

Prima analisi con FEMdesigner AD

Trave a sbalzo

Con questa prima lezione desideriamo illustrare praticamente e in pochi minuti il flusso di lavoro tipico richiesto per generare un'analisi con FEMdesigner AD, il software agli elementi finiti integrato nel CAD Alibre Professional o Expert versione 2011 oppure 2012 a 32bit.

IMPORTANTE: prima di procedere è importante sottolineare che i risultati offerti da qualsiasi software FEA non possono mai sostituire la verifica sperimentale. Il calcolo agli elementi finiti è infatti uno strumento di ottimizzazione del disegno, non il sostituto della prova pratica. L'analisi FEA può dare una buona idea di come una parte o un assieme potrebbe comportarsi nelle relative condizioni di funzionamento, ma ciò non toglie che tutti i particolari debbano essere eseguiti e provati a fondo in idonei ambienti di prova, con i relativi fattori di sicurezza, a prescindere dal risultato dell'analisi teorica.

Riteniamo sia molto semplice imparare FEMdesigner AD, dal momento che la struttura dei menù è organizzata per rappresentare logicamente proprio il processo stesso di generazione dell'analisi. L'integrazione del FEA nel CAD Alibre comporta infatti la generazione di un albero di attività consequenziali di:

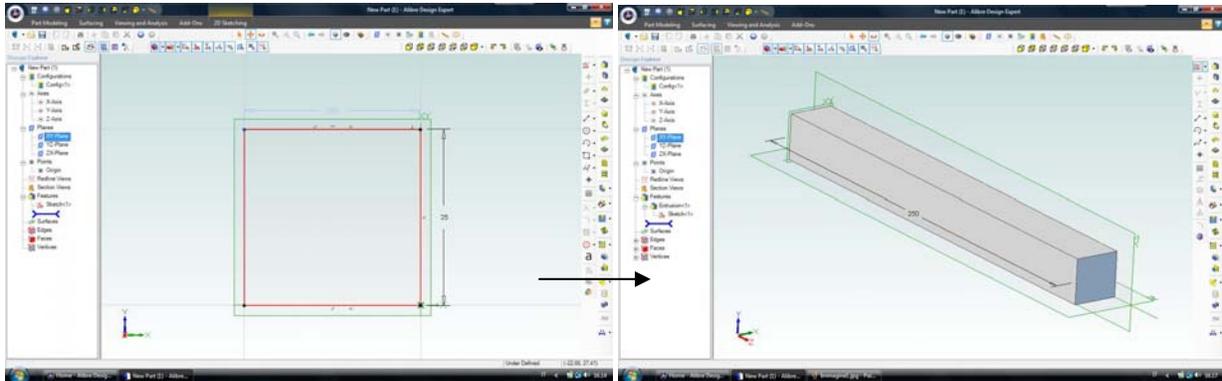
1. **Generazione della geometria** – Sia che l'assieme o la parte siano stati disegnati direttamente nel CAD Alibre, sia che siano stati prodotti altrove ed importati solo successivamente in Alibre, la creazione della geometria è comunque il primo passo dell'analisi.
2. **Definizione delle condizioni al contorno e meshatura** – Per definizione delle condizioni al contorno (boundary conditions, BCs) si intende la precisazione delle caratteristiche dei materiali, dei carichi applicati, dei vincoli imposti e di qualsiasi altra condizione che governi il comportamento della geometria prima definita. In altre parole, sono tutte le condizioni che verranno applicate e che influenzano il risultato offerto dalla geometria. Per meshatura si intende invece la discretizzazione del solido in piccoli elementi geometrici, collegati ai nodi, che descrivano convenientemente il reale pezzo solido in esame sia in termini di andamento superficiale che di volume.
3. **Soluzione** – Le condizioni al contorno vengono applicate alla mesh, un sistema di equazioni viene generato dalla mesh caricata e vincolata e le equazioni vengono risolte per via di analisi numerica secondo una data tolleranza di errore.
4. **Visualizzazione risultati** – Risolte le equazioni, si possono visualizzare i risultati in varie modalità a seconda dell'analisi svolta: sollecitazioni, deformazioni, temperature, modi di vibrare, ecc.

In questo esercizio pratico svilupperemo un'analisi elastica lineare di una semplice trave a sbalzo, procedendo a:

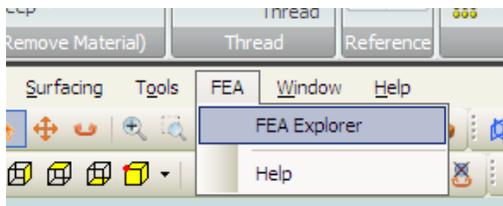
- Creare la trave nel CAD Alibre
- Assegnare il materiale alluminio 6061-T6 alla trave
- Creare la mesh per la trave
 - Meshatura automatica
 - Visualizzazione della mesh
- Applicazione condizioni al contorno
 - Carico distribuito
 - Incastro all'estremità
- Soluzione in campo elastico lineare
- Visualizzazione dei risultati
- Ottimizzazione mesh e ricalcolo

1° PASSO – Generazione della geometria

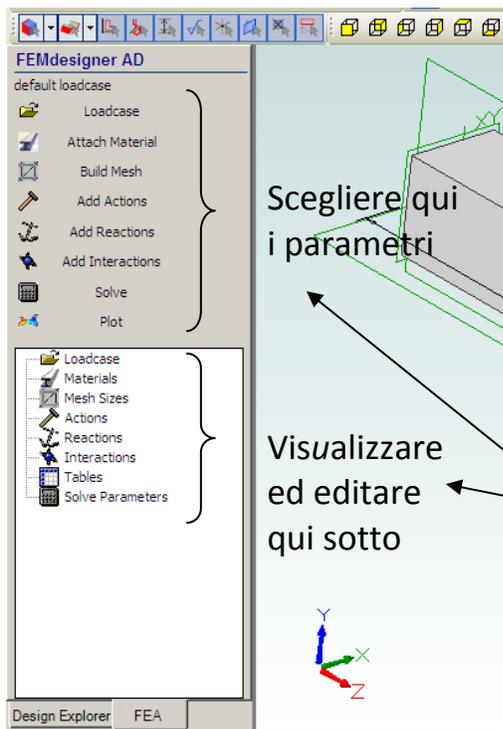
Lanciato Alibre, usando il piano XY come piano di schizzo 2D si disegna un quadrato 25x25mm e lo si estrude per 250 mm:



Costruita una semplice geometria in Alibre, passiamo all'analisi con FEMdesigner AD.



Per attivare il FEMdesigner Explorer in Alibre Design 2012, premete il tasto <ALT> in modo da far comparire il menù a scomparsa FEA nel CAD e poi selezionate FEA -> FEA Explorer.

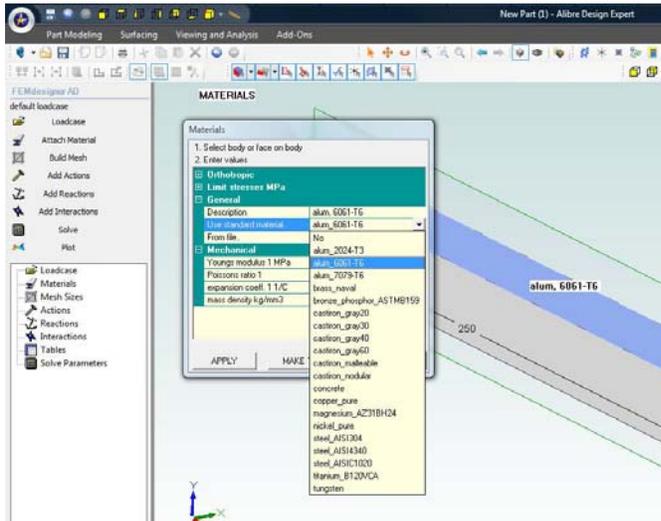


In questo modo viene create una nuova etichetta nell'albero Design Explorer per guidare all'analisi con FEMdesignerAD.

Si noti come le voci di menù sono ordinate sequenzialmente dall'alto al basso nello stesso ordine consigliato per sviluppare l'analisi.

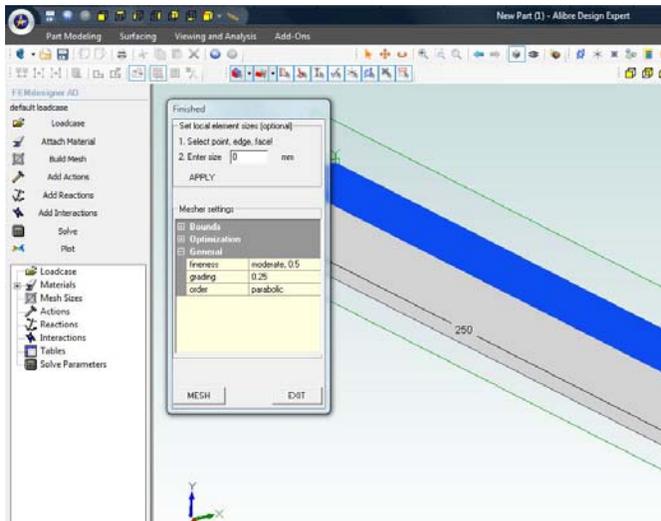
La parte superiore e quella inferiore sono simili ma svolgono compiti diversi: la sezione superiore serve per scegliere la geometria ed imputare i dati, mentre la sezione inferiore è strutturata ad albero e mostra i parametri dell'analisi in corso per la loro visualizzazione ed editazione. Selezionando poi la voce di menù nella sezione superiore si visualizzano i parametri relativi anche sulla geometria disegnata in Alibre.

2° PASSO – Definizione delle condizioni al contorno e meshatura



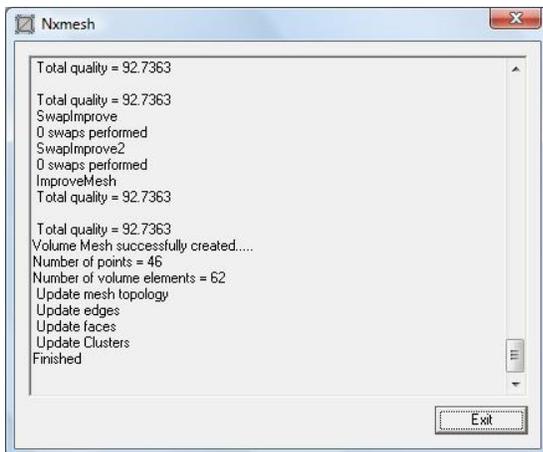
Definizione materiale

- Selezionate “Attach Material” dal menù Explorer; comparirà la finestra di dialogo Materials.
- Scegliete “Use standard material” e dalla lista dei materiali (disponibili cliccando nel triangolino nero) selezionate “alum_6061-T6” che rappresenta la lega d’alluminio 6061 con trattamento termico T6.
- Selezionate una faccia qualsiasi della trave e cliccate in “APPLY” nella finestra di dialogo – la faccia si illuminerà e verrà etichettata con il nome del materiale.

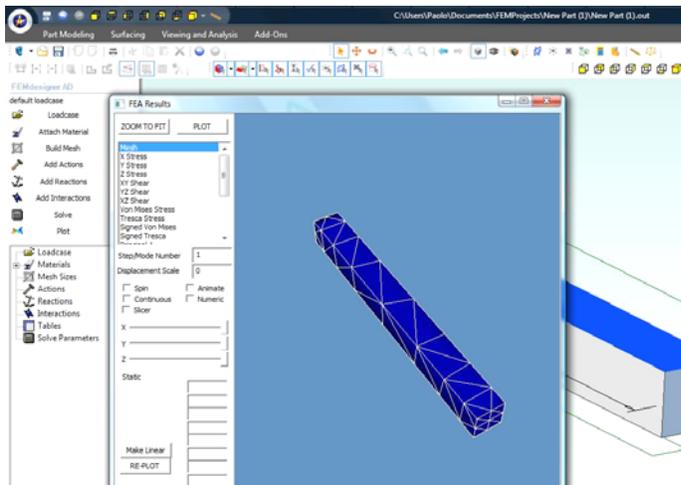


Meshatura

- Selezionate “Build Mesh” dal menù Explorer e comparirà la finestra di dialogo Mesh.
- Per una prima analisi possono bastare i valori di default per la meshatura. Potremo rifinirli in seguito se necessario.
- Cliccate nel pulsante per avviare il procedimento automatico di discretizzazione della geometria secondo il settaggio standard di default accettato.

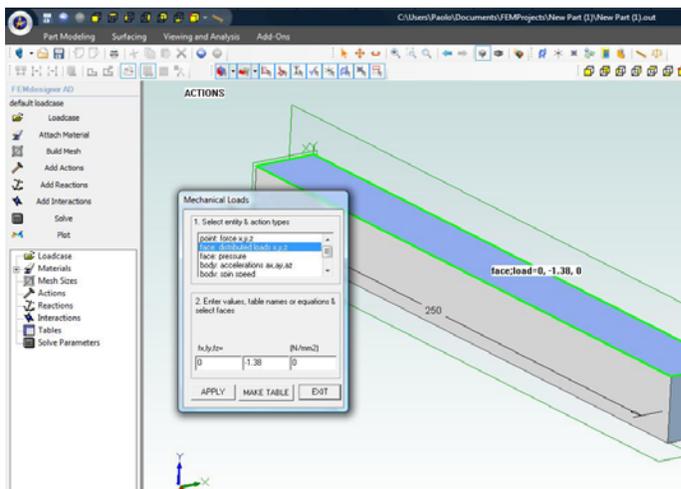


- La finestra di dialogo “Nxmesh” appare per dare conto dell’avanzamento del processo e del risultato di meshatura conseguito.
- Quanto il processo è concluso, basta cliccare in Exit dopo aver preso visione delle informazioni mostrate dalla finestra “Nxmesh”.



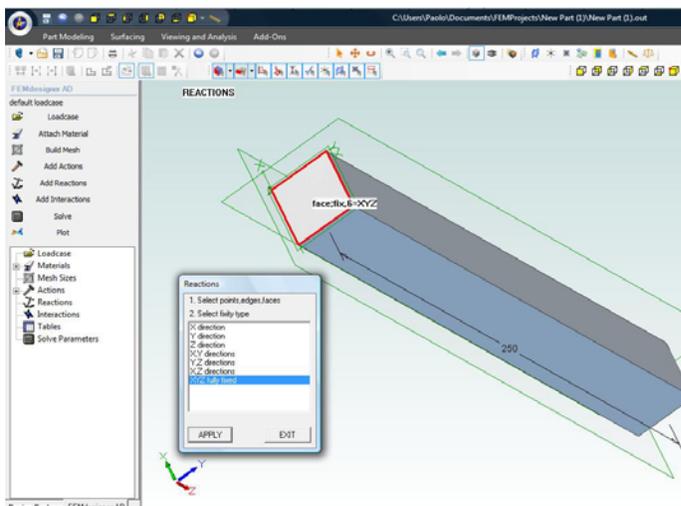
Visualizzazione della mesh

- Selezionate “Plot” dal menu ed una nuova finestra “FEA Results” esporrà la visualizzazione grafica della meshatura.
- La visualizzazione in questa finestra ha gli stessi controlli standard di Alibre: **ZOOM** = rotellina del mouse o drag con tasto destro del mouse premuto; **PAN** = drag con rotellina o tasto centrale del mouse premuto; **ROTATE** = drag con tasti destro e sinistro del mouse premuti simultaneamente.



Condizione di carico

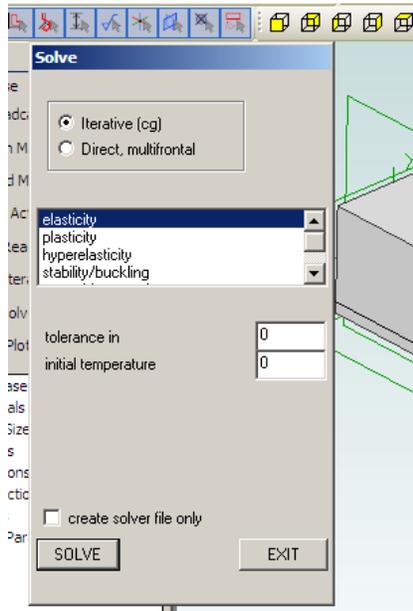
- Selezionate “Add Actions” dal menù e poi “face: distributed loads x, y, z”
- Nelle tre caselle in basso della finestra “Mechanical Loads” imputate 0, -1.38 e 0 come modulo dei vettori forza x, y, z.
- Cliccate sulla faccia superiore della trave (come in figura, asse y positivo normale alla superficie) e scegliete “APPLY” per definire un carico distribuito di 1,38 MPa (cioè N/mm²) verso il basso su questa faccia (dove il segno negativo).



Condizione di vincolo

- Selezionate “Add Reactions” dal menù e poi “XYZ fully fixed”.
- Ruotate la vista per selezionare la faccia originariamente disegnata sul piano di schizzo XY contornata in rosso in figura.
- Cliccate su “APPLY” per bloccare ogni grado di libertà e realizzare così il modello della trave ad incastro.

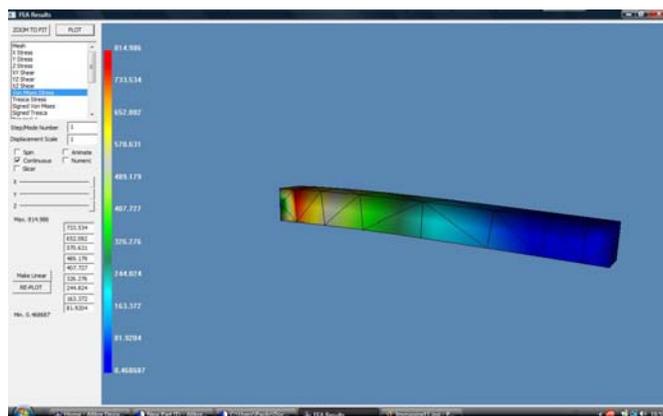
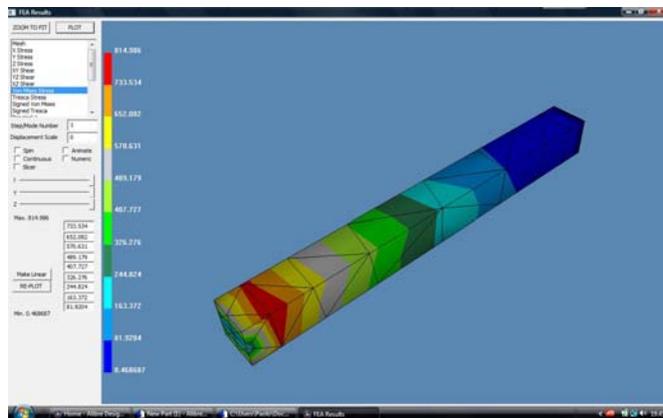
3° PASSO – Soluzione



Lancio solutore

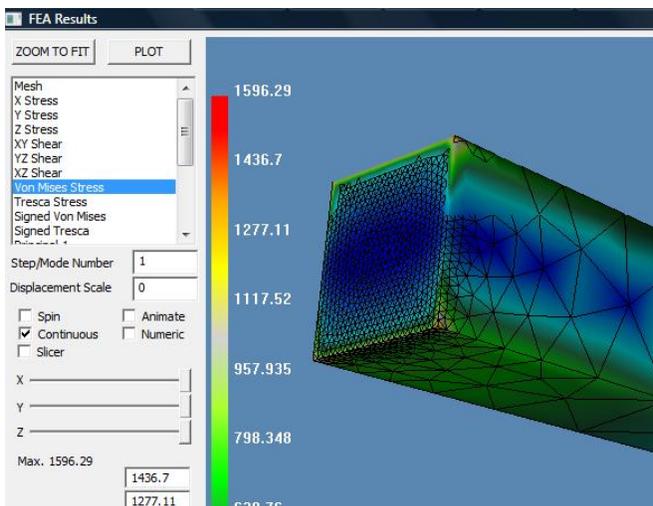
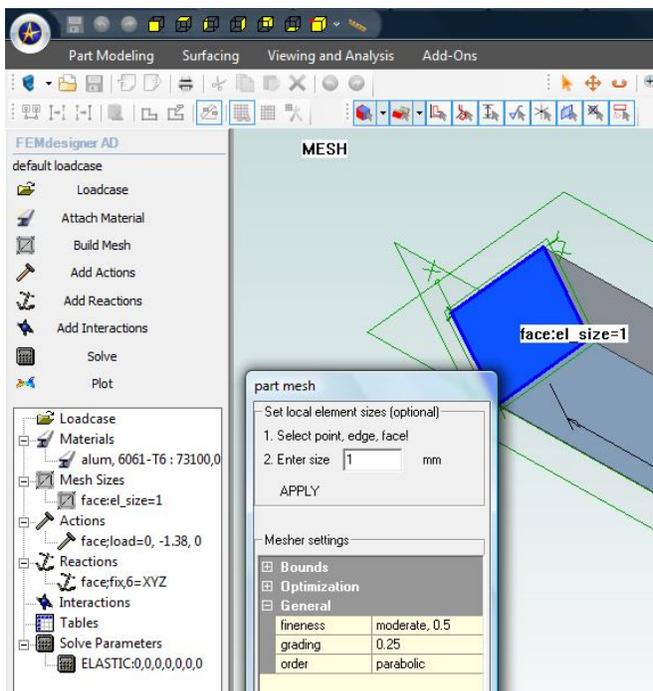
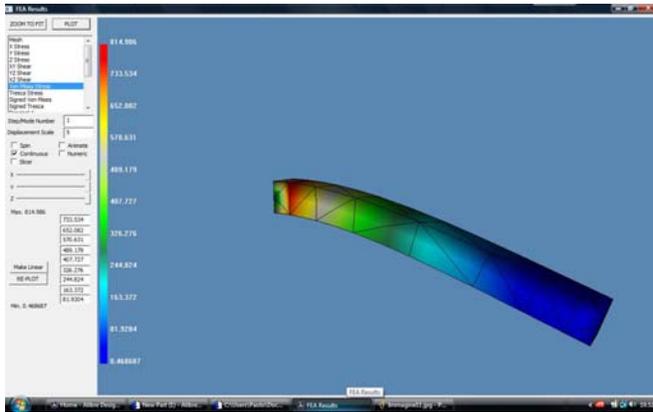
- Selezionate “Solve” dal menù, poi “Iterative (cg)” ed infine “elasticity”.
- Cliccate sul pulsante “SOLVE”.
- A questo punto FEMdesigner AD deriverà il sistema di equazioni dalla mesh e dalle condizioni al contorno e calcolerà la soluzione.
- Una finestra aggiuntiva di dialogo appare brevemente per dar conto della progressione del calcolo; quando questa finestra si chiude il calcolo è completato.

4° PASSO – Visualizzazione dei risultati



Visualizzazione delle sollecitazioni

- Selezionate “Plot” dal menu e comparirà la finestra grafica prima utilizzata per verificare la meshatura.
- Mettete a pieno schermo la finestra grafica, selezionate “Von Mises Stress” e cliccate su “PLOT” per ottenere la nuova visualizzazione.
- Ruotate la vista come in figura ricordando i comandi visti per la visualizzazione della mesh
- Se cliccate in “Continuous” potete ottenere il passaggio graduale dei colori di sollecitazione come qui a fianco.
- Per visualizzare le deformazioni in scala reale inserite “1” nel campo “Displacement Scale” e cliccate in “PLOT”.
- In questo modo visualizzate come qui a lato le reali deformazioni della trave mantenendo i colori delle sollecitazioni.



- Molto spesso le deformazioni possono essere troppo piccolo per essere apprezzate in scala unitaria, e allora può essere conveniente aumentare la scala stessa o visualizzare progressivamente il risultato.
- A tal fine inserite "5" nel campo "Displacement Scale" e cliccate in "PLOT".
- Per animare il risultato cliccate in "Animate" per distinguere con l'animazione la modalità di deformazione.
- Notate come all'incastro le sollecitazioni siano elevate e la dimensione degli elementi di meshatura sia grossolana, cosicchè risulta difficile apprezzarne l'andamento con precisione.
- Per ottenere un risultato più accurato può convenire infittire la mesh all'incastro per ottenere elementi di dimensione più piccola.
- Selezionate di nuovo "Mesh" e cliccate poi sulla faccia incastrata della trave, indicata in blu qui in figura a lato.
- Limitate la dimensione massima degli elementi di meshatura sulla faccia prescelta a 1 mm inserendo il valore nella casella "Enter size" e poi cliccate "APPLY".
- Meshate, risolvete e visualizzate nuovamente come prima esposto.
- Se ora esaminate la soluzione più attentamente in corrispondenza dell'incastro, come in figura qui a lato, verificherete che le sollecitazioni tendono a zero al centro della trave (il cosiddetto "asse neutro") mentre sono via via più elevate verso gli spigoli dell'incastro, dove il momento flettente è massimo in quanto a maggior distanza dall'asse neutro.

Ricapitoliamo

Con questo semplice esercizio avete esplorato:

Meshatura

- Meshatura automatica di default
- Infittimento manuale della mesh

Condizioni al contorno

- Definizione materiale
- Incastro su una faccia
- Carico distribuito su una faccia

Soluzione

- Solutore iterativo
- Modello elastico

Risultati

- Visualizzazione mesh
- Sollecitazioni di Von Mises
- Scala cromatica continua
- Deformazioni in scala
- Animazione delle deformazioni

Conclusione

Abbiamo proposto un semplice esempio di analisi agli elementi finiti in ambito elastico lineare con l'unico scopo di consentire ad un neofita di familiarizzare con il flusso di lavoro in FEMdesigner AD. Il software FEMdesigner AD consente analisi molto più sofisticate non solo su parti ma anche su assiemi, incluso materiali a comportamento non lineare, carico di punta, trasferimenti termici, frequenze naturali e vibrazioni forzate, ma sempre attraverso lo stesso flusso di lavoro visto con questo semplice caso.

Non esitate a sottoporci il Vostro problema nel caso abbiate dubbi sulle capacità di questo software per risolverlo e...grazie per la Vostra attenzione!

Specifiche

Versione 2011 o 2012 del CAD Alibre livello Professional o Expert a 32 bit.

FEMdesigner AD **Basic** consente analisi statiche lineari in campo elastico, licenza senza limiti temporali o di complessità. FEMdesigner AD **Professional** aggiunge tutte le altre modalità di analisi in campo plastico, al contatto, termico, dinamico, ecc.

Disponibilità

Lista Studio srl

www.lista.it

www.femdesigner.it

Borgo Belvigo 33

36016 Thiene Vi Italy

Tel. 0445,382056