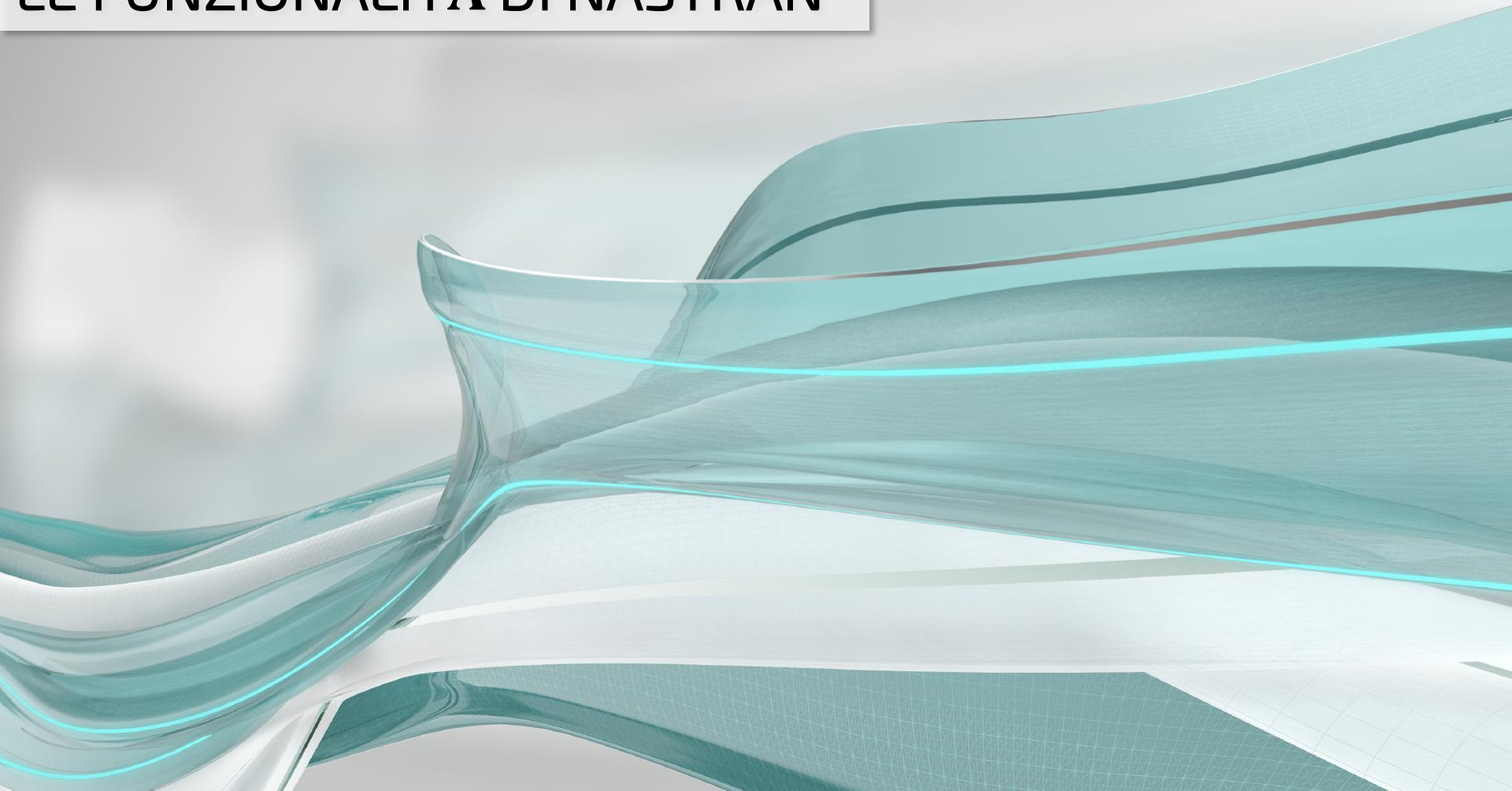


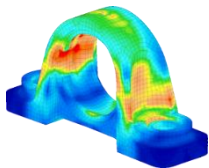
# LE FUNZIONALITÀ DI NASTRAN



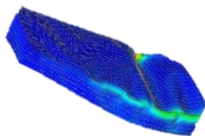
# Tipologie di analisi di base



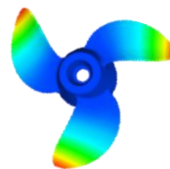
Statica lineare



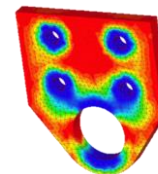
Buckling



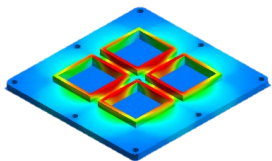
Modalità Normali



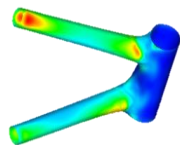
Modalità normale  
precarico



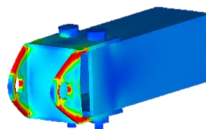
Trasferimento di  
calore stazionario  
lineare



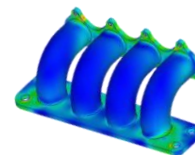
Materiali Compositi



Modellazione assiemi  
con contatto



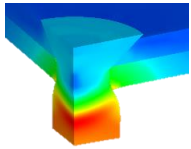
Stress termico



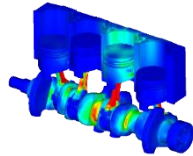
# Tipologie di analisi avanzate



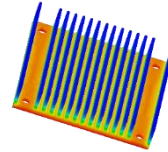
Statica Non lineare



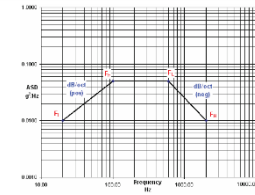
Trasferimento di calore transitorio non lineare



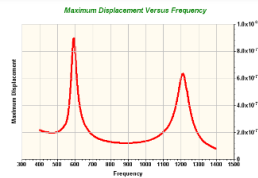
Trasferimento di calore stazionario non lineare



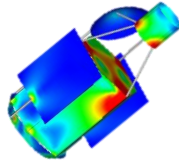
Risposta casuale



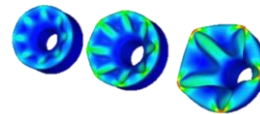
Risposta in frequenza



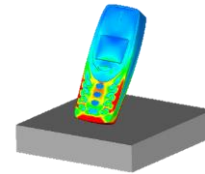
Risposta regime transitorio lineare e non lineare



Materiali non lineari e iperelastici



Automated Impact Analysis (AIA), analisi urto



# Analisi statica Lineare e Non Lineare



- Analisi lineari per carichi statici o applicati molto lentamente
  - Ipotesi di linearità:
    - Materiale con comportamento elastico (tensioni proporzionali a deformazioni)
    - Piccole deformazioni (la rigidezza non cambia variando la tensione)
    - Carichi (entità, orientazione, distribuzione) costanti
- Analisi non lineari (materiali, geometrie, condizioni al contorno) per rendere più realistica la simulazione
  - Contatto tra parti
  - Materiali non lineari e plastici
  - Grandi deformazioni

# Risposta Dinamica

- Tempo e massa vengono inclusi nella soluzione
  - Moto armonico forzato - risposta in frequenza
  - Carichi e Moti dipendenti dal tempo - risposta regime transitorio
  - Caricamento casuale
  - Urto



# Trasferimento di calore stazionario e transitorio



- Analizzare semplici problemi di trasferimento di calore
  - Trasferimento stazionario tramite conduzione, convezione e irraggiamento
  - Carichi dipendenti dal tempo
- Trasferimento delle temperature risultanti esportabili come carichi termici in analisi strutturali

# Analisi urto



- Impostazione semplice di carichi urto e impatto
  - Definizione di parti, percorsi e velocità
  - Setup automatico di carichi e condizioni iniziali
  - Analisi transitorie non lineari

# Buckling



- Buckling lineare
  - Instabilità al carico di punta basata sul metodo Euleriano
  - Analisi adatte a problemi di instabilità lineare
- Buckling non lineare
  - Analisi adatte ad ogni problema di instabilità
  - Comprende grandi deformazioni, contatti e materiali con comportamento non lineare



# Materiali Compositi



- Laminati 2D e 3D
  - Analisi particolarmente adatte a materiali fibro-rinforzati
  - Tecniche di rotture specifiche per compositi sandwich
  - Modello zona coesiva per rotture di delaminazione
  - Indici e fattori di rottura per il calcolo dei coefficienti di sicurezza (più teorie disponibili)

# Ed inoltre...

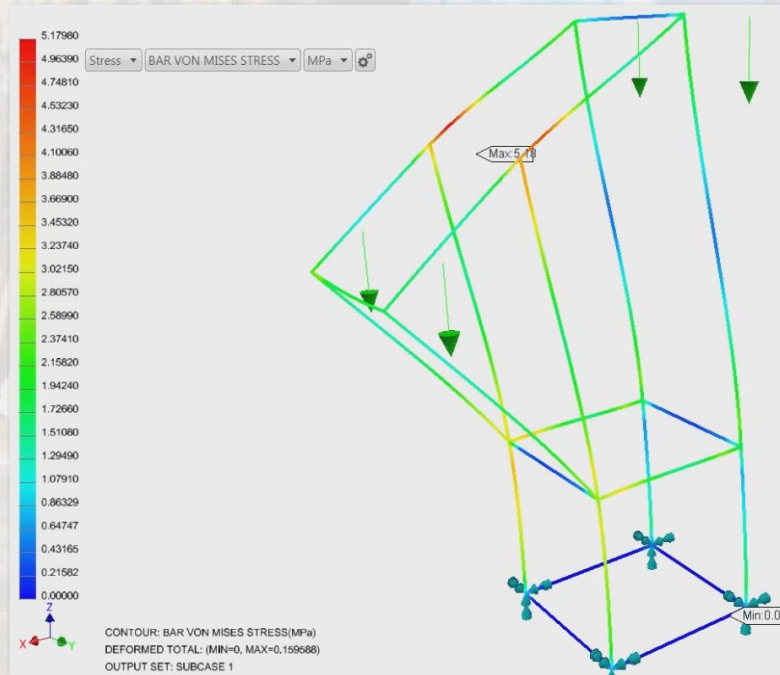
- Fatica
- Fatica vibrazionale



# Frame Generator



- Integrazione ed associatività dei telai

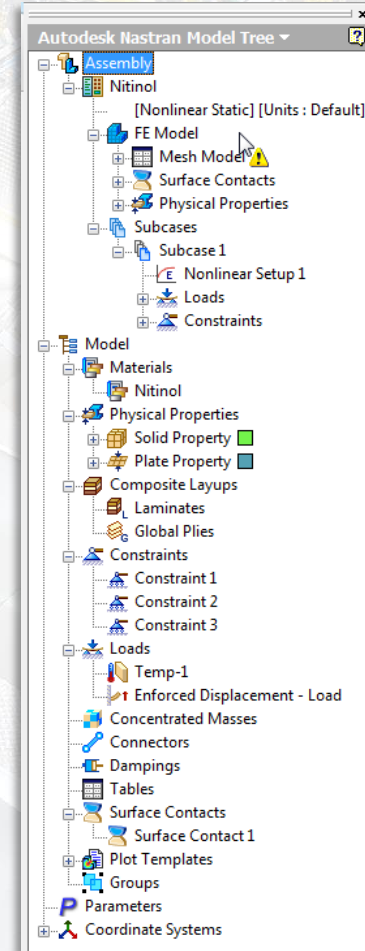


The background features abstract, flowing, teal-colored shapes that resemble liquid or smoke. These shapes are layered and have a grid-like texture, suggesting a digital or technical theme. The colors range from light mint green to a darker teal. A white rectangular box is positioned in the lower-left quadrant, containing the text 'PRE-PROCESSING'.

**PRE-PROCESSING**

# Albero del modello

- Sezione ANALISI
  - Contiene gli oggetti attivi nell'analisi
  - Impostazione analisi
  - Tasto destro per creare, duplicare, ecc
  - Controllo e impostazione Sottocasi
- Sezione MODELLO
  - Archivio entità disponibili
  - Strumenti avanzati

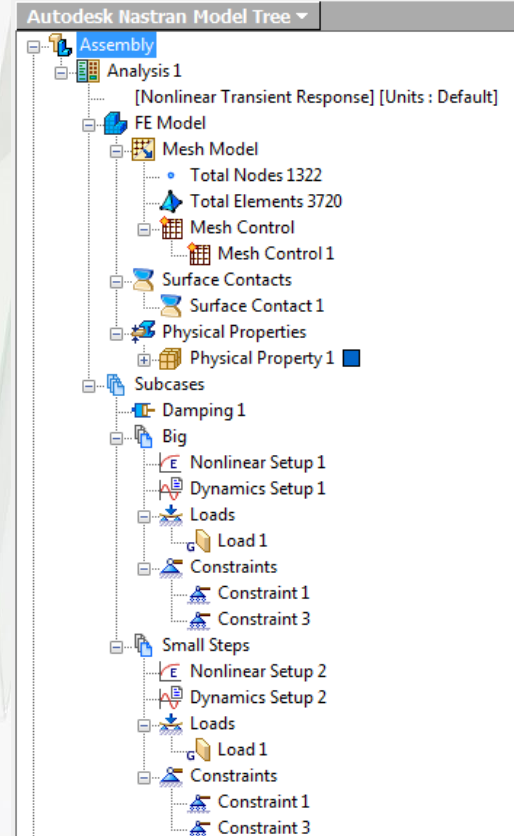


Analysis

Model

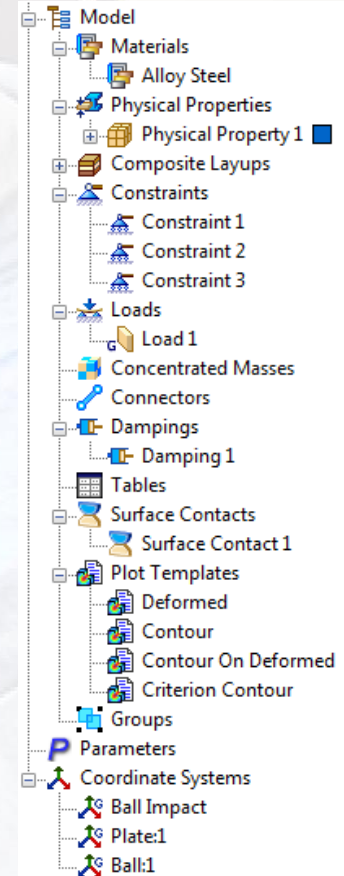
# Sottomenù Analisi

- Impostazioni di analisi
- Modello MESH: impostazioni e controlli iniziali
- Controlli MESH
- Contatti di Superficie
- Proprietà fisiche
- Sottocasi: analisi separate da lanciare in sequenza (per analisi nonlineari il risultato di un sottocaso è la condizione iniziale del successivo)



# Sottomenù MODELLO

- Contiene tutte le entità di analisi
- Masse concentrate: per rappresentare corpi complessi
- Connettori: elementi speciali di collegamento (\*)
- Smorzamenti
- Tabelle
- Contatti di superfici (\*)
- Modelli tracciato: per salvare risultati
- Gruppi: di nodi ed elementi
- Parametri: opzioni avanzate del solutore
- Sistemi di coordinate



# Connettori



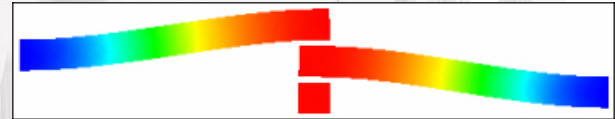
- ASTA: può sopportare tensione, compressione e torsione (no flessione)
- CAVO: sopporta tensione ma non compressione, può avere un precarico, un allentamento iniziale e si può 'rompere'
- MOLLA: può essere molla, smorzatore o entrambi con differenti proprietà per ogni direzione; non richiede materiale
- CORPO RIGIDO (MPC): Tipo rigido o Interpolazione(non aggiunge rigidità e consente trasferimento di carico come attraverso un corpo elastico)
- BULLONE: precarico assiale o coppia, con contatto definito



# Contatti



- Automatici o manuali:
  - SEPARAZIONE – faccia su faccia con possibile scorrimento e apertura
  - ACCOPPIATO – accoppiamento superfici
  - SCORRIMENTO/NO SEPARAZIONE – scorrimento sul piano, bloccaggio tensione e compressione
  - SEPARAZIONE/NO SCORRIMENTO – no scorrimento, separazione in tensione e compressione
  - OFFSET ACCOPPIATO – connessioni saldate con separazione significativa tra superfici



# File di NASTRAN



- NASTRAN FILE: file di input editabile e modificabile
- OUTPUT VIEW:  
log durante esecuzione analisi

```
Autodesk Nastran Output
ADS NASTRAN VERSION 10.2.2.423 14:51 11/16/14

INITIALIZATION PROCESSOR MODULE
READING IN FILE: C:\Program Files\Autodesk\Nastra
PROCESSING MODEL INITIALIZATION FILE
DELETING FILE: LICENSE.LOG
SERIAL NUMBER: AIX-IX86-01100-01147
VIRTUAL MEMORY = 1602713600 WORDS 12227.7 MEG
REAL MEMORY = 606711296 WORDS 4628.8 MEG
DRIVE C: DISK SPACE = 1407313920 WORDS 10737
WRITING MODEL RESULTS OUTPUT TO FILE: Tutorial 32
WRITING OUT MODEL INITIALIZATION DIRECTIVES
PAGES WRITTEN: 2

MODEL TRANSLATOR MODULE

GENERATING DATABASE: Tutorial 32.NDB
READING IN FILE: Tutorial 32.nas
LINES READ: 10217
DETERMINING MODEL SIZE
PERCENT COMPLETE: 100
PROCESSING CASE CONTROL COMMANDS
PERCENT COMPLETE: 100
18 CASE CONTROL COMMANDS WERE RECOGNIZED OF A TOTA
PROCESSING BULK DATA ENTRIES
PERCENT COMPLETE: 100
```

```
Nastran File
ID Analysis 1
SOL NONLINEAR STATIC
CEND
ECHO = NONE
DISPLACEMENT (PLOT) = ALL
SPCFORCES (PLOT) = ALL
STRESS (PLOT,CORNER,TRESCA) = ALL
SUBCASE 1
  LABEL = SUBCASE 1
  NLPARM = 1
  LOAD = 1
  SPC = 6
SUBCASE 62
  LABEL = RETRACT
  NLPARM = 2
  LOAD = 2
  SPC = 7
BEGIN BULK
$
$
$ Written by : Autodesk Nastran In-CAD
$ Version : 2015 SP0.0 -- Database V4.00009
$ Translator : Autodesk Nastran
$ From Model : C:\Users\Adams\Documents\Autodesk\Trojan\In-CAD\Training\Non
$ Date : Sunday, 11/16/14 14:51:13
$
$
PARAM,UNITS,M
PARAM LGDISP 1
NLPARM 1 50 YES+
CORD2R 1 0-6.51805364879-1-4.33914419509-1*
MAT1 2441.10320000000+11 3.40000000000-1*
MAT51 225 PLASTIC2.22166666666+10*
$
$ Physical Property
PSOLID 2 244 0
$
$ Physical Property
PSOLTR 1 225 0
```

```
New Card
MAT1 2441.10320000000+11 3.40000000000-1*
5.33210000000+99.72000000000-6 0.0*
6.55000000000+0E
```

# Tipi di file di NASTRAN



Relevance	Type	Autodesk Extensions	Other Nastran Versions
<b>Primary Defaults</b>	Inventor or SolidWorks files	*.iam, *.ipt, *.sldprt, *.sldasm	--
	Nastran Bulk Data File	*.nas, *.bdf	*.bdf, *.dat
	Binary results file	*.fno, *.op2, *.xdb	*.op2, *.xdb
<b>Support Files</b>	Analysis data	*.log	*.f04
	ASCII results file	*.out	*.f06
	Model Initialization file	*.ini	--
	Results summary	*.rsf	--
	Intermediate files	*.els, *.dis, *.gpf, *.gps, *.sta	*.DBALL, *.MASTER, *.asm

The background features abstract, flowing, teal-colored shapes that resemble liquid or fabric. These shapes are layered and curved, creating a sense of movement. A white, semi-transparent rectangular box is positioned horizontally across the middle of the image. The teal shapes have a fine grid pattern, suggesting a mesh or digital surface. The overall color palette is light and airy, with soft gradients of teal and white.

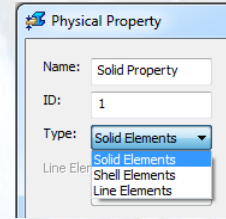
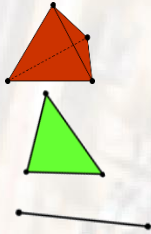
**MESHATURA**

# MESH



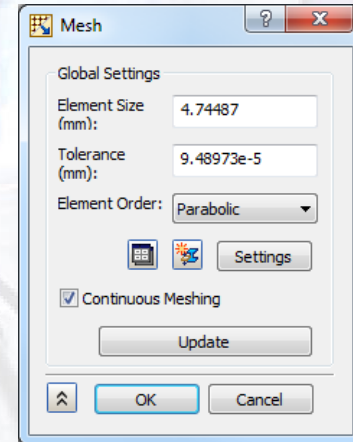
- Elementi:

- Solidi
- Shell
- Linea





- Impostazioni per controllare:

- Dimensioni elementi
- Ordine degli elementi (lineare o parabolico)
- Affinamento



# Elementi SOLIDI



- Elementi tetraedrici
  - Lineari (4 nodi ad elevata rigidità) 
  - Parabolici (10 nodi, maggior versatilità) 
- Geometria dal modello CAD
- Va definito il materiale

# Elementi SHELL



- Elementi
  - Triangolari
    - Lineari (3 nodi) raccomandati
    - Parabolici (6 nodi)
  - Quadrilateri
    - Lineari (4 nodi) raccomandati
    - Parabolici (8 nodi)
- Proprietà da assegnare a superfici o facce del modello
- Proprietà primaria Spessore  $t$
- Proprietà avanzate:
  - Spessore variabile
  - Plane Strain

# Elementi LINEA



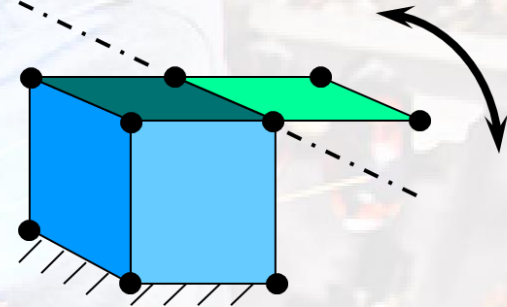
- Tipologie:
  - Barra
  - Trave (raccomandata)
  - Tubo
- Proprietà della sezione da immettere manualmente o da libreria
- Consentito Carico assiale



# Elementi GDL



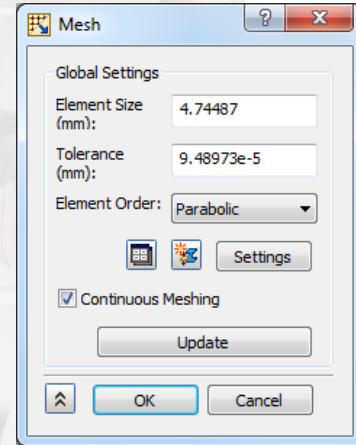
- Dipendono da mesh, proprietà elemento e condizioni al contorno
- Per ogni tipo di elemento possono avere
  - 1D Rods – 2 DOF (TX, RX)
  - 3D Solids - 3 DOF (TX, TY, TZ)
  - 2D Plates - 5 DOF (TX, TY, TZ, RX,RY)
  - 1D Beams - 6 DOF (TX, TY, TZ, RX, RY, RZ)
- Elementi simili adiacenti bloccano le rotazioni nell'interfaccia



# Impostazioni MESH - Base



- Dimensioni elemento: dimensione nominale degli elementi
- Ordine (lineare o parabolico)
- Tabella idealizzazioni
- Impostazioni avanzate (\*)
- Mesh continua: definizione più precisa di mesh compatibili all'interfaccia per maggiore continuità del carico
- Genera mesh



# Impostazioni MESH - Avanzate



NB: Si consiglia di usare il default salvo aver studiato l'impatto della modifica sul modello

- Taso di crescita elemento max ( $>1$ ): la riduzione di questo numero estende la regione in cui gli elementi più piccoli passano a quelli più grandi, per aiutare a livellare i gradienti di stress elevato
- Nodi mediani progetto: Proietta i nodi medi degli elementi parabolici sulla geometria, per aiutare nelle aree ad alta curvatura

Project Off



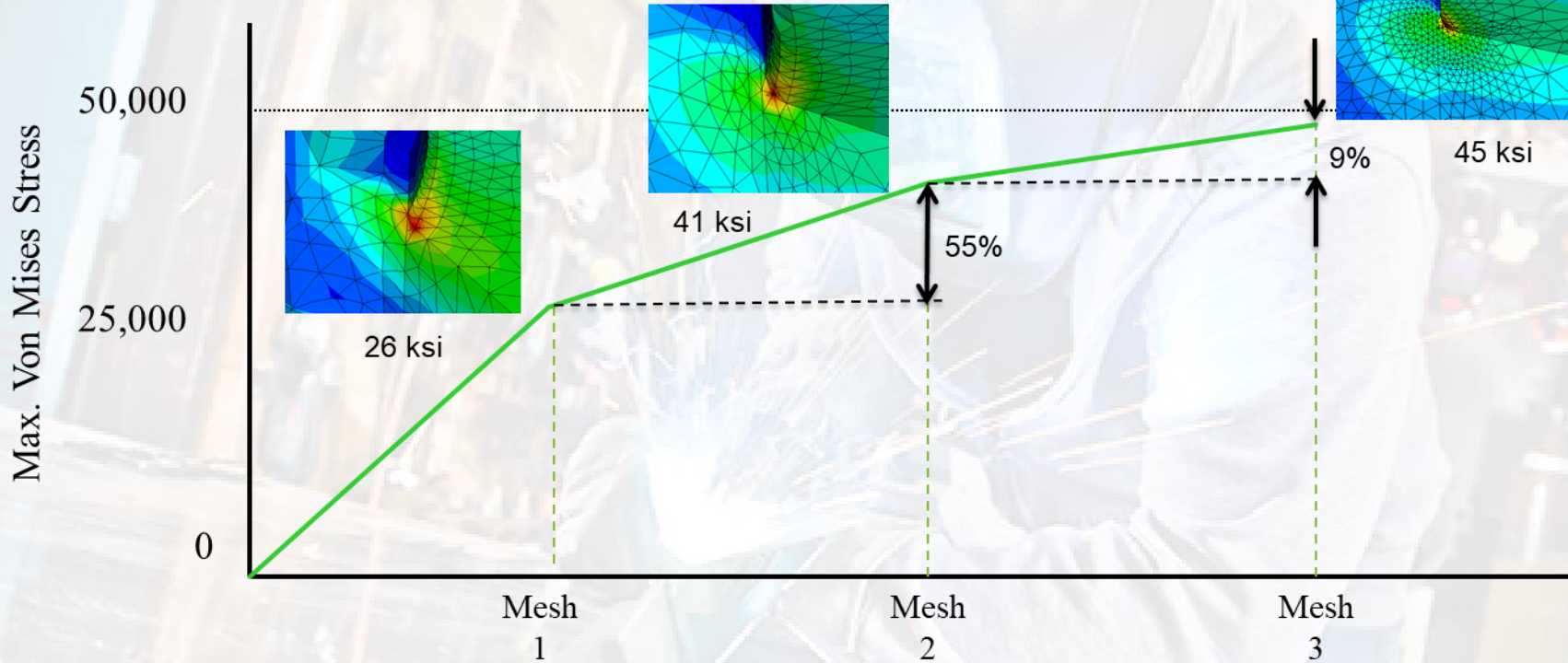
Project On

# MESH - Convergenza



- Generalmente più elementi ci sono più la soluzione è precisa:
  - Ci sono più nodi disponibili in cui effettuare i calcoli
  - Più elementi = elementi più piccoli → meno errori dovuti alla discretizzazione
- Il limite pratico oltre il quale ridurre la dimensione degli elementi non dà più benefici alla soluzione è il processo di convergenza
- È possibile ottenere buoni risultati con il controllo locale della mesh dove realmente necessario
- Importante è la scelta del tipo di elemento e le impostazioni sulla convergenza del solutore

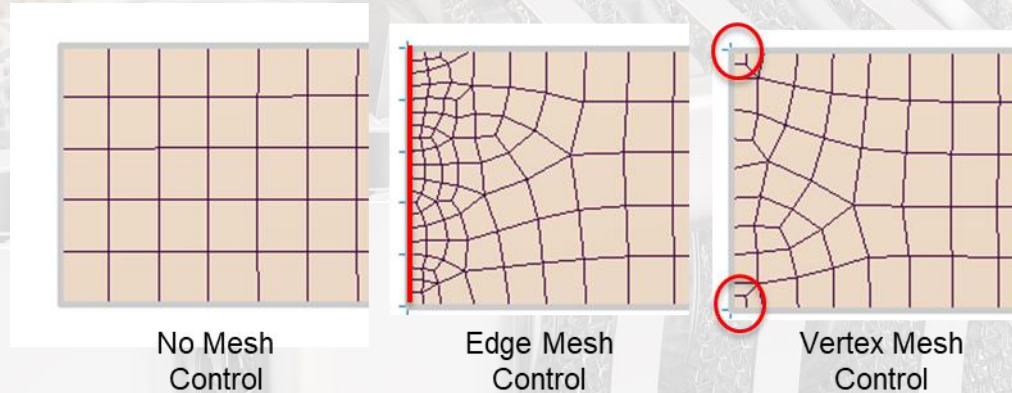
# MESH - Convergenza



# MESH- Opzioni di controllo



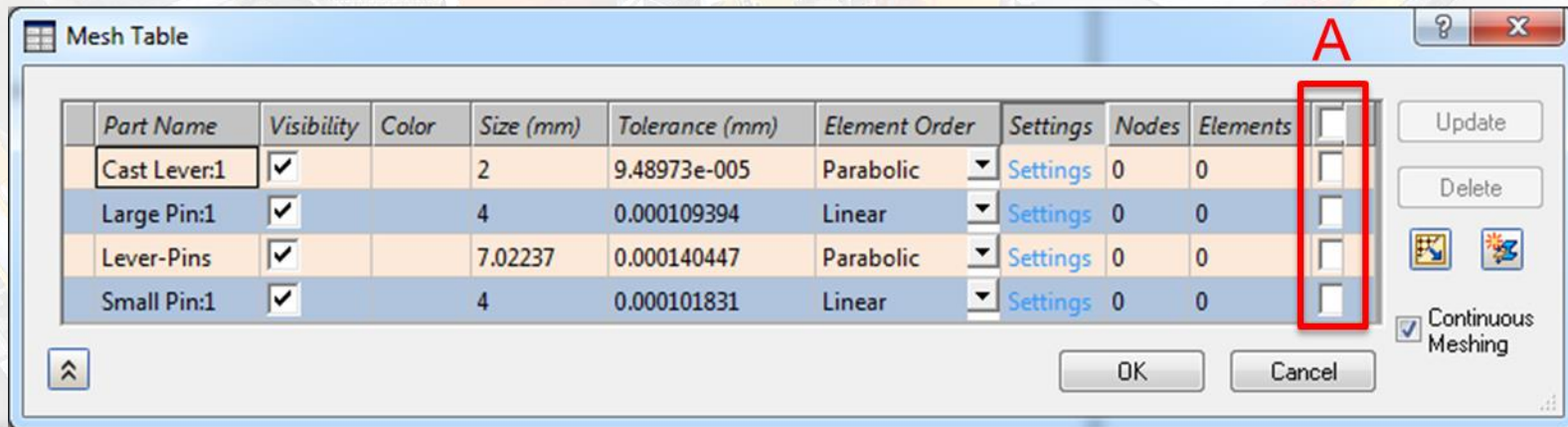
- Dimensionamento della mesh locale di punti, bordi o facce
- Sui bordi si può intervenire su dimensione o numero elementi



# Tabella MESH



- Consente di controllare la dimensione dell'elemento, l'ordine e le impostazioni avanzate per l'intero assieme e su ogni parte
- Utilizzando le caselle di controllo (A), è possibile mettere in mesh singole parti per conto proprio, fondamentale per risolvere i problemi di mesh dell'assemblaggio



# Controllo qualità MESH



- funzione avanzata per determinare se elementi sub-ottimali si trovano in aree di concentrazione di tensione

FE Model

- Mesh Model
  - Total N
  - Total E
  - Physical Pr
  - Connector
  - Conne
  - Subcases
    - Subcase 1
      - Loads

Edit

- Switch To
- Update all Meshes
- Delete All Meshes
- Display all Meshes
- Hide all Meshes
- Check Quality for all Meshes
- Add Mesh Control

Check Mesh Quality

Mesh Quality Parameters

Element Type: Tetrahedral

- Aspect Ratio > 5.000
- Skew > 80
- Jacobian < 0.000

None of the elements failed.

Failed Elements

Elem. ID	Element Type	Aspect Ratio	Skew...	Warping ...	Taper	Jacobian
141	Tetrahedral	3.130	49.332	-	-	1.193
309	Tetrahedral	2.197	51.280	-	-	0.161
335	Tetrahedral	2.800	62.739	-	-	0.116
548	Tetrahedral	3.479	58.556	-	-	0.126
765	Tetrahedral	3.319	51.623	-	-	1.196
766	Tetrahedral	3.156	52.025	-	-	0.170
782	Tetrahedral	3.470	57.697	-	-	0.131
841	Tetrahedral	3.244	53.400	-	-	1.183
850	Tetrahedral	3.113	53.113	-	-	1.231

400 of 18816 elements failed (2.13%)

Create Group

Group Name: Group 1

Highlight OK

3D Mesh Visualization



The background features a series of flowing, wavy bands in shades of teal and light blue, set against a soft, out-of-focus white and grey backdrop. A semi-transparent white rectangular box is positioned in the lower-left quadrant, containing the text 'POST-PROCESSING'.

**POST-PROCESSING**

# Risultati



- Visualizzazione deformata
- Mappaggio e animazione risultati
- Risultanti Forze di reazione

