

Albero con foro trasversale soggetto a flessione e a torsione

Albero
dia. 40 mm

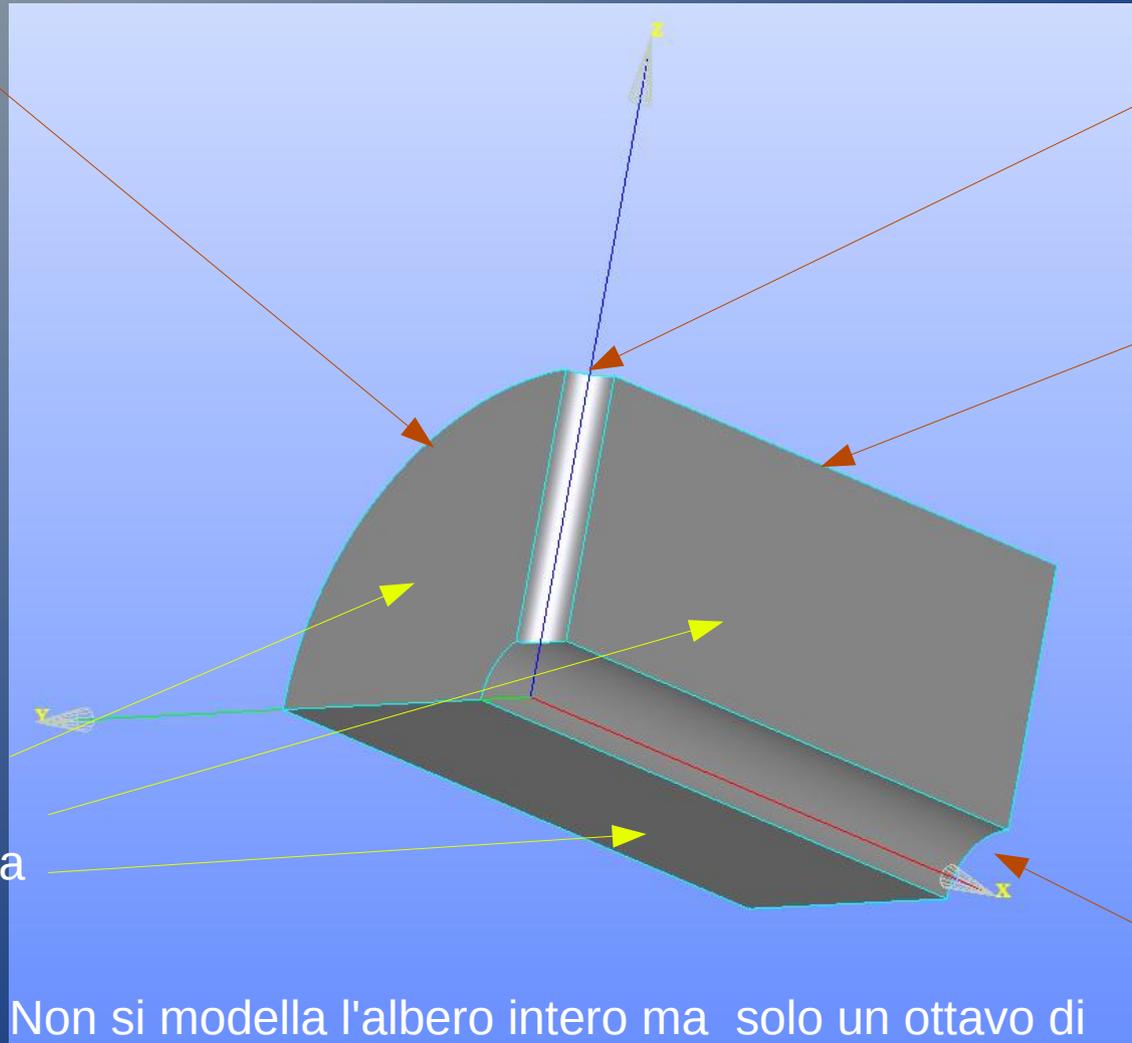
Foro trasversale
dia. 4 mm

Albero lungh. 40
mm

Superfici di
simmetria o
antisimmetria

Foro assiale
dia. 8 mm

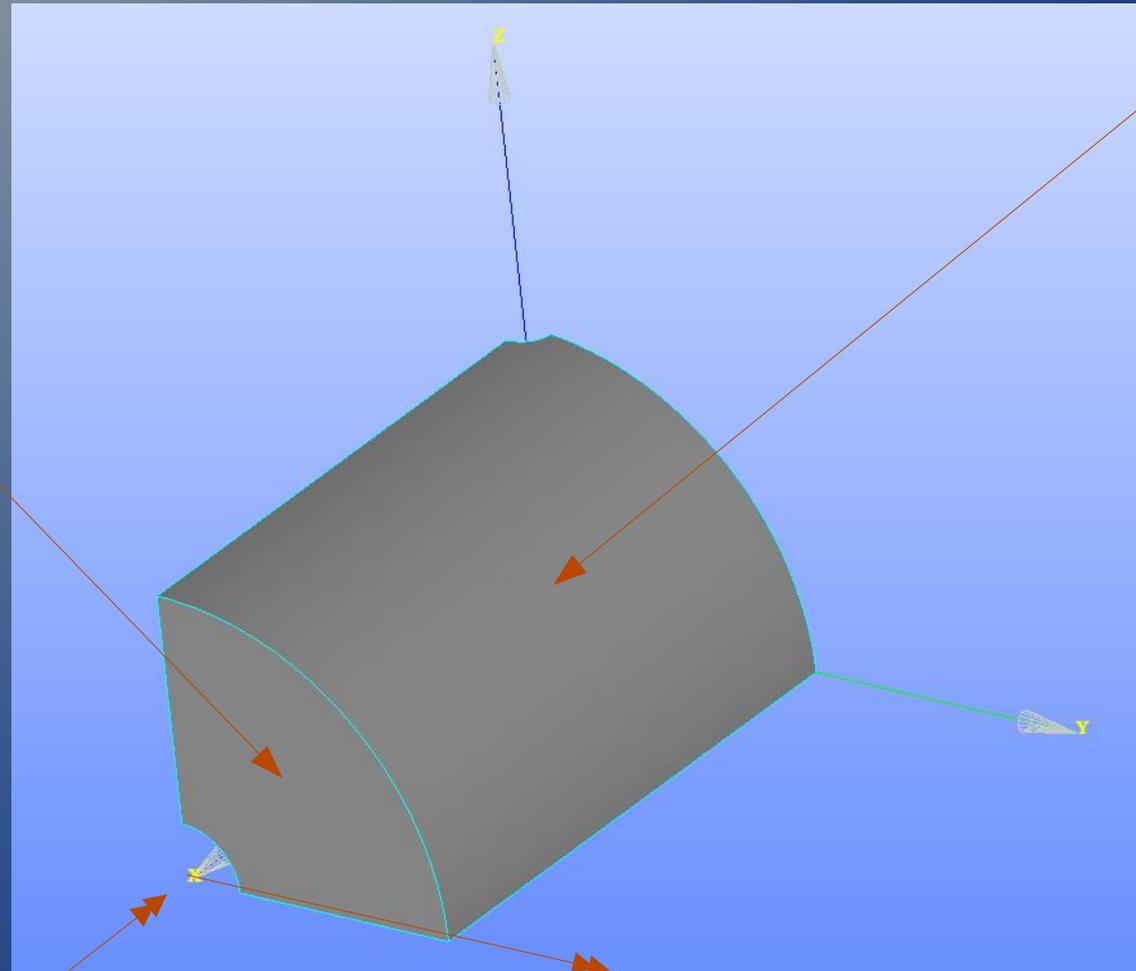
Non si modella l'albero intero ma solo un ottavo di struttura. Sarà necessario imporre le opportune condizioni di vincolo in base al carico.



Albero con foro trasversale soggetto a flessione e a torsione

Superficie sulla quale applicheremo i carichi

Superficie esterna dell'albero libera



Vettore che rappresenta la torsione

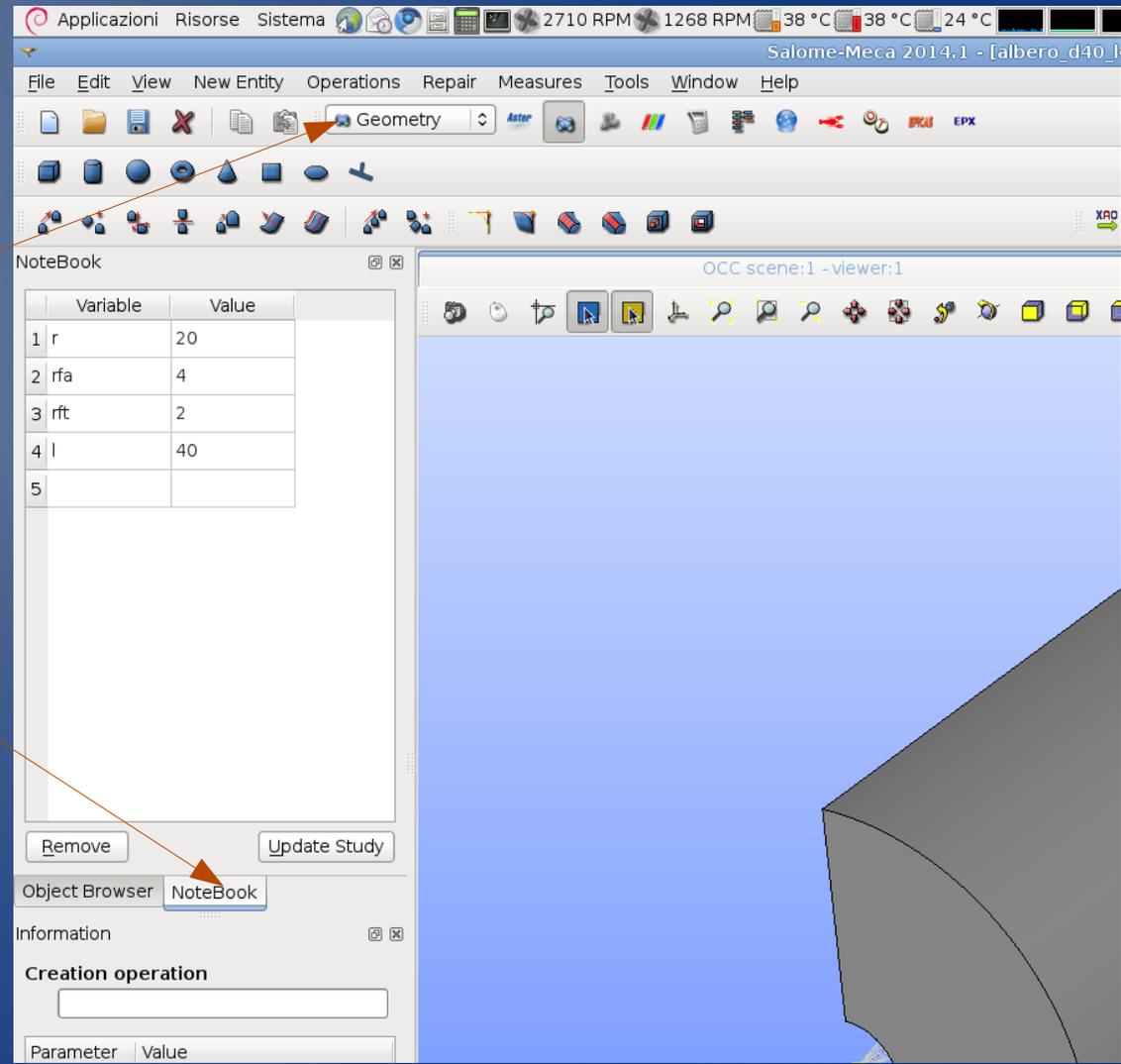
Vettore che rappresenta la flessione

Unità di misura

- Il codice di calcolo elabora numeri puri
- Non comprende le unità di misura
- Restituisce le unità derivate in base alle unità fondamentali dei dati in ingresso
- Per avere un sistema omogeneo le unità di misura delle grandezze inserite devono essere coerenti
- Per la meccanica è utile esprimere le unità fondamentali in
 - Lunghezza in [mm]
 - Massa in tonnellate [t]
 - Tempo in [s]
 - Temperatura in [K]
- Per avere le grandezze derivate in
 - Forze in [N]
 - Tensione in [Mpa]
 - Densità in [t/mm³]
 - Angolo in [rad]
 - Frequenza in [Hz]

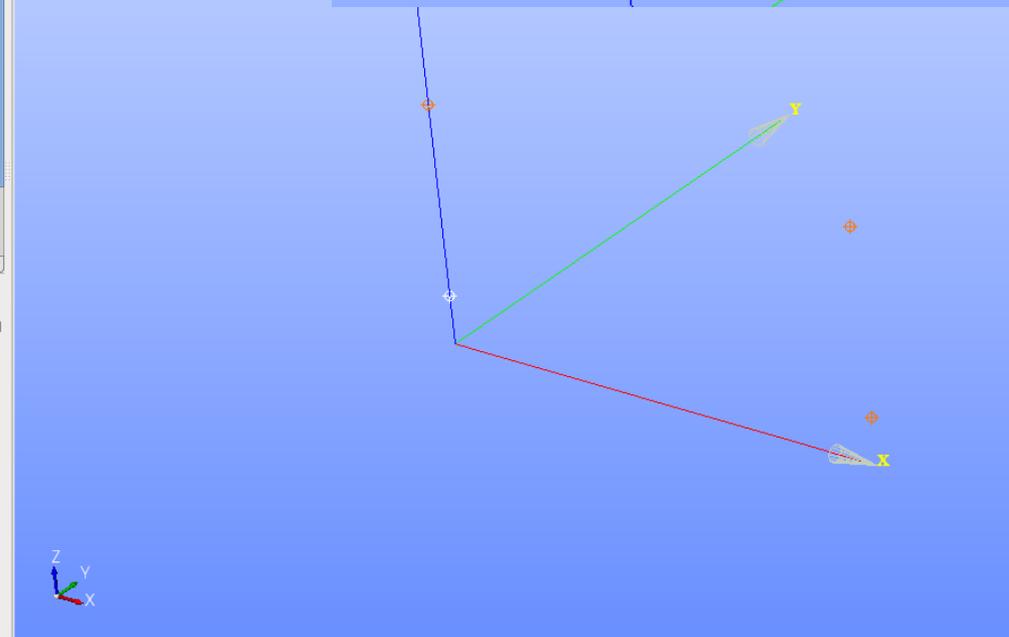
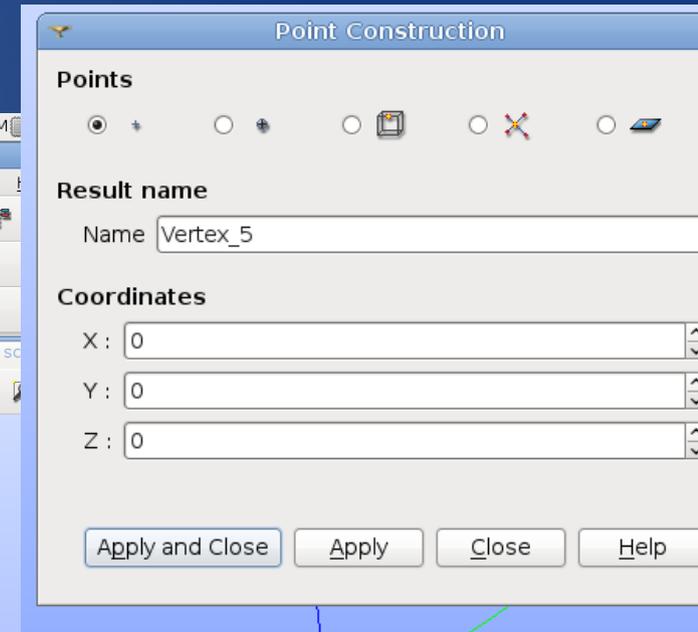
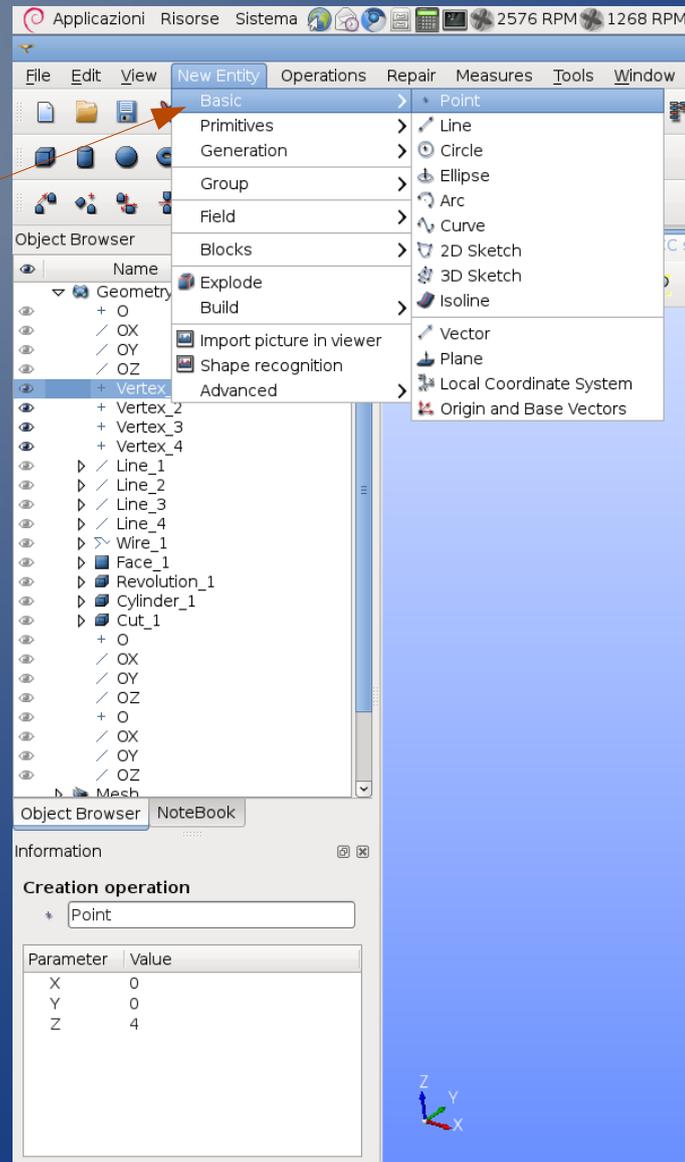
Creiamo la geometria

- In un nuovo file, nell'ambiente “geometry”, click sulla linguetta “notebook”.
- Inseriamo quattro nuove variabili ed assegnamo i valori indicati nell'immagine.
- $r=20$, $rfa=4$, $rft=2$, $l=40$
- Utilizzando le variabili nella creazione della geometria, essa diviene parametrica.



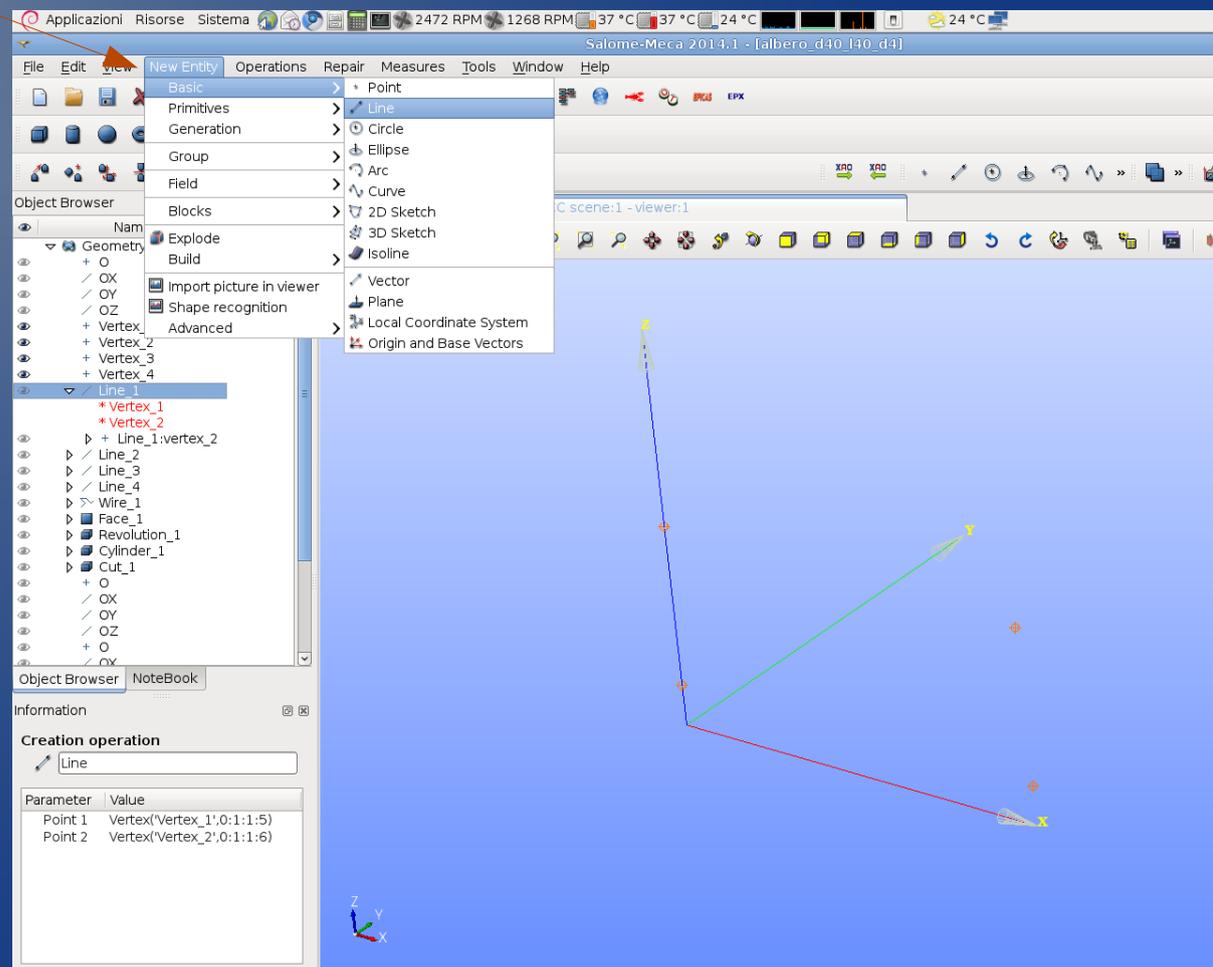
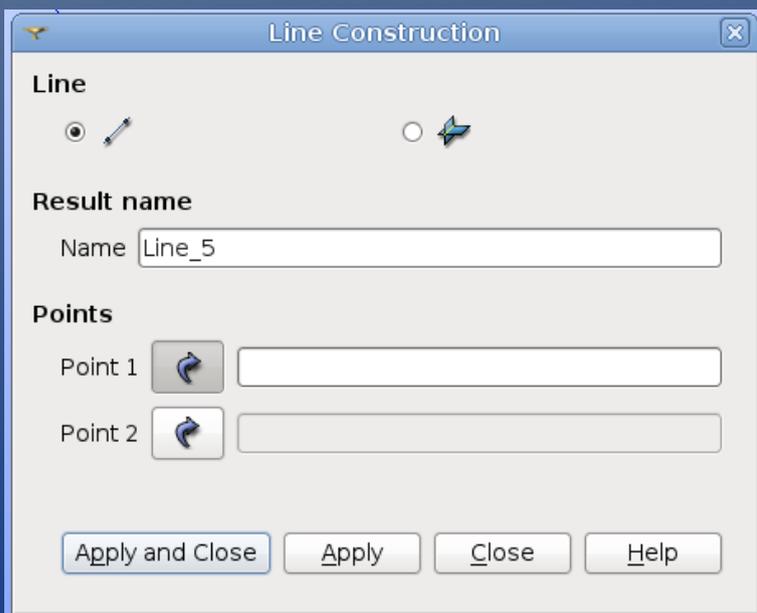
Inseriamo i punti

- Tornati nello "object browser" la sequenza: new entity/basic/point ci permette di creare quattro punti.
- Vertex1 di coordinate: $0; 0; rfa$
- Vertex2 di coordinate: $l; 0; rfa$
- Vertex3 di coordinate: $l; 0; r$
- Vertex4 di coordinate: $0; 0; r$



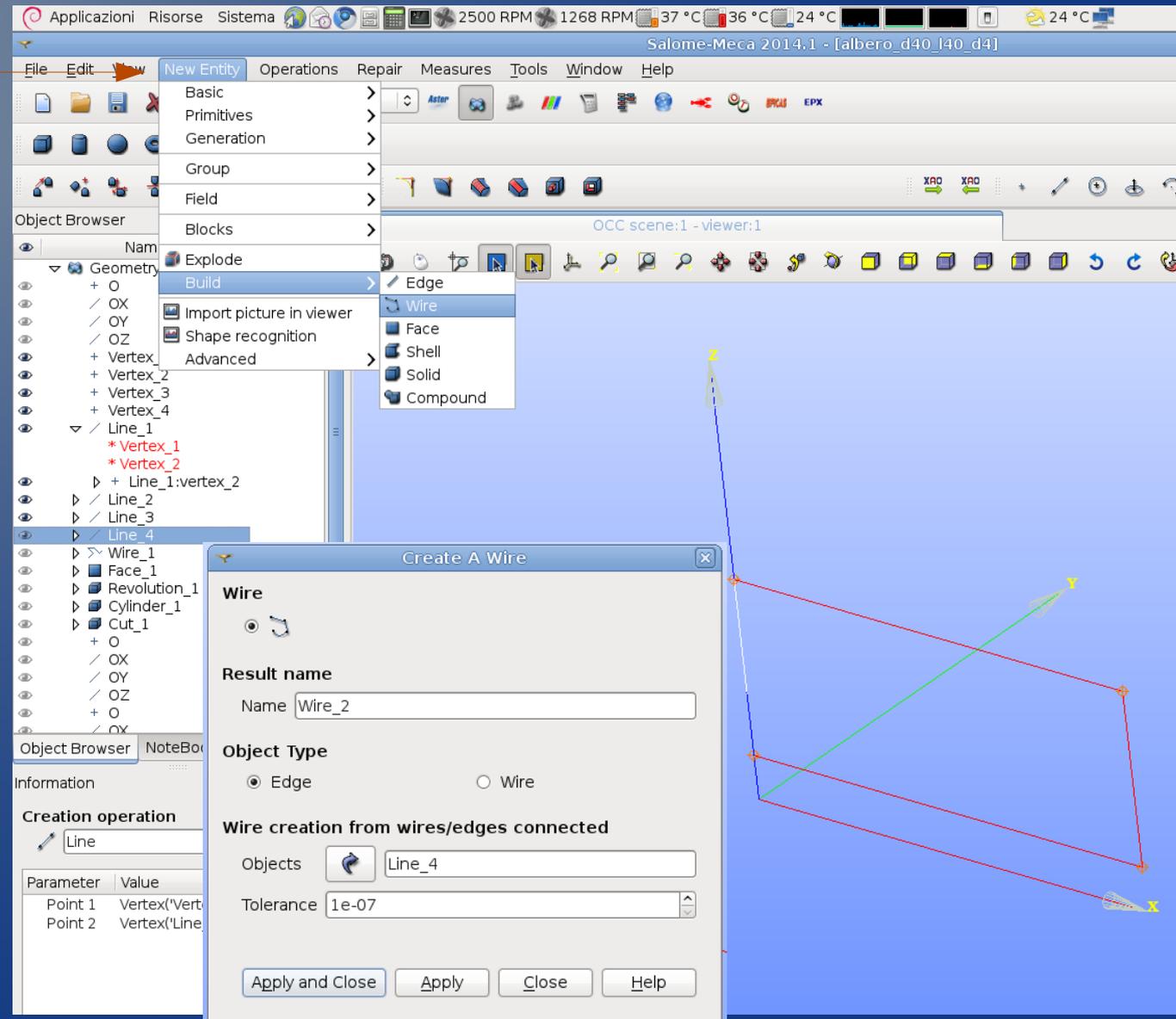
Creiamo i bordi del rettangolo

- Con la sequenza: new entity/basic/line creiamo quattro linee che uniscono i vertici creati
- Possiamo selezionare i vertici dalla finestra grafica o dallo “object browser”



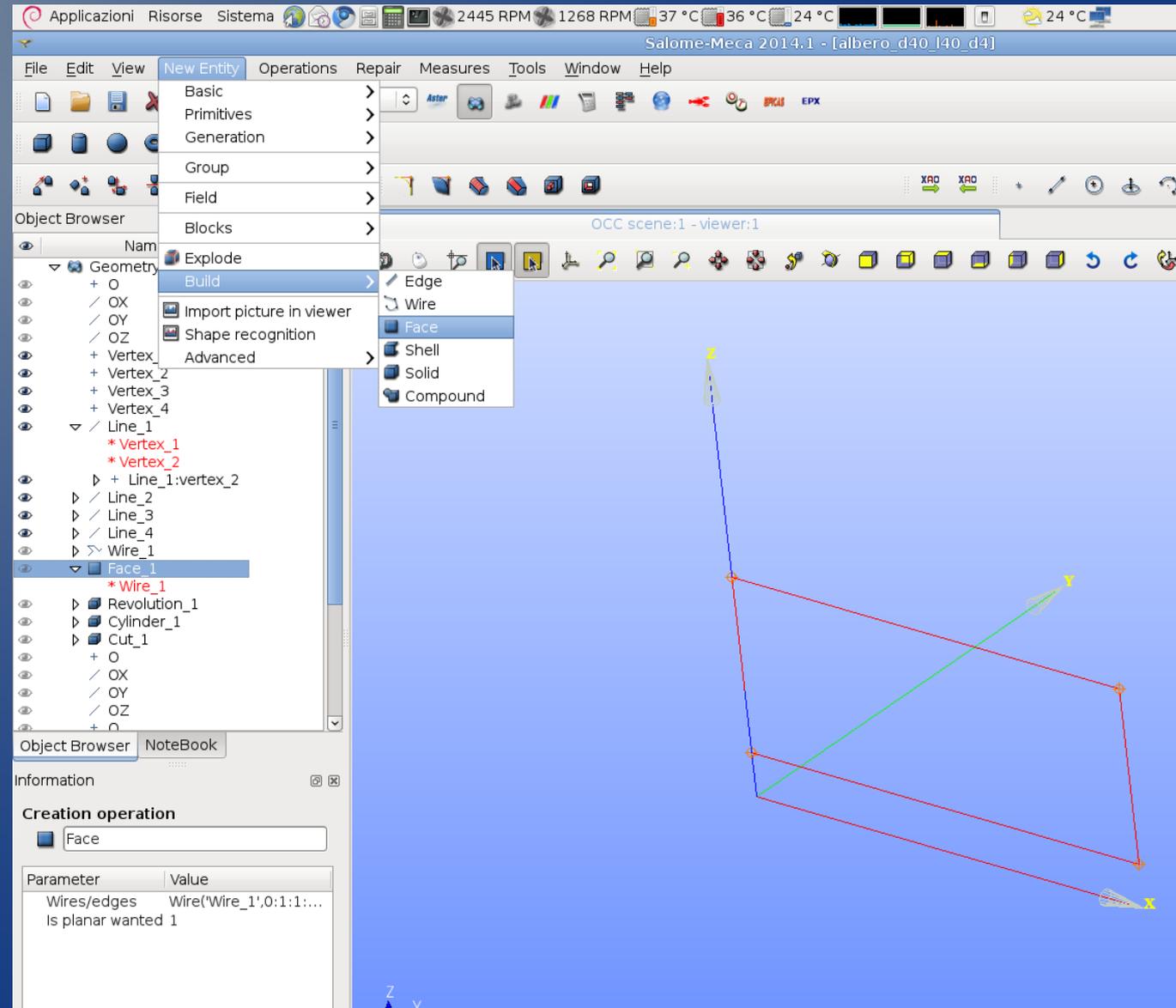
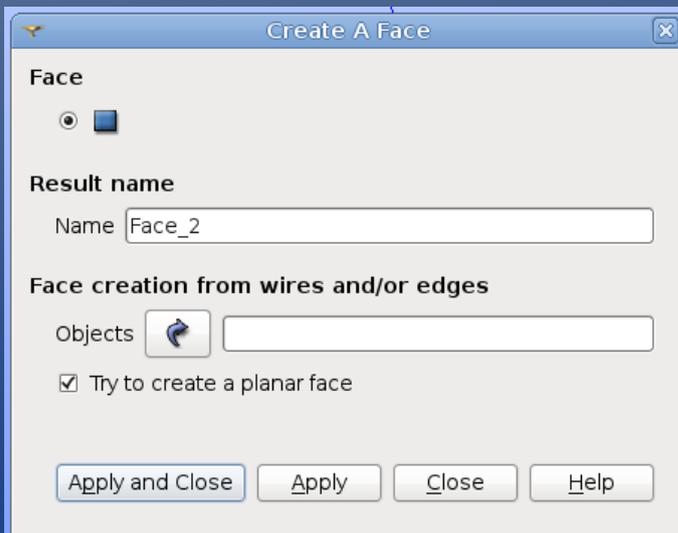
Uniamo il perimetro del rettangolo

- La sequenza: new entity/build/wire unisce i lati di un poligono in un filo unico
- Se scegliamo i lati da finestra grafica: <shift> per selezione multipla
- Scelta da object browser: <ctrl> per selezione multipla



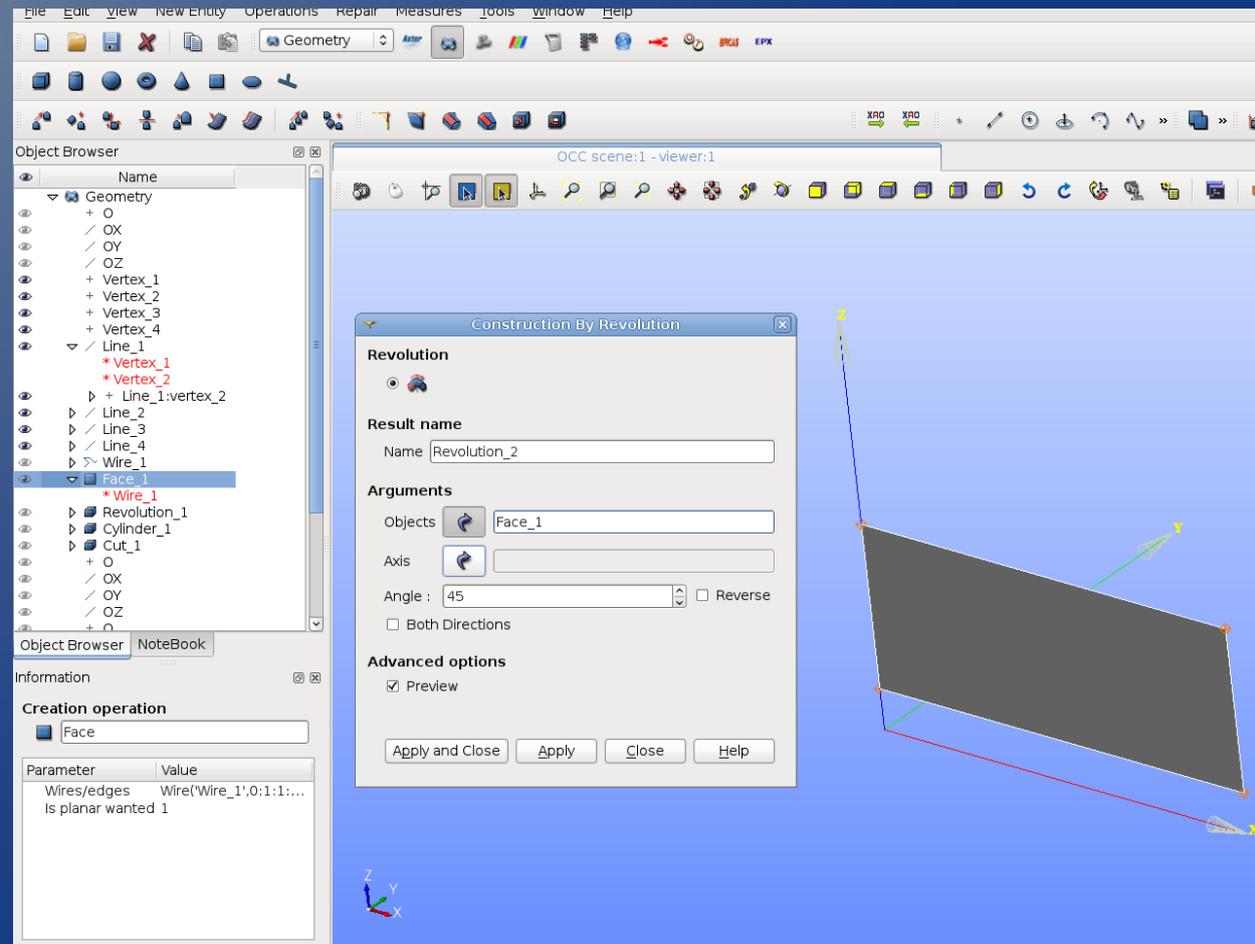
Creiamo la superficie piana

- Creiamo una superficie piana con la sequenza: new entity/build/face
- nella maschera inseriamo il filo creato in precedenza



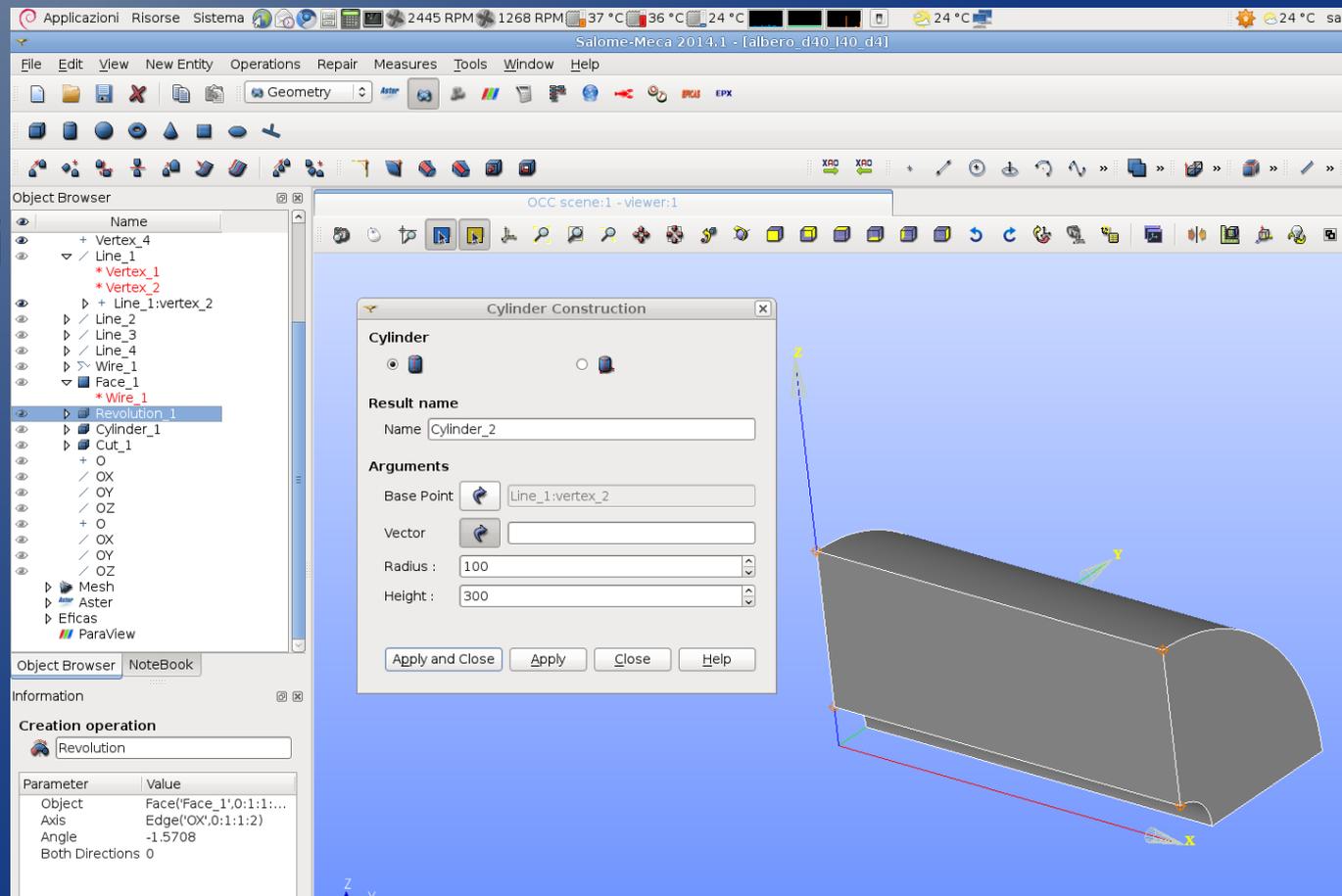
Generiamo il volume

- La sequenza: new entity/generation/revolution apre la maschera del comando
- Con una operazione di estrusione rotazionale generiamo l'albero con il foro assiale
- Selezioniamo la faccia creata e l'asse "OX" presente nello "object browser"
- Infine inseriamo l'angolo di rotazione pari a 90°



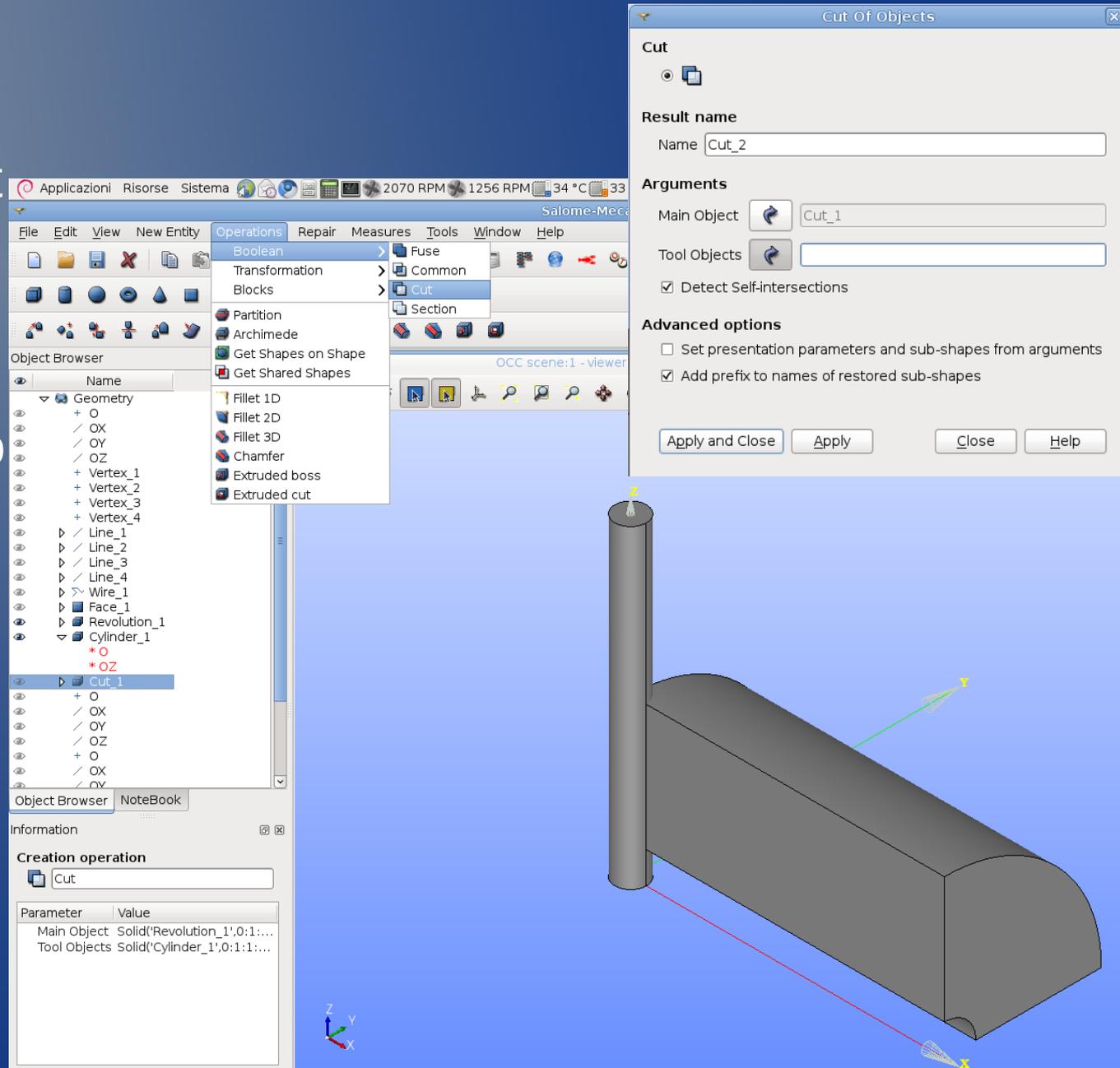
Il foro trasversale

- New entity/primitives/cylinder genera un cilindro
- Scegliamo il cilindro orientato
- Diamo come “base point” l'origine “O” degli assi
- Come asse del cilindro scegliamo l'asse cartesiano “OZ”
- Diamo il raggio “rft” e l'altezza pari a 40
- Creiamo un cilindro verticale da sottrarre a quello orizzontale creato



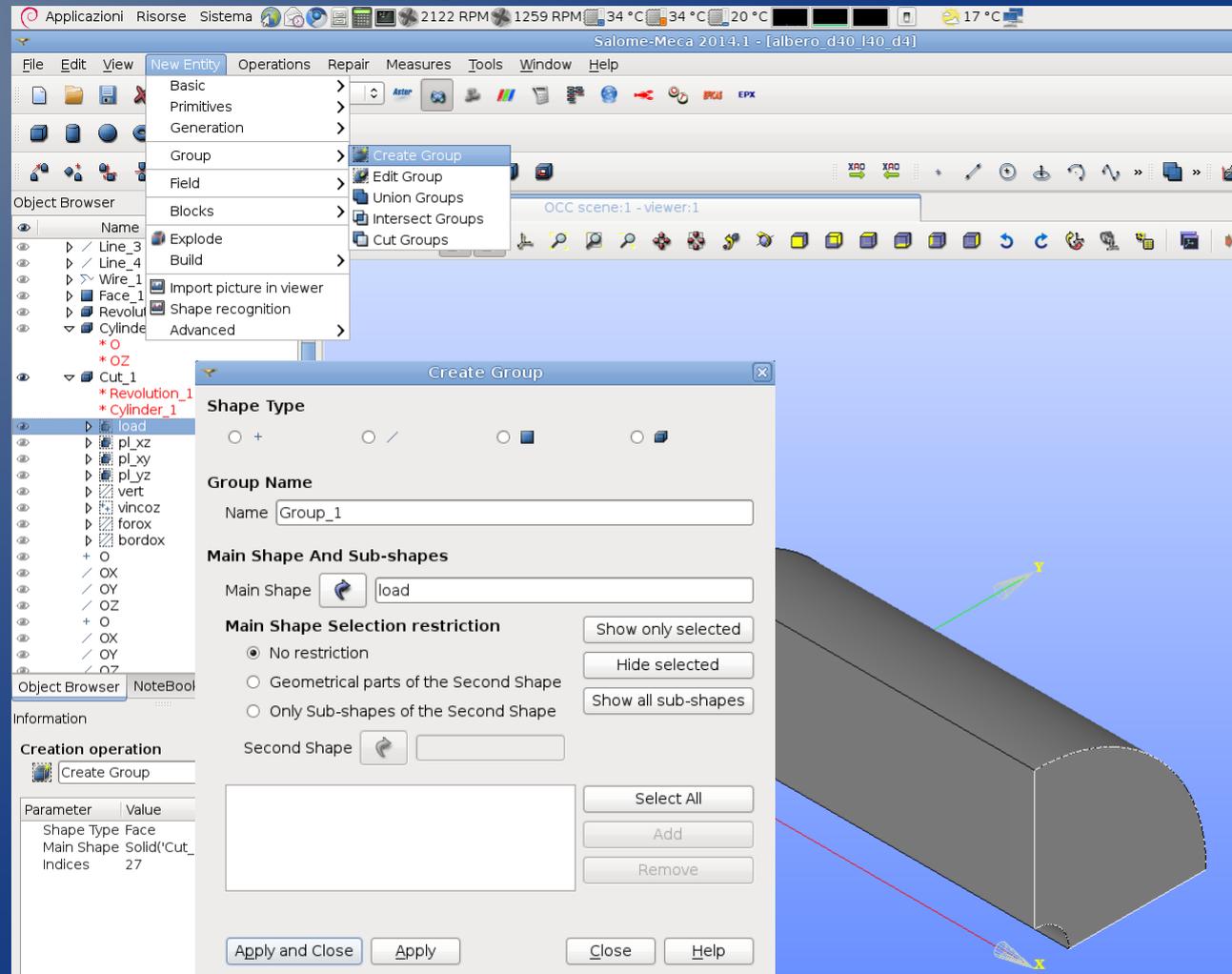
Sottrazione booleana

- La sequenza: operations/boolean/cut produce una sottrazione fra il solido “main” e il solido “tool”
- Selezioniamo il cilindro dia 40 come main object ed il cilindro verticale dia 4 come tool object



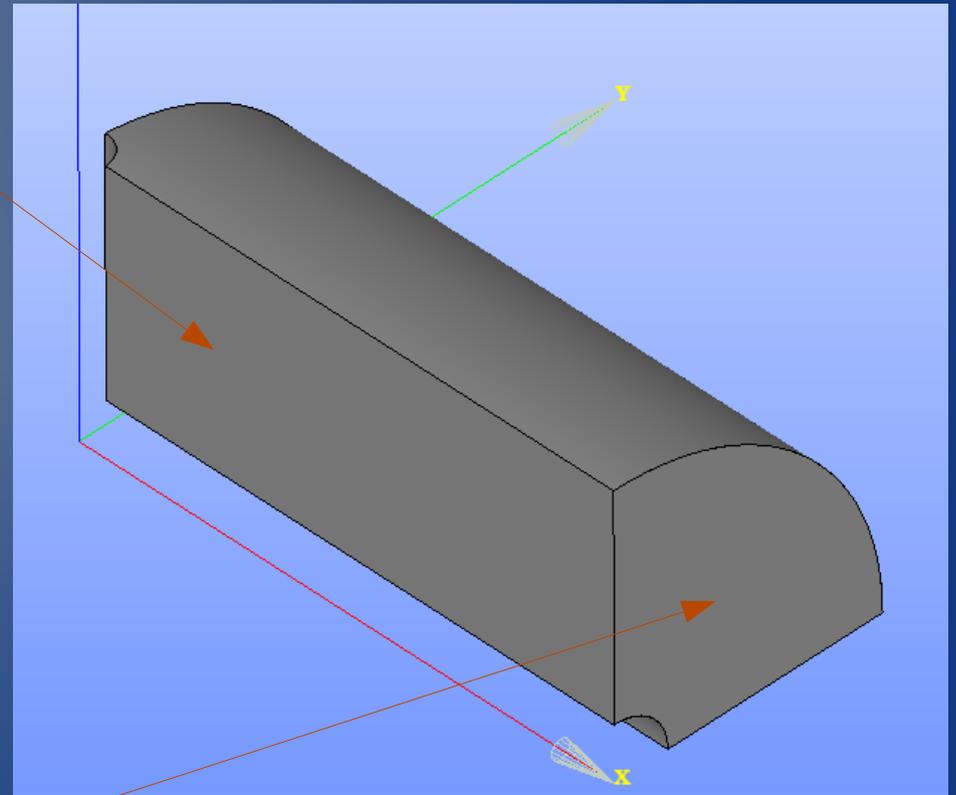
I gruppi

- Conviene creare gruppi di linee, superfici o volumi, su cui applicare vincoli e carichi nel file di comando o su cui visualizzare i risultati
- Creare gruppi in eccesso non comporta problemi
- La sequenza: new entity/group/create group apre la maschera per selezionare le entità appartenenti al gruppo



Gruppi per le condizioni al contorno

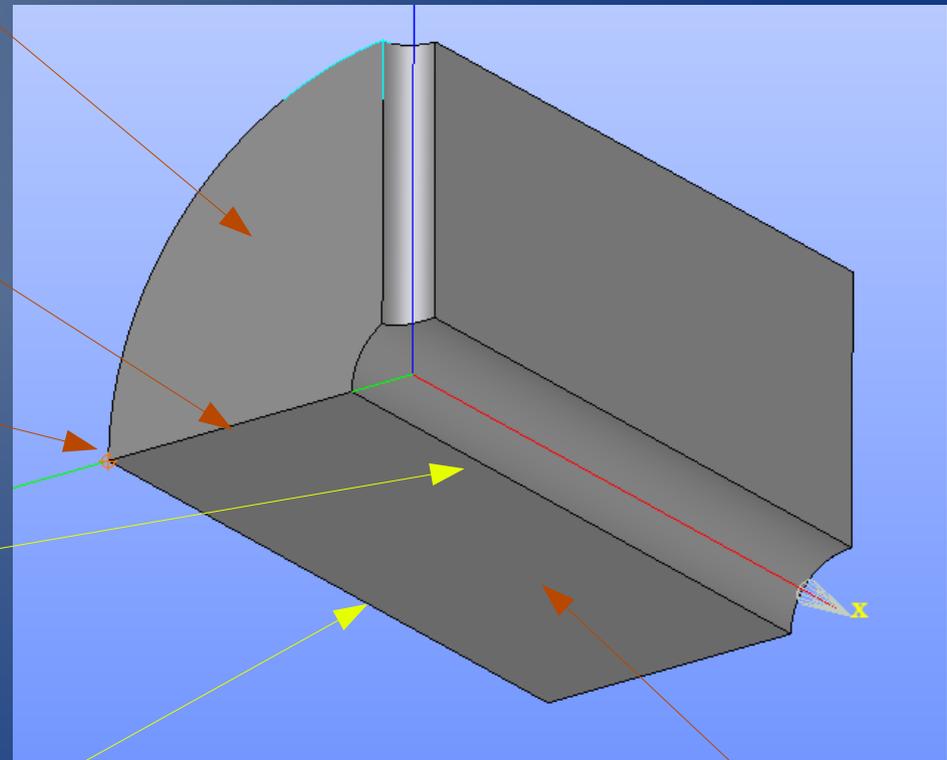
- Gruppo superficie “pl_xz” al quale applicheremo vincoli ai gradi di libertà



- Gruppo superficie “load” al quale applicheremo i carichi

Gruppi per le condizioni al contorno

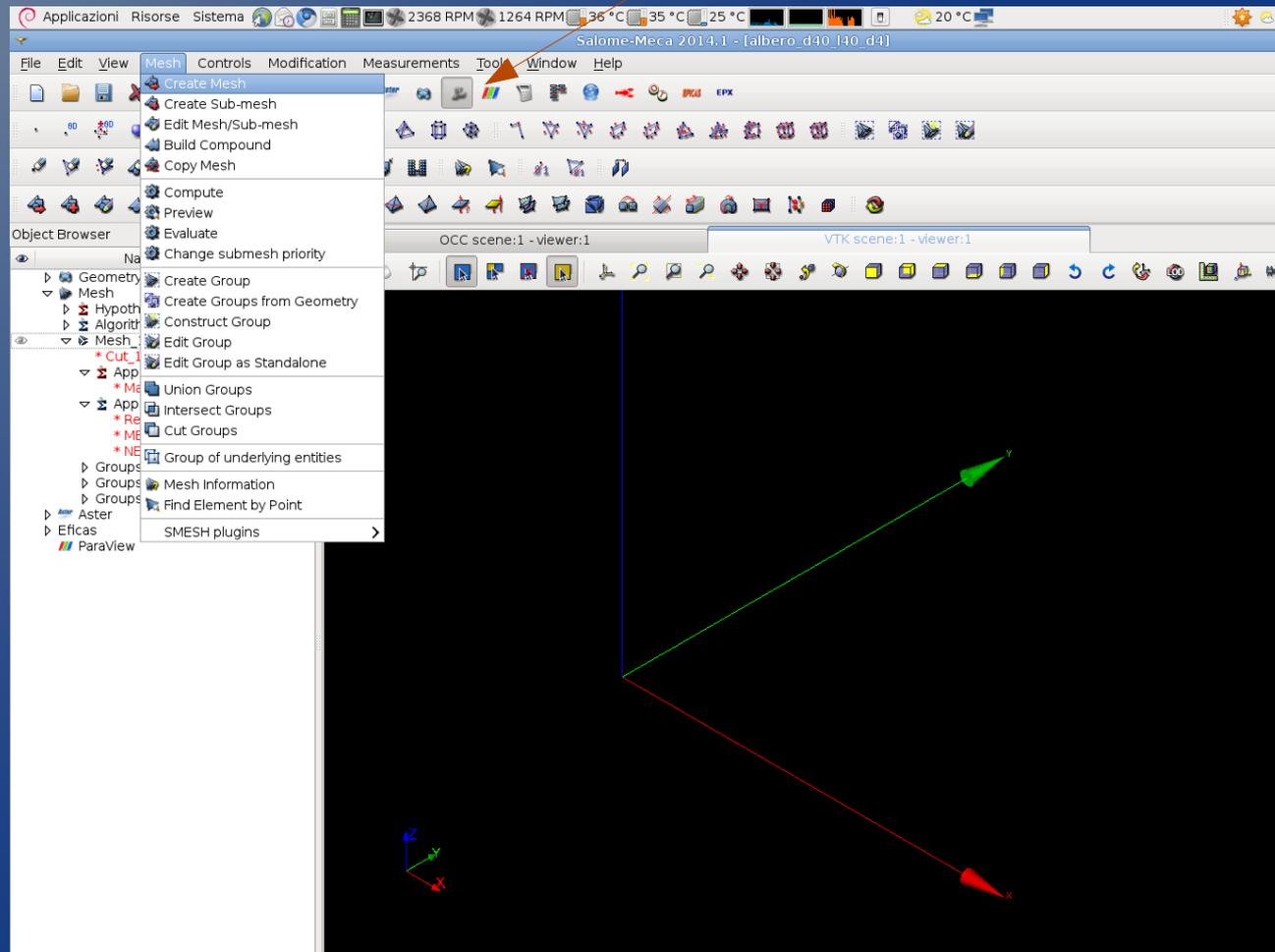
- Gruppo superficie “pl_yz” per vincoli ai g.d.l.
- Gruppo linea “vert” intersezione fra pl_yz e fra pl_xy per g.d.l.
- Gruppo nodo “vincoz” per vincoli ai g.d.l.
- Gruppo linea “foro_x” per visualizzare risultati
- Gruppo linea “bordox” per visualizzare risultati



- Gruppo superficie “pl_xy” per vincoli ai g.d.l.

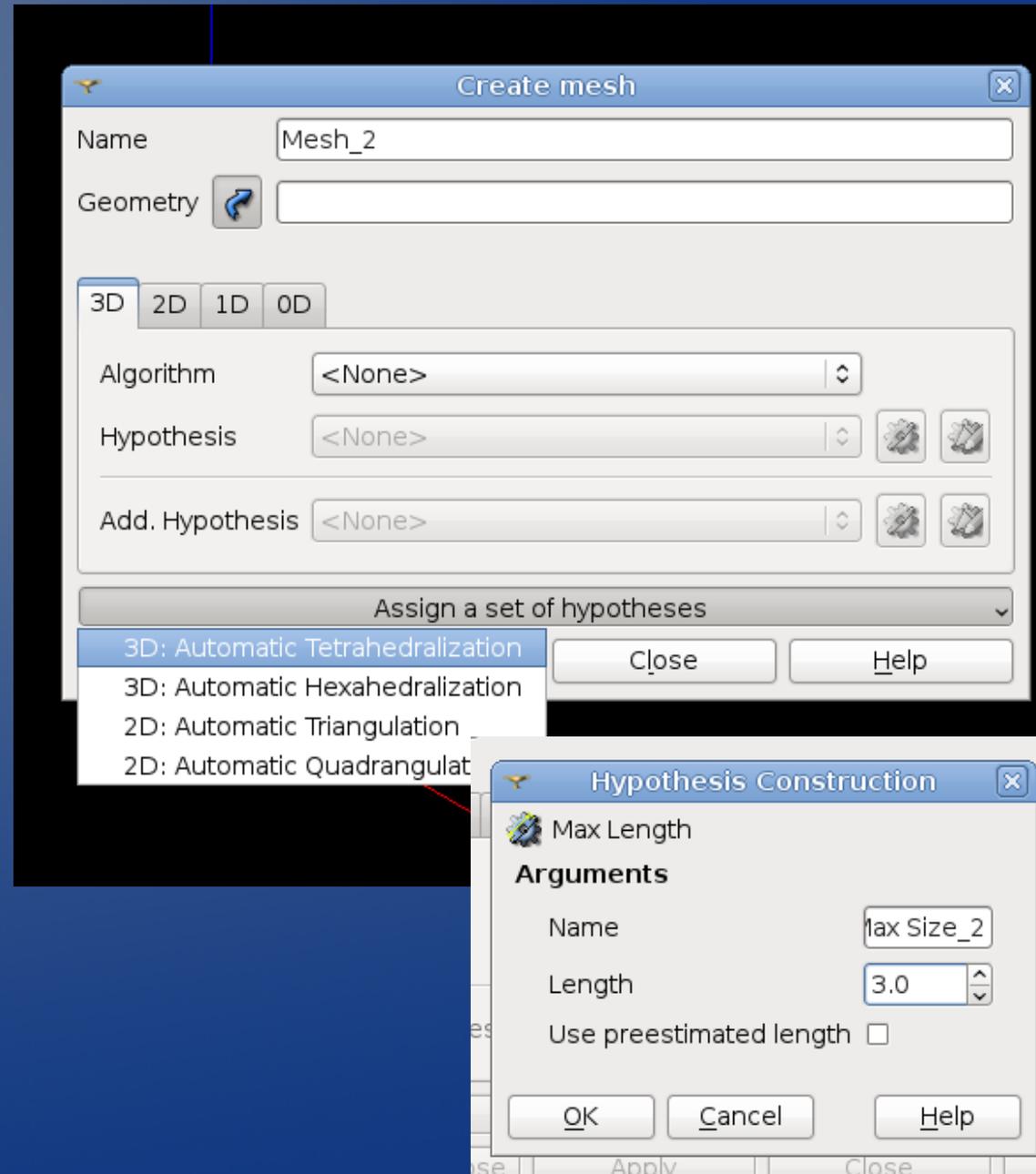
Modulo Mesh

- Serve specificare una geometria su cui realizzare la maglia ed il tipo di algoritmo che suddividerà gli spigoli, le superfici ed i volumi
- Viene realizzata una maglia con elementi monodimensionali sulle linee, bidimensionali sulle superfici e tridimensionali sui volumi.
- Il file di comando legge tutti gli elementi ma se non si attribuisce loro rigidezza non partecipano al calcolo
- Nella barra alta un click sull'icona mesh apre il modulo per realizzare la maglia di elementi



Assegniamo le proprietà alla mesh

- La sequenza: mesh/create mesh apre la maschera per inserire la geometria e gli algoritmi
- Scegliamo la geometria “cut1” risultante dalla booleana
- Scegliamo il “set of hypotheses” “automatic tetrahedralization” che genererà tetraedri sul volume del cilindro creato
- Impostiamo una “max length” pari a 3



Calcoliamo la mesh

- Risultati e riassunto degli elementi creati
- Click destro su mesh_1 nello “object browser” e poi “compute” lancia il calcolo della mesh

Mesh computation succeed

Compute mesh

Name
Mesh_1

Mesh Infos

	Total	Linear	Quadratic
Nodes :	1134		
0D Elements :	0		
Balls :	0		
Edges :	114	114	0
Faces :	1554	1554	0
Triangles :	1554	1554	0
Quadrangles :	0	0	0
Polygons :	0		
Volumes :	4151	4151	0
Tetrahedrons :	4151	4151	0
Hexahedrons :	0	0	0
Pyramids :	0	0	0
Prisms :	0	0	0
Hexagonal prisms :	0		
Polyhedrons :	0		

Close

Salome-Meca 2014.1 - [albero_d40_l40_d4]

File Edit View Mesh Controls Modification Measurements Tools Window Help

Object Browser

Mesh_1

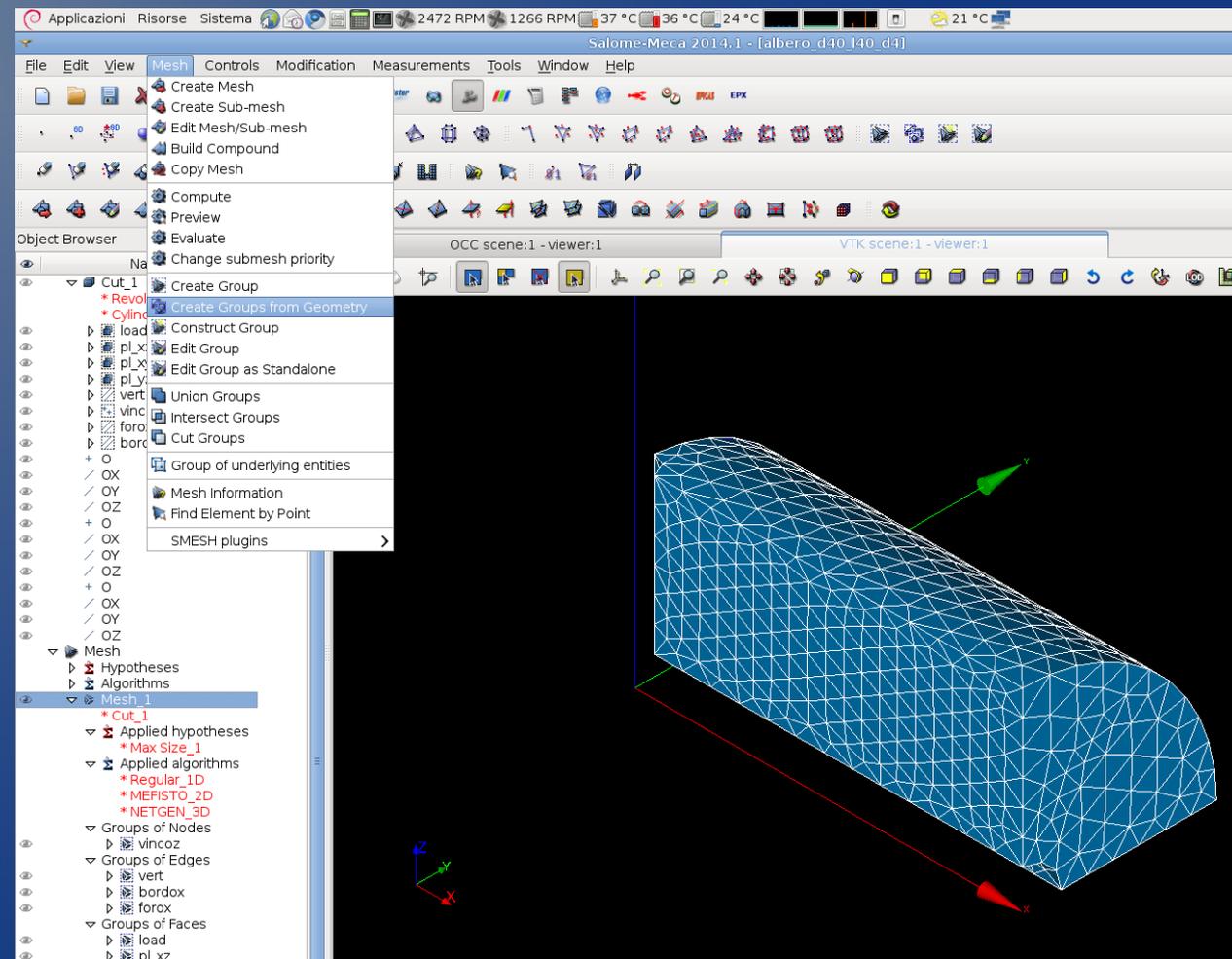
- Line_3
- Line_4
- Wire_1
- Face_1
- Revolution_1
- Cylinder_1
 - O
 - OZ
 - Revolution_1
 - Cylinder_1
- Cut_1
 - load
 - pl_xz
 - pl_xy
 - pl_yz
 - vert
 - vincoz
 - forox
 - bordox
 - o
 - OX
 - OY
 - OZ
 - o
 - OX
 - OY
 - OZ
 - o
 - OX
 - OY
 - OZ
- Mesh
- Hypotheses
- Algorithms
- Mesh_1
 - Cut_1
 - Applied hypotheses
 - Max Size_1
 - Applied algorithms
 - Regular_1D
 - MEFISTO_2D
 - NETGEN_3D
 - Groups of Nodes
 - Groups of Edges

1 - viewer:1

VTK scene:1 - viewer:1

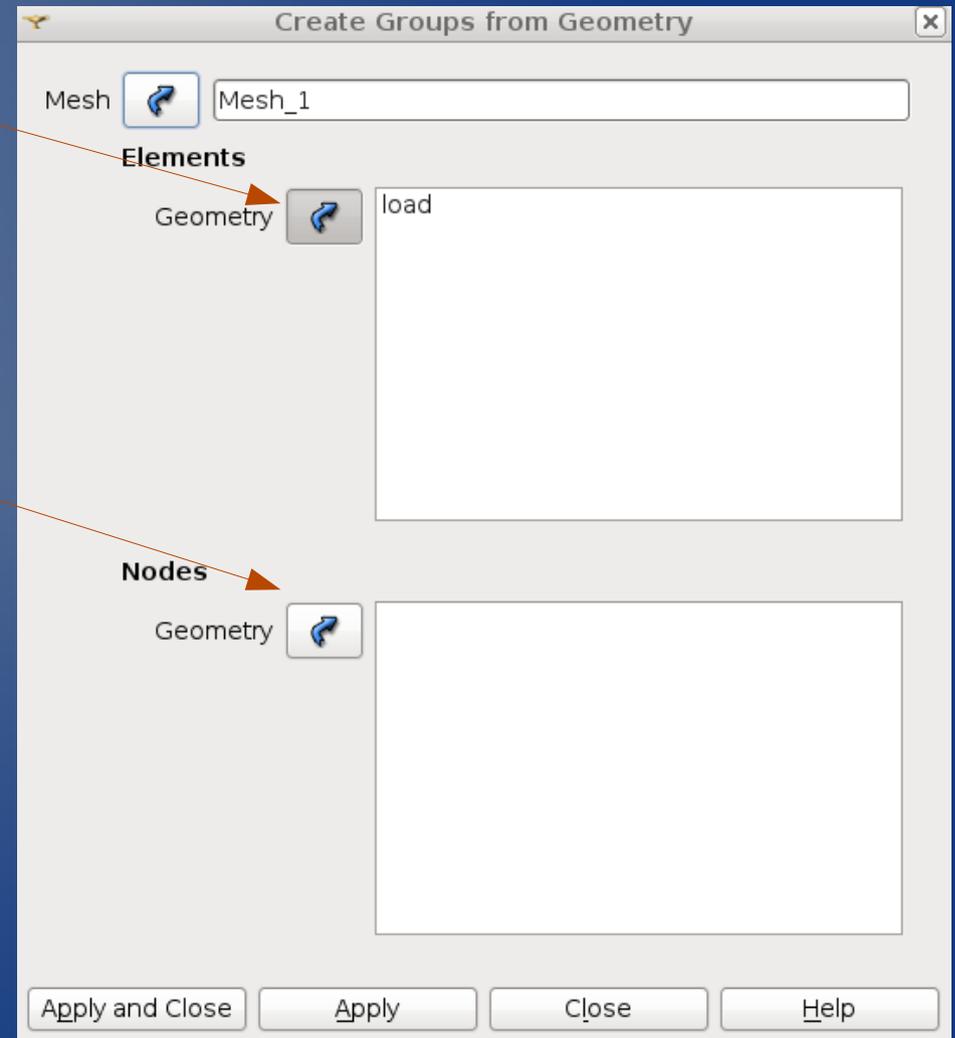
Gruppi dalla geometria

- La sequenza:
mesh/create groups
from geometry
- permette di replicare i
gruppi creati nella
geometria



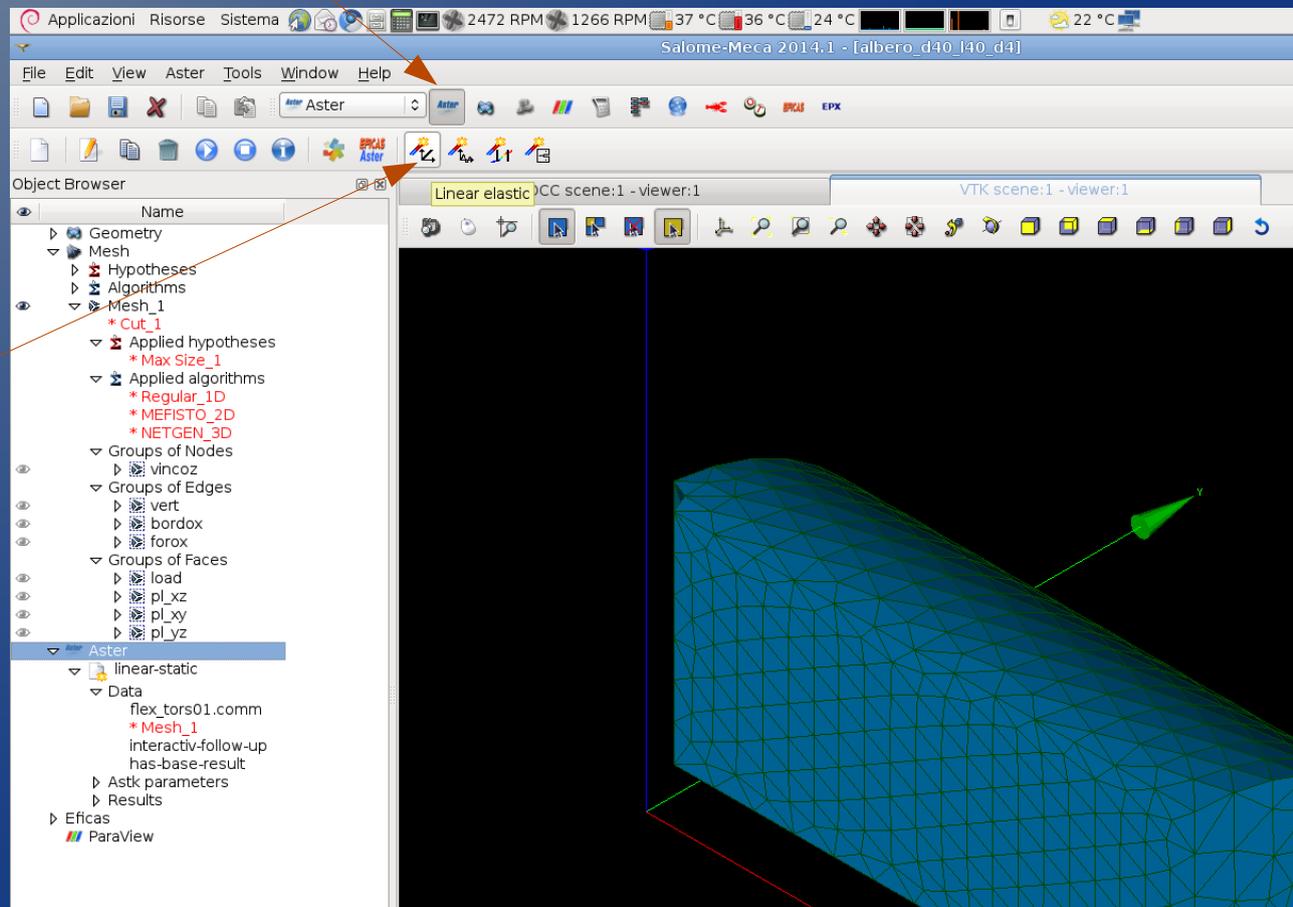
Gruppi dalla geometria

- Sopra si scelgono i gruppi creati nella geometria che diventeranno gruppi di elementi monodimensionali o bidimensionali
- Sotto si scelgono i gruppi creati nella geometria che diventeranno gruppi di nodi
- I gruppi creati sono visibili nello “object browser”
- E' comoda la selezione dei gruppi geometrici da “object browser”



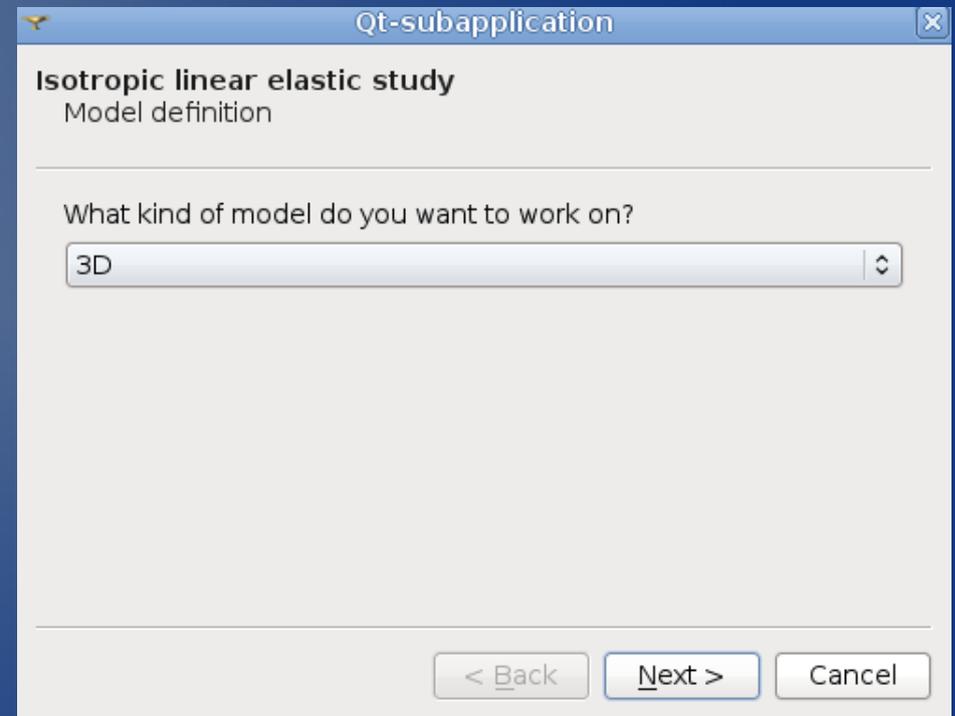
Modulo aster

- Click sul bottone “aster”
- Attiviamo il modulo per la preparazione di uno studio. Esso si compone principalmente di una mesh e di un file di comando
- Per creare lo studio utilizziamo il “wizard” linear elastic. Poi modificheremo il file di comando con l'editor “eficas”



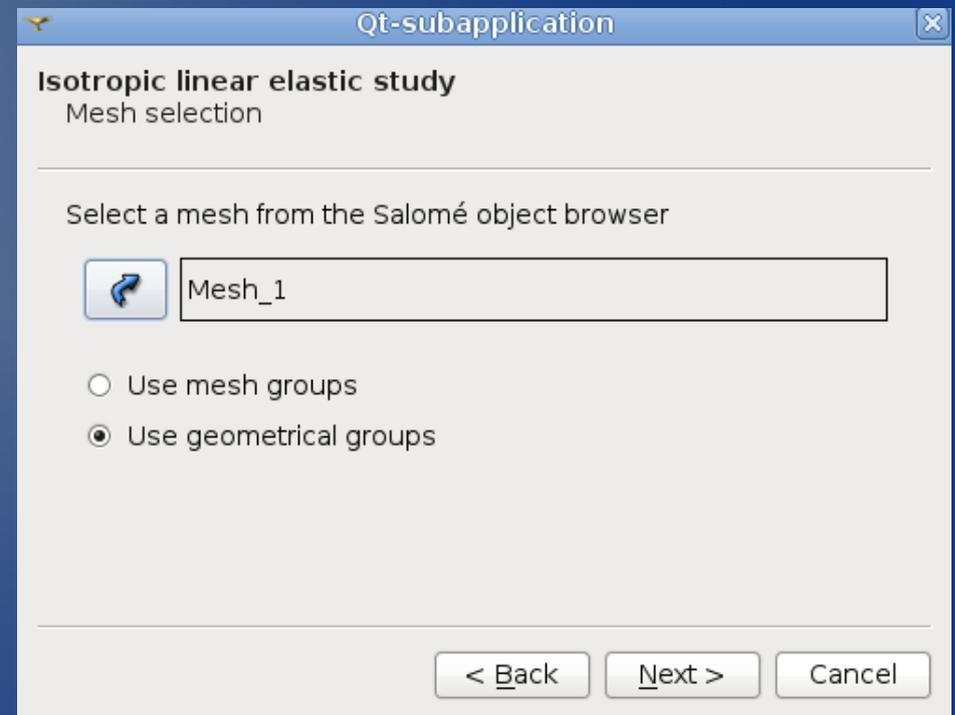
Wizard – scelta del modello

- Il wizard genera un file “standard” per la maggior parte dei problemi lineari elastici
- Il primo passo chiede quale tipo di modello abbiamo preparato: 3D, plane stress, plane strain o axisymmetric
- Scegliamo 3D



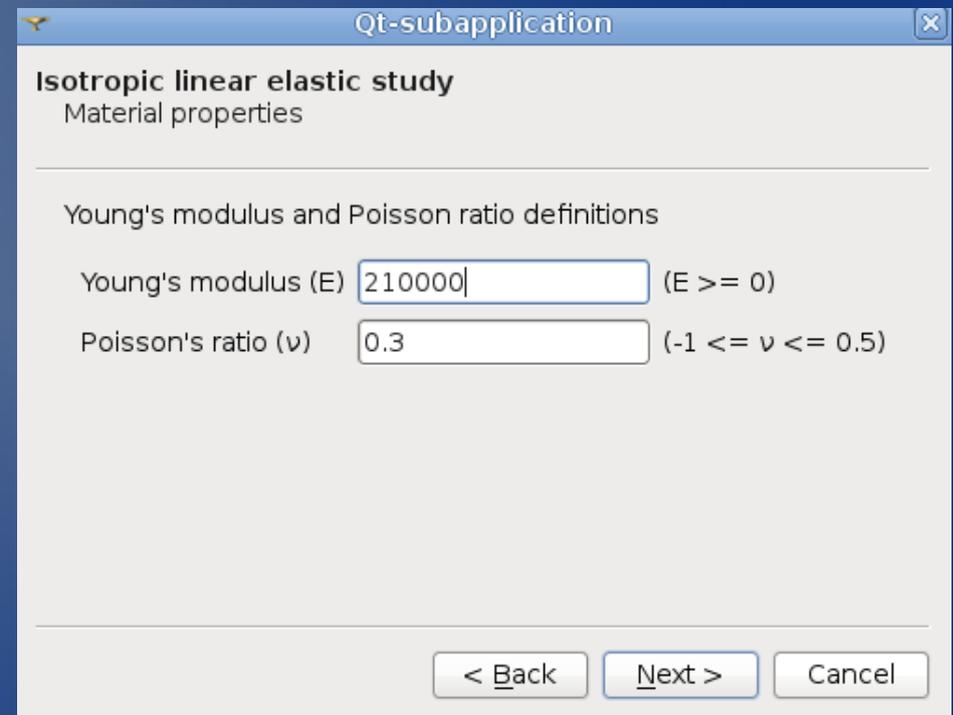
Wizard – scelta della mesh

- Scegliamo dallo “object browser” la mesh_1 costruita nel modulo mesh
- In questo caso i gruppi della geometria e della mesh sono uguali
- Scegliendo l'opzione geometrical groups, i gruppi della geometria sono ricostruiti nella mesh



Wizard – caratteristiche del materiale

- Il wizard chiede le caratteristiche necessarie e sufficienti del materiale per poter svolgere il calcolo
- Inseriamo i dati di un acciaio generico



Qt-subapplication

Isotropic linear elastic study
Material properties

Young's modulus and Poisson ratio definitions

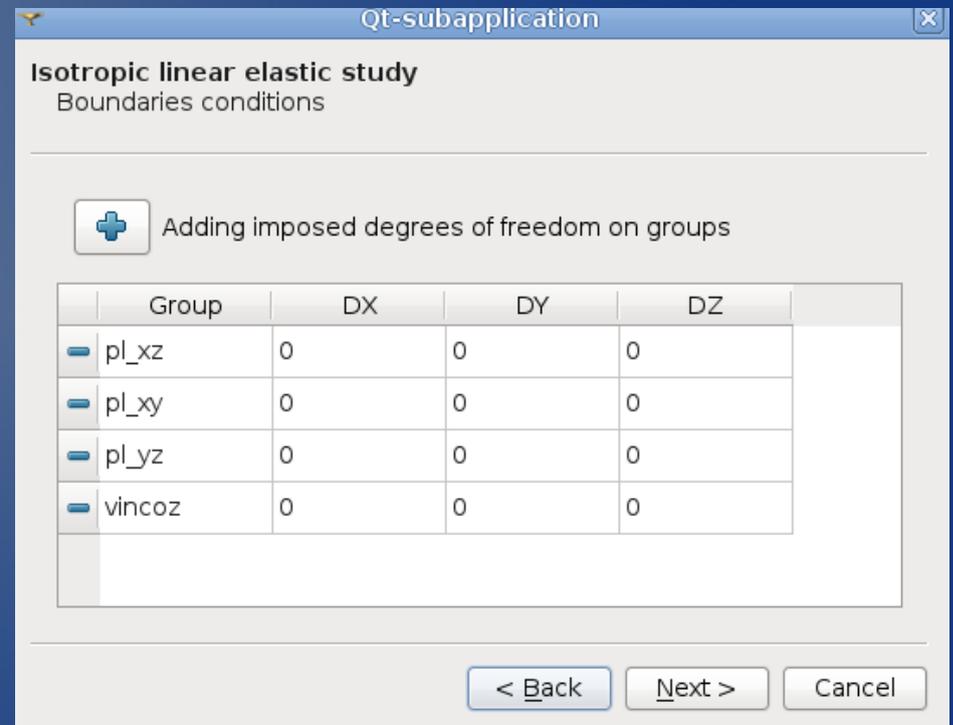
Young's modulus (E) (E >= 0)

Poisson's ratio (ν) (-1 <= ν <= 0.5)

< Back Next > Cancel

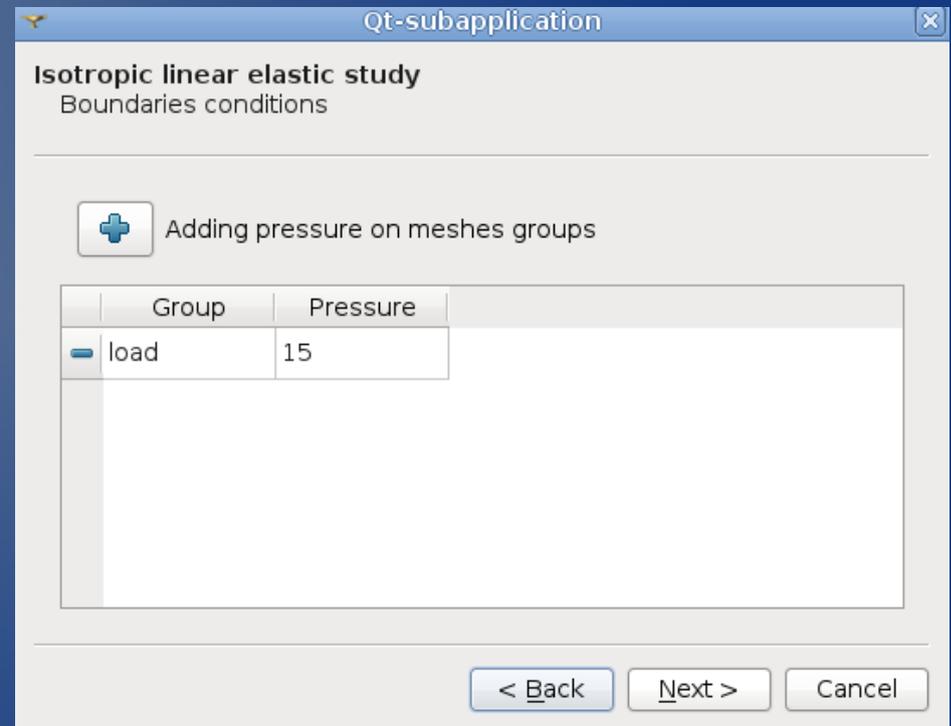
Wizard - vincoli

- Siamo alle condizioni al contorno: imponiamo i g.d.l
- Aggiungiamo 4 righe e con doppio click sul nome del “Group” di default, scegliamo i gruppi seguenti: pl_xz, pl_xy, pl_yz e vincoz
- Imponiamo nulli tutti gli spostamenti, poi andremo a correggerli nel file di comando creato



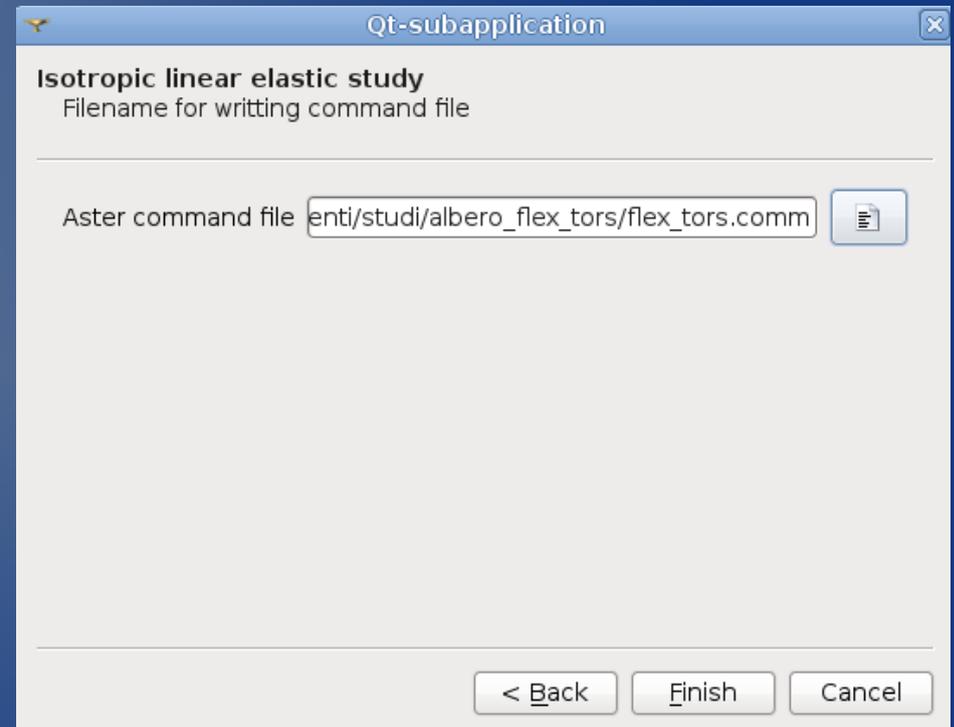
Wizard – carichi

- Il wizard impone di default una pressione ortogonale ad una superficie, positiva se opposta alla normale uscente degli elementi
- Scegliamo nella colonna “Group” il gruppo “load” destinato ai carichi
- Assegniamo un valore di pressione qualsiasi che aggiusteremo poi nel file di comando



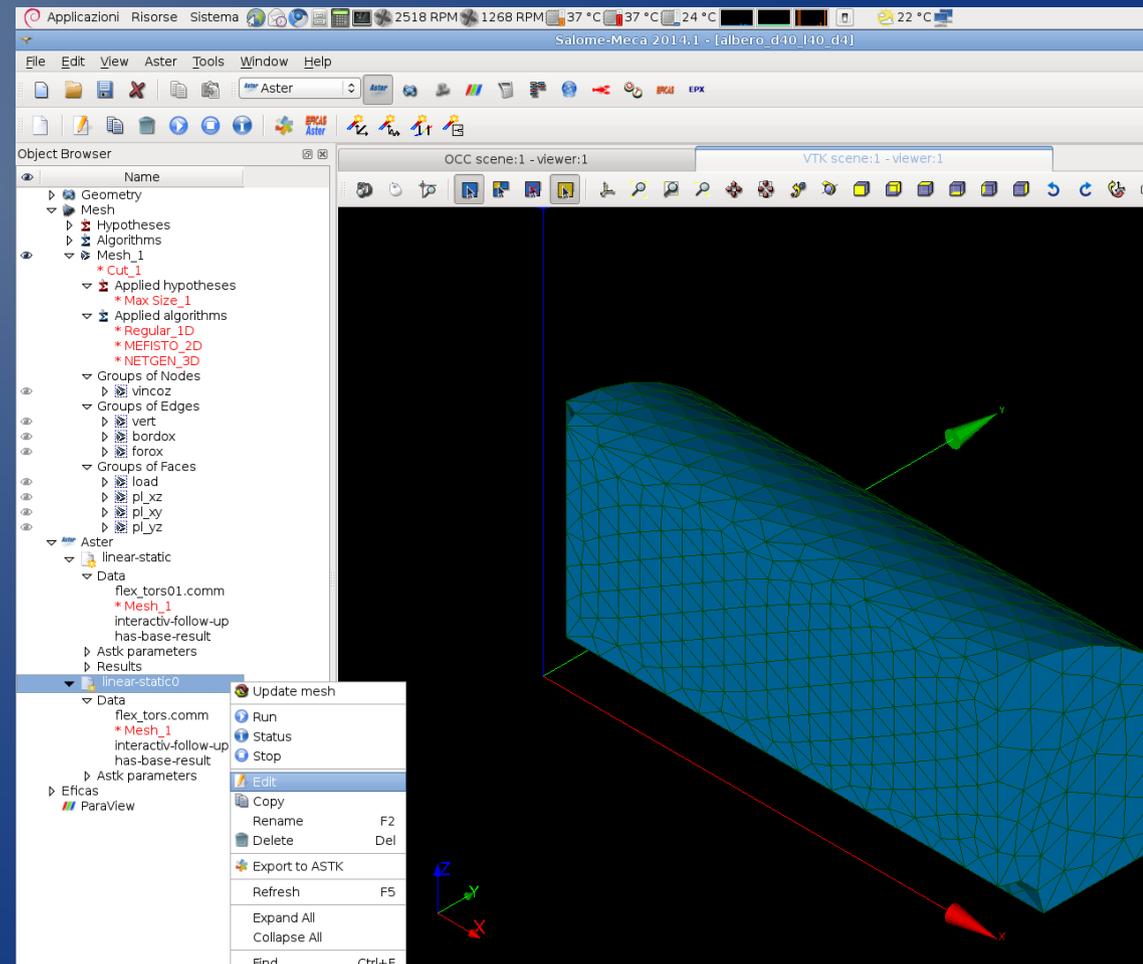
Wizard – file di comando

- Click sul bottone a fianco della barra, poi digitiamo un nome mnemonico per il file di comando; ad esempio: `fles_tors.comm`
- Click su finish completa la procedura del wizard
- Nello “object browser” troviamo sotto il nome “linear-static” tutti i file relativi allo studio appena creato



I parametri dello studio

- Click destro su linear-static/edit apre la maschera dei parametri dello studio
- Oltre quelli di default come il file di comando e la mesh inseriti in automatico dal wizard, possiamo gestire tempo di calcolo e numero di processori



Parametri di calcolo

- Lasciare sbazzata la casella “interactive follow up” che mostra in tempo reale l'output del solutore
- Lasciare sbazzata anche la casella “save result data base” per salvare il data base dei risultati accessibile poi in fase di post processing con lo strumento “stanley”
- Impostare memoria sufficiente a contenere il problema ed un tempo ragionevole per la sua soluzione

Qt-subapplication

Study case definition

Name: linear-static0

Command file: from disk | e:/roberto/Documenti/studi/albero_flex_tors/flex_tors.comm

Mesh: from object browser | Mesh_1

ASTK services

Server: localhost | Aster version: stable | Refresh servers

Execution mode: interactif | Interactive follow up:

Solver parameters

Total memory (MB): 512 | Time (s): 600

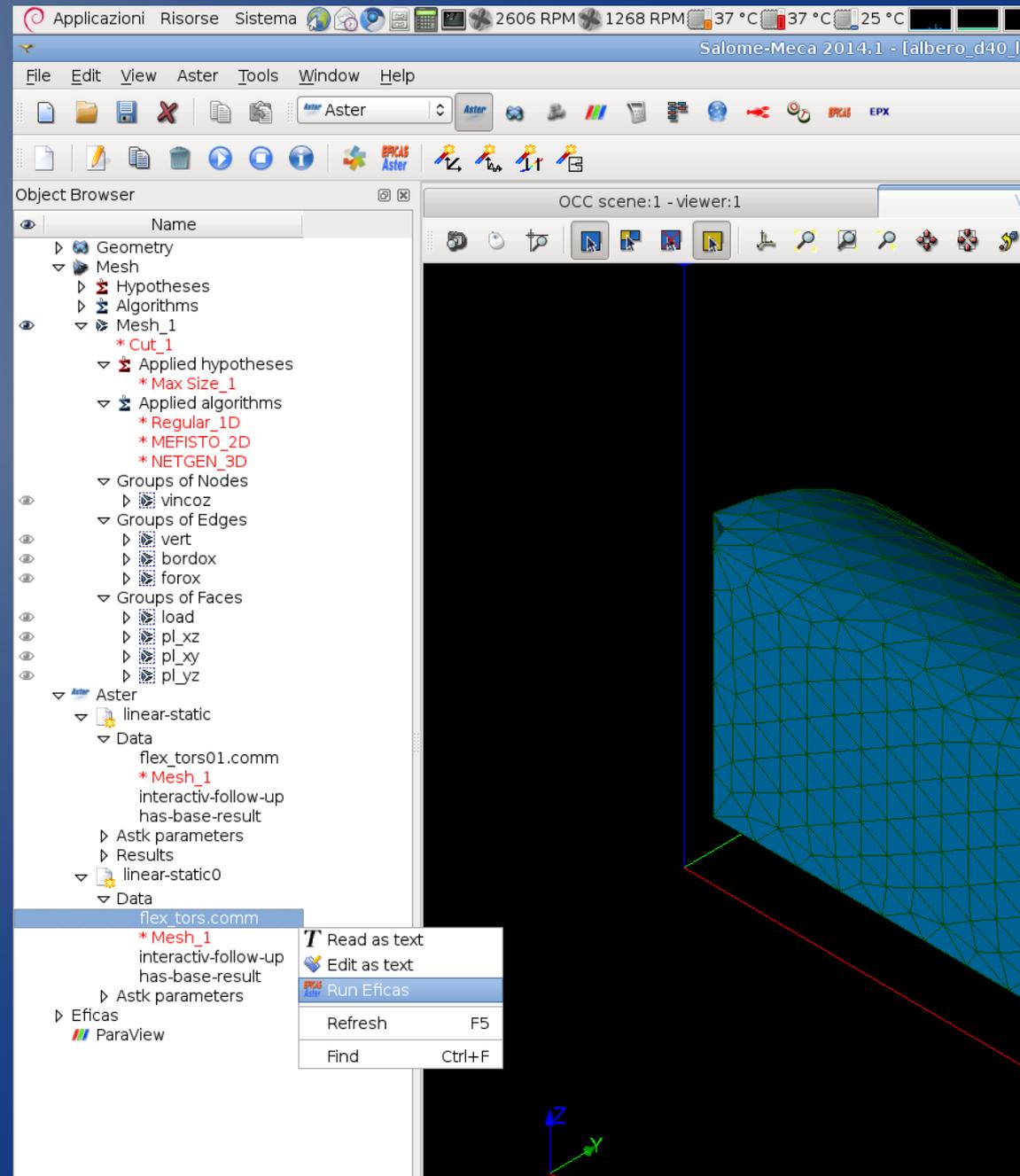
CPU number: 1 | Save result database:

Cancel OK

- Se disponibili, scegliere più processori per velocizzare il calcolo

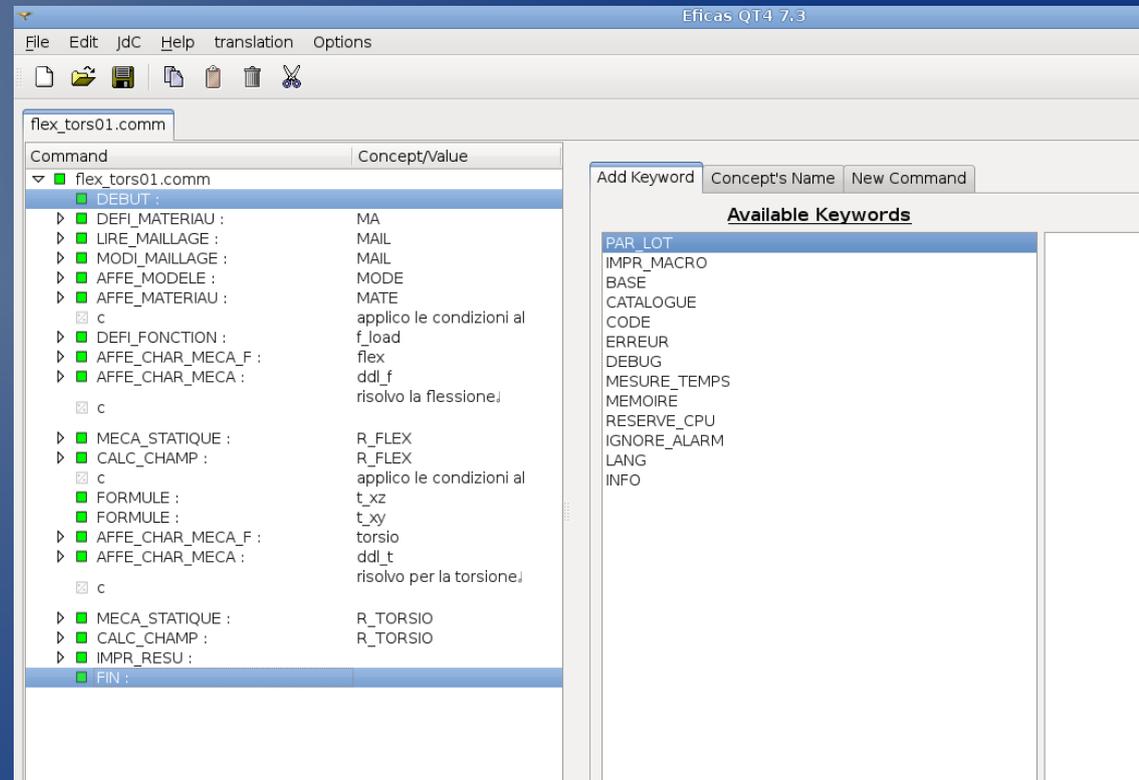
Il file di comando

- Bottone destro sul nome file: flex_tors.comm poi scelgo “Run Eficas”
- Lancia l'editor dei file di comando che aiuta nella redazione delle istruzioni passate poi al solutore
- Eficas evita di commettere errori di sintassi ma non di concetto



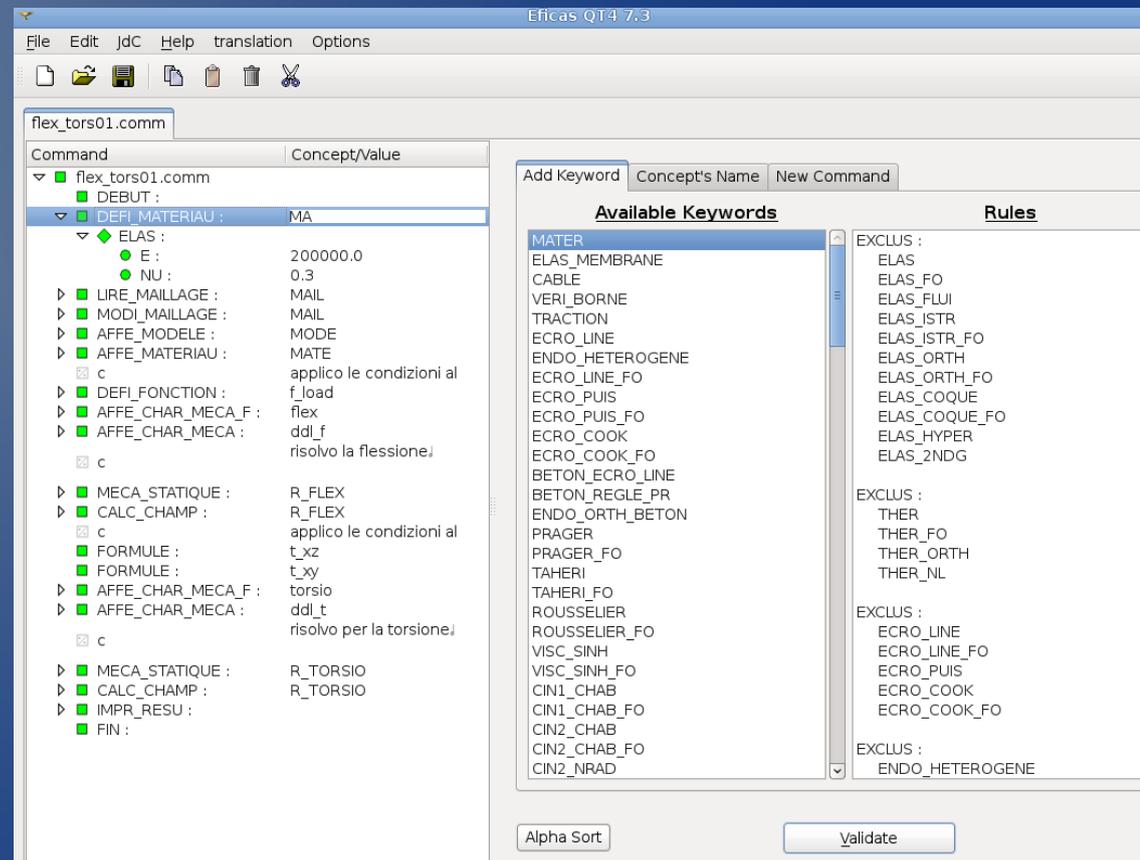
Inizio e fine

- Il file di comando deve sempre avere un'istruzione di inizio "DEBUT" ed una di fine "FIN"
- DEBUT definisce il database e la posizione dei file, poi legge il catalogo degli elementi e dei comandi
- FIN comunica al solutore che il lavoro è finito
- Per riprendere un calcolo già eseguito si intesta il file di comando con "POURSUITE"



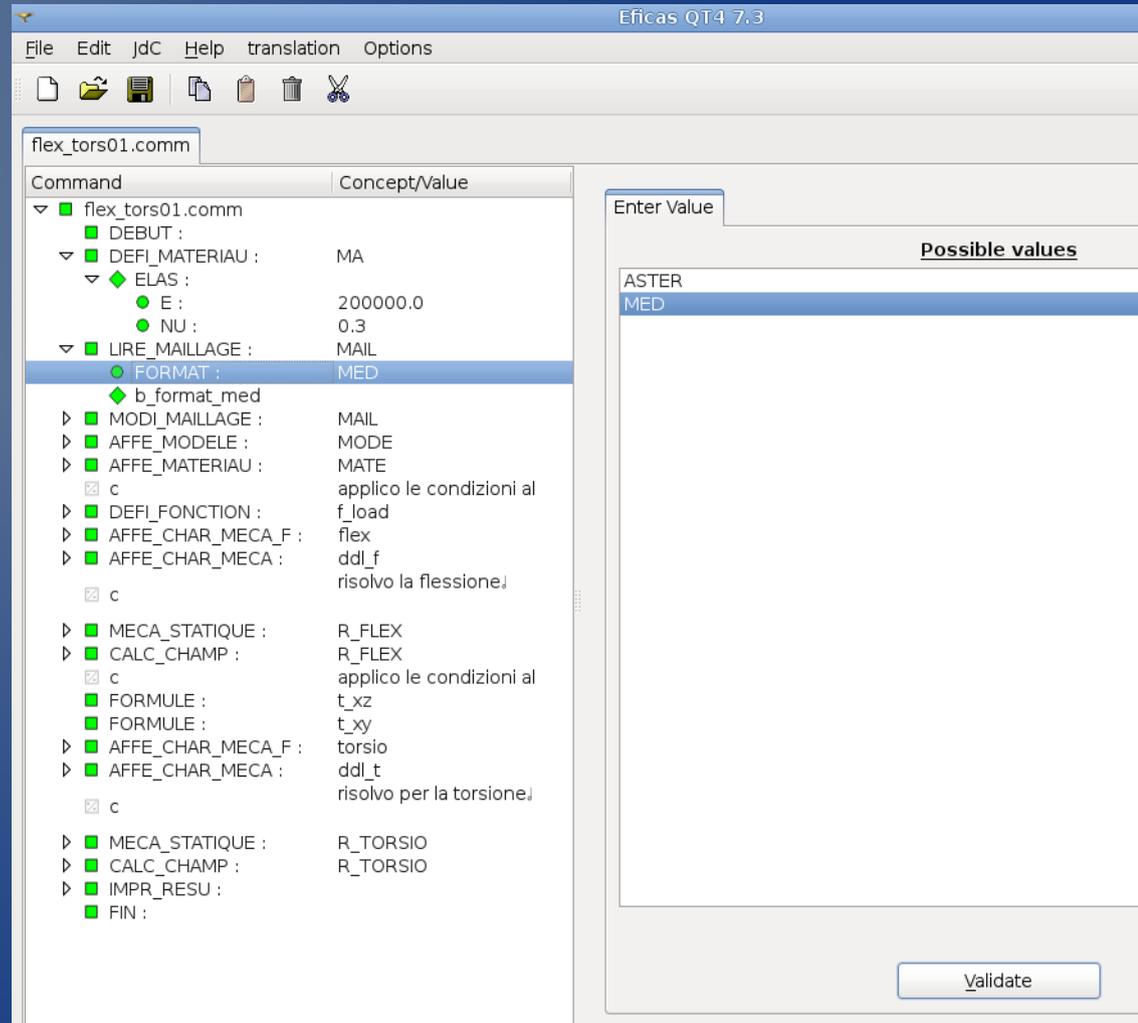
Definiamo il materiale

- Il comando “DEFI_MATERIAU” definisce la caratteristiche del materiale
- Consideriamo il materiale elastico lineare
- Sotto la voce “ELAS” definiamo le costanti elastiche dell'acciaio
- Modulo di elasticità E pari a 200000 [MPa]
- coefficiente di poisson ν pari a 0.3



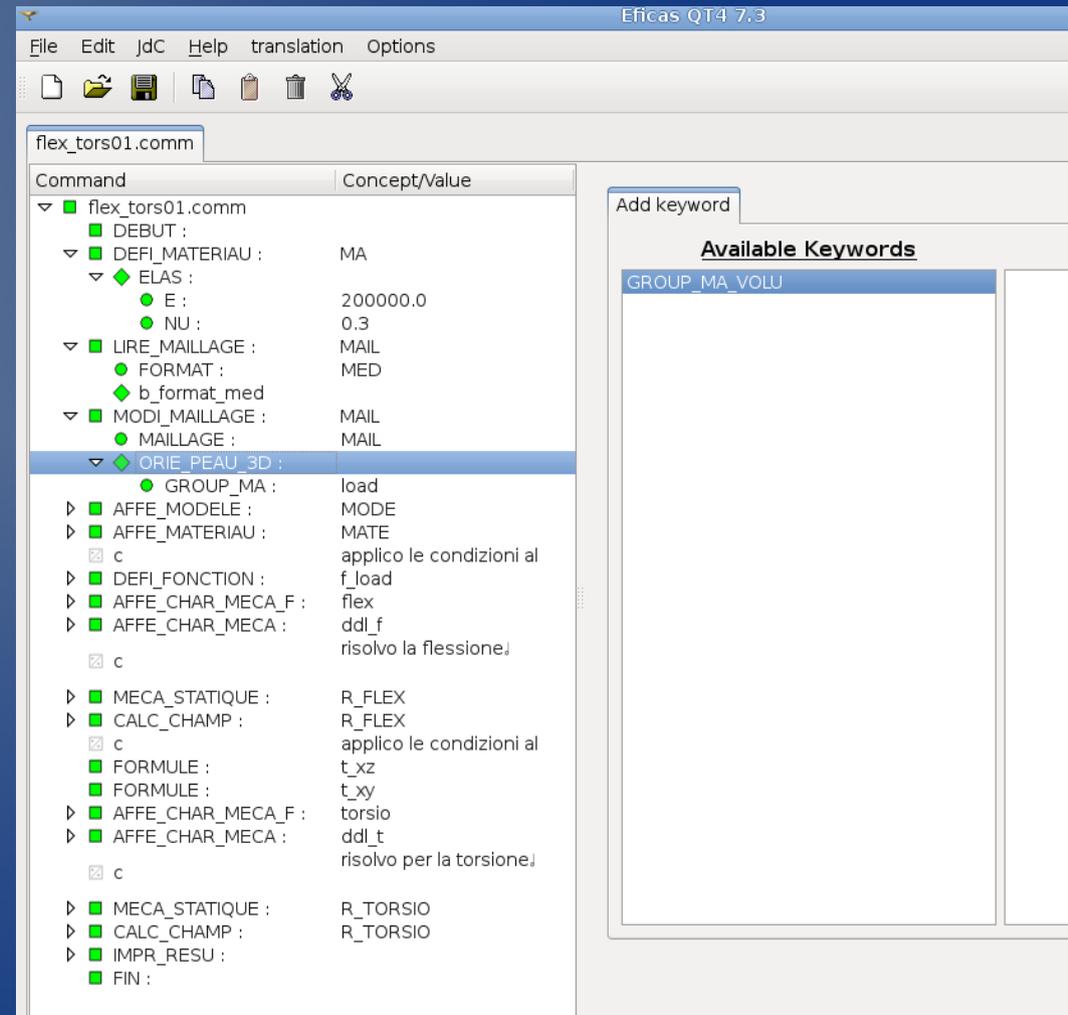
Leggere la mesh

- Il comando “LIRE_MALLAGE” legge la mesh
- Può leggere due formati di mesh: “ASTER” e “MED”
- Il wizard del modulo aster ha generato una mesh in formato MED (media exchange data) pertanto selezioniamo questa opzione



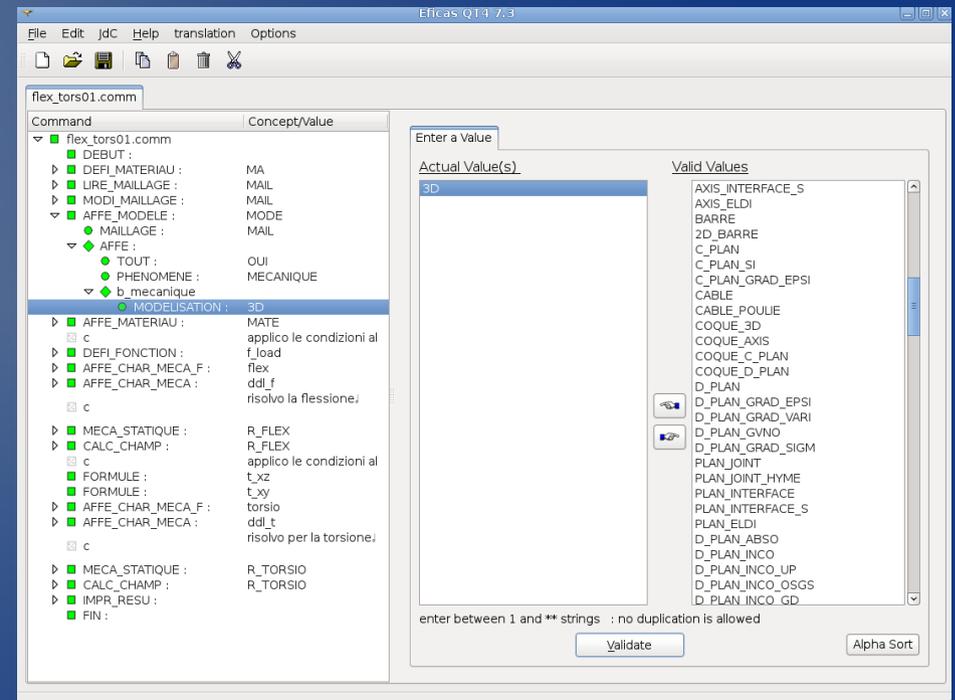
Orientare la “pelle”

- Per essere sicuro di applicare una pressione nella direzione corretta, il wizard orienta gli elementi bidimensionali del gruppo “load” in modo che la normale sia uscente dal volume
- Si utilizza il comando `MODI_MALLAGE` ed il sotto comando `ORIE_PEAU_3D`



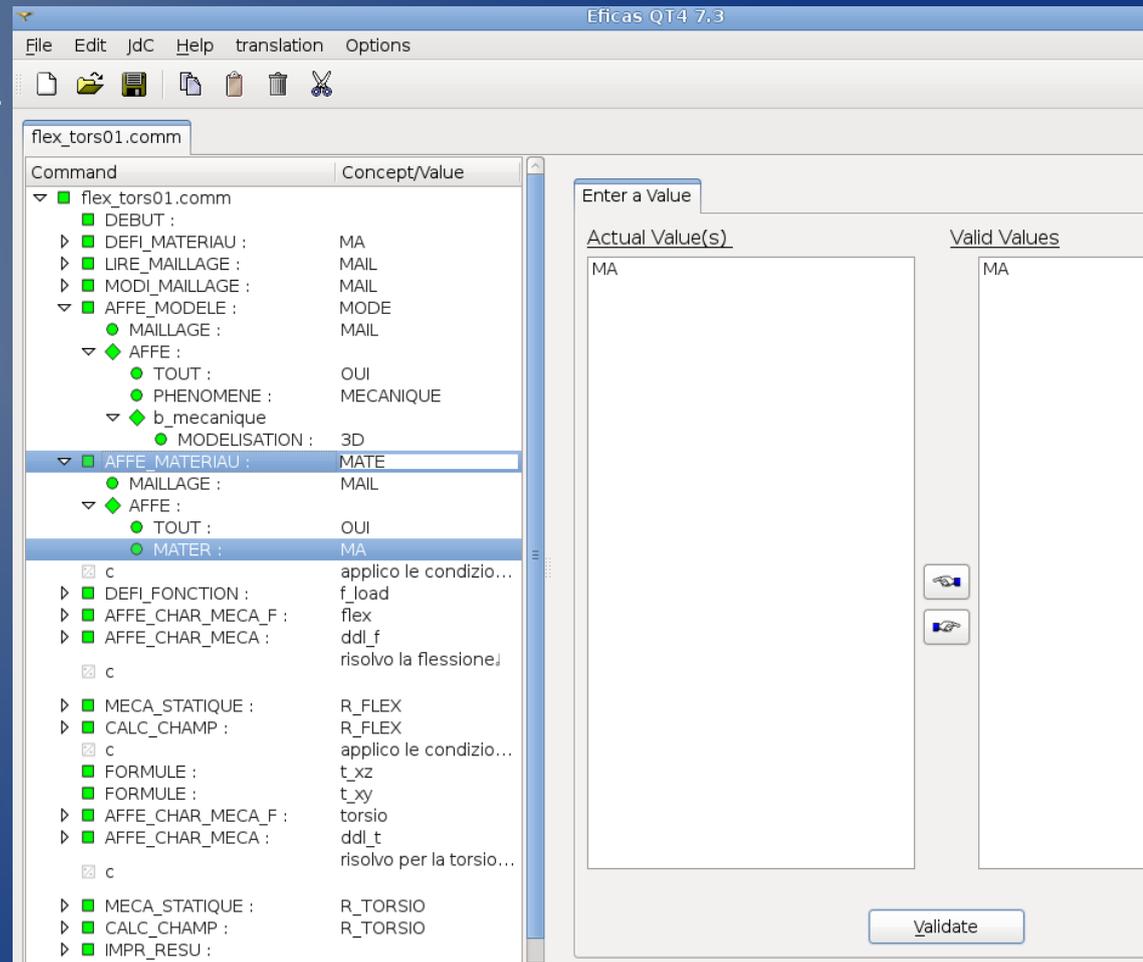
Assegniamo un modello agli elementi

- Per specificare il modello di comportamento degli elementi si inserisce il comando `AFFE_MODELE`
- Assegniamo un fenomeno “MECCANICO” a tutta la mesh
- La voce “MODELISATION” assegna il comportamento degli elementi
- Gli elementi mono e bidimensionali sono esclusi dall'assegnazione e non parteciperanno al calcolo



Assegniamo il materiale agli elementi

- Il comando “AFFE_MATERIAU” assegna il materiale definito in “DEFI_MATERIAU” alla mesh o ad un suo gruppo purché definito



Il carico flettente

- Le tensioni σ_x sono proporzionali alla distanza dall'asse y

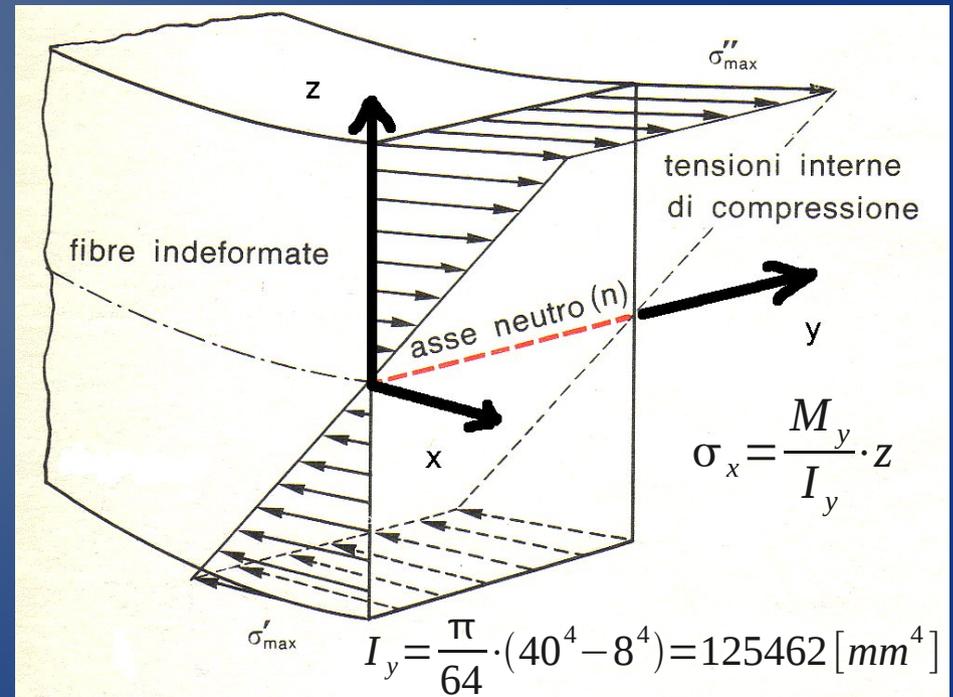
- $\sigma_x = k \cdot Z$

dove k dipende dal valore al bordo della sezione

- La formula di Navier ci aiuta a calcolare il momento flettente totale agente sull'albero

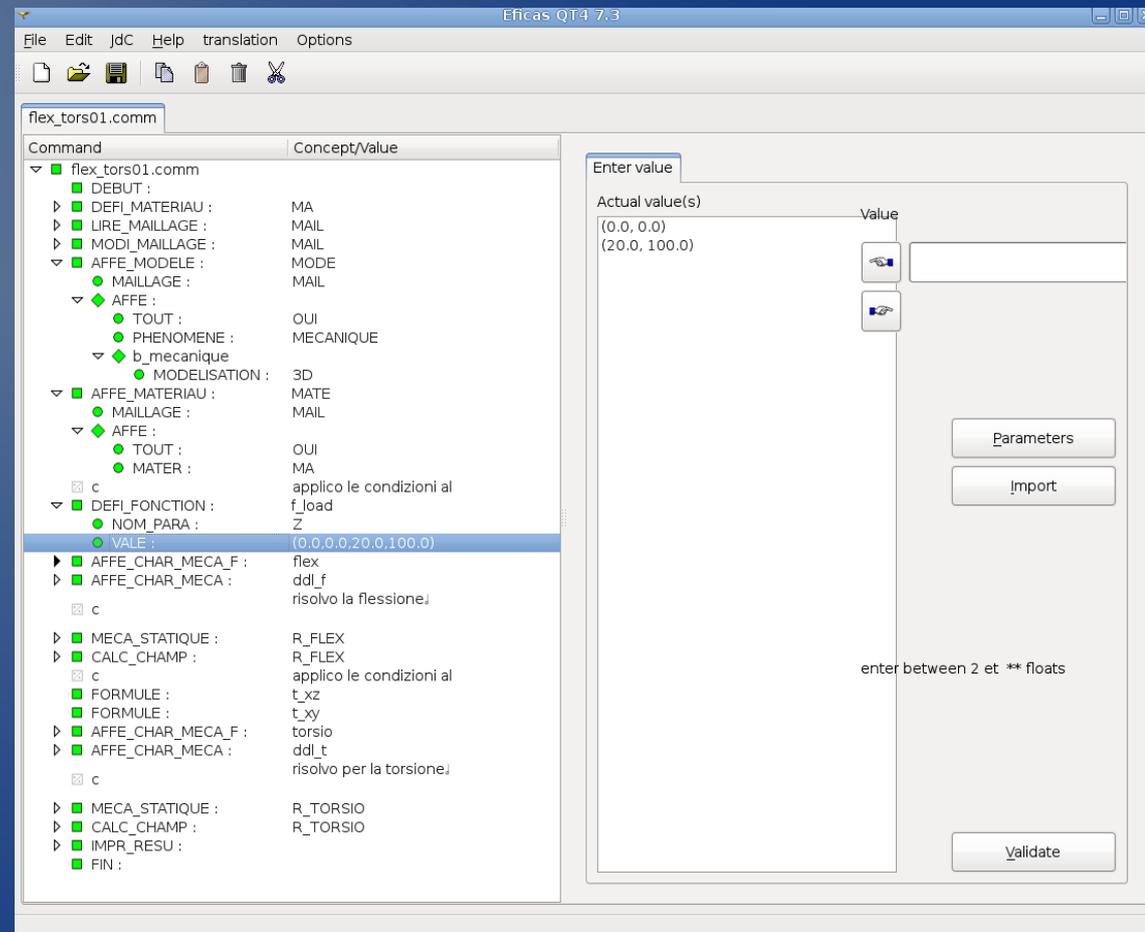
- $M_y = \sigma_x \cdot I_y / z$

- $M_y = 100 \cdot 125462 / 20 = 627313 \text{ [N*mm]}$



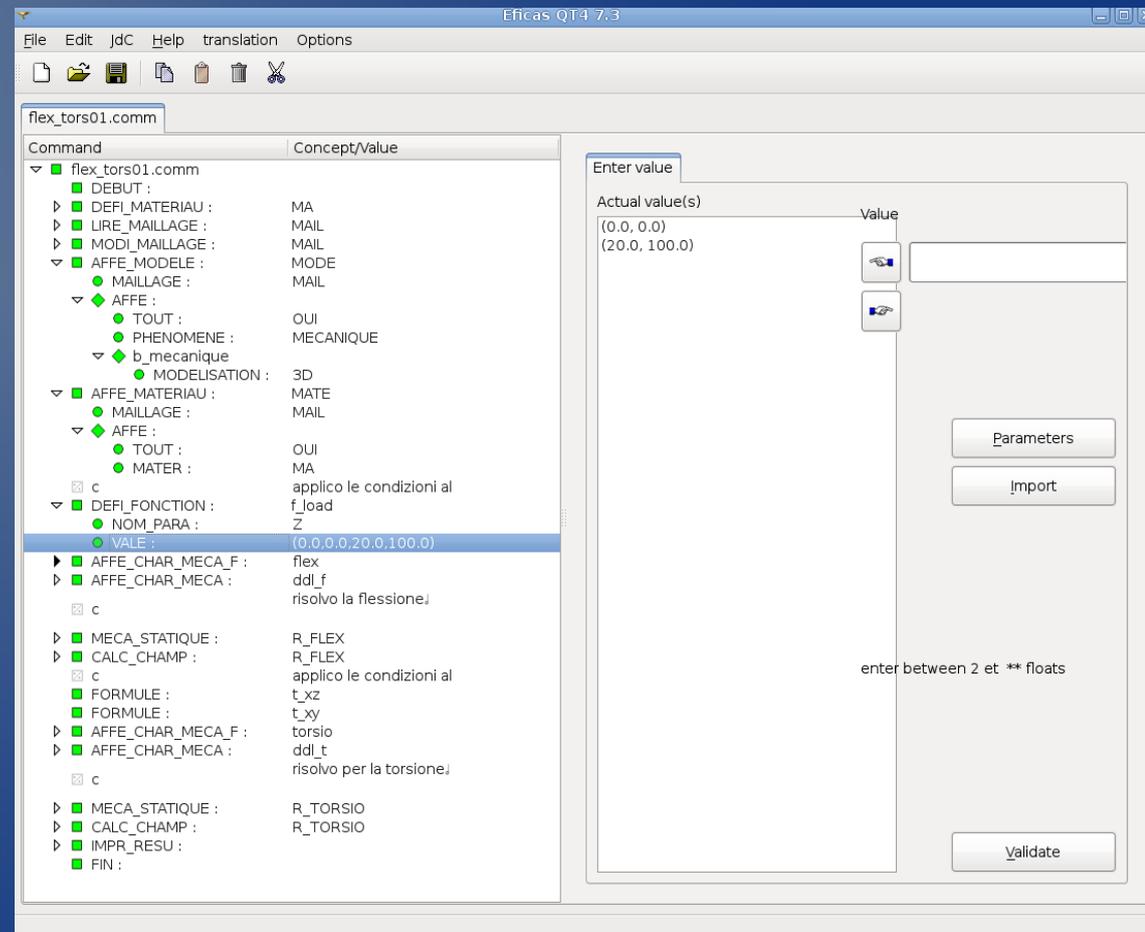
La funzione di carico per la flessione

- La distribuzione di tensioni per la flessione è proporzionale alla coordinata Z.
- Il comando `DEFI_FONCTION` crea una generica funzione di cui occorre specificare il parametro in ascissa ed il valore dell'ordinata
- `NOM_PARA "Z"` specifica che l'ordinata sarà calcolata in base alla coordinata z dell'elemento



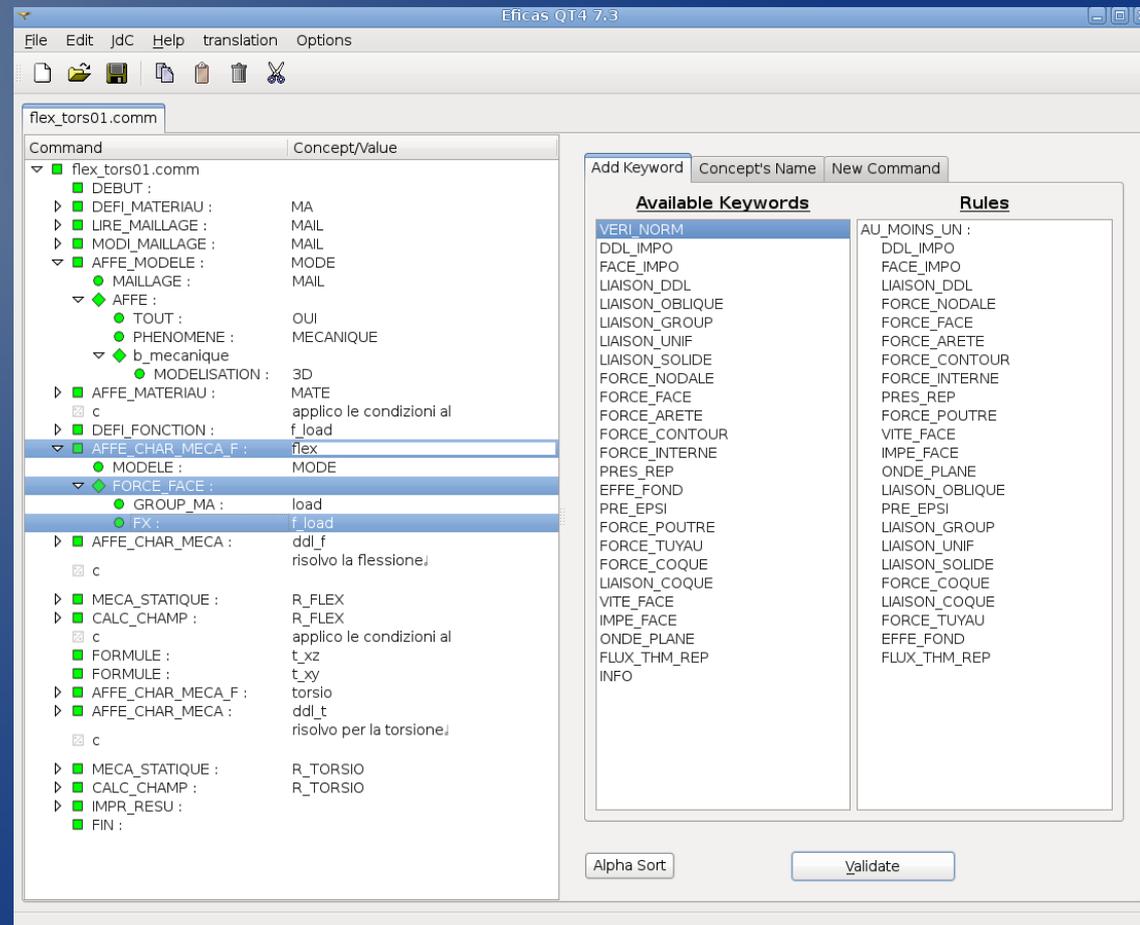
La funzione di carico per la flessione

- Nella voce “VALE” inseriamo le coppie di valori del parametro e dell'ordinata, in questo caso della tensione flettente.
- 0.0 , 0.0 ovvero a $z=0$ la funzione si annulla
- 20.0 , 100.0 ovvero a $z=20$ la tensione assumerà valore 100
- I valori intermedi verranno interpolati linearmente



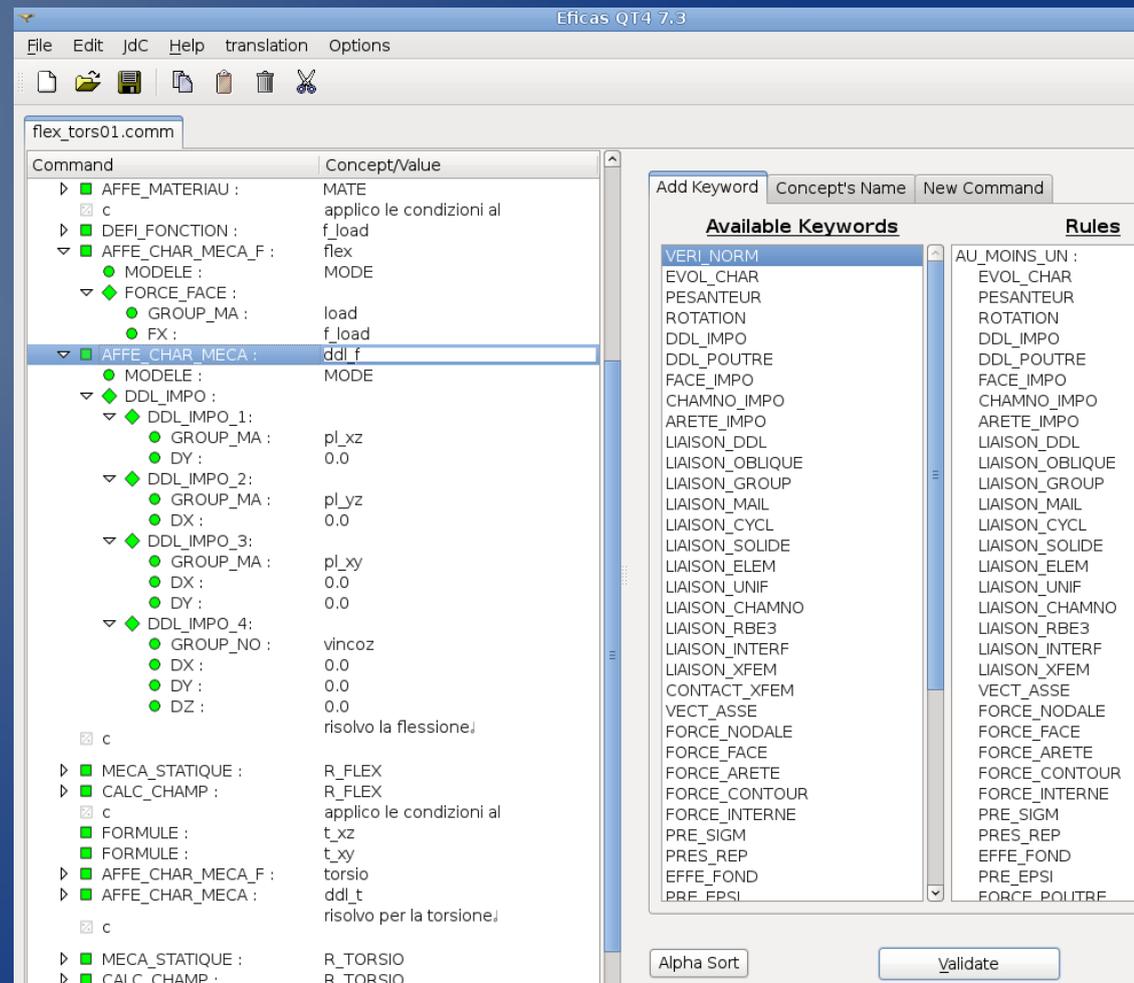
Applichiamo il carico

- AFFE_CHAR_MECA_F applica un carico meccanico variabile (pedice _F)
- FORCE_FACE applica un carico distribuito ad una superficie specificandone le componenti
- Il gruppo di elementi a cui applicare il carico sarà il gruppo “load”
- La componente in x del carico sarà uguale alla funzione creata: $FX = f_load$
- Le altre componenti sono nulle



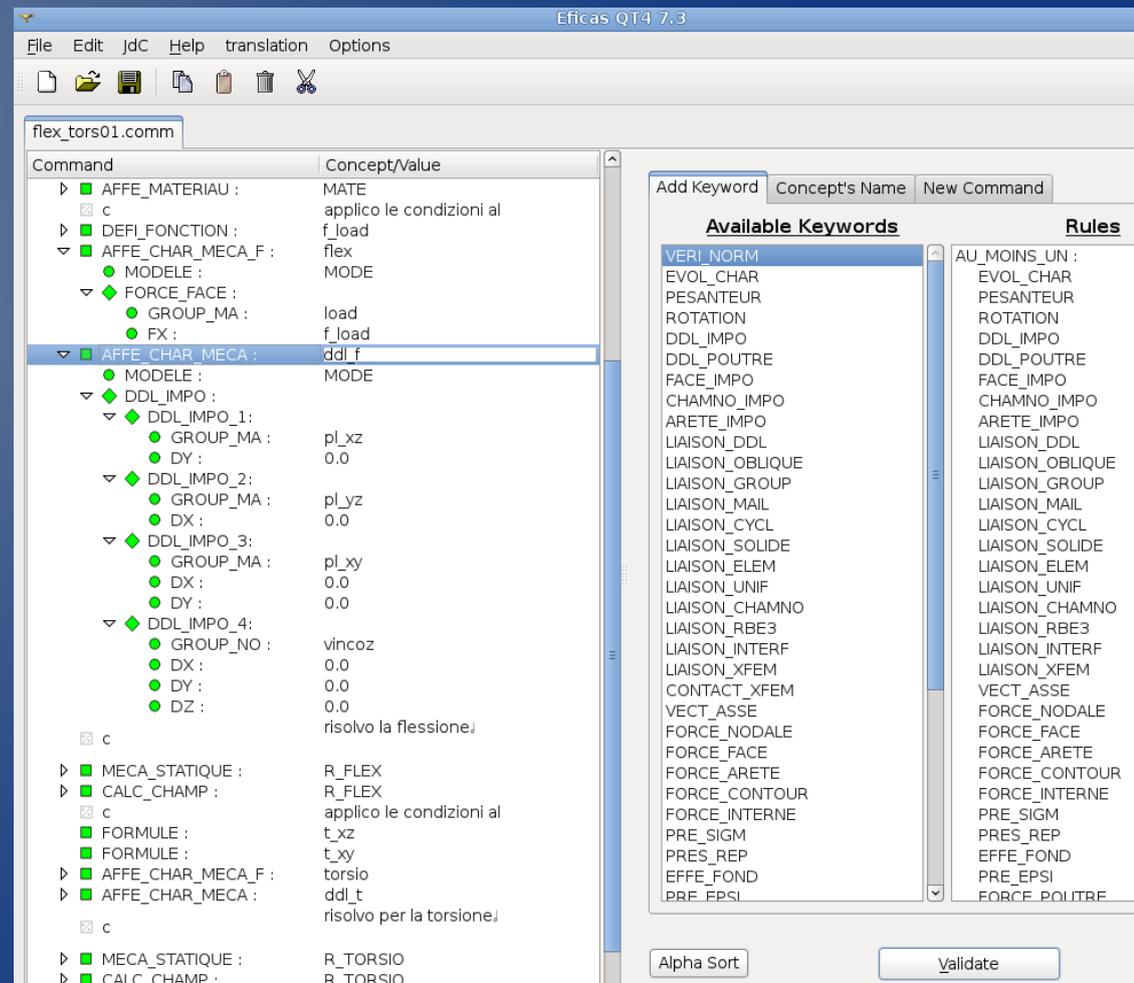
I vincoli

- AFFE_CHAR_MECA nella voce DDL_IMPO applica gli spostamenti ai nodi
- Vale la regola che l'ultima assegnazione fatta ad un gruppo di nodi cancella le precedenti. Pertanto i nodi comuni a due gruppi vanno vincolati per ultimi con tutti i gradi di libertà necessari
- Al gruppo “pl_xz” assegniamo comportamento simmetrico di bloccando gli spostamenti in direzione Y: $DY = 0.0$



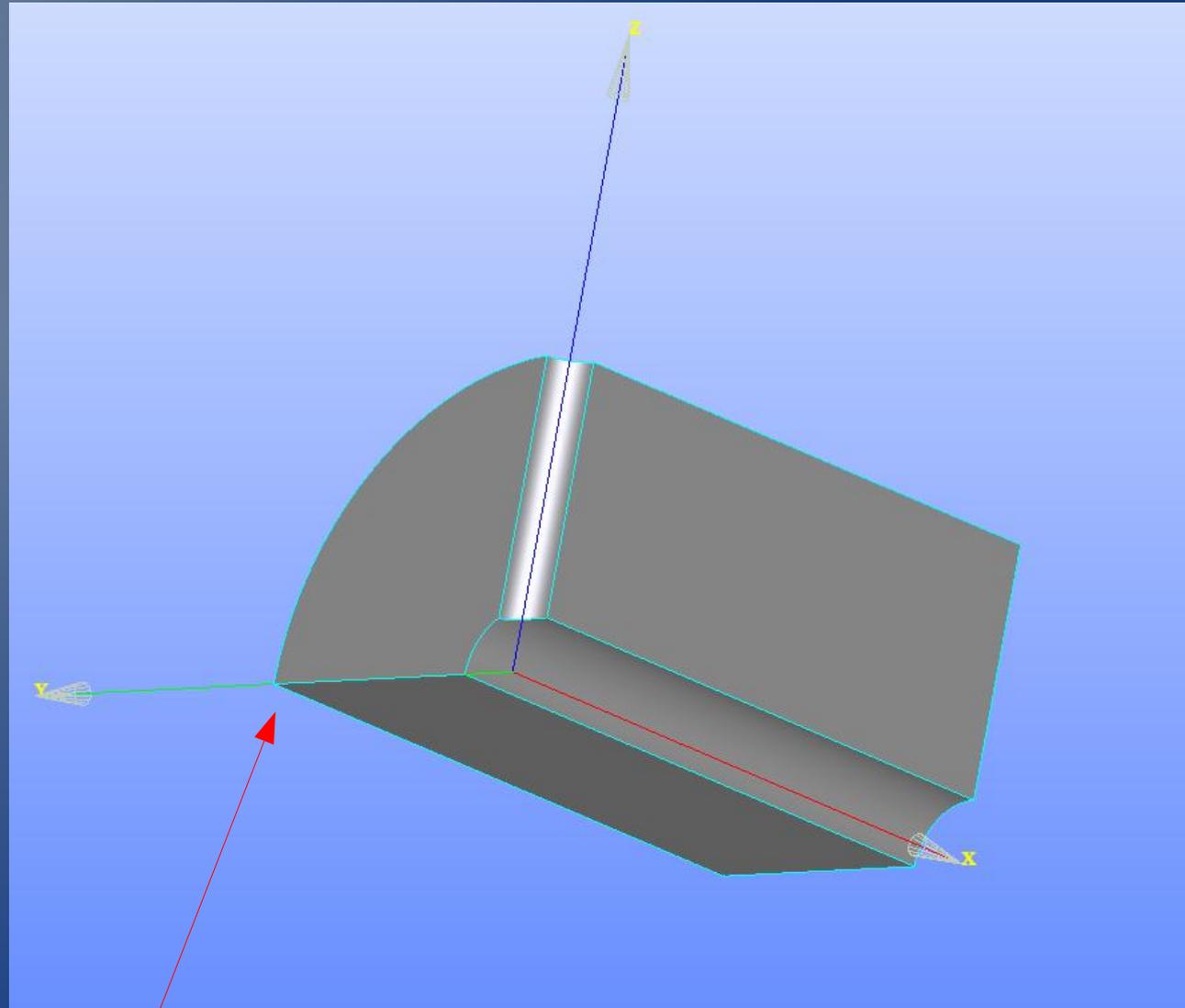
I vincoli

- Al gruppo “pl_yz” assegniamo comportamento simmetrico bloccando gli spostamenti in direzione X: $DX = 0.0$
- Rispetto al piano xy la flessione è antisimmetrica pertanto blocchiamo gli spostamenti nel piano. Gruppo “pl_xy” $DX=0.0$ e $DY=0.0$
- Rimane una labilità in direzione z che renderebbe la matrice di rigidezza non invertibile senza possibilità di risolvere il sistema di equazioni



I vincoli

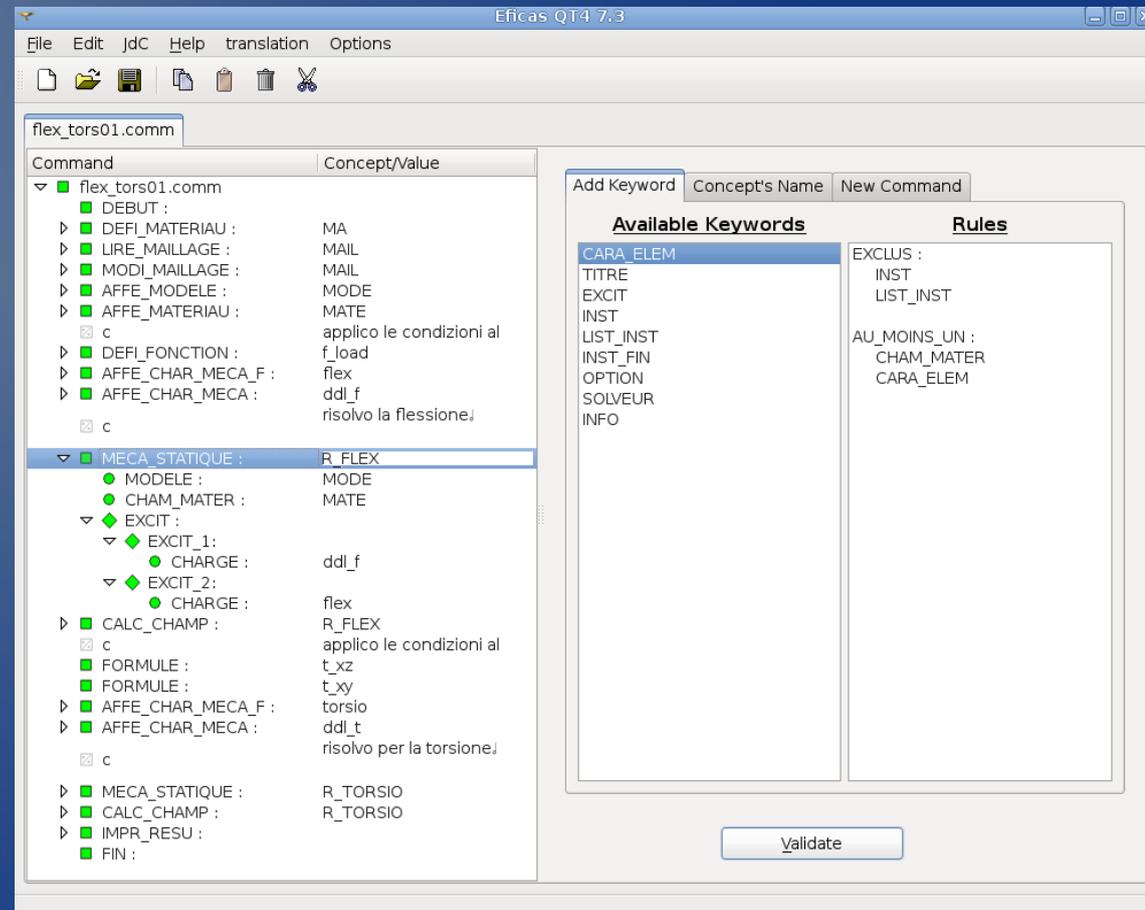
- Vincoliamo in z il punto di estremità sull'asse y, ovvero il gruppo contenente un unico nodo "vincoz".
- Per mantenere i vincoli delle assegnazioni precedenti applichiamo spostamento nullo a tutti i gradi di libertà
- $DX=DY=DZ=0.0$



vincoz

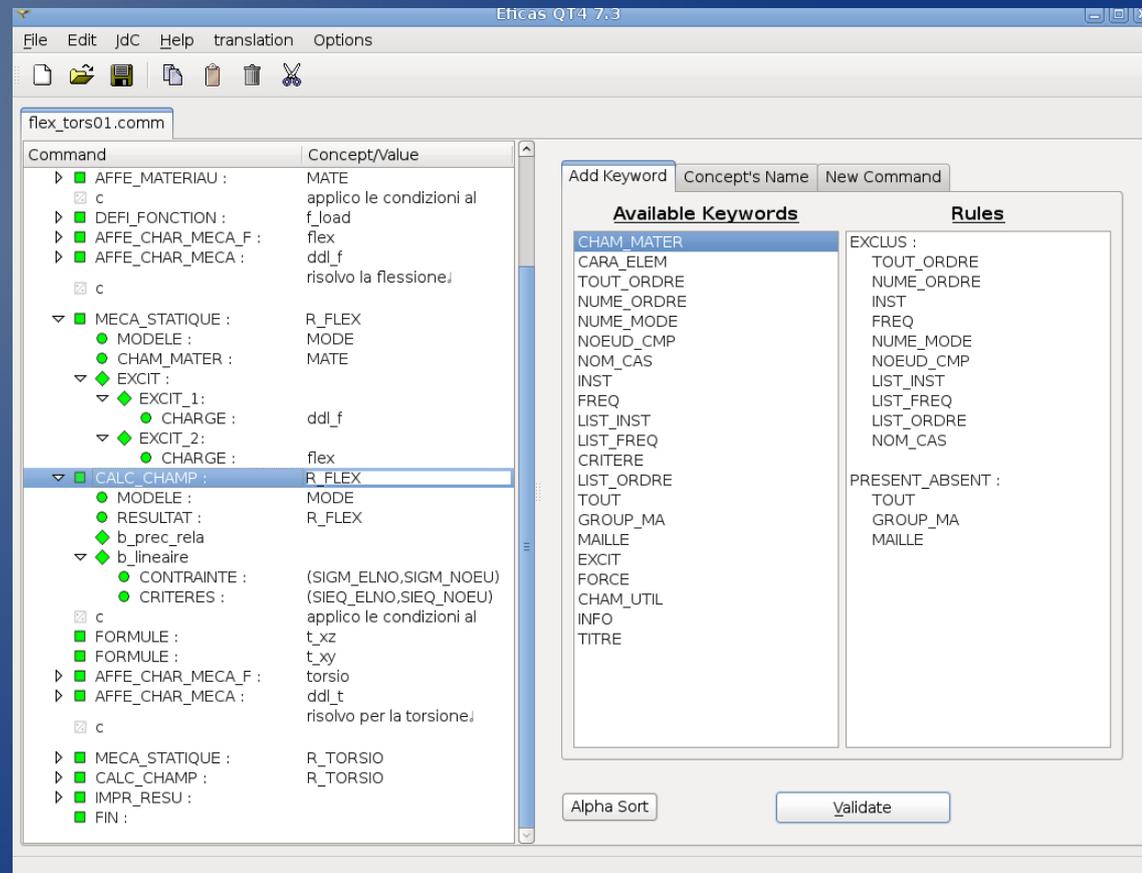
Il solutore

- Nel comando: “MECA_STATIQUE” si specificano le opzioni del solutore
- Obbligatorio definire il modello assegnato agli elementi nella voce MODELE
- Le varie istanze di “EXCIT” applicano il carico o i vincoli identificandoli con il nome del concetto assegnato dai comandi precedenti



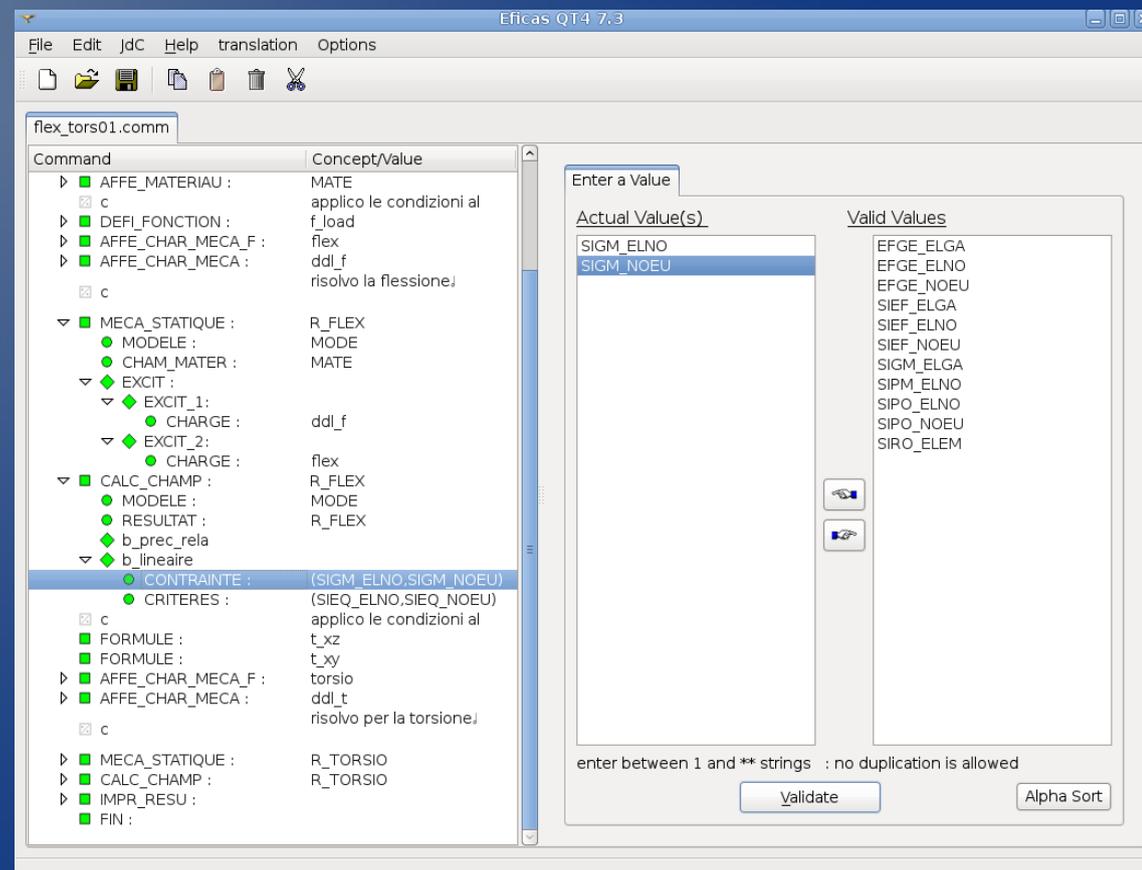
Elaborare i risultati

- E' possibile rielaborare i risultati standard calcolati dal solutore
- CALC_CHAMP permette di calcolare il campo di tensioni agli elementi e di estrapolarlo ai nodi
- Specificando lo stesso nome dei risultati ottenuti da MECA_STATIQUE, essi si “arricchiscono”



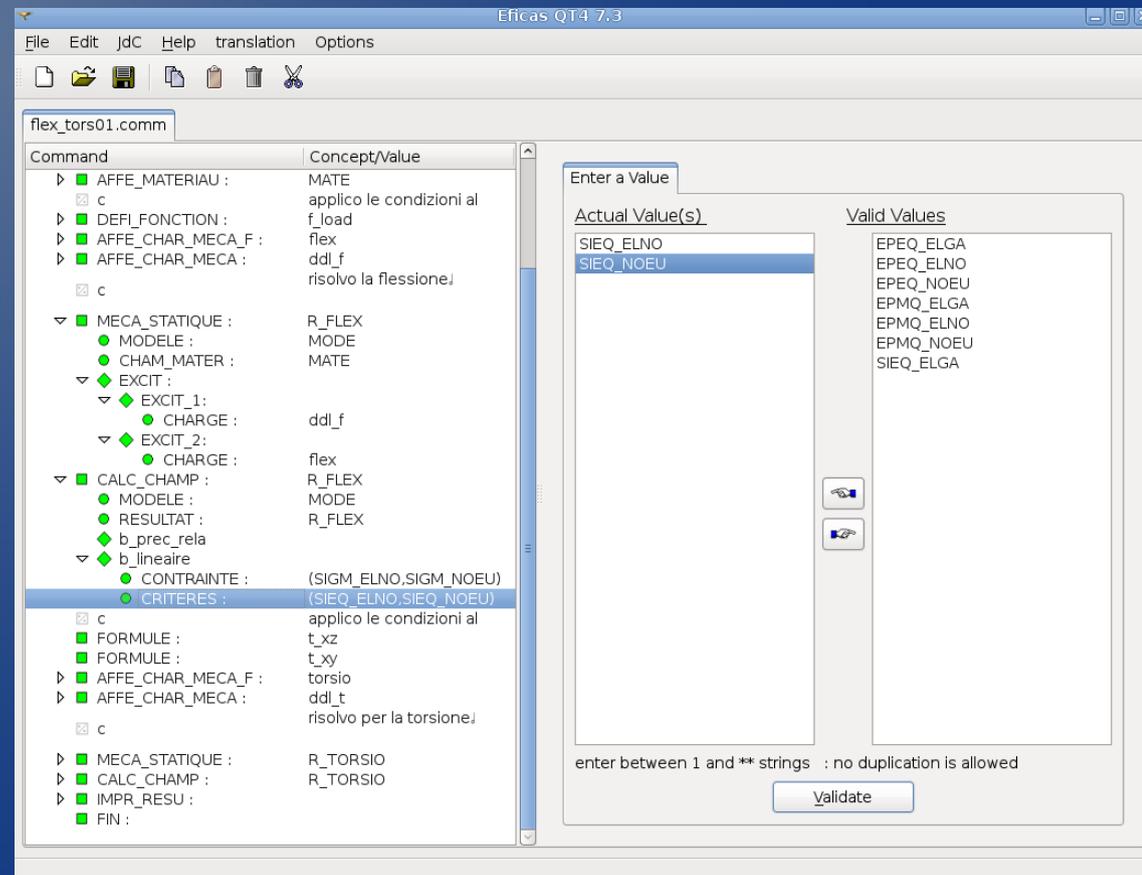
Le tensioni

- La voce CONTRAINTE contiene le opzioni per calcolare i campi di tensione
- SIGM_ELNO calcola il campo di tensioni agli elementi, SIGM_NOEU li estrapola ai nodi



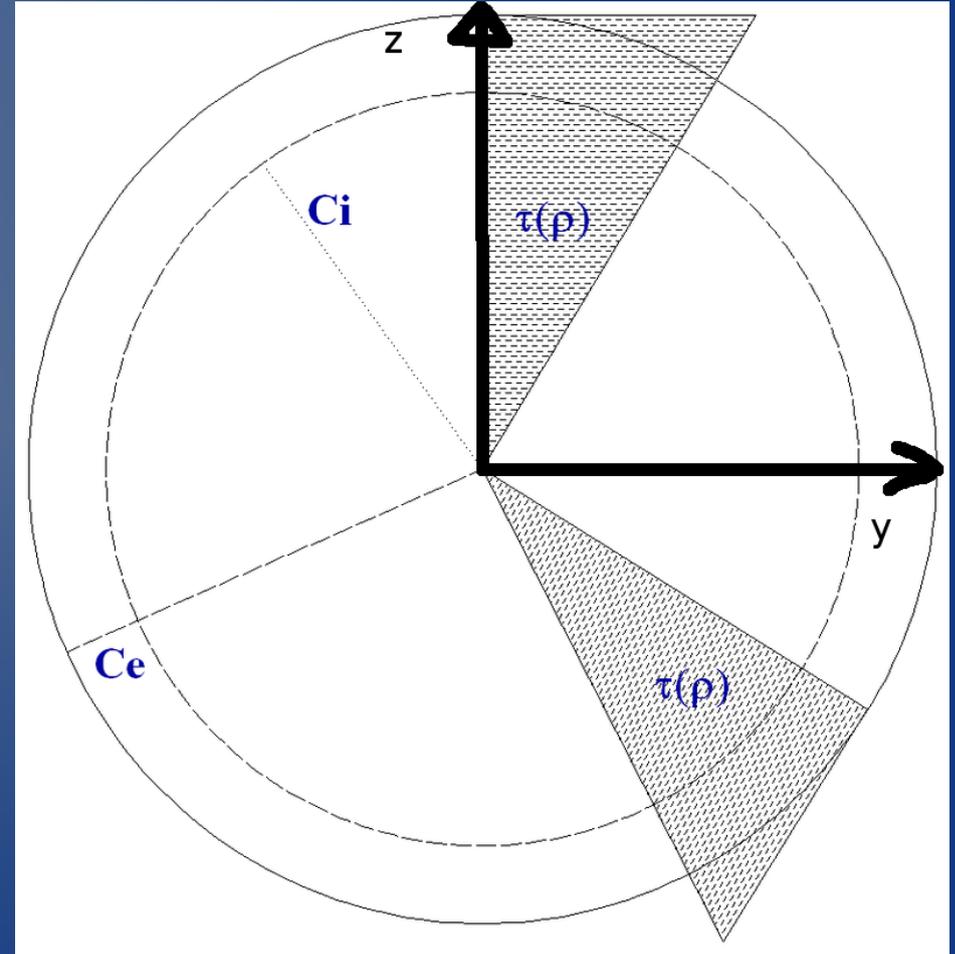
La tensione equivalente

- La voce CRITERES calcola tensioni e deformazioni equivalenti
- SIEQ_ELNO calcola le tensioni equivalenti agli elementi e SIEQ_NOEU le estrapola ai nodi



La torsione

- Le tensioni taglienti dovute a torsione pura sono proporzionali alla distanza dal centro: $\tau(\rho)$ ed ortogonali al raggio vettore uscente dal centro
- Scomponendo la generica $\tau(\rho)$ nelle direzioni y e z si ottiene:
$$\tau_{xy} = k \cdot z$$
$$\tau_{xz} = -k \cdot y$$
- Il coefficiente k dipende dalla τ_{\max} al bordo della sezione



La torsione

- La formula che lega momento torcente e tensione massima ci permette di risalire al momento torcente applicato all'albero

$$\tau_{max} = \frac{M_t}{W_p}$$

- $M_t = \tau_{max} * W_p =$

$$= 100 * 12546 =$$

$$= 1.25 \cdot 10^6 \text{ [N*mm]}$$

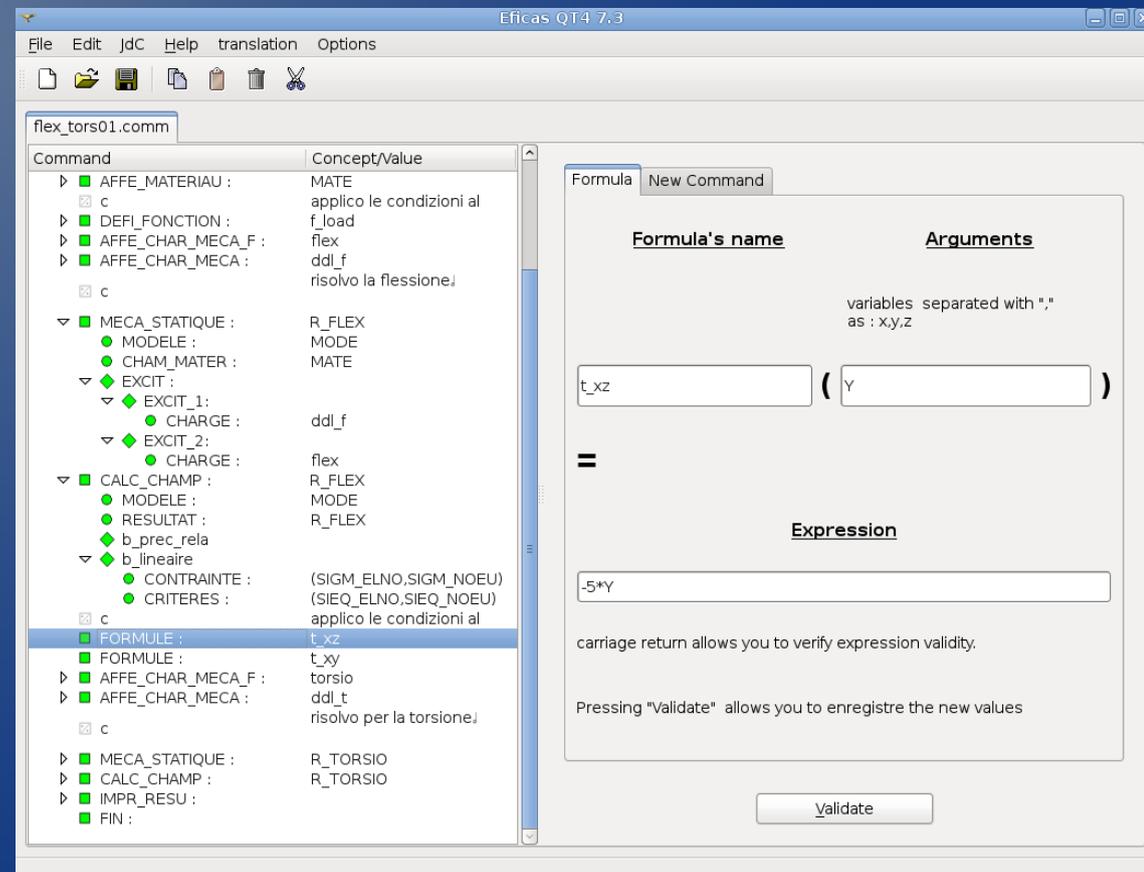
$$W_p = \frac{\pi \cdot D^3}{16} \left[1 - \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right]$$

$$W_p = \frac{\pi \cdot 40^3}{16} \left[1 - \left(\frac{8}{40} \right)^4 \right] = 12546 \text{ [mm}^3\text{]}$$

Funzioni di carico per la torsione

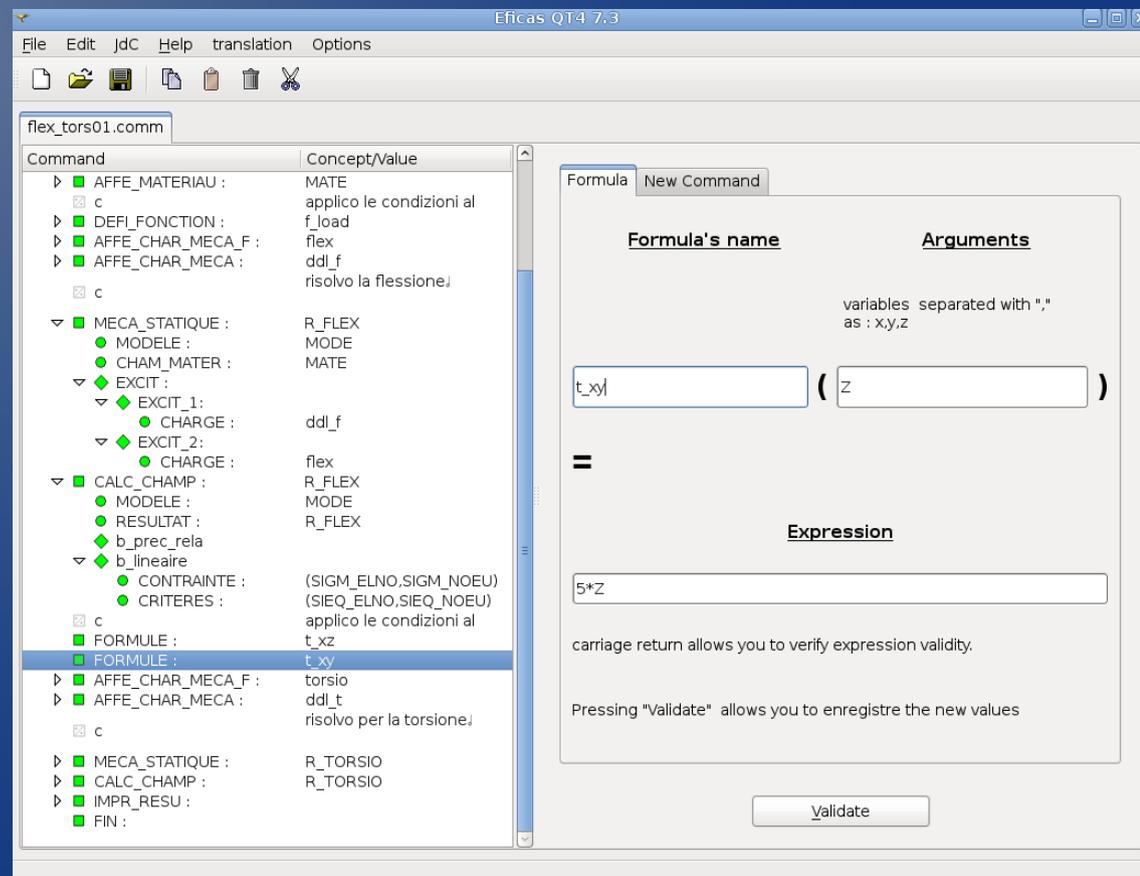
- Per la torsione le τ_{xz} risultano funzione della sola coordinata Y
- Assegniamo un nome mnemonico come: t_{xz}
- Inseriamo Y maiuscolo nel campo delle variabili e la formula: $-5*Y$ nel campo della espressione
- Il fattore 5 porta il valore della tensione sul bordo dell'albero a 100 [MPa]. Infatti $5*20=100$

- Il comando FORMULE specifica una formula con variabili, nome ed espressione



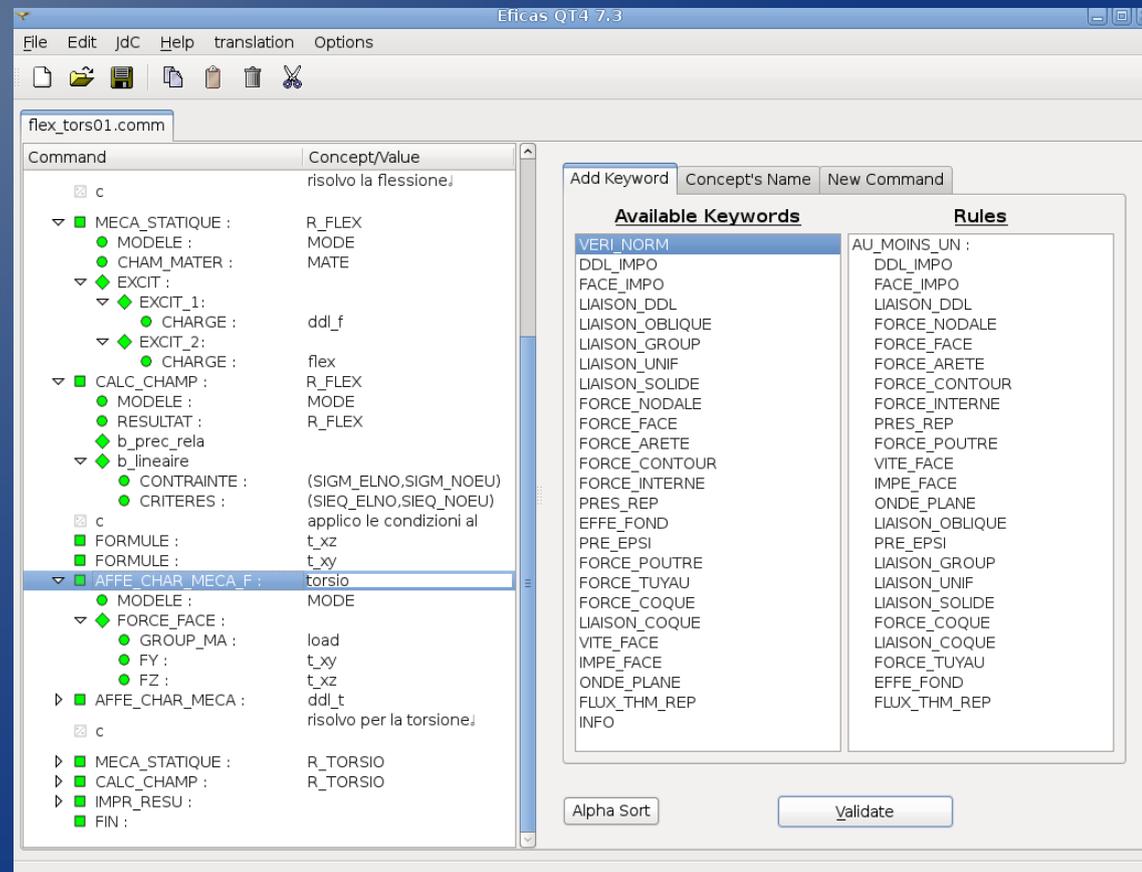
Funzioni di carico per la torsione

- Per la torsione le τ_{xy} risultano funzione della sola coordinata Z
- Assegniamo un nome mnemonico come: t_{xy}
- Inseriamo Z maiuscolo nel campo delle variabili e la formula: $5*Z$ nel campo della espressione



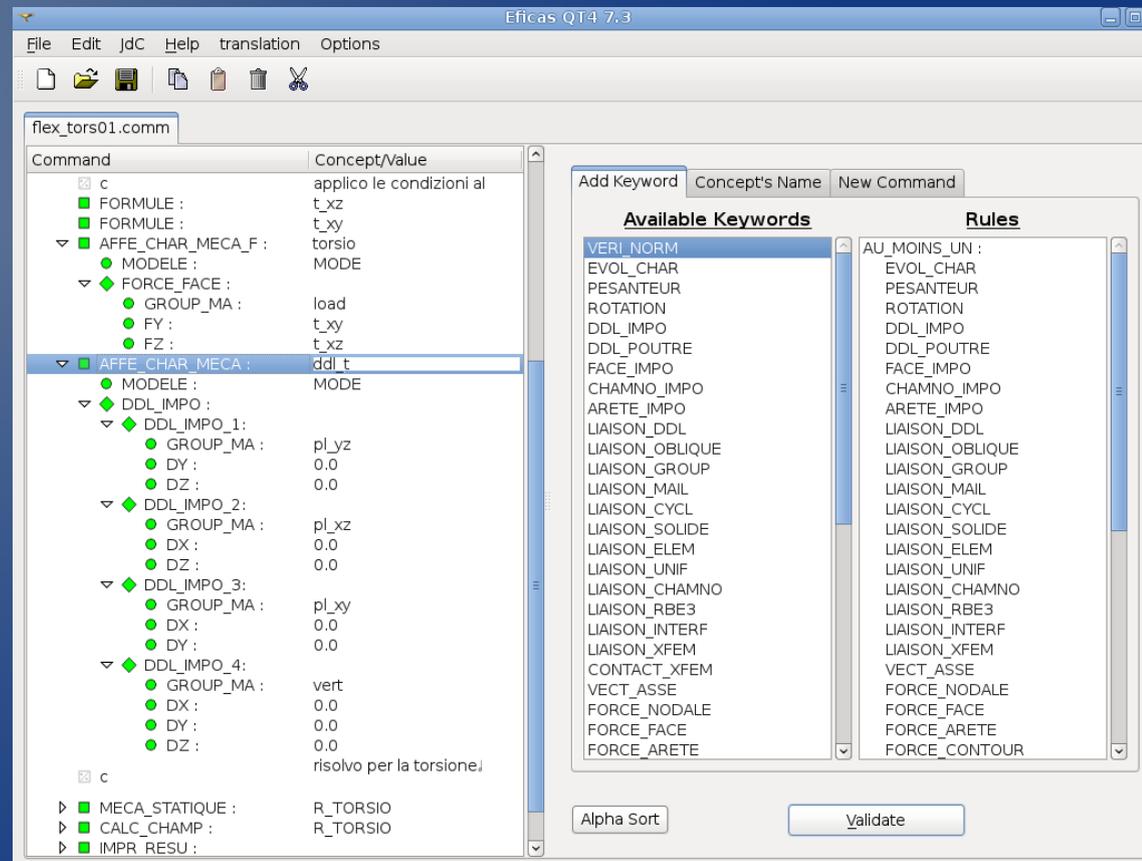
Applichiamo il carico torcente

- Analogamente alla flessione il comando `AFPE_CHAR_MECA_F` applica un carico variabile
- `FORCE_FACE` applica un carico distribuito
- $FY = t_{xy}$ e $FZ = t_{xz}$ applicano alle componenti del carico distribuito le espressioni funzione delle coordinate cartesiane



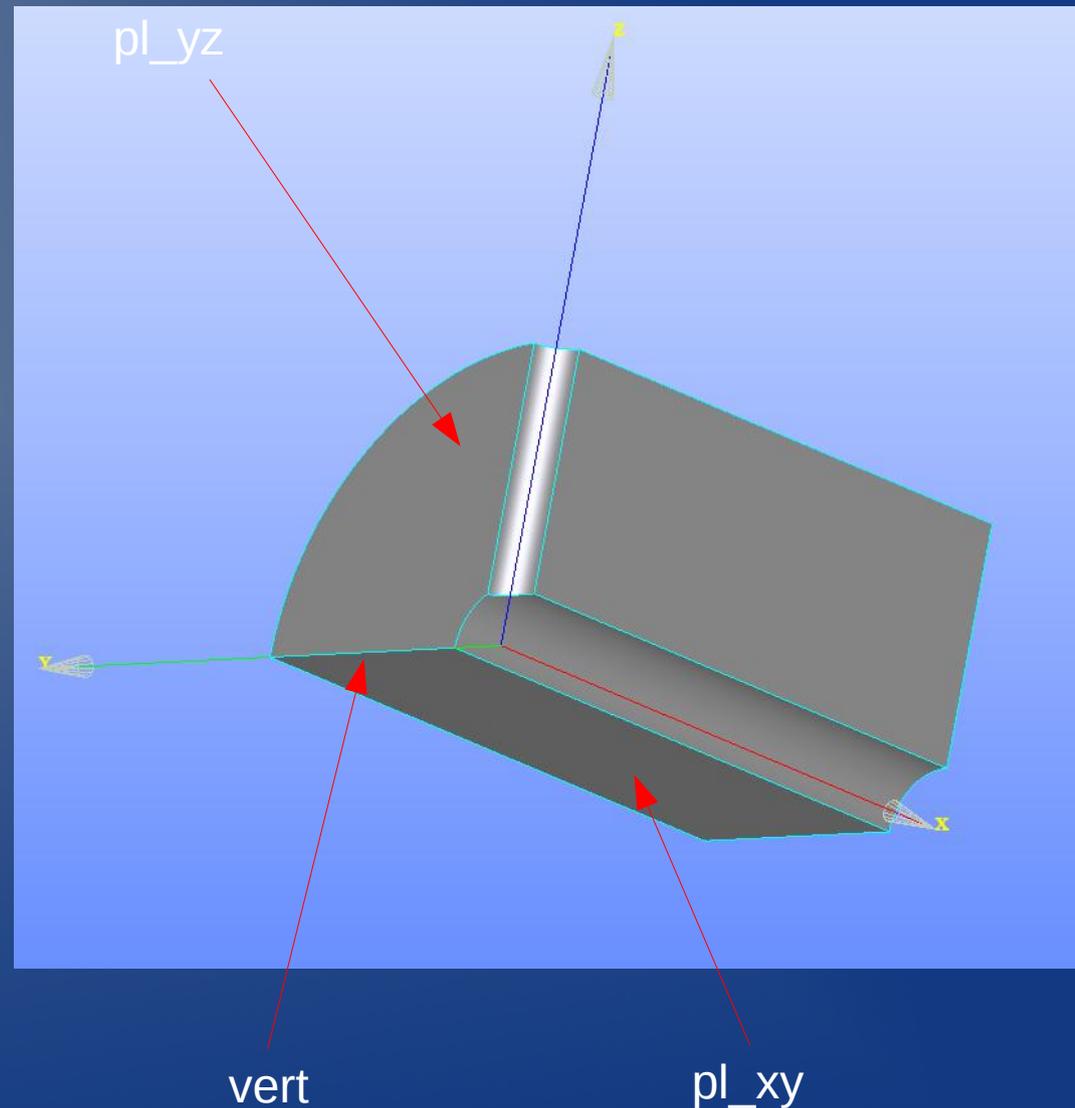
I vincoli per la torsione

- La torsione richiede vincoli antisimmetrici su ogni piano di simmetria geometrico
- Attenzione alle assegnazioni del gruppo “vert” intersezione dei gruppi “pl_xy” e “pl_yz”
- Il gruppo “pl_yz” richiede spostamenti nulli nel suo piano, ovvero: $DY=DZ=0.0$
- Il gruppo “pl_xz” analogamente richiede: $DX=DZ=0.0$
- Il gruppo “pl_xy” richiede: $DX=DY=0.0$



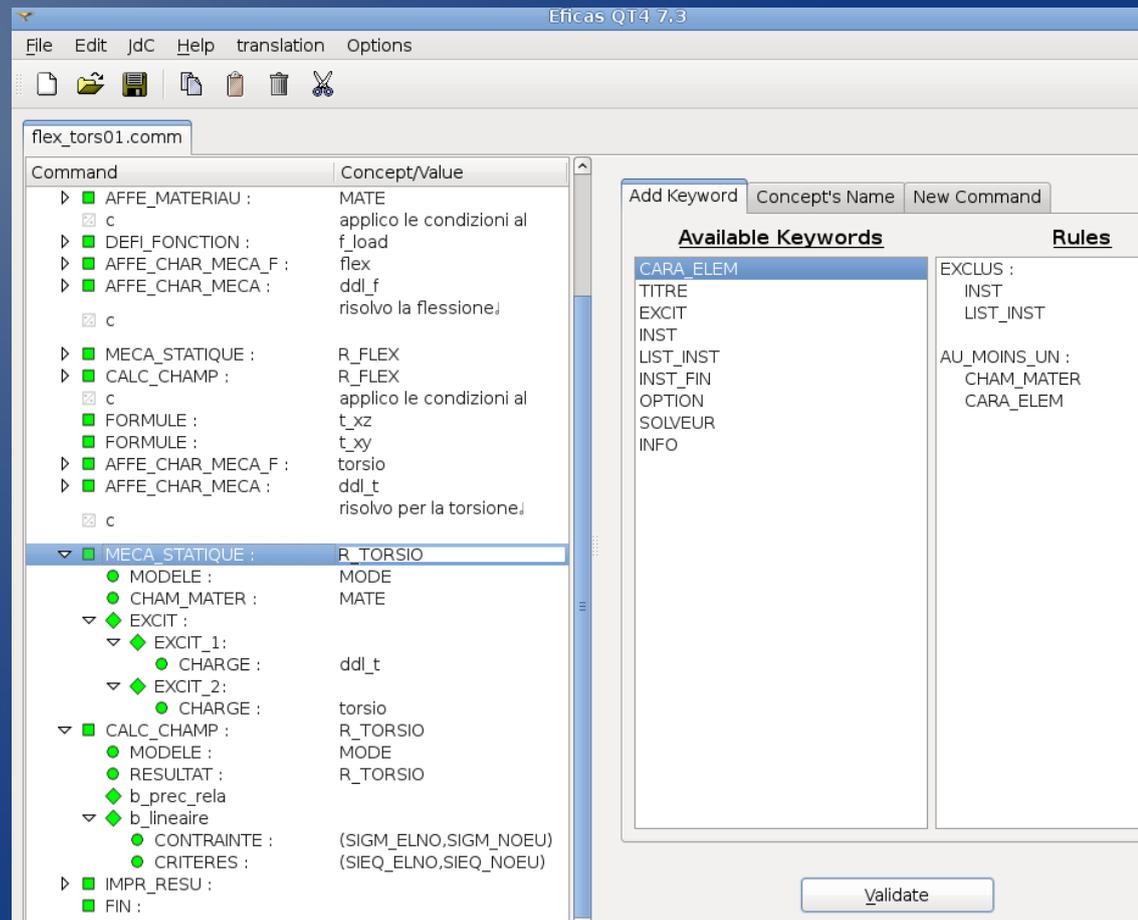
I vincoli per la torsione

- L'ultima assegnazione al gruppo "pl_xy" cancella i vincoli in direzione DZ del gruppo "vert" intersezione fra i piani pl_xy e pl_yz
- Dobbiamo riassegnare il vincolo cancellato con una nuova assegnazione al solo gruppo "vert" che applichi tutti i gdl necessari
- Al gruppo "vert" applichiamo pertanto $DX=DY=DZ=0.0$



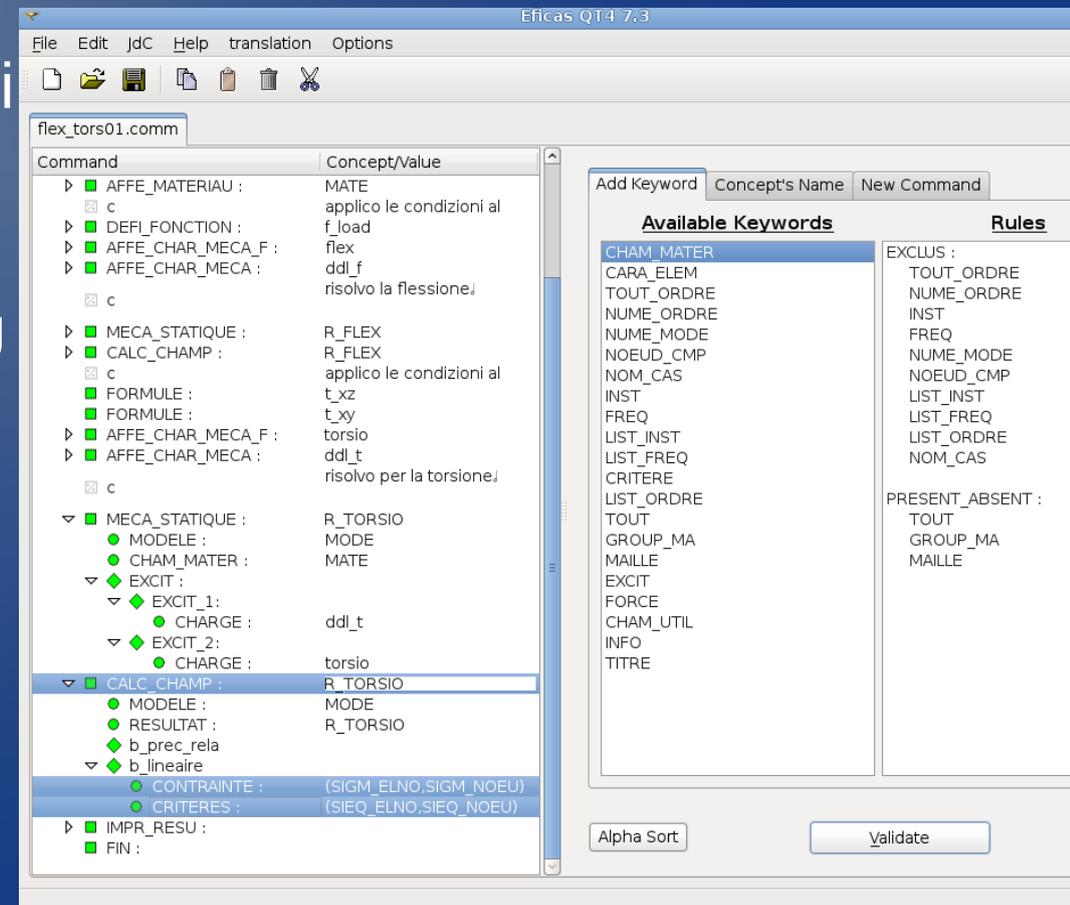
Risolviamo per la torsione

- Creiamo una nuova istanza del comando MECA_STATIQUE a cui assegneremo un nome diverso dalla precedente (R_TORSIO)
- Modello e materiale sono gli stessi della soluzione per la flessione
- Le voci EXICT assegnano i carichi ed i vincoli creati per la torsione: “ddl_t” e “torsio”



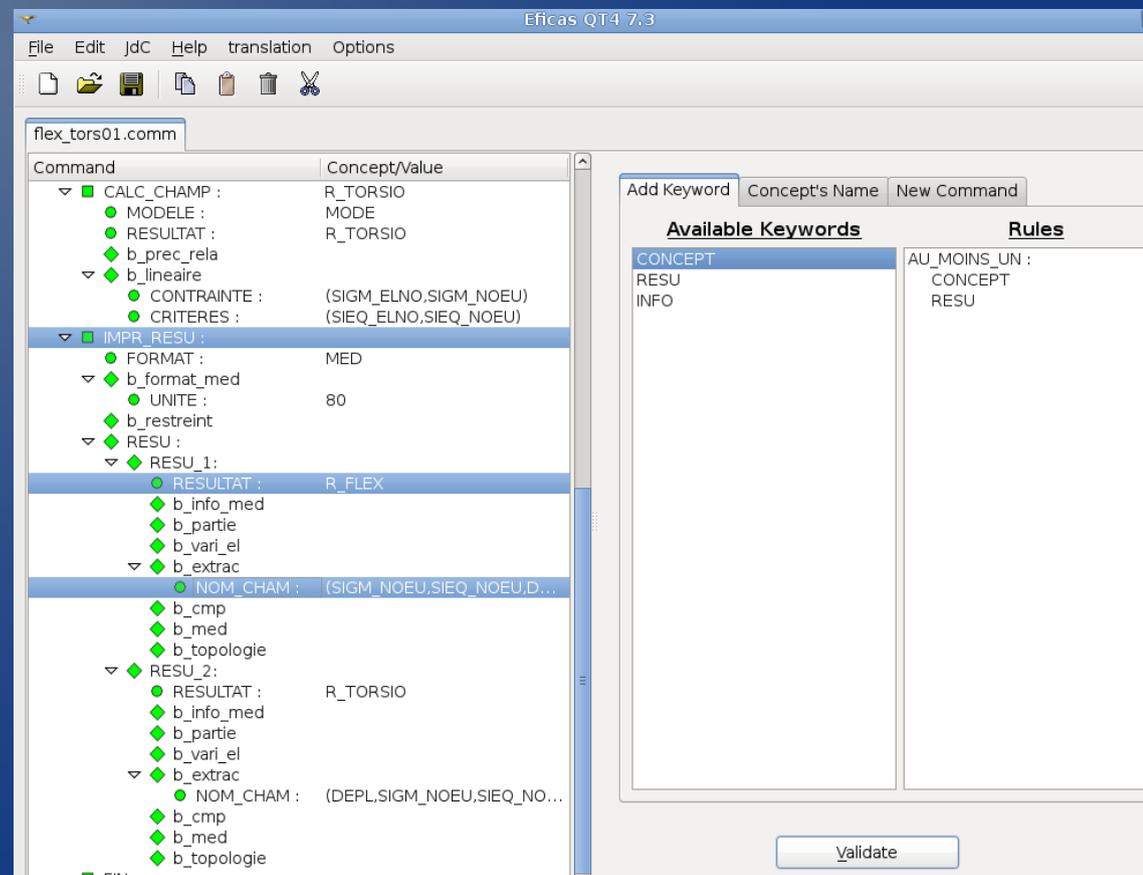
Estrapoliamo i risultati della torsione

- Una seconda istanza del comando CALC_CHAMP arricchisce i risultati della torsione
- Calcoliamo gli stessi campi di tensione della flessione
- CONTRAINTE => SIGM_ELNO e SIGM_NOEU
- CRITERES => SIEQ_ELNO e SIEQ_NOEU



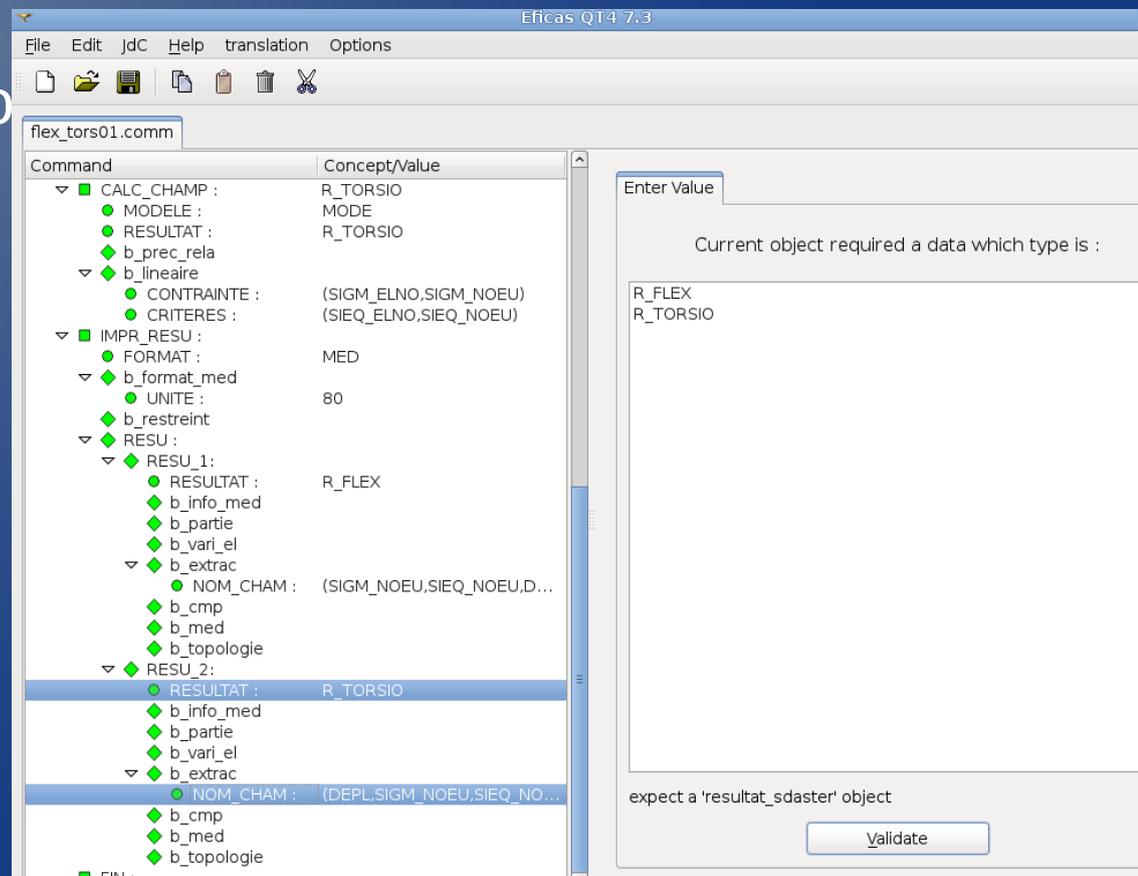
Stampa dei risultati

- Chiediamo di salvare anche i risultati calcolati nei comandi CALC_CHAMP con il comando IMPR_RESU
- Scegliamo MED come formato di salvataggio
- Scegliamo RESULTAT ed il nome dei risultati della flessione
- Alla voce NOM_CHAMP scegliamo le tensioni ai nodi e gli spostamenti: SIGM_NOEU, SIEQ_NOEU, DEPL
- Il solutore restituisce gli spostamenti salvati nel data base (se si sceglie l'opzione di salvataggio opportuna)



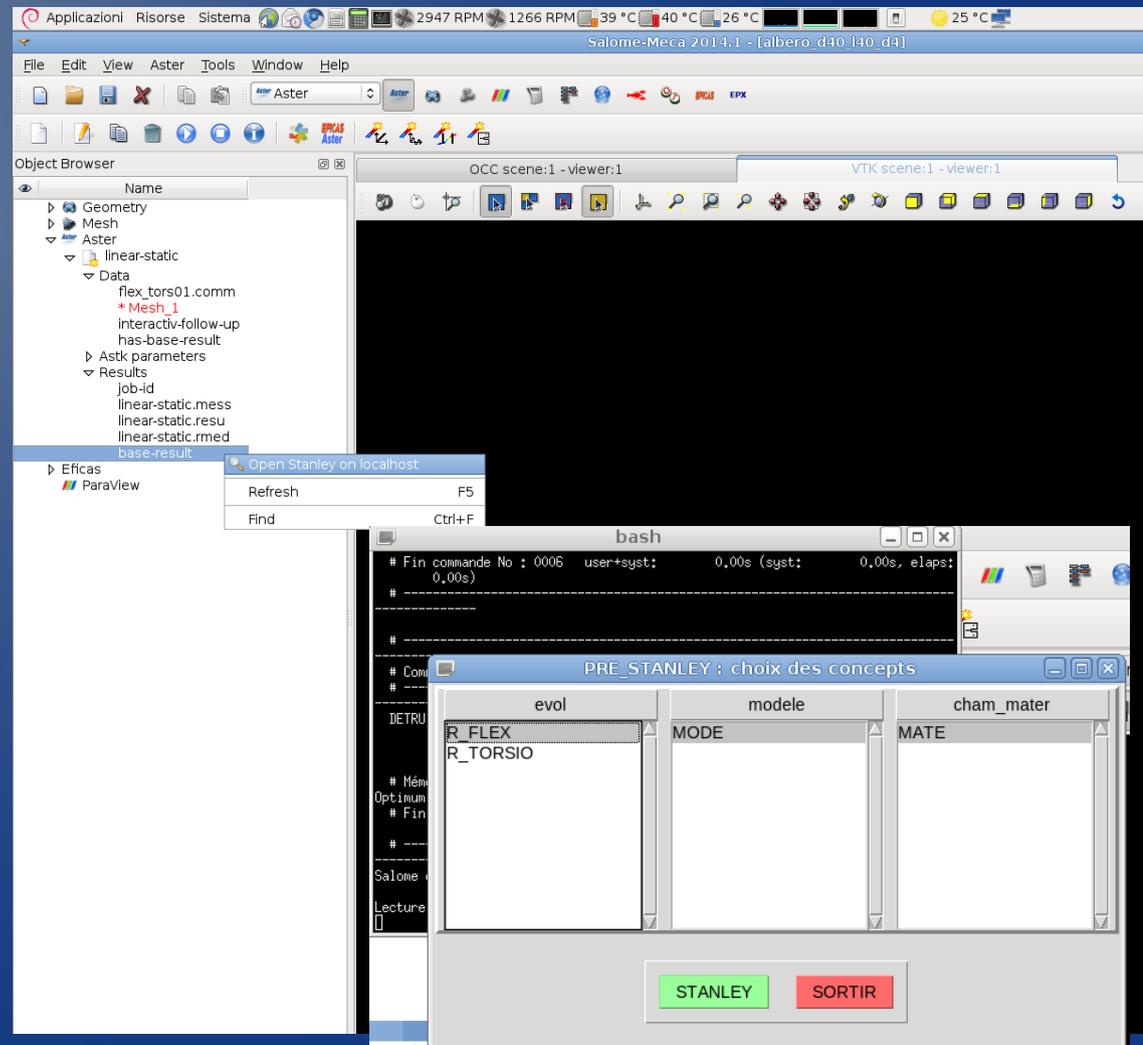
Stampa dei risultati

- Una seconda istanza di RESULTAT ci permette di salvare anche i risultati della torsione: R_TORSIO
- DEPL, SIGM_NOEU, SIEQ_NOEU sono le tensioni da scegliere alla voce NOM_CHAMP sotto “b_extrac”



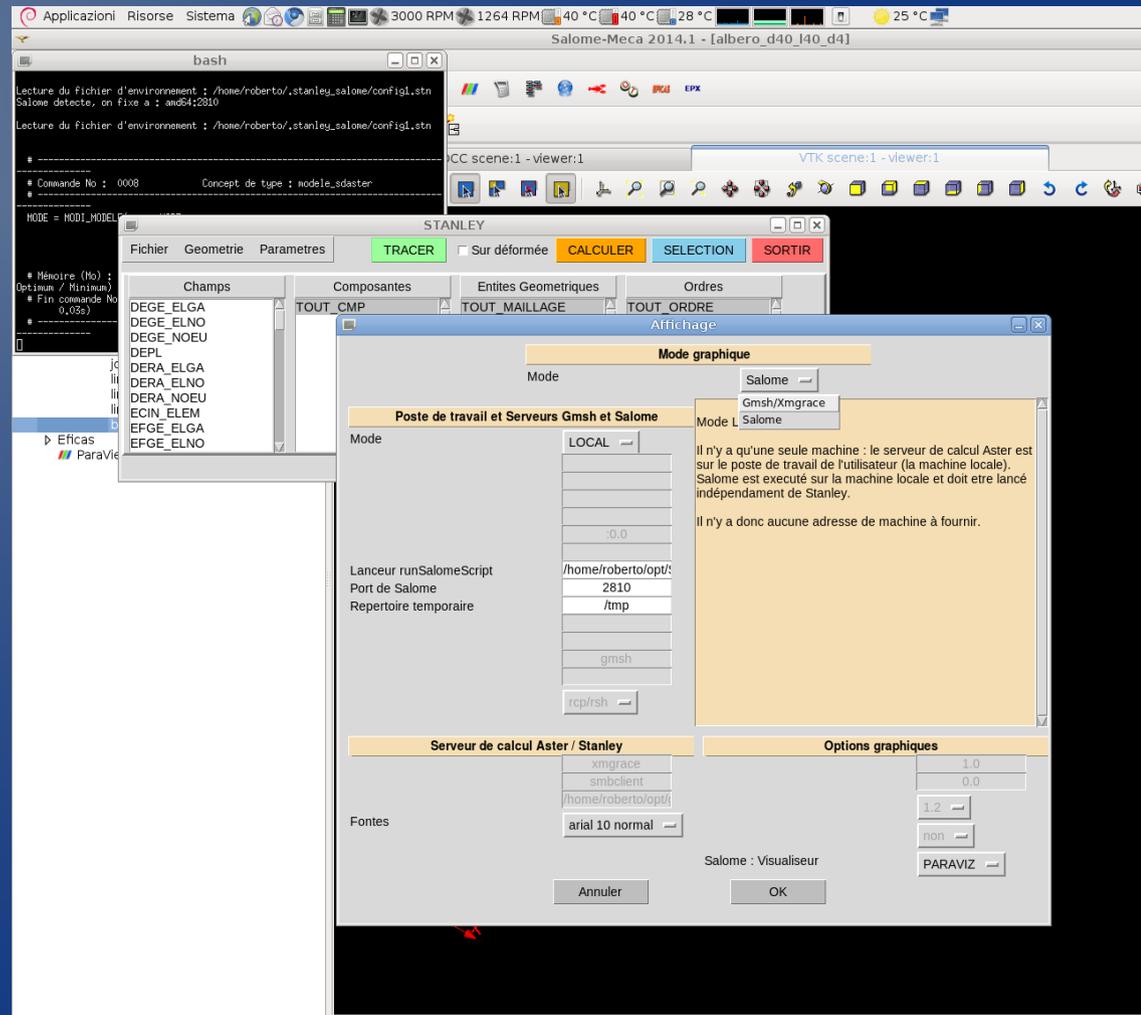
Post processing con STANLEY

- Stanley è lo strumento di post processing degli studi eseguiti con code-aster
- Click dx sulla voce base-result lancia l'applicativo
- Scegliamo i risultati della flessione e confermiamo cliccando su “STANLEY”



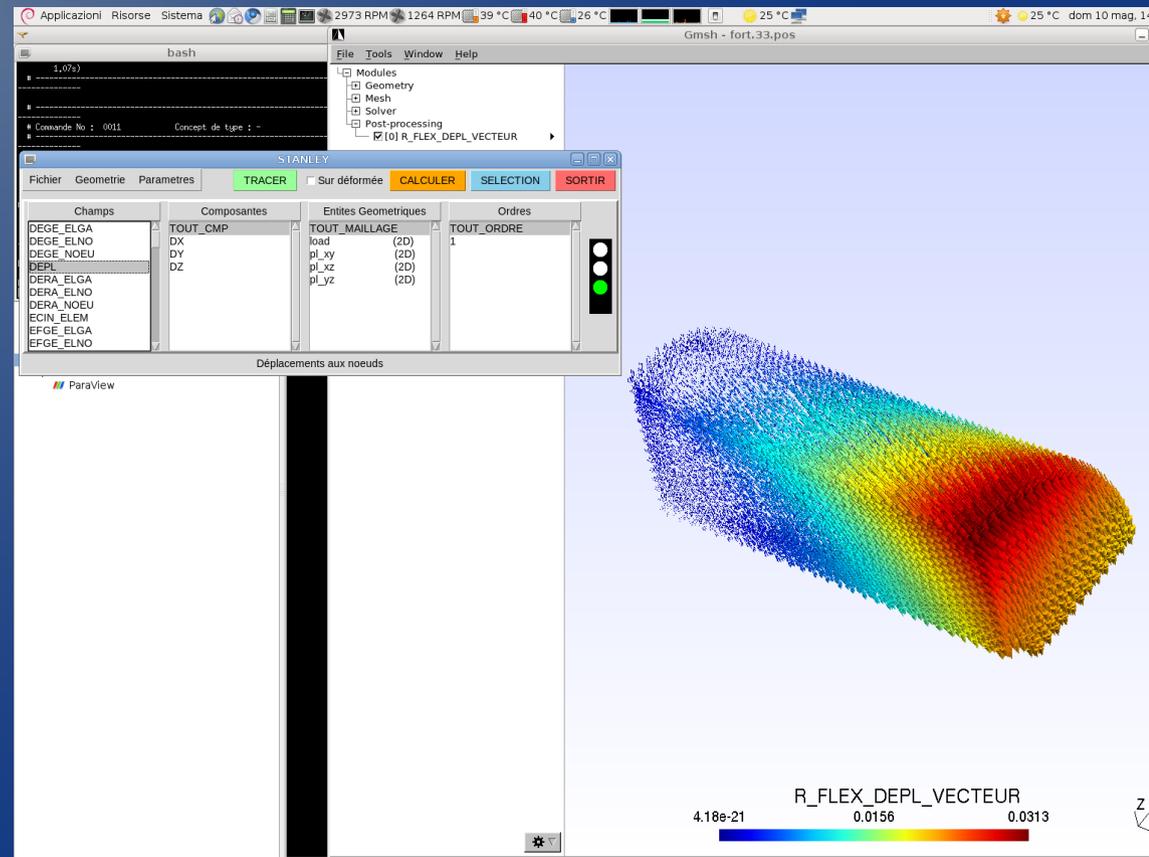
Impostare Stanley per GMSH e Xgrace

- Il percorso Parameters/editer apre la finestra di impostazione di Stanley
- Click sul bottone Salome e scelgo Gmsh/Xmgrace
- Volendo salvo la configurazione per i lanci successivi
- Ora Stanley userà Gmsh per visualizzare i risultati e Xgrace per tracciare i grafici



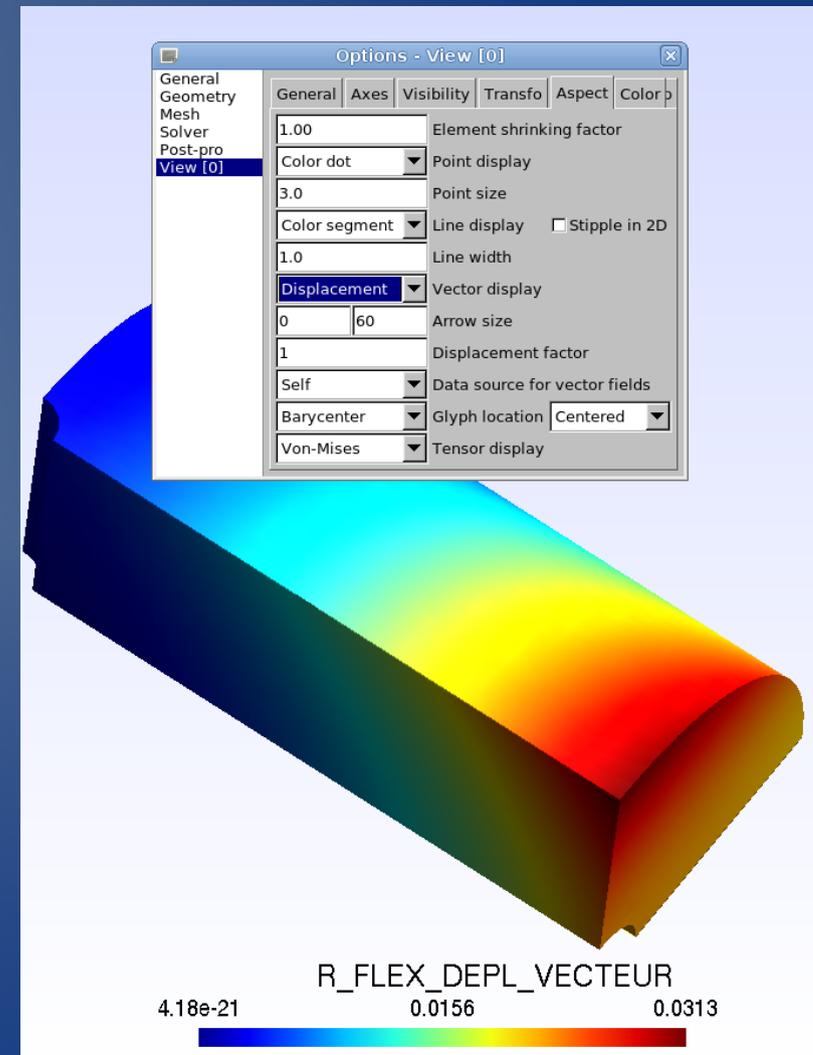
Gli spostamenti

- Click su DEPL sceglie gli spostamenti come risultato da visualizzare
- Il semaforo verde dice che il risultato scelto è pronto per la visualizzazione
- Se fosse arancione sarebbe necessario calcolare il risultato cliccando il bottone CALCULER
- Click su TRACER lancia Gmsh e mostra i vettori spostamento



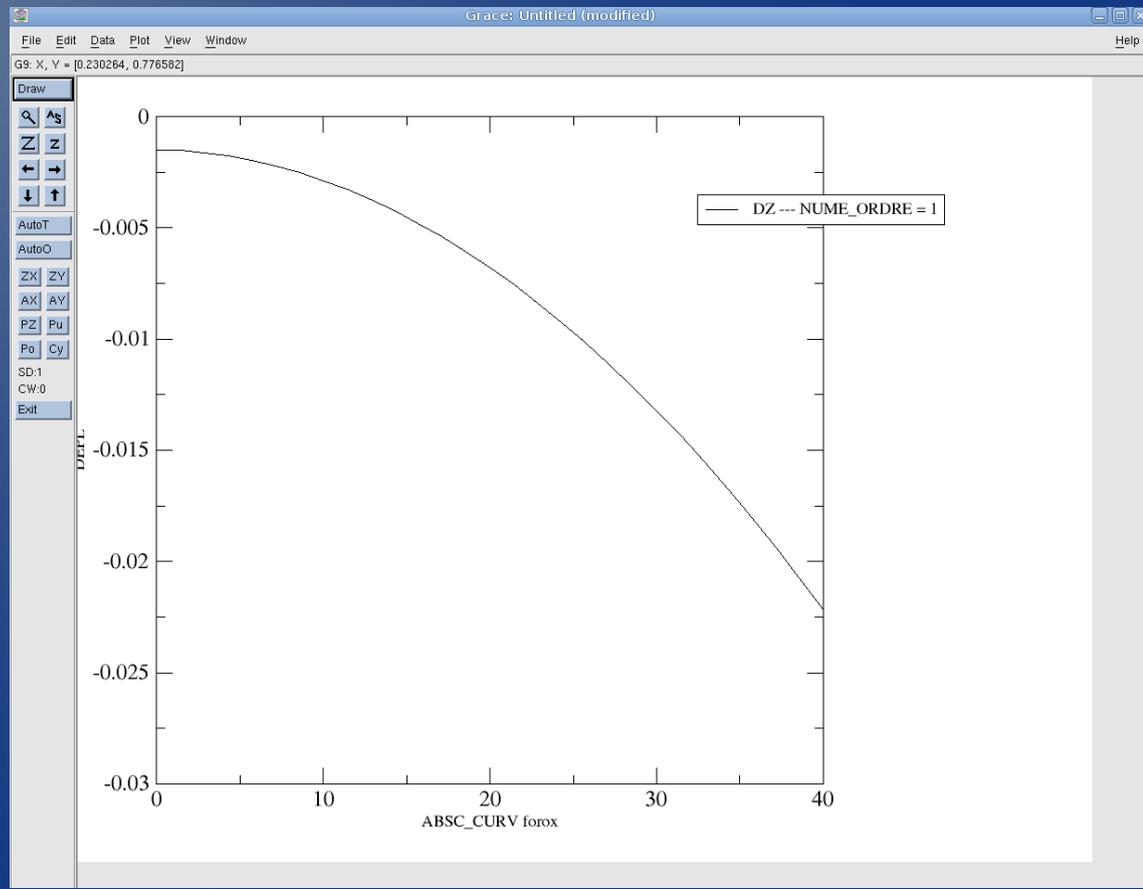
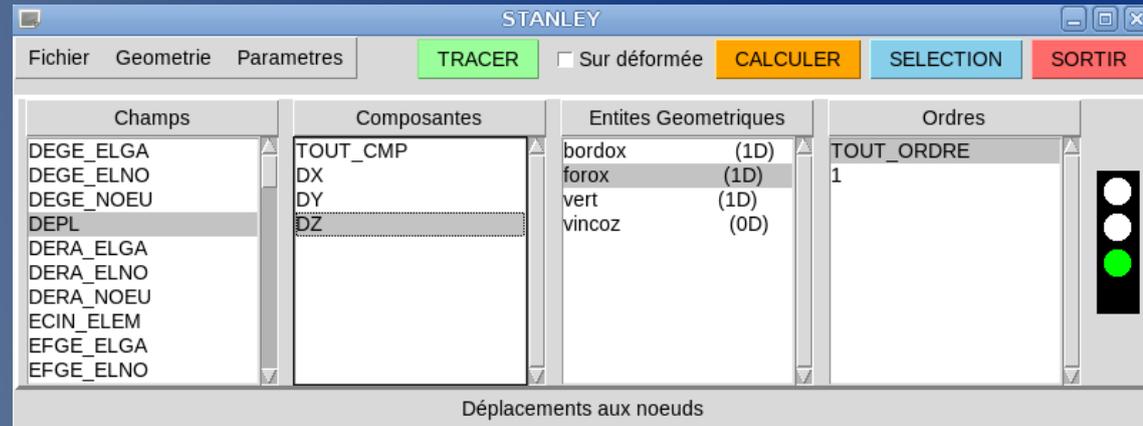
Gli spostamenti

- Tools/option
- View [0]
- Linguetta “Aspect”
- Vector display => displacement
- Procedura che mostra il campo di spostamenti



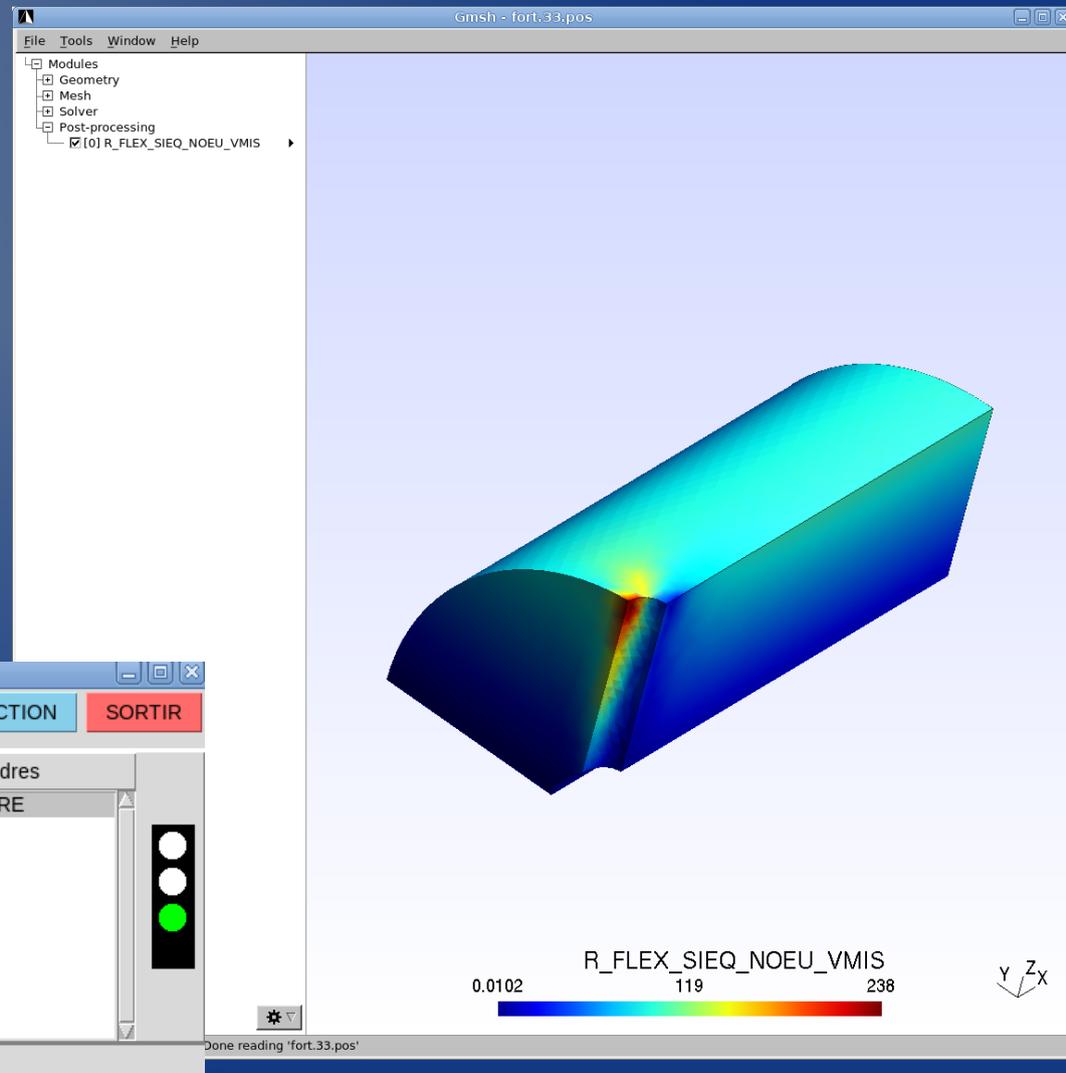
Spostamenti dell'asse dell'albero

- Click su “Entities Geometrique”
- Forox ovvero l'asse dell'albero
- “composantes” DZ
- TRACER
- Otteniamo gli spostamenti in z tracciati sull'ascissa curvilinea del gruppo “forox”



Tensione ideale

- Cerchiamo nei “Champs” la voce SIEQ_NOEU
- VMIS
- Entites Geometriques/isovaleur
- Semaforo verde quindi TRACER
- Gmsh mostra le frange colorate del campo di tensione ideale secondo Von Mises



STANLEY

Fichier Geometrie Parametres TRACER Sur déformée CALCULER SELECTION SORTIR

Champs	Composantes	Entites Geometriques	Ordres
PRME_ELNO	TOUT_CMP	TOUT_MALLAGE	TOUT_ORDRE
REAC_NODA	VMIS	load (2D)	1
SIEF_ELGA	TRESCA	pl_xy (2D)	
SIEF_ELNO	PRIN_1	pl_xz (2D)	
SIEF_NOEU	PRIN_2	pl_yz (2D)	
SIEQ_ELGA	PRIN_3		
SIEQ_ELNO	VMIS_SG		
SIEQ_NOEU	VECT_1_X		
SIGM_ELGA	VECT_1_Y		
SIGM_ELNO	VECT_1_Z		

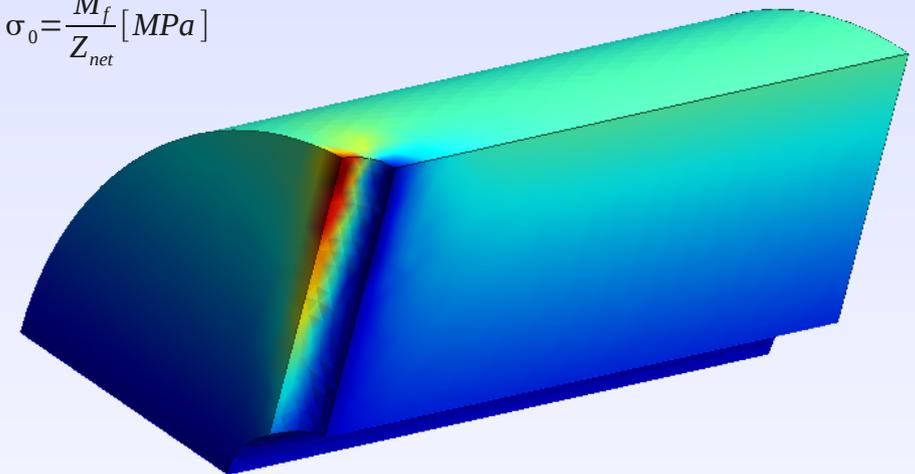
Contraintes équivalentes aux noeuds

Concentrazione di tensione

- Dallo Shigley [3] la tabella A-16 elenca i fattori di concentrazione della tensione per un albero cavo con foro trasversale
- $d/D=8/40=0,2$
- $A a/D=4/40=0,1$
- Scelgo $d/D=0$ e ottengo $K_t=2,27$ e $A=0,83$
- σ_0 è la tensione nominale
- $\sigma_{max}=\sigma_0*K_t=273,5$ [MPa]
- L'analisi condotta con una tensione σ_x massima di 249 [MPa] è in buon accordo con la letteratura

$$Z_{net} = \frac{\pi A}{32 D} (D^4 - d^4) [mm^3]$$

$$\sigma_0 = \frac{M_f}{Z_{net}} [MPa]$$



$$Z_{net} = \frac{\pi 0,83}{32 40} (40^4 - 8^4) = 5206 [mm^3]$$

$$\sigma_0 = \frac{627313}{5206} = 120,5 [MPa]$$



Bibliografia

- [1] Jean-Pierre Aubry, “Beginning with Code_aster”, Framabook, ISBN 979-10-92674-03-3
- [2] Angelo Di Tommaso, “Fondamenti di scienza delle costruzioni” parte II, Patron editore
- [3] Shigley, Mischke, “Mechanical engineering design”, McGraw-Hill Book, ISBN 0-07-100607-9

Ringraziamenti

- Grazie ai presenti della pazienza e dell'attenzione
- Grazie all'università di Modena e Reggio Emilia nella persona del professor Bertocchi, per la disponibilità e lo spazio concesso