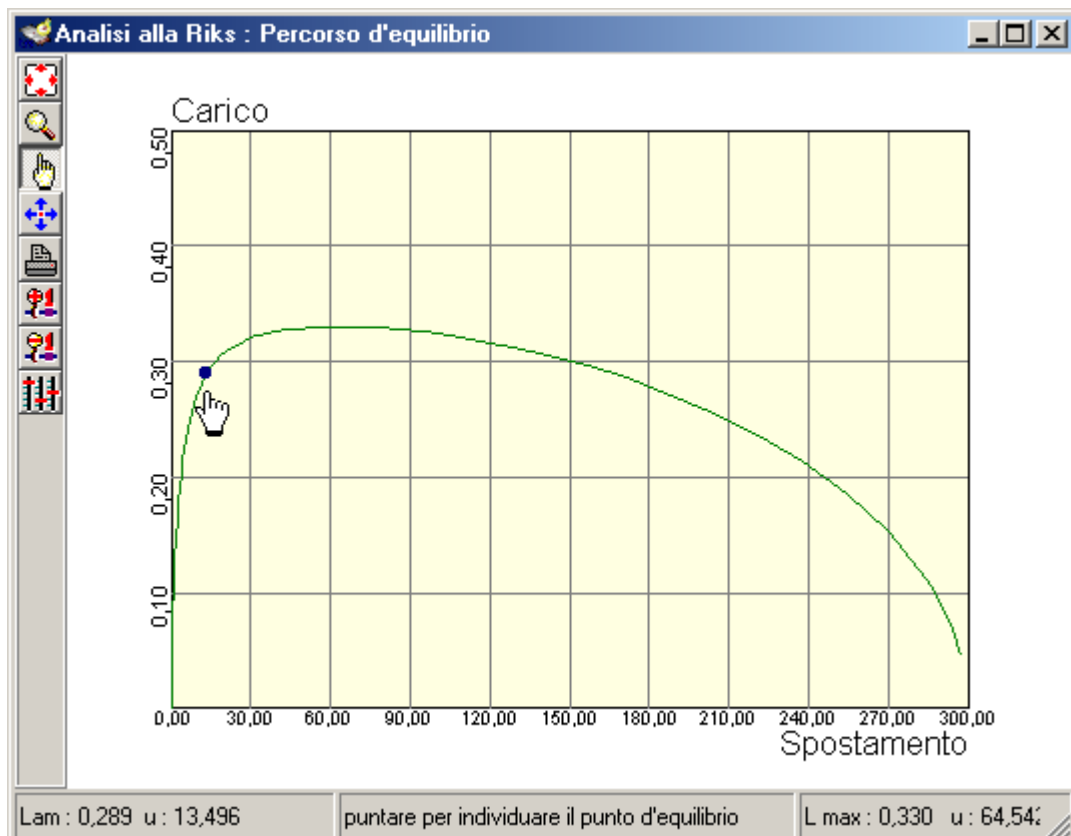
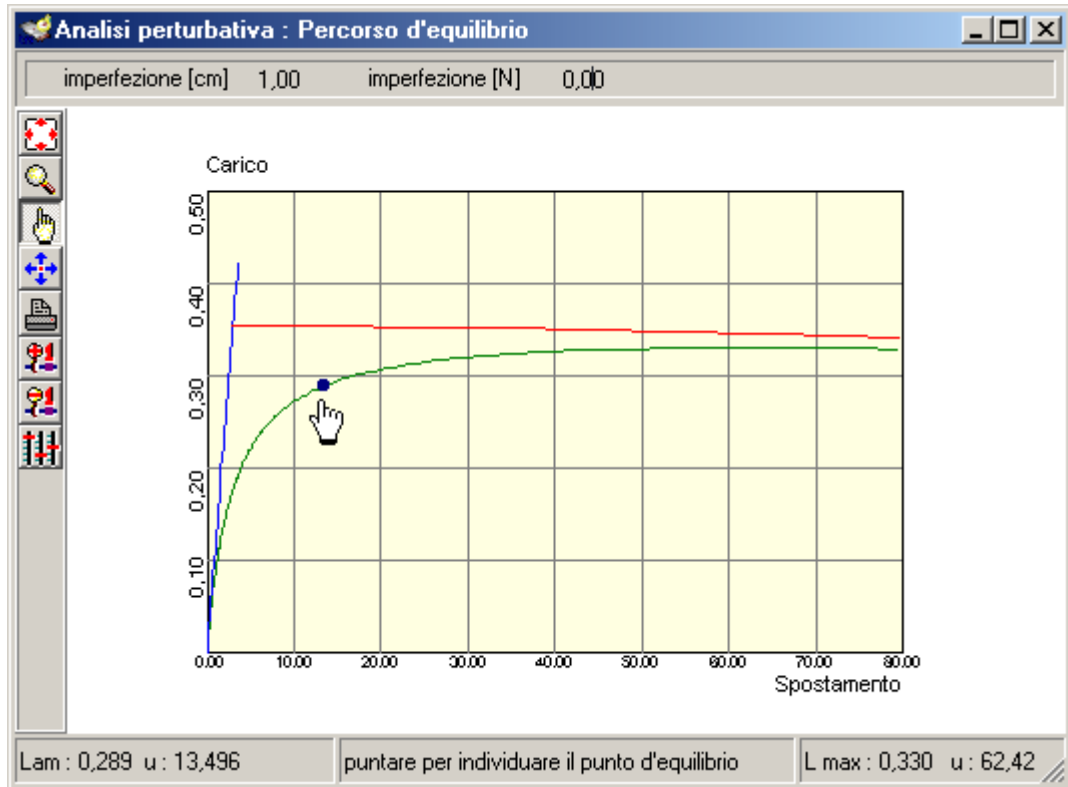
Curva di equilibrio

Una volta eseguita l'analisi nonlineare, il programma propone la visualizzazione del percorso di equilibrio, riportante i carichi sulle ordinate e lo spostamento massimo sulle ascisse. Il percorso di equilibrio costituisce un'ottima sintesi di analisi, in quanto consente di esaminare graficamente il comportamento non lineare della struttura, di individuare il moltiplicatore di collasso e di apprezzare le influenze delle imperfezioni.

La finestra del grafico può avere diverso aspetto in funzione del metodo utilizzato per ricavare la curva di equilibrio, indicato nel titolo della finestra stessa

Struttura perfetta e influenza delle imperfezioni

Nel caso di analisi eseguita con metodo alla Riks, la finestra riporta la curva di equilibri della struttura reale (in verde). Se l'analisi è stata effettuata con metodo asintotico, il programma riporta la curva di equilibrio fondamentale nell'ipotesi di struttura esente da imperfezioni (in blu) la curva diramata (in rosso) e la curva di equilibrio della struttura reale (in verde) in cui sono messe in conto sia le imperfezioni di tipo geometrico sulla posizione dei nodi, sia le imperfezioni contenute nei carichi.



Le imperfezioni geometriche e di carico

È possibile definire i valori delle imperfezioni sulle posizioni dei nodi (nel campo *imperfezione [cm]*) e sui carichi (nel campo *imperfezione [N]*) e, che il programma userà per la determinazione del percorso di equilibrio della struttura imperfetta. A questo riguardo è interessante notare come al tendere a zero dei valori delle imperfezioni il percorso di equilibrio della struttura imperfetta tenda a coincidere con quello della struttura perfetta.

Una interattività è prevista con la griglia della verifica nonlineare e la finestra di visualizzazione della deformata nonlineare: al variare dei valori delle imperfezioni, tali finestre vengono automaticamente aggiornate.

Scegliere un punto di equilibrio sulla curva

Puntando col mouse sulla curva di equilibrio si può scegliere un punto per il quale sono riportate le informazioni sulla barra di stato presente sul fondo della finestra.

Barra Strumenti

Descrizione delle opzioni e dei comandi attivabili mediante pulsanti:



Vista di default: ridimensiona e centra il disegno in proporzione alle dimensioni della finestra.



Zoom: apre la barra strumenti zoom.



Cursore ed azione di default: interrompe ogni precedente azione, riporta il cursore nella sua forma di puntatore e l'azione corrente all'azione di default, ovvero è possibile puntare un punto sulla curva di equilibrio per visualizzare le caratteristiche nella barra di stato.



Sposta l'osservatore: consente di spostare l'osservatore, cliccando e trascinando il mouse.



Anteprima di stampa: consente di attivare l'anteprima di stampa del disegno.



Ingrandisci i caratteri: aumenta le dimensioni dei font dei caratteri.



Riduci i caratteri: riduci le dimensioni dei font dei caratteri.



Opzioni di disegno: apre il foglio delle *Opzioni di disegno*.

Barre strumenti di zoom

Cliccando sul pulsante *Zoom* si apre la barra delle azioni di zoom, nella quale sono disponibili tre diverse azioni, spiegate nel dettaglio più avanti.



Zoom ingrandisci: per attivare l'azione di ingrandimento intorno ad un punto



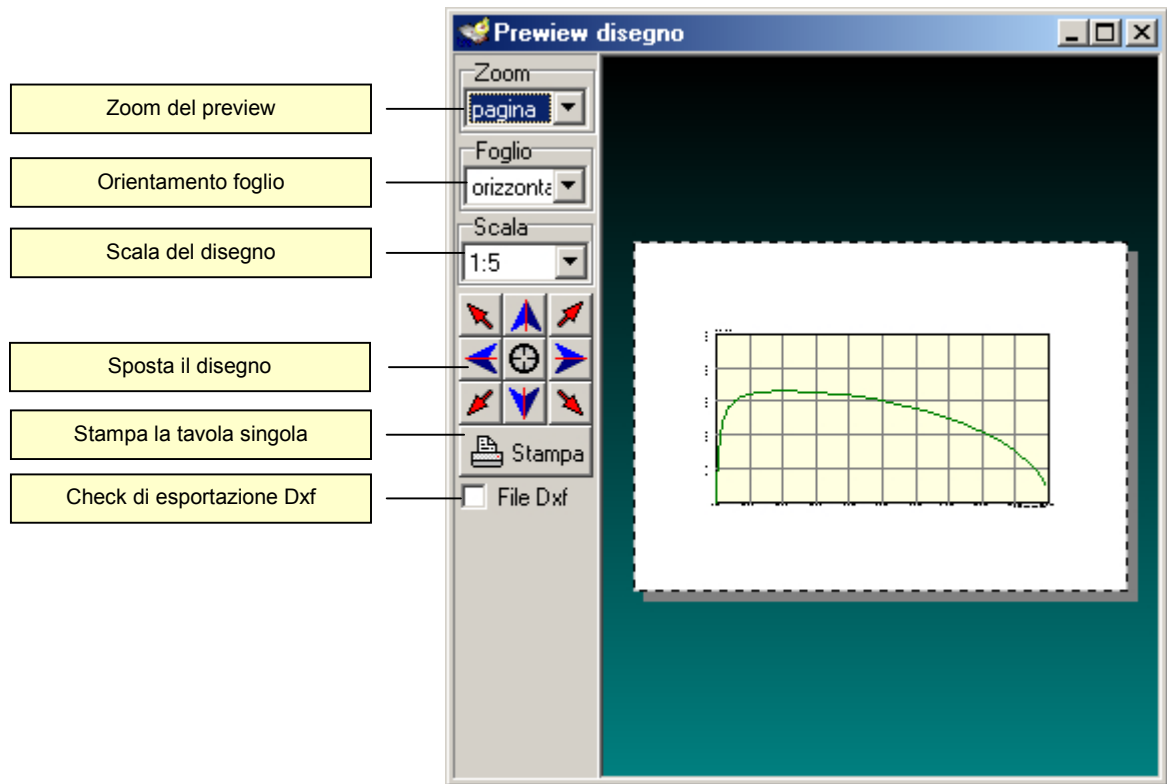
Zoom riduci: per attivare l'azione di riduzione intorno ad un punto



Zoom a finestra: per attivare l'azione di ingrandimento a finestra.

Anteprima di stampa

Il comando *Anteprima di stampa* apre la finestra di anteprima di stampa nel foglio "Preview disegno", riportato nella seguente figura.



Il foglio Preview mostra l'aspetto finale della stampa, in funzioni delle "Opzioni disegno" correntemente attive. Contiene al suo interno vari comandi, per scorrere o zoomare le tavole, per stampare o esportare in DXF la tavola correntemente visualizzata.

Il combo box zoom

contiene alcune opzioni di zoom predefinite;

Il combo box Foglio

riporta l'allineamento del foglio di stampa;

Il combo box Scala

contiene opzioni di scala predefinite. La scala evidenziata nel combo box è quella utilizzata nella stampa della tavola.

I pulsanti di spostamento

Consentono di spostare il disegno all'interno della tavola.

La stampa

Per stampare la tavola correntemente visualizzata basta cliccare rispettivamente sul pulsante Stampa. Il disegno sarà inviato alla stampante, così come visualizzato. Per cambiare il formato del foglio basta accedere al comando dal Menù *Stampa |Imposta stampante*, descritto più in dettaglio nel capitolo successivo.

Esportazione in formato DXF

Per esportare in formato DXF basta contrassegnare il check box File DXF e quindi agire sul pulsante Stampa. A questo punto, il programma apre un foglio di selezione file, in cui si può assegnare o scegliere il nome del file DXF su cui salvare la pagina. L'operazione è simile al comando Salva del menù File.

Opzioni di disegno

Per il disegno della curva di equilibrio sono disponibili una serie di opzioni riportate nel foglio *Opzioni di disegno*, con effetti apprezzabili immediatamente e che si mantengono nella stampa, fino a nuova modifica.

Il foglio può essere chiamato attivando il pulsante *Opzioni di disegno*.



Sul foglio sono presenti cinque riquadri:

- *Caratteri*
- *Rotazioni etichette*
- *Griglie*
- *Gestione curve*
- *Limiti del grafico*

Preferenze caratteri

Nella sezione Caratteri si possono scegliere le dimensioni dei titoli e delle etichette poste lungo gli assi. Per queste ultime si può ancora definire la precisione numerica, assegnando il numero di cifre decimali da utilizzare nella visualizzazione.

I check box consentono di escludere il corrispondente elemento.

Preferenze rotazioni

Le etichette poste lungo gli assi possono essere ruotate assegnando un angolo in gradi.

Preferenze griglie

Si può definire l'intervallo di griglia, sia per l'asse dei carichi che per quello degli spostamenti.

Preferenze gestione curve

Si può assegnare lo spessore di tratto e il colore alla curva perfetta, diramata ed imperfetta. Inoltre si può scegliere il colore dello sfondo grafico e dello sfondo finestra.

Preferenze limiti del grafico

Si possono assegnare i limiti massimi di visualizzazione sia per l'asse dei carichi che per quello degli spostamenti.

Come controllare l'effetto di una preferenza

Le scelte riguardanti la presenza di elementi di disegno o di amplificazione dei caratteri hanno un effetto immediato a video.

Come attivare o disattivare un elemento del disegno

1. Aprire il foglio *Opzioni del disegno*
2. Cliccare nella casella del check box corrispondente all'elemento da attivare o disattivare
3. La modifica del disegno è immediata e si può subito apprezzarne l'effetto, senza dover chiudere il foglio *Opzioni*.

Comando Verifica nonlineare|Spostamenti

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Verifica nonlineare | Spostamenti* si apre la griglia si apre la griglia degli spostamenti nodali e reazioni vincolari, in corrispondenza del moltiplicatore dei carichi corrente indicato nel titolo della finestra.

	id	ux	uy	uz	Rx	Ry	Rz
▶	1	0,00	0,00	0,00	-2,62	7,52	-72,50
	2	0,00	0,00	0,00	7,79	11,30	-82,19
	3	0,00	0,00	0,00	28,68	-18,54	243,50
	4	-0,36	-0,07	0,07	-	-	-
	5	-0,39	-0,07	0,05	-	-	-

Il programma conserva la soluzione nonlineare in dettaglio ed effettua la verifica delle aste, in corrispondenza dei seguenti moltiplicatori dei carichi:

1. moltiplicatore definito dall'utente (solo se viene raggiunto durante l'analisi)
2. moltiplicatore dei carichi massimo ammissibile della struttura

Per cambiare moltiplicatore dei carichi bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:



: moltiplicatore precedente



: moltiplicatore successivo

In particolare, per ogni nodo sono riportati:

- *id*: indice identificatore del nodo
- *ux*: spostamento in direzione X [cm]
- *uy*: spostamento in direzione Y [cm]
- *uz*: spostamento in direzione Z [cm]
- *Rx*: reazione vincolare in direzione X [KN]
- *Ry*: reazione vincolare in direzione Y [KN]
- *Rz*: reazione vincolare in direzione Z [KN]

Comando Verifica nonlineare|Tensioni

Scegliendo il comando dal menù *Analisi | Verifica nonlineare | Tensioni* si apre la griglia che riporta i risultati della verifica effettuata sulle aste per il moltiplicatore dei carichi corrente

	id	N	t	ta	ok
	368	-17,51	-17,51	98,36	ok
	369	7,11	7,11	120,00	ok
▶	370	-6,15	-6,15	93,75	ok
	371	-21,04	-21,04	98,36	ok
	372	10,08	10,08	120,00	ok

In particolare, per ogni asta sono riportati:

- *N*: sforzo normale
- *t*: tensione normale
- *ta*: tensione limite corrispondente
- *ok*: verifica

sforzo normale

È lo sforzo normale derivante dalla soluzione nonlineare ottenuta per il moltiplicatore dei carichi corrente.

tensione normale

Le tensione normale è espressa dalla seguente

$$t = \frac{N}{A}$$

in cui si è indicato:

N : sforzo normale
 A : area della sezione assunta pari all'area nominale se lo sforzo normale è di compressione e pari all'area effettiva se lo sforzo normale è di trazione

Tensione limite

Rappresenta la tensione limite, positiva o negativa a secondo se lo sforzo normale è di trazione o compressione, calcola con i criteri descritti per la verifica lineare.

verifica



La verifica si effettua calcolando per ciascuna asta il fattore

$$f = t_a / t$$

Può risultare:

- $f \geq 1$: verifica soddisfatta [ok]
- $f < 1$: verifica non soddisfatta [!]

Per cambiare moltiplicatore dei carichi bisogna azionare uno dei seguenti comandi presenti sulla barra degli strumenti:

-  : moltiplicatore precedente
 : moltiplicatore successivo

Comando Fattori di carico

Il foglio si apre scegliendo il comando di menù *Analisi|Fattori di carico*.

Fattori di carico														
condizione	pret.m	pret.x	perm.m	perm.x	acc.m	acc.x	term.m	term.x	vento m	vento x	neve m	neve x	sisma	
permanente	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,60	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
frequente	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,70	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
rara	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,70	0,00	0,70	0,00	
ultima	1,20	0,90	1,00	1,40	0,00	1,50	0,90	1,20	0,00	1,10	0,00	1,10	1,50	
nonlineare	0,0	0,90	0,0	1,40	0,0	1,50	0,0	1,20	0,0	1,10	0,0	1,10	0,0	

Nel foglio *Fattori di Carico* vengono definiti i fattori massimi e minimi di amplificazione della singola azione di carico che intervengono nell'involuppo delle sollecitazioni per le combinazioni agli stati limite.

Il valore dei fattori di carico deve tenere conto della durata prevista per ciascuna azione, della frequenza del suo verificarsi e della probabilità di presenza contemporanea di più azioni.

L'involuppo è quindi eseguito combinando linearmente le singole azioni di carico con i coefficienti assegnati nel presente foglio, in modo da pervenire per ogni caratteristica della sollecitazione ad un valore minimo e ad uno massimo.

Nel foglio sono riportate le combinazioni di carico per il sistema normativo agli stati limite:

- Combinazione per stato limite di esercizio *Quasi-permanente*
- Combinazione per stato limite di esercizio *Frequente*

- Combinazione per stato limite di esercizio Rara
- Combinazione per stato limite Ultimo
- Combinazione per analisi nonlineare

e per ognuna si potranno assegnare i fattori massimi e minimi di combinazione per ogni singola azione di carico:

- azione di pretensione
- condizione di carico permanente
- condizione di carico accidentale
- condizione di carico termica
- condizione di carico vento
- condizione di carico neve
- sisma

La norma impone di cumulare le azioni agenti sulla costruzione in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli.

I valori pre-impostati sono stati desunti dalle indicazioni di normativa (Parte Generale, punto 7, del D.M. 09/01/96 e punto B.8.2. del D.M. 16/01/96 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche")

Comando Opzioni analisi

Il foglio si apre scegliendo il comando di menù *Analisi|Opzioni di analisi*.



Sul foglio sono presenti due riquadri:

- *Fattori per tensioni limite*
- *Specifiche sismiche*

I fattori per le tensioni limiti, sono i coefficienti moltiplicativi che consentono di ottenere la tensione limite di verifica a partire dalle tensioni ammissibili definite per i materiali nella forma:

$$f_d = g_d \cdot T_{amm}$$

il fattore g_d va definito per ciascuna delle seguenti combinazioni di carico, per cui bisogna effettuare la verifica:

1. quasi permanente
2. frequente
3. rara
4. ultima
5. nonlineare

Le specifiche sismiche comprendono:

1. *Categoria sismica*: in base alla quale vengono visualizzati i valori di default dei fattori sismici desunti dalla normativa.

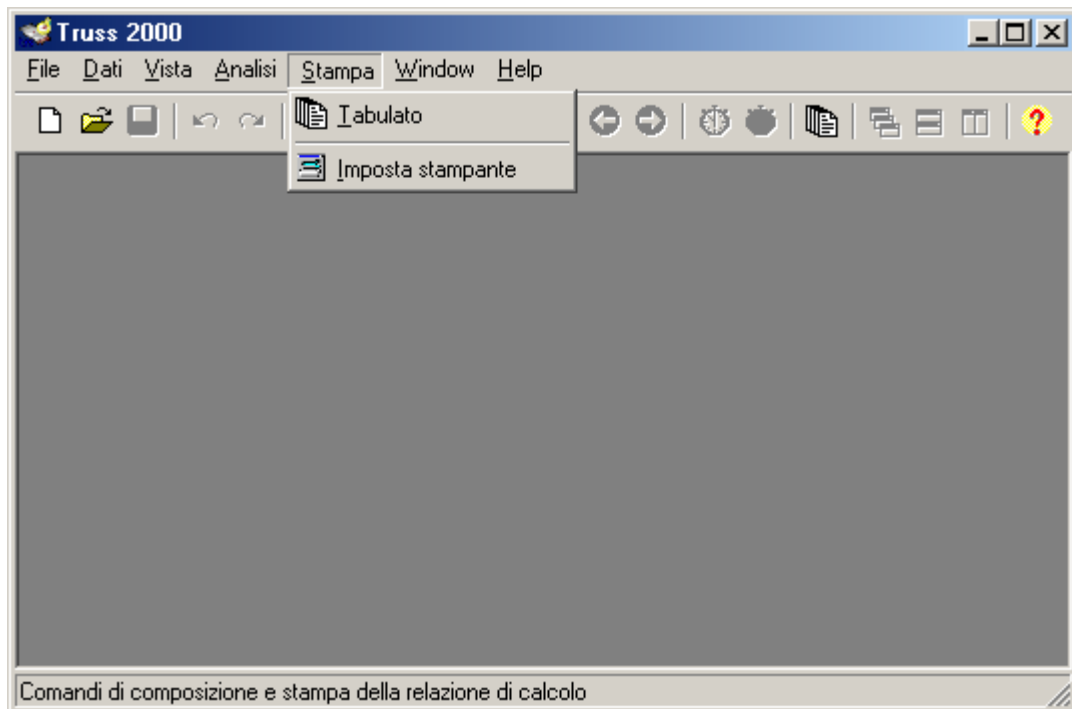
2. *modi di vibrare considerati*: Questa voce indica il numero dei modi di vibrazione da considerare nella sovrapposizione modale utile ai fini della valutazione delle sollecitazioni: almeno 3. La voce ha ovviamente significato solo nel caso che sia stata selezionata l'opzione di analisi dinamica.
3. *fattore sismico orizzontale totale*: Il coefficiente d'intensità sismica indica l'accelerazione orizzontale di riferimento, espressa in valore decimale rispetto dell'accelerazione di gravità e definita dalla normativa (nazionale o regionale) in funzione della categoria sismica della zona d'insediamento dell'edificio. I fattori sismici si intendono già corretti dal coefficiente di fondazione, struttura e protezione sismica.
4. *fattore di riduzione dei sovraccarichi*: fattore definito dalla Normativa in funzione della destinazione d'uso della struttura.
5. *Masse modali*: indica la modalità con cui si valutano le masse nodali che contribuiscono alla matrice delle masse globali. Sono disponibili due modi:
 - a. *definite dall'utente*: per ciascuno dei nodi, in corrispondenza della condizione di carico *sima*, è possibile inserire il valore della massa afferente al nodo, sia permanente che accidentale, espressa in tonnellate.
 - b. *ricavate dalle forze verticali*: le masse sismiche permanenti sono ricavate in automatico dal programma dal peso proprio e dai carichi permanenti; le masse sismiche accidentali sono ricavate dai carichi accidentali

Menù Stampa

I comandi del menù Stampa:

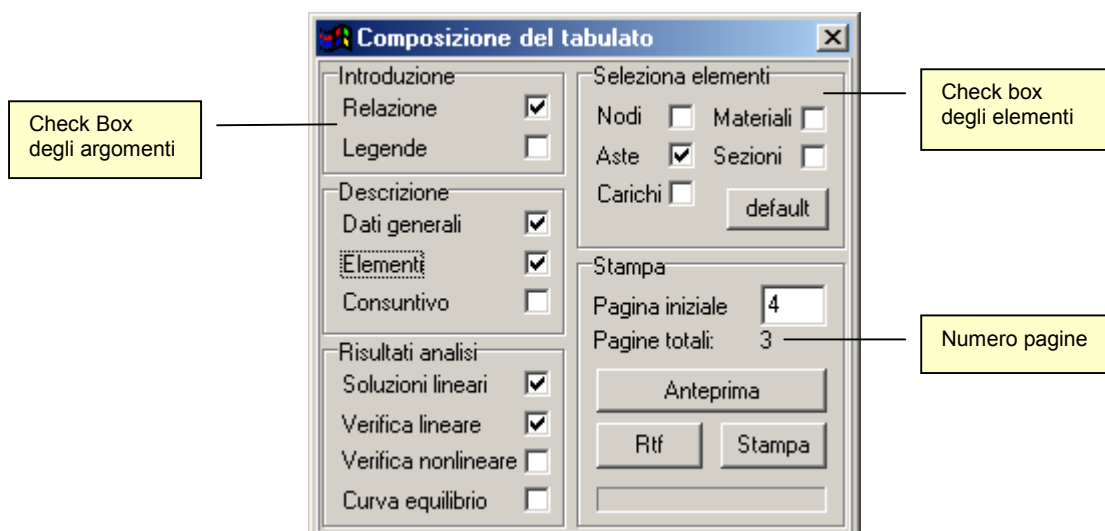
- **Tabulato**
- **Imposta stampante**

consentono di selezionare la periferica di stampa, di definirne le caratteristiche, di scegliere le tavole del tabulato e dei disegni da mandare in stampa e quindi di avviarne l'esecuzione.



Comando Tabulato

Il comando apre il foglio "Composizione del tabulato".



All'interno del foglio è possibile selezionare gli argomenti da includere, raggruppati in sezioni, corrispondenti all'introduzione, ai dati descrittivi del modello, ai risultati dell'analisi globale, alle sollecitazioni negli elementi, ai consuntivi e infine ai risultati delle verifiche.

Inoltre sono presenti:

- i check box di selezione degli argomenti, da effettuare con un click nella casella
- i check box di selezione degli elementi, da effettuare con un click nella casella
- il pulsante "*default*" per selezionare velocemente gli argomenti di una relazione tipica, sufficiente per il deposito del progetto
- il pulsante "*Anteprima*", che consente la visione dell'anteprima di stampa nel foglio "*Preview*" dotato di ulteriori comandi per la stampa o l'esportazione sia di singole pagine che di tutto il tabulato
- il pulsante "*Rtf*", per ottenere l'esportazione del tabulato senza passare per l'anteprima,
- il pulsante "*Stampa*", per avviare la stampa su carta senza passare per l'anteprima.

Operazioni tipiche di una sessione di stampa

Una tipica sessione di stampa passa attraverso le seguenti fasi:

- selezione degli argomenti
- vista in anteprima del tabulato composto
- stampa su carta di tutto il tabulato o di singole pagine oppure
- esportazione RTF di tutto il tabulato o di singole pagine

Come comporre il tabulato

La composizione del tabulato passa attraverso la selezione

- degli argomenti
- degli elementi

La selezione degli argomenti e degli elementi va fatta cliccando nella casella del check box corrispondente.

In alternativa, si può anche cliccare sul pulsante "*default*", che esegue in automatico una selezione tipica.

Alcuni argomenti, come Relazione, Legende, Dati generali e Consuntivi non dipendono dagli elementi selezionati. Altri, invece fanno riferimento agli elementi, come nel caso di Descrizione Elementi o Risultati dell'analisi. In questi casi è necessario specificare gli elementi di cui si vuole la stampa. Ad esempio, se si volesse solo la stampa delle Caratteristiche Aste, è necessario selezionare il check box Descrizione|Elementi e il check box Aste.

Pulsante Anteprima

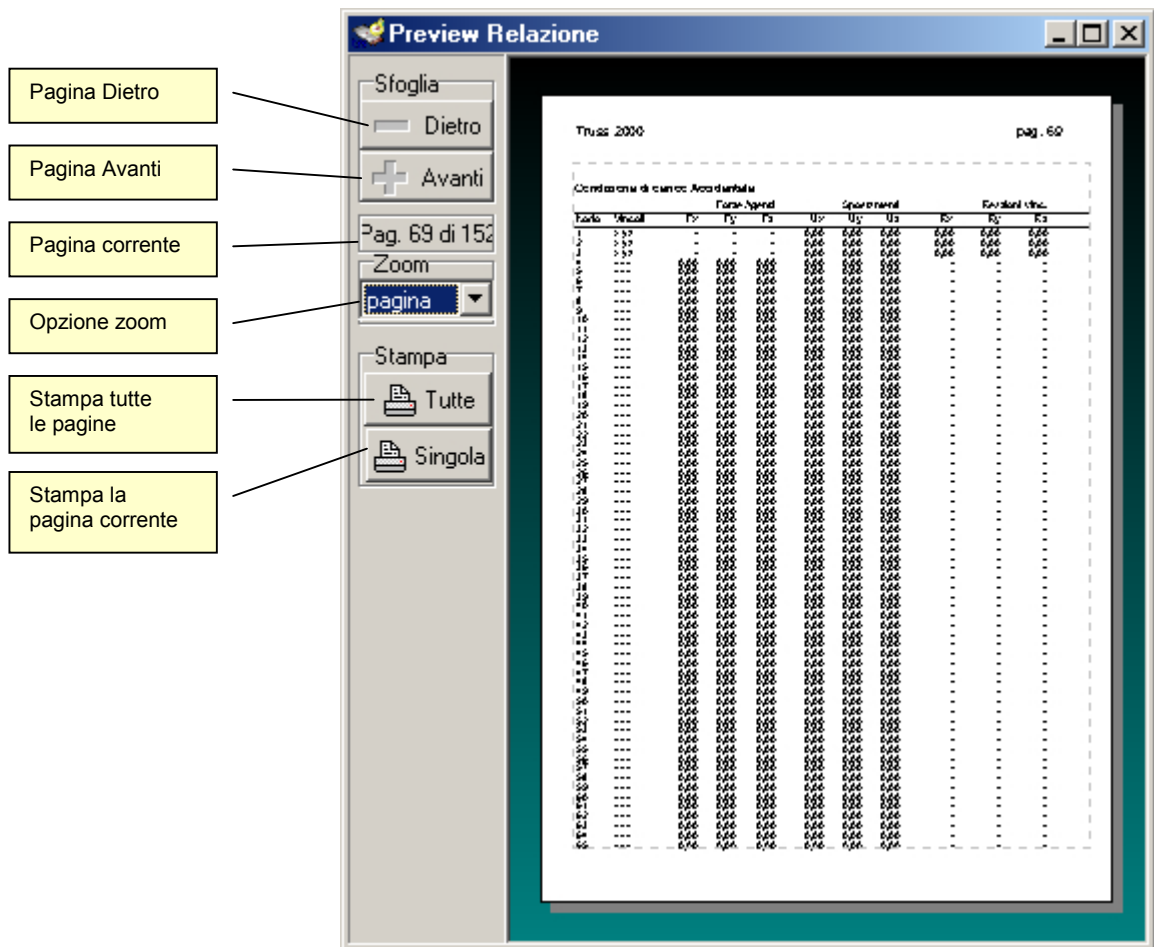
Dopo aver effettuato la selezione di qualche argomento, cliccando sul pulsante *Anteprima* il programma procede all'impaginazione del tabulato e mostra l'anteprima di stampa nel foglio "Preview" della relazione, riportato nelle seguente figura.

Il foglio Preview della relazione

Il foglio Preview mostra l'aspetto finale della stampa ed è utile anche per esaminare i risultati del calcolo in fasi intermedie, senza stamparlo su carta. Contiene al suo interno vari comandi, per scorrere o zoomare le pagine, per stampare tutto il documento composto o la pagina correntemente visualizzata.

In particolare, i componenti presenti sul foglio sono i seguenti:

- pulsanti *Dietro* e *Avanti*, attraverso i quali è possibile passare alla pagina successiva o a quella precedente
- *Pagina corrente*, è un'etichetta che riporta la pagina corrente ed il numero di pagine totali
- combo box *Zoom*, contiene alcune opzioni di zoom predefinite
- pulsanti *Stampa tutte* e *Stampa singola*, attraverso i quali è possibile effettuare la stampa della pagina corrente o dell'intero documento



Pulsante RTF

Dopo aver effettuato la selezione di qualche argomento, cliccando sul pulsante RTF il programma procede all'impaginazione del tabulato e all'esportazione dello stesso in formato RTF (Rich Text Format). Questo consente di aprire il tabulato come un normale documento formattato, con i più diffusi programmi di video scrittura.

Dopo aver cliccato sul pulsante RTF, il programma apre un foglio di selezione file, in cui si può assegnare o scegliere il nome del file RTF su cui salvare il tabulato. L'operazione è del tutto simile al comando *Salva* del menù *File*.

Pulsante Stampa

Dopo aver effettuato la selezione di qualche argomento, cliccando sul pulsante *Stampa* il programma procede all'impaginazione del tabulato e alla stampa dello stesso sulla stampante predefinita. La stessa operazione può anche essere eseguita dal foglio *Anteprima*, dopo aver esaminato il tabulato composto.

Suddivisione del tabulato in sezioni

L'intero tabulato di stampa è suddiviso logicamente in sezioni o capitoli:

1. Introduzione
2. Descrizione strutturale
3. Risultati dell'analisi

Sezione Introduzione

Costituisce la sezione di apertura del tabulato, contenente la stampa dei primi due argomenti:

- Relazione introduttiva
- Legende esplicative

Sezione Descrizione strutturale

Segue quindi la sezione di descrizione del modello, comprendente i seguenti argomenti:

- Dati globali della struttura
- Dati caratteristici delle sezioni
- Dati caratteristici dei materiali
- Dati caratteristici dei gruppi
- Dati caratteristici dei nodi
- Dati caratteristici delle aste

Sezione Risultati di analisi

Sono stampati nell'ordine i risultati dell'analisi lineare, dell'analisi nonlineare. In particolare gli argomenti inclusi nella sezione sono:

- Risultati dell'analisi lineare sui nodi
- Risultati dell'analisi lineare sulle aste
- Risultati dell'analisi nonlineare sui nodi
- Risultati dell'analisi nonlineare sulle aste
- Risultati relativi al percorso di equilibrio.

Comando Imposta stampante

Il comando richiama la finestra standard *Imposta Stampante* di Windows, in cui l'utente potrà scegliere la stampante, definire il formato e l'orientamento del foglio e quant'altro è permesso dal setting del dispositivo scelto.

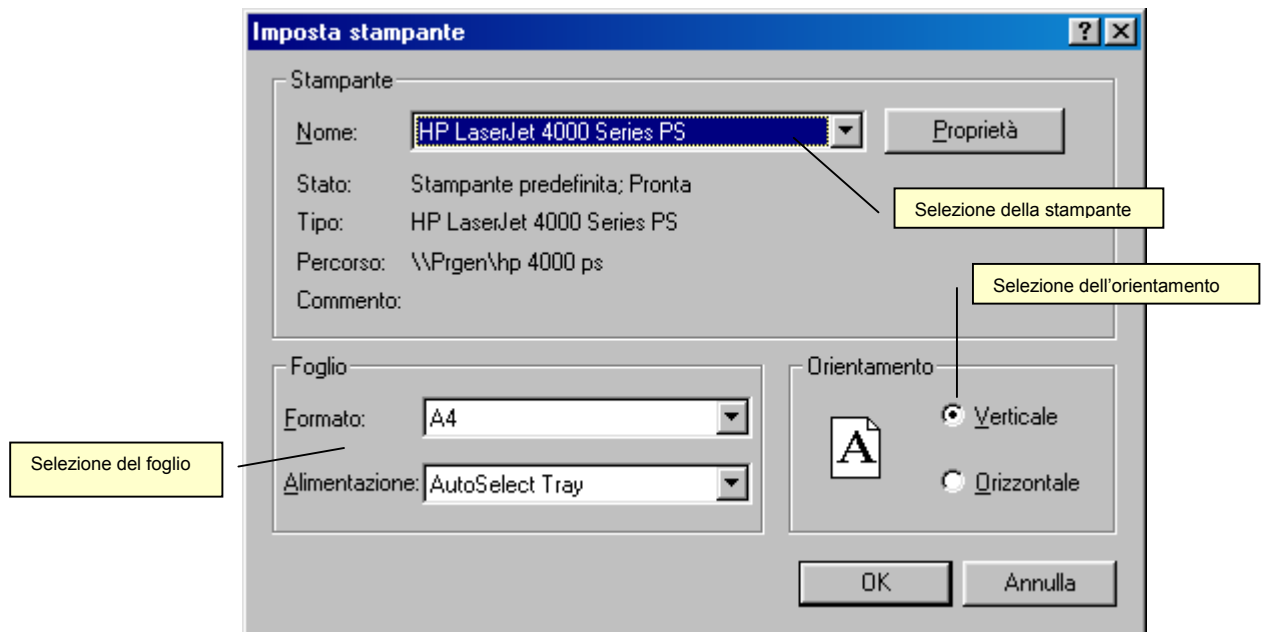
Si tenga presente che nell'impaginazione sia del tabulato che dei disegni si fa riferimento alla periferica di stampa corrente che per default si assume essere quella *predefinita* in Windows o l'ultima selezionata nel presente foglio.

Il foglio *Imposta stampante* sarà quindi utilizzato ogni volta che sarà necessario scegliere una stampante diversa, quando si voglia modificare il formato del foglio o comunque altre proprietà caratteristiche. Questo può accadere quando si voglia ottenere il tabulato e i disegni da due diversi dispositivi, ad esempio una stampante laser A4 per il tabulato e una a getto d'inchiostro per i disegni, con formato di foglio maggiore ed eventualmente a colori.

Esportazione dei disegni per stampa su plotter

Per ottenere le impaginazione dei disegni su ampi formati, tipo A1 o A0, è necessario selezionare la periferica plotter che supporti quei formati prima di procedere con l'esportazione delle tavole.

Nel caso la stampa finale dovrà avvenire su plotter a penna, scegliere nel combo box di selezione una periferica di tipo plotter a penna, prima di esportare i Dxf delle tavole. In fase di esportazione, infatti, Truss interroga la periferica corrente per avere informazione sulla tecnologia di stampa e in funzione di questa esegue delle scelte di ottimizzazione. Una di queste riguarda il formato del testo, esportato con caratteri pieni nel caso di plotter a getto di inchiostro e con caratteri "a linee" nel caso di plotter a penna.

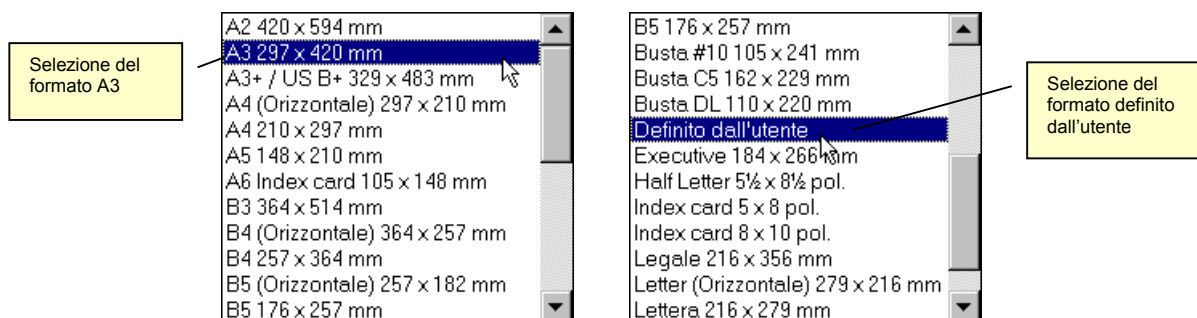


La selezione della stampante

Prima di effettuare operazioni di stampa si può selezionare la stampante da utilizzare per la stampa, fra tutte quelle locali e di rete installate in Windows.

La selezione del foglio

Selezionare nel combo box *Formato* il formato desiderato, fra quelli supportati dalla stampante correntemente selezionata.



Impostazione di formati personalizzati

Nel caso si volesse un formato non incluso in elenco, si deve scegliere la voce *Definito dall'utente*, come nel caso dei moduli continui. In Windows infatti, il formato modulo continuo non è supportato in quanto tale, cioè come foglio di larghezza definita e lunghezza indefinita, ma è visto come una successione continua di fogli singoli, la cui lunghezza massima è una caratteristica della stampante.

In questi casi:

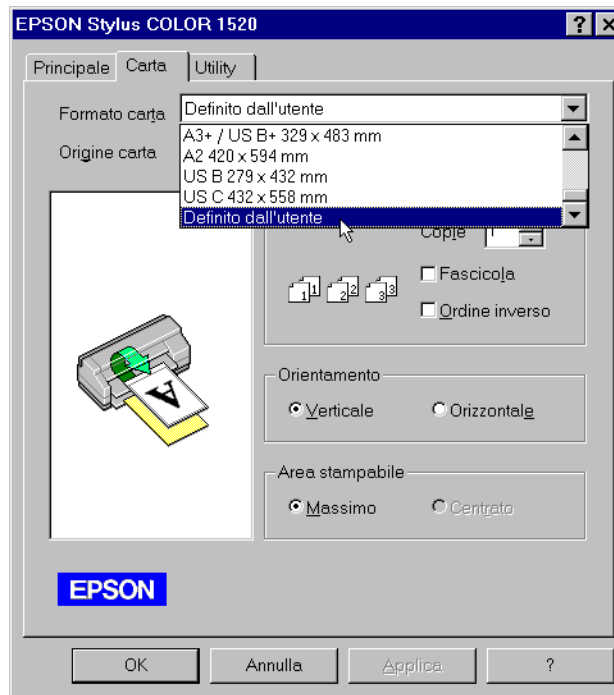
- Selezionare nel combo box dei formati la voce *Definito dall'utente*
- Cliccare sul pulsante *Proprietà* e personalizzare il formato con le modalità previste dal driver della stampante selezionata

Impostazione di modulo continuo in una stampante molto diffusa

Le modalità per definire un formato personalizzato possono differire da stampante a stampante, per cui se necessario far riferimento al manuale operativo della stampante.

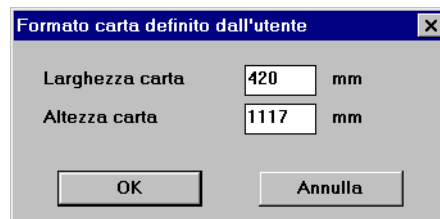
A titolo di esempio, descriviamo di seguito tale operazione per una stampante molto diffusa come la Epson Stylus 1520:

Nel foglio *Imposta stampante*, cliccando su *Proprietà* si apre l'utility di impostazione per stampante Epson Stylus 1520. Selezionare la sezione *Carta* e scegliere nel combo box *Formato carta* la voce *Definito dall'utente*.



Compare a questo punto il foglio sottostante in cui si possono definire la larghezza e la lunghezza del singolo foglio. Nel caso di modulo continuo largo si potranno digitare:

- larghezza = 420 mm
- altezza = 1117 mm, che è la dimensione massima supportata da questa stampante.



Accettare cliccando sui pulsanti OK fino a chiudere tutti i fogli di impostazione aperti.

A questo punto il foglio personalizzato, di dimensioni 420x1117 mm, è stato definito. Può eventualmente essere ruotato in orizzontale, ad esempio per la stampa delle carpenterie travi, come riportato nella figura seguente.

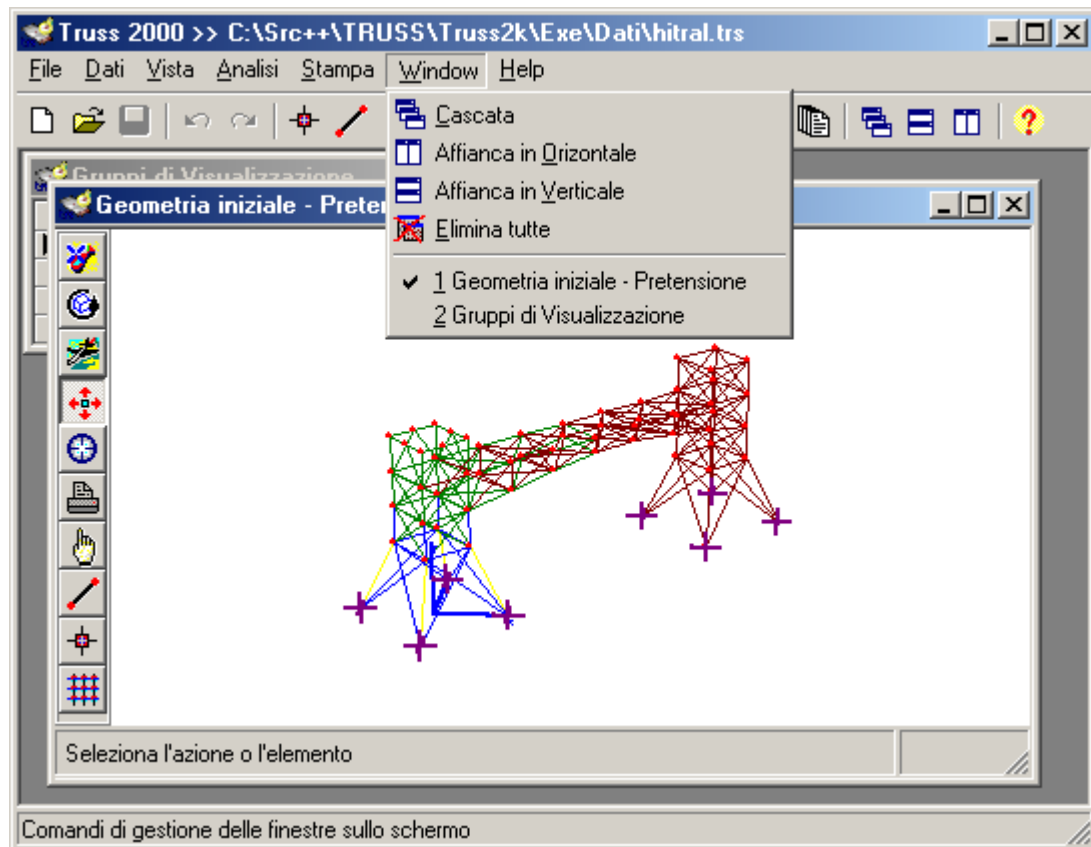
Tutte le successive operazioni di stampa e preview avverranno con riferimento a questo formato.

Menù Window

I comandi del menù Finestre

- **Disponi in cascata**
- **Affianca in orizzontale**
- **Affianca in verticale**
- **Chiudi tutte**

consentono di gestire le finestre aperte durante le fasi di lavoro.



Comando Cascata

Dispone le finestre in cascata lasciando visibile per ognuna la barra del titolo.

Comando Affianca in orizzontale/verticale

Organizza le finestre, riducendole in maniera tale da non avere sovrapposizioni e da renderle tutte visibili.

Comando Chiudi tutte

Chiude tutte le finestre aperte.

Selezione di una finestra già aperta

Se nell'applicazione si sono aperte finestre, queste sono riportate nella parte inferiore del menù e quella correntemente attiva è contrassegnata con un simbolo di spunta.

Selezionando una delle finestre già aperte, il menù si chiude e la finestra selezionata compare in primo piano.