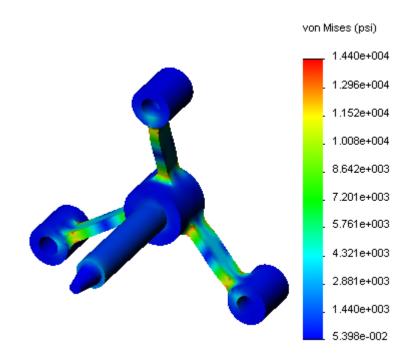


Introduzione alle applicazioni di analisi del moto con COSMOSWorks, Guida per l'istruttore



Email: info@solidworks.com Web: http://www.solidworks.com/education

© 1995-2007, Dassault Systemes

SolidWorks Corporation è una società del gruppo Dassault Systemes S.A. (Nasdaq:DASTY).

300 Baker Avenue

Concord, Massachusetts 01742 USA

Tutti i diritti sono riservati

Brevetti U.S.A. 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712 e alcuni brevetti stranieri, inclusi EP 1,116,190 eJP 3,517,643. Brevetti depositati in U.S.A. e in paesi stranieri.

Le informazioni e il software presentati in questo documento sono soggetti a modifiche senza preavviso e non devono essere considerati vincolanti per SolidWorks Corporation.

Nessun materiale può essere riprodotto o trasmesso in qualunque forma o con qualunque mezzo, elettronico o meccanico, per nessuna ragione senza l'esplicito consenso scritto da parte di SolidWorks Corporation.

Il software presentato in questo documento è fornito su licenza e può essere usato o copiato solo in accordo con i termini di tale licenza. Tutte le garanzie fornite da SolidWorks Corporation concernenti il software e la documentazione sono esposte nel SolidWorks Corporation License and Subscription Service Agreement, e nessuna affermazione o implicazione di questo documento o del suo contenuto può essere considerata o ritenuta una modifica o revisione di tali garanzie.

SolidWorks, PDMWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, DWGeditor, eDrawings, e il logo eDrawings sono marchi registrati di SolidWorks Corporation, e FeatureManager è un marchio registrato congiuntamente da SolidWorks Corporation.

SolidWorks 2007 è il nome di un prodotto di SolidWorks Corporation.

COSMOSXpress, DWGgateway, Feature Palette, PhotoWorks, e XchangeWorks sono marchi registrati di SolidWorks Corporation.

COSMOS e COSMOSWorks sono marchi registrati, e COSMOSMotion e COSMOSFloWorks sono marchi registrati di Structural Research & Analysis Corporation.

FeatureWorks è un marchio registrato di Geometric Software Solutions Co. Limited.

ACIS è un marchio registrato di Spatial Corporation.

GLOBEtrotter e FLEXIm sono marchi registrati di Globetrotter Software, Inc. Altri marchi e nomi di prodotto sono marchi o marchi registrati dei rispettivi detentori.

COMMERCIAL COMPUTER

SOFTWARE - PROPRIETARY

U.S. Government Restricted Rights. L'uso, la duplicazione o la pubblicazione da parte del governo è soggetta alle restrizioni esposte in FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software - Restricted Rights), DFARS 227.7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation), e nella licenza d'uso, come applicabile.

Fornitore/Produttore:

SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts $01742\ \mathrm{USA}$

Parti di questo software © 1999, 2002-2007 ComponentOne

Parti di questo software © 1990-2007 D-Cubed Limited.

Parti di questo prodotto sono distribuite su licenza da DC Micro Development, Copyright © 1994-2007 DC Micro Development, Inc. Tutti i diritti sono riservati

Parti di questo software $\ @$ 1998-2007 Geometric Software Solutions Co. Limited.

Parti di questo software are © 1997-2002 Macromedia, Inc.

Parti di questo software @ 1986-2007 mental images GmbH & Co. KG

Parti di questo software @ 1996-2007 Microsoft Corporation. Tutti i diritti sono riservati.

 $MoldflowXpress\ \grave{e}\ @\ 2005\ Moldflow Corporation.\ MoldflowXpress\ \grave{e}\ coperto\ da\ brevetto\ US\ Patent\ No.\ 6,096,088\ e\ Australian\ Patent\ No.\ 721978.$

Parti di questo software da PCGLSS 4.0, © 1992-2007, Computational Applications and System Integration, Inc.

Parti di questo software © 2007 Priware Limited

Parti di questo software © 2001, SIMULOG.

Parti di questo software © 1995-2004 Spatial Corporation.

Parti di questo software © 1997-2007, Structural Research & Analysis Corp.

Parti di questo software © 1997-2007 Tech Soft America.

Parti di questo software sono copyright e proprietà di UGS Corp. © 2007.

Parti di questo software © 1999-2004 Viewpoint Corporation.

Parti di questo software © 1994-2007, Visual Kinematics, Inc.

Copyright 1984-2005 Adobe Systems Incorporated e ente che concede le relative licenze. Tutti i diritti sono riservati.

Coperto da brevetto U.S.A: 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,563,502; 6,639,593; 6,754,382; Brevetti depositati.

Adobe, il logo Adobe, Acrobat, il logo Adobe PDF, Distiller e Reader sono marchi registrati o marchi di Adobe Systems Incorporated negli U.S.A. e/o in altri paesi. Per maggiori informazioni sulle proprietà intellettuali di Adobe PDF Library, vedere Help About.

Questo software è in parte basato sul lavoro del gruppo indipendente JPEG. Le licenze per altre parti di SolidWorks 2007 sono concesse dall'ente che concede le licenze SolidWorks.

Tutti i diritti sono riservati

PDMWorks Enterprise software è © 1998-2007 SolidWorks Nordic AB. Tutti i diritti sono riservati.

Outside In® Viewer Technology © 1992-2007 Stellent Chicago, Inc.

Introduzione

Per l'istruttore

Benvenuto nella suite COSMOS per l'analisi di prodotti all'interno di SolidWorks. COSMOSWorks è un prodotto per l'analisi progettuale che permette di simulare l'esatto comportamento di un modello nelle sue condizioni operative. Questo documento viene fornito per introdurre l'utente di SolidWorks all'analisi progettuale e all'analisi fluidodinamica con gli specifici obiettivi di:

- 1 presentare i tipi di analisi disponibili e i benefici che offrono
- 2 introdurre i concetti base dell'analisi strutturale e fluidodinamica
- 3 dimostrare la facilità d'uso dei prodotti COSMOS per eseguire le analisi

Il documento è strutturato in modo simile alla guida per lo studente di SolidWorks. Le pagine della lezione corrispondono a quelle di *COSMOSWorks Esercizi per lo studente* (disponibile come file PDF nel CD del prodotto COSMOS, ma senza le risposte alle domande di valutazione e agli esercizi).

Per maggiori informazioni su COSMOSWorks, vedere il sito www.solidworks.com.

Nota: I tutorial non hanno la pretesa di insegnare tutte le possibilità offerte da COSMOSWorks. Hanno soltanto lo scopo di introdurre i concetti base dell'analisi in modo semplice e mostrare quanto sia facile usare i prodotti COSMOS per risolvere problemi reali.

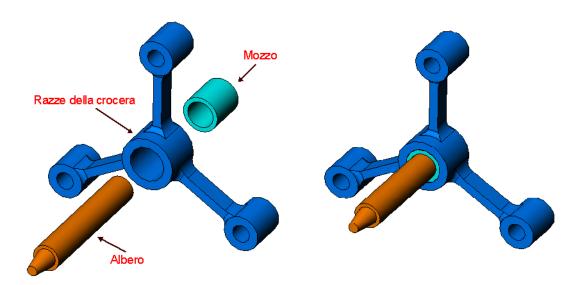
Introduzione

Lezione 1: Funzionalità di base di COSMOSWorks

Obiettivi di questa lezione

- □ Presentare l'analisi progettuale come strumento essenziale, complementare alla modellazione 3D con SolidWorks. Al completamento, gli studenti dovrebbero essere in grado di comprendere i concetti base dell'analisi progettuale e come COSMOSWorks li implementa. Gli studenti dovrebbero anche capire come l'analisi consente di risparmiare tempo e denaro riducendo i tradizionali, e costosi, cicli di progettazione.
- □ Introdurre l'analisi progettuale usando un'esercitazione pratica. L'esercitazione pratica di questa lezione è pensata per rompere il ghiaccio, guidando gli studenti attraverso i pochi passi necessari per completare un'analisi. Tenendo presente questa concezione, i passi sono spiegati in modo sintetico.
- □ Introdurre il concetto di meshing del modello. La mesh generata dipende dalle opzioni di meshing attivate. Queste opzioni non vengono spiegate in questa lezione. In questa lezione si impostano le opzioni di meshing in modo che tutti gli studenti ottengano una mesh simile e quindi risultati simili. Si può accedere alla descrizione di queste opzioni facendo clic sul pulsante Aiuto in PropertyManager, dove vengono spiegate.

 Il risultato di un'analisi può variare leggermente in relazione alle versioni/build di SolidWorks e COSMOSWorks.



Sommario

- □ Discussione in classe
- ☐ Esercitazione pratica Eseguire un'analisi statica
 - Aprire il documento spider. SLDASM
 - · Controllare il menu di COSMOSWorks
 - · Salvare un assieme in una cartella temporanea
 - Passare a COSMOSWorks manager
 - Impostare le unità di misura per l'analisi
 - Passo 1: Creare uno studio statico
 - Passo 2: Assegnare i materiali
 - Passo 3: Applicare i vincoli
 - Passo 4: Applicare i carichi
 - Passo 5: Fare la mesh dell'assieme
 - Passo 6: Eseguire l'analisi
 - Passo 7: Visualizzare i risultati
 - · Visualizzare la tensione di von Mises
 - · Fare l'animazione
 - · Visualizzare gli spostamenti risultanti
 - Il progetto è in sicurezza?
 - Quanto il progetto è in sicurezza?
 - · Generare un rapporto dello studio
 - Salvare il lavoro e uscire da SolidWorks
- □ Valutazione rapida
- □ Discussione in classe Cambiare il materiale
- □ Altro da esplorare Modificare la geometria
- □ Esercizi e progetti Flessione di una trave caricata all'estremità
- □ Riepilogo della lezione

Discussione in classe

Chiedere agli studenti di individuare lì attorno degli oggetti e quali carichi e vincoli vanno applicati. Ad esempio, chiedere loro di stimare la sollecitazione sulle gambe della loro sedia.

Risposta

□ La sollecitazione è la forza per unità di superficie, ovvero la forza diviso la superficie. Le gambe sopportano il peso dello studente più il peso della sedia. La ripartizione del carico è determinata dalla forma della sedia e da come lo studente è seduto. La sollecitazione media è data dal peso dello studente più il peso della sedia diviso per la sezione delle gambe.

Altro da esplorare

Lo scopo di questa sezione è di incoraggiare gli studenti a pensare alle applicazione dell'analisi delle sollecitazioni. Chiedere loro di stimare la sollecitazione sui loro piedi quando sono in piedi. La sollecitazione è uguale in tutti i punti? Cosa succede se lo studente sposta il peso in avanti, indietro o di lato? E la sollecitazione sulle articolazioni delle ginocchia e delle caviglie? Queste informazioni sono utili per la progettazione di articolazioni artificiali?

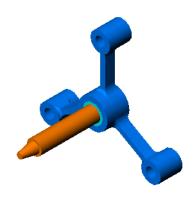
Risposta

- □ La sollecitazione è la forza per unità di superficie, ovvero la forza diviso la superficie. La forza è il peso dello studente. La superficie che sopporta il peso è la superficie dei piedi a contatto con le scarpe. Le scarpe ridistribuiscono il carico e lo trasmettono al suolo. La forza di reazione del suolo dovrebbe essere uguale al peso dello studente.
- □ Stando dritti in piedi, il carico su ogni piede è circa la metà del peso. Camminando, un piede sopporta tutto il peso. Lo studente può sentire che la sollecitazione (pressione) è maggiore in certi punti. Stando fermi in piedi, gli studenti possono muovere le dita, il che indica che c'è poca o niente sollecitazione su di esse. Se lo studente si sbilancia in avanti, la sollecitazione viene ridistribuita e diventa maggiore sulle dita e minore sul tallone. La sollecitazione media è il peso diviso la superficie dei piedi a contatto con le scarpe.
- □ Si può stimare la sollecitazione media sulle articolazioni delle ginocchia e delle caviglie se conosciamo la superficie su cui è scaricato il peso. Per ottenere risultati dettagliati bisogna eseguire un'analisi delle sollecitazioni. Se riusciamo a costruire in SolidWorks un assieme dell'articolazione del ginocchio o della caviglia con le giuste dimensioni, e se conosciamo le proprietà elastiche dei diversi componenti, allora l'analisi statica ci fornisce le sollecitazioni in ogni punto dell'articolazione per differenti condizioni di supporto e di carico. Questo può essere di aiuto nell'ottimizzazione della progettazione di inserti per articolazioni artificiali.
- □ Gli studenti possono chiedere se COSMOSWorks può modellare le ossa. La risposta è sì, e alcuni problemi di questo tipo sono stati risolti da utenti di COSMOSWorks per progettare inserti per articolazioni artificiali.

Esercitazione pratica — Eseguire un'analisi statica

Usare COSMOSWorks per eseguire l'analisi statica sull'assieme Spider. SLDASM visibile sulla destra.

Sotto vengono date le istruzioni passo per passo.

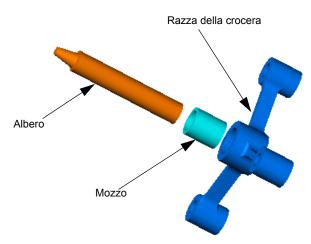


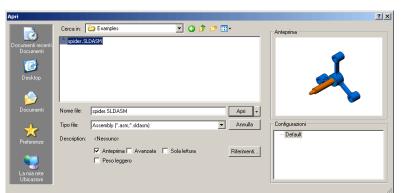
Aprire il documento Spider.SLDASM

- Fare clic su Apri sulla barra degli strumenti Standard.
 Compare la finestra di dialogo Apri.
- 2 Cercare nella cartella Examples nella cartella di installazione di COSMOSWorks.
- 3 Selezionare Spider.SLDASM.
- 4 Fare clic su Apri.

Si apre l'assieme spider. SLDASM.

L'assieme spider (crocera) ha tre componenti: l'albero, il mozzo e le razze. Il seguente esploso dell'assieme mostra questi tre componenti.





Controllare il menu di COSMOSWorks

Se COSMOSWorks è installato correttamente, il menu COSMOSWorks compare nella barra del menu di SolidWorks. Altrimenti:



- Fare clic su Strumenti, Aggiungi-Inserisci.
 Compare la finestra di dialogo Aggiungi-Inserisci.
- 2 Cercare **COSMOSWorks**. Se COSMOSWorks non compare nella lista, è necessario installarlo.
- 3 Fare clic su **OK**.

Il menu di COSMOSWorks compare nella barra dei menu di SolidWorks. Inoltre l'etichetta COSMOSMotion Manager compare in alto nella finestra di sinistra.

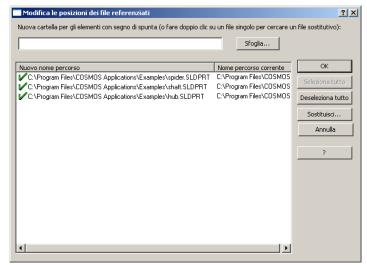
Salvare un assieme in una cartella temporanea

Si raccomanda di salvare l'assieme in una cartella temporanea per preservare i file originali per usi successivi.

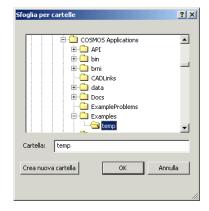
- Creare una cartella temporanea di nome temp nella cartella Examples.
- 2 Fare clic su File, Salva col nome.

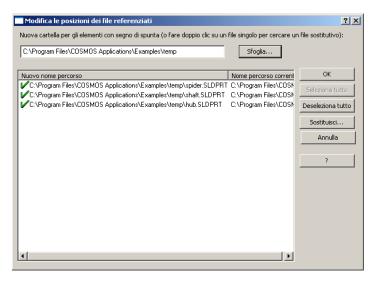
Compare la finestra di dialogo **Salva col nome**.

3 Fare clic su Riferimenti.
Compare la finestra di dialogo Modifica le posizioni dei file referenziati.



- 4 Fare clic sui tre componenti di nome spider. SLDPRT, shaft. SLDPRT, e hub. SLDPRT.
- **5** Fare clic su **Sfoglia**. Compare la finestra di dialogo **Sfoglia per cartelle**.
- **OK**. Il percorso completo della nuova ubicazione dell'assieme e dei componenti associati compare in alto nella finestra di dialogo Modifica le posizioni dei file referenziati.





- 7 Fare clic su **OK**.
- 8 Nella finestra di dialogo **Salva col nome**, cercare la cartella temp e fare clic su **Salva** per salvare il file dell'assieme spider. SLDASM. SolidWorks crea nella cartella temp un'altra copia del file dell'assieme e dei componenti associati.

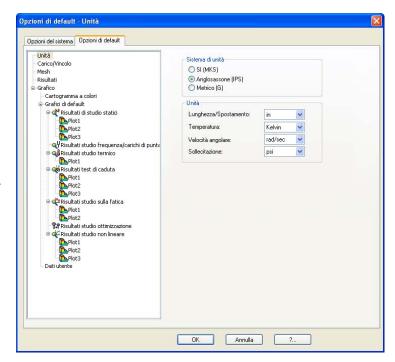
Passare a COSMOSWorks manager

Per passare a COSMOSWorks, fare clic sull'etichetta COSMOSWorks Manager in alto nella finestra di sinistra.

Impostare le unità di misura per l'analisi

Prima di iniziare la lezione, imposteremo le unità di misura per l'analisi.

- Fare clic su COSMOSWorks, Opzioni.
- 2 Fare clic sull'etichetta Opzioni di default.
- 3 Selezionare Anglosassone (IPS) in Sistema di unità.
- 4 Selezionare in (pollici) nell'elenco Lunghezza/ Spostamento.
- **5** Fare clic su **OK**.



Passo 1: Creare uno studio

Il primo passo per eseguire un'analisi è creare uno studio.

- 1 Fare clic con il tasto destro sull'icona della crocera e fare clic su Studio, o su COSMOSWorks, Studio. Appare il PropertyManager di Studio.
- 2 Come Nome, inserire Mio primo studio.
- 3 Impostare Tipo di mesh su Mesh solida.
- 4 Come Tipo, selezionare Statica.

Passo 2: Assegnare i materiali

Tutti i componenti dell'assieme sono fatti in acciaio legato.

Assegnare l'acciaio legato a tutti i componenti

 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Solidi e fare clic su Applica materiale a tutto.

Compare la finestra di dialogo **Materiale**.

- 2 Per Seleziona fonte del materiale, procedere come segue:
 - a) Fare clic su **Dal file** di libreria.
 - b) Selezionare **cosmos materials** dal menu.
 - c) Fare clic sul segno più i vicino alla categoria di materiale **Acciaio** e selezionare **Acciaio legato**.

Cast Stainle

Chrome Stai

Galvanized

Nota: Le proprietà meccaniche e fisiche dell'acciaio legato compaiono nella tabella sulla destra.

3 Fare clic su **OK**.

L'acciaio legato viene assegnato a tutti i componenti dell'assieme e un segno di spunta compare sull'icona di ciascuno di essi. Nota: il nome del materiale assegnato compare vicino al nome del componente.



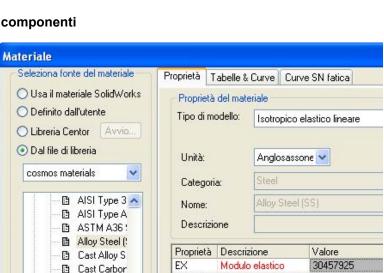
Coefficiente di Poisso 0.28

Modulo di taglio

Densità di massa

11457981

0.2781802



NUXY

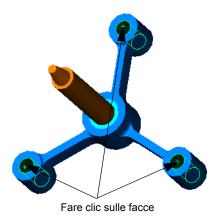
GXY

DENS

Passo 3: Applicare i vincoli

Verranno fissati i tre fori.

1 Usare i pulsanti **Freccia** per ruotare l'assieme come mostrato in figura.



2 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Vincoli.

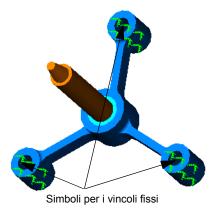
Appare il PropertyManager di Vincolo.

- 3 Controllare che **Tipo** sia impostato su **Fisso**.
- 4 Nell'area grafica, fare clic sulle facce dei tre fori.

 Faccia<1>, Faccia<2>, e Faccia<3> compaiono nel campo Facce, Bordi,

 Vertici da vincolare.
- 5 Fare clic .

 Il vincolo Fisso è applicato e il suo simbolo compare sulle facce selezionate.



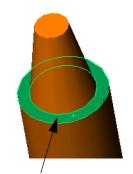
Inoltre, un'icona (Vincolo-1) compare nella cartella Carico/Vincolo nell'albero di COSMOSWorks Manager.

Passo 4: Applicare i carichi

Verrà applicata una forza di 500 libbre perpendicolare alla faccia mostrata nella figura.

- 1 Fare clic su **Zoom sull'area** 🙋 della barra degli strumenti Visualizza e fare lo zoom sulla parte conica dell'albero.
- 2 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Forza. Appare il PropertyManager di Forza.
- 3 Come Tipo, selezionare Applica forza normale.
- 4 Nell'area grafica, fare clic sulla faccia mostrata in figura. Nell'elenco Facce per forza normale compare Faccia<1>.
- 5 Controllare che Unità sia impostato su Anglosassone (IPS).
- 6 Nel campo Forza/Coppia normale (per entità) 👤 , inserire





Fare clic su questa faccia

7 Fare clic .

COSMOSWorks applica la forza alla faccia selezionata e l'icona Forza−1

compare nella cartella Carico/Vincolo.

Per nascondere i simboli di vincoli e carichi

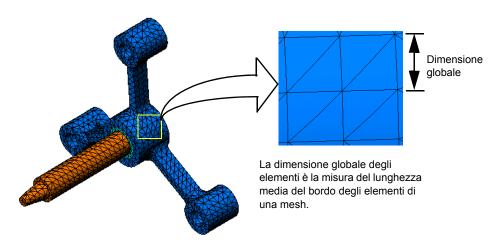
Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Nascondi tutto.

Passo 5: Fare la mesh dell'assieme

La mesh divide il modello in piccole parti dette elementi. Per comodità, COSMOSWorks suggerisce una dimensione degli elementi.

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Mesh e fare clic su Crea mesh. Appare il PropertyManager di Mesh.
- 2 Espandere Opzioni.
- 3 Come Qualità, selezionare Ottima.
- 4 Come Controlli, selezionare Superficie uniforme. Controllare che non sia selezionata Transizione automatica.
- 5 Selezionare 4 Punti dal menu Verifica jacobiano.
- 6 Come Mesher da usare, selezionare Standard.
- 7 Accettare il default per **Dimensione globale** e **Tolleranza** come suggerito dal programma e fare clic .

Parte la creazione della mesh. Quando la mesh è completa, un segno di spunta compare sull'icona Mesh Mesh e la mesh viene visualizzata nell'area grafica.





Passo 6: Eseguire l'analisi

Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella **Mio primo studio** e fare clic su **Esegui**.

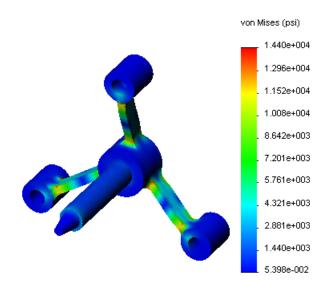
L'analisi parte. Quando l'analisi è completa, COSMOSWorks crea una cartella dei risultati nell'albero di COSMOSWorks Manager.

Passo 7: Visualizzare i risultati

Sollecitazione di von Mises

- 1 Fare clic sul segno più i accanto alla cartella **Risultati**. Compaiono tutti i grafici di default.
- 2 Fare doppio clic su Sollecitazione 1 (-vonMises-) per visualizzare il grafico

Nota: Se non compare nessun grafico di default, fare clic con il tasto destro sulla cartella Risultati e selezionare Definisci grafico di sollecitazione. Impostare le opzioni nel PropertyManager e fare clic .



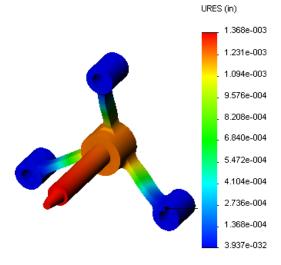
Animare il grafico

- 1 Fare clic con il tasto destro su **Sollecitazione1 (-vonMises-)** e fare clic su **Animazione**.
 - Appare il PropertyManager di **Animazione**.
- **2** Selezionare **Salva come file AVI**, poi fare clic su **Sfoglia** e selezionare una cartella di destinazione per salvare il file AVI.
- 3 Fare clic per avviare l'animazione.L'animazione è visualizzata nell'area grafica.
- 4 Fare clic per arrestare l'animazione.
- **5** Fare clic per chiudere il PropertyManager di **Animazione**.



Visualizzare gli spostamenti risultanti

 Fare doppio clic sull'icona Spostamento1 (-Spostris-) per visualizzare il grafico degli spostamenti risultanti.



Il progetto è in sicurezza?

La **Verifica guidata del progetto** può aiutare a rispondere a questa domanda. Si userà la verifica guidata per stimare il coefficiente di sicurezza di ogni punto del modello. In questo processo si richiederà di selezionare un criterio di rottura.

1 Fare clic con il tasto destro sulla cartella **Risultati** e selezionare **Definisci grafico di** controllo del progetto.

Compare il PropertyManager di Verifica progetto.

Compare il PropertyManager di Verifica guidata del progetto passo 1 di 3.

2 Come Criterio, fare clic su Sollecitazione massima von Mises.

Nota: Sono disponibili diversi criteri. Il criterio di von Mises è comunemente usato per la verifica del cedimento di materiali duttili.

3 Fare clic su (Avanti.

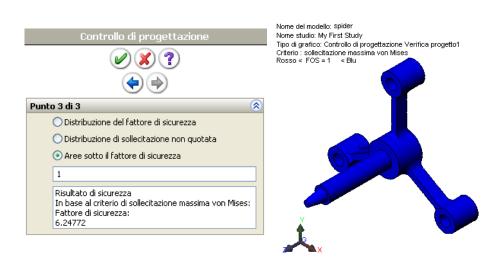
Compare **Verifica guidata del progetto passo 2 di 3** PropertyManager.

- 4 Impostare le **Unità di misura** su **psi** (libbre per pollice quadrato).
- 5 Come Imposta limite di sollecitazione, fare clic su Allo snervamento.

Nota: Quando un materiale si snerva, continua a deformarsi anche se il carico applicato non aumenta.



- 6 Fare clic su (Avanti.
 - Compare il PropertyManager Verifica guidata del progetto, passo 3 di 3.
- 7 Selezionare Aree sotto il fattore di sicurezza e inserire 1.
- 8 Fare clic . Viene generato il grafico. Ruotare il modello e cercare aree fuori sicurezza, mostrate in rosso. Il grafico non mostra zone rosse. Ciò significa che tutte le zone sono in sicurezza.



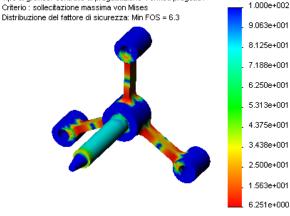


FOS

1.000e+002

Quanto il progetto è in sicurezza?

- 1 Fare clic con il tasto destro sulla cartella Risultati e selezionare Definisci grafico di controllo del progetto. Compare il PropertyManager di Verifica guidata del progetto, passo 1 di 3.
- 2 Nell'elenco dei Criteri, selezionare Sollecitazione massima von Mises.
- 3 Fare clic su **Avanti**. Compare il PropertyManager di Verifica guidata del progetto, passo 2 di 3.
- 4 Fare clic su Avanti. Compare il PropertyManager di Verifica guidata del progetto, passo 3 di 3.



5 Come Grafico dei risultati, fare clic su Distribuzione del fattore di sicurezza.

Nome del modello: spider Nome studio: My First Study

Tipo di grafico: Controllo di progettazione Verifica progetto1

6 Fare clic **⊘**. Viene generato il grafico.

Il grafico generato mostra la distribuzione del coefficiente di sicurezza. Il coefficiente di sicurezza più basso è approssimativamente di 6,3.

Nota: Un coefficiente di sicurezza di 1,0 in una zona significa che il materiale inizia a snervarsi. Un coefficiente di sicurezza di 2,0, ad esempio, significa che il progetto è in sicurezza in quel punto e che il materiale comincerà a snervarsi solo se si raddoppia il carico sul modello.

Salvare tutti i grafici generati

1 Fare clic con il tasto destro sull'icona Mio primo studio e fare clic su Salva tutti i grafici come file JPEG.

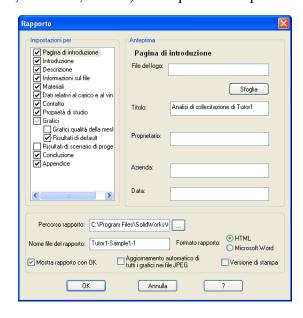
Compare la finestra Sfoglia cartella.

- 2 Sfogliare fino alla cartella dove si vogliono salvare i grafici dei risultati.
- 3 Fare clic su **OK**.

Generare un rapporto dello studio

L'utility Rapporto è di aiuto per documentare, in modo veloce e sistematico, il lavoro svolto per ogni studio. Il programma genera rapporti strutturati pronti per internet (file HTML) e documenti Word che descrivono tutti gli aspetti dello studio.

- 1 Fare clic con il tasto destro sull'icona Rapporto e fare clic su Definisci. Compare la finestra di dialogo Rapporto.
 - L'elenco **Impostazioni per** mostra tutte le sezioni da includere nel rapporto. Per includere una sezione, controllare che sia marcata. Per escludere una sezione, deselezionarla dall'elenco.
- 2 Nel campo File del logo, sfogliare fino alla cartella dove si trova il logo della vostra azienda. I formati ammessi sono: File JPEG (*.jpg), File GIF (*.gif), oppure File Bitmap (*.bmp).
- 3 Nel campo **Titolo** inserire il titolo del rapporto.
- 4 Inserire le altre informazioni (**Proprietario**, **Azienda**, e **Data**) nei rispettivi campi.
- 5 Selezionare il quadratino Mostra rapporto con OK.
- Per modificare il contenuto di una sezione, evidenziarla nel campo Impostazioni per.
 Il campo Anteprima permette di inserire nel rapporto le informazione desiderate.
- 7 Evidenziare Conclusioni nell'elenco Impostazioni per e inserire nel campo sulla destra le conclusioni dello studio.
- 8 Fare clic su **OK**.
 Il rapporto viene visualizzato nel browser internet di default (per il formato HTML).



Inoltre il programma crea un'icona per nella cartella **Rapporti** nell'albero di COSMOSWorks Manager.

Per modificare una qualunque sezione del rapporto, fare clic con il tasto destro sull'icona del rapporto e fare clic su **Modifica definizione**. Modificare la sezione e fare clic su **OK** per sovrascrivere il rapporto esistente.

Salvare il proprio lavoro e uscire da SolidWorks

- 1 Fare clic sulla 🖥 barra dei menu Standard o fare clic su File, Salva.
- 2 Fare clic su File, esci sul menu principale.

Valutazione rapida – Risposte

1 Come si avvia una sessione di COSMOSWorks?

Risposta: Nella barra degli strumenti di Windows fare clic su Start, Programmi, SolidWorks, SolidWorks Application. Parte l'applicativo SolidWorks. Fare clic sull'etichetta COSMOSWorks Manager

- 2 Cosa fare se il menu di COSMOSWorks non compare nella barra dei menu di SolidWorks? <u>Risposta:</u> Fare clic su **Strumenti, Aggiungi-Inserisci**, fare clic su **COSMOSWorks** per selezionarlo e fare clic su **OK**.
- 3 Che tipi di documenti possono essere analizzati da COSMOSWorks? Risposta: COSMOSWorks può analizzare componenti e assiemi.
- 4 Cos'è un'analisi?

Risposta: l'analisi è un processo per simulare il comportamento reale del sistema progettato.

5 Perchè l'analisi è così importante?

Risposta: l'analisi può aiutare a progettare prodotti migliori, più sicuri e più economici. Consente di risparmiare tempo e denaro riducendo i tradizionali, e costosi, cicli di progettazione.

6 Cos'è uno studio analitico?

<u>Risposta:</u> uno studio analitico rappresenta uno scenario di tipo di analisi, materiali, carichi e vincoli.

7 Che tipi di analisi possono essere fatte da COSMOSWorks?

<u>Risposta:</u> COSMOSWorks può eseguire analisi statiche, in frequenza, da carico di punta, termiche, test di caduta, fatica, ottimizzazioni e non lineari.

8 Che cosa calcola un'analisi statica?

<u>Risposta:</u> un'analisi statica calcola sollecitazioni, deformazioni, spostamenti e forze di reazione del modello.

9 Perchè l'analisi statica è così importante?

<u>Risposta:</u> l'analisi statica può predire quanto il sistema progettato è sicuro ed economico nelle condizioni operative specificate.

10 Cos'è la sollecitazione?

Risposta: la sollecitazione è l'intensità della forza, ovvero la forza diviso la superficie.

11 Quali sono i passi principali nell'esecuzione di un'analisi?

<u>Risposta:</u> i passi principali sono: creare uno studio, assegnare i materiali, applicare i vincoli, applicare i carichi, fare la mesh del modello, eseguire l'analisi e visualizzare i risultati.

12 Come si può modificare il materiale di un componente?

<u>Risposta:</u> nella cartella Solidi dello studio, fare clic con il tasto destro sull'icona del componente e fare clic su **Applica/modifica materiale**, poi selezionare il materiale e fare clic su **OK**

13 Che strumento si usa per controllare la sicurezza del progetto?

Risposta: la Verifica guidata del progetto.

14 La Verifica guidata del progetto mostra un coefficiente di sicurezza di 0,8 in alcuni punti. Il progetto è in sicurezza?

Risposta: no. Il minimo coefficiente di sicurezza non dovrebbe essere minore di 1,0 affinché il progetto sia in sicurezza.

Discussione in classe — Cambiare il materiale assegnato

Chiedere agli studenti di assegnare diversi materiali ai componenti dell'assieme, in base alla tabella seguente e eseguire l'analisi.

Componente	Nome materiale
Albero	Acciaio legato
Mozzo	Ghisa grigia
Crocera	Lega di alluminio 6061

Risposta

Per assegnare diversi materiali ai componenti dell'assieme, procedere come segue:

Assegnare ghisa grigia al mozzo

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sull'icona hub-1 che si trova nella cartella **Solidi** e fare clic su **Applica/modifica materiale**.
 - Compare la finestra di dialogo Materiale.
- 2 Per Seleziona fonte del materiale, procedere come segue:
 - a) Fare clic su Dal file di libreria.
 - b) Selezionare materiali cosmos dall'elenco.
 - c) Scorrere l'albero dei materiali e fare clic sul segno più 🗓 accanto a Ghisa.
 - d) Fare clic su Ghisa grigia.
- **3** Fare clic su **OK**.

Assegnare Lega di alluminio 6061 alla razza della crocera

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sull'icona spider-1 che si trova nella cartella **Solidi** e fare clic su **Applica/modifica materiale**.
 - Compare la finestra di dialogo **Materiale**.
- 2 Per Seleziona fonte del materiale, procedere come segue:
 - a) Fare clic su **Dal file di libreria**.
 - b) Selezionare materiali cosmos dall'elenco.
 - c) Scorrere l'albero dei materiali e fare clic sul segno più in accanto a Leghe di alluminio.
 - d) Fare clic su Lega 6061.
- **3** Fare clic su **OK**.

Eseguire di nuovo il calcolo e visualizzare i risultati.

Se non compare nessun grafico di default, fare clic con il tasto destro sulla cartella **Risultati** e selezionare **Definisci grafico di sollecitazione.** Impostare le opzioni nel PropertyManager e fare clic .

1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella dello studio e fare clic su **Esegui**.

Nota: Per ottenere i nuovi risultati non serve rifare la mesh del modello.

2 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic sul segno più in accanto alla cartella **Risultati**.

Compaiono i grafici di default.

Nota: Se non compare nessun grafico di default, fare clic con il tasto destro sulla cartella Risultati e selezionare Definisci grafico di sollecitazione. Impostare le opzioni nel PropertyManager e fare clic .

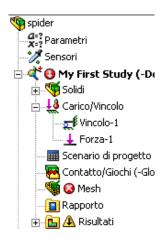
3 Fare doppio clic sull'icona Sollecitazione 1 (-vonMises-) per visualizzare il grafico.

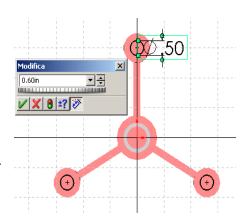
Altro da esplorare - Modificare la geometria

Dopo aver visualizzato i risultati si possono fare delle modifiche al progetto. Chiedere agli studenti di fare delle modifiche alla geometria e ricalcolare i risultati. È importante sottolineare che devono rifare la mesh e ricalcolare lo studio dopo qualsiasi modifica alla geometria. La procedura seguente descrive come modificare il diametro dei tre fori e ricalcolare i risultati.

Risposta

- □ Fare clic sul segno più (+) accanto a (-) spider<1>.
- □ Fare clic sul segno più (+) accanto a Cut-Extrude2. Appare l'icona Sketch7.
- ☐ Fare clic con il tasto destro sull'icona **Sketch7** e selezionare **Modifica Sketch**. Lo sketch si apre.
- ☐ Fare clic sulla barra delle Viste standard.
- □ Se necessario, fare clic su **Seleziona** nella barra degli strumenti Sketch.
- □ Fare doppio clic sulla dimensione **0,50**. Compare la finestra di dialogo **Modifica**.
- □ Inserire **0,6** nella finestra di dialogo **Modifica** e fare clic ✓.
- ☐ Far clic su **OK** nell'angolo per la conferma.
- □ Fare clic con il tasto destro sull'icona della crocera spider in alto sull'albero del FeatureManager e selezionare Modifica assieme.
- □ Fare clic per passare all'albero di COSMOSWorks Manager. Un'icona di avvertimento compare vicino a **Mio primo studio** e un'icona di errore accanto a **Mesh**. Un'icona di avvertimento compare anche vicino alla cartella **Risultati** per indicare che i risultati non sono validi.







Lezione 1: Funzionalità di base di COSMOSWorks

- □ Per rifare la mesh, fare clic con il tasto destro sull'icona **Mesh** e fare clic su **Crea mesh**. Un messaggio di avvertimento informa che rifare la mesh comporta la cancellazione dei risultati correnti. Fare clic su **OK**.
- □ Usare valori di **Dimensione globale** e **Tolleranza** di default. Nota. questi valori sono diversi da prima.
- □ Selezionare **Esegui analisi dopo la mesh** e fare clic **②**.
- □ Quando l'analisi è completa, visualizzare la sollecitazione di von Mises di default, la deformazione e gli altri risultati, come descritto in precedenza.

Esercizi e progetti — Flessione di una trave caricata all'estremità

Alcuni problemi semplici hanno soluzioni esatte. Uno di questi problemi è costituito da una trave caricata da una forza ad un'estremità, come mostrato nella figura. COSMOSWorks verrà usato per risolvere questo problema e confrontare i risultati con la soluzione esatta.

Operazioni

- 1 Aprire il file cantilever. sldprt che si trova nella cartella Examples della cartella di installazione di COSMOSWorks
- 2 Salvare il componente con un altro nome.
- 3 Misurare la larghezza, l'altezza e la lunghezza della trave incastrata (usare lo strumento **Misura** ...). Risposta: la larghezza è di 1,0 pollici, l'altezza è di 1,0 pollici e la lunghezza è di 20,0 pollici.
- 4 Fare clic sull'etichetta COSMOSWorks Manager



5 Creare uno studio statico.

Risposta: procedere come segue:

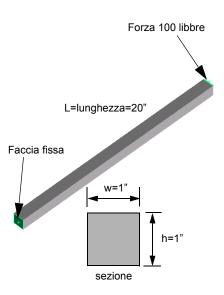
- Fare clic su **COSMOSWorks**, **Studio**.
- Inserire un nome per lo studio.
- Impostare Tipo di analisi su Statica.
- Impostare Tipo di mesh su Mesh solida.
- Fare clic su OK.
- 6 Assegnare Acciaio legato al componente. Quanto è il modulo elastico in psi (libbre per pollice quadrato)?

Risposta: Procedere come segue:

- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sull'icona trave incastrata nella cartella Solidi e selezionare Applica/modifica materiale. Compare la finestra di dialogo Materiale.
- In Seleziona fonte del materiale, selezionare Dal file di libreria, e dal menu a tendina materiali cosmos.
- Espandere **Acciaio** nell'albero dei materiali e selezionare Acciaio legato (SS).
- Nel menu Unità di misura selezionare Anglosassone (IPS). Notare che il valore di EX: modulo elastico è 30.457.925 psi.
- Fare clic su **OK**.
- 7 Fissare una delle facce di estremità della trave incastrata.

Risposta: Procedere come segue:

- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Vincoli. Appare il PropertyManager di Vincolo.
- Come **Tipo**, selezionare **Fisso**.
- Fare clic sulla faccia di estremità della trave come mostrato nella figura.
- Fare clic



8 Applicare una forza rivolta verso il basso sul bordo superiore dell'altra faccia estremità, con modulo di 100 libbre.

Risposta: procedere come segue:

- Fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/ Vincolo e fare clic su Forza. Appare il PropertyManager di Forza.
- Come Tipo, selezionare Applica forza/momento.
- Fare clic sul bordo mostrato in figura.
- Controllare che Plane1 appaia nel campo Riferimento selezionato.
- Selezionare Anglosassone (IPS) nel menu Sistema di misura.
- Per Forza, fare clic su Lungo il piano dir 2 e inserire -100 nel campo valore. Questa è una forza verticale verso il basso. Un valore positivo applica una forza rivolta verso l'alto.
- Fare clic .
- **9** Fare la mesh del componente e eseguire l'analisi.

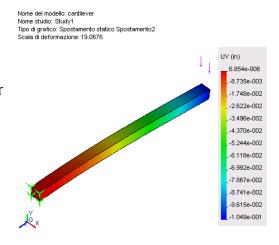
Risposta: procedere come segue:

- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sull'icona Mesh.
- Usare Dimensione globale **L** e Tolleranza di default.
- · Selezionare Esegui analisi dopo la mesh.
- Fare clic 🗹.
- 10 Quando l'analisi è completa, fare il grafico dello spostamenti in direzione Y. La direzione Y è la stessa della direzione 2 di Plane1. Quanto è il massimo spostamento in direzione Y all'estremità libera di una trave incastrata?

Risposta: procedere come segue:

- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Risultati e selezionare Definisci grafico di spostamento. Appare il PropertyManager di Grafico spostamento.
- Selezionare in per Unità di misura 🗐.
- Selezionare UY: Spostamento Y per il Componente .
- Fare clic
- Lo spostamento verticale dell'estremità libera è di **-0,1049** pollici.





11 Calcolare lo spostamento verticale teorico all'estremità libera usando l'equazione seguente:

$$UY_{Theory} = \frac{4FL^3}{Ewh^3}$$

Risposta: per questo problema abbiamo:

F = carico all'estremità = -100 libbre,

L = lunghezza della trave = 20 pollici,

E = modulo di elasticità = 30.457.925 psi (libbre per pollice quadrato),

w = larghezza della trave = 1 pollice,

h = altezza della trave = 1 pollice.

Sostituendo i valori numerici nell'equazione precedente, si ottiene:

 $UY_{Theory} = -0.1050$ pollici.

12 Calcolare l'errore sullo spostamento verticale usando l'equazione seguente:

$$ErrorPercentage = \left(\frac{UY_{Theory} - UY_{COSMOS}}{UY_{Theory}}\right) 100$$

<u>Risposta:</u> l'errore percentuale sul massimo spostamento verticale è 0,1%.

Nella maggior parte delle applicazioni dell'analisi progettuale un errore del 5% è accettabile.

Lezione 1 Scheda sul vocabolario - Risposte

Nome:	Classe:	Data:
	-	

Riempire gli spazi bianchi con i termini appropriati.

- 1 La sequenza costituita da: creare il modello in SolidWorks, produrre un prototipo e sottoporlo a prove sperimentali: ciclo di progettazione tradizionale
- 2 Uno scenario di tipo what-if per il tipo di analisi, i materiali, i carichi e i vincoli: **studio**
- 3 Il metodo usato dagli utenti COSMOSWorks per eseguire un'analisi: metodo agli elementi finiti
- 4 Il tipo di studio che calcola spostamenti, deformazioni e sollecitazioni: studio statico
- 5 Il processo di suddividere il modello in piccole parti: meshing
- 6 Le piccole parti di forma semplice ottenute facendo una mesh: elementi
- 7 Gli elementi hanno punti in comune detti: nodi
- 8 La forza agente su una superficie diviso la superficie stessa: sollecitazione media
- 9 Il collasso improvviso di una struttura snella dovuto a compressione assiale: <u>instabilità</u> da carico di punta
- 10 Uno studio che calcola quanto si riscalda un sistema: studio termico
- 11 Un numero che fornisce una descrizione generale dello stato di sollecitazione: sollecitazione di von Mises
- **12** Sollecitazioni normali a un piano dove si annullano le sollecitazioni di taglio: **sollecitazioni principali**
- 13 Le frequenze con cui un corpo tende a virare: frequenza naturali
- 14 Il tipo di analisi che può essere fatto per evitare la risonanza: analisi in frequenza

Lezione 1 Questionario — Risposte

Nome:	Classe:	Data:
		-

Istruzioni: rispondere a ogni domanda scrivendo la risposta o le risposte corrette nello spazio previsto.

- 1 Come si passa da COSMOSWorks Manager a FeatureManager?

 <u>Risposta:</u> fare clic sull'etichetta di COSMOSWorks Manager /sull'etichetta di FeatureManager in alto nella finestra di sinistra.
- 2 Si verifica un progetto creando uno studio. Cos'è uno studio?
 <u>Risposta:</u> uno studio è uno scenario di tipo "what-if" che definisce il tipo di analisi, i materiali, i carichi e i vincoli:.
- 3 Che tipi di analisi del moto possono essere eseguiti con COSMOSWorks?

 Risposta: analisi statiche, in frequenza, da carico di punta, termiche, test di caduta, fatica, ottimizzazioni e non lineari. Anche altri tipi di analisi sono disponibili in altre configurazioni.
- **4** Dopo aver ottenuto il risultato di uno studio sono stati cambiati il materiale, i carichi e/o i vincoli. Bisogna rifare la mesh?

Risposta: no. Basta fare di nuovo il calcolo.

- 5 Dopo aver fatto la mesh per uno studio è stata cambiata la geometria. Bisogna rifare la mesh? Risposta: sì. Bisogna rifare la mesh dopo aver cambiato la geometria.
- **6** Come si crea un nuovo studio statico?

Risposta: per creare un nuovo studio statico:

- Fare clic su **COSMOSWorks**, **Studio**. Oppure fare clic sull'icona in alto nell'albero di COSMOSWorks Manager e fare clic su **Studio**. Compare la finestra di dialogo **Studio**.
- Per **Nome studio**, inserire il mone dello studio. Usare un nome che abbia un significato!
- Come Tipo di studio, selezionare Statico.
- Come **Tipo di mesh**, selezionare una mesh adatta allo studio.
- Fare clic **②**.
- 7 Cos'è una mesh?

Risposta: una mesh è un insieme di elementi e nodi generati quando si esegue il "meshing" del modello.

8 In un assieme, quante icone ci si può aspettare di vedere nella cartella Solidi? Risposta: Ci sarà un'icona per ogni corpo. Un componente può aver più corpi.

Riepilogo della lezione

COSMOSWorks è un software per l'analisi progettuale completamente integrato in SolidWorks.
L'analisi del progetto può aiutare a sviluppare prodotti migliori, più sicuri e più economici.
L'analisi statica calcola spostamenti, deformazioni, sollecitazioni e forze di reazione.
L'analisi in frequenza calcola le frequenze naturali e le relative forme modali.
L'analisi a carico di punta calcola i carichi che producono instabilità per parti soggette a compressione.
L'analisi per test di caduta calcola il carico dovuto all'impatto su oggetti lasciati cadere su una superficie rigida o flessibile.
L'analisi termica calcola la distribuzione di temperatura dovuta a carichi termici e condizioni al contorno di tipo termico.
L'analisi di ottimizzazione ottimizza il modello in base a funzioni obiettivo (ad esempio, minimizzare il volume o la massa).
I materiali iniziano a cedere quando raggiungono un certo limite.
La sollecitazione di von Mises è un parametro che dà un'idea generale dello stato di sollecitazione in un punto.
La Verifica guidata del progetto controlla la sicurezza del progetto.
Per simulare il modello, COSMOSWorks lo suddivide in molte piccole parti di forma semplice dette elementi. Questo processo è denominato <i>meshing</i> .
I passi per eseguire un'analisi in COSMOSWorks sono:
Creare uno studio.

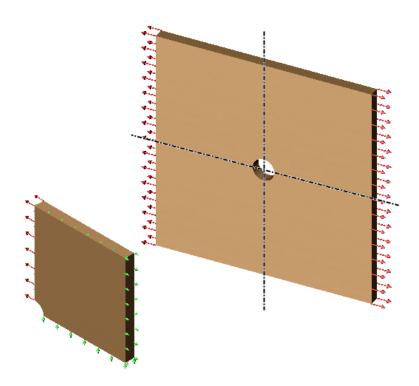
- Assegnare il materiale.
- Applicare dei vincoli per impedire gli spostamenti di corpo rigido.
- Applicare i carichi.
- Fare la mesh del modello.
- Eseguire l'analisi e
- visualizzare i risultati.

2

Lezione 2: Metodi adattativi in COSMOSWorks

Obiettivi di questa lezione

- □ Introdurre il concetto di metodi adattativi per studi statici. Al completamento, gli studenti dovrebbero essere in grado di comprendere i concetti base su cui si fondano i metodi adattativi e come COSMOSWorks li implementa.
- □ Analizzare una parte del modello invece dell'intero modello. In questa seconda lezione, gli studenti analizzeranno un quarto del modello originale usando i vincoli di simmetria. Dovrebbero essere in grado di riconoscere in quali condizioni è possibile applicare i vincoli di simmetria senza mettere a rischio la precisione dei risultati.
- □ Introdurre il concetto di mesh a shell. La discussione del progetto mette in evidenza le differenze tra una mesh a shell e una mesh solida. Gli studenti dovrebbero essere in grado di riconoscere i modelli più adatti per l'uso di mesh a shell.
- □ Confrontare i risultati di COSMOSWorks con soluzioni teoriche note. Per il problema descritto in questa lezione esiste una soluzione teorica. Per la classe di problemi che hanno una soluzione analitica, gli studenti dovrebbero essere in grado di derivare le percentuali di errore e decidere se i risultati sono accettabili o meno.



Sommario

- ☐ Esercitazione pratica Metodi adattativi in COSMOSWorks
 - · Parte 1
 - Aprire il documento Plate-with-hole.SLDPRT
 - Controllare il menu di COSMOSWorks
 - · Salvare il modello in una cartella temporanea
 - Passare a COSMOSWorks manager
 - Impostare le unità di misura per l'analisi
 - Passo 1: Creare uno studio statico
 - Passo 2: Assegnare i materiali
 - Passo 3: Applicare i vincoli
 - Passo 4: Applicare una pressione
 - Passo 5: Fare la mesh del modello e eseguire l'analisi
 - Passo 6: Visualizzare i risultati
 - Passo 7: Verificare i risultati
 - · Parte 2
 - Modellare un quarto della piastra applicando vincoli di simmetria
 - Parte 3
 - · Applicare il metodo adattativo-h
- □ Valutazione rapida
- ☐ Discussione in classe Creare uno studio in frequenza
- ☐ Esercizi e progetti Modellare un quarto della piastra con una mesh a shell
- □ Riepilogo della lezione

Esercitazione pratica — Parte 1

Usare COSMOSWorks per eseguire l'analisi statica sul componente Plate-with-hole. SLDPRT visibile sulla destra.

Calcolare la sollecitazione di una piastra quadrata 20 pollici x 20 pollici con un foro di raggio 1 pollice al centro. La piastra è soggetta a una pressione di 100 psi (libbre per pollice quadrato).

Confrontare la concentrazione di sollecitazione sul foro con i risultati teorici noti

Sotto vengono date le istruzioni passo per passo.



Aprire il documento Plate-with-hole.SLDPRT

- 1 Fare clic su **Apri** sulla barra degli strumenti standard. Compare la finestra di dialogo **Apri**.
- 2 Cercare la cartella **Examples** nella cartella di installazione di COSMOSWorks.
- 3 Selezionare Plate-with-hole.SLDPRT
- 4 Fare clic su Apri.

Si apre il componente Plate-with-hole. SLDPRT.

Notre che questo componente ha due configurazioni: (a) Quarto di piastra, e (b) Piastra intera.

Nota: Le configurazioni del documento sono elencate sotto l'etichetta ConfigurationManager in alto nella finestra di sinistra.

Controllare il menu di COSMOSWorks

Se COSMOSWorks è installato correttamente, il menu COSMOSWorks compare nella barra del menu di SolidWorks. Altrimenti:



- 1 Fare clic su **Strumenti**, **Aggiungi-Inserisci**.
 - Compare la finestra di dialogo Aggiungi-Inserisci.
- 2 Cercare **COSMOSWorks**. Se COSMOSWorks non compare nella lista, è necessario installarlo.
- 3 Fare clic su **OK**.

Il menu di COSMOSWorks compare nella barra dei menu di SolidWorks. Inoltre l'etichetta COSMOSMotion Manager occupare in alto nella finestra di sinistra.

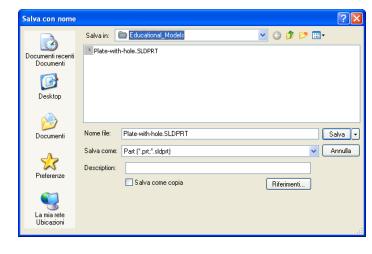
Salvare il modello in una cartella temporanea

Si raccomanda di salvare il modello in una cartella temporanea per preservare i file originali per usi successivi.

- 1 Creare una cartella temporanea di nome **temp** nella cartella **Examples**.
- 2 Fare clic su File, Salva col nome.

Compare la finestra di dialogo **Salva col nome**.

3 Nella finestra di dialogo Salva in, cercare la cartella



temp e fare clic su **Salva** per salvare il file del componente Plate-with-hole. SLDPRT. SolidWorks crea un'altra copia del file del componente nella cartella temp.

Passare a COSMOSWorks manager

Per passare a COSMOSWorks, fare clic sull'etichetta COSMOSWorks Manager in alto nella finestra di sinistra.

Impostare le unità di misura per l'analisi

Prima di iniziare la lezione, imposteremo le unità di misura per l'analisi.

- 1 Fare clic su COSMOSWorks, Opzioni.
- 2 Fare clic sull'etichetta Opzioni di default.
- 3 Selezionare Anglosassone (IPS) in Unità di misura.
- 4 Fare clic su **OK**

Passo 1: Creare uno studio

Il primo passo per eseguire un'analisi è creare uno studio.

1 Fare clic con il tasto destro sull'icona della piastra con foro e fare clic su **Studio**, o su **COSMOSWorks**, **Studio**.

Appare il PropertyManager di **Studio**.

- 2 Come Nome, inserire Piastra intera.
- 3 Impostare Tipo di mesh su Mesh solida.
- 4 Come Tipo, selezionare Statica.
- 5 Fare clic .

COSMOSWorks crea in COSMOSWorks Manager una struttura ad albero per lo studio.

Proprietà Tabelle & Curve | Curve SN fatica

Tipo di modello: Isotropico elastico lineare

Anglosassone V

30457925

0.2781802

Costante

Costante

psi lb/in^3

/Fahrenheit

0.000668737506 BTU/(in.s.F) Costante 0.1098901099 Btu/(lb.F) Costante

Proprietà del materi

Unità:

Categoria:

Descrizione

Proprietà Descrizione

Modulo elastico

Modulo di taglio

Densità di massa

Conduttività termica

Resistenza alla trazioi 104982.03 Resistenza a compre:

Carico di snervamenti 89984.603

Coefficiente di espan: 7.222222222e-006

Nome:

NUXY

DENS

SIGYLD

ALPX

Passo 2: Assegnare il materiale

Assegnare acciaio legato

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Solidi e fare clic su Applica materiale a tutto. Compare la finestra di dialogo Materiale
- 2 Per Seleziona fonte del materiale, procedere come segue:
 - a) Fare clic su **Dal file di** libreria.
 - b) Selezionare **materiali COSMOSWorks** dal menu.
 - c) Fare clic sul segno più * vicino alla categoria di materiale **Acciaio** e selezionare **Acciaio legato**.

Materiale

O Usa il materiale SolidWorks

AISI Type 3 A

AISI Type A

AISI

- F9 Cast Allou S

Cast Stainle
Chrome Stai
Galvanized

Plain Carbon Stainless St

 Wrought Sta Aluminium Alloys

■ Copper Alloys (1)

O Definito dall'utente

Culbreria Centor

Dal file di libreria

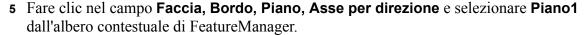
Nota: Le proprietà meccaniche e fisiche dell'acciaio legato compaiono nella tabella sulla destra.

3 Fare clic su **OK**.

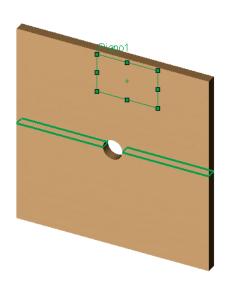
Passo 3: Applicare i vincoli

Si applicano dei vincoli per impedire le rotazioni al di fuori del piano e gli spostamenti di corpo rigido.

- 1 Premere spazio e selezionare *Trimetrico nel menu Orientazione.
 - L'orientazione del modello è quella mostrata in figura.
- 2 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Vincoli.
 - Appare il PropertyManager di Vincolo.
- 3 Controllare che **Tipo** sia impostato su **Usa geometria di riferimento**.
- 4 Nell'area grafica, fare clic sul bordo mostrato in figura.
 - Bordo<1> fino a Bordo<8> compaiono nel campo Facce, Bordi, Vertici da vincolare.

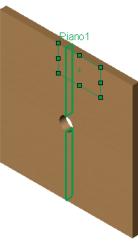


6 Per Traslazioni, selezionareLungo il piano dir 2 🚺.



7 Fare clic .

In modo analogo, eseguire i passi da 2 a 7 per applicare i vincoli ai bordi verticali, come mostrato nella figura.



Per vincolare i bordi (8 in totale) nella direzione globale X, al passo 6 impostare a zero la traslazione **Lungo il piano dir 1**.

Per impedire il movimento nella direzione globale Z, applicare un vincolo sul vertice mostrato in figura.

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Vincoli. Appare il PropertyManager di Vincolo.
- 2 Controllare che Tipo sia impostato su Usa geometria di riferimento.
- 3 Nell'area grafica, fare clic sul vertice mostrato in figura.
 Vertice<1> compare nel campo Facce, Bordi, Vertici da vincolare.
- 4 Fare clic nel campo Faccia, Bordo, Piano, Asse per direzione e selezionare Piano1 dall'albero contestuale di FeatureManager.
- 5 Per Traslazioni, selezionare Normale al piano 🐧 .
- 6 Fare clic .

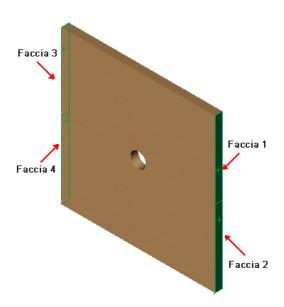


Passo 4: Applicare una pressione

Applicare una pressione di 100 psi (libbre per pollice quadrato) normale alle facce mostrate in figura.

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Pressione. Appare il PropertyManager di Pressione.
- 2 Come Tipo, selezionare Normale alla faccia selezionata.
- 3 Nell'area grafica, fare clic sulle quattro facce mostrate in figura.
 Faccia<1> fino a Faccia<4>

compaiono nel campo Facce per applicazione pressione.



- 4 Controllare che Unità sia impostato su Anglosassone (IPS).
- 5 Nel campo Valore di pressione μ , inserire 100.
- **6** Selezionare il campo **Direzione contraria** per aggiungere una sollecitazione uniforme di trazione.
- 7 Fare clic .

COSMOSWorks applica la pressione normale alle facce selezionate e l'icona Pressione-1 compare nella cartella Carico/Vincolo.

Per nascondere i simboli di vincoli e carichi

Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella **Carico/Vincolo** e fare clic su **Nascondi tutto**.

Passo 5: Fare la mesh del modello e fare il calcolo dello studio

La mesh divide il modello in piccole parti dette elementi. Per comodità, COSMOSWorks suggerisce una dimensione degli elementi.

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella **Mesh** e fare clic su **Crea mesh**.
 - Appare il PropertyManager di Mesh.
- 2 Espandere Opzioni.
- 3 Come Qualità, selezionare Alta.
- 4 Come Controlli, selezionare Superficie liscia. Controllare che non sia selezionata Transizione automatica.
- 5 Selezionare 4 Punti dal menu Controllo jacobiano.
- 6 Come Mesher da usare, selezionare Standard.
- 7 Inserire **1,5** (pollici) per **Dimensione globale** e accettare la **Tolleranza** is suggerita dal programma.

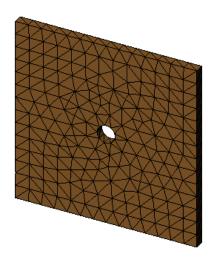
8 Selezionare Esegui analisi dopo la mesh e fare clic .



Nota: Per vedere la mesh, fare clic con il tasto destro su Mesh, e selezionare Crea grafico mesh.

Fare clic su PropertyManager Qualità della mesh.

Il grafico di Qualità della mesh compare nell'area grafica, come mostrato nella figura.



Passo 6: Visualizzare i risultati

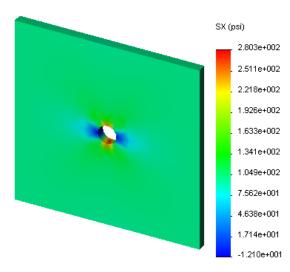
Sollecitazione normale nella direzione globale X.

1 Fare clic con il tasto destro sulla cartella **Risultati** 🛅 e selezionare **Definisci grafico** della sollecitazione.

Appare il PropertyManager di Grafico della sollecitazione.

- 2 In Visualizza
 - a) Selezionare SX: Sollecitazione normale X in Componenti.
 - b) Selezionare psi in Unità di misura.
- **3** Fare clic **✓**.

Viene visualizzata la sollecitazione in direzione X.



Notare la concentrazione di sollecitazione nella zona attorno al foro.

Passo 7: Verificare i risultati

La massima sollecitazione normale s_{max} per una piastra di sezione rettangolare con un foro circolare al centro è data da:

$$\sigma max = k \cdot \left(\frac{P}{t(D-2r)}\right) \qquad k = 3.0 - 3.13 \left(\frac{2r}{D}\right) + 3.66 \left(\frac{2r}{D}\right)^2 - 1.53 \left(\frac{2r}{D}\right)^3$$

dove:

D = larghezza della piastra = 20 pollici

r = raggio del foro = 1 pollici

t = spessore della piastra = 1 pollici

P = forza di tensione assiale = pressione* (D * t)

Il valore analitico per la massima sollecitazione normale è $s_{max} = 302,452$ psi (libbre per pollice quadrato)

Il risultato di COSMOSWorks, senza l'uso di metodi adattativi, è SX = 280,3 psi.

Questo risultato si scosta dalla soluzione teorica del 7,3% circa.

Esercitazione pratica — Parte 2

Nella seconda parte dell'esercitazione viene modellato un quarto della piastra, applicando vincoli di simmetria.

Nota: Si possono usare i vincoli di simmetria per rappresentare una porzione del modello. Ciò può ridurre notevolmente il tempo di calcolo, specialmente se si lavora con modelli grandi.

Le condizioni di simmetria presuppongono che la geometria, i carichi, le proprietà del materiale e i vincoli siano gli stessi sui due lati del piano di simmetria.

Passo 1: Attivare una Nuova configurazione

1 Fare clic sull'etichetta ConfigurationManager [8].

2 Nell'albero di ConfigurationManager fare doppio clic sull'icona Quarto di piastra.

Viene attivata la configurazione **Quarto di** piastra e viene disattivata la configurazione Piastra intera

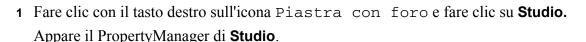


grafica. 3 Passare a COSMOSWorks cliccando sull'etichetta di COSMOSWorks Manager .

Nota: Per accedere allo studio di una configurazione non attiva, fare clic con il tasto destro sulla sua icona e selezionare Attivare configurazione SW.

Passo 2: Creare uno studio

Il nuovo studio da creare sarà basato sulla configurazione Quarto di piastra.



- 2 Come Nome, inserire Quarto di piastra.
- 3 Impostare Tipo di mesh su Mesh solida.
- 4 Come **Tipo**, selezionare **Statica**.
- **5** Fare clic (). COSMOSWorks crea in COSMOSWorks Manager una struttura ad albero per lo studio.

Passo 3: Assegnare il materiale

Seguire la procedura descritta al passo 2 della parte 1.



Passo 4: Applicare i vincoli

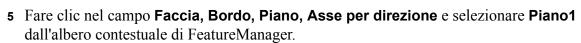
Applicare i vincoli alle facce sui piani di simmetria del modello.

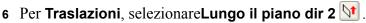
- 1 Usare i pulsanti **Freccia** per ruotare l'assieme come mostrato in figura.
- 2 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e selezionare Vincoli.

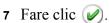
Appare il PropertyManager di Vincolo.

- 3 Impostare Tipo su Usa geometria di riferimento.
- 4 Nell'area grafica, fare clic sulla Faccia 1 mostrata in figura.

Faccia<1> compare nel campo Facce, Bordi, Vertici da vincolare.







Poi vincolare il bordo superiore della piastra per impedire il movimento nella direzione globale Z.

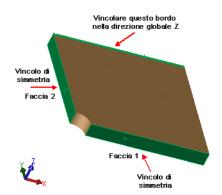
Per vincolare il bordo superiore:

1 nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e selezionare Vincoli.

Impostare Tipo su Usa geometria di riferimento.

- 2 Nell'area grafica, fare clic sul bordo superire della piastra, come mostrato in figura. Bordo<1> compare nel campo Facce, Bordi, Vertici da vincolare.
- 3 Fare clic nel campo Faccia, Bordo, Piano, Asse per direzione e selezionare Piano1 dall'albero contestuale di FeatureManager.
- 4 Per Traslazioni, selezionare Normale al piano \square.
- 5 Fare clic .

Quando tutti i vincoli sono stati applicati correttamente, tre icone di vincoli: (Vincolo-1), (Vincolo-2), e (Vincolo-3) compaiono nella cartella Carico/Vincolo dell'albero di COSMOSWorks Manager.

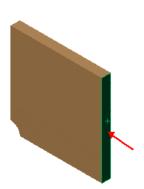


Passo 5: Applicare una pressione

Applicare una pressione di 100 psi nella direzione globale X.

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro su **Carico/Vincolo** e selezionare **Pressione**.
 - Appare il PropertyManager di **Pressione**.
- 2 Come Tipo, selezionare Normale alla faccia selezionata.
- 3 Nell'area grafica, fare clic sulla faccia mostrata in figura.
- 4 Nell'elenco Facce per applicazione pressione compare Faccia<1>.
- 5 Impostare le Unità di misura su Anglosassone (IPS).
- 6 Nel campo Valore di pressione !!! , inserire 100.
- 7 Selezionare il campo Direzione contraria.
- 8 Fare clic .

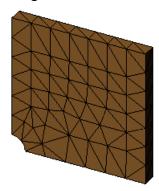
COSMOSWorks applica la pressione normale alle facce selezionate e l'icona Pressione-1 \coprod compare nella cartella Carico/Vincolo.



Passo 6: Fare la mesh del modello e eseguire l'analisi

Usare le stesse impostazioni per la mesh usando la procedura descritta al passo 5 della parte 1.

La mesh è visualizzata nella figura.



Nota: Si può fare clic su Mostra/Nascondi Mesh 🐯 nella barra degli strumenti Risultati di COSMOSWorks per alternare la visibilità della mesh.

Passo 7: Visualizzare le sollecitazioni normali nella direzione globale X

- Nell'albero di COSMOSWorks Manager , fare clic con il tasto destro sulla cartella
 Risultati e selezionare Definisci grafico di spostamento.
- 2 Nel PropertyManager di Grafico della sollecitazione, in Visualizza:
 - a) Selezionare SX: sollecitazione normale X in Componenti.
 - b) Selezionare psi in Unità di misura.

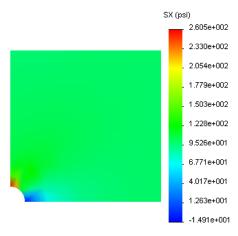
3 In **Deformata**:

- a) Selezionare Definita.
- b) Inserire 1 per Fattore di scala.

4 Per Proprietà:

- a) Selezionare Associa grafico con orientamento della vista di nome.
- b) Selezionare *Fronte dal menu.
- 5 Fare clic 🕖.

La sollecitazione normale nella direzione X è visualizzata sulla deformata reale della piastra.



Passo 8: Verificare i risultati

Per il quarto di modello, la massima sollecitazione normale SX è di 260,5 psi (libbre per pollice quadrato).

Questo risultato si scosta dalla soluzione teorica del 14% circa.

Nella parte 3, il modello ridotto a un quarto verrà risolto usando il metodo adattativo-h. L'uso di metodi adattativi migliora la precisione della soluzione.

Esercitazione pratica — Parte 3

In questa parte, il metodo adattativo-h verrà impiegato per risolvere lo stesso problema della configurazione Quarto di piastra.

Per dimostrare la potenza del metodo adattativo-h, prima verrà fatta la mesh con elementi di grande dimensione, poi si vedrà come il metodo adattativo-h modifica la dimensione della mesh per migliorare la precisione dei risultati.

Passo 1: Definire un nuovo studio

Creare un nuovo studio usando le funzionalità "drag-and-drop" per la creazione di nuovi studi in COSMOSWorks.

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, trascinare l'icona Quarto di piastra sull'icona Piastra con foro in cima all'albero.
 - Compare la finestra di dialogo **Definisci nome studio**.
- 2 Nel campo **Nome studio**, inserire H-Adaptive.
- 3 In Configurazione da usare: selezionare Quarter plate.
- 4 Fare clic su **OK**.

Passo 2: Impostare i parametri per adattativo-h

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro su Adattativo-H e selezionare Proprietà.
- 2 Nella finestra di dialogo, nell'etichetta **Opzioni**, selezionare **FFEPlus** sotto **Solutore**.
- 3 Nell'etichetta Adattativo, sotto Metodo adattativo, selezionare adattativo-h.
- **4** Sotto **Opzioni adattativo-h**, procedere come segue:
 - a) Spostare il cursore **Precisione obiettivo** su 99%.
 - b) Impostare Massimo numero di loop a 5
 - c) Selezionare Mesh più grossolana.
- 5 Fare clic su **OK**.

Nota: Usando la funzionalità "dragand-drop" per creare un nuovo studio da uno esistente, tutte le cartelle dello studio originale vengono copiate in quello nuovo. Se le proprietà del nuovo studio rimangono uguali, non serve ridefinire le proprietà dei materiali, i carichi, i vincoli, ecc.





Passo 3: Rifare la mesh del modello e eseguire lo studio

1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro su mesh e selezionare Crea.

Un messaggio di avvertimento informa che rifare la mesh comporta la cancellazione dei risultati dello studio.

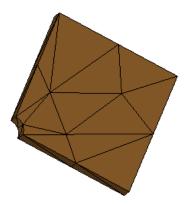
2 Fare clic su **OK**.

Appare il PropertyManager di Mesh

3 Inserire 5,0 (pollici) per **Dimensione globale** • e accettare la **Tolleranza** is suggerita dal programma.

Questo valore così grande di dimensione globale per gli elementi è usato per dimostrare come il metodo adattativo-h riduce la dimensione della mesh per ottenere risultati precisi.

4 Fare clic .

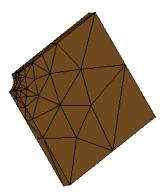


5 Fare clic con il tasto destro sull'icona Adattativo-h e selezionare Esegui.

Passo 4: Visualizzare i risultati

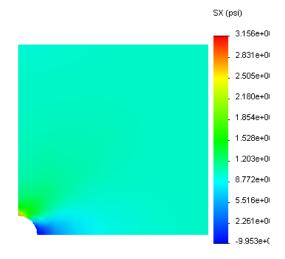
Applicando il metodo adattativo-h la dimensione della mesh è ridotta rispetto all'originale. Notare la transizione della dimensione della mesh da più grossolana (contorni della piastra) a più fine in corrispondenza del foro centrale.

Per vedere la mesh dopo la conversione, fare clic con il tasto destro sull'icona **Mesh** e selezionare **Mostra mesh**.



Visualizzare la sollecitazione normale nella direzione globale X

Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sul grafico **Sollecitazione** (normale X) nella cartella **Risultati** .



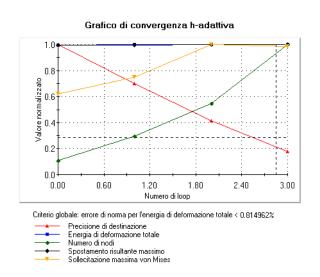
Verificare i risultati

Il valore analitico per la massima sollecitazione normale è smax = 302,452 psi (libbre per pollice quadrato).

Il risultato di COSMOSWorks con l'uso del metodo adattativo-h è SX = 315,6 psi, che è molto vicino alla soluzione analitica (errore approssimativo: 4,3%).

Passo 9: Visualizzare i grafici della convergenza

- 1 Nell'albero di COSMOSWorks Manager , fare clic con il tasto destro sulla cartella Risultati e selezionare Definisci grafico della convergenza.



Valutazione rapida – Risposte

1 Se si modifica il materiale, i carichi o i vincoli, i risultati non sono più validi ma la mesh rimane valida, perchè?

<u>Risposta:</u> materiali, carichi e vincoli sono applicati alla geometria. La mesh rimane valida finché non vengono cambiati la geometria e i parametri della mesh. I risultati non sono più validi per qualsiasi variazione di materiale, carico o vincolo.

2 Modificare una dimensione rende non più valida la mesh corrente?

<u>Risposta:</u> sì. La mesh approssima la geometria, quindi ogni se si varia la geometria bisogna rifare la mesh.

3 Come si attiva una configurazione?

<u>Risposta:</u> fare clic sull'etichetta ConfigurationManager e fare doppio clic sulla configurazione desiderata della lista. Si può anche attivare la configurazione associata a uno studio facendo clic con il tasto destro sull'icona dello studio e selezionando **Attivare configurazione SW**.

4 Cos'è un moto di corpo rigido?

<u>Risposta:</u> un moto di corpo rigido si riferisce al corpo nel suo insieme, senza deformazioni. La distanza tra due punti qualsiasi del corpo rimane sempre la stessa nel tempo. Il movimento non induce alcuna deformazione o sollecitazione.

5 Cos'è un metodo adattativo-h e quando viene usato?

<u>Risposta:</u> Il metodo adattativo-h è un metodo che cerca di migliorare automaticamente i risultati di uno studio statico, stimando gli errori nel campo delle sollecitazioni e ridefinendo progressivamente la mesh nelle regioni dove l'errore è più alto, finché viene raggiunto un livello di precisione predefinito.

6 Qual'è il vantaggio di usare un metodo adattativo-h per migliorare la precisione, se confrontato con l'usare il controllo della mesh?

Risposta: con il controllo della mesh bisogna specificare a mano la dimensione della mesh e le regioni in cui si vuole migliorare i risultati. Il metodo adattativo-h individua automaticamente le regioni dove gli errori sono elevati e continua a ridurli finché viene raggiunto il livello di precisione predefinito oppure il massimo numero di iterazioni consentito.

7 Il numero di elementi cambia con le iterazioni usando il metodo adattativo-p?

<u>Risposta:</u> no. Il metodo adattativo-p aumenta l'ordine della funzione polinomiale per migliorare i risultati nelle zone a più alto errore sulla sollecitazione.

Discussione in classe — Creare uno studio in frequenza

Chiedere agli studenti di creare degli studi in frequenza per il modello Piastra con foro per le configurazioni Piastra intera e Quarto di piastra.

Spiegare che i vincoli di simmetria sono da evitare negli studi in frequenza e di instabilità da carico di punta, in quanto sarebbero estratti i soli modi simmetrici. Andrebbero persi tutti i modi anti-simmetrici.

Creare uno studio in frequenza basato sulla configurazione Piastra intera

- 1 Attivare la configurazione Piastra intera.
- **2** Fare clic con il tasto destro sull'icona Piastra con foro in COSMOSWorks Manager e selezionare **Studio**.
 - Appare il PropertyManager di **Studio**.
- 3 In Nome, inserire Freq-Intero.
- 4 Impostare Tipo di mesh su Mesh solida.
- **5** Come **Tipo**, selezionare **Frequenza**.
- 6 Fare clic ✓.

Impostare le proprietà dello studio in frequenza

- 1 Fare clic con il tasto destro sull'icona Freq-Intero in COSMOSWorks Manager e selezionare **Proprietà**.
 - Compare la finestra di dialogo Frequenza.
- 2 Impostare Numero di frequenze a 5
- 3 In Solutore selezionare FFEPlus
- 4 Fare clic su **OK**.

Applicare il materiale

Trascinare la cartella **Solidi** dello studio Modello intero sulla cartella **Solidi** dello studio Freq-Intero.

Le proprietà dei materiali dello studio Modello intero vengono copiate nel nuovo studio.

Applicare carichi e vincoli

- 1 Trascinare la cartella **Carico/Vincolo** dello studio Modello intero sulla cartella **Carico/Vincolo** dello studio Freq-Intero.
 - Le proprietà dei carichi e vincoli dello studio Modello intero vengono copiate nel nuovo studio.
- **2** Fare clic con il tasto destro su **Pressione-1** e selezionare **Disattiva**. Il carico dovuto alla pressione non viene considerato nell'analisi in frequenza.

Fare la mesh del componente e eseguire l'analisi

- 1 Fare clic con il tasto destro sull'icona **Mesh** e selezionare **Crea mesh.**
- 2 Selezionare Esegui analisi dopo la mesh.
- 3 Per Opzioni:

- Selezionare Alta.
- Selezionare Superficie liscia.
- Selezionare Loop automatico per i solidi.
- Selezionare 4 Punti dal menu Controllo jacobiano.
- Selezionare Standard per Mesher da usare.
- 4 Fare clic per accettare le impostazioni di default per **Dimensione globale E** e **Tolleranza** .

Elenco delle frequenze di risonanza e visualizzazione delle forme modali

1 Fare clic con il tasto destro sulla cartella **Risultati** e selezionare **Elenca frequenze di** risonanza.

La tabella **Elenco modalità** contiene l'elenco delle prime cinque frequenze.

2 Espandere **Risultati** e fare doppio clic sull'icona **Deformazione1**.

La prima forma modale appare nell'area grafica.

Animazione delle forme modali

1 Fare doppio clic sull'icona della forma modale (e cioè **Deformazione3**) per attivarla, poi fare clic con il tasto destro sull'icona e selezionare **Animare**.

Appare il PropertyManager di Animazione.

- 2 Fare clic .L'animazione è visualizzata nell'area grafica.
- **3** Fare clic per arrestare l'animazione.
- 4 Fare clic per uscire dalla modalità di animazione.

Creare uno studio in frequenza basato sulla configurazione Quarto di piastra

- 1 Attivare la configurazione Quarto di piastra.
- 2 Seguire i passi descritti sopra per creare uno studio in frequenza di nome Freq-quarto.

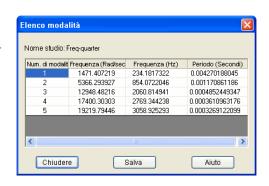
Nota: Trascinare la cartella Carico/Vincolo dello studio Quarto di piastra sulla cartella Carico/Vincolo dello studio Freq-quarto.

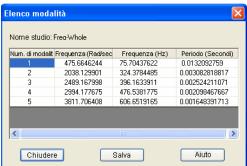
Elenco delle frequenze di risonanza

Le prime cinque frequenze di risonanza sono ora quelle dell'elenco mostrato qui.

Fare l'animazione delle forme modali per lo studio Freq-quarto e confrontarle con quelle dello studio Freq-Intero.

Notare che i modi anti-simmetrici non sono stati individuati nello studio Freq-quarto.





Progetti — Modellare un quarto della piastra con una mesh a shell

Usare una mesh a shell per risolvere il modello del quarto di piastra. Si applica il controllo della mesh per migliorare la precisione dei risultati.

Operazioni

- 1 Aprire il file Plate-with-hole.sldprt che si trova nella cartella Examples della cartella di installazione di COSMOSWorks.
- 2 Salvare il componente con un altro nome.
- 3 Attivare la configurazione Quarto di piastra.
- 4 Passare a COSMOSWorks manager.
- **5** Creare uno studio statico **Mesh di shell usando le superfici** (1 pollice, formulazione sottile). Procedere come segue:
 - Fare clic su COSMOSWorks, Studio.
 - Inserire un nome per lo studio.
 - Impostare Tipo di analisi su Statica.
 - Impostare Tipo di mesh su Mesh di shell usando le superfici.
 - Fare clic .
- **6** Per definire le shell:

Procedere come segue:

- Fare clic con il tasto destro sulla cartella **Shells** e selezionare **Definisci per superfici** selezionate
- Come **Tipo**, selezionare **Sottile**.
- Fare clic sulla superficie frontale della piastra. Compare Faccia<1> nel campo **Entità selezionate**.
- In **Spessore shell** inserire **1,0** (pollici).
- Fare clic .
- 7 Assegnare Acciaio legato al componente.

Procedere come segue:

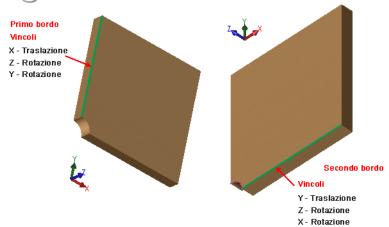
- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella **Shell** e selezionare **Applica materiale a tutto**. Compare la finestra di dialogo **Materiale**.
- Dalla libreria dei materiali COSMOS, selezionare Acciaio legato.
- Fare clic su **OK**.
- 8 Applicare i vincoli di simmetria ai due bordi mostrati nella figura.

Nota: Per una mesh a shell è sufficiente vincolare un bordo invece di una faccia.

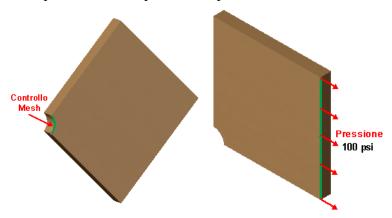
Risposta: Procedere come segue:

- Vincoli per il primo bordo:
- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella **Carico/Vincolo** e fare clic su **Vincoli**. Appare il PropertyManager di **Vincolo**.
- Come Tipo selezionare Usa geometria di riferimento.

- Fare clic sul bordo della piastra mostrato nella figura.
- Selezionare Piano 1 per Faccia, Bordo, Piano, Asse per direzione.
- Per Traslazioni, attivare Lungo il piano dir 1.
- Per Rotazioni, attivare Lungo il piano dir 2 e Normale al piano.
- Fare clic 🕢.



- Vincoli per il secondo bordo:
- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e fare clic su Vincoli. Appare il PropertyManager di Vincolo.
- Come Tipo selezionare Usa geometria di riferimento.
- Fare clic sul bordo della piastra mostrato nella figura.
- Selezionare Piano 1 per Faccia, Bordo, Piano, Asse per direzione.
- Per Traslazioni, attivare Lungo il piano dir 2.
- Per Rotazioni, attivare Lungo il piano dir 1 e Normale al piano.
- Fare clic 🕢.
- **9** Applicare una pressione di ampiezza 100 psi sul bordo mostrato nella figura.



Risposta: Procedere come segue:

- Fare clic con il tasto destro sulla cartella Carico/Vincolo e selezionare Pressione.
 Appare il PropertyManager di Pressione.
- Come Tipo, selezionare Normale alla faccia selezionata.

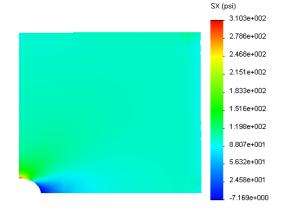
- Fare clic sul bordo mostrato nella figura.
- Selezionare Anglosassone (IPS) nel menu Unità di misura.
- Inserire **-100 (psi)** nel campo **Valore pressione**. La pressione applicata è diretta verso l'esterno.
- Fare clic .
- 10 Applicare il controllo della mesh al bordo mostrato nella figura.

Risposta: Procedere come segue:

- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sull'icona **Mesh** e selezionare **Applica controllo mesh**. Appare il PropertyManager di **Controllo mesh**.
- Fare clic sul bordo del foro come mostrato nella figura.
- Fare clic .
- 11 Fare la mesh del componente e eseguire l'analisi.

Risposta: Procedere come segue:

- Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sull'icona Mesh.
- Usare Dimensione globale **u** e Tolleranza **u** di default.
- Selezionare Esegui analisi dopo la mesh.
- Fare clic 🕢.
- **12** Visualizzare la sollecitazione in direzione X. Qual'è la massima sollecitazione SX? **Risposta:** Procedere come segue:
 - Nell'albero di COSMOSWorks Manager, fare clic con il tasto destro sulla cartella Risultati e selezionare Definisci grafico di sollecitazione. Compare la finestra di dialogo Grafico di sollecitazione.
 - Selezionare SX: sollecitazione normale X nell'elenco Componenti.
 - Selezionare psi in Unità di misura.
 - Fare clic .
 - La massima sollecitazione normale SX è 310,298 psi.



13 Calcolare l'errore sullo sollecitazione normale usando l'equazione seguente:

$$ErrorPercentage = \left(\frac{SX_{Theory} - SX_{COSMOS}}{SX_{Theory}}\right) 100$$

Risposta:

La soluzione teorica per la massima sollecitazione SX è: SXmax = 302,452 psi

L'errore percentuale sulla massima sollecitazione normale è 2,59%.

Nella maggior parte delle applicazioni dell'analisi progettuale un errore del 5% è accettabile.

Lezione 2 Scheda sul vocabolario – Risposte

Nome:	Classe:	Data:	
Diamaina di mani di madi ancida			

Riempire gli spazi bianchi con i termini appropriati.

- 1 Un metodo che migliore i risultati della sollecitazione mediante la ridefinizione automatica delle mesh nelle zone a maggiore concentrazione di sollecitazione: **adattativo-h**
- 2 Un metodo che migliore i risultati della sollecitazione mediante l'aumento dell'ordine della funzione polinomiale: <u>adattativo-p</u>
- 3 Il tipo di gradi di libertà che possiede il nodo di un elemento tetraedrico: <u>traslazionale</u>
- 4 Il tipo di gradi di libertà che possiede il nodo di un elemento shell: traslazionale e rotazionale
- 5 Un materiale con proprietà elastiche uguali in tutte le direzioni: isotropico
- 6 Il tipo di mesh adatto per modelli massicci: Mesh solida
- 7 Il tipo di mesh adatto per modelli sottili: Mesh a shell
- 8 Il tipo di mesh adatto per modelli con parti sottili e parti massicce: Mesh miste

Lezione 2 Questionario — Risposte

Nome:	Classe:	Data:
Istruzioni: rispondere a ogni domanda scrive	endo la risposta o le	risposte corrette nello
spazio previsto.		

- 1 Quanti nodi sono presenti negli elementi shell grossolani e quanti in quelli di alta qualità? Risposta: 3 per quelli grossolani e 6 per quelli di alta qualità.
- 2 La modifica dello spessore di una shell rende necessario rifare la mesh? **Risposta**: no.
- 3 Che cosa sono i metodi adattativi e quel'è l'idea di base nella loro formulazione?

Risposta: i metodi adattativi sono metodi iterativi che cercano di migliorare automaticamente la precisione degli studi statici. Sono basati sulla stima del profilo di errore in un campo di sollecitazioni. Se un nodo è in comune tra diversi elementi, il solutore fornisce risposte diverse per lo stesso nodo per ogni elemento. La variazione di tali risultati fornisce una stima dell'errore. Più questi valori sono vicini tra loro, più sono precisi i risultati in corrispondenza del nodo.

- 4 Qual'è il vantaggio di usare configurazioni multiple per gli studi?
 <u>Risposta:</u> si possono fare esperimenti con la geometria del modello in un unico documento.
 Ogni studio è associato a una configurazione. Le modifiche alla geometria di una configurazione hanno effetto solo sugli studi associati.
- **5** Come si può creare velocemente un nuovo studio che ha solo piccole differenze rispetto ad uno già esistente?
 - <u>Risposta:</u> trascinare l'icona di uno studio esistente sull'icona in cima all'albero di COSMOSWorks Manager e poi modificare, aggiungere o cancellare proprietà per definire lo studio.
- 6 Quando non sono disponibili metodi adattativi, cosa si fa per acquisire fiducia nei risultati?

 Risposta: rifare la mesh con elementi di dimensioni più piccole e eseguire di nuovo il calcolo. Se i risultati cambiano in modo significativo, ripetere il processo finché il risultato converge.
- 7 In che ordine il programma calcola sollecitazioni, spostamenti e deformazioni? **Risposta:** il programma calcola spostamenti, deformazioni e sollecitazioni.
- 8 In una soluzione adattativa, quale converge più rapidamente: spostamento o sollecitazione? Lo spostamento converge prima della sollecitazione. È dovuto al fatto che la sollecitazione è la derivata seconda dello spostamento.

Riepilogo della lezione

L'applicazione dei metodi adattativi è basata su una stima dell'errore di continuità del campo di sollecitazioni. I metodi adattativi sono disponibili solo per studi statici.
I metodi adattativi migliorano la precisione senza l'intervento dell'utente.
La sollecitazione teorica nel punto di applicazione di un carico concentrato è infinita. Le sollecitazioni continuano ad aumentare quando si usa una mesh più piccola attorno a una singolarità o si usa un metodo adattativo-h.
L'applicazione del controllo della mesh richiede l'identificazione delle regioni critiche prima di eseguire lo studio. Con i metodi adattativi non serve che l'utente identifichi le zone critiche
Si può usare la simmetria, se appropriato, per ridurre le dimensioni del problema. Il modello dovrebbe essere simmetrico sui due lati del piano di simmetria per quel che riguarda la geometria, i vincoli, i carichi e le proprietà del materiale.
I vincoli di simmetria dovrebbero essere evitati per studi in frequenza e di instabilità da carico di punta, in quanto sarebbero estratti i soli modi simmetrici.
I componenti sottili si modellano meglio con elementi shell. Gli elementi shell sopportano carichi membranali e di flessione.
I componenti massicci si modellano meglio con elementi solidi.
Le mesh miste sono da usare quando si hanno sia componenti massicci che sottili nello stesso modello.

Lezione 2: Metodi adattativi in COSMOSWorks