**CARATTERISTICHE DEI MATERIALI E TEST DI RESISTENZA FISICO-MECCANICA**

## INTRODUZIONE.

**Leggi e norme che regolano i requisiti essenziali dell’imballaggio e il suo destino post-utilizzo**

Il mondo dell’imballaggio è regolato da disposizioni che stabiliscono i requisiti essenziali che devono obbligatoriamente essere rispettati dagli imballaggi immessi sul mercato.

Tali normative definiscono gli aspetti dell’imballaggio legati alla struttura fisica interna ed esterna, alla recuperabilità e al suo impatto ambientale.

Per i requisiti essenziali degli imballaggi la legislazione europea fa capo alla Direttiva 95/62/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 20 dicembre 1994 sugli imballaggi e i rifiuti di imballaggio e i suoi successivi aggiornamenti. L’ultima modifica, ovvero quella attualmente in vigore, è la Direttiva (UE) 2018/852 del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 30 maggio 2018; i primi articoli chiariscono lo scopo di tale direttiva e le modalità da adottare per raggiungerlo. Gli Articoli 1 e 2 recitano:

Art. 1. Fine della presente direttiva è armonizzare le misure nazionali in materia di gestione degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio, sia per prevenirne e ridurne l'impatto sull'ambiente degli Stati membri e dei paesi terzi ed assicurare così un elevato livello di tutela dell'ambiente, sia per garantire il funzionamento del mercato interno e prevenire l'insorgere di ostacoli agli scambi nonché distorsioni e restrizioni alla concorrenza nella Comunità.

Art. 2. A tal fine, la presente direttiva prevede misure intese, in via prioritaria, a prevenire la produzione di rifiuti di imballaggio, a cui si affiancano, come ulteriori principi fondamentali, il riutilizzo degli imballaggi, il riciclaggio e altre forme di recupero dei rifiuti di imballaggio e, quindi, la riduzione dello smaltimento finale di tali rifiuti, allo scopo di contribuire alla transizione verso un’economia circolare.

Quindi, questa direttiva è rivolta a tutti gli imballaggi e a tutti i rifiuti di imballaggio immessi sul mercato nella Comunità Europea.

La parte principale - riguardante in particolare i requisiti per la fabbricazione e la composizione, per il riutilizzo e il recupero - è contenuta nell’Allegato II “Requisiti essenziali concernenti la composizione, il riutilizzo e il recupero (in particolare il riciclo) degli imballaggi” che recita:

1. Gli imballaggi sono fabbricati in modo da limitare il volume e il peso al minimo necessario per garantire il necessario livello di sicurezza, igiene e accettabilità tanto per il prodotto imballato quanto per il consumatore.

* Gli imballaggi sono concepiti, prodotti e commercializzati in modo da permetterne il riutilizzo o il recupero, compreso il riciclaggio, in linea con la gerarchia dei rifiuti, e da ridurne al minimo l’impatto sull’ambiente derivante dallo smaltimento dei rifiuti di imballaggio o dei residui delle operazioni di gestione dei rifiuti di imballaggio.
* Gli imballaggi sono fabbricati in modo che la presenza di metalli nocivi e di altre sostanze e materiali pericolosi come costituenti del materiale di imballaggio o di qualsiasi componente dell'imballaggio sia limitata al minimo con riferimento alla loro presenza nelle emissioni, nelle ceneri o nei residui di lisciviazione se gli imballaggi o i residui delle operazioni di gestione dei rifiuti di imballaggio sono inceneriti o interrati.

2. Requisiti per il riutilizzo di un imballaggio che devono essere soddisfatti simultaneamente:

* proprietà fisiche e le caratteristiche dell'imballaggio devono consentire una serie di spostamenti o rotazioni in condizioni di impiego normalmente prevedibili;
* possibilità di trattare gli imballaggi usati per ottemperare ai requisiti in materia di salute e di sicurezza dei lavoratori;
* osservanza dei requisiti specifici per gli imballaggi recuperabili se l'imballaggio non è più utilizzato e diventa quindi un rifiuto.

3. Requisiti per il recupero di un imballaggio

a) *Imballaggi recuperabili sotto forma di riciclaggio del materiale*

L'imballaggio deve essere prodotto in modo tale da consentire il riciclaggio di una determinata percentuale in peso dei materiali usati, nella fabbricazione di prodotti commerciabili, rispettando le norme in vigore nella Comunità europea. La determinazione di tale percentuale può variare a seconda del tipo de materiale che costituisce l'imballaggio.

b) *Imballaggi recuperabili sotto forma di recupero di energia*

I rifiuti di imballaggio trattati a scopi di recupero energetico devono avere un potere calorifico inferiore minimo per permettere di ottimizzarne il recupero energetico;

c) *Imballaggi recuperabili sotto forma di compost*

I rifiuti di imballaggio trattati per produrre compost devono essere sufficientemente biodegradabili per non ostacolare la raccolta differenziata e il processo o l’attività di compostaggio che contribuiscono ad alimentare.

d) *Imballaggi biodegradabili*

I rifiuti di imballaggio biodegradabili devono essere di natura tale da poter subire una decomposizione fisica, chimica, termica o biologica grazie alla quale la maggior parte del compost di risulta finisca per decomporsi in biossido di carbonio, biomassa e acqua. Gli imballaggi oxo-degradabili in plastica non sono considerati biodegradabili.»

In Italia la Direttiva 94/62/CE è stata interamente recepita, prima, dal titolo II del decreto legislativo 22/97 e, poi, dalla parte IV del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 “Norme in materia ambientale”.

Oltre alla Direttiva 94/62, dal punto di vista pratico, nel 2004 è stato completato a livello europeo l’iter di riconoscimento di una serie di norme tecniche in cui vengono specificati i requisiti essenziali degli imballaggi; inoltre, esse stabiliscono come dimostrare la conformità di tali requisiti ed eventualmente anche come dichiararla.

Nel 2005 questa serie di norme tecniche è stata recepita anche dall’Ente di Normazione Italiano (UNI):

* UNI EN 13427:2005 – Imballaggi - Requisiti per l’utilizzo di norme europee nel campo degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggio.
* UNI EN 13428:2005 – Imballaggi - Requisiti specifici per la fabbricazione e la composizione - Prevenzione per riduzione alla fonte.
* UNI EN 13429:2005 – Imballaggi - Riutilizzo.
* UNI EN 13430:2005 – Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili per riciclo di materiali.
* UNI EN 13431:2005 – Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili sotto forma di recupero energetico compresa la specifica del potere calorico inferiore minimo.
* UNI EN 13432:2002 – Imballaggi - Requisiti per imballaggi recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione - Schema di prova e criteri di valutazione per l’accettazione finale degli imballaggi.

**Norme per la verifica delle caratteristiche tecniche**

Alla normativa che regola i requisiti essenziali dell’imballaggio, segue la normativa che codifica la verifica delle caratteristiche tecniche.

La norma **UNI EN ISO 4180** – Imballaggi - Imballaggi di trasporto completi e pieni - Regole generali per la definizione dei programmi di prova di prestazione, utile per procedere alla verifica delle caratteristiche tecniche dei manufatti prodotti “stabilisce le regole generali da utilizzare per la stesura di programmi di prova di prestazione di imballaggi di trasporto completi e pieni, destinati all’utilizzo in qualsiasi sistema di distribuzione ad eccezione degli imballaggi utilizzati per merci pericolose”.

Questa norma definisce quindi una serie di prove di resistenza meccanica in laboratorio, che hanno lo scopo di simulare le condizioni di trasporto a cui è sottoposto un imballaggio completo e pieno, verificandone le prestazioni.

In base al sistema di distribuzione vengono definiti due programmi di prova.

Caso 1: sistema di distribuzione ben definito e intensità dei pericoli determinata.

In questo caso, il programma di prova di prestazione deve essere scritto utilizzando i dati di prova sperimentali acquisiti in conformità alla **ISO 4178**. Le prove applicabili devono essere scelte a seconda del sistema di distribuzione, in termini di sequenza di prove adottata e intensità della prova appropriata.

Le fasi della procedura sono le seguenti:

1. Identificazione dei singoli elementi del sistema di distribuzione;
2. Individuazione di pericoli insiti negli elementi;
3. Individuazione delle prove necessarie per rappresentare o simulare tali pericoli;
4. Definizione della sequenza di prova;
5. Definizione dell’intensità della prova associata alla particolare combinazione di imballaggio e sistema di distribuzione.

Caso 2: sistema di distribuzione non definito e intensità dei pericoli non conosciuta.

Molto spesso, il fabbricante dell’imballaggio non ha una chiara conoscenza del sistema di distribuzione e le intensità dei pericoli non sono conosciute. In questo caso, la presente norma internazionale fornisce i programmi di prova di prestazione consigliati. I criteri di scelta sono la massa e la destinazione dell’imballaggio.

Tutte le prove meccaniche di resistenza indicate fanno riferimento a due fondamentali normative europee; la **UNI EN ISO 2233**, riguardante il condizionamento per le prove, e la **UNI EN ISO 22206**, riguardante l’identificazione delle varie parti per le prove.

La normativa UNI EN ISO 2233 “specifica un metodo per il condizionamento degli imballaggi completi e pieni. Il campione di prova è esposto a condizioni atmosferiche predeterminate per un periodo di tempo predeterminato”. Le condizioni di prova e le tolleranze possibili sono dettagliate in tabelle (4 e 5) che corredano la norma e che guidano le modalità di prova per verificare le condizioni di temperatura e umidità imposte.

La normativa UNI EN ISO 22206 “stabilisce un metodo per l’identificazione delle varie parti di imballaggi completi e pieni per le prove”. Tale normativa definisce quattro forme diverse di imballaggio: a forma parallelepipeda, a forma cilindrica, sacchi e imballaggi diversi.

L’imballaggio, da norma, deve essere disposto nella posizione prevista durante il trasporto. Se la posizione di trasporto non è nota, il giunto di fabbricazione, quando esista, deve essere posizionato verticalmente alla destra dell’osservatore.

Quando l’imballaggio è disposto in tal modo con un lato rivolto verso l’osservatore, la sua faccia superiore deve essere identificata col numero 1, la faccia posta a destra dell’osservatore col numero 2, il fondo col numero 3, la faccia laterale posta alla sinistra dell’osservatore col numero 4, la faccia di fronte all’osservatore col numero 5 e quella opposta a quest’ultima col numero 6 (Figura 1).

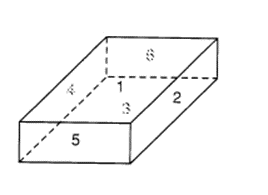


Figura 1: Identificazione delle facce. Nel caso in cui l’imballaggio presenti più giunti di fabbricazione, il principio precedentemente descritto dovrebbe essere applicato disegnando arbitrariamente col numero 5 una delle facce. Ogni spigolo determinato dalla intersezione di due facce deve essere identificato con le cifre indicanti le due facce stesse (per esempio: 1-2 indica lo spigolo formato dall’intersezione della faccia superiore 1 con quella a destra dell’osservatore 2). Ogni vertice determinato dall’incontro di tre facce deve essere identificato con le cifre indicanti le tre facce stesse (per esempio: 1-2-5 indica il vertice formato dalla faccia superiore, dalla faccia a destra dell’osservatore e da quella più vicina all’osservatore)

La prova di vibrazione casuale verticale viene definita nella normativa **ISO 13355**. In particolare, “la normativa ISO 13355 specifica un metodo per eseguire una prova di vibrazione casuale verticale causata agli imballaggi utilizzati per il trasporto, completi e pieni, dall’unità di carico, utilizzando un’eccitazione casuale. Tale documento fornisce anche i metodi per valutare la prestazione di un imballaggio in termini di sua resistenza o di protezione che esso offre al suo contenuto quando è sottoposto a vibrazioni verticali. La prova trattata nel presente documento può essere eseguita come una prova singola, per studiare gli effetti delle vibrazioni verticali, oppure può far parte di una sequenza di prove destinate a misurare la capacità di un provino di resistere ad un sistema di distribuzione che comprende un rischio di vibrazione”. Frequenze e tempi di applicazione sono dettagliati in tabelle dedicate.

L’intervallo di frequenze da applicare è compreso tra 2 Hz e 200 Hz, con una risoluzione di almeno 1 Hz, e tempi di applicazione di 30 minuti

La prova d’urto orizzontale viene definita dalla norma internazionale **ISO 2244** che “specifica i metodi di prova d'urto orizzontale (prova sul piano orizzontale o inclinato e prova sul pendolo) su un imballaggio di trasporto completo e pieno o su un'unità di carico.  La prova può essere eseguita come un'unica prova per studiare l'effetto dell'urto orizzontale o come parte della sequenza di prove progettate per misurare la capacità di un imballaggio o di un carico unitario di sopportare un sistema di distribuzione che includa un pericolo di impatto orizzontale”

La prova d’urto verticale viene stabilita dalla normativa **ISO 2248** che “stabilisce un metodo per eseguire una prova di caduta di un imballaggio completo e pieno. Questo metodo può essere utilizzato per una prova singola avente lo scopo di determinare gli effetti dell’impatto verticale o come parte di una sequenza di prove studiata per valutare l’idoneità di un imballaggio e superare le varie fasi di un tipo di distribuzione in cui l’imballaggio sia esposto al rischio di cadute”.

L’altezza di caduta deve essere tra una serie di altezze proposte e comunque rispondenti alle reali condizioni di traporto dell’imballaggio.

**MATERIALI E METODI**

Lo studio tecnico degli imballaggi prodotti nel progetto RICREA ha previsto l’utilizzo di più metodi, così come da normativa. In particolare, sono state effettuate le seguenti verifiche:

* valutazioni visive relative alle caratteristiche generali dei manufatti; definizione delle caratteristiche geometriche (L, l, h);
* inerzia termica;
* resistenza meccanica agli impatti verticali e orizzontali;
* resistenza alle sollecitazioni tangenziali.

**Materiali**

Lo studio si è sviluppato in due differenti momenti: un primo gruppo di prove ha testato i primi imballaggi prodotti nel 2021 ed ha avuto l’obiettivo di identificare le principali criticità, sulla base dei risultati dei test previsti; una seconda fase si è sviluppata a partire dal 2022 ed ha testato i nuovi imballaggi, realizzati apportando le modifiche individuate precedentemente. I test effettuati ai due gruppi di imballaggi non sono identici: alcuni test sono stati effettuati solo per il primo gruppo di manufatti, altri sono stati inseriti solo per il secondo gruppo.

L’imballaggio completo, definito nella sua struttura generale sino dall’inizio del progetto, è costituito da 2 calotte speculari, formate da un involucro di plastica - contenente 8 cubi di paglia - modellato, pressato e scaldato in un calco di materiale di sintesi. Il riempimento dell’involucro è completamente o parzialmente manuale e, inevitabilmente, difficilmente standardizzabile. Il calco, differente se la calotta ha fondo pieno o sagomato, è stato realizzato in materiale ad elevata resistenza al calore e alla pressione. La bioplastica utilizzata per l’involucro è PLA e la sua funzione è contenere la paglia pressata. La paglia è stata preventivamente valutata in termini di umidità e utilizzata tal quale.

I primi imballaggi testati (anno 2021) sono stati due, con un incavo per bottiglie generico. Dato l’esiguo numero di esemplari, per i test non è stato necessario effettuare alcuna classificazione

Della seconda produzione (dal 2022 in poi) sono state testate 16 calotte, acquisite già classificate. In laboratorio, al fine di organizzare i test, sono stati ricodificati singolarmente come calotta e, una volta assemblate, come imballaggio (Tabella 1).

***Tabella1: Codifica delle calotte (codice riassegnato) e dei campioni di imballaggio assemblati***

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Codice iniziale | Codice riassegnato | Imballaggio | Funzione |
| B6CHON2 | E1a | **C1** (E1a+E1b) | Bottiglia da olio |
| B6CHON3 | E1b |  |  |
| B6CHON9 | E2a | **C2** (E2a+E2b) | Bottiglia da olio |
| B6CHON10 | E2b |  |  |
| B6CHON5 | E3a | **C3** (E3a+E3b) | Bottiglia da olio |
| B6CHON4 | E3b |  |  |
| B6CHON13 | E4a | **C4** (E4a+E4b) | Bottiglia da olio |
| B6CHON18 | E4b |  |  |
| B6CHON6 | E5a | **C5** (E5a+E5b) | Bottiglia da olio |
| B6CHON\* | E5b |  |  |
| B6CHON14 | E6a | **C6** (E6a+E6b) | Bottiglia da olio |
| B6CHON11 | E6b |  |  |
| B6CHON33 | E7a | **C7** (E7a+E7b) | Bottiglia da vino |
| B6CHON31 | E7b |  |  |
| B6CHON35 | E8a | **C8** (E8a+E8b) | Bottiglia da vino |
| B6CHON34 | E8b |  |  |

Caratteristiche qualitative

Poiché la funzionalità di un imballaggio si misura anche con caratteristiche qualitative, si è partiti con una dettagliata descrizione di alcune di esse. I parametri considerati sono stati: condizioni della bioplastica (adesione della bioplastica alla paglia; saldatura della bioplastica su tutta la superficie; presenza di soluzioni di continuità); stato della paglia (omogeneità di distribuzione e di resistenza alla pressione su tutta la superficie); corretta collocazione della bottiglia; evidenza della sagoma del contenuto. La valutazione è stata espressa con una scala di pesi.

Inoltre, poiché l’obiettivo del lavoro, giustificato da necessità di ordine sia commerciale che logistico, è di avere imballaggi di protezione delle bottiglie integri e, possibilmente, uguali gli uni agli altri, si è proceduto, per ogni calotta, alla misura delle sue dimensioni (lunghezza, larghezza e profondità) e della sua massa.

**Metodi di prova utilizzati**

Le valutazioni delle prestazioni meccaniche e termiche degli imballaggi sono effettuate seguendo le indicazioni della normativa (UNI EN ISO 4180) che indica i programmi di prove di prestazione da utilizzare per i test di imballaggi di trasporto completi e pieni. Nella situazione relativa al progetto RICREA, il sistema di distribuzione è stato identificato con un trasporto, di uno o limitate quantità di prodotto, effettuato sia singolarmente dall’acquirente finale sia con furgoni di piccola cubatura (indicativamente: circa 10 m3 di volume, con L 350 x l 180 x h 190 cm) per tragitti brevi, di durata limitata. Per questo, ci si dovrà riferire al “Caso 1”.

La sequenza di prove adottate per la verifica tecnica dei campioni e contemplati dalla norma ha quindi previsto:

a) Identificazione delle varie parti dell’imballaggio

b) Prove di condizionamento termico

c) Prove di vibrazione

d) Prove di resistenza agli urti.

Ai test previsti dalla norma (per lo studio del secondo gruppo di manufatti è stata eliminata la prova di vibrazione perché non ha fatto rilevare alcuna criticità) ne sono stati aggiunti altri di nuova ideazione (prove di flessione, di resistenza all'accelerazione centrifuga), che hanno preceduto quelli normati, al fine di evidenziare eventuali criticità, peraltro già considerate nelle caratteristiche qualitative (ad esempio, il corretto riempimento delle calotte).

*Prove preliminari*

Prova di flessione

La prova è stata condotta sulle singole calotte ed è eseguita subito dopo la valutazione visiva. Lo scopo è di oggettivare la mancanza di materiale di riempimento oppure la scarsa aderenza degli strati pagliosi con la bioplastica. Ogni calotta è testata, vincolandola, in una precisa posizione, ad un piano mediante morsetti. La porzione sporgente della calotta è sottoposta ad un peso di 1400 g applicato mediante un sistema di aggancio e con braccio costante. La misura rilevata è la differenza tra la posizione dello spigolo della calotta sul piano vincolato iniziale e la posizione raggiunta dopo l’applicazione del peso (Figura 2). Per quanto riguarda la valutazione del comportamento della calotta alla trazione applicata, è difficile stabilire una scala di gravità assoluta. Il test serve come riferimento della correttezza del riempimento e, di conseguenza, della resistenza a sollecitazioni concentrate, delle diverse calotte. Va comunque specificato che qualsiasi valore superiore ad uno spostamento nullo, sia da considerare negativamente

Immagine che contiene Materiale composito, casa, edificio, legname

Descrizione generata automaticamenteImmagine che contiene ingegneria, macchina, acciaio, fabbrica

Descrizione generata automaticamente

***Figura 2: Sistema di applicazione della flessione.: senza peso (a sinistra); con peso (a destra)***

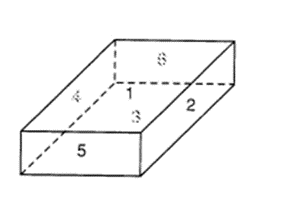
Resistenza all’accelerazione centrifuga

La prova è effettuata su due calotte assemblate a produrre il campione dell’imballaggio, che, una volta formato, è posizionato su un piano oscillante (diametro di 0,5 m con scostamento eccentrico di 0,2 m) dotato di assi laterali fissi a sostegno di un secondo piatto con blocco a molla utile ad assicurare la posizione degli imballaggi. Il test è condotto impostando la velocità di rotazione pari a 150 giri/min (velocità tangenziale di 4 m/s) per tempi da 10 a 120 minuti. Le misure comportano la valutazione del mantenimento dell’assetto delle due calotte, registrando indirettamente la resistenza di tenuta degli incastri delle stesse.

*Prove normate*

Identificazione delle facce

I campioni del progetto RICREA possono essere assimilati ad un parallelepipedo e così sono identificati. Sulla base della normativa, quando l’imballaggio è posto nella configurazione prevista nel trasporto e di fronte ad un osservatore, la sua faccia superiore deve essere identificata col numero 1, la faccia posta a destra dell’osservatore col numero 2, il fondo col numero 3, la faccia laterale posta alla sinistra dell’osservatore col numero 4, la faccia di fronte all’osservatore col numero 5 e quella opposta a quest’ultima col numero 6 (Figura 3).



***Figura 3: Identificazione delle facce dell’imballaggio***

Prove di condizionamento termico

Per questo test è utilizzata una stufa a ventilazione forzata, tenuta alla temperatura di 50 °C, al cui interno, come da normativa, sono posti gli imballaggi completi (imballaggi in studio, contenenti bottiglie piene, a loro volta contenuti all’interno di un rivestimento in cartone ondulato doppio). Per la misura di temperatura e umidità è utilizzata una sonda dotata di sistema di registrazione automatica dei parametri, consistente in un sensore DHT 22 connesso ad una interfaccia hardware Arduino UNO® opportunamente programmata (Figura 4). L’archiviazione dei dati su foglio di calcolo è guidata da una macro sviluppata da Parallax e modificata per l’uso. I dati di temperatura e umidità relativa sono registrati ad intervalli regolari (42 secondi).



***Figura 4: Stufa a ventilazione forzata (a sinistra) e sistema di rilievo e registrazione dati (a destra)***

Prove di vibrazione

La normativa che regola la prova stabilisce che le oscillazioni a cui sottoporre il provino variano da 2 a 200 Hz. La prova è stata eseguita mediante un vibrovaglio circolare che può sviluppare diverse velocità (Figura 5). Gli imballaggi sono sottoposti a vibrazioni da 2 a 3 Hz per 30 minuti a prova. Alla fine di ogni prova si stabilisce, attraverso un esame visivo, se l’imballaggio e la bottiglia al suo interno hanno subito danneggiamenti o lesioni.



***Figura 5: Vibrovaglio circolare***

Prove d’urto

L’identificazione delle facce è funzionale soprattutto all’esecuzione delle prove di resistenza agli urti verticali e laterali. Come da normativa, le prove sono effettuate sugli imballaggi completi (imballaggi in studio, contenenti bottiglie piene, a loro volta contenuti all’interno di un rivestimento in cartone ondulato doppio).

Prove d’urto verticale

La struttura utilizzata risponde alle indicazioni della normativa. È composta da un’asta in acciaio dell’altezza di 250 cm fissata al muro in cui sono stati praticati dei fori distanziati di 5 cm l’uno dall’altro (Figura 6). Per effettuare i test di caduta è utilizzata una pinza fissata all’estremità di un’asta orizzontale. Le prove di caduta sono diversificate in funzione del gruppo di manufatti: per il primo gruppo le altezze di caduta testate, per lo stesso imballaggio, sono comprese tra 50 e 250 cm, con intervalli di 50 cm; per il secondo gruppo sono effettuate partendo sempre dalla stessa altezza (250 cm). Trattandosi di una confezione a forma di parallelepipedo, per ogni campione sono state fatte 3 prove (una per ogni faccia diversa). Dopo ogni singola prova, sulla base di un esame visivo, si verificano gli eventuali danni riportati dall’imballaggio e, conseguentemente, dalla bottiglia contenuta al suo interno.



***Figura 6: Dispositivo per prove d’urto verticale con impatto sulla faccia 3 (a sinistra) e 6 (a destra)***

Prove d’urto laterale

Per le prove d’urto laterali sono simulati gli urti orizzontali causati dal movimento di un sistema a pendolo predisposto secondo le indicazioni della normativa. L’attrezzatura utilizzata (Figura 7) è costituita da un carrello in legno, di dimensioni consone a contenere il campione in analisi, collegato ad un supporto rigido fissato nel muro mediante aste di acciaio. Le aste sono collegate al carrello e al supporto fisso mediante cuscinetti per ridurre al minimo l’effetto dell’attrito. Questa struttura è costruita affinché: l’imballaggio non ruoti; l’involucro incontri la parete contrapposta in perfetto allineamento orizzontale con tutta la superficie della faccia. Con questo sistema è possibile testare l’urto su 2 facce; quindi, ogni campione subisce 2 prove d’urto, seguite dall’osservazione dell’imballaggio con la registrazione dello stato di integrità delle caratteristiche delle calotte e dell’involucro.

Immagine che contiene muro, interno, lavagna, scala

Descrizione generata automaticamenteImmagine che contiene muro, interno, treppiede, arte

Descrizione generata automaticamente

***Figura 7: Dispositivo per prove d’urto laterale con impatto sulla faccia 3 (a sinistra) e 6 (a destra)***

**RISULTATI**

**Test sulla prima produzione**

Seguendo quanto proposto in “Materiali e metodi” si procederà a riferire dei risultati dei test applicati alla prima produzione di imballaggi (Figura 8, Figura 9).

Immagine che contiene materiale da costruzione, pietra

Descrizione generata automaticamente

***Figura 8: Prototipo:*** ***calotte dell’imballaggio con il calco formato dallo stampo in cui collocare la bottiglia (Lxlxh)***

Immagine che contiene lenzuola

Descrizione generata automaticamente

***Figura 9: Prototipo: calotte assemblate a formare l’******imballaggio (2h)***

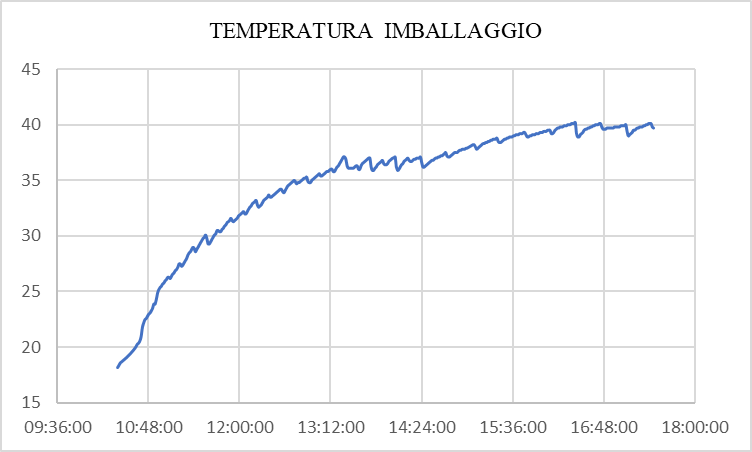
*Caratteristiche qualitative*

La descrizione degli imballaggi mette in evidenza la disformità’ delle due calotte, in termini di dimensioni, definizione dei calchi e forma delle sezioni. Inoltre, osservando il rivestimento plastico, si osservano delle soluzioni di continuità e, sulla stessa calotta, sovrapposizioni visibili. Infine, il peso dell’imballaggio completo è di poco superiore a 2 kg (circa 600g a calotta, 950g bottiglia piena),

*Prove normate*

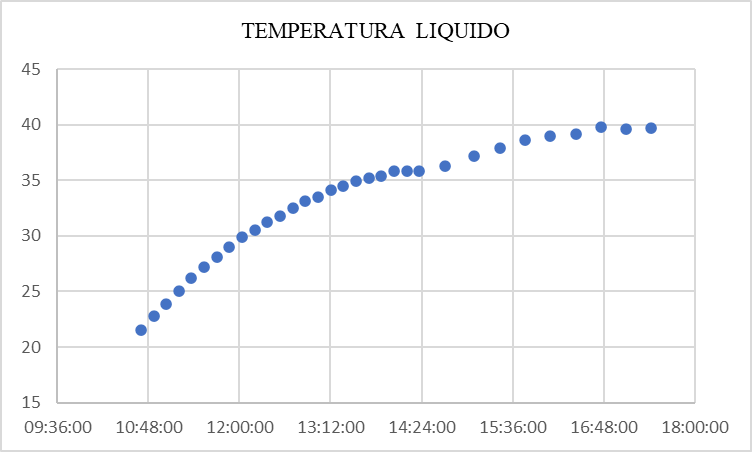
Condizionamento termico

L’andamento della temperatura interna dell’imballaggio, posto in stufa ventilata a 50°C, evidenzia un incremento in circa 7 ore di rilievo di circa 22°C, passando da poco più di 18°C a 40°C. Il rilevamento delle temperature è stato fatto in continuo (Grafico 1).



***Grafico 1: Andamento della temperatura dell’imballaggio rilevata durante 7 ore di permanenza del campione in stufa termostatata a 50°C***

In parallelo, la temperatura del liquido della bottiglia è rilevata con un sondino. Dal Grafico 2 è possibile osservare un andamento sovrapponibile delle due temperature (dell’imballaggio e del liquido) con incrementi molto vicini, anche se sempre leggermente inferiori per il liquido.



***Grafico 2: Andamento della temperatura del liquido imbottigliato dopo 7 ore di permanenza del campione in stufa termostatata a 50C***

L’umidità è rilevata all’interno dell’imballaggio da una sonda dedicata. Il Grafico 3 ne mostra l’andamento, monitorato per circa 7 ore e rilevato in continuo.

Dal grafico, è possibile notare la variabilità, sia in ampiezza (da poco meno del 50 al 100%) sia in frequenza (circa 3 min per andare da un punto di min ad un punto di max). L’andamento è da attribuirsi a perdite di liquido trafilato dal tappo della bottiglia a cui è stata applicata la sonda per il rilievo della temperatura interna.

***Grafico 3: Andamento dell’umidità all’interno dell’involucro dopo 7 ore di permanenza del campione in stufa termostatata a 50°C***

Prove di vibrazione

Le sollecitazioni impresse con le vibrazioni hanno permesso di verificare che l’imballaggio completo resiste a vibrazioni di 2 e 3 Hz (Tabella 2)

***Tabella 2: Risultati delle prove di vibrazione***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Risultati | | |
| VELOCITÁ | Hz | DANNI | LESIONI | Note |
| 4,5 | 2 | NO | NO | L’imballaggio non ha subito danni |
| 6 | 3 | NO | NO | L’imballaggio non ha subito danni |

L’imballaggio e la bottiglia al suo interno non hanno subito danni o lesioni a seguito delle vibrazioni impresse.

Prove d’urto verticale

I risultati delle prove, riassunti in Tabella 3, permettono di accertare che, dopo successive prove di caduta, sia l’imballaggio che la bottiglia al suo interno, non hanno subito danni o lesioni.

Tabella 3: Risultati delle prove verticali

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **ALTEZZE**  **(cm)** | **DANNI** | **LESIONI** |
| 5 | NO | NO |
| 10 | NO | NO |
| 15 | NO | NO |
| 20 | NO | NO |
| 30 | NO | NO |
| 40 | NO | NO |
| 50 | NO | NO |
| 60 | NO | NO |
| 80 | NO | NO |
| 100 | NO | NO |
| 120 | NO | NO |
| 150 | NO | NO |
| 180 | NO | NO |
| 210 | NO | NO |

Prove d’urto orizzontale

Nei test d’urto orizzontale, impresso con imballaggio in posizione verticale (Tabella 4) e con imballaggio in posizione orizzontale (Tabella 5), sia l’imballaggio sia la bottiglia al suo interno, non hanno subito danni o lesioni

L’identificazione delle facce è stata fatta in accordo con la normativa ISO 22206

Tabella 4: Risultati delle prove d'urto orizzontali: imballaggio in posizione verticale

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **FACCIA** | **DANNI** | **LESIONI** |
| 1 | NO | NO |
| 2 | NO | NO |
| 3 | NO | NO |
| 4 | NO | NO |

Tabella 5: Risultati delle prove d'urto orizzontali: imballaggio in posizione orizzontale

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **FACCIA** | **DANNI** | **LESIONI** |
| 2 | NO | NO |
| 4 | NO | NO |
| 5 | NO | NO |
| 6 | NO | NO |

Considerazioni sul primo gruppo di manufatti prodotti

Le osservazioni condotte, data l’esiguità della produzione, non consentono di trarre considerazioni generali, ma costituiscono preziosi spunti per migliorare la produzione successiva.

Le caratteristiche qualitative osservate suggeriscono di:

* curare maggiorente la fase di riempimento con la paglia, In particolare, si suggerisce di ridurne la lunghezza per favorire una maggiore compressione e una più omogenea distribuzione;
* prestare maggiore attenzione all’adesione tra le due fasi (PLA e paglia) al fine di evitare da una parte soluzioni di continuità e dall’altra sovrapposizioni della bioplastica.

Inoltre, la disformità’ delle due calotte sottolinea la necessità di maggiore attenzione nella loro produzione, anche per motivi di estetica dell’insieme, molto importante negli imballaggi. Ugualmente importante è il peso dell’imballaggio che dovrebbe essere ridotto, così come indicato anche dalla normativa.

Le prove d’urto in sequenza (peraltro molto severe) seguite dalle prove di condizionamento termico (a causa dell’azione del calore della stufa, lo strato di bioplastica esterno si è leggermente assottigliato, passando dall’aspetto opaco ad un aspetto traslucido) hanno indebolito il rivestimento in PLA, che si è staccato dalla paglia, facendone uscire parti più o meno grossolane (Figura 10).

Immagine che contiene cibo, carne

Descrizione generata automaticamente

Figura 10: Danni all’involucro di bioplastica e perdita di paglia

**Test sulla seconda produzione**

Lo studio tecnico dei prototipi di seconda produzione si è svolto in primo luogo con la valutazione delle singole calotte e successivamente ha riguardato gli imballaggi completi.

*Caratteristiche qualitative*

Le 16 calotte oggetto di studio (Tabella 1) sono state esaminate per quanto riguarda le loro dimensioni: La larghezza (L) è compresa tra 35,4 cm e 38 cm e il valore più frequente è di 37 cm. Abbinando le calotte come indicato in tabella a costituire l’imballaggio (Tabella 1) è evidente però che questa dimensione è molto simile ad eccezione di un caso dove lo scarto tra le due calotte è di oltre 2 cm. Per quanto riguarda le lunghezze (l) si distinguono i primi sei gruppi di calotte (bottiglie da olio) e gli ultimi due gruppi (bottiglie da vino). Nel primo caso il valore minimo è 19,3 cm e il valore massimo è di 20,2 cm la differenza tra le calotte accoppiate ha un valore massimo è di 0,5 cm. Nel secondo gruppo di calotte invece le misure della lunghezza sono praticamente identiche e lo scarto massimo è di 0,1 cm. Infine, anche per quanto riguarda la profondità, si possono osservare i due gruppi di involucro distinti. Nel caso degli imballaggi per bottiglie da olio la profondità massima è di 7,7 cm e la minima è di 5,8 cm, la differenza massima tra le calotte accoppiate è di 0,7 cm. Negli imballaggi per le bottiglie da vino la profondità massima è di 5,8 cm e la minima di 5,5 cm con differenza massima di 0,2 cm tra le calotte accoppiate. Conseguenza della differenza di dimensioni è la variabilità dei volumi delle diverse calotte: negli imballaggi per bottiglie da olio si passa da un valore minimo di 2783,59 cm3 ad un massimo di 3924,76 cm3 con differenza massima tra calotte accoppiate di 564 cm3. Negli imballaggi per le bottiglie da vino la differenza trai volumi risulta essere minore con variazioni inferiori a 200 cm3 tra i 4 prototipi esaminati. La massa risulta molto variabile per quanto riguarda le calotte per bottiglie da olio con valore minimo di 429,7 g, valore massimo di 610 g e, quindi, differenza di circa 190 g. Da sottolineare comunque che tra le 12 calotte 4 sono state formate prevedendo una forma piena, mentre le restanti 8 sono state formate con uno scavo corrispondente alla sagoma della bottiglia (Figura 11). Tra i due gruppi, si evidenzia che le variabilità sono più contenute: tra le calotte piene il peso minimo e massimo risulta essere rispettivamente di 618,7 g e 609,7 g (differenza di 9 g); tra le calotte sagomate il peso minimo è di 429,7 g mentre il peso massimo è di 601,9 g (differenza di 172,2 g). Minore variabilità è presente invece nelle misurazioni delle masse delle calotte per bottiglie di vino con scarto di 27,3 g. Si sottolinea che, in questo caso, le calotte sono piene.

Immagine che contiene cibo, interno

Descrizione generata automaticamenteImmagine che contiene bottiglia, persona, interno, cibo

Descrizione generata automaticamente

***Figura 11: Calotte per bottiglie da olio con fondo modellato con la sagoma della bottiglia (a sinistra) e con fondo pieno (a destra)***

Osservando i campioni analizzati (tutte le caratteristiche sono riassunte in Tabella 6), le calotte con fondo pieno sia da olio che da vino hanno parametri qualitativi generalmente positivi ad eccezione dell’integrità del film che presenta soluzioni di continuità per oltre il 50% dei campioni. Tale difetto riguarda anche i campioni delle calotte sagomate per le bottiglie da olio, seppure con minore incidenza (3 casi rispetto agli 8 analizzati). L’adesione del film plastico alla paglia è generalmente buona con un solo caso rilevato in una calotta sagomata. La sbordatura della pellicola invece è un difetto che riguarda le calotte sagomate dove è stata rilevata in 7 casi su 8. La paglia sembra essere ben pressata nelle calotte con fondo pieno mentre risulta meno coesa nelle calotte a fondo sagomato. La corretta collocazione della bottiglia nell’incavo risulta essere poco definita per le calotte dove è stata segnalata scarsa coesione della paglia. Gli incastri sono presenti solo nelle calotte utilizzate per le bottiglie da olio e risultano essere ben definiti in un solo caso.

In sintesi, considerando tali risultati, può essere affermato che tra i campioni analizzati si evidenzia un’elevata disformità per quanto riguarda le caratteristiche geometriche e le masse; tuttavia, è stato possibile individuare dei gruppi distinti (olio e vino) che presentano delle caratteristiche più omogenee. Comunque, i migliori risultati in termini di omogeneità geometrica e di massa si ottengono per le calotte con fondo pieno. Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative la maggior frequenza di difetti si osserva nelle calotte con fondo sagomato.

***Tabella 6: Descrizione di parametri geometrici e qualitativi delle calotte***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Codice | Dimensioni  L x l x P  (cm) | | | Volume  (cm3) | Massa  (g) | Adesione film/paglia \* | Integrità film \*\* | Sbordatura pellicola \*\*\* | Coesione paglia \*\*\*\* | Corretta collocazione bottiglia # | Incastro  ## |
| E1a | 36,5 | 20 | 6,3 | 3788,84 | 618,7 | + | + | + | ++ | + | - |
| E1b | 36,5 | 20 | 5,9 | 3224,48 | 609,7 | + | - | + | ++ | + | + |
| E2a | 35,7 | 19,7 | 7 | 3246,14 | 601,9 | + | - | + | ++ | + | + |
| E2b | 35,7 | 19,6 | 6,6 | 3060,86 | 539,7 | + | - | - | - | - | + |
| E3a | 36 | 19,3 | 5,8 | 3288,36 | 609,8 | ++ | - | + | ++ | + | + |
| E3b | 36 | 19,7 | 6 | 3518,83 | 610,4 | + | + | + | ++ | + | + |
| E4a | 35,4 | 19,8 | 6,2 | 2865,81 | 441,4 | + | + | - | + | + | + |
| E4b | 35,8 | 20 | 6,5 | 3209,44 | 429,7 | + | - | - | + | + | + |
| E5a | 38 | 19,5 | 7 | 3509,88 | 566,6 | - | + | - | - | - | - |
| E5b | 35,7 | 20 | 7,7 | 3924,76 | 563,3 | + | + | - | + | + | - |
| E6a | 35 | 19,8 | 6,2 | 2783,59 | 457,1 | + | + | - | + | + | + |
| E6b | 35,6 | 20,2 | 6,1 | 2801,03 | 434,1 | + | + | - | + | + | ++ |
| E7a | 37 | 14 | 5,6 | 2742,87 | 423,4 | + | + | + | + | + | n.d. |
| E7b | 37,3 | 14 | 5,8 | 2865,68 | 449,7 | + | - | + | + | + | n.d. |
| E8a | 37,8 | 13,9 | 5,5 | 2669,81 | 450,7 | + | - | + | + | + | n.d. |
| E8b | 37,5 | 14 | 5,5 | 2717,11 | 450,7 | + | - | + | + | + | n.d. |

Legenda: \*= +, buona adesione; ++, ottima adesione; -, non aderente

\*\*= +, film integro; -, film non integro

\*\*\*= + nessuna sbordatura; -, con sbordatura

\*\*\*\*= ++, paglia coesa; +, parzialmente lasca; -, paglia lasca

#= +, sagoma corrispondente alla bottiglia; -, sagoma non corrispondente alla bottiglia

##= ++, buona definizione dei tasselli di incastro; +, parziale dei tasselli di incastro; -, mancata definizione dei tasselli di incastro

Evidenziati in verde i record delle calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da vino; evidenziati in giallo i record delle calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio; non evidenziati i record delle calotte a fondo sagomato utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio

*Prove non normate*

Prove di flessione

La misura rilevata nelle prove di flessione è la differenza tra la posizione dello spigolo della calotta sul piano vincolato iniziale e la posizione raggiunta dopo l’applicazione del peso. Le misure condotte sulle singole calotte (Tabella 7) hanno evidenziato deformazione minima e costante per le calotte con fondo pieno per le bottiglie da olio con valore minimo di 1,2 cm e massimo di 1,8 con scarto di 0,6 cm e valore medio di 1,55 cm. I valori di deformazione registrati per le calotte sagomate per bottiglia da olio risultano piuttosto variabili, infatti, il valore minimo è di 1,1 cm e il massimo è di 19 cm con scarto di 17,9 cm. Il valore medio per la precedente tipologia di calotte è di 7,42 cm. Le calotte per bottiglie da vino risultano avere una deformazione costante per tutti i prototipi, con valore minimo di 3,3 cm e massimo di 3,5 cm con scarto di 0,2 cm. Analizzando i dati si può notare che le calotte a fondo pieno hanno mediamente maggiore resistenza alla deformazione e questa caratteristica ha valori costanti per le calotte appartenenti alla stessa categoria (per bottiglie da olio e per bottiglie da vino). La variabilità dei valori registrati nelle calotte con esterno sagomato può essere legata alla maggior difficoltà di riempimento dello stampo che in questi modelli si presenta più articolato per la presenza di cavità più piccole, rispetto agli stampi utilizzati per produrre le calotte a fondo pieno, in cui risulta complicato pressare paglia non macinata. Inoltre, trattandosi di esemplari prodotti artigianalmente da diversi operatori si nota che la produzione di calotte a fondo pieno risulta essere più standardizzabile (nell’ottica di una produzione industriale su larga scala) rispetto agli altri esemplari con esterno sagomato.

***Tabella 7: Livelli di deformazione rispetto all’orizzontale subiti delle singole calotte con l’applicazione del peso.***

|  |  |
| --- | --- |
| Codice | Deformazione  (cm) |
| E1a | 1,7 |
| E1b | 1,2 |
| E2a | 1,1 |
| E2b | 9,3 |
| E3a | 1,8 |
| E3b | 1,5 |
| E4a | 8,5 |
| E4b | 1,7 |
| E5a | 19 |
| E5b | 7,2 |
| E6a | 4 |
| E6b | 8,6 |
| E7a | 3,5. |
| E7b | 3,3. |
| E8a | 3,5. |
| E8b | 3,4. |

Legenda: evidenziato in verde le calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da vino; evidenziato in giallo calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio; non evidenziate calotte a pondo sagomato utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio

Resistenza all’accelerazione centrifuga

La prova è stata eseguita utilizzando un vibrovaglio impostato a 150 giri/min dotato di apposito sistema di fissaggio delle calotte sul piano rotante eccentrico. Lo scopo di tale prova è la verifica dell’efficienza dei tasselli di incastro tra due calotte complementari. Il tempo di durata della prova, prevista di 30 minuti, non ha superato i 30 secondi per mancanza di tenuta degli incastri delle calotte che non rendono l’imballaggio idoneo a sopportare le sollecitazioni che si possono verificare durante le varie fasi logistiche (principalmente di trasporto). Questa verifica conferma la necessità di utilizzare un imballaggio terziario (ad esempio, una scatola in cartone alveolato) per garantire all’imballaggio secondario l’assetto che gli conferisce caratteristiche idonee di resistenza meccanica alle varie sollecitazioni. Quindi, tutte le prove normate si svolgono con una bottiglia completa inserita nell’imballaggio secondario, a sua volta avvolto dall’imballaggio terziario.

*Prove normate*

Condizionamento termico

La prova di condizionamento termico è stata condotta mediante l’utilizzo di una stufa a ventilazione forzata con temperatura impostata a 50°C. Il campione è stato sottoposto a condizionamento termico per un tempo di circa 5 ore e i rilievi sono stati registrati ogni 42 secondi. Il test simula una condizione estrema, ma che si può facilmente verificare durante le operazioni di trasporto non refrigerato nei mesi più caldi.

Il primo parametro monitorato riguarda la temperatura dell’imballaggio secondario (Figura 12). La temperatura iniziale, di circa 24°C, raddoppia dopo 5 ore di monitoraggio, assestandosi a circa 43°C. Un’osservazione deve essere fatta a proposito dei primi 11 minuti in cui la temperatura si mantiene a livelli costanti.

***Figura 12: Evoluzione della temperatura interna all’imballaggio secondario nel corso della prova di condizionamento (il tempo indicato si riferisce al momento del rilievo del dato, intercorso ogni 42 secondi).***

Sulla base dei risultati del primo gruppo di test, che hanno evidenziato l’andamento sovrapponibile della temperatura della bottiglia all’andamento della temperatura dell’imballaggio, si è ovviato a questa misura, ritenendo che la descrizione della curva della temperatura dell’imballaggio possa descrivere anche la curva della temperatura del liquido.

Il monitoraggio dell’umidità (Figura 13) segnala, come già rilevato per la temperatura (i due parametri sono correttamente in relazione in termini di calore latente), un andamento interessante: dopo i primi 12 minuti di monitoraggio, l’umidità raggiunge valori prossimi al 100%. Tale valore cala subito dopo, per effetto della ventilazione, assestandosi progressivamente su valori compresi tra 55 e 50%. Ciò dovrà essere preso in considerazione nell’organizzazione logistica. Infatti, alte temperature e umidità vicino alla saturazione sono le condizioni ideali per lo sviluppo di funghi e muffe che trovano substrato ideale nella paglia non trattata (come quella utilizzata in questo caso specifico). L’esposizione ad alta umidità e calore per alcune ore possono innescare inoltre il processo di degradazione del PLA, alterandone le caratteristiche chimico-fisiche ed il colore. Il contenuto di umidità è sceso velocemente dopo il raggiungimento del picco (U.R. 93,3%), per effetto della ventilazione forzata della stufa, ed è continuato a diminuire per tutta la durata della prova, tendendo al 50%. Anche questo rilievo può essere messo in rapporto alle condizioni di stoccaggio e trasporto, rendendo necessaria la presenza di aria forzata

***Figura 12: Evoluzione del contenuto di umidità relativa interno all’imballaggio secondario durante la prova di condizionamento (il tempo indicato si riferisce al momento del rilievo del dato, intercorso ogni 42 secondi).***

Al termine delle prove di condizionamento l’imballaggio è stato visivamente analizzato e non si sono evidenziate alterazioni.

Prove d’urto verticale

Tutte le prove si sono svolte dall’altezza di 2,20 m e al termine di ognuna è stata fatta un’analisi visiva del provino registrando le caratteristiche riportate in Tabella 8. Le bottiglie piene utilizzate durante le prove (1 L per l’olio e 0,75 L per il vino) non hanno riportato alcuna lesione, anche a seguito di urti ripetuti (ogni calotta è stata sottoposta per tre volte consecutive all’urto sulle tre facce individuate). Le calotte per bottiglia da olio a fondo pieno non hanno mostrato problemi di perdita e/o sfaldamento di materiale interno a seguito delle prove, in un solo caso si è registrata perdita di paglia a seguito della lesione del film plastico durante l’ultima prova. Le calotte con fondo sagomato hanno confermato la scarsa resistenza e integrità, messa in evidenza già nelle precedenti valutazioni; di queste, solo un campione di imballaggio non ha mostrato danni significativi a seguito delle tre prove, mentre i restanti hanno avuto un progressivo peggioramento delle caratteristiche al succedersi degli urti. Le calotte per bottiglie da vino in due prove su tre hanno riportato danni da sfaldamento della paglia interna e lesioni al film plastico in particolare alla base della bottiglia.

***Tabella 8: Reazione dell’imballaggio primario (bottiglia) e dell’imballaggio secondario (calotte) a seguito dell’urto verticale testato sulle tre facce del parallelepipedo***

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Faccia 1 | | Faccia 2 | | Faccia 3 | |
| Campione | Involucro \* | Bottiglia \*\* | Involucro \* | Bottiglia \*\* | Involucro \* | Bottiglia \*\* |
| C1 | + | + | + | + | - | + |
| C2 | - | + | - | + | - | + |
| C3 | + | + | + | + | + | + |
| C4 | + | + | + | + | + | + |
| C5 | + | + | - | + | - | + |
| C6 | + | + | + | + | - | + |
| C7 | - | + | + | + | - | + |
| C8 | - | + | + | + | - | + |

Legenda

\*=+, nessuna lesione; -, perdita paglia.

\*\*=+, nessuna lesione; -, lesionata.

Evidenziato in verde le calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da vino; evidenziato in giallo calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio; non evidenziate calotte a pondo sagomato utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio

Prove d’urto laterale

I test di urto laterale sono stati eseguiti mediante l’utilizzo di una struttura a pendolo realizzata appositamente come da normativa ISO EN 2244. Gli urti laterali sono stati testati sulle due facce di minor superficie e al termine di ogni prova i campioni sono stati sottoposti ad esame visivo per valutare l’eventuale presenza di sfaldamenti o lesioni in seguito all’urto. La velocità tangenziale raggiunta dal sistema al momento dell’impatto del campione con la parete è di circa 10 km/h ed è la medesima per tutte le prove. I risultati della prova sono stati positivi sia per quanto riguarda le bottiglie sia per gli imballaggi, infatti, non è stato registrato alcun tipo di danno.

***Tabella 9: Reazione dell’imballaggio primario (bottiglia) e dell’imballaggio secondario (calotte) a seguito dell’urto laterale testato su faccia 1 e faccia 2 del parallelepipedo.***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Faccia 1 | | Faccia 2 | |
| Campione | Involucro \* | Bottiglia \*\* | Involucro \* | Bottiglia \*\* |
| C1 | + | + | + | + |
| C2 | + | + | + | + |
| C3 | + | + | + | + |
| C4 | + | + | + | + |
| C5 | + | + | + | + |
| C6 | + | + | + | + |
| C7 | + | + | + | + |
| C8 | + | + | + | + |

Legenda:

\*=+, nessuna lesione; - lesionato

\*\*=+, nessuna lesione; - lesionata

Evidenziato in verde le calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da vino; evidenziato in giallo calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio; non evidenziate calotte a pondo sagomato utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio

**Valutazioni complessive**

A seguito delle prove condotte, alla luce dei dati raccolti, è stata compilata una scheda di valutazione per ogni calotta, attribuendo una valutazione da 1 a 10 (scala di gradimento crescente) a 16 quesiti, a sintesi dei parametri esaminati. (Tabella 10)

Osservando le valutazioni sui singoli prototipi (Tabella 11) emerge che le calotte che hanno ottenuto punteggio più elevato (calotte più performanti) sono quelle con fondo pieno, sia per bottiglie da vino che da olio. Infatti, entrambe le tipologie hanno ottenuto valutazioni medio-alte per i 2/3 dei quesiti. Le calotte sagomate riportano valutazioni variabili in funzione del singolo prototipo, ma in tutti i casi il numero di valutazioni con punteggio medio-alto (superiore a cinque) è sempre minore rispetto alle calotte con fondo pieno. In questa ultima categoria è presente una calotta che ha valutazioni negative per il 94% dei quesiti.

***Tabella 10: Quesiti di valutazione e loro peso***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Quesiti** | | **Peso** |
| D1 | L’imballaggio è integro e non è danneggiato. | 1 - 10 |
| D2 | Unità complete e corretta complementarietà degli elementi. | 1 - 10 |
| D3 | Dimensioni corrette del pacco (rispetto all’imballaggio primario) | 1 - 10 |
| D4 | Dimensioni corrette del pacco (rispetto all’imballaggio terziario) | 1 - 10 |
| D5 | Resistenza a sforzo laterale o a flessione | 1 - 10 |
| D6 | L’imballaggio rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato | 1 - 10 |
| D7 | L’imballaggio riflette nell'aspetto il suo contenuto | 1 - 10 |
| D8 | L’imballaggio è riconducibile a una forma geometrica definita | 1 - 10 |
| D9 | Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro | 1 - 10 |
| D10 | L’imballaggio è esteticamente gradevole | 1 - 10 |
| D11 | Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente | 1 - 10 |
| D12 | L’imballaggio rispetta le funzioni per cui è stato progettato | 1 - 10 |
| D13 | L’imballaggio è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) | 1 - 10 |
| D14 | L’imballaggio è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione | 1 - 10 |
| D15 | L’imballaggio è compatibile con l'impilamento | 1 - 10 |
| D16 | L’imballaggio resiste a variazione di temperatura | 1 - 10 |

***Tabella 11: Valutazione delle singole calotte***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Codice imballaggi0 | Valutazione | | | | | | | | | | Somma valutazioni da 1 a 5 | Somma valutazioni da 6 a 10 |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |  |
| E7b | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 0 | 5 | 4 | 12 |
| E7a | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 3 | 4 | 0 | 5 | 4 | 12 |
| E8b | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 0 | 5 | 4 | 12 |
| E8a | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 5 | 0 | 5 | 4 | 12 |
| E1a | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | 1 | 5 | 4 | 12 |
| E1b | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | 1 | 5 | 4 | 12 |
| E3b | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | 1 | 5 | 4 | 12 |
| E3a | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 2 | 4 | 1 | 5 | 4 | 12 |
| E4a | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 4 | 6 | 10 |
| E4b | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 0 | 4 | 6 | 10 |
| E5a | 5 | 1 | 4 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 15 | 1 |
| E6a | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 4 | 5 | 11 |
| E6b | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 1 | 3 | 1 | 0 | 4 | 7 | 9 |
| E2a | 2 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 6 | 0 | 1 | 4 | 5 | 11 |
| E2b | 1 | 0 | 0 | 5 | 1 | 1 | 3 | 1 | 0 | 4 | 7 | 9 |
| E5b | 1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 0 | 2 | 3 | 0 | 4 | 7 | 9 |

Legenda: evidenziate in verde le calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da vino; evidenziate in giallo le calotte a fondo pieno utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio; non evidenziate le calotte a fondo sagomato utilizzate a formare imballaggi per bottiglie da olio

Per mettere in risalto i punti di forza e di debolezza delle calotte si riporta la frequenza di valutazione per ogni singolo quesito (Tabella 12). I punti di forza più frequentemente riscontrati sono la resistenza agli urti e la resistenza alla variazione di temperatura; caratteristica positiva ma con maggiore variabilità riscontrata è la resistenza alla deformazione e sforzo laterale. I punti di debolezza risultano prevalentemente legati all’aspetto estetico. In appendice (Appendice A) si riportano le tabelle riassuntive delle singole calotte.

***Tabella 12: Frequenza di valutazione per ogni quesito***

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Quesiti | Valutazione | | | | | | | | | | Somma valutazioni da 1 a 5 | Somma valutazioni da 6 a 10 |
|  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |  |
| D1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 4 | 0 | 8 | 2 | 14 |
| D2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 6 | 9 | 0 | 0 | 1 | 15 |
| D3 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 13 | 0 | 0 | 1 | 15 |
| D4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 15 | 0 | 0 | 0 | 1 | 15 |
| D5 | 1 | 0 | 0 | 1 | 4 | 0 | 1 | 4 | 5 | 0 | 6 | 10 |
| D6 | 0 | 0 | 2 | 13 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 |
| D7 | 8 | 1 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| D8 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 4 |
| D9 | 1 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 8 | 8 |
| D10 | 12 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 |
| D11 | 1 | 0 | 0 | 2 | 4 | 0 | 1 | 8 | 0 | 0 | 7 | 9 |
| D12 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 3 | 8 | 0 | 0 | 2 | 14 |
| D13 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | 15 |
| D14 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | 15 |
| D15 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 15 | 1 | 15 |
| D16 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16 | 0 | 16 |

**Considerazioni conclusive**

Al termine della serie di prove eseguite si propongono alcune considerazioni.

Innanzitutto, si sottolinea come questo tipo di imballaggio sia destinato ad essere adottato in molti settori perché la produzione si ottiene a valle di una filiera produttiva, la cerealicola, che ha un sottoprodotto, la paglia, attualmente poco valorizzato. Inoltre, i materiali a fine vita dell’imballaggi possono entrare nella filiera del compostaggio con i residui organici domestici.

Tuttavia, entrando nel vivo del lavoro svolto, devono essere sottolineati alcuni aspetti non completamente positivi. Per le caratteristiche funzionali sono emerse alcune criticità su cui è necessario lavorare per un ulteriore perfezionamento dell’imballaggio. In primo luogo, si possono notare dei cedimenti nella maggior parte degli esemplari, se sottoposti a prove di urto ripetute, sia verticale che orizzontale. Dopo più urti la struttura interna cede, infatti il film bioplastico perde aderenza con i blocchi di paglia che si sfaldano e che forano il film bioplastico esterno. Il fenomeno è stato osservato anche a seguito di alcune cadute verticale per sollecitazioni causate dal fondo della bottiglia che ha creato delle lesioni al film.

Le prove di resistenza termica dell’involucro hanno evidenziato che, in assenza di vettori termoregolati, con temperature esterne elevate (concentrazioni all’interno degli abitacoli prossime anche ai 50 gradi come verificato nella estate 2023), l’autonomia di trasporto è solo su brevi distanze e, comunque, per tempi non superiori alle 2 ore. Inoltre, la prova di condizionamento ha esso in evidenza che, con un materiale organico non anidro, l’umidità presente si libera fino a saturare, almeno potenzialmente l’atmosfera interna all’imballaggio, arrivando ad UR del 93%. Queste condizioni potrebbero portare allo sviluppo di spore presenti naturalmente sulla paglia.

L’osservazione visiva delle calotte ha evidenziato, in numerosi casi, una scarsa standardizzazione nelle forme e rivestimenti esterni poco definiti. In particolare, è risaltata la presenza di abbondante bioplastica del rivestimento esterno, in eccessi e sbordature, soprattutto ai lati, che quindi hanno un rivestimento fragile e mal saldato. Per ovviare a questa problematica si potrebbe provare ad utilizzare della paglia macinata che darebbe all’imballaggio maggiore resistenza meccanica. È necessario lavorare anche sulla minimizzazione del materiale, soprattutto perché alcuni prototipi presentano eccessi di paglia (con pesi molto elevati) e di materiale bioplastico, con inutile consumo dei materiali. Questo servirebbe ad agevolare la logistica, in quanto la riduzione di massa e volume conferiscono al prodotto notevoli vantaggi, che si riflettono anche dal punto di vista economico. Tuttavia, a questo proposito, si deve affermare che la riduzione non deve essere a scapito della resistenza. Questa asserzione è stata confutata dalle prove di resistenza, negative, per la maggior parte delle calotte con fondo sagomato.

Infine, per rendere il prodotto utilizzabile e raggiungere un livello qualitativo compatibile con le esigenze di mercato, occorrerebbe creare uno stampo e modalità di assemblaggio della paglia standard che definisca in maniera precisa sia le dimensioni esterne sia la sagoma dove sarà contenuta la bottiglia.

Valorizzare un prodotto tramite l’uso di un imballaggio appositamente dedicato significa anche caratterizzare il prodotto contenuto e risultare attraente al consumatore rendendolo disponibile ad investire una somma di denaro maggiore per un prodotto di qualità superiore. Dalle valutazioni è emersa la necessità di migliorare l’aspetto estetico, anche a scapito della resistenza meccanica in termini assoluti, che potrebbero essere parzialmente assolta dall’imballaggio terziario. I’imballaggio secondario potrebbe evolversi come un involucro di minimo spessore che riproduce le forme del contenuto evocando, agli occhi del consumatore, il prodotto interno. Sul profilo estetico c’è ancora da migliorare, rivalutando anche le funzionalità prioritarie dell’imballaggio. I prototipi forniti a seguito delle valutazioni fatte al primo esemplare in precedenti lavori presentano in alcuni modelli caratteristiche migliorative come la forma esterna della bottiglia e la riduzione dello spessore dello strato interno di paglia.

ALLEGATO A– SCHEDE DI VALUTAZIONE DELLE CALOTTE

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Calotta E7b | | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | |  | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E7a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E8b | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E8a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E1a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E1b | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E3b | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E3a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E4a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E4b | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E5a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E5b | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E6a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E6b | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E2a | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Calotta E2b | | | | | | | | | |
| Il packaging è integro e non è danneggiato. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Unità complete e corretto imballaggio dell'assortimento. |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging primario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Dimensioni corrette del pacco (rispetto al packaging terziario) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Resistenza a sforzo laterale o a flessione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta gli standard di minimizzazione del materiale utilizzato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging riflette nell'aspetto quello che è il contenuto |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è riconducibile a una forma geometrica definita |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Nel caso di multimateriali i vari elementi sono fusi tra loro |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è esteticamente gradevole |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il processo di compressione dei materiali (se presente) ha raggiunto un livello soddisfacente |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging rispetta le funzioni per cui è stato progettato |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urto verticale (caduta da altezze conformi allo stoccaggio della filiera di riferimento) |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è resistente a urti compatibili con la normale manipolazione |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging è compatibile con l'impilamento |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Il packaging resiste a variazione di temperatura |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |