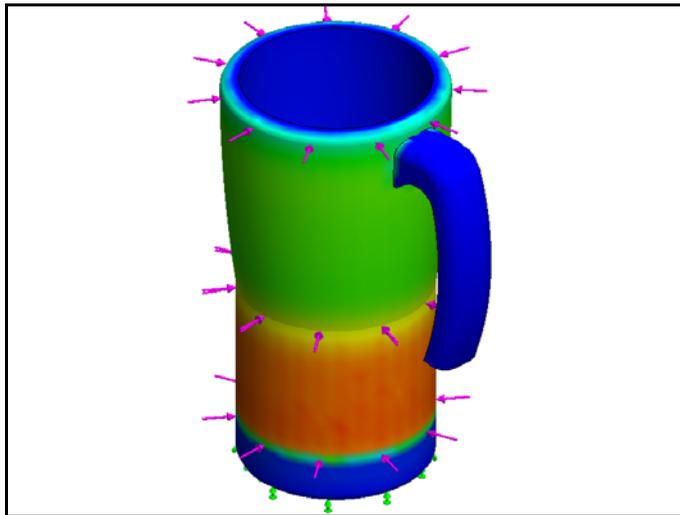


La progettazione sostenibile con SolidWorks® - Introduzione alla scelta del materiale per la progettazione sostenibile



© 1995-2009, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, una società del gruppo Dassault Systèmes S.A.
300 Baker Avenue, Concord, MA 01742 - USA.
Tutti i diritti riservati.

Le informazioni e il software ivi presentati sono soggetti a modifica senza preavviso e impegno da parte di Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

Nessun materiale può essere riprodotto o trasmesso sotto qualsiasi forma o attraverso qualsiasi mezzo, elettronico o meccanico, e per qualsiasi scopo senza il previo consenso scritto di DS SolidWorks.

Il software descritto in questo manuale è fornito in base alla licenza e può essere usato o copiato solo in ottemperanza dei termini della stessa. Ogni garanzia fornita da DS SolidWorks relativamente al software e alla documentazione è stabilita nell'Accordo di licenza e del servizio di abbonamento di Dassault Systèmes SolidWorks Corporation. Nessun'altra dichiarazione, esplicita o implicita in questo documento o nel suo contenuto dovrà essere considerata o ritenuta una correzione o revisione di tale garanzia.

Note di brevetto per SolidWorks Standard, Premium e Professional

Brevetti USA 5.815.154; 6.219.049; 6.219.055; 6.603.486; 6.611.725; 6.844.877; 6.898.560; 6.906.712; 7.079.990; 7.184.044; 7.477.262; 7.502.027; 7.558.705; 7.571.079 e alcuni brevetti stranieri, compresi EP 1.116.190 e JP 3.517.643). Altri brevetti USA e stranieri in corso di concessione.

Marchi commerciali e altre note per tutti i prodotti SolidWorks

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, DWGeditor, PDMWorks, eDrawings e il logo eDrawings sono marchi depositati. FeatureManager è un marchio depositato in proprietà di DS SolidWorks.

SolidWorks Enterprise PDM, SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation e SolidWorks 2010 sono nomi di prodotti DS SolidWorks.

CircuitWorks, DWGgateway, DWGseries, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst e XchangeWorks sono marchi commerciali di DS SolidWorks.

FeatureWorks è un marchio depositato di Geometric Ltd.

Altre nomi di marca o di prodotto sono marchi commerciali o marchi depositati dei rispettivi titolari.

SOFTWARE PER COMPUTER COMMERCIALE – PROPRIETÀ

Limitazione dei diritti per il governo statunitense.

L'utilizzazione, la duplicazione o la divulgazione da parte del governo statunitense è determinata dalle restrizioni stabilite in FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software – Restricted Rights), DFARS 252.227-7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation) e in questo Accordo, secondo quanto pertinente al caso.
Appaltatore/Produttore:

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation,
300 Baker Avenue, Concord, MA 01742 - USA

Note sui diritti d'autore per SolidWorks Standard, Premium e Professional

Porzioni di questo software © 1990-2009 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.
Porzioni di questo software © 1998-2009 Geometric Ltd.

Porzioni di questo software © 1986-2009 mental images GmbH & Co. KG.

Porzioni di questo software © 1996-2009 Microsoft Corporation. Tutti i diritti riservati.

Porzioni di questo software © 2000-2009 Tech Soft 3D.

Porzioni di questo software © 1998-2009 3Dconnexion.

Questo software si basa in parte sul lavoro del gruppo indipendente JPEG. Tutti i diritti riservati.

Porzioni di questo software incorporano PhysX™ di NVIDIA 2006-2009.

Porzioni di questo software sono tutelate dai diritti d'autore e sono proprietà di UGS Corp. © 2009.

Porzioni di questo software © 2001-2009 Luxology, Inc. Tutti i diritti riservati, brevetti in corso di concessione.

Porzioni di questo software © 2007-2009 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2009 Adobe Systems Inc. e suoi concessori di licenza. Tutti i diritti riservati. Protetto dai brevetti USA 5.929.866, 5.943.063, 6.289.364, 6.563.502, 6.639.593, 6.754.382. Altri brevetti in corso di concessione.

Adobe, il logo Adobe, Acrobat, il logo Adobe PDF, Distiller e Reader sono marchi depositati o marchi commerciali di Adobe Systems Inc. negli Stati Uniti e in altri paesi.

Per ulteriori informazioni sul diritto d'autore, in SolidWorks vedere ? > Informazioni su SolidWorks.

Altre porzioni di SolidWorks 2010 sono state ottenute in licenza da concessori di DS SolidWorks.

Note sui diritti d'autore per SolidWorks Simulation

Porzioni di questo software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. Tutti i diritti riservati.

Porzioni di questo prodotto sono distribuite dietro licenza ottenuta da DC Micro Development, Copyright © 1994-2005 DC Micro Development, Inc. Tutti i diritti riservati.

1: Introduzione e scelta del materiale	1
Usò del manuale	2
Cos'è il software SolidWorks?.....	2
Prerequisiti.....	2
Convenzioni tipografiche del manuale	3
Opzioni di Sustainability	4
Materiali	4
Produzione (Parti)	4
Procedura.....	4
Utilizzo.....	4
Produzione e trasporto (Assiemi)	5
Produzione (Assiemi).....	5
Trasporto ed utilizzo (Assiemi).....	5
Impatto ambientale.....	5
Tenore di carbonio	5
Consumo energetico	6
Acidificazione aria	6
Eutrofizzazione acqua	6
Rapporto.....	6
Linea base.....	7
Codifica a colori	7
Scelta del materiale per la progettazione sostenibile	8
La vita di una tazza	8
Impatto ambientale.....	9
Impatto e vita a confronto	10
2: Sustainability e Simulation	12
Utilizzo di Simulation	13
Come attivare Simulation con Sustainability	14
Attivazione di Simulation e Sustainability.....	14
Accoppiamento di un assieme	15
Nuovo accoppiamento di Metal_Outside	15
Analisi dell'isolante	18
Qual è un ottimo materiale isolante termico?	18
Plastica	18
Metallo	19
Plastica e metallo.....	19
Simulazione statica	19
Studio statico 1.....	19
Studio statico 2	24
Studio termico	29
Riprogettazione della parete e della base	33

SolidWorks

Serie Progettazione tecnica e tecnologia

Riprogettazione della base	34
Simulazione del nuovo progetto	35
L'accento sulla sostenibilità	37
Conclusione	38

Lezione 1

Introduzione e scelta del materiale

Al termine di questa lezione, l'utente sarà in grado di:

- Descrivere la relazione tra Sustainability e SolidWorks
- Identificare i componenti principali dell'aggiunta Sustainability
- Spiegare il significato della scelta del materiale e il suo impatto ambientale

Uso del manuale

SolidWorks Sustainability - Introduzione alla progettazione sostenibile È un manuale di presentazione dei principi che governano l'uso di Sustainability e di come la sostenibilità sia una componente importante del processo di progettazione creativo ed iterativo.

Il progetto proposto è di natura pratica e consentirà di assimilare le nozioni durante l'esecuzione dell'analisi strutturale.

Cos'è il software SolidWorks?

SolidWorks è un'applicazione per l'automazione della progettazione. Consente di abbozzare le proprie idee e sperimentare diverse soluzioni progettuali per creare modelli 3D avvalendosi di un'interfaccia utente grafica intuitiva basata su Windows®.

SolidWorks è utilizzato da studenti, progettisti, ingegneri e altri professionisti per generare parti, assiemi e disegni di natura semplice quanto complessa.

Prerequisiti

Prima di iniziare a utilizzare SolidWorks Sustainability - Introduzione alla progettazione sostenibile è necessario aver completato i tutorial online integrati nel software SolidWorks:

- Lezione 1 - Parti - Set 1
- Lezione 2 - Assiemi - Set 1
- Progettazione per Sustainability - Set 2
- Simulation - Analisi statica
- Simulation - Analisi termica

Questi tutorial online sono accessibili in SolidWorks nel menu **?**, **Tutorial di SolidWorks, Tutti i tutorial di SolidWorks (Set 1)** e in SolidWorks Simulation nel menu **?**, **SolidWorks Simulation, Tutorial**. I tutorial online riducono le dimensioni della finestra di SolidWorks per aprirsi al suo fianco.

Alternativamente, è possibile completare le seguenti lezioni dal manuale *Introduzione alla progettazione tecnica con SolidWorks*:

- Lezione 1 – Uso dell'interfaccia
- Lezione 2 – Funzionalità di base
- Lezione 3 – Concetti fondamentali in 40 minuti
- Lezione 4 – Nozioni fondamentali di assemblaggio
- Lezione 6 – Nozioni fondamentali di disegno

Convenzioni tipografiche del manuale

Nel manuale sono state adottate le seguenti convenzioni tipografiche:

Convenzione	Significato
Carattere in grassetto senza grazie	I comandi e le opzioni SolidWorks appaiono in questo stile. Ad esempio, Inserisci, Estrusione indica di selezionare il comando Estrusione dal menu Inserisci .
Carattere a spaziatura fissa	I nomi delle funzioni e dei file appaiono in questo stile. Ad esempio, Schizzo 1.
17 Eseguire questo passaggio	I singoli punti di una procedura sono numerati in carattere grassetto senza grazie.

Opzioni di Sustainability

Sono presentati in questa sezione l'interfaccia di Sustainability ed i diversi menu, nonché vari termini utilizzati in questa aggiunta SolidWorks. L'interfaccia presenta quattro menu principali: **Materiale**, **Produzione**, **Trasporto ed utilizzo** e **Impatto ambientale**.

Per prima cosa, si avvierà SustainabilityXpress.

1 Avviare Sustainability.

Selezionare **Strumenti, Aggiunte, Verifica Sustainability**.

Nota: È necessario aprire una parte o un assieme per visualizzare Sustainability. Quando si avvia l'aggiunta per la prima volta, lo spazio nella finestra appare in nero ad eccezione delle regioni.

Materiali

Consente di scegliere diversi materiali da un menu a discesa per applicarli alla parte. È anche possibile ricercare materiali alternativi utilizzando l'opzione **Trova simile**. Si può inoltre assegnare alla parte un materiale qualsiasi a propria scelta.



Produzione (Parti)

La sezione **Produzione** comprende **Procedura** e **Utilizzo**, criteri per definire le località mondiali.

Procedura

Questa sezione presenta un menu a discesa di nome **Procedura** con il quale scegliere tra diverse tecniche di produzione per la parte. Appare anche una cartina del mondo che consente di definire il luogo in cui sarà fabbricata la parte. Vi sono quattro aree tra cui scegliere: America del nord, Europa, Asia e Giappone.



Utilizzo

La seconda cartina è utilizzata in questo menu dal quale è possibile scegliere dove sarà trasportato il prodotto dopo la produzione. Più distanti sono il produttore e l'utente finale, meno sostenibile sarà considerato il prodotto.



Nota: Tutte le regioni di Produzione e Utilizzo sono identiche.

Produzione e trasporto (Assiemi)

L'interfaccia di Sustainability è lievemente diversa nel caso degli assiemi.

Produzione (Assiemi)

L'unica differenza dal menu Produzione di una parte è data dall'assenza di un menu a discesa Procedura, dato che l'utente può scegliere in questo caso solo la regione di produzione.



Trasporto ed utilizzo (Assiemi)

In questo menu l'utente può scegliere la **Modalità primaria di trasporto** (Treno, Camion, Nave o Aereo). È anche possibile scegliere il **Tipo di energia** utilizzato nell'arco di vita del prodotto. Come nel caso del menu Utilizzo per le parti, anche qua è possibile scegliere la **Regione di utilizzo** del prodotto.



Impatto ambientale

Quest'area comprende quattro fattori: **Tenore di carbonio**, **Energia totale**, **Acidificazione aria** ed **Eutrofizzazione acqua**. Ciascun diagramma è una rappresentazione grafica di vari aspetti: **Impatto del materiale**, **Trasporto ed utilizzo**, **Produzione** e **Fine vita**.

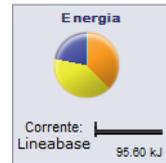
Tenore di carbonio

Una misura del biossido di carbonio e di altre emissioni di gas serra come il metano (in unità equivalenti di CO₂, CO₂e) che contribuiscono alle emissioni rilasciate nell'atmosfera dai combustibili fossili. Il potenziale di riscaldamento globale (GWP) è anche comunemente chiamato "tenore di carbonio".



Consumo energetico

Una misura delle fonti di energia non rinnovabile associate al ciclo di vita della parte in unità di megajoules (MJ). Questo impatto comprende non solo l'elettricità od i combustibili usati durante il ciclo di vita del prodotto, ma anche l'energia a monte necessaria per ricavare e trattare questi combustibili e l'energia propria dei materiali che sarebbe rilasciata se fossero bruciati. L'energia consumata viene espressa in valore calorifero netto o nella domanda di energia dalle fonti non rinnovabili (es. petrolio, gas naturale, ecc.). L'efficienza nella conversione dell'energia (es. potenza, calore, vapore, ecc.) vengono prese in considerazione.



Acidificazione aria

Biossido di zolfo, ossidi di diazoto e altre emissioni acide nell'aria causano un aumento dell'acidità dell'acqua piovana, che a sua volta acidifica laghi e territorio. Questi acidi possono rendere la terra e l'acqua tossiche per le piante e la vita acquatica. La pioggia acida può inoltre dissolvere lentamente i materiali creati dall'uomo come il calcestruzzo. Questo impatto è tipicamente misurato in unità pari all'equivalente di kg di biossido di zolfo (SO₂e) o all'equivalente di mole di H⁺.



Eutrofizzazione acqua

Una sovrabbondanza di nutrienti in un ecosistema acquatico causa l'eutrofizzazione. Azoto e fosforo dalle acque reflue e dai fertilizzanti agricoli causano la proliferazione delle alghe, che deprivano l'acqua di ossigeno e determinano la morte della flora e della fauna. Questo impatto è tipicamente misurato in equivalente di kg di fosforo (PO₄e) o equivalente di kg di azoto (N).



Rapporto

In fondo alla finestra di SustainabilityXpress sono presenti i pulsanti **Genera rapporto**  e **Email rapporto**. Fare clic su Genera rapporto perché SolidWorks crei automaticamente un documento Word con i risultati dell'analisi corrente. Questa analisi può riferirsi a un tipo di materiale specifico e all'impatto ambiente oppure può essere nella forma di un confronto tra due tipi di materiale. Email rapporto apre Microsoft Outlook per l'invio del documento Word a un altro utente.

Linea base

A destra di questi pulsanti appaiono i pulsanti **Imposta linea base**  e **Importa linea base**. Fare clic su Imposta linea base perché SustainabilityXpress imposti il materiale utilizzato più di recente come riferimento di confronto per tutti i materiali successivi. Diversamente, ogni volta che si fa clic su un altro materiale, SustainabilityXpress li confronterà automaticamente e ricalcolerà in modo dinamico l'impatto ambientale. Inoltre, se non vi è differenza tra le impostazioni ed i materiali precedenti e correnti, tutti i criteri di impatto ambientale appariranno in verde. A questo punto, è sufficiente fare clic su Importa linea base per importare una linea base salvata di SustainabilityXpress da un'altra parte.

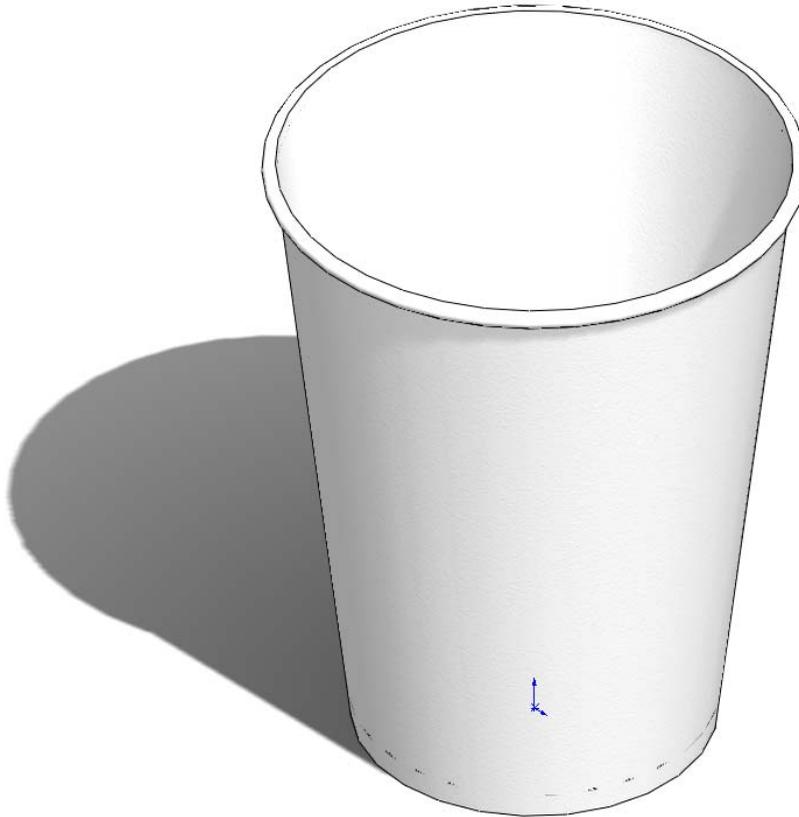
Codifica a colori

Quando si fa clic su Linea base, i criteri di impatto ambientale assumono i colori impostati per i diversi stati.

- *Nero*: rappresenta il materiale linea base.
- *Verde*: indica che il materiale corrente è più ecologico del materiale linea base.
- *Rosso*: indica che il materiale corrente è meno ecologico del materiale linea base.

Scelta del materiale per la progettazione sostenibile

A questo punto si dovrà prendere una decisione in merito al materiale da utilizzare, a seconda dell'impatto ambientale che si prevede avrà durante il suo ciclo di vita. Questo esempio propone l'analisi di una tazza.



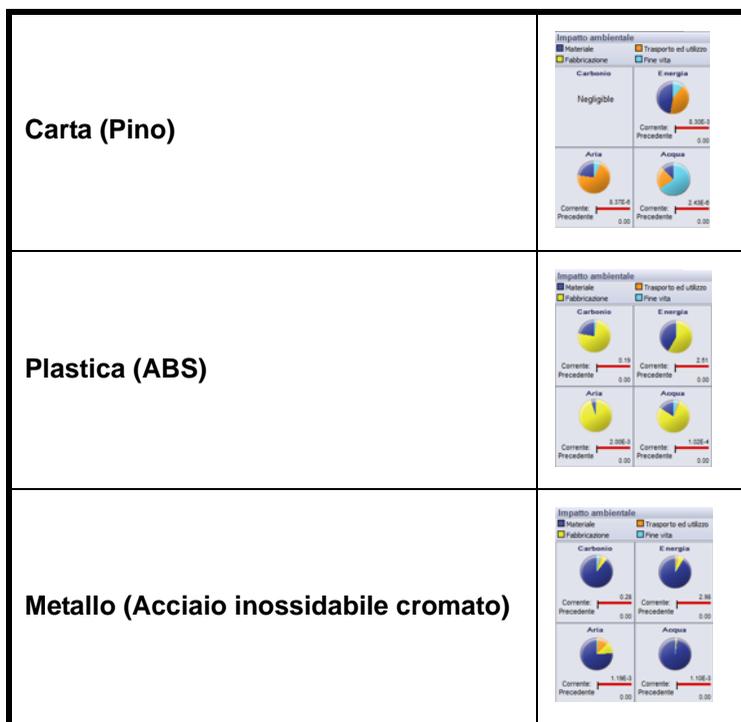
La vita di una tazza

Il materiale di un prodotto incide significativamente sulla sua vita. Ad esempio, una tazza come questa dell'esempio può essere di carta, plastica o metallo. A seconda del materiale utilizzato, decideremo quante volte si potrà riutilizzare la tazza. In questo esempio, si presume che una tazza di carta (materiale sostituito dal legno di pino nel software Sustainability perché le scelte dei materiali non prevedono la carta) potrà essere utilizzata una sola volta, una tazza di plastica 10 volte e una tazza di metallo 1.000 volte.

Impatto ambientale

In SolidWorks abbiamo creato il modello di una semplice tazza in tre configurazioni diverse, una per ciascun tipo di materiale. Dopo aver avviato Sustainability si sono impostate le opzioni Produzione e trasporto e Utilizzo nello stesso continente per le tre configurazioni.

Questo è l'impatto ambientale di ogni materiale:



Si utilizzerà ora l'Energia totale come linea base per esaminare quale tra i materiali sia il più sostenibile per tutta la vita della tazza. Di seguito sono riportati i risultati:

Carta: 8,30E-3 MJ

Plastica: 2,51 MJ

Metallo: 2,98 MJ

2 Calcolatrice di Sustainability.

Ora è necessario stabilire quale materiale sia il più ecologico alla luce della sua durata. La **Calcolatrice di Sustainability** prende i valori calcolati dall'impatto ambientale (CO₂, MJ, SO₂ e PO₄) e li ricalcola in un modo più semplice da interpretare (esempio: miglia percorse in auto oppure ore trascorse davanti alla tivù).

Per prima cosa si aprirà la Calcolatrice di Sustainability.

3 Andare all'indirizzo

www.solidworks.com/sustainability/products/calculator/index.htm.



4 Fare clic su Energy Consumption.



5 Fare clic su Hours of watching TV.



Impatto e vita a confronto

Questa sezione discute il dilemma se la vita del materiale sia più importante del suo impatto ambientale.

Con la Calcolatrice di Sustainability utilizzeremo i tre valori di energia ricavati da SolidWorks Sustainability per calcolare quale sia il materiale migliore per l'ambiente alla luce della sua durata.

A tale fine, è necessario utilizzare i valori di Vita discussi in precedenza. Anziché utilizzare come criterio il numero di volte che può essere riutilizzata la tazza, esamineremo il numero di tazze che si devono produrre per l'equivalente di una tazza di metallo. Saranno necessarie 1.000 tazze di carta e 10 tazze di plastica per ogni tazza di metallo.

1 Calcolatrice di Sustainability.

Tornare ora alla Calcolatrice di Sustainability e passare alla sezione Current Design.

2 Immettere i valori.

Immettere i valori delle caselle Valori e Quantità e fare clic su Calculate.

Nota: È possibile immettere un solo gruppo di valori. Sarebbe più facile aprire tre finestre distinte per confrontare i risultati.

Nome: **Carta**

Valore: 8,30E-3

Quantità: 1.000

A screenshot of the 'CURRENT DESIGN' dialog box. It has a title bar 'CURRENT DESIGN' and three input fields: 'NAME:' with the value 'Paper', 'VALUE:' with the value '8.3E-3' and a unit 'MJ' dropdown, and 'QUANTITY:' with the value '1000'.

Nome: **Plastica**

Valore: 2,51

Quantità: 10

A screenshot of the 'CURRENT DESIGN' dialog box. It has a title bar 'CURRENT DESIGN' and three input fields: 'NAME:' with the value 'Plastic', 'VALUE:' with the value '2.51' and a unit 'MJ' dropdown, and 'QUANTITY:' with the value '10'.

Nome: **Metallo**

Valore: 2,98

Quantità: 1

A screenshot of the 'CURRENT DESIGN' dialog box. It has a title bar 'CURRENT DESIGN' and three input fields: 'NAME:' with the value 'Metal', 'VALUE:' with the value '2.98' and a unit 'MJ' dropdown, and 'QUANTITY:' with the value '1'.

La Calcolatrice di Sustainability calcolerà il numero di ore trascorse davanti alla tivù equivalenti alla produzione di queste tazze. I risultati sono:

Carta: 2 ore

Plastica: 6 ore

Metallo: 1 ora

3 Decisione sul materiale.

Quando si confrontano i materiali alla luce della loro durata e dell'impatto ambientale, è bene scegliere un materiale con la minore incidenza sull'ambiente rispetto alla sua durata. In questo caso, la decisione saggia è la scelta della tazza di metallo. La tazza di metallo può essere utilizzata per un periodo maggiore rispetto a quella di carta o di plastica ed è la meno dannosa per l'ambiente in base al criterio di consumo energetico.

Lezione 2

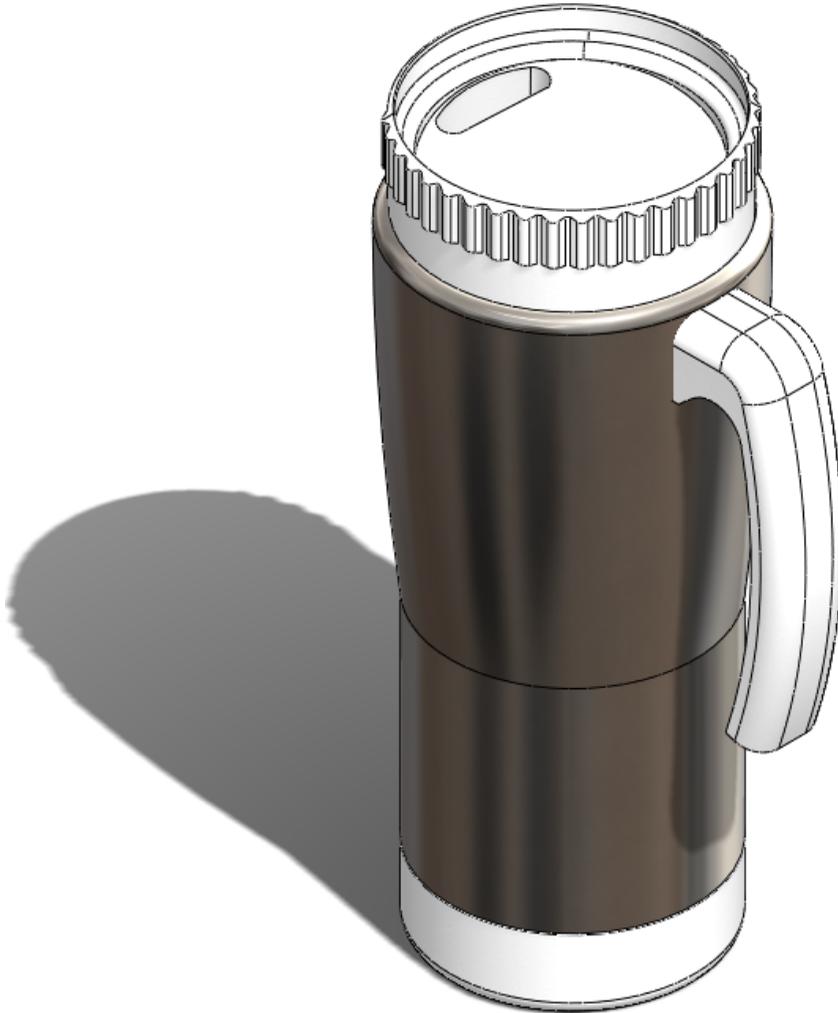
Sustainability e Simulation

Al termine di questa lezione, l'utente sarà in grado di:

- Aggiungere Simulation
- Attivare Sustainability
- Accoppiare le parti in un assieme
- Creare studi statici
- Creare uno studio termico
- Modificare parti singole
- Valutare Sustainability durante la riprogettazione

Utilizzo di Simulation

SolidWorks Simulation consente di verificare se i prodotti presentano difetti prima della produzione, al fine di evitare errori di progettazione. È uno strumento abbastanza potente da soddisfare analisti FEA esperti, ma al contempo intuitivo per l'uso anche da parte dei progettisti. SolidWorks Simulation aiuta inoltre a ottimizzare un progetto per massimizzarne le prestazioni ed il risparmio sui costi.



Come attivare Simulation con Sustainability

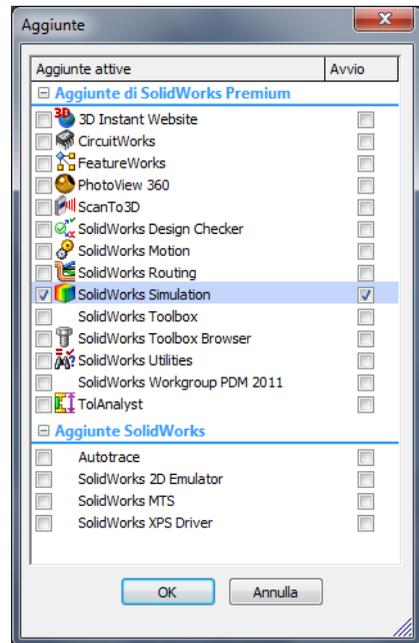
Questa sezione dimostra come attivare SolidWorks Simulation e Sustainability.

Attivazione di Simulation e Sustainability

- 1 **Scegliere Assieme.**
Aprire **Mug**.
- 2 **Attivazione dell'aggiunta.**
Selezionare **Strumenti, Aggiunte**.

Fare clic sui due segni di spunta di **SolidWorks Simulation** nel modo illustrato.

Nota: Selezionando la casella di controllo a destra di SolidWorks Simulation si indica di attivare SolidWorks Simulation ogni volta che si apre SolidWorks.



- 3 **Aprire Sustainability.**
Fare clic sulla scheda **Valutare** in alto a sinistra sullo schermo.

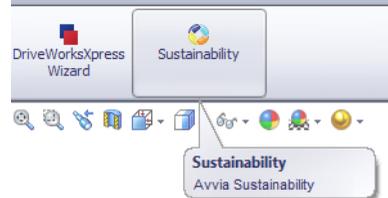
Selezionare l'icona **Sustainability**.

Si visualizza la finestra **Valutazione del ciclo di vita (LCA)**. Fare clic su **Continua**.

- 4 **Fissare Sustainability in primo piano.**

Fare clic sulla puntina nell'angolo superiore destro per cambiarla in .

In questo modo si aggancia il Task Pane di Sustainability in modo che rimanga sempre visibile sullo schermo.



5 Sustainability per il progetto originale.

Una volta aperto Sustainability, il programma calcolerà automaticamente l'impatto ambientale dell'assieme.

Nota: Se le parti dell'assieme non hanno un materiale assegnato, Sustainability inviterà a selezionare un materiale o ad escludere la parte dal calcolo dell'impatto ambientale.

Nel menu Sustainability sotto Trasporto ed utilizzo selezionare **Nave**  come Modalità primaria di trasporto.

Per Tipo di energia lasciare l'impostazione Nessuno.

Nota: L'impatto ambientale si aggiorna automaticamente ad ogni modifica nel menu Sustainability.

6 Linea base.

Fare clic su **Imposta linea base** .

Impostando la linea base, ogni volta che si apporta una modifica all'assieme e/o a un elemento del menu Sustainability, l'impatto ambientale si aggiorna e si confronta con quello della linea base impostata.

Accoppiamento di un assieme

Procedere ora ad accoppiare la base con la parte Metal_Outside al resto della tazza.

Nuovo accoppiamento di Metal_Outside

1 Sospendere Cover.

Prima di iniziare, si sospenderà la parte Cover. Questa parte non è necessaria per la riprogettazione in atto.



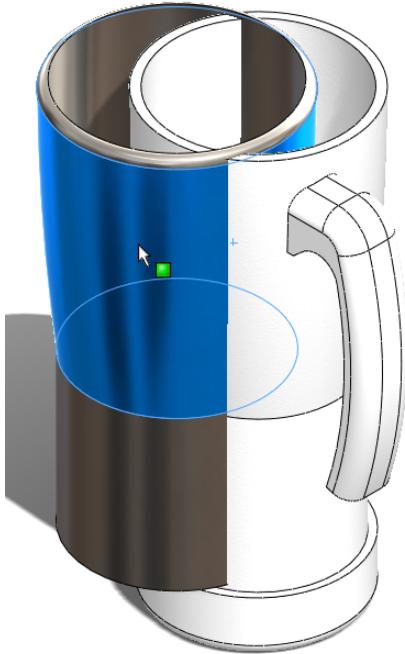
Fare clic con il pulsante destro del mouse su Cover nell'albero di disegno FeatureManager.

Selezionare **Sospendi**.

Nota: La sospensione di una parte la esclude dall'assieme. La parte Cover sarà esclusa da qualsiasi simulazione (la sua mesh non verrà creata) con Simulation e dai calcoli sull'impatto ambientale di Sustainability.

2 Spostare lo shell di metallo.

Fare clic e trascinare **Metal_Outside** di poco verso sinistra, nel modo illustrato.



Nota: Trascinandolo a sinistra si semplifica la visione degli accoppiamenti da selezionare.

3 Accoppiare **Metal_Outside** e **Plastic_Inside**.

Selezionare la scheda **Assieme** in alto a sinistra sullo schermo.

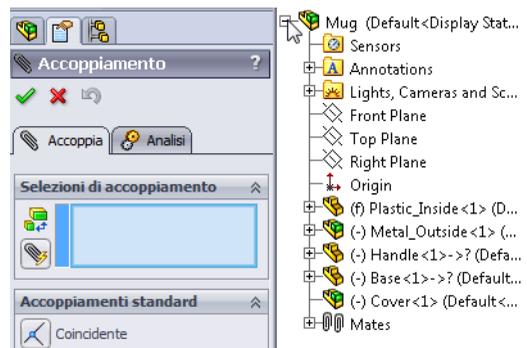


Fare clic su **Accoppia**.

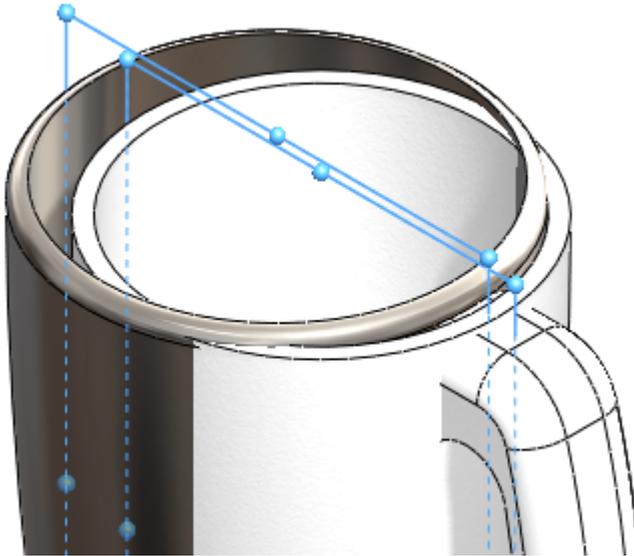
Espandere l'albero di disegno FeatureManager.

Espandere ora **Plastic_Inside** e **Metal_Outside**.

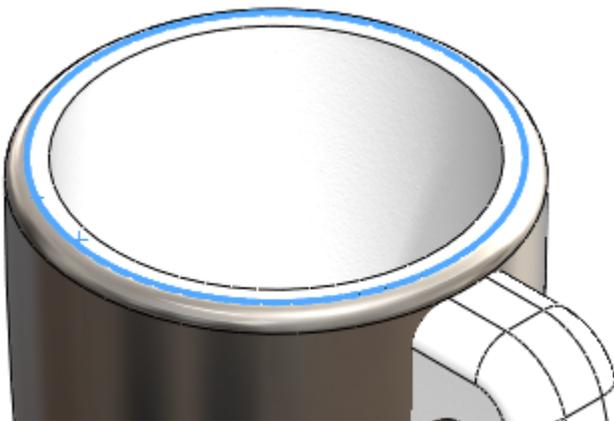
Fare clic su **Front Plane** sia per **Plastic_Inside** che per **Metal_Outside**.



Fare clic su  nella barra degli strumenti che appare.



Selezionare il **cerchio esterno** di Plastic_Inside e il **cerchio interno** di Metal_Outside.



Fare clic su  nella barra degli strumenti che appare.

Si sono così accoppiate le due parti Metal_Outside e Plastic_Inside.

Fare clic su **Salva**.

Analisi dell'isolante

In questa sezione si spiegherà perché è stato scelto un materiale plastico per l'interno e uno metallico per l'esterno.

Qual è un ottimo materiale isolante termico?

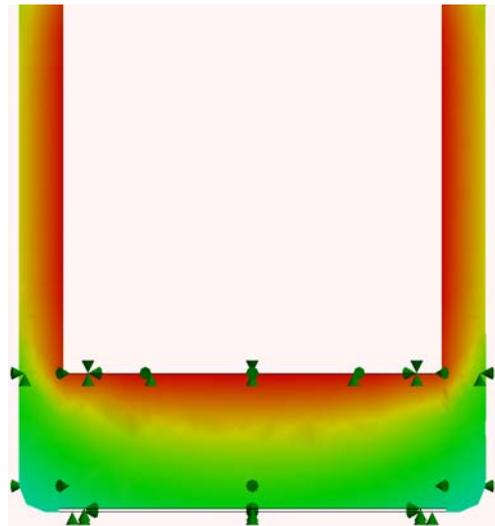
L'isolamento termico si riferisce a materiali utilizzati per ridurre il trasferimento di calore oppure a metodi e processi applicati e finalizzati allo stesso scopo. L'energia termica può essere trasferita per conduzione, convezione o irraggiamento e dall'effettivo spostamento del materiale da un punto all'altro. L'isolamento termico è un metodo che impedisce al calore di uscire da un contenitore o di entrare in esso. Per ridurre al minimo il trasferimento di energia termica si utilizzano gli isolanti. Per l'isolamento domestico, l'indicazione delle proprietà isolanti di un materiale è data da un valore R. Il flusso di calore può essere ridotto impedendo o mitigando la fuoriuscita o l'ingresso di calore e dipende dalle proprietà fisiche del materiale impiegato.

Plastica

La plastica è un buon isolante termico perché minimizza ottimamente il trasferimento di calore, come dimostrato.

Inoltre, la plastica è molto migliore per l'ambiente del metallo.

Nota: Nel corso di questo tutorial non si tiene conto del potenziale di riciclaggio del prodotto. La riprogettazione si basa sull'impatto ambientale calcolato in SolidWorks.



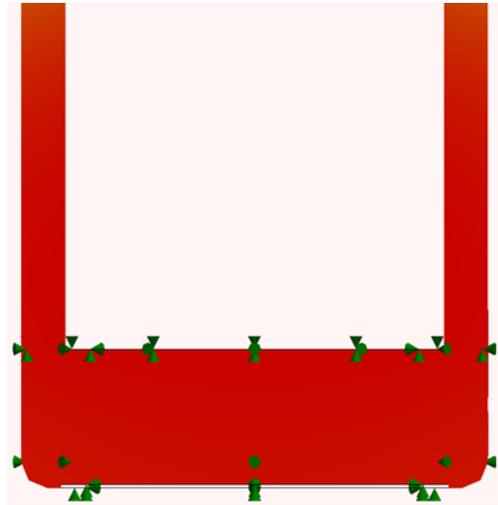
Metallo

Il metallo ha alcune qualità contrastanti con la plastica. Il calore si trasferisce molto facilmente attraverso un metallo, come illustrato.

Il metallo non è molto ecologico alla luce dei criteri di impatto ambientale di SolidWorks.

D'altro canto, dato che il metallo ha un'elevata conducibilità termica, è ottimo per distribuire il calore.

Inoltre, il metallo è più economico e resistente della plastica (ABS) e ha un aspetto più attraente.



Plastica e metallo

La tazza sarà composta da uno strato esterno e uno interno. Dato che è un buon isolante, la plastica sarà utilizzata per lo strato interno della tazza e per il manico. In questo modo, il calore sarà mantenuto con la plastica e quello che si dissipa sarà distribuito uniformemente dal metallo, che ha un'elevata conducibilità termica.

Simulazione statica

Inizieremo ora la riprogettazione. Eseguiremo due distinte simulazioni statiche: una per le pareti esterne di `Metal_Outside` e l'altra per il manico `Handle`.

Studio statico 1

1 Creare lo studio.

Fare clic sulla scheda `Simulation`.

Selezionare la freccia Giù sotto `Advisor` dello studio.

Selezionare **Nuovo studio**.

Assegnare all'analisi il nome **Force 1**.

Sotto Tipo selezionare Statico e fare clic su .

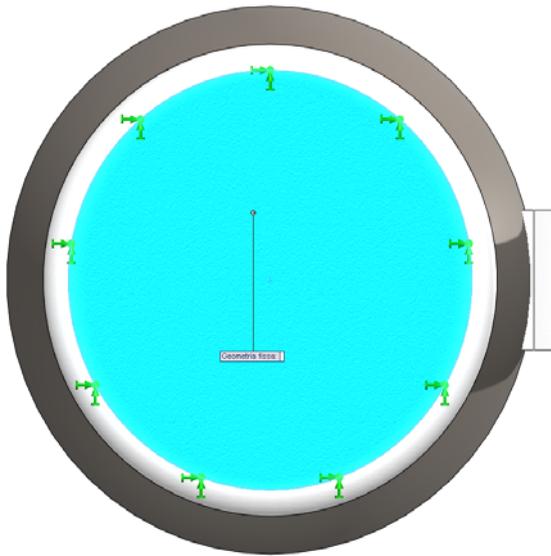
2 Vincoli.

Nell'albero dello studio statico, fare clic con il pulsante destro del mouse su **Vincoli** e selezionare **Geometria fissa**.

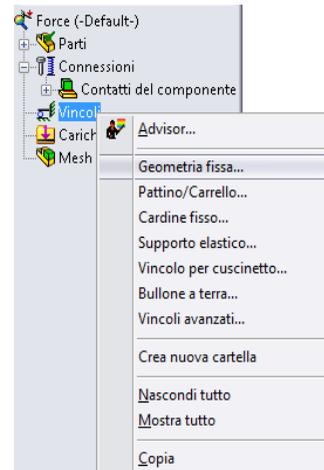
Cambiare la vista a Inferiore premendo la **barra spaziatrice**.

Apparirà una finestra di dialogo. Fare doppio clic su ***Bottom**.

Selezionare la faccia interna grande nel modo illustrato.



Fare clic su  .



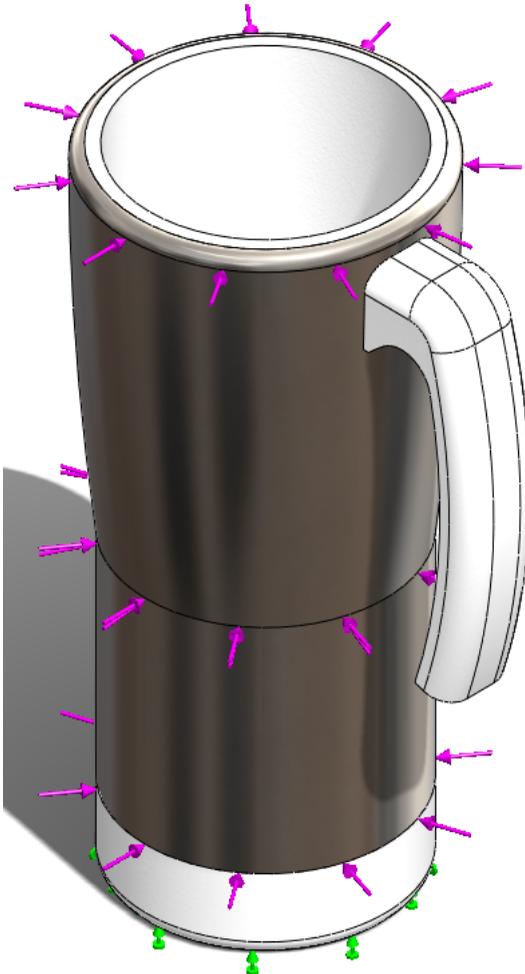
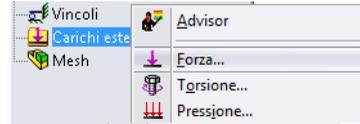
3 Carichi esterni.

Premere la **barra spaziatrice** e fare doppio clic su **Isometric**.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Carico esterno** nell'albero dello studio statico.

Selezionare **Forza** nel modo illustrato.

Selezionare le due facce circolari di **Metal_Outside**.



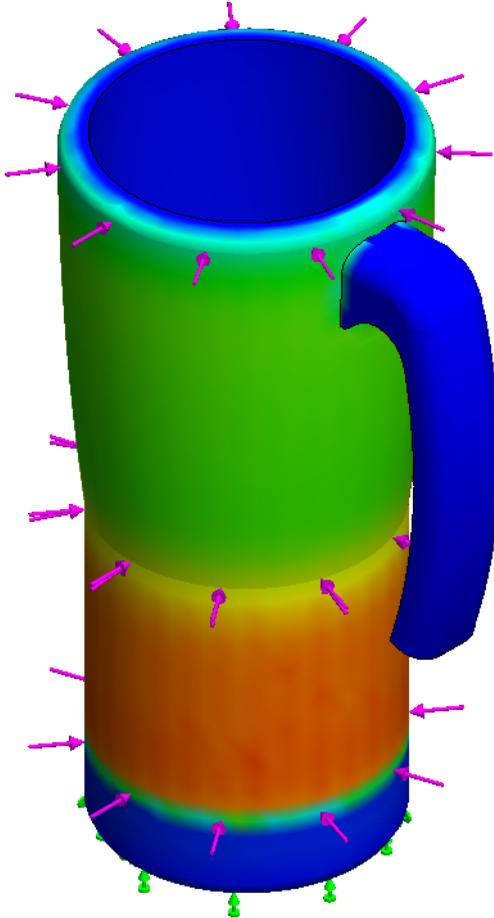
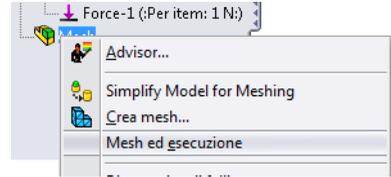
Cambiare il Valore di forza a **400 N**.

Fare clic su 

4 Esecuzione di Simulation.

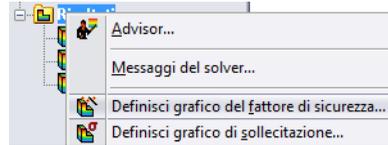
Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Mesh** e selezionare **Mesh ed esecuzione**.

Appaiono due finestre di dialogo. Una per creare la mesh dell'assieme e l'altra per eseguire lo studio statico.

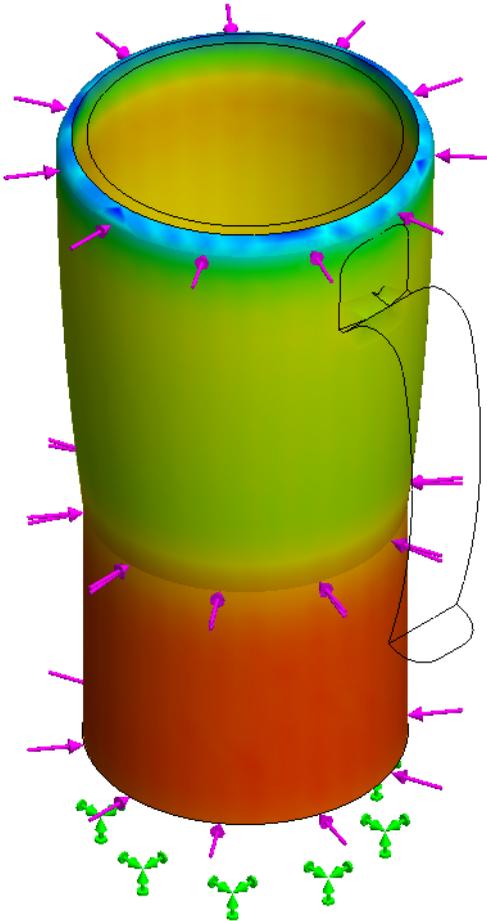


5 Fattore di sicurezza.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Risultati**. Selezionare **Definisci grafico del fattore di sicurezza**. Non modificare le altre impostazioni e fare clic su . Appare una finestra di simulazione, fare clic su **OK**.



Nome del modello: Mug
Nome studio: Force 1
Tipo di grafico: Factor of Safety Factor of Safety1
Criterion : Automatic
Factor of safety distribuzione: Min FOS = 4.4e+002



Nell'angolo in alto a sinistra dello schermo SolidWorks indica un **Fattore di sicurezza** di 4,4e+002 ovvero 440.

Fare clic su **Salva**.

Studio statico 2

Eseguiamo ora uno studio statico simile con la stessa forza su **Handle** per calcolare il nuovo **Fattore di sicurezza**.

1 Creare lo studio.

Fare clic sulla scheda **Simulation** se non è già visualizzata.

Selezionare la freccia Giù sotto **Advisor** dello studio.

Selezionare **Nuovo studio**.

Assegnare all'analisi il nome **Force 2**.

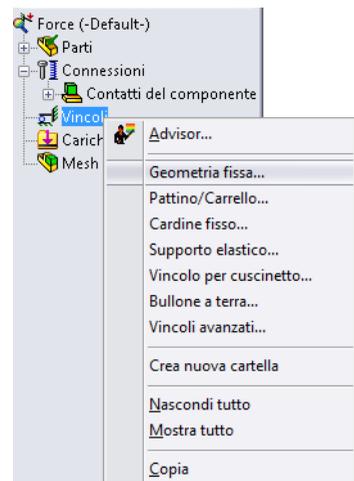
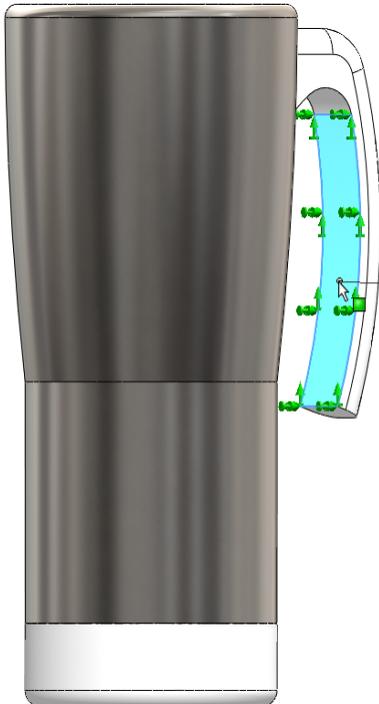
Sotto Tipo selezionare Statico e fare clic su .

2 Vincoli.

Nell'albero dello studio statico, fare clic con il pulsante destro del mouse su **Vincoli** e selezionare **Geometria fissa**.

Premere la **barra spaziatrice**. Fare doppio clic su **Handle Fixture**.

Fare clic sulla faccia interna del manico.



Fare clic su .

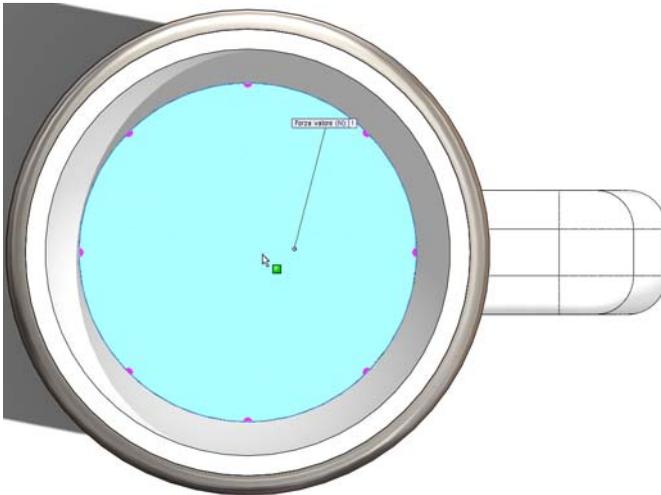
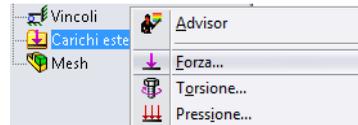
3 Carichi esterni.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Carico esterno** nell'albero dello studio statico.

Selezionare **Forza**. Premere la **barra spaziatrice**.

Fare doppio clic su **Top**.

Selezionare la superficie interna inferiore di Plastic_Inside.



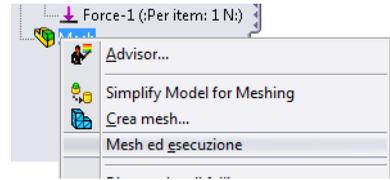
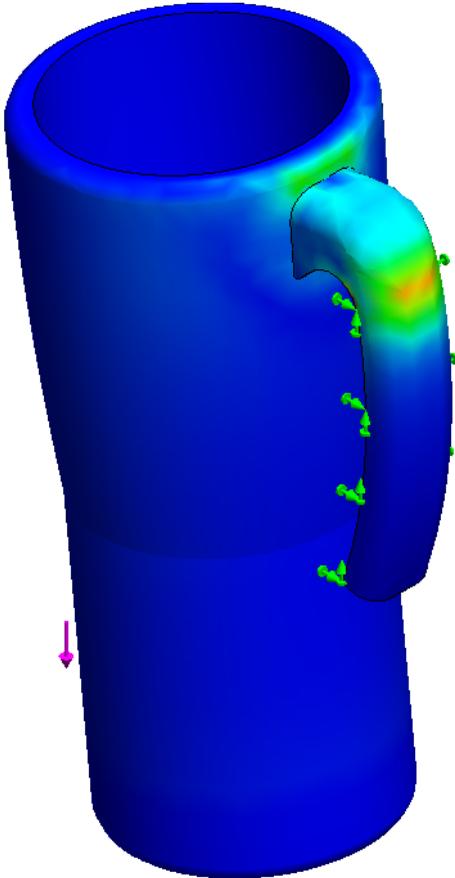
Cambiare il Valore di forza a **400 N**.

Fare clic su .

4 Esecuzione di Simulation.

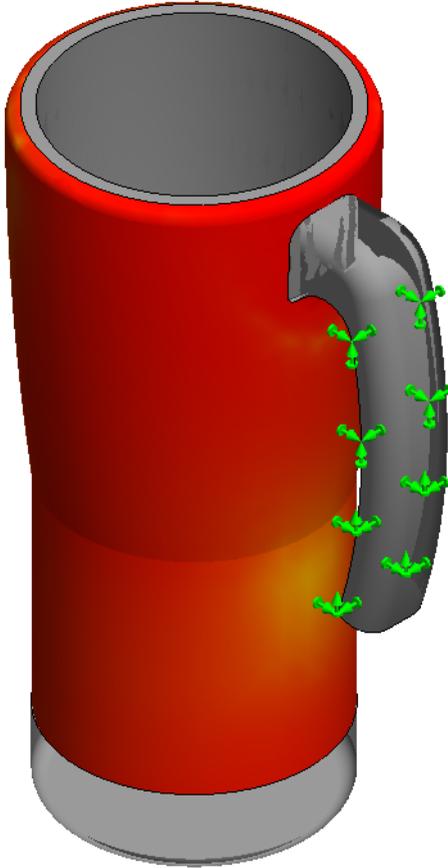
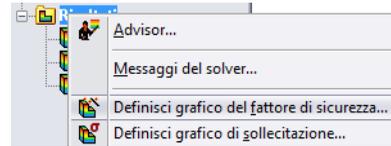
Premere la **Barra spaziatrice**.

Fare doppio clic su **Isometric**. Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Mesh**. Selezionare **Mesh ed esecuzione**. Si visualizza una finestra di dialogo Statico lineare, fare clic su **Sì**.



5 Fattore di sicurezza.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Risultati**. Selezionare **Definisci grafico del fattore di sicurezza**. Non modificare le altre impostazioni e fare clic su . Appare una finestra di simulazione, fare clic su **OK**.



Nell'angolo in alto a sinistra dello schermo SolidWorks indica un **Fattore di sicurezza** di 4.

Fare clic su **Salva**.

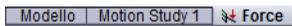
6 Valutazione del progetto.

Dopo aver completato i due studi statici, **Force 1** per dimostrare come tenere in mano la tazza **Mug** e **Force 2** che simula il tenere in mano la tazza con un liquido al suo interno, appare ovvio che il manico è molto più debole. Lo studio **Force 1** mostra un **Fattore di sicurezza** di 430 e lo studio **Force 2** mostra un **Fattore di sicurezza** di 4. Ciò avrà un migliore impatto ambientale perché si utilizza una quantità minore di materiale.

7 Eliminazione di **Handle**.

Dato che il manico è una parte distinta, è sufficiente eliminarlo dall'assieme.

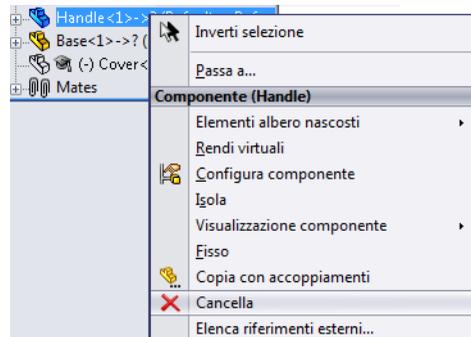
Selezionare la scheda **Modello** nell'angolo in basso a sinistra dello schermo.



Fare clic con il pulsante destro del mouse su (-)Handle<1>.

Selezionare **Cancella**.

Non appena si elimina **Handle**, Sustainability aggiorna l'impatto ambientale. Si noti che le quattro barre di impatto ambientale sono in verde ed i valori calcolati sono inferiori alla linea base impostata.



Studio termico

Si creerà ora un'analisi termica per dimostrare se è possibile rimuovere altro materiale in modo che sia ancora possibile tenere la tazza in mano.

1 Creazione di uno studio termico.

Selezionare la scheda **Simulation** e creare un **Nuovo studio**.

Denominare lo studio **Convection** e selezionare **Termico**.

Fare clic su .

A questo punto si creerà la conversione tra diverse superfici per mostrare la temperatura esterna della tazza.

Si presuppone che il liquido all'interno della tazza sia a base di acqua (il tè) ad una temperatura di 80 gradi Celsius. Si presuppone inoltre che la temperatura dell'aria circostante la tazza sia di 25 gradi Celsius.

Oltre alla temperatura, è necessario un coefficiente di convezione per calcolare la convezione attraverso i materiali della tazza. Per l'aria, utilizzeremo un coefficiente di convezione di $10 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$ e per l'acqua di $500 \text{ W}/(\text{m}^2 \times \text{K})$. W è l'unità di misura dei watt, m dei metri e K dei kelvin.

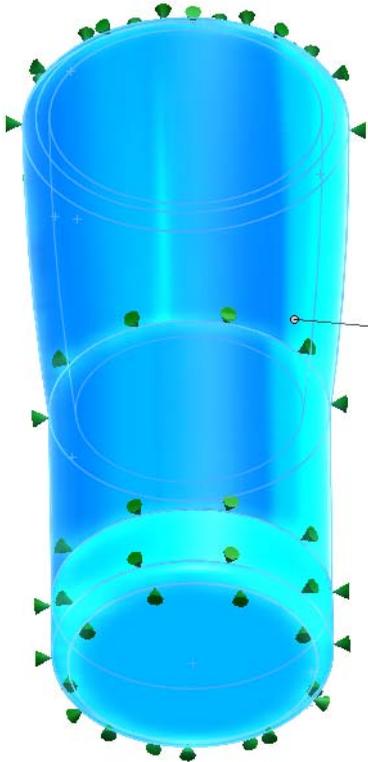
2 Carichi termici 1.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Carichi termici**. Selezionare **Convezione**.

La prima convezione creata sarà quella dell'aria sulla tazza. Questa convezione sarà applicata alla maggior parte delle superfici della tazza.

Selezionare tutte le superfici esterne tranne la superficie interna inferiore e la base.

Premere la **barra spaziatrice**. Fare doppio clic su **Superfici di base** per selezionare la superficie di base e il raccordo di base.



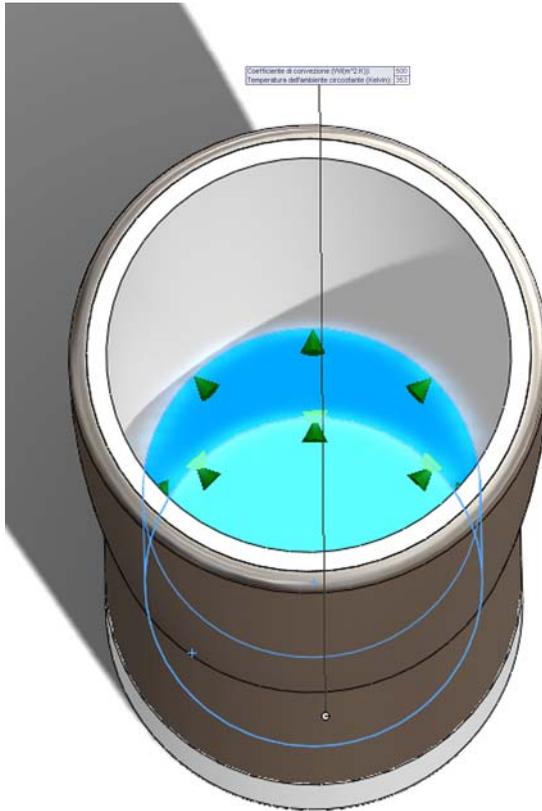
Digitare **10 W/(m²xK)** per il coefficiente di convezione e **298 (25+273) K** per la temperatura ambiente.

Fare clic su  .

3 Carico termico 2.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Carichi termici**. Selezionare **Convezione**. Premere la **barra spaziatrice**. Fare doppio clic su **Superfici interne**.

Questa volta selezionare solo la superficie interna inferiore e la base interna.



Impostare il coefficiente di convezione su **500 W/(m²xK)** e la temperatura ambiente su **353 (80+273) K**.

Fare clic su  .

4 Esecuzione di Simulation.

Come per l'analisi della forza, Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Mesh**. Selezionare **Mesh ed esecuzione**.

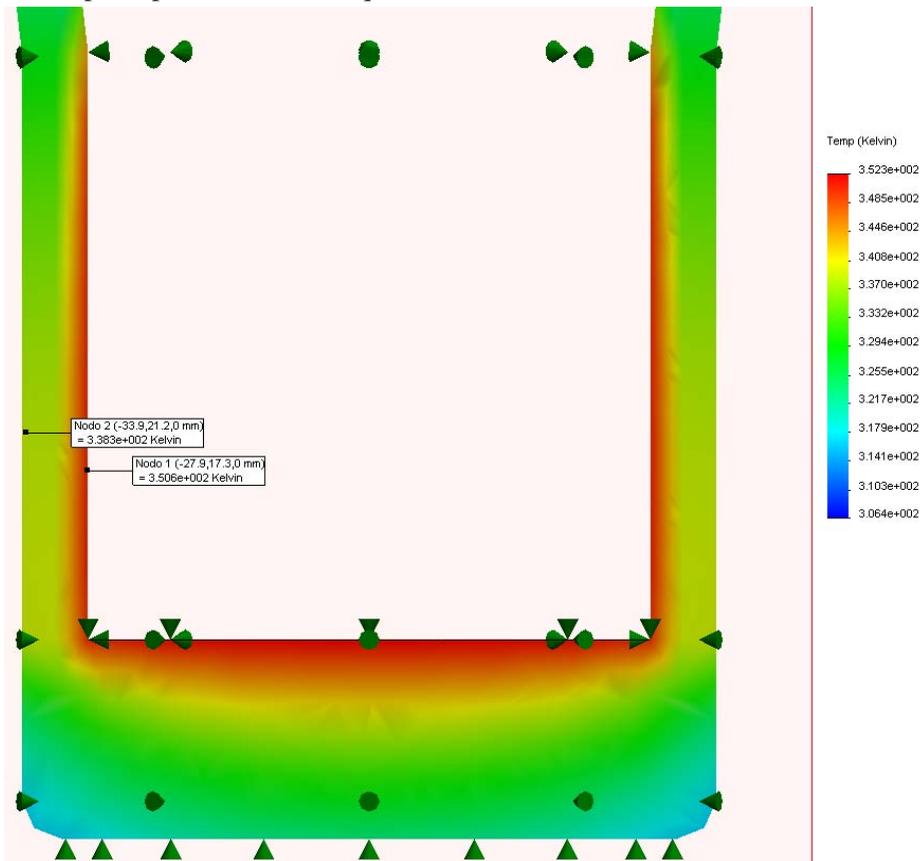
Appaiono due finestre di dialogo.

5 Risultato.

L'analisi non indica chiaramente la differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno della tazza. Se apriamo un taglio di sezione nella tazza il gradiente di temperatura apparirà chiaro. Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Thermal1** nei Risultati. Selezionare **Ritaglio di sezione**. Fare clic su . Si evidenzia il gradiente di temperatura attraverso le pareti della tazza. Se si crea una sonda per la superficie interna ed esterna della tazza, i valori di temperatura appariranno chiari.

6 Sonda.

Premere la **barra spaziatrice**. Fare doppio clic su **Front**. Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Thermal1**. Selezionare **Sonda**. Fare clic su due punti piuttosto vicini a quelli indicati.



7 Valutazione del progetto.

Se si osserva il gradiente di temperatura, si noterà che non cambia molto nel mezzo della parete della superficie esterna. Ciò suggerisce che si potrebbe ridurre lo spessore della parete e avere comunque una temperatura esterna simile.

Riprogettazione della parete e della base

In questa sezione la tazza sarà riprogettata con pareti più sottili. A tale scopo, sarà necessario aprire le singole parti e modificarne le funzioni. Al termine, queste dovranno essere riaccoppiate.

1 Modificare la parete esterna.

Selezionare la scheda **Modello** nell'angolo in basso a sinistra dello schermo.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Metal_Outside<1>** nell'albero di disegno FeatureManager.

Selezionare **Apri parte**.

SolidWorks apre una nuova finestra per la parte.



2 Modificare la funzione di rivoluzione.

Dato che la parte **Metal_Outside** è stata creata con una funzione di rivoluzione, ridurremo lo spessore della rivoluzione.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Revolve- Thin1** nell'albero di disegno FeatureManager.

Selezionare **Modifica funzione**.



Nella Funzione sottile aggiungere **"/2"** dopo **3,226 mm**. Fare clic su .

L'aggiunta di **"/2"** indica a SolidWorks di dividere lo spessore per 2.

Salvare e chiudere la parte.

Si visualizza una finestra di dialogo che invita a ricostruire l'assieme.

Fare clic su **Sì**.



Riprogettazione della base

Si procederà ora a riprogettare la base della tazza. Dopo aver riprogettato **Metal_Outside** si dovrà riprogettare anche la base di plastica. Dato che **Metal_Outside** è più sottile, la base dovrà essere più piccola.

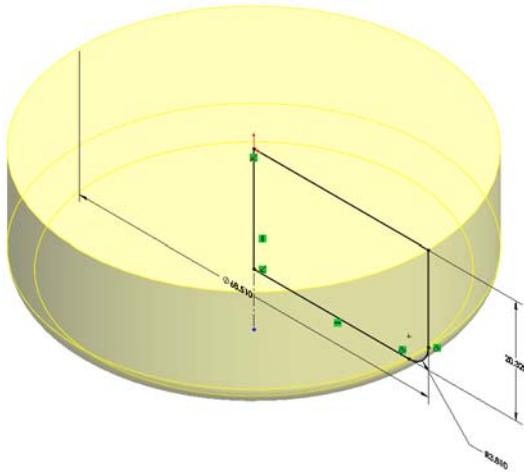
1 Nuove quote.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Base<1>** nell'albero di disegno FeatureManager.

Selezionare **Apri parte**.

Espandere **Revolve1**.

Fare doppio clic su **Sketch1**.



Fare doppio clic sulla quota di **68,510 mm**. Impostare il diametro su **65,28 mm**.

Fare clic su .

2 Uscire dallo schizzo.

Chiudere lo schizzo facendo clic su . Salvare e chiudere la parte. Si visualizza una finestra di dialogo che invita a ricostruire l'assieme. Fare clic su **Sì**.

Simulazione del nuovo progetto

Si rieseguiranno ora le due simulazioni create in precedenza per verificare che il progetto sia ancora accettabile.

1 Rieseguire lo studio statico.

Selezionare **Forze 1**.

Premere la **barra spaziatrice**.

Fare doppio clic su **Isometric**.

SolidWorks aggiornerà i vincoli ed i carichi esterni del nuovo progetto.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Mesh** e selezionare **Mesh ed esecuzione**.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Risultati**.

Selezionare **Definisci grafico del fattore di sicurezza**.

Fare clic su .

Il **Grafico Fattore di sicurezza** dimostra che l'assieme è ancora molto sicuro, con un **Fattore di sicurezza** di $2,1e+002$ ovvero 210.

2 Rieseguire lo studio termico.

Anche se lo studio statico ha fornito buoni risultati, comunque è necessario eseguire lo studio termico per verificare che la superficie esterna non si riscaldi eccessivamente.

Fare clic sulla scheda **Convezione** in fondo alla finestra.

SolidWorks aggiornerà di nuovo Simulation con il nuovo progetto.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su **Mesh** e selezionare **Mesh ed esecuzione**.

Premere la **barra spaziatrice**.

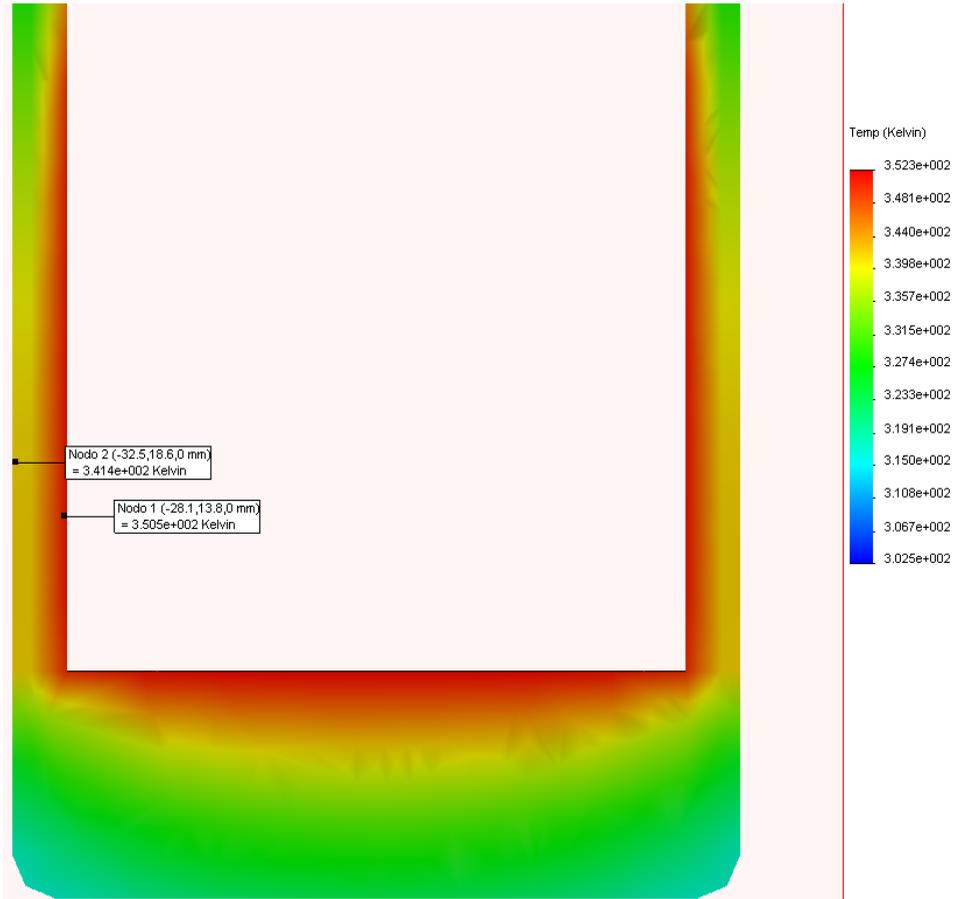
Fare doppio clic su **Front**.

3 Sonda.

Fare clic con il pulsante destro del mouse su Thermal1 nei Risultati.

Selezionare **Sonda**.

Selezionare i due punti indicati.



In precedenza la temperatura esterna era di circa 338 K o 65 gradi Celsius. Ora la temperatura esterna è di circa 341 K o 68 gradi Celsius.

La temperatura è dunque aumentata di soli 3 gradi Celsius dopo aver dimezzato lo spessore di **Metal_Outside**.

Si tratta di un aumento irrisorio a fronte della quantità di materiale risparmiata. Questo è dunque il progetto finale.

L'accento sulla sostenibilità

In questa sezione si confronterà la sostenibilità del progetto originale con quella del progetto finale, parallelamente a due altre alternative.

Per tutto il tutorial l'impatto ambientale ha continuato a ridursi.

Impatto ambientale originale	Impatto ambientale nuovo progetto
Carbonio: 7,11 g di CO ₂	Carbonio: 3,78 g di CO ₂
Energia: 87,03 MJ	Energia: 47,72 MJ
Aria: 0,04 g di SO ₂	Aria: 0,02 g di SO ₂
Acqua: 0,02 g di PO ₄	Acqua: 0,00962 g di PO ₄

Complessivamente, ogni criterio di impatto ambientale si è ridotto all'incirca del 50%.

Conclusione

All'inizio del progetto la tazza appariva robusta ma ben lungi dall'essere ecologica. Grazie a SolidWorks è stato possibile eseguire l'analisi della forza e la simulazione termica per ridurre le funzioni della tazza e la quantità di materiale utilizzato, assicurando al contempo una capacità isolante simile.

