

# Progettazione Assistita da Calcolatore

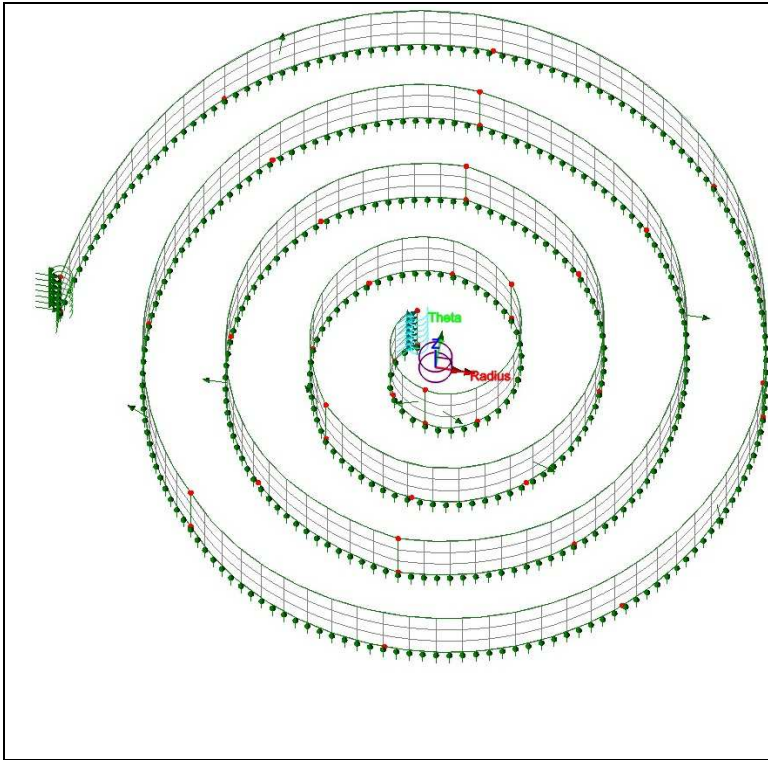
## Soluzione Molla a Spirale Appello 4 luglio 2013

Sulla base di quanto indicato dal testo, il modello geometrico da adottare è quello di una geometria di sole superfici ottenute estrudendo la spirale, disegnata sulla base delle coordinate e con le modalità indicate, nella direzione perpendicolare al piano di appartenenza della spirale stessa, per un'altezza di tre millimetri. Il modello ad E.F. più idoneo è quello realizzato con elementi Shell quadrangolari quadratici (8 nodi) con lunghezza del lato del generico E.F. pari ad almeno 1/3 della dimensione minima della superficie che in questo caso è 3 mm: quindi dimensione tipica di E.F. 1 mm. Alla superficie si assegna uno spessore di 0,5 mm ed un materiale con caratteristiche E e  $\nu$  tipiche dell'acciaio (la scheda non è mostrata).

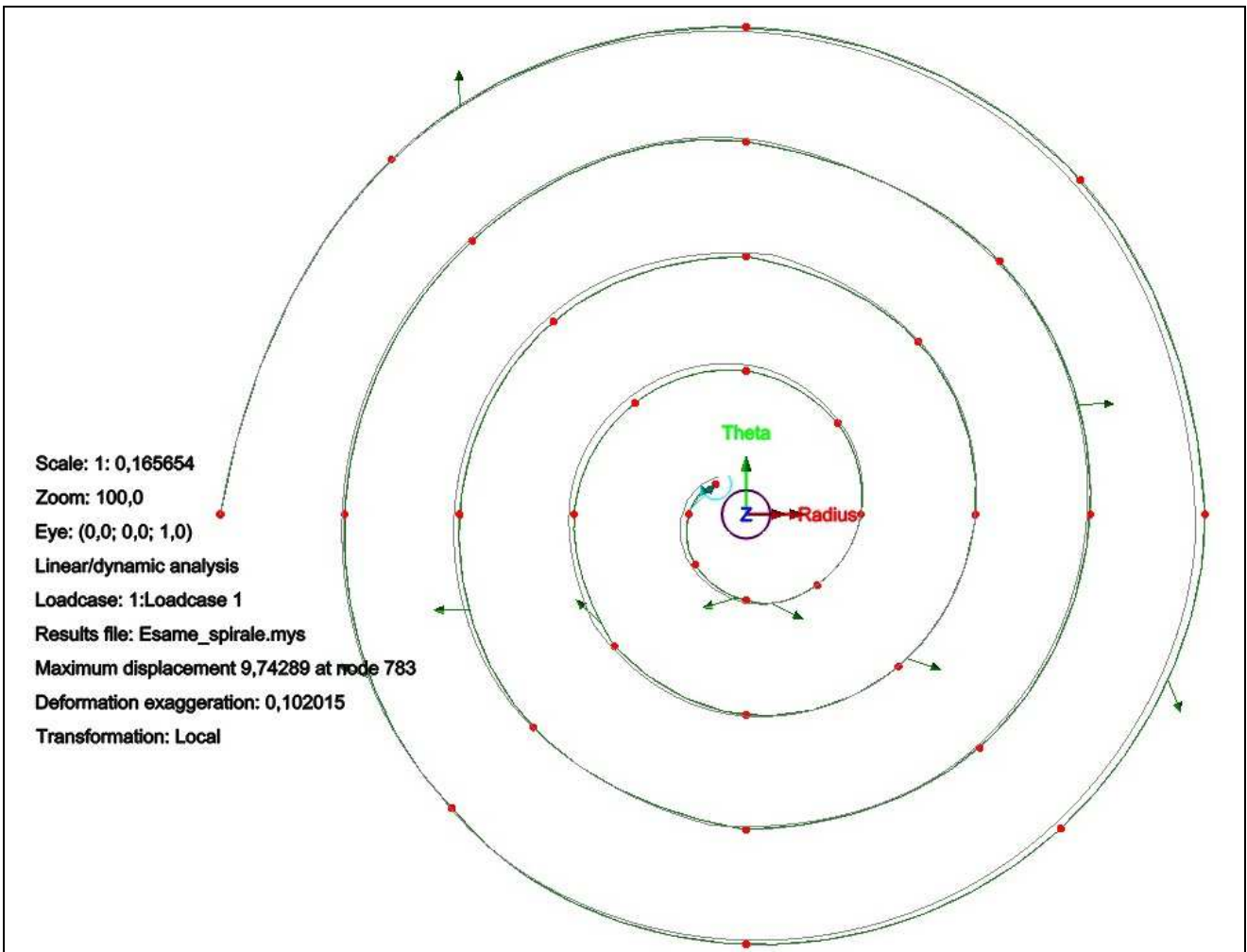
The image displays four screenshots of software dialog boxes used in a finite element analysis (FEA) process:

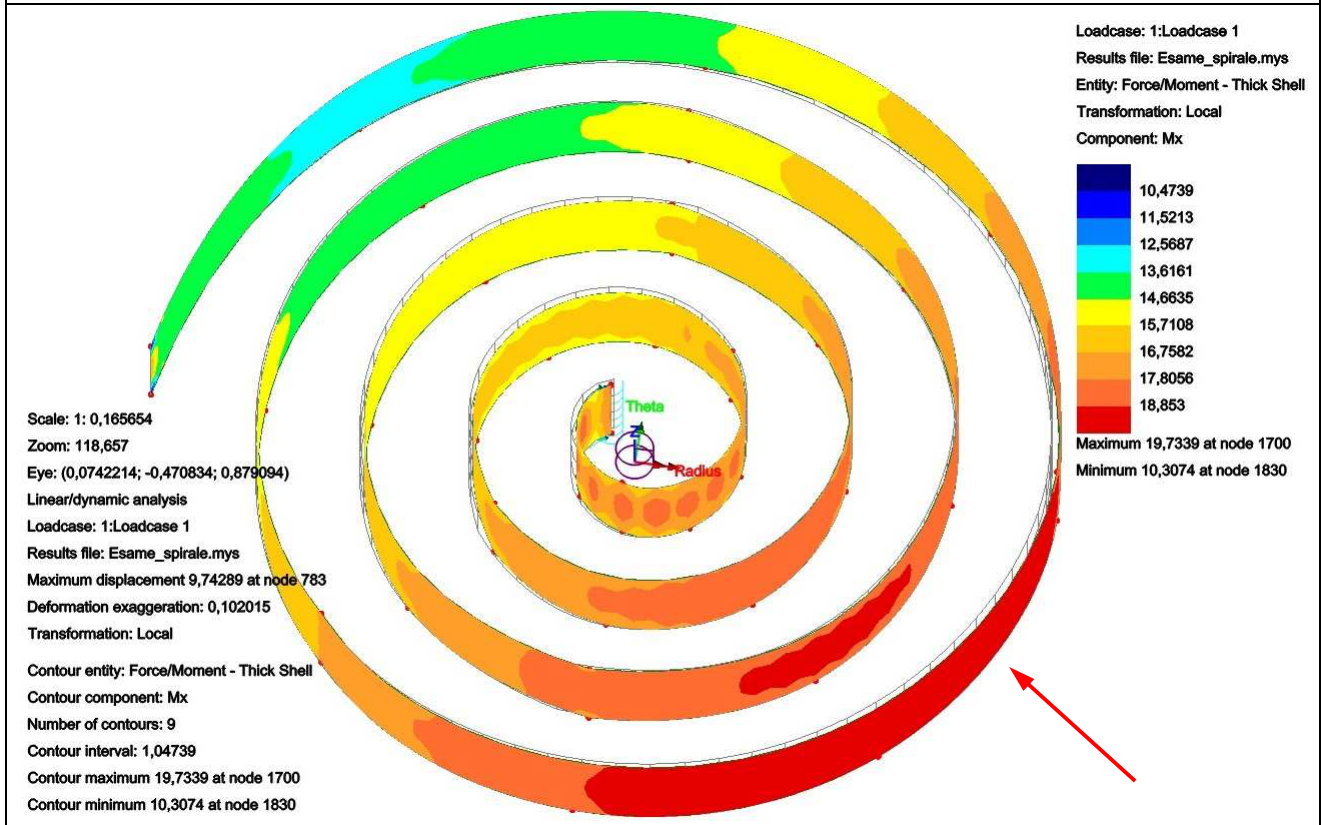
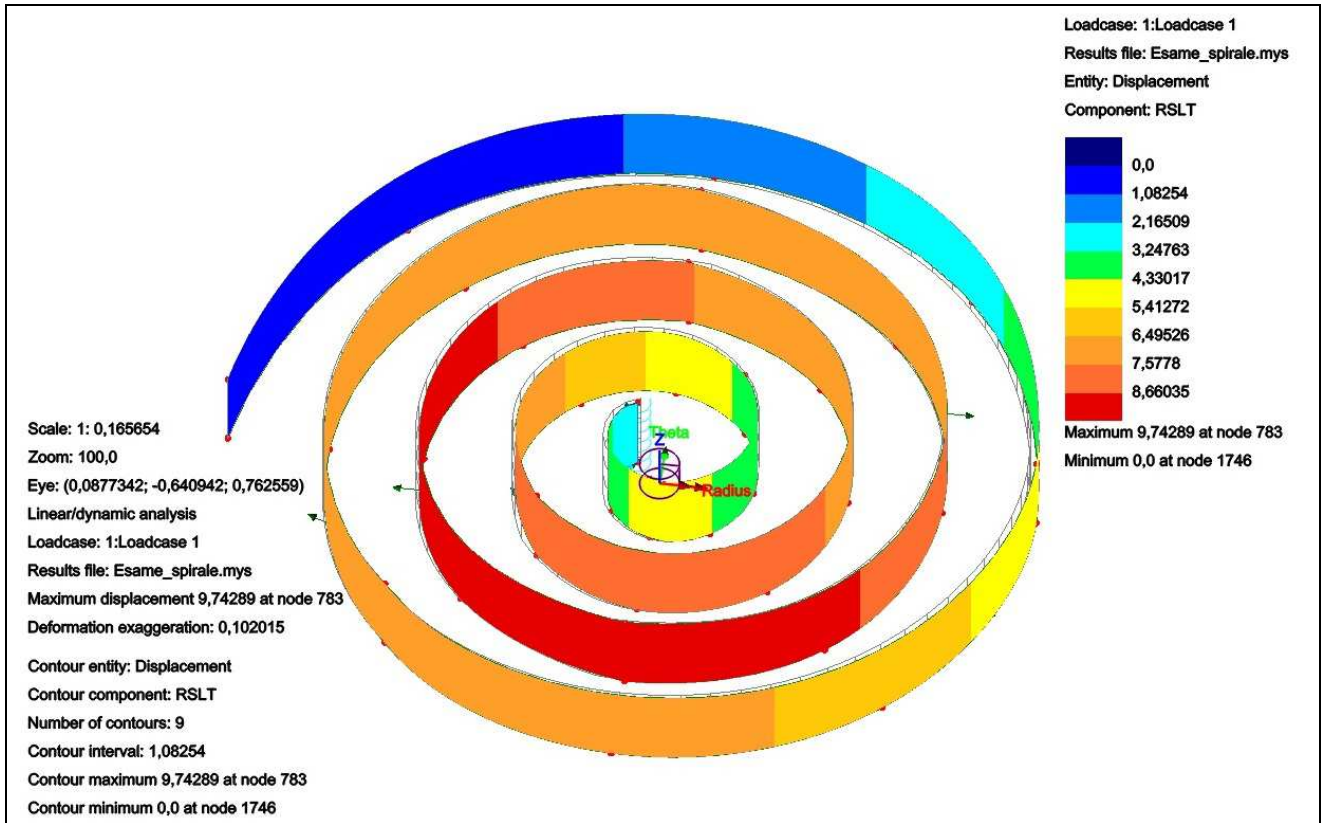
- Surface Mesh:** Shows the 'Structural' tab with 'Element description' set to 'Thick shell', 'Element shape' as 'Quadrilateral', and 'Interpolation order' as 'Quadratic'. The 'Regular mesh' options are selected, with 'Element size' set to 1,0 and 'Local x/y divisions' set to 4. The element name is 'QTS8'.
- Geometric Surface:** A table defines surface properties: Thickness is 0,5 and Eccentricity (ez) is 0,0. The name is 'Spessore\_lamina'.
- Displacement:** Shows 'Total' displacement results for various components. The table below summarizes these values.
- Structural Supports:** Shows boundary conditions for 'Translation in' (X, Y, Z) and 'Rotation about' (X, Y, Z). X and Y translations are fixed, while Z translation and all rotations are free.

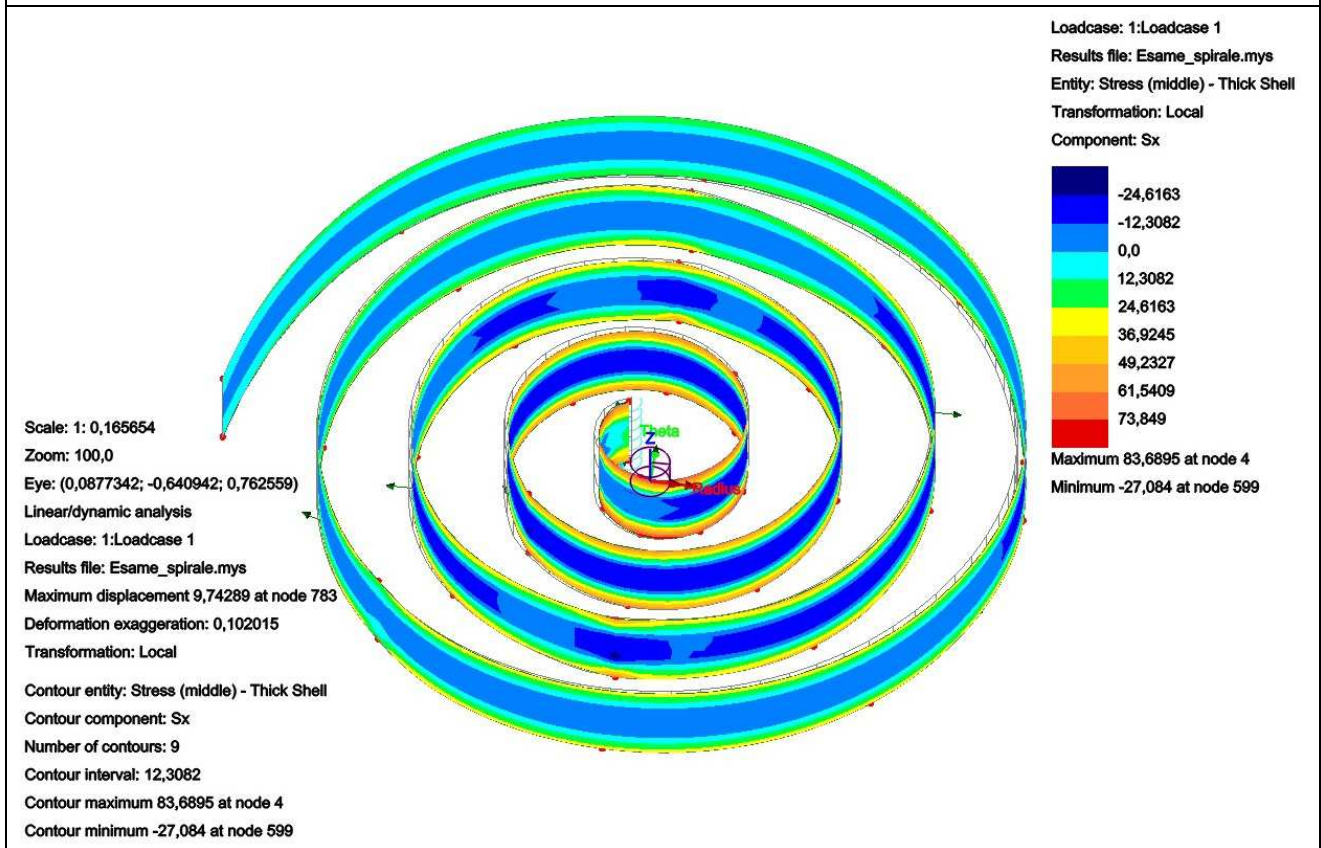
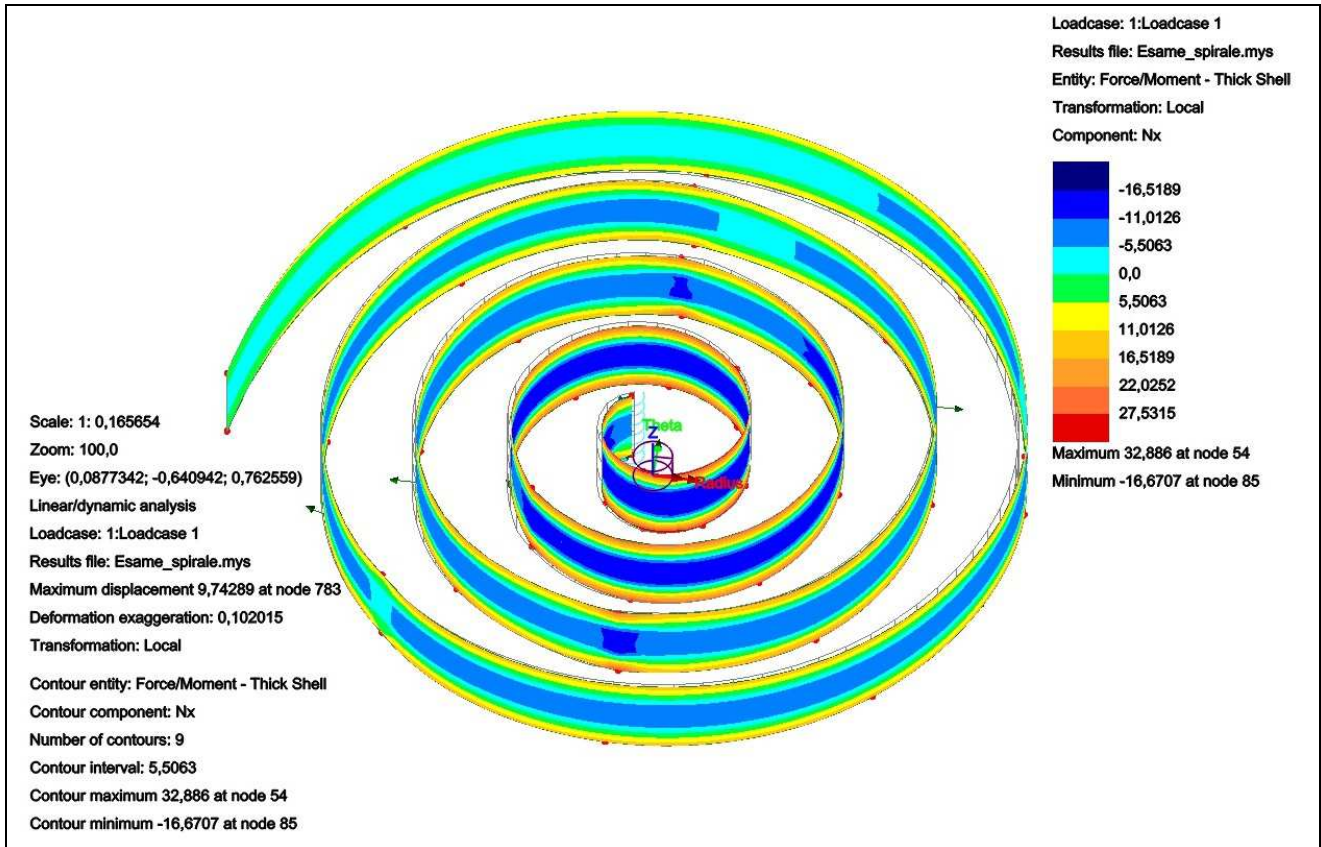
Component	Displacement
Displacement in X Dir	0,0
Displacement in Y Dir	-1,8438
Displacement in Z Dir	0,0
Rotation about X axis	0,0
Rotation about Y axis	0,0
Rotation about Z axis	-1,57
Local rotation	0,0
Pore pressure	0,0

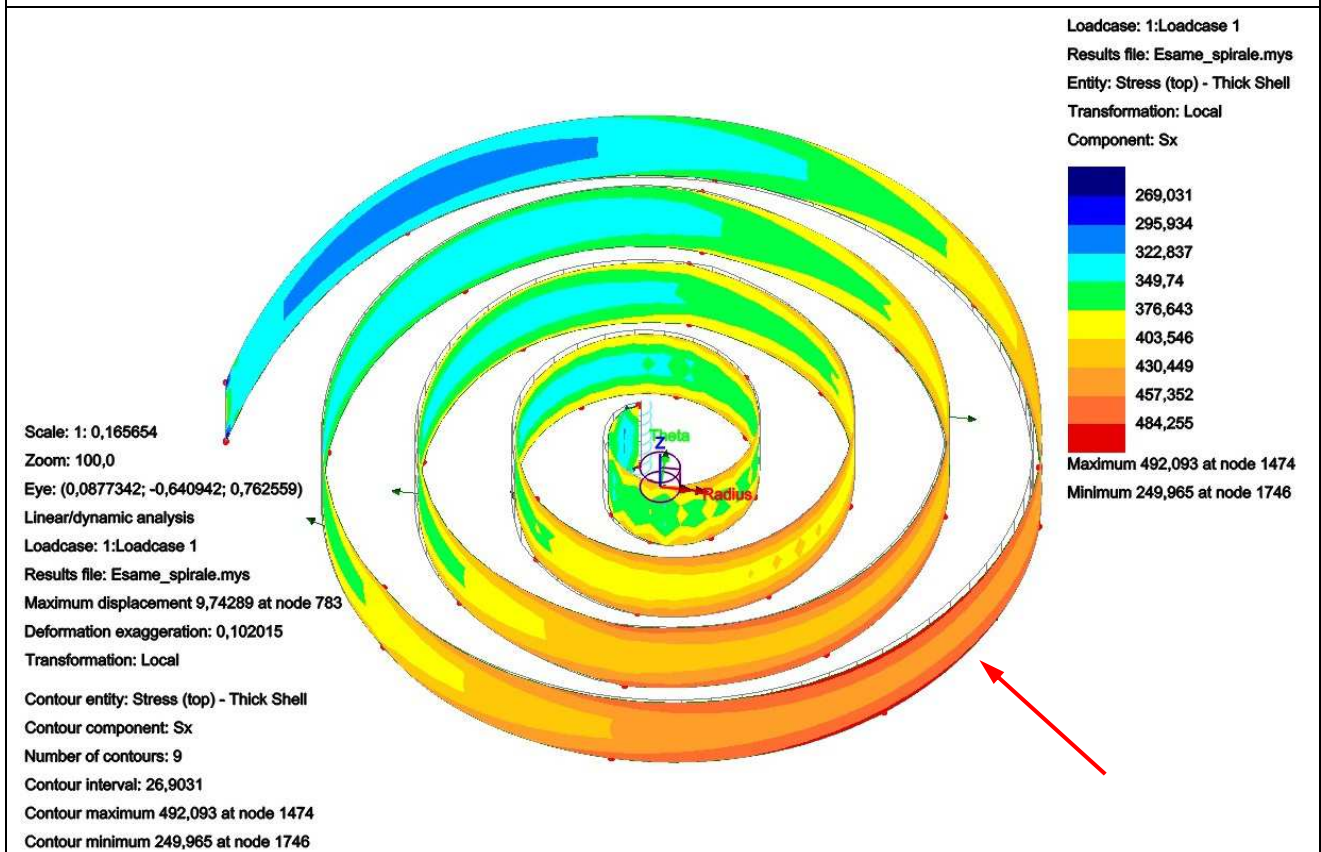
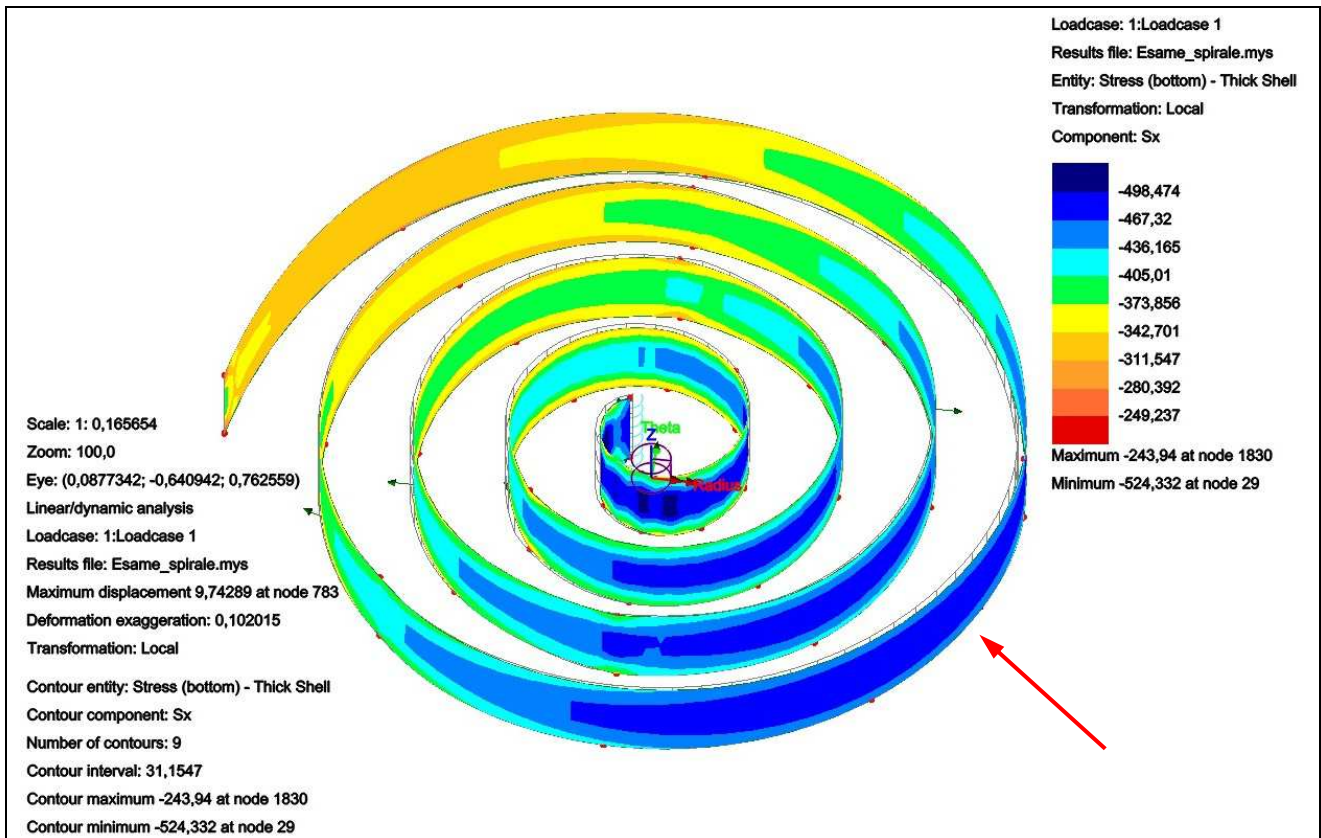


Benché non sia necessario, sono stati apposti vincoli in direzione Z su tutto lo sviluppo inferiore della spline, per imporre comunque alla lamina di deformarsi restando appoggiata al piano ideale  $Z=0$ . Sull'estremità B sono stati impediti gli spostamenti secondo X, Y e la rotazione rispetto a Z. Non è necessario bloccare altre rotazioni. Alla sezione (per noi una linea) a cui è imposto il "movimento" si assegna il sistema di riferimento cilindrico (SRC) con origine in 0,0,0 e direzione assiale coincidente con la direzione Z. Fatto questo si impongono gli spostamenti voluti alla medesima linea,  $Dt=-r*\pi/2=-1,84$ ,  $Ra=-\pi/2=-1,57$ . Il SRC serve solo allo scopo di applicare gli spostamenti che sappiamo dal testo, essere tangenti alla circonferenza di raggio  $r=1,17$  mm e centro nell'origine degli assi.









Poiché si tratta di una molla di flessione, per la stima approssimata della rigidezza si può immaginare di svolgere la molla per tutta la sua lunghezza fino a farle assumere una configurazione piana rettilinea. Sotto queste ipotesi un estremo della molla risulterebbe vincolato ad incastro, e l'altro costretto a ruotare di  $\pi/2$ ; si instaura perciò un'azione interna momento flettente, costante per tutto lo svolgimento della molla,  $M_f =$

$(E \cdot J \cdot \phi) / l$ , dove E modulo elastico materiale, J momento d'inerzia sezione lamina,  $\phi$  angolo imposto ed l lunghezza della lamina:

$$E = 2 \cdot 10^5 \text{ [N/mm}^2\text{]}; \quad J = (3 \cdot 0,5^3) / 12 = 3,125 \cdot 10^{-2} \text{ [mm}^4\text{]}; \quad l = 200 \text{ [mm]}$$

La rigidezza flessionale della molla assume la forma:  $k_f = E \cdot J / l = 2 \cdot 10^5 \cdot 3,125 \cdot 10^{-2} / 200 = 49 \text{ [N/mm]}$ .

**RIPORTARE LE NORMALI ALLE SUPERFICI, SEMPRE, PER GLI ELEMENTI SHELL**

Le Azioni interne più significative da mostrare sono il momento flettente  $M_x$  e l'azione normale  $N_x$ ; geometria, vincoli a modalità di carico non suggeriscono la presenza di altre azioni significative. Si sono indicate le azioni riferite al sistema di riferimento locale per gli elementi finiti. In questo caso in cui gli elementi finiti sono tutti "rettangolari" (escludendo l'effetto della curvatura) con i lati paralleli rispettivamente allo sviluppo della spirale ed all'altezza della lamina (3 mm) la rappresentazione dei risultati più efficace è proprio rispetto al S.R. locale degli elementi finiti. Non è ugualmente efficace la rappresentazione rispetto al S.R.C. perché lo sviluppo della spirale non è uno sviluppo circolare.

Dal Contour di  $M_x$  si legge che questo varia (fatta esclusione per le zone vicine ai vincoli – spostamenti compresi) tra 12,5 e 19,5 Nmm/mm. Riferendosi al valore massimo, fibre superiori e fibre inferiori dello spessore della lamina saranno, a meno del segno, ugualmente sollecitate:

$\sigma_f = M_x \cdot s / (2 \cdot J) = 6 \cdot M_x / s^2 = 6 \cdot 19,5 / 0,5^2 = 470 \text{ N/mm}^2$  dove s spessore della lamina. Dal Contour di  $S_x$  (Bottom e/o Top) nella stessa zona in cui è stato rilevato  $M_x$  max, si legge una sollecitazione inferiore a -470 N/mm<sup>2</sup> sul Bottom e superiore a 430 N/mm<sup>2</sup> sul Top, con una sollecitazione sul Middle di circa -15 N/mm<sup>2</sup>. Quest'ultima dovuta alla presenza di  $N_x$  di compressione.

Per la stima della  $\sigma_{VM}$  nella stessa zona, avremo, trattandosi di stato di sforzo monoassiale:

$$\sigma_{VMB} = (-470)^{1/2} = 470 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{VMT} = (430)^{1/2} = 430 \text{ N/mm}^2$$

Si riporta solo per completezza di spiegazione il contour di SE, non richiesto dal testo.

