

Case Study, prototipazione dell'imballaggio a 360° ArtiosCAD ESKO e Abaqus SIMULIA, interazione per un contenitore ideale

LA PROTOTIPAZIONE DELL'IMBALLAGGIO È LA FASE ESECUTIVA IMMEDIATAMENTE SUCCESSIVA AL DISEGNO TECNICO. ESSENZIALE È REALIZZARE UN MODELLO FUNZIONALE E PREVEDERE UNA MOLTEPLICITÀ DI DATI QUALI AD ESEMPIO LE CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI MATERIALI COINVOLTI. TIPO, REAZIONE A STRESS E SOLLECITAZIONI DATE DALL'UTILIZZO, ATTRIBUENDO ALL'IMBALLO OLTRE CHE UNA CARATTERISTICA ESTETICA ANCHE DURABILITÀ E CONSISTENZA, QUINDI LA CAPACITÀ DI CONTENERE IL PRODOTTO A CUI È DESTINATO LIMITANDO IMPERFEZIONI

Grazie a:
Fondazione Democenter SIPE, centro di ricerca e di innovazione.
Exmplar s.r.l. per Abaqus simulia - Dossoult Systemes.
B+B International s.r.l. per ArtiosCAD - Esko.

I disegno tecnico cartotecnico è un insieme di accorgimenti legati alla teoria della piega, variabili a seconda che si prenda in esame il cartone ondulato o teso. Il progettista specializzato nel settore del packaging deve realizzare uno sketch che includa le nomenclature e le tolleranze del tipo di cartone coinvolto. Infatti, la tolleranza di piega e cordonatura, variano a seconda dello spessore della carta e del numero di piatti/fogli, spessore/kraft, fogli/sinusoidali. La cordonatura ha necessità di una nomenclatura² grafica dedicata, che distingue il cordone generalmente indicato con un tratteggio della lama, una linea continua e quindi finalizza il disegno alla creazione della fustella, piana o rotativa.

Nei primordi della progettazione automatica CAD dedicata alla cartotecnica, gli unici strumenti che si prestavano alla gestione di un disegno che prevedeva estrusione e funzioni booleane di sezione, fusione o sottrazione, finalizzate alla simulazione dell'imballaggio 3D, impegnavano spesso il progettista in un calcolo a monte delle tolleranze di piega. Tuttavia anche se la soluzione tridimen-

sionale risultava assolutamente rappresentativa, solo la campionatura permetteva una reale constatazione del risultato. Una sostanziale evoluzione del metodo di progettazione e prototipazione è stata offerta da ESKO software, che ha sviluppato una serie di programmi dedicati alla progettazione del packaging, tra questi programmi spicca ArtiosCAD, la cui ampia libreria include molteplici tipologie di Cartone ondulato FEFCO e GIFCO. Oltre a un numero elevato di accorgimenti per l'allestimento della fustella e del mockup grafico. ArtiosCAD è il software leader per la progettazione e la gestione di ogni tipo di imballaggio rigido a base cellulosa.

Un importante motore di render gestisce il disegno tridimensionale parametrico che simula la chiusura dell'imballaggio, applicando quanto in sintesi già espresso. La possibilità di eseguire velocemente un corretto disegno tridimensionale non esclude la piena compatibilità di ArtiosCAD con i plotter da taglio, macchinari essenziali nella lavorazione del prototipo cartotecnico. Ma il prototipo realizzato con il plotter di taglio per quanto corretto non permette una serie di osservazioni, valori non rilevabili a occhio nudo. Nello studio dell'imballo cartotecnico la constatazione

**Professor
Diego Lucarini,
docente tecnico
e formatore**



delle caratteristiche fisico meccaniche legate alle sollecitazioni/stress dovute all'utilizzo, al trasporto o altre tipologie di carico o impatto sono lasciate a laboratori specializzati, che attraverso appositi macchinari valutavano il grado di fragilità, possibilità e trasportabilità dell'imballaggio.

Un processo laboratoriale oneroso. Infatti, queste analisi risultano essere puro appannaggio di packaging dedicati ad alcuni settori, quale ad esempio, alta tecnologia aerospaziale, dove anche nel delivery ogni particolare deve essere valutato onde evitare micro danneggiamenti.

La necessità di poter ottimizzare il prototipo stabilendo l'effettiva solidità della scatola, realizzata in cartone ondulato, in altri materiali, come soluzione ibrida tra polietilene e carta, o con materiali di nuova concezione mi ha impegnato in un'attenta ricerca di valide alternative. Alternativa che ritengo si concretizzi nel software di simulazione Abaqus SIMULIA.

Lavorare coordinando ArtiosCAD con Abaqus permette di analizzare una moltitudine di variabili e parametri, rendendo l'imballo scientificamente sicuro¹. Per valutare quanto affermato segue un esercizio che prende a esame una geometria solida che si presterà a simulare una scatola alla cui base applicheremo un valore di stress o

forza, così da rilevare l'effettiva capacità di contenere e tutelare il prodotto.

CASE STUDY:

Il primo step nel disegno di uno sketch in Artioscad è legato alla scelta del tipo di cartone ondulato, valutando le opzioni presenti in una libreria inclusa nell'installazione del software. Scelgo il cartone FEFCO I-125E Kraft. Un mono onda, adatto a un imballo rigido secondario, cioè non finalizzato al contatto diretto con gli alimenti.

Scelta la polilinea/geometria inizio a disegnare l'imballo, da prima in pianta, prevedendo per ogni faccia (tab) un perimetro di 40 cm. Come già dichiarato il mio fine è comprendere il grado compatibilità tra le due piattaforme, per questo motivo opto per una geometria essenziale, priva di tutte quelle caratteristiche cartotecniche che consentono la chiusura, esempio linguette (flap) destinate a incastri o a ricevere un punto di colla.

In questo case study le uniche caratteristiche cartotecniche sono il tipo di cartone applicato e le quattro pieghe/cordonature.

Le polilinee consentono di disegnare velocemente le geometrie a cui il programma assegna automaticamente il valore di piega espresso dalle linee di colore rosso.

L'opzione converti 3D avvia le funzionalità del motore

ENGLISH Version

Case Study, 360° packaging prototyping ArtiosCAD ESKO and Abaqus SIMULIA, interaction for an ideal container

PACKAGING PROTOTYPING IS THE EXECUTIVE PHASE IMMEDIATELY FOLLOWING THE TECHNICAL DRAWING. IT IS ESSENTIAL TO CREATE A FUNCTIONAL MODEL AND TO FORESEE A MULTIPLICITY OF DATA SUCH AS THE MECHANICAL CHARACTERISTICS OF THE MATERIALS INVOLVED. TYPE, REACTION TO STRESS AND SOLICITATIONS GIVEN BY USE, ATTRIBUTING TO THE PACKAGING NOT ONLY AN AESTHETIC CHARACTERISTIC BUT ALSO DURABILITY AND CONSISTENCY, THEREFORE THE ABILITY TO CONTAIN THE PRODUCT IT IS INTENDED FOR, LIMITING IMPERFECTIONS

Cardboard converting technical drawing is a set of tricks linked to the folding theory, which vary according to whether corrugated or stiff cardboard is examined. The designer specialized in the packa-

ging industry must make a sketch that includes the nomenclatures and tolerances of the type of carton involved. In fact, folding and creasing tolerance vary according to the thickness of the paper and the number of sheets, thickness/

kraft, sheets/sine. The creasing needs a dedicated graphic nomenclature², which distinguishes the crease generally indicated with a hatch of the blade, a continuous line and therefore finalizes the design to the creation of the die, flat or rotary.

In the early days of automatic CAD design dedicated to cardboard converting, the only tools that were suitable to the management of a drawing that involved extrusion and boolean functions of section, fusion or subtraction, aimed at simulating 3D packaging, often engaged the designer in an upstream calculation of folding tolerances.

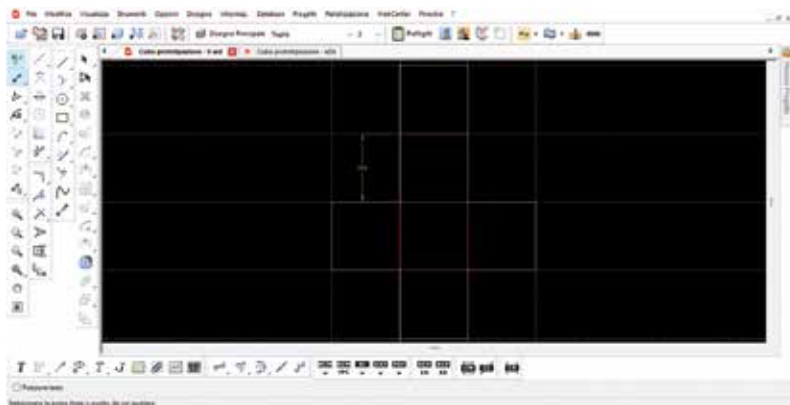
However, even if the 3D solution was absolutely representative, only the sampling allowed a real ascertainment of the result. A substantial evolution of the design and prototyping method has been offered by Esko software, that has developed a series of programs dedicated to packaging design, among these programs ArtiosCAD stands out, whose extensive library includes multiple types of FEFCO and GIFCO

corrugated cardboard. In addition to a large number of tricks for setting up the die and the graphic mockup.

ArtiosCAD is the leading software for the design and management of all types of cellulose-based rigid packaging. An important rendering engine manages the three-dimensional parametric design that simulates the closure of the packaging, applying what has already been expressed in summary.

The ability to quickly perform a correct three-dimensional drawing does not exclude the full compatibility of ArtiosCAD with cutting plotters, essential machinery in the processing of the cardboard converting prototype. But the prototype made with the cutting plotter, however correct, does not allow a series of observations, values not detectable with the naked eye. In the study of cardboard packaging, the verification of the physical-mechanical characteristics related to the strains/stresses due to use, transport or other types of load or impact are left to specialized

PROTOTIPAZIONE PACKAGING



render di ArtiosCad, consentendo di simulare la chiusura, parziale o completa dell'imballo. Alle cordonature viene applicato un esatto valore delle tolleranze di piega, rispettando perfettamente lo spessore e il numero di onde del cartone e lo spessore della carta. Vedi valori assegnati.

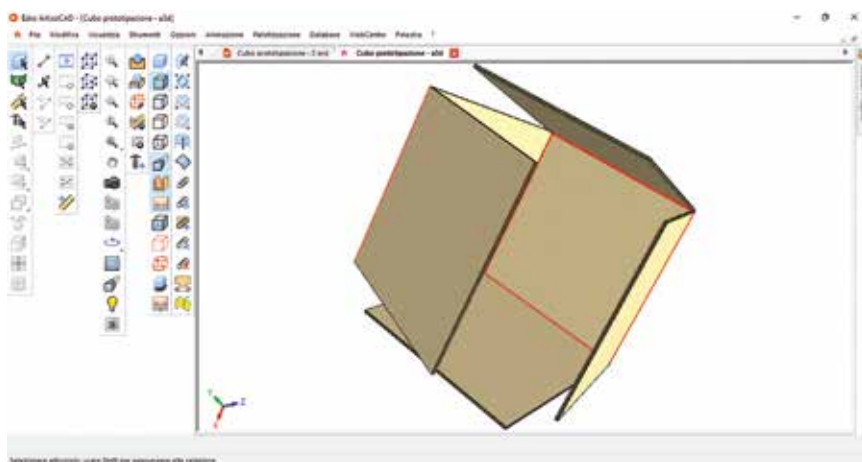
Il prototipo parametrico è completo, il programma ci consente di valutare attraverso il 3D il corretto assemblaggio dell'imballo.

La globalità di variabili e constatazioni legate alle caratteristiche di uno studio di prototipazione di un contenitore a cui prevediamo di assegnare, ipoteticamente, una vita più lunga in

termini di utilizzo, può prevedere in aggiunta a quanto svolto in un laboratorio di simulazione meccanica strutturale, partendo dalle caratteristiche del materiale applicato, prove di compressione, sollecitazione termodinamiche, etc.

Tornando alla descrizione dei passaggi dell'esercizio, una volta completato il 3D, selezioniamo il disegno e scegliamo per l'esportazione del modello parametrico il comando ArtiosCAD "Output", il software consente di scegliere diverse estensioni informatiche. Anche Abaqus permette di importare differenti tipologie di progetti parametrici sviluppati in altri programmi CAD.

Constatato che l'estensione informatica .IGS³ sia un formato compatibile tra le due piattaforme, procedo con l'importazione in Abaqus dell'estruso, questo viene catalogato



laboratories, which through special machinery assessed the degree of fragility, packaging possibility and transportability. An onerous laboratory process.

In fact, these analyzes appear to be the pure prerogative of packaging dedicated to certain sectors, such as high-tech aerospace, where even in the delivery every detail must be evaluated to avoid micro damage.

The need to be able to optimize the prototype by establishing the effective solidity of the box made in corrugated cardboard, in other materials, as a hybrid solution between polyethylene and paper, or with newly developed materials, has engaged me in a careful search for valid alternatives. An alternative that I believe takes the form of the Abaqus SIMULIA simulation software.

Working coordinating ArtiosCAD with Abaqus allows you to analyze a multitude of variables and parameters, making the packaging scientifically safe¹.

To evaluate the above, an exercise fol-

lows that examines a solid geometry that will lend itself to simulating a box at the base of which we will apply a stress or force, to detect the actual ability to contain and protect the product.

CASE STUDY

The first step in drawing a sketch in Artioscad is related to choosing the type of corrugated cardboard, evaluating the options in a library included in the software installation. I choose FEFCO I-125E Kraft carton. A single wave product, suitable for secondary rigid packaging, that is not aimed at direct contact with food.

Once the polyline/geometry has been chosen, I start drawing the packaging, first in plan, providing a perimeter of 40 cm for each face (tab). As already stated, my aim is to understand the degree of compatibility between the two platforms, for this reason I opt for an essential geometry, without all those cardboard characteristics that allow closure, such as flaps intended for joints or to receive

a glue point.

In this case study, the only carton characteristics are the type of cardboard applied and the four folds/creases. The polylines allow you to quickly draw the geometries to which the program automatically assigns the folding value expressed by the red lines.

The convert 3D option starts the ArtiosCad render engine functionality, allowing you to simulate the partial or complete closure of the packaging. An exact value of folding tolerances is applied to the creases, perfectly respecting the thickness and the number of waves of the cardboard and the thickness of the paper. See assigned values.

The parametric prototype is complete, the program allows us to evaluate the correct assembly of the packaging through 3D.

The globality of variables and findings related to the characteristics



come elenco PART, questa funzione è assegnata in quanto elemento già tridimensionale non nativo.

La prima fase sarà quella di rinominare il disegno IGS Geometry e assegnare le caratteristiche del materiale associato all'oggetto 3D.

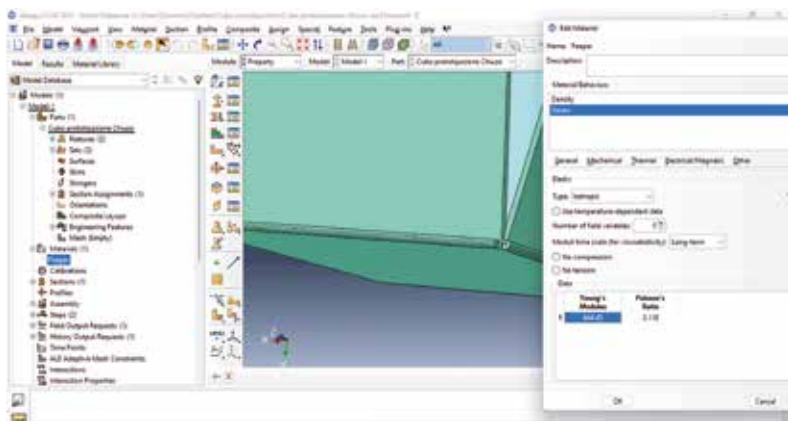
Va detto che il programma Abaqus permette un'ottima modellazione solida e come tale anche i dettagli dell'estruso importato sono descritti con assoluta cura.

Il passaggio dedicato al materiale non richiede la tipologia e le caratteristiche del cartone selezionato della libreria FEFCO, ma valori più metodici, citandone solo alcuni, la densità di massa, che varia a seconda del processo di fabbricazione della carta, in questo caso Recycled corrugated pulp 463.7 g/m²*, i valori di l'elasticità, il Poisson ratio 0.118 e Young Modulus 644.45**.

I parametri successivi sono attinenti alla scelta del test a cui il materiale verrà sottoposto. Simuliamo quindi, il valore di stress causato da una forza espressa dalla pressione applicata dall'ingombro. Attraverso la funzione "Load" applichiamo una magnitudine/valore di forza rispetto a un piano o più selezionato. Nel nostro caso selezioniamo l'area superiore del tab di base. "Fix to ground" consente di simulare la stabilità dell'oggetto a terra o nel piano d'appoggio dell'imballo.

Una volta settati tutti i parametri non rimane che commutare il parametrico in mesh poligonale. Meshare, cioè frammentare il disegno in numero di punti e piani esponenziale implica qualche accorgimento, rispetto a un 3D sviluppato sketch nativo. La mesh permette di simulare l'impatto interagendo tra i valori di magnitudine e punti di pressione applicati sul piano reticolato del disegno parametrico.

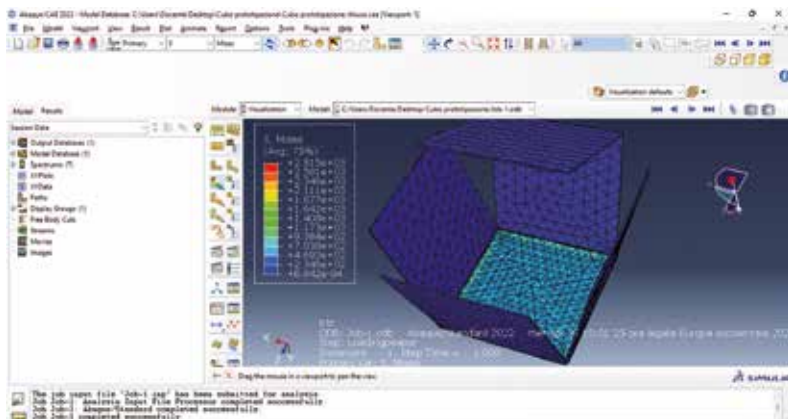
Il risultato sarà la constatazione della solidità dell'imballo rispetto all'esercizio di sollecitazione di una forza determinata. Nell'immagine si evince come il grado di stress sia maggiore nell'area delle cordonature, il colore è associato al livello di sollecitazione dato dal campo di forza. Altro valore, la deformazione della mesh, sempre dovuta dalla prova di forza applicata.



of a prototyping study of a container to which we expect to assign, hypothetically, a longer life in terms of use, can foresee in addition to what has been carried out in a structural mechanical simulation laboratory, starting from the characteristics of the applied material, compression tests, thermodynamic stress, etc. Returning to the description of the steps of the exercise, once the 3D is completed, we select the design and choose the ArtiosCAD "Output" command to export the parametric model, the software allows you to choose different computer extensions. Abaqus also allows you to import different types of parametric projects developed in other CAD programs. Having found that the .IGS³ computer extension is a compatible format between the two platforms, I proceed with the import of the extruded into Abaqus, this is cataloged as a PART list, this function is assigned as it is already a not-native 3D element.

The first phase will be to rename the IGS Geometry design and assign the characteristics of the material associated with the 3D object. It must be said that Abaqus program allows excellent solid modeling and as such also the details of the imported extruded are described with absolute care. The passage dedicated to the material does not require the type and characteristics of the cardboard selected from the FEFCO library, but more methodical values, to mention just a few, the mass density, which varies according to the paper manufacturing process, in this case recycled corrugated pulp 463.7 g/mq* the elasticity values, the Poisson ratio 0.118 and Young Modulus 644.45**. The following parameters are relevant to the choice of the test to which the material will be subjected. We then simulate the stress value caused by a force expressed by the pressure applied by the bulk. Through the "Load" function we apply a





Ovvio che le variabili sono molteplici a iniziare dal fatto che il cartone ondulato è un materiale composto da un insieme di strati che presentano dei pieni e dei vuoti, accorgimenti che in un secondo step possono essere inclusi ma che in questo caso dimostrativo, non sono inclusi.

Se ne deduce che un prodotto ottimale è indice di risparmio produttivo, energetico, una riduzione degli scarti, valori consequenziali all'intero processo di lavoro. In molte piccole medie aziende cartotecniche la scelta della tipologia di cartone o materiale, rispetto al prodotto da imballare avviene spesso dettata dall'esperienza del progettista, congiunta alle neces-

sità di costo. Altresì il lavoro di queste due applicazioni permette un'effettiva constatazione della solidità e della durabilità del contenitore e di altre necessità strutturali, vedi sicurezza, da associare all'imballo. ■

NOTE

- 1) L'esercizio non prevede verifiche di carattere chimico, quali ad esempio la migrazione dei pigmenti degli inchiostri, ma esclusivamente prove fisiche e meccaniche. Altri test sono rinviati a sviluppi inclusivi di ulteriori competenze.
 - 2) La nomenclatura grafica indicata è puramente formale, per tanto può cambiare in base agli accordi tra il disegnatore, l'azienda e il produttore di fustelle, vedi l'assegnazione dei colori e non del tratteggio in ArtiosCad.
 - 3) Initial Graphics Exchange Specification (IGES) definisce un formato dati neutrale che consente lo scambio di dati, file grafici e informazioni tra sistemi CAD.
- * Numerical Prediction of Equivalent Mechanical Properties of Corrugated Paperboard by 3D Finite Element Analysis. Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Pusan National University, Miryang 50463, Korea; parkjssy@pusan.ac.kr (J.P.); changsewon@gmail.com (S.C.) 2 Department of Logistic Packaging, Kyongbuk Science College, Chilgok 39913, Korea * Correspondence: hmjung@kbsc.ac.kr; Tel.: +82-54-979-9558
- ** Contribution to the modelling of the corrugated cardboard behaviour. Institut PRISME/LMSP, UPRES E.A. 4229, Université d'Orléans, Polytech'Orléans, 8 rue Leonard de Vinci 45072 Orléans Cedex2, France

magnitude/force value with respect to a surface or more selected.

In our case we select the upper area of the basic tab. "Flx to ground" allows you to simulate the stability of the object on the ground or in the supporting surface of the packaging.

Once all the parameters have been set, all that remains is to switch the parametric into polygon mesh. Meshare, that is to fragment the drawing in number of points and exponential planes, implies some precautions, compared to a developed native 3D sketch. The mesh allows you to simulate the impact by interacting between the magnitude values and pressure points applied on the cross-linked plane of the parametric design.

The result will be the verification of the solidity of the packaging with respect to the exercise of solicitation of a determined force. The image shows how the degree of stress is greater in the creasing area, the color is associated with the level of stress given by the force field.

Another value, the deformation of the mesh, always due to the applied force test.

Obviously there are many variables starting from the fact that corrugated cardboard is a material composed of a set of layers that have solids and voids, measures that can be included in a second step but which in this demonstrative case, are not included.

Consequently, an optimal product is an index of production and energy savings, a reduction in waste, consequential values to the entire work process. In many small and medium-sized cardboard converting companies, the choice of the type of cardboard or material, with respect to the product to be packaged, is often dictated by the designer's experience, combined with cost requirements.

Furthermore, the work of these two applications allows an effective verification of the solidity and durability of the container, and other structural needs, see safety, to be associated with the packaging.

Notes

- 1) *The exercise does not include chemical tests, such as the migration of the pigments of the inks, but only physical and mechanical tests. Other tests are deferred to inclusive developments including further skills.*
 - 2) *The graphic nomenclature shown is purely formal, therefore it can change based on the agreements between the designer, the company and die manufacturer, see the assignment of colors and not of the hatch in ArtiosCad.*
 - 3) *Initial Graphics Exchange Specification (IGES) defines a neutral data format that allows for the exchange of data, graphics files and information between CAD systems.*
- * Numerical Prediction of Equivalent Mechanical Properties of Corrugated Paperboard by 3D Finite Element Analysis. Department of Bio-Industrial Machinery Engineering, Pusan National University, Miryang 50463, Korea; parkjssy@pusan.ac.kr (J.P.); changsewon@gmail.com (S.C.) 2 Department of Logistic Packaging, Kyongbuk Science College, Chilgok 39913, Korea * Correspondence: hmjung@kbsc.ac.kr; Tel.: +82-54-979-9558
- ** Contribution to the modelling of the corrugated cardboard behaviour. Institut PRISME/LMSP, UPRES E.A. 4229, Université d'Orléans, Polytech'Orléans, 8 rue Leonard de Vinci 45072 Orléans Cedex2, France

