

6.3 Lineamientos para el diseño de envases-embalajes

El objetivo principal del embalaje es proteger el producto embalado desde los centros de producción hasta alcanzar el usuario final.

Desde el punto de vista de los factores que pueden producir daños sobre el envoltorio de la carga embalada durante el proceso de transporte, pueden considerarse los impactos por caídas por el manipuleo, las vibraciones de los vehículos utilizados, los esfuerzos producidos por apilamiento durante el depósito de la mercadería, las variaciones de temperatura y humedad ambiental etc. Dentro de todos estos, el factor más importante son los daños provocados por las caídas por manipulación.

La parte de la ingeniería que trata de dar la protección necesaria al producto contra los impactos externos por caída debido a la manipulación es el “diseño amortiguante”. Este campo tiene como objetivo tratar de suavizar los impactos externos sobre el producto, protegiendo el producto de modo que no tenga que sufrir los esfuerzos de choque, llevando el sistema a un punto tal que los valores de impacto estén dentro de los admisibles por el producto.

El “diseño amortiguante” es un campo de la ingeniería desarrollado básicamente para productos industriales y esta conformado según 3 etapas como sigue.

(1) Cálculo de amortiguación:

Define espesores y áreas requeridas del material amortiguante

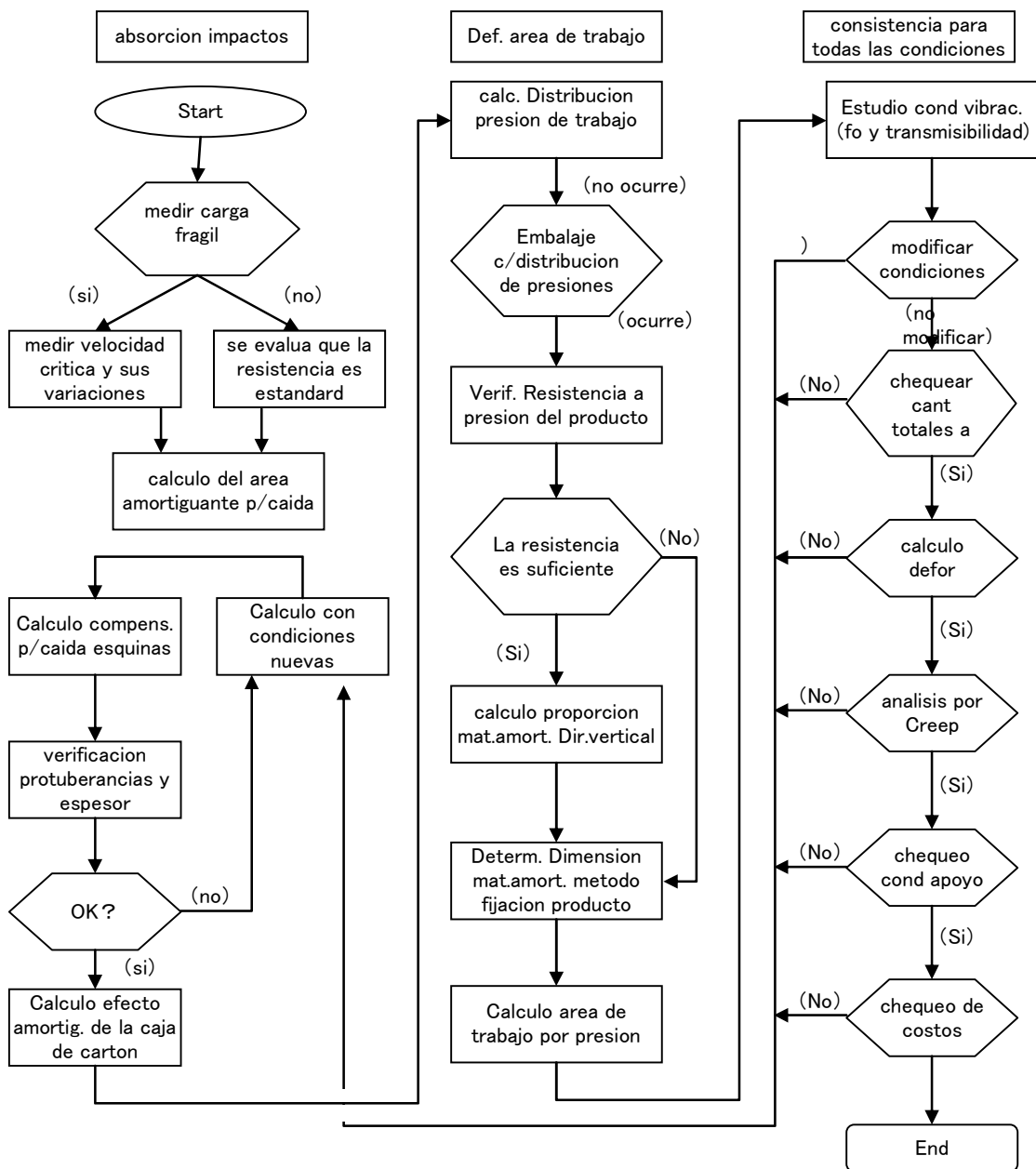
(2) Definición Mat. Amortiguante:

Define los puntos de colocación del Mat. amortiguante

(3) Preparación de planos:

Definición geométrica del mat. amortiguante por planos

De este modo, considerando la forma de llevar adelante el diseño de la carga embalada, se pueden resumir los diferentes pasos según el diagrama de flujo siguiente.

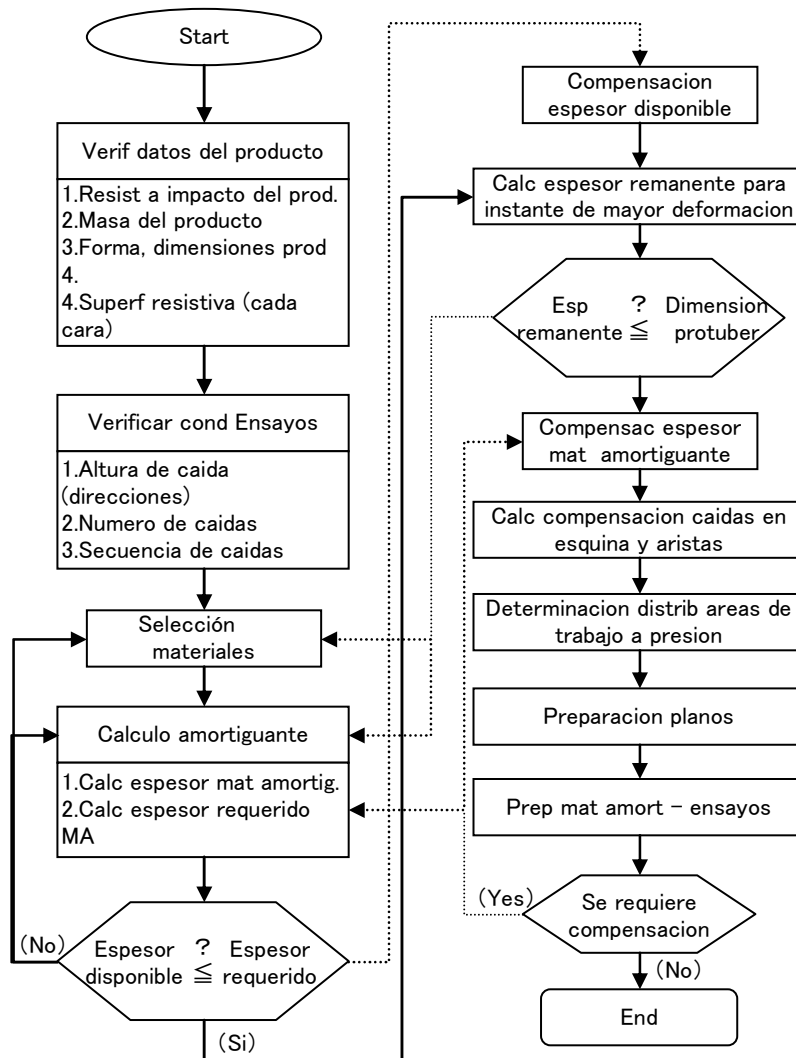


Fuente: Kiyohide Hasegawa – “Tecnología de embalaje amortiguante-Metodos de Ensayos”
 Curso XXXIX - Nikkan Publishing Co.

Fig. 6.3-1 Diagrama de Flujo del Procedimiento de Diseño Amortiguante de envases-embalajes

Si se muestra el procedimiento de diseño para la parte correspondiente al diseño amortiguante, el mismo se puede visualizar según el diagrama de flujo que se describe a continuación. Luego de definidas las condiciones iniciales, mediante la utilización de las graficas requeridas, en principio los pasos se siguen sistemáticamente. Sin embargo, para las determinaciones de caídas en esquinas y aristas, dado que no existen metodologías establecidas, los factores están determinados según experiencias. Con respecto a los factores de

compensación de las características amortiguantes de materiales externos tales como cartón corrugado, dado que varían según la geometría de los embalajes (cajas) y el tipo de material, se hace necesario un conocimiento previo y una cierta experiencia en diseño amortiguante.



Fuente: Kiyohide Hasegawa – “Tecnología de embalaje amortiguante-Metodos de Ensayos”
Curso XXXIX - Nikkan Publishing Co.

Fig. 6.3-2 Diagrama de Flujo para Diseño amortiguante

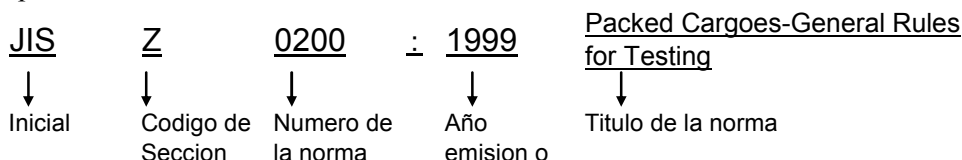
6.3.1 Analisis comparativo con la Norma JIS

6.3.1.1 Normas JIS sobre envases-embalajes

Desde el punto de vista de las normas para productos industriales, la norma JIS (Japan Industrial Standards) establece numerosas normas relacionadas a envases-embalajes y transporte de distribución. Dichas normas están clasificadas en: glosarios, generalidades de envases-embalajes, materiales - envases, metodología de ensayos. Las normas más detalladas se refieren a materiales-envases y le siguen las referentes a ensayos.

El código de identificación de las normas es como se describe a continuación. Las 4 cifras de la derecha corresponden al año de emisión o de la última revisión de la norma. Estas normas se encuentran en proceso de constantes revisiones, teniendo en cuenta las necesidades sociales y ambientales, la adaptación a las nuevas tecnologías y la coordinación con otras normas a nivel internacional.

Ejemplo:



Las normas JIS en general, están conformadas por una parte principal y una parte explicativa, y dependiendo del tema que trate, incluyen una serie de anexos reglamentarios (especificación) y anexos de referencia (comentarios).

Dentro de esta conformación del documento, el formato de la parte principal y los anexos reglamentarios constituyen un todo de la Norma JIS, no siendo así para los anexos de referencia, los cuales no constituyen parte del documento.

La lista de normas JIS para embalajes industriales es como sigue.

Tabla 6.3.1-1 Normas JIS para envases-embalajes industriales

Seccion	Detalle	Codigo Id	Titulo
Terminologia Embalajes		Z 0108 : 2005	Glossary of terms for packaging
		Z 0102 : 2004	Kraft paper sacks – Glossary of terms and types
		Z 0103 : 1996	Glossary of terms used in rust and corrosion preventive technology
		Z 0106 : 1997	Glossary of terms used for pallets
		Z 0104 : 1990	Glossary of terms used in corrugated fibreboard industry
		Z 0107 : 1974	Glossary of terms used in wooden box for packing
		Z 0109 : 1992	Glossary of terms used in pressure sensitive adhesive tapes and sheets
		Z 0111 : 2006	Glossary of terms used for physical distribution
Embalajes General		P 0001 : 1998	Paper, board and pulp -- Vocabulary
		Z 0105 : 1998	Transport packages -- Dimensions of transport packages by modular coordination
		Z 0150 : 2001	Packaging - Pictorial marking for handling of goods
		Z 0152 : 1996	Marking for attention in handling of packaged goods
		Z 0161 : 1984	Dimensions of unit load sizes
		Z 0650 : 1995	General rules for unit-load system
		X 0501 : 1985	Symbols for bar codes for common goods
Materiales Envases	maderas	X 0502 : 1994	Symbols for bar codes for distribution goods
		Z 1402 : 2003	Wooden boxes for packing
		Z 1403 : 2003	Wooden framed boxes for packing
		Z 1406 : 1978	Crate plywood boxes
		Z 1407 : 1989	Wirebound boxes
		Z 1408 : 1989	Crates, slatted, wirebound boxes
	Papel procesado	Z 1514 : 1994	Polyethylene coated paper
	Cartones y carton corrugado	P 3902 : 2005	Liner boards for corrugated board
		P 3904 : 2005	Corrugating flute sheet paper
Z 1516 : 2003		Corrugated fiberboards for shipping containers	

Seccion	Detalle	Codigo Id	Titulo
		Z 1506 : 2003	Corrugated shipping containers
		Z 1507 : 1989	Types of corrugated fibreboard boxes
	Bolsas de papel	Z 1531-1 : 2004	Kraft paper sacks –Definitions of dimensions and measuring method
		Z 1531-2 : 2004	Kraft paper sacks – Dimension tolerances for common use sacks
		Z 1531-3 : 2004	Sacks – Sampling method for testing empty sacks
		Z 1532 : 1998	Kraft paper sacks - Testing method for bottom pasting strength
		Z 1505 : 2004	Kraft paper sacks - For cement
		Z 1509 : 2004	Kraft paper sacks - For potato starch
	plasticos	Z 1702 : 1994	Polyethylene films for packaging
		Z 1706 : 1995	Polyethylene pots
		Z 1712 : 1997	Oriented polypropylene films for packaging
		Z 1713 : 1997	Cast polypropylene films for packaging
		Z 1714 : 1997	Biaxially oriented nylon films for packaging
		Z 1715 : 1997	Biaxially oriented polyethylene terephthalate (PET) films for packaging
		Z 1716 : 2004	Cast polyethylene terephthalate (PET) films for packaging
		Z 1707 : 1997	General rules of plastic films for food packaging
		Z 1709 : 1995	Heat shrinkable plastic films for packaging
		Z 1529 : 2004	Pressure sensitive adhesive films for printing
		K 6734 : 2000	Plastics - Unplasticized poly (vinyl chloride) sheets - Types, dimensions and characteristics - Part 2: Sheets of thickness less than 1 mm
		Z 1533 : 1995	Polyolefine flat yarn for woven cloth
		Z 1534 : 1999	Heavy duty polyethylene sacks
		Z 1711 : 1994	Polyethylene film bags
		Z 1655 : 1993	Plastic returnable containers
		metales	Z 1520 : 1990
	H 4160 : 2006		Aluminium and aluminium alloy foils
	Z 1600 : 2006		Open head steel drums
	Z 1601 : 1994		Steel drums for liquids
	Z 1602 : 2003		18 liter metal cans
	Z 1604 : 1995		Plugs and flanges for steel drums
	Z 1607 : 2003		Metal caps and nozzles
	Z 1620 : 1995		Steel pails
	Z 1571 : 2005	Hermetically sealed metal cans for food and drink	
	Material amortiguante	L 3203 : 2002	Jute felts
	Elem de union, Mat de sellado	Z 1511 : 2004	Gummed paper tapes (for packaging)
		Z 1512 : 1995	Gummed cloth tapes (for packaging)
		Z 1522 : 1994	Pressure sensitive adhesive cellophane tapes
		Z 1523 : 1994	Pressure sensitive adhesive paper tapes
		Z 1524 : 1994	Pressure sensitive adhesive cloth tapes for packaging
		Z 1525 : 1991	Pressure sensitive adhesive polyvinyl chloride tapes for packaging
		Z 1528 : 1991	Pressure sensitive adhesive double face coated tapes
		Z 1541 : 1998	High potential pressure sensitive adhesive double face coated tapes
		Z 1539 : 1991	Pressure sensitive adhesive polypropylene tapes for packaging
Z 1527 : 2002		Polypropylene band	
Z 1701 : 1995		Rubber band for packaging	
L 2701 : 1992		Manila and sisal fibre ropes (Amendment 1)	
L 2703 : 1992		Vinylon ropes	
L 2704 : 1992		Nylon ropes	
L 2705 : 1992		Polyethylene ropes	
L 2706 : 1992	Polypropylene ropes		
L 2707 : 1992	Polyester ropes		

Seccion	Detalle	Codigo Id	Titulo
	Mat para hermetizar	Z 1519 : 1994	Volatile corrosion inhibitor
		Z 1535 : 1994	Volatile corrosion inhibitor treated paper
		Z 1708 : 1976	Sprayable and strippable protective plastic coatings
		Z 1705 : 1976	Corrosion preventive greaseproofed barrier materials
		Z 2246 : 1994	Shore hardness test - Test method
		Z 1901 : 1998	Pressure sensitive adhesive polyvinyl chloride tapes for corrosion protection
		Z 1902 : 2000	Petrolatum tapes for corrosion protection
Especificacion embalajes		Z 0701 : 1977	Silicagel desiccants for packaging
		Z 0301 : 1989	Method of moisture-proof packaging
		Z 0302 : 1955	Water proof packaging
		Z 0303 : 1985	General rule for corrosion preventive packaging method
Metodologia de ensayos	Materiales -Envases	Z 0305 : 1998	Chemical cleaning of steel products
		Z 0402 : 1995	Test method for adhesion of corrugated fibreboard
		Z 0403-1 : 1999	Corrugated fibreboard --Part 1: Determination of flat crush resistance
		Z 0403-2 : 1999	Corrugated fibreboard - Part 2: Determination of edgewise crush resistance
		K 6767 : 1999	Cellular plastics - Polyethylene - Methods of test
		K 6768 : 1999	Plastics - Film and sheeting - Determination of wetting tension
		K 7112 : 1990	Plastics - Methods of determining the density and relative density of non-cellular plastics
		K 7114 : 2001	Plastics - Methods of test for the determination of the effects of immersion in liquid chemicals
		Z 0221 : 1976	Method of water permeability test for packing material
		Z 0235 : 2002	Cushioning materials for packaging -- Determination of cushioning performance
		Z 0240 : 2002	Structural cushioning materials for packaging -- Determination of cushioning performance
		Z 0208 : 1976	Testing methods for determination of the water vapour transmission rate of moisture-proof packaging materials (dish method)
		Z 0237 : 2000	Testing methods of pressure-sensitive adhesive tapes and sheets
	Z 0238 : 1998	Testing methods for heat sealed flexible packages	
	Z 0218 : 1997	Gummed tape - Testing methods for adhesive strength	
	Embalajes y cargas	Z 0119 : 2002	Mechanical-shock fragility testing methods for packaging and products design
		Z 0170 : 1998	Unit loads - Stability testing
		Z 0201 : 1989	Methods of designating on component parts and points of containers when testing
		Z 0200 : 1999	Packaged freights - General rules of testing
		Z 0202 : 1994	Packaged freights - Method of drop test
		Z 0203 : 2000	Packaged freights - Conditioning for testing
		Z 0205 : 1998	Packaged freights - Method of horizontal impact tests
		Z 0212 : 1998	Packaged freights and containers -- Method of compression test
		Z 0215 : 1996	Testing method of stitch strength for sewn kraft paper sacks
		Z 0216 : 1991	Water spray test for packages and containers
Z 0217 : 1998		Kraft paper sacks - Method of drop test	
Z 0222 : 1959		Method of permeability test for moisture proof packing case	
Z 0232 : 2004	Packaged freights - Method of vibration test		

Dentro del marco del presente Estudio JICA, y como resultado del análisis de datos recolectados durante los estudios de transporte, a través del desarrollo del diseño de envases-embalajes y del Proyecto Modelo (Prueba de transporte con el nuevo embalaje mejorado), se tienen expectativas para la emisión de la Norma MERCOSUR (preliminar) la cual se detalla en este Capítulo 6, tomando como modelo estas normas JIS.

6.3.1.2 Evaluación de envases de lácteos para transporte, en base a normas JIS, ISO y otros

(1) Guía de referencia para ensayos de evaluación de productos lácteos para transporte

Los valores de referencia, de aplicarse las normas JIS, ISO entre otros resultan como sigue.

Ensayos de cargas embaladas de lácteos (Evaluación de envases de lácteos)

JIS Z 0232 (2004) ISO 8318 (2000), ISO 13355 (2001)

Método de Ensayo de Vibraciones para Cargas Embaladas

Vibraciones Aleatorias	
Condiciones De Ensayo	* Utilizar los valores de aceleración "RMS Totales" y "Densidad Espectral de Potencia" (PSD) obtenidos del Estudio del Ambiente de Transporte del MERCOSUR. * Realizar los ensayos dentro de los límites de seguridad según aceleraciones (m/s ²).
Dens Espectral Potencia	G ² /Hz (m ² /s ²)
Rms Total *	m/s ² (G)
Período de Vibraciones	min (Aplicar según distancias y medio de transporte)
Dirección de Vibraciones	Vertical (Las normas ISO 8318, ISO 13355 no consideran vibraciones horizontales)
Rango de Frecuencias	Hz

* El valor de rms (Root Mean Square) corresponde al recorrido total.

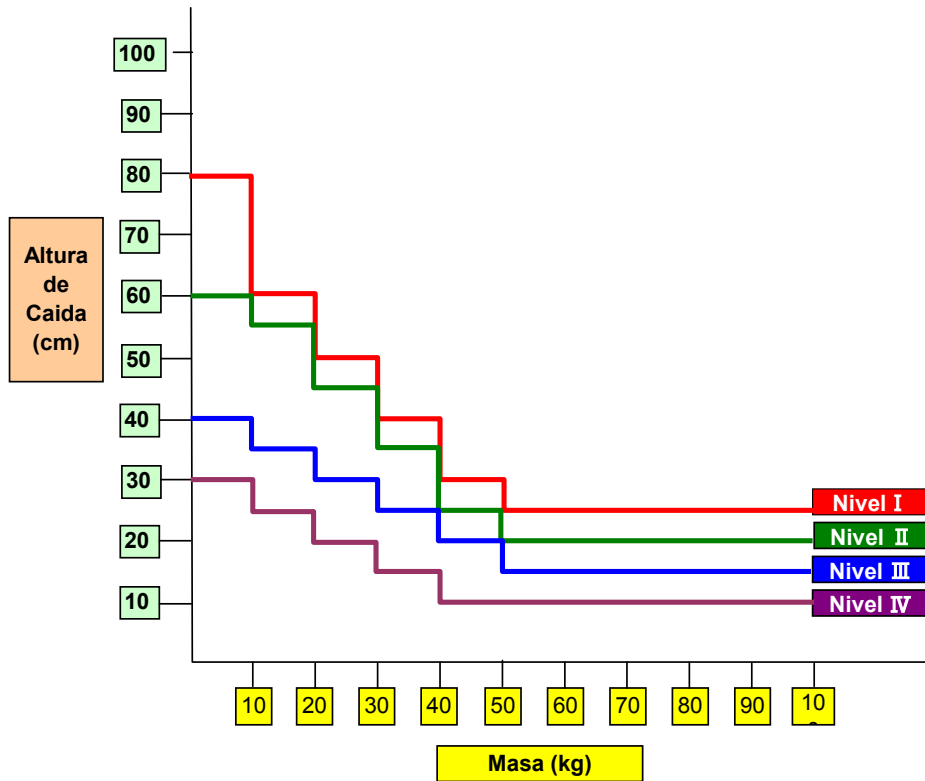
**Clasificación de las condiciones de distribución (preliminar)
(Referencia por "Grados" para Evaluación de Ensayos <preliminar>)**

Unidad: %

	A (Bueno)	B (Medio)	C (Malo)
Grado 1	100	-	-
Grado 2	80	10	10
Grado 3	60	20	20
Grado 4	40	30	30
Grado 5	20	40	40

Fuente: Grupo de Estudio JICA

METODO DE ENSAYO DE CAIDA
 PARA CARGAS EMBALADAS (Caida Libre)
 NORMA JIS-Z-0202



Subdivisión según condiciones de distribución de la carga:
 Se dividen en 4 categorías según condiciones de: transporte,
 almacenamiento y manipulación de la carga.

NIVEL I	El Nro. de re-apilado de la carga es alto, y con posibles cargas externas altas
NIVEL II	El Nro. re-apilado de la carga es alto, y con posibles cargas externas
NIVEL III	El Nro. re-apilado de la carga y cargas externas son de un nivel normal,
NIVEL IV	El Nro. re-apilado de la carga es bajo y sin cargas externas previsibles.

Normas JIS Z 0202 (1994) ISO 2248 (1985), ISO 8568 (1989)

Método de Ensayo de Caída para Cargas Embaladas

Ensayo de Caída Libre

Masa (kg)	Altura de Caída (cm)			
	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
Hasta 10	80	60	40	30
Mayor que 10 hasta 20	60	55	35	25
Mayor que 20 hasta 30	50	45	30	20
Mayor que 30 hasta 40	40	35	25	15
Mayor que 40 hasta 50	30	25	20	10
Mayor que 50 hasta 100	25	20	15	10

Nota: Para el caso de masas mayores de 100kg, se recomiendan ensayos con impacto en base y arista lateral. Para cargas entre 50 y 100kg, se admiten este tipo de ensayo.

Caída con impacto en base y arista lateral

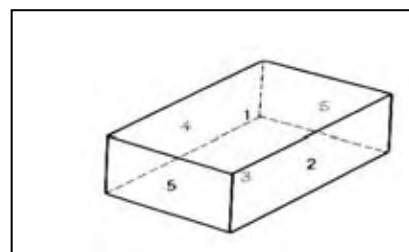
Masa (kg)	Altura de Caída (cm)			
	Nivel I	Nivel II	Nivel III	Nivel IV
Mas de 50 hasta 200	50	40	30	20
Mas de 200 hasta 500	40	30	20	15
Mas de 500 hasta 1000	30	20	15	10

Secuencia de Caidas y numero de ensayos

Secuencia	Parte a impactar en caída (cara Nro)	Nro Ensayos
1	Vertices adyacentes al fondo Ej. Vértice 2-3-5	1
2	Arista adyacente a cara lateral Ej. Arista 3-5	1
3	Arista fondo-cara lateral Ej. Arista 2-3	1
4	Arista cara frontal-lateral Ej. Arista 2-5	1
5-10	Cada una de las 6 caras de la caja	6
	Totales	10

Notas:

1. Los ensayos pueden ser parcialmente obviados, dependiendo del tipo de carga embalada,.
2. Esta permitido modificar el orden de la secuencia de los ensayos, previo acuerdo con en receptor de los ensayos.
3. Para la selección de los vértices y aristas a ensayar, se tomarán aquellos más débiles.



Normas JIS Z 0212 (1998) ISO 12048 (1994) ISO 2234 (2000)
 Metodos de Ensayos de Compresión p/carga embalada y envases

(a) Ensayos según JIS Z 0212

Los ensayos se realizan utilizando equipos según norma JIS Z 0212 y el Método “A”.

Nota: El Método “A” es un ensayo de compresión, y básicamente estudia los daños en los productos debidos a carga de compresión.

Se recomienda una cantidad de muestras mayor que 3 piezas.

El Método “B” es un ensayo de compresión para estudiar la resistencia a la compresión del embalaje secundario, como cajas de cartón vacías.

Se recomienda una cantidad de muestras mayor que 5 piezas.

【Método de Ensayo “A”】

Las muestras deben ser preparadas antes del ensayo, según se indica en JIS Z 0203. En este caso, la temperatura y humedad durante la preparación se fijan de acuerdo al objetivo del ensayo. La dirección de la aplicación de la compresión será de acuerdo a las caras presionadas por apilamiento, y la velocidad de aplicación será según la formula siguiente en el que se indica la carga y con un incremento de 10±3mm por minuto, registrándose los valores observados en forma inmediata. La cantidad de muestras será mayor que 3 piezas.

$$F = 9.8 \times K \times M \times (n - 1)$$

F : Carga (N)

K : Factor de Carga (Ver tabla de abajo)

M : Masa de la muestra (kg)

n : Nro de cajas apiladas máxima en el transporte (Nro total cajas)

Factor de Carga

Clasificación según solicitudes	Clasificación según absorción de humedad del emb.2rio		
	Se estima NO absorción de humedad o innecesario su consideración	Se estima que SI habrá absorción de humedad en emb.2rio	Se estima que SI hay absorción de humedad, o el producto es fluido.
Cuando solo el embalaje externo (caja carton) resiste las solicitudes	4	5	7
Cuando la combinación de: producto, mat. amortiguante, embalaje 1rio, embalaje 2rio resisten las solicitudes.	2	3	4
Cuando el producto y el embalaje 1rio resisten las solicitudes, y no se considera la resistencia del embalaje externo.	1	1	1

Nota: Se permite ajustar el Factor de Carga en ±1, dependiendo de las condiciones de distribución (periodo de tiempo, humedad, vibraciones)

NORMA JIS Z 0203 (2000) ISO 2233 (1994)

Preparación previa al Ensayo – Cargas embaladas

Condiciones de Temp. - Hum.	Temperatura		humedad %
	°C	K	
A	-55	218	A
B	-35	238	B
C	-18	255	C
D	5	278	D
E	20	293	E
F	20	293	F
G	23	296	G
H	27	300	H
I	30	303	I
J	40	313	J
K	40	313	K
L	50	328	L

Notas sobre Método “A” y Método “B”

Método “A”: Las mediciones de carga de compresión, serán a partir de las cargas iniciales indicadas en la siguiente Tabla:

Cargas Iniciales		Unidad: N (kg)
Rango de carga		Carga inicial
Mas que 100(10) hasta 200(20)		10 (1,0)
Mas que 200(20) hasta 1000(102)		25 (2,6)
Mas que 1000(102) hasta 2000(204)		100 (10,2)
Mas que 2000(204) hasta 10000(1020)		250 (25,5)
Mas que 10000(1020) hasta 20000(2041)		1000 (102)
Mas que 20000(2041) hasta 100000(10204)		2500 (255)

Método “B”: Las mediciones de carga de compresión en las cajas de cartón serán a partir de las cargas iniciales indicadas en la siguiente Tabla:

Unidad: N (kg)	
Caja de Cartón de 2 caras	196N (20 kgf)
Caja de Cartón de capas múltiples	392N (40 kgf)
Otros casos	De acuerdo entre las partes

(2) Guías de referencia para Ensayos de Evaluación de Envases de lacteos (preliminar)

【Introduccion】

Las normas legales sobre seguridad de higiene de los “Envases de Productos Lacteos” de Japon presentan 2 puntos, según las “Referencias Normativas de Envases” de la Ley de Higiene de Productos Comestibles.

- 1 Normas Generales y Particulares del Reglamento 370 del Ministerio de Bienestar Social.

- 2 Normas particulares: a. Envases para Productos Lácteos y b. Envases para Comestibles Generales, según Ordenanza 52 del Ministerio de Bienestar Social.

En particular, los Ensayos de Resistencia están reglamentados según el ítem 2) indicado arriba, según la Ordenanza sobre lácteos para los siguientes productos lácteos: leche, leche procesada, leche especial, leche de cabra pasteurizada, leche descremada, leche en polvo controlada (leche para lactantes), crema, leche fermentada, yoghurt, y leche bebible.

- (a) Ensayo de resistencia de sellado (c) Ensayo de resistencia a explosión
(b) Ensayo de poros (d) Ensayo de punzonado

Como objetivo, se busca mantener la resistencia física de los envases contra vibraciones-impactos, impactos por caída, impacto por compresión producidos durante el transporte desde el fabricante hasta el consumidor del producto, asegurando la calidad del contenido.

【Propuesta】

La forma de embalaje de los productos lácteos para el transporte no utiliza material de amortiguación, ya que van en cajas de cartón o en canastas. En particular, para los ensayos de vibraciones o de caída de los embalajes, se hace necesario un control de calidad - tal como la verificación de pérdidas- para confirmar el nivel de daños en los envases. Por ejemplo, si se tienen casos tales como 1) Una ruta con numerosos tramos en malas condiciones (C) tales como los Grado 4 o 5 durante la cadena de distribución, o 2) cuando se eligen casos de niveles de sollicitación exigentes de acuerdo a las condiciones de transporte, su ruta, el almacenaje y manipulación según JIS Z 0202, y en especial si el producto es fluido, o envases con tapa de foil de aluminio como los de yoghurt o leche bebible, así también las leches fermentadas tales como los yoghurt líquido, el diseño del envase equilibrado entre la “resistencia adecuada de sellado” y la “facilidad de apertura” de tipo “diseño universal” en donde se busca asegurar la calidad durante el transporte con “hermeticidad” y llegar adecuadamente al consumidor, es indispensable el “ensayo de resistencia” establecida en la norma de la ordenanza sobre lácteos de Japón.

Concretamente, para el mercado del MERCOSUR, las tapas de cierre de aluminio están fuertemente adheridas de modo de evitar pérdidas durante el transporte, pero se observan frecuentes roturas de tapa en el momento de la apertura. (ver foto)

Además, con respecto a los ensayos de vibraciones y caída de cargas embaladas según JIS-Z, están claramente especificados los “datos a registrar” (deformaciones, daños, fisuras, pérdidas etc, y sus descripciones), por lo que, luego de estas pruebas se incorporarán las “pruebas de poros”, para completar la evaluación del envase. Por otro lado, con respecto al MERCOSUR, proponemos realizar estudios de para analizar la incorporación de guías de referencia tales como el caso a) de “pruebas de resistencia de sellado”, o “pruebas de explosión”

de envases de carton, para la evaluación de embalajes de transporte de los productos equivalentes de las normas para lacteos de la Ordenanza de Japón.

Normas de ensayo de lacteos (s/ Ordenanza MBS)	
Productos aplicables	Item de ensayo
Leche, leche procesada, leche especial, leche de cabra pasteurizada, leche descremada, crema.	Resistencia de sellado Prueba de poros Resistencia a la explosion
Leche fermentada, yoghurt, y leche bebible	Resistencia de sellado Prueba de poros Resistencia a la explosion o Resistencia al punzonado*1

Guías de referencia de las normas					
	Item de ensayo	Condiciones	V.Referencia	Observaciones	
Ens. de Resist.	Resist. Sellado	13,3kPa Mantener 10seg	No debe tener perdidas		
	Pba de poros	Colocar en azul de metileno 30 min	Sin marcas en papel encerado		
	Resistencia explosion*1	Prod. con frio \leq 300ml		\geq 196kPa	(Prod. almac.a temp. ambiente*2 392kPa)
		Prod.con frio > 300ml		\geq 490kPa	(Prod.almac.a temp ambiente*2 784kPa)
	Res.Punzonado*1			\geq 9.8N	

Nota *1 Para los productos fermentados, seleccionar uno de los ensayos (Resistencia a la explosion o Resistencia al punzonado)

*2 Aplicable a envases con productos asepticos.

Aclaracion: Las normas indicadas arriba son para los envases cuyo material es la combinacion de carton, plastico ,Al/PE, PE, PS, PET o tapa de foil aluminio p/sellado.

Incorporación de Guías de Referencia para Ensayos de Resistencia para la Evaluación de embalajes para transporte de Productos Lácteos en el MERCOSUR <Propuesta>

- (1) El método de evaluación de perdidas mediante el contacto en azul de metileno durante 30 minutos (prueba de poros), dado su poder de impresión, las manchas con esta sustancia serán imposibles de eliminar, ya sea en manos o en los pisos. Para ello, se propone introducir la prueba con el equipo de sumersión que utiliza un “secador al vacío de acrílico”. Con esto, se podrán verificar la presencia de poros en forma rápida y efectiva y el ensayo será en reemplazo del “Ensayo de Poros” Aquella prueba se realizará a posteriori de los ensayos de vibraciones y de impacto.
- (2) El ensayo de Resistencia de sellado será considerado como el item 1 de evaluación de “envases-embalajes de productos lácteos”
- (3) Se analizara la posibilidad de incorporar el “Ensayo de Explosión” para los envases de cartón para leche y derivados.

Item Ensayo		Cond.Ensayo	Referencia	Observaciones
Ensayo de Resisten.	Resistencia de Sellado	13.3kPa (0.1357kgf/cm ²) (100mmHg) Mantener 10 seg	No hay perdidas	
	Poros	Azul de Metileno Colocar 30min	No presenta puntos en papel encerado	
	Resistencia A explosion* ¹	Prod.de baja temp. En transporte ≤ 300ml	≥ 196kPa (2kgf/cm ²)	(Prod.almacenado a temp.ambiente* ² 392kPa) (4kgf/cm ²)
		Prod.de baja temp. En transporte > 300ml	≥ 490kPa (5kgf/cm ²)	(Prod.almacenado a temp.ambiente * ² 784kPa) (8kgf/cm ²)
	Resistencia al punzonado* ¹		≥ 9.8N (1kgf/cm ²)	

Nota *¹ Para los productos fermentados, seleccionar uno de los ensayos (Resistencia a la explosion o Resistencia al punzonado)

*² Aplicable a envases con productos asepticos.

(3) Reglamentacion 52 (productos lacteos) del Ministerio de Salud, Trabajo y Bienestar Social <de Japon> - mociones para su modificacion

La reglamentacion que fue sancionada originalmente en 1951, ha sido revisada varias veces desde su aparicion. Sin embargo, en la práctica, se ha podido observar que no posee los mismos lineamientos que otras reglamentaciones a nivel internacional.

La Reglamentacion de Productos Lacteos <de aquel pais> ha sido concebida sobre la base de considerar la leche y sus derivados como “productos alimenticios para lactantes y personas convalecientes”. A traves de los años, los productos alimenticios se han diversificado y con el desarrollo tecnologico de los envases y equipos industriales para el envasado, ha surgido la necesidad de establecer normas comunes de envases y equipos involucrados, que cubran todos los tipos de productos alimenticios, no solo los lacteos, con el objeto de brindar un nivel de seguridad para todos los productos.

De acuerdo a las normas vigentes al dia de hoy, los mismos no alcanzan a cubrir las necesidades para todos los tipos y formas de envases de productos y las diferentes modalidades de transporte utilizados, no obstante dichas normas establecen algunas especificaciones para ensayos de resistencia.

En consecuencia, es de esperarse que a la brevedad las normas sean parcialmente modificadas, incluyendo el capitulo de ensayos de resistencia de envases/embalajes.

6.3.2 La Asociación Mercosur de Normalización (AMN) – Estructura y funciones

6.3.2.1 Situación de las funciones de la AMN

(1) AMN

La Asociación Mercosur de Normalización AMN se ha creado de acuerdo al reglamento sancionado el 01/06/1996 por el Concejo Mercosur SGT 3, bajo el numero No. 268974/96 (CNPJ 01295577/0001-30 y el C.C.M. 2483930-2).

Por otra parte, el 04/04/2000 el mismo Concejo, de acuerdo a acuerdos firmados, el mismo SGT designó a la asociación bajo la denominación de AMN para que regulara todas las normas propias del MERCOSUR.

(2) Institutos de cada uno de los países que conforman la AMN

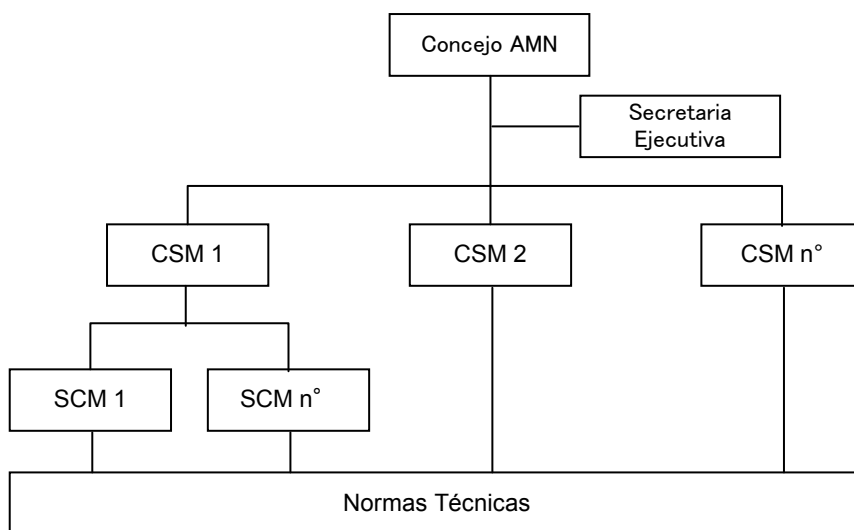
Argentina: IRAM (Instituto Argentino de Normalización y Certificación)

Brasil: ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas)

Paraguay: INTN (Instituto Nacional de Tecnología y Normalización)

Uruguay: UNIT (Instituto Uruguayo de Normas Técnicas)

La estructura y relación con cada una de las instituciones es como sigue:



Notas:

CSM: Comités Sectoriales MERCOSUR, organos con representantes de los Organismos Nacionales de Normalización de cada país.

SCM: Subcomités Sectoriales Mercsour

Fuente: AMN

(3) Areas que cubren las CSM en la actualidad

CSM 01 - Comité Sectorial MERCOSUR de Electricidad

CSM 02 - Comité Sectorial MERCOSUR de Siderurgia

CSM 03 - Comité Sectorial MERCOSUR de Electrónica e Telecomunicaciones

- CSM 04 - Comité Sectorial MERCOSUR de Juguetes
- CSM 05 - Comité Sectorial MERCOSUR de Cemento y Hormigon
- CSM 06 - Comité Sectorial MERCOSUR de Máquinas e Equipamientos Mecánicos
- CSM 07 - Comité Sectorial MERCOSUR de Automotriz
- CSM 09 - Comité Sectorial MERCOSUR de Plásticos para Construcción Civil
- CSM 12 - Comité Sectorial MERCOSUR de Papel y Celulosa
- CSM 13 - Comité Sectorial MERCOSUR de la Calidad
- CSM 16 - Comité Sectorial MERCOSUR de Gestión Ambiental
- CSM 17 - Comité Sectorial MERCOSUR de Accesibilidad
- CSM 18 - Comité Sectorial MERCOSUR de Tecnología Gráfica
- CSM 20 - Comité Sectorial MERCOSUR de Análisis Clínicos y Diagnóstico In Vitro
- CSM 21 - Comité Sectorial MERCOSUR de Vidrios Planos
- CSM 22 - Comité Sectorial MERCOSUR de Evaluación de la Conformidad
- CSM 23 - Comité Sectorial MERCOSUR de Turismo
- CSM 24 - Comité Sectorial Mercosur de Ensayos No Destructivos

(4) El rol de la CSM

La AMN, a través de las CSM que representan a los distintos sectores de la producción emite los estándares correspondientes. La CSM tiene la autoridad para dirigir los estudios y procesos para proponer las normas de acuerdo a los programas de desarrollos sectoriales de normas.

Las normas preparadas por la CSM define las prioridades de emisión de normas con respecto a los órganos nacionales de normalización ONM, y son aprobados por los representantes de cada país.

La AMN es el organismo responsable de la ejecución de las actividades del CSM y en el caso de que no pueda cumplir con su cometido, puede sufrir penalidades que pueden llegar a la del cese de actividades e incluso su cierre.

Por otro lado, el CSM tiene la autoridad para establecer subcomisiones SCM (Subcomités Sectoriales Mercosur) para secundarlos en sus tareas.

(5) Objetivo de las normas

- 1) Estandarizacion: Facilitar los procedimientos que promocionan los servicios y manufacturas.
- 2) Economia: Apuntala el incremento de la multiplicidad de productos manufacturados, y disminuye los procesos de tramitaciones. Al mismo tiempo, mejora los costos, proveyendo a una mejora en las condiciones de mercado tanto para productores como consumidores.

- 3) Comunicación: Incrementa la confiabilidad en los campos de servicios y manufacturas, permitiendo brindar información mas eficiente para productores y usuarios.
- 4) Seguridad y salubridad: Protege la salud y la vida de las personas.
- 5) Proteccion al consumidor: Brinda metodos de mejora a los productores, que validan la calidad de bienes y servicios.
- 6) Evitar las trabas de tipo tecnico y comerciales: Con respecto a productos y servicios de terceros paises, se evitan disputas debido a la aplicación <o falta> de normas y reglamentaciones foráneas, y de este modo se promueve el comercio.

(6) Información sistematizada

Con referencia a la reunión del sub grupo SGT3 realizado en Montevideo entre los días 30/10 al 01/11/1991, organizado por la Comisión de Normalización de los 4 Países Parte del MERCOSUR, se estableció formalmente la comisión CMN como un organismo no gubernamental y sin fines de lucro, sino como una asociación de tipo civil. Para la GCM, luego de la firma del acuerdo del 04/04/2000, la CMN modifico su denominación a AMN. Este organismo es el comité especial del MERCOSUR asignado para el control de las normalizaciones con autonomía propia.

Además, tiene como objetivos de promoción de las normas y su desarrollo en base a actividades como se indican a continuación.

- Integracion de la economia y comercio: Recibe apoyo, dado que facilita los servicios de transporte y bienes, desde el punto de vista científico, tecnologico, economico y social.
- Implementa las mejoras en la calidad de bienes y servicios de los Países Parte del MERCOSUR, teniendo como eje el desarrollo de la produccion y de las tecnologias.
- La AMN, teniendo en cuenta las pautas dadas por la CSM, promueve las actividades de desarrollo de la planificacion, dirige el proceso de la evaluacion de y definicion de programas de normas por sectores, como asi tambien realiza el control para la emision de las normas a ser aprobadas por la AMN.
- Hasta el presente se ha realizado el contralor de 439 estandares emitidos por MERCOSUR. Asimismo, están en preparacion mas de 600 items para el control por parte del CSM.

(7) Contactos con el SGT del MERCOSUR (Sub Grupo de Trabajo)

La Asociacion Mercosur de Normalizacion es una institucion civil, tal como se indico mas arriba, y no tiene una relacion directa con la organización del Acuerdo MERCOSUR.

Con respecto a las Normas comunes MERCOSUR, la AMN no recibe indicaciones directas o influencia alguna del organismo MERCOSUR, tal como se indicará mas adelante en el

Capítulo 8. Sin embargo, pueden establecer relaciones a nivel técnico con sub-grupos de trabajo tales como el SGT3 (S. G. de Reglamentaciones Técnicas y Evaluación de la Conformidad) o el SGT5 (S. G. de Transporte) los cuales se encuentran dentro del área del GMC (Grupo Mercado Común), con los cuales realizan discusiones técnicas de acuerdo a las necesidades.

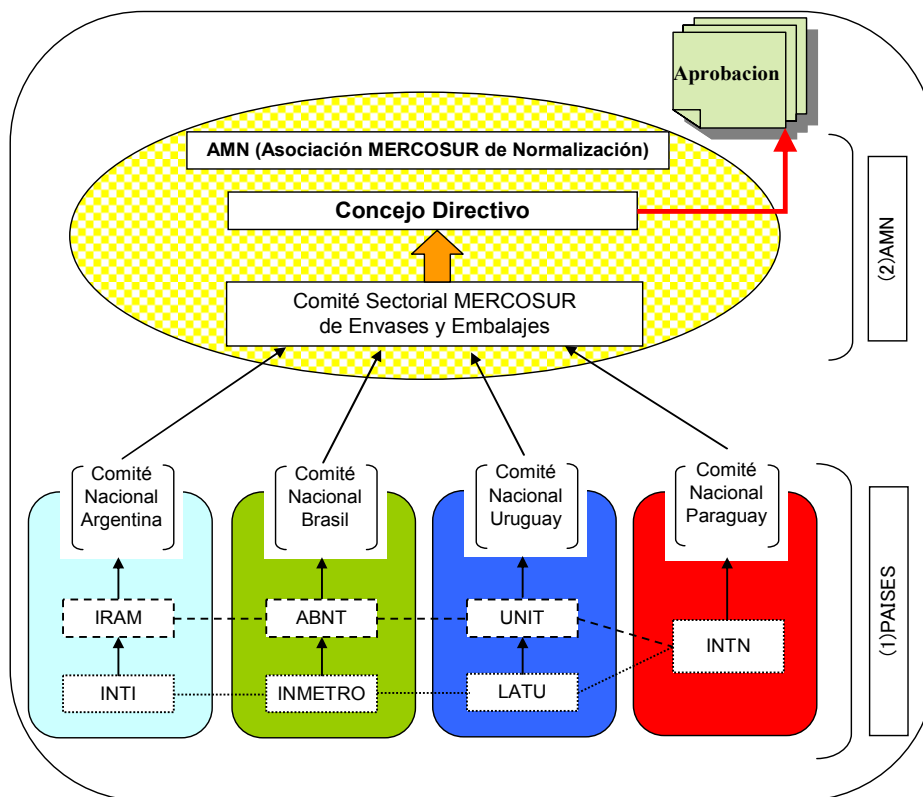
Las actividades de estos Sub-Grupos de Trabajo se centran en reuniones entre los representantes de los 4 Países Parte, 4 veces al año, organizadas en forma rotativa por país.

Esta organización opera en forma separada de las normas (estándares) que prepara la AMN, y si se permite la expresión, las discusiones se centran en la aplicabilidad de penalidades en caso de una infracción. Además, cada 6 meses se realizan las reuniones a nivel de ministros. A modo de referencia en las páginas siguientes se indica el organigrama del MERCOSUR en su versión reciente.

6.3.2.2 Procedimientos con miras a la aprobación de las Normas Comunes MERCOSUR

Uno de los objetivos del presente Estudio es la preparación y elevación de una propuesta de la Norma para Diseño de Embalajes, comun del MERCOSUR (version preliminar). Uno de los objetivos que se plantean en forma conjunta las instituciones contraparte de los 4 países parte, es elevar ese documento (en version preliminar) a la Asociación MERCOSUR de Normalización a los efectos de oficializar dicha norma.

El proceso para la presentación formal ante la AMN y los pasos posteriores hasta alcanzar la aprobación final de la norma se indica en la Fig. 6.3.2-1.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 6.3.2-2 Proceso de aprobación de normas desde nivel país hasta AMN

De acuerdo a información brindada por la AMN, normalmente para la presentación de una norma nueva, la solicitud debe ser elevada por una de las instituciones pertenecientes al AMN al comité sectorial respectivo (en este caso el Comité Sectorial de Envases y Embalajes). Una vez elevado la propuesta, esta es analizada por todos los comités nacionales.

En cada uno de los países, el ente coordinador es el instituto que cumple el rol de secretaria de coordinación, estos son: el IRAM (Argentina), el ABNT (Brasil), el UNIT (Uruguay), y INTN (Paraguay).

Posteriormente, en un plazo determinado a partir de la fecha de presentación, según reglamentaciones del AMN, éste se expide por escrito (hay un formulario especial para ello) para su elevación o bien comentarios.

Luego de expedirse el AMN, por su parte el Comité Sectorial – en este caso el de Envases y Embalajes, el cual se espera se establezca oficialmente - tomará la norma MERCOSUR (preliminar) presentada y lo someterá a consideración con el sector privado, a los cuales convocará para sesiones de discusión para estudiar el mismo y analizar la posibilidad de su aplicación, dando prioridad para su aplicabilidad como norma nacional teniendo en cuenta otras normas existentes.

La norma de Envases y Embalajes así analizada por los miembros del Comité Sectorial pasará luego a evaluación por parte del Concejo Directivo del AMN, formado por 4 miembros representantes de las instituciones que lo forman. De allí, por votación se determinará finalmente la aprobación del documento. Normalmente, todo el proceso desde la presentación de la norma en versión preliminar hasta su aprobación final toma un tiempo de un año.

Además, las normas aprobadas por la AMN hasta la fecha en su mayoría corresponden a propuestas elevadas por Brasil y Argentina y escasas presentaciones por parte del Paraguay y Uruguay. En este aspecto, los porcentajes de normativas presentadas por cada país son: Brasil 60%, Argentina 30%, Paraguay 5% y Uruguay 5%.

En la tabla siguiente se indican el número de normas aprobadas y en estudio por cada una de las instituciones hasta la fecha, a partir de la creación del AMN en 1996.

Según información de la AMN, el nivel de actividades varía de acuerdo a la Comisión Sectorial de que se trate. Concretamente, si se observan las cantidades de normas aprobadas por cada una de las Comisiones, el liderazgo lo lleva la CSM-02 de Siderurgia con 198 casos, luego le sigue la CSM-05 de Cemento y Hormigón con 72, y seguido por la CSM06 de Maquinarias y Equipamiento Mecánico con 70 casos, lo cual denota una preponderancia en el rubro de manufacturas industriales.

Además, en contraposición, existen casos como el de la CSM-23, Comité Sectorial de Turismo creado recientemente, el cual aún no ha elevado ningún documento por el momento.

Tabla 6.3.2-1 Número de normas por sectores de la AMN (Julio 2006)

Comité Sectorial Mercosur (CSM)		institucion	Nro Std (existente)	c/aprobac. final	Casos en tramite	Casos propuestos
General			1	0	0	0
CSM 01	CSM electricidad	ABNT	51	0	7	162
CSM 02	CSM siderurgia	IRAM	198	4	104	185
CSM 03	CSM electronica y comunic	ABNT	0	0	0	51
CSM 04	CSM juguetes	IRAM	7	0	0	0
CSM 05	CSM cemento y hormigon	ABNT	72	0	2	22

Comité Sectorial Mercosur (CSM)		institucion	Nro Std (existente)	c/aprobac. final	Casos en tramite	Casos propuestos
CSM 06	CSM maquinas y equip mec	ABNT	70	1	3	44
CSM 07	CSM automotriz	IRAM	42	2	4	65
CSM 09	CSM plasticos p/Const civil	ABNT	4	0	1	12
CSM 12	CSM papel y celulosa	ABNT	29	0	1	1
CSM 13	CSM calidad	IRAM	12	0	0	8
CSM 16	CSM gestion ambiental	ABNT	5	0	0	2
CSM 17	CSM accesibilidad	IRAM	0	0	0	34
CSM 18	CSM tecnologia grafica	ABNT	5	0	0	3
CSM 20	CSM analisis clin. Diag.in vitro	ABNT	7	0	0	7
CSM 21	CSM vidrios planos	ABNT	5	0	0	2
CSM 22	CSM evaluacion conformidad	IRAM	3	3	4	8
CSM 23	CSM de turismo	ABNT	0	0	0	0
CSM 24	CSM ensayos no destructivos	IRAM	3	0	0	7
Totales			514	10	126	613

Fuente: Asociacion Mercosur de Normalizacion AMN

Además, con referencia al “Estándar Común MERCOSUR” (preliminar) indicado en el punto 6.3.3, se propone a los institutos de la contraparte la preparación y emisión de los siguientes documentos en un futuro cercano (en idioma español y portugués), con el propósito de que sean elevados a la AMN, en oportunidad de la presentación de los estándares MERCOSUR.

MERCIS E 000: Terminología sobre Envases-Embalajes

MERCIS E 200: “Reglas Comunes sobre los Métodos de Ensayos”

6.3.3. NORMAS COMUNES MERCOSUR para Ensayos de Evaluación de Envases y Embalajes (versión preliminar)

6.3.3.1 Metodología de Asignación de Codigos en envases y Embalajes

1. Ambito de aplicación

La presente norma especifica la metodología de asignación de símbolos en cargas embaladas y envases utilizados en ensayos.

2. Normas de referencia

El significado de los términos utilizados en la presente norma están definidos según la norma MERCIS E 000..

3. Metodología de asignación de símbolos

3.1 Envases con forma de paralelepípedo

Los envases con forma de paralelepípedo se colocan en la posición normal de transporte. Pero en el caso que las condiciones de transporte no estén definidas, y existan uniones (de alargues), los alargues deben posicionarse hacia la derecha. Los símbolos se ubicarán en la forma indicada abajo, estando el ejecutor del ensayo enfrente con la cara de sujeción. (ver Figura 1)

(caras) Las caras se identifican con números: superior 1, lateral derecho 2, fondo 3, lateral izquierdo 4, cara anterior 5, cara posterior 6.

Además, en el caso que el embalaje o producto posean una parte anterior y posterior, la primera se identificara con 5 y la segunda con 6.

(aristas) Las aristas se identifican con los números de las caras que lo componen, separados por un guión. En este caso, los números van ordenados de menor a mayor. Ejemplo: arista 2 – 3

(esquinas) Las esquinas se identifican con los números de las caras que lo componen, separados por un guión. En este caso, los números van ordenados de menor a mayor.

Ejemplo: esquina 2 – 3 – 5

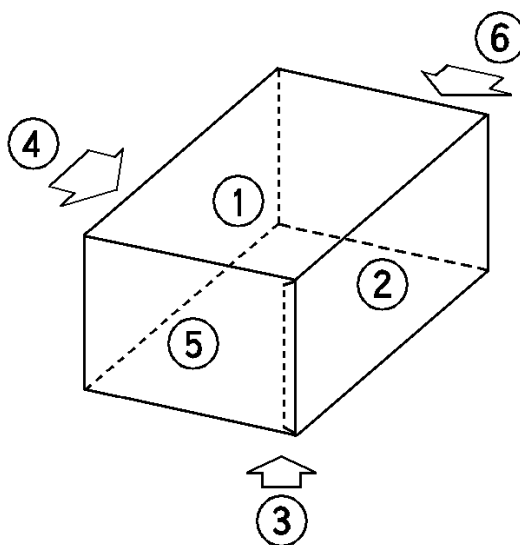


Fig.1 Asignación de codigos en embalajes con forma de paralelepipedo

3.2 Envases cilíndricos

Los envases cilíndricos llevan símbolos según el siguiente método (ver Fig.2)

- (1) Se divide la cara curva (parte evolvente) y el perímetro de la caras circular superior mediante dos rectas perpendiculares en 4 partes, denominándose 1,3,5,7, y a su vez la parte correspondiente del círculo inferior en 2,4,6,8, identificándose con números. En este caso, en caso de existir una línea de unión, este se asignara el código 5 – 6. Además, en el caso que hubiesen múltiples líneas de unión, se dispondrá de modo tal que una de las opciones tenga el código 5 – 6.
- (2) Generatriz- Las líneas paralelas al eje del cilindro se les asignaran los números 1-2, 3-4, 5-6, 7-8.
En el caso que exista una línea de unión, ésta será identificada como 5 – 6.

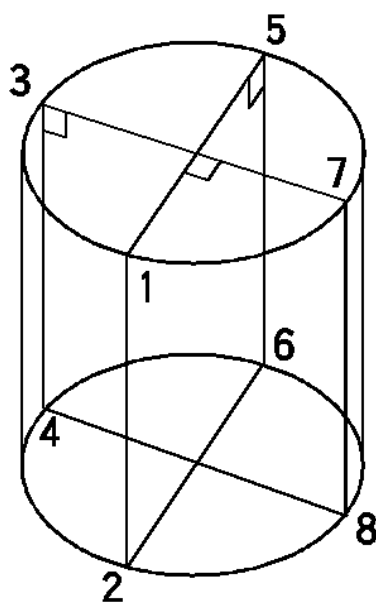


Fig 2- Asignación de códigos en envases cilíndricos

3.3 Envases con otras morfologías

Para los envases con otras formas, se les asignara un codigo de acuerdo a los puntos 3.2 o 3.3.

6.3.3.2 Cargas Embaladas—Pre-acondicionado para Ensayos

[Introduccion]

La presente norma ha sido preparado en base a una versión traducida y sin modificaciones de la norma ISO 2233, (Packaging-Complete, filled transport packaging for testing), manteniéndose los conceptos técnicos y el formato de una norma.

1. Alcance

La presente norma define las metodologías de pre-acondicionado de cargas embaladas para los ensayos de caída, ensayos de compresión, y ensayos de vibraciones.

Dicho pre-acondicionado podrá ser aplicado para los elementos a ser ensayados, ya sean los productos que van a conformar la carga embalada o bien los materiales del embalaje.

2. Principios

Las cargas embaladas estarán bajo condiciones determinadas de temperatura y humedad durante un cierto periodo de tiempo.

3. Condiciones de temperatura y humedad

Se deberán elegir 1 o más de 2 condiciones de temperatura y humedad de la Tabla-1 indicada abajo.

Cond. De Temp y Humedad	Temperatura		Hum Relativa %
	C	K	
A	-55	218	—
B	-35	238	—
C	-18	255	—
D	+5	278	85
E	+20	293	65
F	+20	293	90
G	+23	296	50
H	+27	300	65
J	+30	303	90
K	+40	313	—
L	+40	313	90
M	+55	328	30

4. Rango Permissible

4.1 Temperatura

4.1.1 Desviaciones de los valores pico

Con respecto a las condiciones de temperatura / humedad A, B, C y K, el rango máximo permissible para 10 valores sucesivos de temperatura que se distribuyen alrededor del punto especificado es de ± 3 °C para un tiempo de 1 hora como mínimo.

Por otra parte, para las restantes condiciones de temperatura/ humedad, el rango máximo permissible es de ± 2 °C.

4.1.2 Desviaciones de los valores promedio

El valor promedio deberá estar dentro del rango de ± 2 °C con respecto a los valores seleccionados de la Tabla-1, para todas las condiciones de temperatura/ humedad.

Observaciones

1. En el caso de aplicarse la condición D, se deberá evitar alcanzar las condiciones de punto de rocío.
2. El rango de temperaturas máximo admisible no siempre corresponde a las temperaturas que permiten mantener el rango requerido de humedad relativa. En consecuencia, para poder aplicar la temperatura correspondiente a los niveles de humedad admisibles, se hace necesario disminuir adicionalmente el rango de temperaturas.

4.2 Humedad relativa ambiente

4.2.1 Con respecto a las condiciones de temperatura y humedad, los que determinan luego los niveles de humedad, el rango máximo de variación permissible para 10 lecturas sucesivas de humedad relativa que se distribuyen alrededor del valor de especificado de la humedad es de ± 5 % para un tiempo de 1 hora como mínimo.

4.2.2 Variaciones en el valor promedio

Con respecto a todas las condiciones de temperatura y humedad, los valores promedio no excederán los ± 2 % sobre los valores seleccionados de la Tabla 1.

Observaciones

3. Los valores promedio de humedad relativa se tomarán de 10 lecturas sucesivas como mínimo por hora, o bien se podrán tomar de registradores continuos.

4. Con referencia a los valores pico de humedad de la cámara de pre-acondicionado la variación máxima se fija en $\pm 5\%$, pero para los casos de las cámaras de pre-acondicionado altamente desarrollados, este valor puede mantenerse en $\pm 2\%$.

Para la mayoría de cargas embaladas, las reacciones ante las variaciones de humedad en el ambiente externo es relativamente más tardía que las de la cámara de pre-acondicionado. Además, aún en el caso de que se produzcan grandes variaciones en la humedad debido a la apertura de puertas de la cámara de pre-acondicionado, si la humedad promedio en esa etapa o bien en los ensayos, se mantiene dentro de un rango de 5%, puede considerarse que no afectan el contenido de humedad en el material del embalaje.

5. Equipamiento

5.1 Cámara de pre-acondicionado

En la cámara de pre-acondicionado se llevan registros de la temperatura y humedad del espacio de trabajo en forma continua, y se requiere mantener las condiciones de control indicado en el punto 4. Los espacios de trabajo constituyen las áreas en donde las condiciones de control se mantienen, y dichos espacios se determinan para cada cámara de pre-acondicionado.

5.2 Cámara de secado

La cámara de secado es el equipo capaz de disminuir los niveles de contenido de humedad de los materiales utilizados en el embalaje, de acuerdo a los tratamientos de pre-acondicionado.

5.3 Dispositivos de medición y de registro

Los dispositivos de medición y de registro deben poseer sensibilidad y estabilidad suficiente, con una precisión de 0,1C para temperatura, y de 1% para humedad relativa. A los efectos de la presente norma, si las lecturas de cada uno de los valores medidos se realizan en un tiempo menor a 5 minutos, se considera que el dispositivo es continuo.

Para que el dispositivo registrador tome valores correctamente, debe cumplir la precisión indicada arriba, y deberá tener una velocidad de respuesta de 4C /minuto para temperatura y 5% /minuto para humedad relativa.

6. Procedimiento

Se procede a seleccionar la temperatura y humedad relativa adecuadas para el transporte y deposito de la carga embalada a ensayar.

Se coloca la carga embalada en el espacio de trabajo de la cámara de pre-acondicionado, se eligen periodos de tiempo mínimos de 4, 8, 16, 24, 48, 72 horas, 1, 2, 3, o 4 semanas, durante el cual se mantendrán las condiciones especificadas.

La carga embalada debe colocarse de modo tal que la cara superior, las caras laterales e incluso el fondo tengan contacto directo con el ambiente de la cámara de pre-acondicionado en un porcentaje mayor al 75%.

Una vez depositado la carga embalada, se lleva la cámara a las condiciones ambientales especificadas y transcurrido 1 hora comienza el conteo del tiempo de pre-acondicionado.

Para los casos de embalajes en donde se utilizan materiales con papeles o cartones de los cuales se conoce que presentan histéresis en la curva de contenido de agua, a veces suele requerirse un periodo de secado de la carga, previo al proceso de pre-acondicionado.

Este tratamiento previo requiere someter la carga a un secado por un periodo mayor a 24 horas, y el traslado hacia las condiciones de pre-acondicionado debe realizarse de manera tal que el acercamiento sea gradual.

El proceso de secado previo no será necesario en el caso de que la humedad relativa especificada sea por debajo del 40%.

7. Método de Ensayo

Para la elaboración de los informes de ensayos de cargas embaladas previamente acondicionadas de acuerdo a lo mencionado en la presente norma, se definen los siguientes items para los ensayos de caída, de compresión y de vibración.

- a) Numero de norma MERCIS
- b) Condiciones de temperatura y humedad (ver Tabla 1) y el tiempo de pre-acondicionado aplicado.
- c) Valores de temperatura y humedad del ambiente de ensayo, en el momento de su realización.

6.3.3.3 CARGAS EMBALADAS - MÉTODO DE ENSAYO de COMPRESION

1. **Ámbito de Aplicación**

Estas normas definen el método de ensayo por compresión utilizando equipos para ensayos sobre cargas y embalajes compuestos por metales, maderas, cajas de cartón corrugado, papel laminado, plástico y las combinaciones de esos materiales.

Observaciones:

1. Este método es apropiado para pruebas de resistencia a la compresión cuando la carga y embalajes quedan colocados debajo de otros durante el proceso de transporte y distribución, y también para pruebas de resistencia al manipuleo con ganchos con grampa lateral.
Sin embargo, el método expuesto en el material anexo es apropiado para efectuar evaluaciones en condiciones de transporte real.
2. Las cifras y unidades contenidas en estas normas e indicadas entre { } son correspondientes a las unidades usuales o corrientes y se mencionan a modo de ejemplo.

2. **Normas de Referencia** Los estándares que se mencionan a continuación, cuando son referidos en esta norma, forman parte de las especificaciones establecidas en esas normas. Estas normas de referencia se aplican en las versiones más recientes.

MERCIS E 001 Método de asignación de código del embalaje para ensayo
MERCIS E 002 Pre-acondicionamiento para los ensayos de cargas embaladas

3. **Equipamiento**

3.1 Equipo compresor para ensayos

Debe reunir las siguientes condiciones:

- a) El tamaño de la plancha de compresión debe ser tal que pueda soportar con holgura la muestra del ensayo.
- b) La velocidad de compresión se fija en 10 ± 3 mm por minuto. Si la resistencia a deformaciones o alteraciones de la muestra de ensayo es especialmente elevada, se debe reducir levemente esa velocidad.
- c) Es conveniente que el equipo compresor para ensayos sea ajustado y calibrado, con los métodos apropiados, una vez al año por lo menos.

3.2 Dispositivo de Registro

El dispositivo de registro deberá poder indicar todo el rango de la carga de compresión aplicada y el desplazamiento de la plancha de compresión. Su precisión debe ser de $\pm 2\%$ para la carga aplicada, con carga aplicada máxima; y

de $\pm 1\text{mm}$ para el desplazamiento de la plancha de compresión, con desplazamiento máximo.

3.3 Instrumento de Medición: El instrumento para determinar las dimensiones del embalaje debe tener una precisión de $\pm 1\text{mm}$.

4. Objeto de Ensayo

Los productos o materiales objetos de ensayo deben ser como sigue:

- a) La nomenclatura de la muestra de ensayo debe estar conforme a MERCIS E 001. Los embalajes no cilíndricos ni cúbicos o paralelepípedos también deben llevar una nomenclatura apropiada acorde con estas normas de referencia.
- b) Es conveniente que la cantidad de muestras a ensayar sea superior a 3 (tres) en los métodos de ensayo A y B, y superior a 5 (cinco) en el C.
- c) En el método de ensayo C, el objeto será la caja vacía, mientras que en los métodos A y B serán las cajas conteniendo los productos reales o productos de características similares a la que habrían de contener. El embalado de las muestras será igual al que tendrían al momento de despacho para su transporte, y en casos de necesidad, el ensayo se debe realizar con el embalaje sellado, cerrado, o atado (sunchado).
- d) Las cajas, por ejemplo de cartón corrugado o de fibras, que tienen aletas deben estar armadas y selladas con el material con que serán cerrados en el momento real del transporte. El doblado de la aleta hacia el exterior debe ser a 90° .
- e) Previo al ensayo, se debe determinar las dimensiones externas y la masa total de la muestra de ensayo.

5. Medidas Preliminares

Antes de proceder al ensayo, se deben tomar las medidas preliminares de acuerdo a MERCIS E 002. Aquí se determinan las condiciones de humedad y temperatura ambiente, según los objetivos del ensayo. En casos de necesidad, se harán pruebas de inmersión, de aspersion, etc.

6. Método de Ensayo

6.1 Método A Básicamente, consiste en una prueba de compresión sobre cargas embaladas para investigar los daños que puede sufrir el producto objeto por aplicación de compresión.

6.2 Método B Básicamente, consiste en una prueba de compresión sobre las áreas laterales de cargas embaladas utilizando grampas con gancho lateral, para investigar los daños que puede sufrir el producto objeto por aplicación de presión lateral.

6.3 Método C Esta es una prueba de compresión que se realiza sobre el embalaje o recipiente vacío para investigar su resistencia a la compresión.

6.4 Procedimiento

6.4.1 Ensayo de compresión perpendicular (Métodos A y C)

El siguiente procedimiento será aplicado en los métodos de ensayo 6.1 y 6.3.

- a) La presión debe ser frontal. (de ambos lados)
- b) La muestra de ensayo debe ser colocada correctamente en el centro de la plancha del compresor para evitar la aplicación desequilibrada de presión sobre el objeto.
- c) El punto inicial para medir la cantidad de presión en el método A será el punto de adición de la carga inicial expuesto en el Cuadro 1.

Cuadro 1 Unidad de Carga Inicial N{kgf}

Alcance de la Aplicación de la Carga	Carga Inicial
Mayor que 100{10} Menor que 200 { 20}	10 { 1,0}
Mayor que 200 { 20} Menor que 1 000 { 102}	25 { 2,6}
Mayor que 1 000 {102} Menor que 2 000 { 204}	100 {10,2}
Mayor que 2 000 {204} Menor que 10 000 {1020}	250 {25,5}
Mayor que 10 000 {1 020} Menor que 20 000 {2041}	1 000 {102 }
Mayor que 20 000 {2 041} Menor que 100 000{10204}	2 500 {255 }

- d) En el método C, el punto inicial para medir la compresión sobre cajas de cartón corrugado, será el punto de adición desde 196N para los casos de cajas de doble faz {20kgf} y de 392N {40kgf} para el caso de cajas de capas múltiples.

Para ensayos sobre otros objetos o productos, el punto de carga inicial será establecido de acuerdo entre las partes interesadas.

- e) A una velocidad de compresión establecida, se adicionará una carga de presión en forma continua hasta alcanzar las condiciones que se mencionan más abajo. La carga y la presión así aplicadas deberán ser registradas mediante un equipo de registro automático o similar, y paralelamente, se deberá registrar también los daños o alteraciones que se observen sobre el objeto de ensayo.
 - 1) Momento de aplicación de la carga máxima
 - 2) Momento de verificación de la deformación prevista
 - 3) Momento en que la estructura del embalaje o recipiente comienza a deformarse y se haga visible su contenido
 - 4) Momento en que se verifique las condiciones de deterioro o daños previstos
 - 5) Momento en que se alcance la carga prevista

- f) La carga prevista que debe ser seleccionada en el método A se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$F = 9,8 \times K \times M \times (N-1)$$

En donde:

- F: carga (N)
K: coeficiente de carga (supuesto)
n: Cantidad máxima de carga apilada
M: Masa de la muestra (kg)

Cuadro 2 Coeficiente de Carga

División según la Carga	División según Características del Embalaje, tal como Permeabilidad		
	Cuando el exterior del embalaje es impermeable a la humedad, o no es necesario tener en cuenta este riesgo	Cuando el exterior del embalaje tiene riesgos de permeabilidad a la humedad	Cuando el exterior del embalaje corre altos riesgos de permeabilidad a la humedad o su contenido es fluido o líquido
Cuando la carga es soportada solo por el exterior del embalaje, como cajas de cartón	4	5	7
Cuando la carga es soportada en conjunto por el objeto contenido, el material aislante, el envase interior y el embalaje externo	2	3	4
Cuando la carga es soportada por el contenido y su embalaje externo, pero no es necesario considerar la carga que se aplica al embalaje externo	1	1	1

6.4.2 Ensayo de compresión horizontal (Método B)

El ensayo expuesto en el punto 6.2 se realiza con el siguiente método.

- En los productos cuyo envase tiene señalizaciones de manipuleo, como posición de grampas, prohibición de uso de grampas o , la presión será aplicada en la dirección especificada en esas indicaciones, colocando la plancha de compresion adecuadamente en la sección inferior y superior de la muestra. Si el embalaje no presenta indicaciones de manipuleo, la presión será aplicada de arriba hacia abajo, y de derecha a izquierda.
- La compresión debe ser entre caras. (de ambos lados)
- La muestra de ensayo debe ser colocada correctamente en el centro de la plancha del compresión para evitar un desbalance de presión sobre el objeto.
- Se aplicará una carga en forma continua, a una velocidad de compresión establecida, hasta alcanzar las condiciones que se mencionan más abajo. La carga y la presión así aplicadas deberán ser registradas mediante un equipo de registro automático o similar, y paralelamente, se deberá registrar también los daños o alteraciones que se observen sobre el objeto de ensayo.

- 1) Momento de aplicación de la carga máxima
- 2) Momento de verificación de la deformación prevista
- 3) Momento en que la estructura del embalaje o recipiente comienza a dañarse y se haga visible su contenido
- 4) Momento en que se verifique las condiciones de daños previstos
- 5) Momento en que se alcance la carga prevista

7. Informe del Ensayo Deberá contener los siguientes puntos.

- a) En el caso de cargas embaladas, detalle del contenido (nombre de la muestra o producto, clasificación, masa (peso), en el caso de productos afines, su detalle, etc.)
- b) Peso total, medidas, material, estructura de la muestra o producto, y su método de embalado
- c) Cantidad (en unidades) de la muestra o producto
- d) Formato y capacidad del equipo de ensayo utilizado
- e) Método de ensayo aplicado (por método, por sentido de la presión aplicada, forma de la plancha auxiliar inserta entre la plancha del compresor y el objeto embalado, aspecto de la muestra al momento del ensayo, diferencias con los rubros establecidos en estas normas estándares, necesidad de ajuste de la solapa interna, etc.)
- f) Condiciones adicionadas a la muestra o producto objeto antes del ensayo.
- g) Registro de los resultados del ensayo [carga máxima de presión N{kgf}, punto inicial de medición, tiempo transcurrido y su relación con la variación de la cantidad de presión (mm), alteraciones, presencia o no de daños y su detalle]
- h) Fecha del ensayo y las condiciones de temperatura y humedad relativa de ese día
- i) Observaciones y consideraciones generales referentes a los resultados del ensayo
- j) Nombre y firma del ejecutor del ensayo
- k) Otros aspectos que merezcan o requieran ser registrados:
Ejemplo: En casos de envases de madera o de papel, necesidad de registrar el contenido de humedad de la muestra o producto objeto.

ANEXO (Normativo)

Ensayo de Apilamiento

1. Aplicación permanente: El presente Anexo especifica la metodología para los ensayos de compresión para cargas estáticas aplicadas durante un tiempo determinado a cargas estaticas embaladas apiladas.
2. Equipamiento de Ensayo
Los equipamientos a aplicar seguiran las siguientes reglas:
 - a) Los equipos de ensayos de compresion deberan cumplir con las especificaciones de la parte principal de la presente. Ademas, deberan estar provistos de elemento spara cubrir las siguientes condiciones.
 - b) El equipo deberá ser capaz de aplicar una carga determinada durante un tiempo determinado.
 - c) Las variaciones de la carga a aplicar sera de $\pm 4\%$.
 - d) Para mantener la carga de compresion prefijada, las placas de compresion deberán ser diseñados de modo tal que su desplazamiento relativo no vaya mas allá de lo necesario.
 - e) Los instrumentos registradores deberan cumplir con las especificaciones de la parte principal de la presente. Ademas, deberan ser capaces de registrar las cargas aplicadas durante el tiempo prefijado y los desplazamientos de las placas de compresion.
3. Metodologia de Ensayos
La metodologia de los ensayos serán de acuerdo a lo siguiente.
 - a) Las muestras a ensayar, deberan ser colocadas con precision en la parte central de la placa de compresion, con el objeto de no aplicar cargas descentradas.
 - b) Para el inicio de la medicion del valor de compresion, se aplicara una carga inicial según se indica en la Tabla 1 de la parte principal de la presente. A partir de alli se ira adicionando la carga predeterminada. La carga predeterminada se aplicará gradualmente hasta que transcurra el tiempo prefijado, o bien hasta que se produzcan daños en la carga embalada. Se llevarán registros de la carga aplicada, los desplazamientos de las placas de compresion y los tiempos transcurridos.
 - c) Para poder observar los efectos de la compresión según condiciones de carga especiales(1), se podrán colocar placas auxiliares postizas adicionales, de geometría determinada, entre la placa de compresión y la carga embalada.

Nota (1): Lo indicado como condiciones de carga predeterminada, se refiere por ejemplo al caso de la

utilización de pallets de una cara a modo de placa auxiliar, observándose los efectos en la placa inferior.

4. Informe de los Ensayos

- a) En el caso de cargas embaladas, indicar el detalle del contenido (descripción, tipo, masa, si son productos variados, la descripción)
- b) Muestra: masa total, dimensiones, material, estructura y método de embalado.
- c) Contenido de humedad de la muestra (si fuese necesario, tales los casos de embalaje de madera, potes de cartón etc.)
- d) Cantidad de muestras
- e) Equipo de Ensayo: modelo, especificación.
- f) Metodología de Ensayo aplicado (método, dirección de compresión, geometría de la placa auxiliar entre placa de compresión y muestra, posición de la muestra en el momento del ensayo, desvíos con respecto a las especificaciones de la presente, fijación o no de los flaps internos etc.)
- g) Condiciones aplicadas a la muestra antes de realizar el ensayo.
- h) Registros de los resultados del ensayo: Valor medido máximo de la carga de compresión N (kgf), tiempo transcurrido T, valor de desplazamiento de compresión leído luego de transcurrido el tiempo T en mm, deformaciones, presencia de daños.
- i) Fecha del ensayo. Temperatura ambiente y humedad relativa.
- j) Comentarios generales sobre los resultados de los ensayos.
- k) Nombre y firma del ejecutante del ensayo.
- l) Otros ítems que merezcan ser registrados.

NARRATIVO “METODO de ENSAYO de CARGAS EMBALADAS”

(complementario)

1. Introducción

La presente norma especifica el método de ensayo para verificar el grado de resistencia necesaria de las cargas embaladas transportadas en el ámbito del MERCOSUR, con respecto a las cargas por apilamiento en depósitos o cargas de compresión horizontales opuestas, por el esfuerzo de pinzas de los brazos sujetadores laterales.

Además, esta norma ha sido preparada tomando principalmente como referencia las normas JIS Z 0212 y la JIS Z 0200 ⁽³⁾.

2. Respecto al Equipo de Ensayo de Compresión

La estructura del equipo de ensayo de compresión se basa en dos placas resistentes colocadas paralelamente, una encima de la otra, las cuales mediante un sistema mecánico pueden aplicar una carga sobre el elemento a ensayar aproximándose entre sí a una velocidad determinada. Además, la placa superior tiene dos alternativas de montaje: a) montaje con posibilidad de giro con respecto a un punto central, soportado con suspensión universal en ese punto, b) montaje con restricciones en las 4 esquinas de la placa, de modo que su desplazamiento es siempre paralelo a la placa inferior.

En el caso de la suspensión central, la medición se reduce a la esquina de la caja con menor resistencia dado que la placa superior puede inclinarse. En el caso de desplazamiento de las 4 esquinas, dado que la placa superior se desplaza manteniendo el paralelismo con respecto a la placa inferior, implica que la medición de la resistencia de la esquina con mayor altura.

Debido a ello, los resultados de los ensayos presentan pequeñas diferencias, dependiendo de uno u otro tipo de dispositivo utilizado.

La presente norma permite la utilización de cualquiera de los 2 tipos de dispositivo, solo que se deberá dejar claramente indicado cuál de los tipos ha sido aplicado mediante su indicación en el informe de ensayo.

3. Respecto a los instrumentos de medición

El equipo registrador-medidor debe poder indicar en el rango de desplazamiento de la placa de compresión y de la carga aplicada, y su precisión debe ser de $\pm 2\%$ con respecto a la carga máxima aplicada, y de $\pm 1\text{mm}$ con respecto al desplazamiento máximo de la placa de compresión. Este grado de precisión está dentro de

un rango de los instrumentos normales, tales que se alcanzan siempre y cuando éstos sean utilizados correctamente.

4. Respecto al Ensayo de compresión vertical (Método A)

El ensayo de compresión vertical (Método A) se realiza para verificar los daños en el contenido del embalaje, producidos por esfuerzos de compresión, y se realiza con el embalaje conteniendo el producto. En consecuencia, en este ensayo la carga de prueba debe incluir los elementos de fijación y el envoltorio, siendo necesario reproducir las condiciones de embalado durante el transporte. En el caso de que la carga normalmente es palletizado, se recomienda colocar pallets por encima y debajo, considerando la reproducibilidad del ensayo.

La velocidad de compresión (*close head speed*) se especifica en 10 ± 3 mm por minuto. Si la tenacidad del objeto de ensayo es particularmente elevada, el ensayo debe realizarse reduciendo levemente esa velocidad de compresión, tomando recaudos de modo tal que los tiempos hasta la finalización del ensayo no sean demasiado cortos.

5. Respecto al Ensayo de compresión horizontal (Método B)

Dentro de las características del proceso de manipulación de la carga en el área del MERCOSUR, puede mencionarse que está muy difundido el uso de brazos de sujeción laterales (*side clamp fork*). La manipulación de la carga mediante estos dispositivos implica la aplicación de un esfuerzo de compresión alto en la dirección de las caras laterales. Particularmente para cargas de tamaño mediano, las cargas son desplazadas en una sola operación sujetando varias cajas en vertical, y con varias filas. En ese instante, la carga que se encuentra en la parte central inferior está sometida a una compresión por demás alta, para evitar su caída, produciéndose muchas veces daños en el producto.

El ensayo de compresión horizontal se aplica para verificar la resistencia de la carga embalada a este tipo de esfuerzos en dirección horizontal. En consecuencia, en este ensayo la carga de prueba debe contener el producto e incluir los elementos de fijación y el envoltorio, siendo necesario reproducir las condiciones de embalado durante transporte.

Los equipos de ensayo de compresión solo permiten aplicar el esfuerzo en sentido vertical, por lo cual la carga embalada deberá ser colocada acostada para el ensayo.

Además, para el caso de cargas embaladas de tamaño mediano, es posible hacer verificaciones más realistas si se colocan varias unidades y colocando placas de similares dimensiones que los sujetadores laterales, por encima y debajo de la carga de prueba, de modo de reproducir lo más fielmente posible las condiciones de manipulación reales.

6. Respecto al Ensayo de compresión vertical (Método C)

Este ensayo se realiza para verificar las características de resistencia de los envases a los esfuerzos de compresión, por lo que las pruebas se hacen con envases unitarios. En particular, este ensayo es frecuente para los casos en donde el embalaje secundario es una caja de cartón corrugado. En este caso, es recomendable realizar el ensayo tomando medidas de manera que el equipo de ensayo se encuentre en un ambiente igual al de pre-acondicionado.

7. Respecto al Ensayo de Apilamiento

Este ensayo se realiza para verificar la resistencia de la carga embalada cuando éste es depositado durante un periodo largo de tiempo. Para ejecutar este ensayo, para la aplicación de la carga es recomendable utilizar pesas en lugar del equipo de ensayo de compresión.

Para la medición de las deformaciones de la carga embalada debido a la compresión, se hace necesario realizar por lo menos 2 mediciones por cada esquina. Si fuera posible, es recomendable tomar mediciones para todas las caras.

6.3.3.4 CARGAS EMBALADAS - METODO DE ENSAYO DE CAIDA (Preliminar)

1. Ámbito de Aplicación

Esta norma establece el método de ensayos de caída de cargas embaladas elaborados con materiales combinados tales como metales, maderas, cartones, cartulina, y plásticos.

2. Normas de Referencia

Las siguientes normas de referencia forman parte de la presente. En cuanto a las normas con fecha de emisión, solamente forman parte de la presente aquellas ediciones que al que están referidas, no siendo aplicables las ediciones posteriores. En cuanto a las normas que no se indican fecha de emisión, se aplica su última edición (incluyendo los anexos).

Además, en el caso de normas de referencia no pertenecientes a las Normas Técnicas del MERCOSUR, tendrán el mismo tratamiento que el descrito arriba.

Las normas incorporadas son las siguientes:

MERCIS E 001: Método de asignación de código del embalaje para ensayo

MERCIS E 002: Pre-acondicionamiento para los ensayos de cargas embaladas

3. Glosario

Las definiciones de los términos utilizados en la presente Norma son las siguientes:

(1) altura de caída

En el ensayo de caída utilizando el equipo de caída libre, es la mínima distancia entre el punto más bajo de la carga embalada y la superficie de caída. En el ensayo de caída sobre arista, es la mínima distancia entre la arista de la carga embalada más lejana a la plataforma de sostén y la superficie de caída. En el ensayo de caída utilizando el equipo de ensayo de impactos, es la distancia entre la cara inferior de la plataforma de impacto hasta el equipo generador de impacto. (Referencias: Gráfico adjunto 1, Gráfico adjunto 2 y Gráfico adjunto 3).

(2) variación de la aceleración

La suma de valores absolutos de la aceleración del impacto y de reacción, equivalen al área que cubre la curva de impacto.

4. Pre - acondicionado

Los productos para los ensayos, deben ser pre – acondicionados con el método establecido en MERCIS E 002.

Se practicarán protecciones contra la humedad, o desagotes en los casos que así lo requieran.

Se deja abierta la posibilidad de fijar condiciones especiales, bajo el acuerdo de las partes.

5. Muestras para el ensayo

Las muestras de ensayo, deben respetar las siguientes condiciones.

- (a) La muestra de ensayo debe contener el producto real. Sin embargo, puede utilizarse un producto similar bajo la condición de que deben coincidir las características físicas tales como: dimensiones, masa, y ubicación del centro de gravedad,. En ambos casos, el sellado, la sujeción o el sellado hermético deben ser de las mismas condiciones que las cargas embaladas para el transporte real.
- (b) La codificación de los muestras de ensayo es: MERCIS E 001.
- (c) La cantidad óptima de muestras de ensayo es: superior a 3.

6. Equipos para el ensayo

6.1 El equipo de ensayo de caída libre debe reunir las siguientes condiciones (ver Fig 1)

- (1) Que las muestras de ensayo puedan mantenerse en una posición espontánea, a fin de que tanto la caída como el impacto, se ejecuten correctamente.
- (2) Que la altura de la caída espontánea, sea exacta y controlable.
- (3) Que la manipulación de la muestra a ensayar, tales como el izaje sea fácilmente realizable.
- (4) Que sea provisto de un dispositivo de izaje que no dañe la muestra de ensayo.
- (5) La superficie de caída debe reunir las siguientes condiciones:
 - (a) La masa del material de la superficie de caída, debe ser 50 veces superior a la masa de la muestra de ensayo.
 - (b) En toda la superficie plana, la tolerancia de nivelación debe ser menor a 2mm.
 - (c) En toda la superficie plana, no deben tener deformaciones superiores a 0,1mm. con carga estática de 98N {10kgf} /100mm²..
 - (d) La superficie de caída debe ser lo suficientemente grande para que la caída de la muestra sea completa.
 - (e) La superficie de caída debe estructurarse con material solido como : cemento, piedra o chapa de acero.

6.2 El equipo de ensayo de caída sobre aristas, debe reunir las siguientes condiciones:

- (1) Que pueda mantener la posición de la muestra a fin de que la caída o el impacto sean lo más correctos posibles.
- (2) Que la altura de la caída libre, sea exacta y controlable.
- (3) Que la manipulación, tales como el izaje de la muestra de ensayo sea de fácil ejecución.
- (4) Que esté provisto de un dispositivo de izaje que no dañe la muestra de ensayo.
- (5) La superficie de caída debe reunir las siguientes condiciones:
 - (a) La cantidad de material de la superficie de caída, debe ser superior a 50 veces más que la cantidad de muestras de ensayo.
 - (b) En toda la superficie plana, la tolerancia de nivelación debe ser menor a 2mm..
 - (c) En toda la superficie plana, no deben surgir deformaciones superiores a 0.1mm. con carga estática de 98N {10kgf} /100mm²..
 - (d) Debe ser lo suficientemente grande de tamaño para que la caída de la muestra sea completa.
 - (e) La superficie de caída debe estructurarse con material duro como : cemento, piedra o chapa de acero.

6.3 El equipo de ensayo de impacto debe reunir las siguientes condiciones (ver Fig. 2)

- (1) La estructura principal del equipo de ensayo de impacto debe respetar las normas ISO 8568.
- (2) La plataforma de impacto al que se coloca la muestra de ensayo, debe ser tenáz, debe mantenerse en forma plana durante el ensayo, y debe sostenerse por medio de una guía para que no se salga de la línea de caída.
- (3) El pulso que surge del impacto sobre la plataforma de impacto debe tener un tiempo efectivo con onda semi sinuoidal menor a 3ms..
- (4) La determinación de la altura de caída para provocar cambios de la velocidad establecida, deberá ser precisa, fácil de ajustar, y la repetibilidad respecto a dicho cambio debe ser de $\pm 5\%$.
- (5) La plataforma de impacto deberá estar provista de dispositivos para evitar un segundo impacto, una vez emitido el primer pulso de impacto.
- (6) La plataforma de impacto deberá estar provista de un dispositivo que mantenga la posición de caída de la muestra de ensayo.
- (7) Debe estar provista de medidores y registradores de aceleraciones que cumpla los siguientes condiciones.

- (a) El rango de frecuencia medible deberá ser con un límite inferior menor a 1Hz y un límite superior mayor a 500Hz.
- (b) Para el rango completo de la amplitud de la frecuencia mencionada, el error de medición deberá ser menor de 4%.
- (c) Además de la onda de aceleración surgida en la plataforma de impacto, a fin de poder determinar las características del punto débil del producto, es recomendable que se puedan efectuar mediciones en más de 4 canales.
- (d) La amplitud de aceleración medible, deberá ser de un máximo de 5880m/s² {600G}.
- (e) Se deberá poder indicar la variación de velocidad que surja de la plataforma de impacto.

7. Método de Ensayo

7.1 Ambiente del Ensayo El ambiente en el que se realizará el ensayo, será en la medida de lo posible, igual al del Pre-acondicionado.

7.2 Selección del Método de Ensayo

Como Método de Ensayo, se seleccionará de entre los siguientes según la masa de la carga embalada.

- (1) El ensayo de caída utilizando el equipo de caída libre, se aplica a cargas embaladas de un peso total, menor a 100kg..
- (2) El ensayo de caída de arissta, se aplica a cargas embaladas de un peso total, mayor a los 100kg.
- (3) En caso de que la masa de la carga embalada es menor a los 100kg., y se pueda utilizar el equipo de ensayo para impactos, sería adecuado realizar el ensayo de caída por medio del equipo de ensayo de impacto.

7.3 Método de Ensayo

El ensayo de caída se hará en base al método descrito en el punto 7.2.

7.3.1 El ensayo de caída (método A) utilizando el equipo de ensayo de caída libre, se hará de la siguiente manera:

(1) Fijación de la forma de caída.

- (a) a fijación de la muestra de ensayo para caída de cara, deberá ser con una horizontalidad de 2°, y la horizontalidad para la cara en el momento del impacto sobre la superficie de impacto es deseable que sea menor de 2°.

(b) Caidas de arista y de esquina: La posición de la muestra de ensayo al momento de caída deberá ser de modo tal que las fuerzas dinámicas sobre el centro de gravedad pasen por la arista o la esquina que impacta.

Ahora bien, el grado de nivelación al momento de establecer la caída de arista, deberá ser dentro de los 2°.

(2) Altura de caída: Se establecerá según el objetivo del ensayo. El error admisible en la altura será de $\pm 2\%$ ó $\pm 10\text{mm}$, tomándose el mayor.

(3) Seccion de caída y numero de caidas: Se establecerán según el objetivo del ensayo.

(4) La carga embalada no deberá tocarse con las manos hasta que detenga totalmente su movimiento.

7.3.2 Ensayo de caída parcialmente apoyado (Metodo B):

Este ensayo se hará de la siguiente manera:

(1) Fijación de la posición de caída según se señala en el gráfico adjunto 3. La arista contraria a la arista que impacta (arista 3 – 5 o arista 3 – 6) se mantiene sobre la plataforma ubicada a 15cm. de altura, haciendo caer la arista impactante (arista 3 – 6 o arista 3 – 5).

(2) Altura de caída: Se establecerá según el objetivo del ensayo. El error admisible en la altura será de $\pm 2\%$ ó $\pm 10\text{mm}$, tomándose el mayor.

(3) Numero de caidas: Se establecen según el objetivo del ensayo.

7.3.3 Ensayo de caída utilizando el equipo de ensayo de impacto (Método C):

Este ensayo se realiza de la siguiente manera:

(1) Fijacion de la posicion de la caída

(a) Se coloca la cara a impactar en contacto con la plataforma para impactos.

(b) Colocar la muestra con un accesorio de modo que mantenga la posición de caída sobre la plataforma de impactos, para que la dirección de las fuerzas dinámicas sobre el centro de gravedad de la muestra pase por la arista o la esquina de impacto.

(2) Colocacion de la muestra de ensayo: Para evitar un segundo impacto en las muestras

por rebote de la plataforma para impactos, deberá sujetarse levemente las muestras con una placa soporte o una red.

(3) Tiempo efectivo del pulso de impacto: El tiempo de efectividad deberá ser menor a 3ms.

(4) Cambios de aceleración: Se establecen según el objetivo del ensayo.

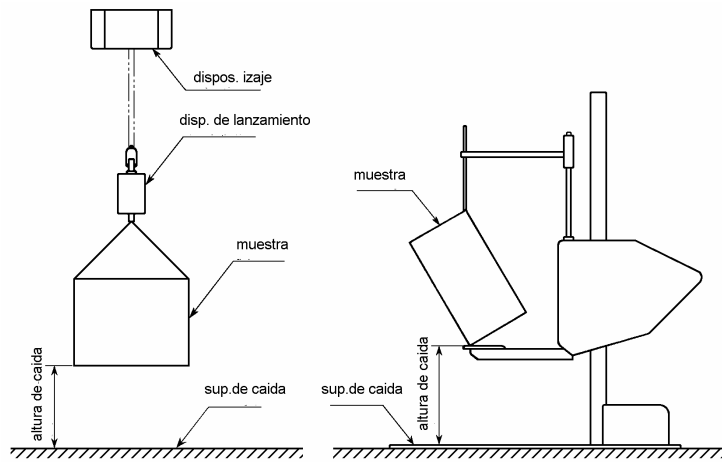
(5) Sección de caída y cantidad de caídas: Se establecen según el objetivo del ensayo.

(6) Colocar el sensor de aceleraciones lo más cerca posible de la carga embalada para poder medir las ondas de aceleraciones que produce la plataforma para impactos.

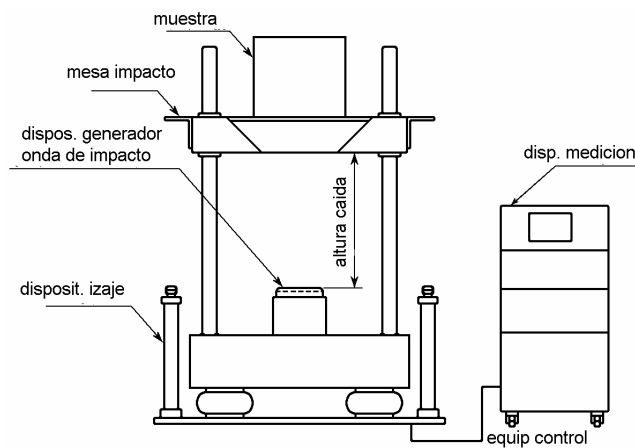
(7) Registrar todos los datos de las ondas de aceleración al momento del impacto.

8 Informe del ensayo. Los siguientes ítems serán incluidos en el informe:

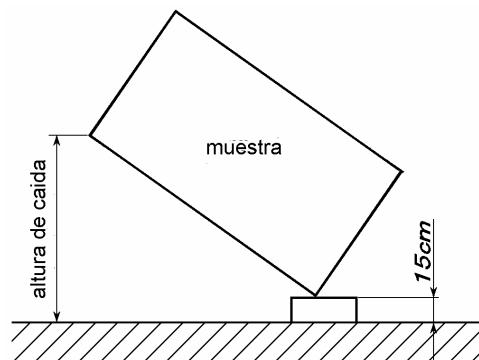
- (1) Detalles del contenido (nombre, tipo y peso específico de la muestra)
- (2) Peso específico total, volumen, medidas, material, estructura y método de embalaje de la muestra-
- (3) Cantidad de muestras de ensayo.
- (4) Modelo y especificaciones del aparato utilizado para el ensayo.
- (5) Método y condiciones de ensayos utilizados (por método, parte de caída, altura de caída, cambios de aceleración, cantidad de caídas).
- (6) Condiciones pre – ensayo agregadas a las muestras.
- (7) Registro de resultados de los ensayos (detalle de deformaciones y roturas)
- (8) Fecha de ensayo y temperatura y humedad relativa de la sala de ensayos.
- (9) Observaciones generales de los resultados del ensayo.
- (10) Ítems especiales.



Anexo Fig1 Equipo de caída libre (ejemplo)



Anexo Fig2 Equipo de ensayo de impactos (ejemplo)



Anexo Fig 3. Metodo de ensayo de caída parcialmente apoyado

ADJUNTO 1 (REFERENCIA) CONDICIONES PARA EL ENSAYO DE CAIDA

1. Prologo

Este adjunto es un agregado al contenido principal y no forma parte de la norma. Sin embargo, los usuarios de normas sin datos de ensayos de transporte real, podrán obtener resguardo de embalajes que sufran impactos durante su transporte, realizando el ensayo pertinente siguiendo el contenido del presente adjunto.

2. Metodo de ejecucion de los ensayos

En el ensayo se hará la caída según la altura fijada en la Fig 2 Adjunto 1, respetando el orden señalado en la Fig 1 Adjunto 1.

2.1 Se establecerán las condiciones necesarias y adecuadas a los objetivos de los ensayos en lo que se refiere a sección de caída, altura de caída, orden de caída, cantidad de caídas, pero, en caso de no haber indicaciones preestablecidas, se deberán atener a los siguientes parámetros:

2.1.1 Ensayo de caida libre (método A)

Para la sección de caída y secuencia de caída, se tomarán las bases de la Fig 1 Adjunto 1.

El numero de caídas será básicamente de 1 vez por cada sección de caída.

Fig 1 Adjunto 1 Secuencia de caidas en el ensayo de caida libre

ORDEN DE CAIDAS	SECCION DE CAIDA	OBSERVACIONES
1	CANTO 2-3-6	En el caso de realizarse el ensayo con varias muestras, la sección de caída para las muestras pares será 3-4-5.
2	ARISTA 2-3	En el caso de realizarse el ensayo con varias muestras, la sección de caída para las muestras pares será 3-4.
3	ARISTA 3-6	En el caso de realizarse el ensayo con varias muestras, la sección de caída para las muestras pares será 3-5.
4	ARISTA 2-3	En el caso de realizarse el ensayo con varias muestras, la sección de caída para las muestras pares será 4-5
5	TODAS LAS 6 CARAS	No se establece orden de caída.

Nota: El orden de las caídas puede ser modificado de común acuerdo de las partes, como así también la omisión de la caída de una parte elegida arbitrariamente.

Fig 2Adjunto 1 Altura de caídas en el ensayo de caída libre

Masa de la muestra (kg)	Altura de caída (cm)		
	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Hasta 10 incl.	80	70	60
Mas de 10 hasta 20 incl.	70	60	50
Mas de 20 hasta 50 incl.	55	45	35
Mas de 50 hasta 70 incl.	40	30	20
Mas de 70	30	25	20

Nota: La altura de caída para todas las direcciones, será básicamente una misma altura.

La altura de caída correspondiente a alguna sección en particular puede modificarse de común acuerdo entre las partes.

2.1.2 Ensayo de caída parcialmente apoyado en una arista

La altura de caída para el ensayo de caída parcialmente apoyado en una arista se establece en el Fig 3 Adjunto 1.

Fig 3 Adjunto 1 Altura de caída para el ensayo de caída de caída parcialmente apoyado en una arista

Masa de la muestra (kg)	Altura de caída (cm)		
	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Mas de 50 hasta 200 incl.	30	25	20
Mas de 200 hasta 500 incl.	25	20	15
Mas de 500	20	20	15

2.1.3 Ensayo de caída utilizando equipo para ensayo de impactos

Cuando se efectúa la prueba de caída utilizando equipo para ensayo de impactos, los cambios de aceleraciones adicionadas a las muestras de ensayo, son como se señalan en Fig 4 Adjunto 1.

Fig 4 Adjunto 1 Variaciones de aceleración

Masa de la muestra (kg)	Aceleraciones (m/seg)		
	Nivel I	Nivel II	Nivel III
Hasta 10 incl.	3,96	3,70	3,43
Mas de 10 hasta 20 incl.	3,70	3,43	3,13
Mas de 20 hasta 50 incl.	3,28	2,97	2,62

NARRATIVO del “Metodo de ensayo de caida de carga embalada” (Propuesta)

1. Introduccion

La presente Norma regula los métodos de ensayo para confirmar la resistencia necesaria contra impactos producidos durante el manipuleo de las cargas embaladas que se transportan en las regiones del Mercosur.

Esta Norma fue establecida de acuerdo a los lineamientos de las Normas ISO y JIS. No obstante, e independientemente de las mencionadas normas, se aclara que las condiciones para el ensayo desarrolladas en el Adjunto 1, fueron confeccionadas ⁽¹⁾ en base a los resultados de mediciones de impactos en el manipuleo, ejecutado con la colaboración de JICA entre los años 2005 y 2006.

Con respecto a la presente Norma, la misma fue elaborada siguiendo principalmente los lineamientos de JIS Z0202 y JIS Z0200 ⁽³⁾.

2. Con respecto al ensayo de caida libre

(1) El ensayo de caída libre, es un ensayo donde se reconstruye el impacto previsto en el manipuleo de la carga embalada en forma individual. Por lo que este ensayo básicamente es para cargas individuales, pero en caso de tratarse de varios productos en un solo paquete o atado, puede realizarse el ensayo considerando a dicho paquete como una unidad.

(2) En el caso de caída de cara, se establece un margen de horizontalidad menor a 1° de la cara de impacto en el momento del choque. Pero dado que en la practica estas condiciones son difíciles de lograr, se modifica el margen de horizontalidad a 2°.

(3) Para los casos de caída de arista o caída de esquina, se aplican 2 tipos de métodos para mantener la carga embalada: Uno de los métodos es a modo de que la arista o el esquina caigan en forma perpendicular a la superficie de caída a la cual impactan; y el otro método es mantener la carga embalada a modo de que la ubicación del centro de gravedad haga chocar en forma perpendicular la arista o la esquina a la superficie de caída. Estos métodos se los conocen como “Caída de arista opuesta y Caída de esquina opuesto”.

Dentro de estos 2 métodos de la presente Norma, se ha adaptado una condición muy exigente como la de ubicar el centro de gravedad en la parte perpendicular a la arista que cae o al canto que cae. En los casos de realizarse los ensayos con estos métodos, y si la orientación de la caída es perfecta, la carga embalada detiene su caída en forma parada al momento del choque facilitando la confirmación de la exactitud de las condiciones fijadas

para la caída.

(4) En las caídas de arista y de esquina, para evitar el impacto provocado por vuelcos que no sean propios de la caída, quien ejecuta el ensayo suele evitar el vuelco que se produce luego de la caída, sosteniendo la carga embalada con sus manos, pero en el manipuleo que se hace durante la circulación real de mercaderías, lo normal es que no se cuenta con el tiempo suficiente como para evitar el vuelco antes de detener la carga. Por ello es que se destacó a modo de observación, evitar tocar con las manos la carga hasta que detenga su movimiento.

3. Ensayo de caída de arista parcialmente apoyado

(1) El ensayo de caída de arista parcialmente apoyado, es un ensayo en el cual se reconstruye los impactos a surgir durante el manipuleo de las cargas embaladas de equipos de gran tamaño como heladeras industriales y las cargas sujetadas por medio de palletizaciones con elementos contraíbles.

(2) Para el aparato de izaje utilizado en el ensayo de caída de arista parcialmente apoyado, como regla general se debe utilizar el dispositivo de izaje que se emplea para los ensayos de caídas libres, pero puede recurrirse a la carretilla elevadora.

4. Ensayo de caída utilizando el equipo para ensayo de impactos

(1) El ensayo de caída utilizando el equipo para ensayo de impactos, ha sido ideado como método sustituto del ensayo de caída libre. Sin embargo, este método sustituto, tiene la cualidad de que por su cómoda fijación de la posición de caída, se facilita la reconstrucción de la caída, por lo que últimamente es el método más utilizado para los ensayos de caídas.

(2) La diferencia más grande entre el ensayo de caída libre y el ensayo de caída con utilización del equipo para ensayo de impactos, es que en el ensayo de caída libre, se produce un segundo impacto por vuelco posterior a las caídas de arista o de esquina lo que no sucede en el ensayo de caída con utilización del equipo para ensayo de impactos.

(3) En el ensayo de caída con utilización del equipo para ensayo de impactos, se confirma el valor de impacto producido y el cambio de aceleración cada vez que se produce el impacto, en caso de que los valores arrojados escapen a lo establecido, deberá repetirse el ensayo.

(4) Para la medición de la aceleración, se aconseja registrar las ondas de aceleración sin utilizar el filtro de paso bajo. La utilización del filtro de paso bajo se aconseja para el

análisis de las ondas.

(5) La frecuencia del filtro de paso bajo, debe ser de 200Hz como mínimo. La utilización de filtro de paso bajo con una frecuencia inferior a la mencionada, provoca deformaciones en las ondas impidiendo la medición de la aceleración.

5. Datos basicos en el establecimiento de las condiciones para el ensayo

Las condiciones para el ensayo de caída libre están definidas en base a los datos obtenidos en las pruebas de transporte y la altura de caída calculada a partir de los mismos datos. Además de esto, se han tenido en cuenta normas como la ISO 4180, JIS Z 0200, NF H00-051, como así también normas japonesas de empresas privadas relativas a embalajes para productos de exportación.

En el caso de la región MERCOSUR, los valores de la presente norma han sido definidos en base a normas conocidas públicamente y los datos obtenidos de alturas de caída durante la manipulación de cargas limitados a: a) menores de 10kg, b) mayores de 70 kg pero menores de 100kg, Por todo ello, las alturas de caída indicadas en la presente deberán ser considerados solo como valores de referencia a los efectos de la determinación de las condiciones de ensayos.

6. Graficos de Condiciones de caida y masa de la muestra embalada

6.1 Ensayo de Caida Libre

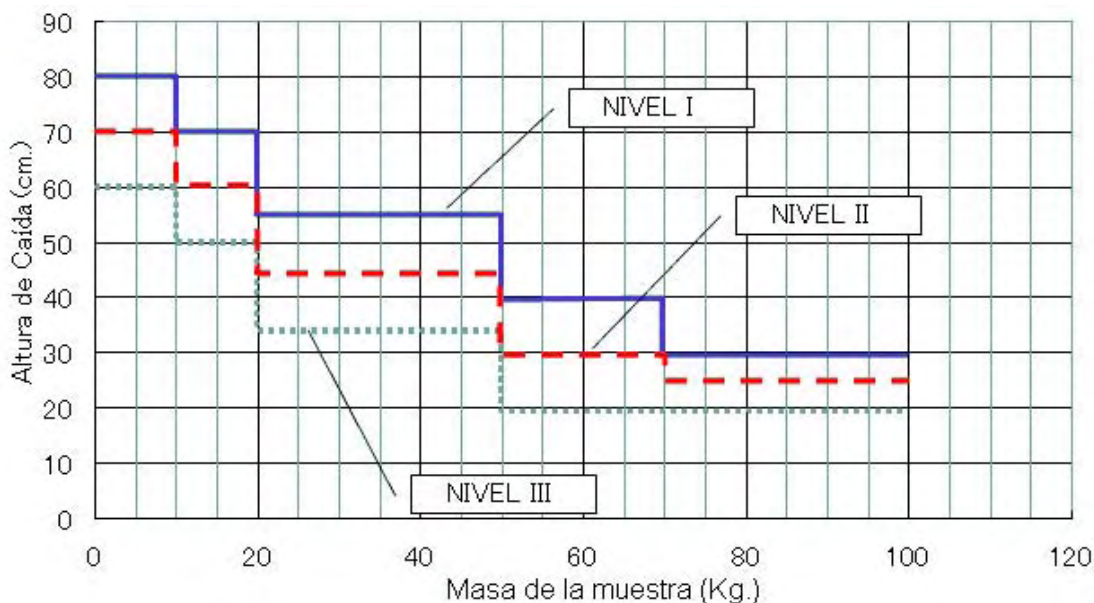


Figura Explicativa 1: Relación entre masa de la muestra y altura de Caida libre

6.2 Ensayo de Caída parcialmente apoyado sobre un arista

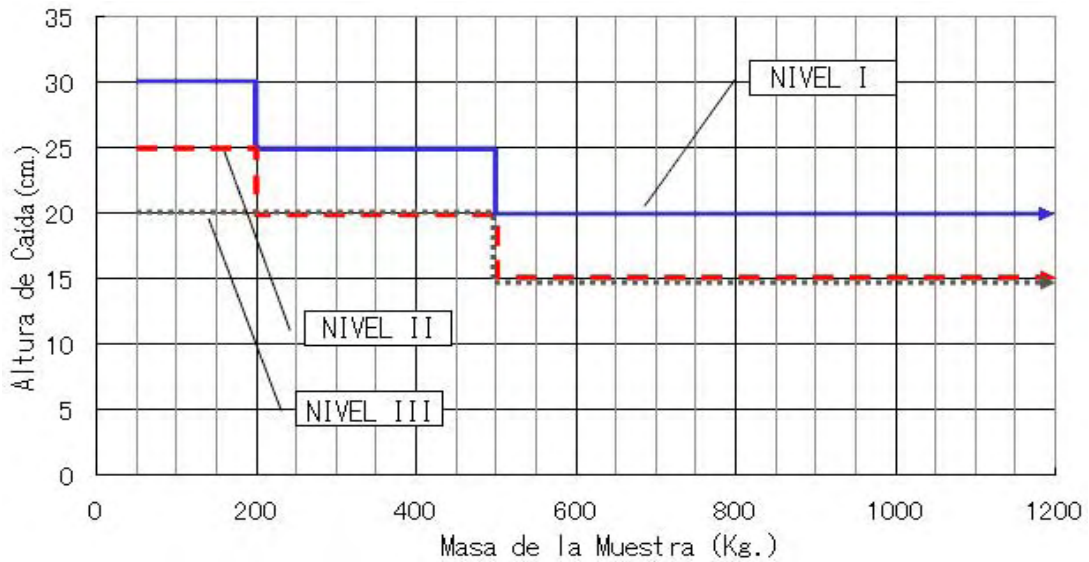


Figura Explicativa 2: Relación entre masa de la muestra y altura de caída libre para caídas sobre una arista

6.3 Ensayo de Caída libre utilizando el Equipo de Ensayos de Impacto

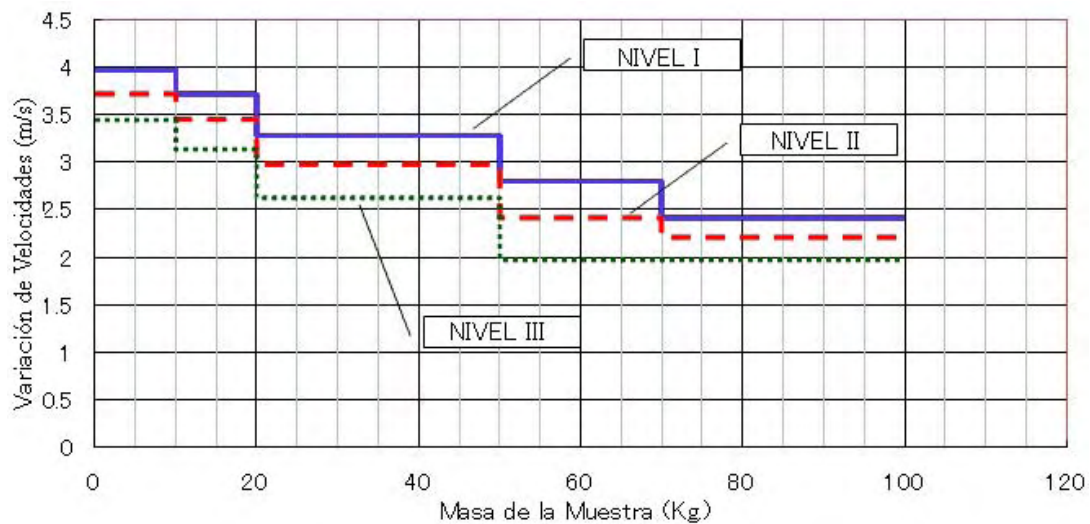


Figura Explicativa 3: Relación entre masa de la muestra y variación de la velocidad para Ensayos de caída utilizando un equipo de ensayos de impacto.

6.3.3.5 Cargas Embaladas - Metodología de Ensayos de Vibraciones (preliminar)

1. Ámbito de aplicación

La presente norma regula la metodología de ensayo para evaluar si las cargas embaladas poseen la capacidad para resistir las vibraciones verticales que reciben las mismas durante el proceso de transporte.

2. Normas de referencia

Las siguientes normas de referencia forman parte de la presente. En cuanto a las normas con fecha de emisión, solamente forman parte de la presente aquellas ediciones que al que están referidas, no siendo aplicables las ediciones posteriores. En cuanto a las normas que no se indican fecha de emisión, se aplican su última edición (incluyendo los anexos).

Además, en el caso de normas de referencia no pertenecientes a las Normas Técnicas del MERCOSUR, tendrán el mismo tratamiento que el descrito arriba.

Las normas que se toman como referencia en el presente son las siguientes:

- ①MERCIS E 001 "Método de Indicación por Código de las Cargas Embaladas"
- ②MERCIS E 002 "Pre – Acondicionado para Ensayos de Cargas Embaladas"

3. Glosario

Las definiciones de los términos utilizados en la presente Norma son las siguientes:

(1) Densidad espectral de potencia

Siendo una media cuadrática de la señal de aceleración una vez pasada por un filtro de banda angosta con una frecuencia central, el valor límite al llevar el periodo de promedio a infinito y acercar el ancho de banda a cero, expresado por la amplitud de banda unitaria.

(2) Valor eficaz

Es la raíz cuadrada de la media cuadrática del parámetro que expresar el valor de aceleración, velocidad o desplazamiento durante la prueba de vibración Random.

4. Pre - acondicionado

Las muestras de pruebas serán pre – acondicionadas por medio del método establecido en la norma MERCIS E 002 previo al ensayo.

Pueden establecerse condiciones especiales bajo acuerdo de las partes.

5. Muestras de ensayo

Las muestras de ensayo deben ser acordes a los siguientes ítems.

- (a) Las muestras de ensayo deben contener los productos reales. Pero, cuando existe similitud en las características físicas como: medidas, peso específico, posición del centro de gravedad, puede utilizarse un modelo en lugar de la muestra de ensayo. Cualquiera sea el caso, los requisitos de sellado, uniones y hermeticidad son los mismos que los requeridos para el transporte de cargas reales.
- (b) La codificación de las muestras de ensayo se basan en la norma MERCIS E 001

6. Equipo de ensayo

El equipo de ensayo a utilizar dentro de las Normas previstas en la presente deberá reunir las siguientes condiciones.

- 6.1 **Dirección de vibraciones:** Que pueda provocar vibraciones en sentido vertical a la muestra de ensayo.
- 6.2 **Aceleraciones:** Debe ser un sistema que como mínimo sea capaz de producir vibraciones de valor efectivo de aceleración calculado a partir del espectro potencial de aceleración preestablecido en una situación de carga de muestras de ensayo.
- 6.3 **Rango de frecuencia de vibraciones:** La amplitud de frecuencia de vibración variable debe ser superior a la amplitud de frecuencia de vibración correspondiente a la densidad del espectro potencial de aceleración preestablecido.
- 6.4 **Mesa de vibraciones:** La mesa de vibraciones debe ser lo suficientemente grande y rígida como para colocar las muestras de ensayo y que pueda mantener la superficie en forma nivelada durante el ensayo. La frecuencia mínima de resonancia, deberá ser superior a la amplitud de frecuencia para ensayos preestablecida.
- 6.5 **Accesorios de la mesa de vibraciones:** Es opcional la colocación de una pieza opcional en la mesa de vibraciones.
 - a) Un cerramiento para limitar el desplazamiento lateral y frontal-posterior de las muestras durante el ensayo.
 - b) A manera de restricción de muestras para realizar un ensayo por modelos.
- 6.6 **Medición de vibraciones y sistema de control:** Para la medición de vibraciones y el sistema de control de vibraciones, deberá contarse con los siguientes dispositivos y funciones:
 - a) **Sensor de aceleraciones:** Mide la aceleración que se produce sobre la mesa de vibraciones.
 - b) **Amplificador para vibraciones:** Se transmite al sistema de control ampliando la señal del sensor de aceleración.
 - c) **Sistema de control de vibraciones:** Se controla la vibración de la mesa de vibraciones, por medio de la realimentación de la señal transmitida desde el sistema de control de vibraciones.

- d) **Equipo de visualización de datos:** Indica el panorama de las vibraciones de la mesa de vibraciones.
- e) **Registrador de datos:** Registra las características PSD de los datos de vibraciones producidas en la mesa de vibraciones y el valor efectivo de vibración.
- f) **Características de frecuencia:** Las características de las frecuencias sintetizadas para la medición, debe estar entre valores de $\pm 5\%$ en cuanto a amplitud de frecuencia de vibración.
- g) **Numero de canales de medición:** Además del sensor para control de la mesa de vibraciones, es aconsejable disponer de varios medidores para medir la reacción de las muestras de ensayo.

7. Funciones del sistema de control de vibraciones

El sistema de control de vibraciones, debe contemplar las siguientes funciones y operatividad.

- a) **Función de emisión de señales:** Debe poder emitir la señal que provoca la vibración con densidad del espectro potencial de aceleración preestablecido.
- b) **Función de control de vibraciones:** Que pueda controlar y mantener las características preestablecidas de la densidad del espectro potencial de aceleración de la mesa de vibraciones. Por otra parte, que sea capaz de aumentar paulatinamente hasta los niveles preestablecidos y que pueda detenerse sin dificultades.

En cuanto a la densidad del espectro potencial de la mesa de vibraciones, con las muestras de ensayo colocadas, debe ser controlable dentro de $\pm 3\text{db}$ del valor establecido para toda la frecuencia del ensayo. Además se establece que el desvío admisible de la aceleración efectiva debe ser de $\pm 1.5\%$ del valor establecido.

8. Métodos de ensayo

- 8.1 El ambiente del lugar en que se lleva a cabo el ensayo debe ser, en la medida de lo posible, el mismo que el de pre -acondicionado.
- 8.2 **Forma de montaje de las muestras:** Las muestras de ensayo deben ser colocadas sobre la mesa de vibraciones, de manera tal que se asemeje lo más posible al estado en que es cargado con los métodos de fijación y de apilado para el transporte. En caso de atar las muestras, deberá procederse de modo tal que la posición del centro de gravedad de la muestra quede lo más cerca posible del centro de la mesa de vibraciones. En caso de no atar las muestras, puede improvisarse una jaula para evitar desviaciones de las muestras. Se puede encimar por sobre la muestra, un volumen de igual peso que el del transporte real.
- 8.3 **Medición de aceleración impuesta:** La aceleración impuesta a las muestras debe ser

medida lo más cerca posible de las muestras.

- 8.4 **Interrupción del ensayo:** A fines de realizar inspecciones oculares, el ensayo puede detenerse en cualquier momento.
- 8.5 **Imposición de la señal de vibraciones:** Para que la vibración de la mesa alcance la densidad del espectro potencial de aceleración preestablecida, deberá iniciarse la vibración desde un nivel bajo como de 6db, aumentando este valor en forma paulatina y una vez alcanzado el nivel preestablecido, deberá mantenerse por el tiempo prefijado en ese nivel.
- 8.6 **Ensayo de vibraciones de saltos:** Una vez finalizado el ensayo de vibraciones Random, se realizará el ensayo de vibraciones de saltos establecido.
- 8.7 Una vez finalizados los ensayos, se procede a revisar las fallas en las muestras.

9. Informe del ensayo

A continuación se detallan los ítems del Informe del Ensayo

- a) Norma aplicada
- b) Firma y localización del ensayo y nombre del solicitante y localización del mismo.
- c) Número de identificación del Informe de l ensayo.
- d) Fecha de recepción de las muestras y fecha de ejecución del ensayo.
- e) Nombre, cargo y firma del responsable del Informe.
- f) Puntualizar que los resultados obtenidos del ensayos se limitan a las muestras utilizadas en el mismo.
- g) Aclarar la prohibición de duplicación de todo el texto sin autorización del laboratorio.
- h) Cantidad de muestras utilizadas en el ensayo.
- i) Especificar: el peso específico, medidas, volumen, material con especificaciones relacionados a las muestras; método de fijación, método de amortiguación, método de protección relacionados a la estructura del embalaje y su cierre, además del método de embalaje con ajustes de refuerzos.
- j) Detalle del contenido (nombre del producto, tipo y peso específico). En caso de haber utilizado muestras de modelo o muestras substitutas, especificar los detalles correspondientes.
- k) Volumen del material de las muestras.
- l) Temperatura y humedad relativa del pre-acondicionado y temperatura y humedad relativa del área del ensayo.
- m) Condiciones de Ensayo: (rango de frecuencia, PSD y tiempo utilizado en el ensayo) y registro de aceleración efectiva y PSD obtenidos.
- n) En caso de haber esfuerzos por apilamiento, detallar el producto o pesas utilizadas en la sobrecarga y el tiempo de duración de este estado.

- o) Detallar existencia de restricciones (en caso de haberlos, detallar el método utilizado) y de jaula guía.
- p) Desvíos con respecto a los métodos de ensayos de esta Norma.
- q) Diagnóstico relacionado al PSD registrado.
- r) Comportamiento de las muestras durante el ensayo.
- s) Información general del equipo utilizado en el ensayo y su número de fabricación.
- t) Registro de los resultados del ensayo (Descripción de deformaciones y/o roturas.)
- u) Diagnóstico general de los resultados del ensayo.

ANEXO A (referencia)

Diagramas PSD y condiciones de ensayos de salto libre

1. Introducción

El presente Anexo tiene como objeto complementar las especificaciones indicadas en la parte principal de la norma y no forman parte de ella. Sin embargo, para el usuario que no dispone de los datos de pruebas de transporte, a través de la realización de ensayos siguiendo las indicaciones de este Anexo, permitirá la realización de ensayos muy cercanos a las condiciones reales de transporte.

Los ensayos están estructurados en dos tipos de ensayos, el ensayo de vibraciones y el ensayo de vibraciones por salto libre, en base a un espectro de potencia de aceleraciones preestablecido. Por medio de la realización de estos dos ensayos se considera que los ensayos de vibraciones están completos.

2. Secuencia de realización de los ensayos

En el momento de la realización de los ensayos, se seleccionará un patrón de ensayo, el Patrón A o Patrón B, según se indica en Anexo-A Tabla-1, dependiendo de las características del producto target. A su vez, según el nivel de las condiciones de transporte se elegirá uno de los niveles (Nivel I a III) según se indica en Anexo-A Tabla-2, y los ensayos se realizarán aplicando las características del PSD que se muestran en Anexo-A Tabla-3(a).

Luego de finalizado el ensayo descrito arriba, a su vez, se realizará el ensayo de vibraciones por salto libre, según se indica en Anexo-A Tabla-3(b). Los ensayos de vibraciones de salto libre se ejecutan con la muestra sin fijación mecánica.

Además, en el caso de que la duración de los ensayos de vibraciones por salto excedan los 5 minutos, el excedente podrá ensayarse por medio de ensayos de impacto, cuyo número de impactos será proporcional al número de minutos de duración de ensayos. En caso de fracción, se tomara 1 en caso de que aquel fuese mayor que 0,5.

Anexo-A Tabla-1 Divisiones para la aplicación del Patron A y Patron B.

Division	Carga embalada de aplicación
Patron A	(1) Caso en que el producto embalado es un producto industrial. (2) En caso que el producto target es un envase de productos alimenticios, y que debido al peso de las cargas superiores, gradualmente se produzcan fallas de embalaje en la parte inferior, que lleven a un estado de rotura, por desfoliado del material.
Patron B	(1) Caso de embalajes para productos alimenticios, que se produzcan poros (pin holes) en las bolsas que contienen el producto, debido a causas como fricciones, y que lleven a producir fallas en el embalaje tales como perdidas.

En el caso de que la selección de la division resulte dificultosa, se elegirá el Patron A.

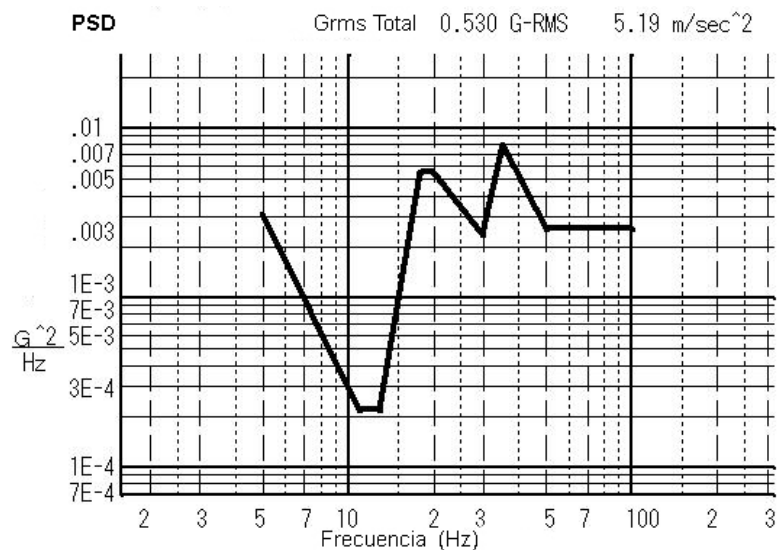
Anexo-A Tabla-2. División para la aplicación de los niveles I a III.

Division	Condiciones de transporte aplicables
Nivel I	Caso en donde los periodos del recorrido van por caminos en mal estado, y se estima la aparición de grandes aceleraciones en forma frecuente.
Nivel II	Caso de recorridos sobre caminos normales.
Nivel III	Caso en donde la mayor parte del recorrido es por rutas en muy buenas condiciones, tales como autopistas, y en donde se estiman una mínima cantidad de grandes aceleraciones.

3. Condiciones del Ensayo

Anexo-A Tabla 3-1(a) Pattern A, Nivel I

Punto	Frec	PSD		Observaciones
	Hz	m^2/s^3	$\{G^2/Hz\}$	
1	5	0,2964	0,003086	Distancia: 4651 km Equivale al tramo: Aimogasta - Iguazu & Belem - Sao Paulo
2	11	0,0209	0,000218	
3	13	0,0209	0,000218	
4	18	0,5229	0,005445	
5	20	0,5229	0,005445	
6	30	0,2267	0,002360	
7	35	0,7670	0,007986	
8	50	0,2440	0,002541	
9	100	0,2440	0,002541	
Acel.efectiva	5,19m/s ² {0,53G}			
Tiempo de acelerac.	1 hr			



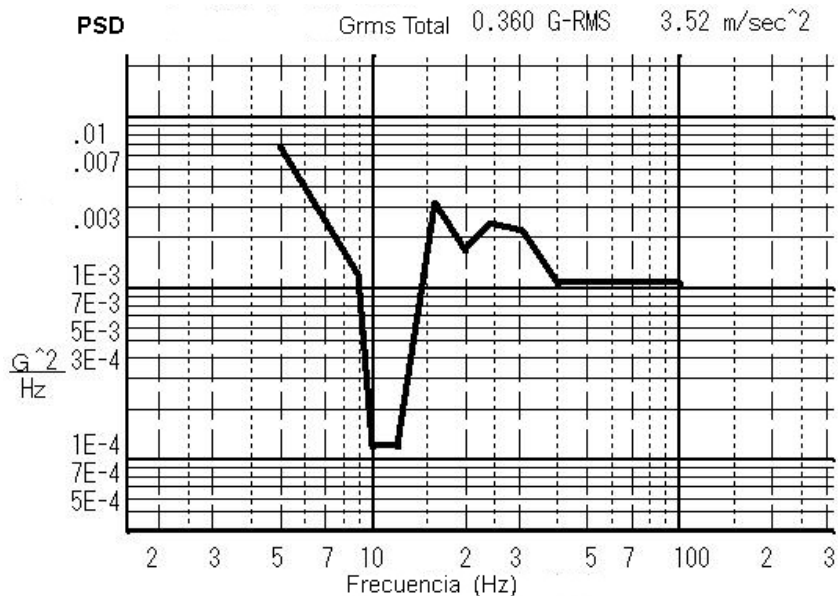
Anexo-A, Fig 1: PSD de ensayo de Nivel I

Anexo-A Tabla 3-1(b) Condiciones para Vibraciones por saltos (10 Hz, 10,78 m/s {1,1G})

Método de Ensayo	Duración (min)	Ens. de impacto (1.4m/sec o caída10cm)
Vibración por saltos (solam.)	243,6	—
Combinado c/ Ens. de Impacto	5	24 veces

Anexo-A Tabla 3-2(a) Pattern A, Nivel II

Punto	frec	PSD		Observaciones
	Hz	m ² /s ³	{G ² /Hz}	
1	5	0,6508	0,006776	Distancia: 1522 km Equivalente al tramo: BsAs - Mendoza & Loma Plata – Asunción
2	9	0,1162	0,001210	
3	10	0,0116	0,000121	
4	12	0,0116	0,000121	
5	16	0,3021	0,003146	
6	20	0,1627	0,001694	
7	24	0,2324	0,002420	
8	31	0,2092	0,002178	
9	40	0,1046	0,001089	
10	100	0,1046	0,001089	
Acel.efectiva	3,52m/s ² {0,36G}			
Tiempo de acel.	1 hr			



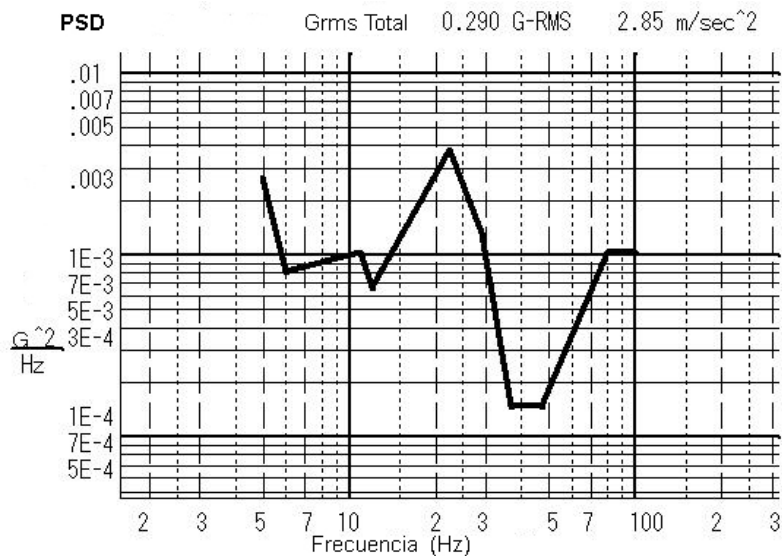
Anexo-A, Fig 2: PSD de ensayo de Nivel II

Anexo-A Tabla 3-2(b) Condiciones para Vibraciones por saltos (10 Hz, 10,78 m/s {1,1G})

Método de Ensayo	Duración (min)	Ens. de impacto (1.4m/sec o caída10cm)
Vibración por saltos (solam.)	17,1	---
Combinado c/ Ens. de Impacto	5	1 vez

Anexo-A Tabla 3-3(a) Característica 3 del PSD, para cada condicion (Pattern A, Nivel III)

Punto	frec	PSD		Observaciones
	Hz	m ² /s ³	{G ² /Hz}	
1	5	0,2524	0,002628	Distancia: 501km Equivale al tramo: Rosario - BsAs & Montevideo – Rivera
2	6	0,0771	0,000803	
3	11	0,0982	0,001022	
4	12	0,0631	0,000657	
5	22.5	0,3646	0,003796	
6	29	0,1262	0,001314	
7	37	0,0140	0,000146	
8	47	0,0140	0,000146	
9	80	0,0982	0,001022	
10	100	0,0982	0,001022	
Acel.efectiva	2,85m/s ² {0,29G}			
Tiempo de acel	1hr			



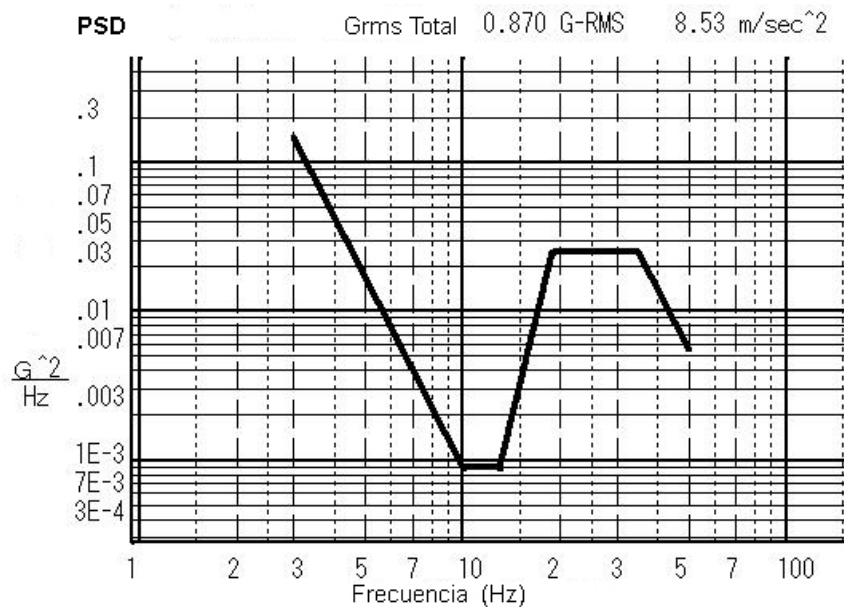
Anexo-A, Fig 3: PSD de ensayo de Nivel III

Anexo-A Tabla 3-3(b) Condiciones para Vibraciones por saltos (10 Hz, 10,78 m/s {1,1G})

Método de Ensayo	Duración (min)	Ens. de impacto (1.4m/sec o caída10cm)
Vibración por saltos (solam.)	15,6	—
Combinado c/ Ens. de Impacto	5	1 vez

Anexo-A Tabla 3-4(a) Pattern B, Nivel I

Punto	frec	PSD		Observaciones
	Hz	m ² /s ³	{G ² /Hz}	
1	3	0,2964	0,14482	Distancia: 4651 km Equivale al tramo: Aimogasta - Iguazu & Belem - Sao Paulo
2	10	0,0209	0,00089	
3	13	0,0209	0,00089	
4	19	0,5229	0,02451	
5	35	0,5229	0,02451	
6	50	0,2267	0,00557	
Acel.efectiva	8,53m/s ² {0,87G}			
Tiempo de acel.	2 hr			



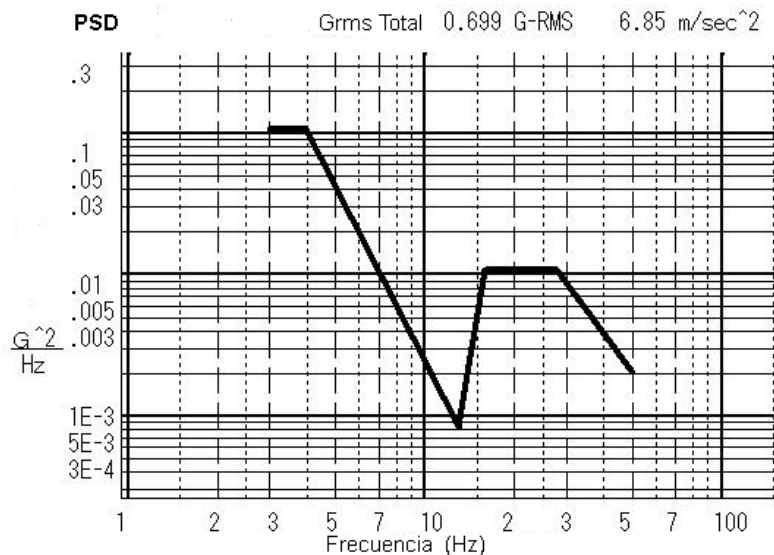
Anexo-A, Fig 4: PSD de ensayo de Nivel I

Anexo-A Tabla 3-4(b) Condiciones para Vibraciones por saltos (10 Hz, 10,78 m/s {1,1G})

Método de Ensayo	Duración (min)	Ens. de impacto (1.4m/sec o caída10cm)
Vibración por saltos (solam.)	243,6	—
Combinado c/ Ens. de Impacto	5	24 veces

Anexo-A Tabla 3-5(a) Característica 5 del PSD, para cada condición (Pattern B, Nivel II)

Puntos	Frec	PSD		Observaciones
	Hz	m ² /s ³	{G ² /Hz}	
1	3	0,2964	0,106432	Distancia: _____ km Estado ruta: mala ___ % Normal ___ % Buena ___ % Equivale al tramo: _____ - _____
2	4	0,0209	0,106432	
3	13	0,0209	0,000832	
4	16	0,5229	0,010810	
5	28	0,5229	0,010810	
6	50	0,2267	0,002079	
Acel.efectiva	6,85m/s ² {0,7G}			
Tiempo de Acel.	1 hr			



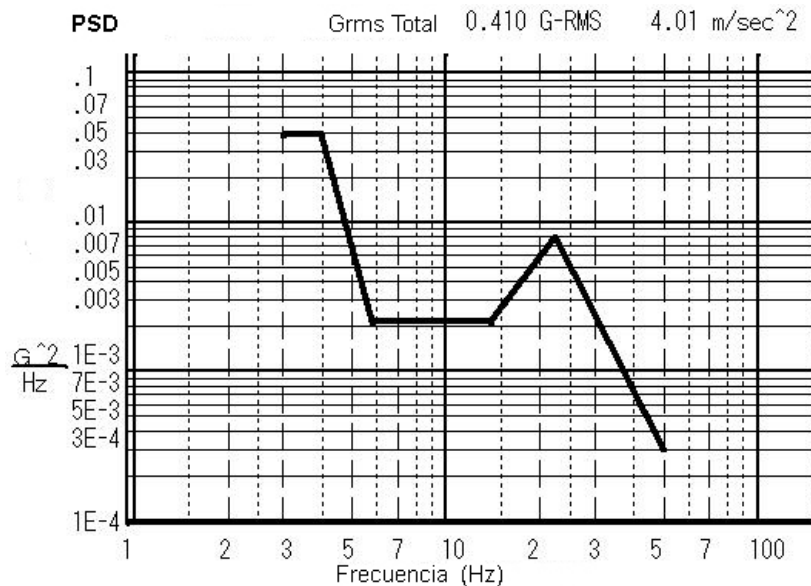
Anexo-A, Fig 5: PSD de ensayo de Nivel II

Anexo-A Tabla 3-5(b) Condiciones para Vibraciones por saltos (10 Hz, 10,78 m/s {1,1G})

Método de Ensayo	Duración (min)	Ens. de impacto (1.4m/sec o caída10cm)
Vibración por saltos (solam.)	17,1	—
Combinado c/ Ens. de Impacto	5	1 vez

Anexo-A Tabla 3-6(a) Característica 6 del PSD, para cada condicion (Pattern B, Nivel III)

Punto	frec	PSD		Observaciones
	Hz	m ² /s ³	{G ² /Hz}	
1	3	0,2964	0,03835	Distancia: 501 km Equivale al tramo: Rosario-Buenos Aires & Montevideo-Rivera
2	4	0,0209	0,03835	
3	5.8	0,0209	0,00211	
4	14	0,5229	0,00211	
5	22.5	0,5229	0,00785	
6	50	0,2267	0,00030	
Acel.efectiva	4,01m/s ² {0,41G}			
Tiempo de Acel.	1 hr			



Anexo-A, Fig 6: PSD de ensayo de Nivel III

Anexo-A Tabla 3-6(b) Condiciones para Vibraciones por saltos (10 Hz, 10,78 m/s {1,1G})

Método de Ensayo	Duración (min)	Ens. de impacto (1.4m/sec o caída10cm)
Vibración por saltos (solam.)	15,6	—
Combinado c/ Ens. de Impacto	5	1 vez

ANEXO-B (Referencia)

Características del ensayo de vibraciones Random

El presente Anexo tiene como objeto complementar las especificaciones indicadas en la parte principal de la norma y no forman parte de ella.

1. General

La plataforma de carga de los vehículos de transporte, durante su marcha, reciben las oscilaciones provenientes de las irregularidades de la superficie del camino a través de los neumáticos y la suspensión.

Dado que las irregularidades del camino no tienen un patrón determinado, las vibraciones de la plataforma de carga son del tipo aleatorias (Random). Sin embargo, dado que en el camino de transmisión de estas vibraciones hasta la plataforma de carga se intercalan partes mecánicas con sus propias frecuencias naturales propias, las vibraciones no son totalmente aleatorias, sino pseudo-aleatorias.

A su vez, dado que en los caminos existen en ciertos puntos saltos escalonados o partes dañadas, en ciertos puntos se añaden ondas de impacto.

Por ello, mas estrictamente puede decirse que las vibraciones de la plataforma de carga es una onda de vibraciones aleatoria al cual se agregan ondas de impacto, que se pueden denominar "Vibraciones de impactos sobre Random"

Sin embargo, para definir los detalles de las "Vibraciones de impacto sobre Random" sobre el equipo de ensayo de vibraciones, las condiciones se tornan complejas y también el análisis de los fenómenos que se generan se tornan difíciles, y adicionalmente las cargas mecánicas del equipo de ensayo se hacen altas. Por ello, para los métodos de ensayo de vibraciones de tipo general, se aplican por una parte los ensayos de tipo Random y los de impacto por otro en forma separada.

En la presente norma también se aplica el mismo concepto y ambos ensayos han sido especificados en forma separada.

En el ANEXO B, Fig 1 a) se indica una onda vibratoria Random típica. Tal como se deduce de la grafica, las ondas Random generales tienen una forma totalmente aleatoria, en donde no se observan trazos periódicos como las ondas sinusoidales. Las ondas Random poseen ciertas características de tipo estadístico, por lo que al procesar los datos con herramientas estadísticas pueden determinarse las características que posee la onda. Utilizando un método de expresión común, la faceta con relación a las frecuencias se miden con el PSD, y las amplitudes de vibración con la densidad de ocurrencia de la amplitud.

2. Densidad Espectral de Potencia (PSD)

Este es un factor que sirve para indicar el modo de distribución de las aceleraciones con respecto a las frecuencias. Seguidamente se explica en base a la forma de onda que se indica como ejemplo en el ANEXO B, Figura 1.

Al hacer pasar la señal de aceleraciones por un filtro de banda angosta con una frecuencia media de 5Hz, solo pasa una parte de dicha señal en la banda cercana a los 5Hz, tal como se indica en b). Esta señal, aparenta tener una forma de onda sinusoidal de 5Hz, pero contiene no solo una señal pura de 5Hz, sino que también incluye otros componentes cercanos a los 5Hz los que dependen del filtro, y su intensidad del ancho de banda del mismo.

A su vez, el nivel de esta señal no es fijo, como son las señales sinusoidales, sino variable en forma aleatoria.

La señal b), dado que incluye componentes negativos, no es posible realizar cálculos estadísticos con ella. De allí que esta señal se lo transforma a un parámetro cuadrático.

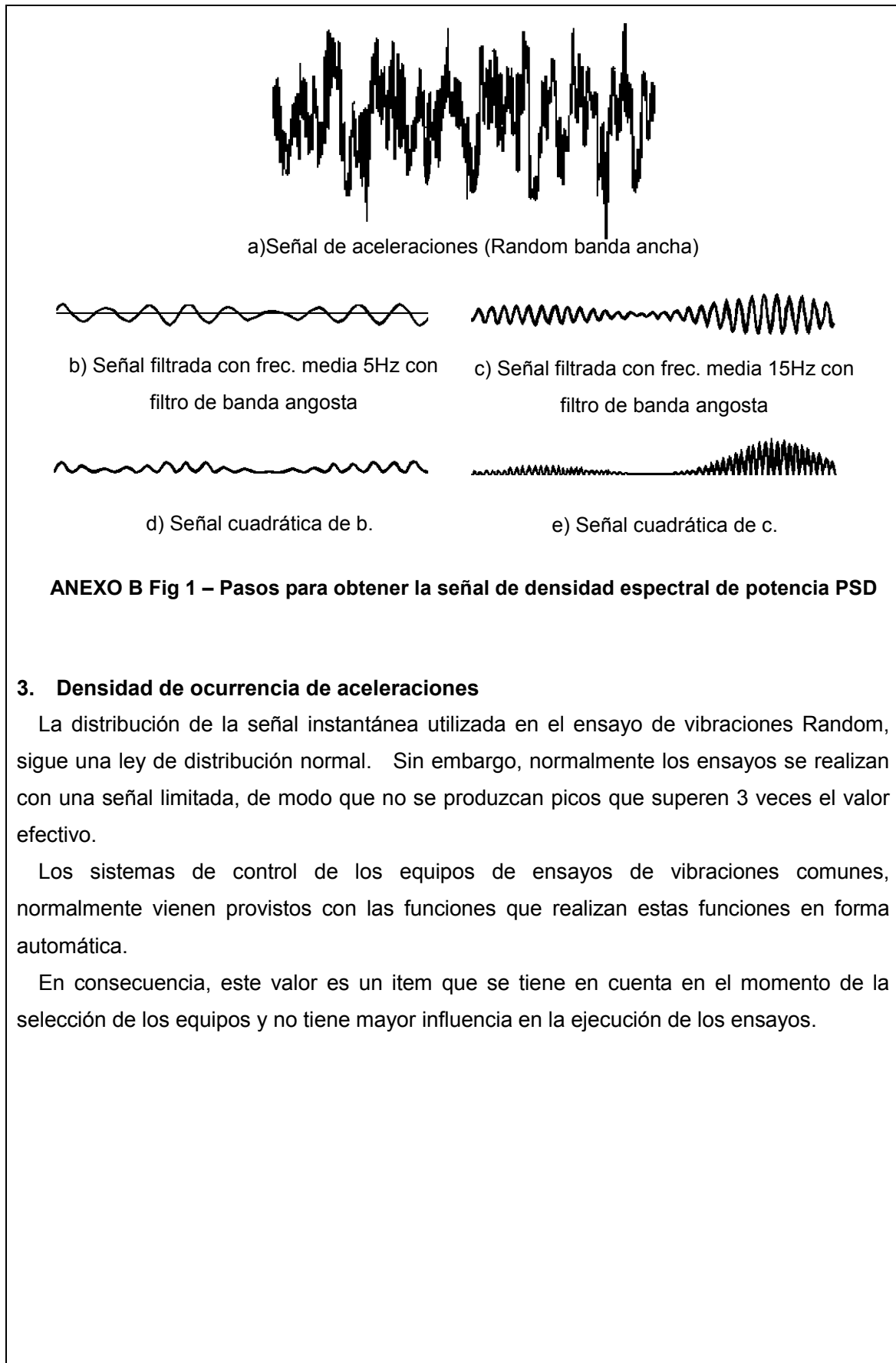
Las señales d) son los cuadrados de las señales b) y todos los valores son positivos.

La señal c) es una señal filtrada en la que se ha seteado una frecuencia media de 15Hz, y la e) es la señal cuadrática de esta última.

El ancho de banda de la señal filtrada varía con la resolución del filtro, por lo cual se hace necesario fijar ésta en un valor cercano a 1Hz.

El término "densidad" en la denominación de la densidad espectral de potencia (PSD), se refiere a que la señal ha pasado por todo este proceso de cálculo. A su vez, dado que esta señal va variando con el tiempo, es necesario procesarlo calculando el promedio en el tiempo.

Como resultado de pasar por todo este proceso descrito arriba dentro del rango de frecuencia de la medición, se obtiene la curva (línea quebrada) del PSD.



3. Densidad de ocurrencia de aceleraciones

La distribución de la señal instantánea utilizada en el ensayo de vibraciones Random, sigue una ley de distribución normal. Sin embargo, normalmente los ensayos se realizan con una señal limitada, de modo que no se produzcan picos que superen 3 veces el valor efectivo.

Los sistemas de control de los equipos de ensayos de vibraciones comunes, normalmente vienen provistos con las funciones que realizan estas funciones en forma automática.

En consecuencia, este valor es un ítem que se tiene en cuenta en el momento de la selección de los equipos y no tiene mayor influencia en la ejecución de los ensayos.

4. Aceleración Efectiva (Arms)

La aceleración efectiva se calcula a partir de la variación de la aceleración a través del tiempo, según la formula (1).

$$A_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_{t_2}^{t_1} A^2(t) dt} \dots\dots\dots(1)$$

En donde:

- A_{rms} : aceleración efectiva
- $A(t)$: aceleración en el tiempo
- t_1 : instante inicial del calculo
- t_2 : instante final del calculo
- T : periodo de tiempo entre t_1 y t_2

La aceleración efectiva también puede calcularse a partir de la densidad espectral de potencia (PSD), según la formula (2)

$$A_{rms} = \sqrt{\int_{f_2}^{f_1} \phi(f) df} \dots\dots\dots(2)$$

En donde:

- $\phi(f)$: densidad espectral de potencia en función de la frecuencia f
- f_1 : limite inferior de la frecuencia
- f_2 : limite superior de la frecuencia

Dado que en los ensayos de vibraciones Random el valor de densidad espectral de potencia es un dato del ensayo, es posible calcular las aceleraciones efectivas requeridas mediante la formula (2). En los equipos de ensayos, normalmente se proveen las funciones para hacer el cálculo en forma automática.

Además, este valor indica el valor del área del diagrama que cubre la parte inferior de la curva (línea quebrada) del PSD.

5. Velocidad Efectiva

A partir de la aceleración espectral de potencia se determina la velocidad efectiva, por lo que si en la formula (2) se reemplaza $\phi(f)$, el calculo es sencillo.

Sin embargo, este valor solo se aplica en la selección de los equipos de ensayo en los cuales puede utilizarse, de modo que no es necesario en la ejecución de los ensayos en si.

6. Desplazamiento Efectivo

La aceleración efectiva se calcula en forma sencilla partiendo de la aceleración espectral con lo cual se determina el desplazamiento espectral, y este se lo reemplaza en la formula (2).

En general, este valor solo se lo utiliza en la selección de los equipos de ensayo que hacen uso de él, y no es necesario en la ejecución de los ensayos de vibraciones.

Sin embargo, tiene un alto significado dado que se lo considera causante de fallas en productos por los desplazamientos causados por vibraciones, en los ensayos de "Patrón-B" de la presente norma.

Narrativo sobre “Metodología de Ensayos de Vibraciones de Cargas Embaladas” (preliminar)

1. Introducción

La presente norma especifica la metodología de ensayos necesarios para verificar la resistencia a las vibraciones de las cargas embaladas durante el transporte dentro del territorio del MERCOSUR.

Esta norma de ensayos ha sido preparada tomando como referencia las normas JIS e ISO para ensayos de vibraciones. Sin embargo, con respecto a las condiciones de ensayos indicados en el ANEXO A del presente, éstas han sido configuradas en base a los resultados de vibraciones medidas durante estudios en rutas, sobre plataformas de vehículos con carga, como parte de estudios desarrollados con la cooperación de JICA entre los años 2005 y 2006, y separadamente de las normas mencionadas mas arriba. ⁽¹⁾

En consecuencia, pueden presentarse condiciones de vibraciones que difieran de las especificadas en la presente norma, para aquellos casos de rutas que no se hayan estudiado en esa oportunidad, o rutas que se construyeron o repararon a posteriori del estudio. Además, puede existir el caso de rutas que se encontraban marcadamente fuera de lo normal debido al desgaste de la superficie del camino en el momento del estudio.

Para poder cubrir todos estos casos, es aconsejable proseguir las mediciones de vibraciones de las rutas aún sin estudiar, y a través de la comparación con los datos de las rutas ya analizadas, determinar las condiciones de ensayos.

Ademas, para el caso de Argentina la Dirección Nacional de Vialidad publica todos los años la información sobre el Índice de Rutas Nacionales (factor que indica las irregularidades superficiales de las rutas) de casi todo el país ⁽²⁾, indicando el valor del factor por segmentos de ruta. Si se realiza la comparación de esta información con los datos mencionados del Estudio de JICA, es posible hacer una evaluación directa de rutas. Esta información existe igualmente para los tres países restantes de la region.

Además, la presente norma ha sido preparado principalmente tomando como referencia la norma JIS Z0232⁽³⁾

2. Comentarios sobre los ejes de los ensayos

Las plataformas de carga de los vehículos de transporte normalmente vibran en las 3 direcciones, vertical, longitudinal y transversal <con respecto al avance del mismo>.

En consecuencia, lo ideal sería realizar un ensayo en el cual se puedan impulsar vibraciones en las 3 direcciones. Pero en los ensayos, las mismas se reducen a vibraciones verticales por las siguientes razones.

- a) Los equipos de ensayos que permiten aceleraciones en las 3 direcciones resultan sumamente costosos y las instituciones del MERCOSUR prácticamente no poseen este tipo de equipamiento.
- b) Las vibraciones de las plataformas de carga de los vehículos de carga presentan marcadamente niveles altos en la dirección vertical, y bajos en las otras direcciones ⁽⁴⁾; y por otro lado se ha comprobado en la practica que las cargas embaladas que han pasado por los ensayos de vibraciones verticales, prácticamente en su mayoría, poseen las características necesarias para resistir el transporte real.

3. Comentarios sobre los equipos de ensayos

Las especificaciones de los equipos de ensayos indicados en el punto correspondiente, pueden ser cubiertos por equipos normales de vibraciones de tipo a inducción eléctrica o por control hidráulico-eléctrico. Sin embargo, las partes móviles de los equipos sufren desgastes por las repeticiones de los ensayos, como así también un envejecimiento en las partes no móviles del mismo a través del tiempo.

Además, los instrumentos de medición y los sistemas de control también sufren envejecimiento en el tiempo. Por ello, se deben tomar medidas para asegurar su funcionalidad y precisión, realizando calibraciones al menos una vez al año.

Los equipos de ensayos de vibraciones poseen sus propios límites, según el rango de frecuencias, aceleraciones y velocidades. Con respecto a los desplazamientos, los equipos vienen provistos con un dispositivo para limitar las oscilaciones (limiter).

En base a estas restricciones, se definen las limitaciones en cuanto a las condiciones de ensayos. Las limitaciones de las condiciones de ensayos están indicadas por medio de una línea quebrada en el grafico de aceleraciones, velocidades y desplazamiento.

La figura Narrativo-Fig.1 muestra un ejemplo grafico de las limitaciones en las condiciones de ensayo.

En este ejemplo, el rango de frecuencias admisible es de 3Hz a 200Hz, la velocidad máxima de 200cm/sec, y el desplazamiento máximo 50,8mm (2 pulgadas), y la aceleración máxima sin carga de 980m/s^2 {100G}. Debe tenerse en cuenta que las aceleraciones máximas pueden variar, dependiendo de la masa de la muestra cargada en el equipo.

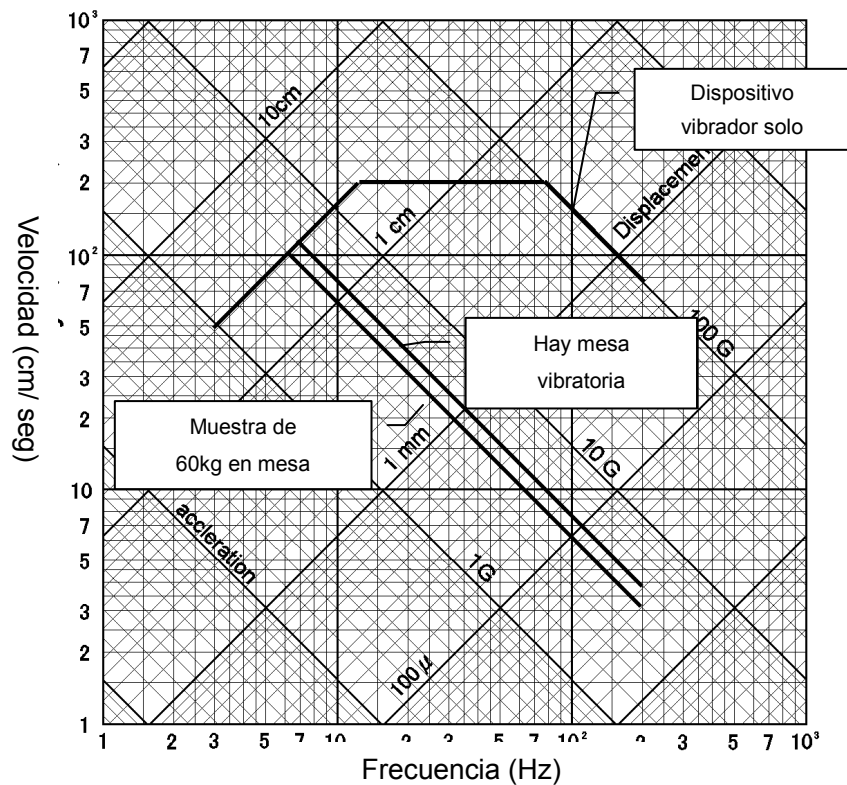
Nota 1: La aceleración máxima de vibraciones admisibles resulta, del output del amplificador eléctrico del equipo de vibraciones dividido por valor de la masa total de las partes móviles.

La masa de las partes móviles son la sumatoria de las masas del dispositivo vibrador (shaker), de la mesa de vibraciones, de la muestra, y de los accesorios de fijación.

Por ejemplo, si el output del dispositivo vibrador fuese de 2500 kg-G, la masa de la parte móvil 25kg, la mesa vibratoria con sus accesorios 500kg, la masa de la muestra 75kg, los

dispositivos de fijación un total de 8kg, la masa total de las partes móviles son 608 kg , por lo cual la aceleración máxima admisible será de $40,3 \text{ m/s}^2$ {4,11G}.

Además, si se colocan dispositivos protectores sobre la mesa de vibraciones, para evitar caídas accidentales <de las muestras>, se suman las masas adicionales correspondientes a estos dispositivos en el calculo de la masa total móvil, por lo que la aceleración máxima sufrirá aun mas disminuciones, por lo que se deben tomar las precauciones necesarias.



Narrativo Fig-1 Límite de funciones de un equipo de ensayo de vibraciones

4. Comentarios sobre la metodología de ensayos

4.1 Métodos de impulsión de vibraciones

En las metodologías utilizadas actualmente para los ensayos de vibraciones para cargas embaladas existen 3 tipos: vibraciones con frecuencia fija, frecuencias variables por barrido y vibraciones Random.

El método con frecuencias fijas incluyen el método en donde las oscilaciones se realizan impulsadas a una determinada frecuencia (por ejemplo 10 Hz), y otro en donde se impulsa por la frecuencia natural del elemento.

Los ensayos de vibraciones con frecuencia fija normalmente se realizan para estudiar los

deslizamiento de cargas paletizadas, y considerando las condiciones de transporte y de embalajes actuales en MERCOSUR, no se vislumbra una necesidad inmediata de una planificación para implementar una norma. Sin embargo, tal como se indica más adelante, dado que es dificultoso reproducir completamente las condiciones de transporte de las rutas del MERCOSUR por medio de los ensayos de vibraciones Random, para complementar dicho vacío se ha introducido un “ensayo shim” en la norma para su reemplazo (ver detalles en el punto 4.3).

El ensayo de vibraciones con frecuencias naturales es normalmente aplicado en reemplazo de los ensayos de vibraciones con frecuencia Random y es muy común aplicarlos conjuntamente con ensayos para verificar la resistencia de los productos industriales. Dado que la presente norma tiene como base los ensayos de vibraciones Random, no se ha delineado ninguna especificación con respecto a normativas que reemplacen a éstos.

Además, dado que se considera que las normas referentes a la verificación de la resistencia de los productos deben ser tratados a través de otras normativas, no se incluyen en el presente.

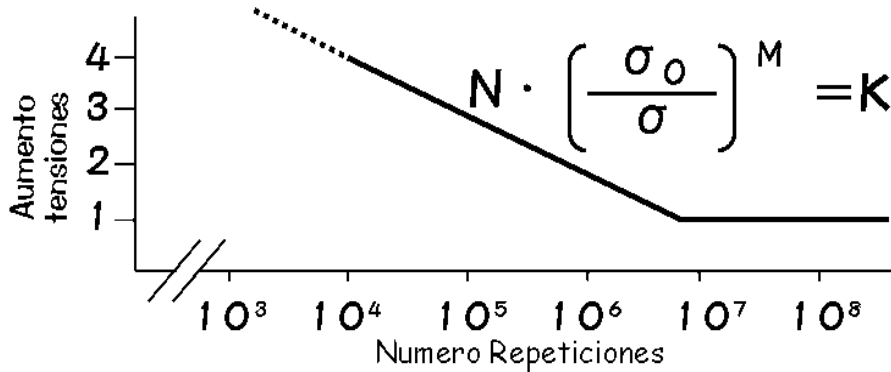
4.2 Divisiones de las condiciones de ensayo según productos “target”

Las características de PSD para la realización de los ensayos fueron divididos en 2 tipos: Patrón A y Patrón B. Estos a su vez se subdividieron en niveles I, II y III de acuerdo a las exigencias de las condiciones de transporte.

Patron A

El Patron A es el caso para reproducir el proceso que lleva a la falla de los componentes, particularmente los mas débiles, por fatiga a través de un esfuerzo repetitivo, y está basado en el concepto de las curvas S-N para materiales metálicos. (ver Narrativo Fig 2)

Este patrón se aplica para los embalajes que cumplen las siguientes condiciones.



Narrativo Fig.2 Curvas características S-N para materiales metálicos

- 1) En el caso que el contenido de la carga embalada es un producto industrial, dado que se considera que la falla se alcanza porque la parte débil recibe la carga repetida, la aplicación del Patron A es el adecuado.
- 2) En el caso que el producto target es un envase de productos alimenticios, el caso en el cual la falla se alcanza por decaído de la lámina de envases ubicados en la parte inferior de una carga, producidos por efecto del peso de cargas superiores.

Además, en el caso de cargas embaladas fuera de los productos industriales, para las fallas que se consideran originados por cargas o pesos repetitivos, es aconsejable fijar las condiciones de ensayos, analizándolos bajo las características de rotura similares al criterio del Patrón A.

Patron B

El Patron B es el caso para reproducir las condiciones de falla tales como pérdidas del contenido de un producto, debido a poros en las bolsas del producto, originados por fricciones debido a las vibraciones, y se aplican particularmente para embalajes que son influenciados por las bandas de frecuencia y el número de oscilaciones. Los tipos de embalaje aplicables son los que se indican abajo y no se utilizan para embalajes de productos industriales.

- 1) Caso de embalajes de productos alimenticios, en el cual la falla se presenta como pérdidas del producto debido a la generación de poros en una parte de las bolsas conteniendo el producto, originados por fricción.

Con respecto a las divisiones para cada condición, estos han sido descritos en los puntos 1 a 4 de la parte principal de la presente.

4.3 Comentarios sobre el rango de frecuencias de las vibraciones

Los rangos de frecuencia han sido definidos para cada patrón en particular: para el Patrón A de 5Hz a 100Hz, para el Patrón B de 3Hz a 50Hz. Las razones se describen a continuación.

4.3.1 Limite inferior en Frecuencia

- 1) La masa de la fundación para instalar un equipo de ensayos de vibraciones normalmente se considera que debe ser 100 veces mayor que la masa de las partes móviles. Para obtener una vibración estable se requiere de una masa de fundación por encima de las 200 veces. Dado que reproducir las vibraciones de baja frecuencia sobrepasando los límites requeridos no resulta ventajoso, se ha fijado el límite inferior de frecuencia considerando netamente el limite inferior requerido.
- 2) Dado que el Patrón A tiene como target los productos en los cuales se produce la falla por cargas externas repetitivas, tal como se indico en el punto 4.2, en donde prácticamente no se producen grandes aceleraciones ni son necesarios pruebas con frecuencias bajas, será suficiente que se puedan reproducir frecuencias del orden de los 5Hz.
- 3) Con respecto al Patrón B, dado que el objetivo es que se puedan reproducir fricciones por desplazamientos, la condición necesaria es que se puedan reproducir frecuencias en el rango bajo. Luego, se ha fijado como rango para los ensayos una frecuencia de 3Hz, que es la que se presentan en las plataformas de carga de los vehículos de transporte.

4.3.2 Limite superior de frecuencia

- 1) Con respecto al Patron A, el limite superior de frecuencia ha sido fijado considerando la transmisibilidad de las vibraciones hacia el producto.

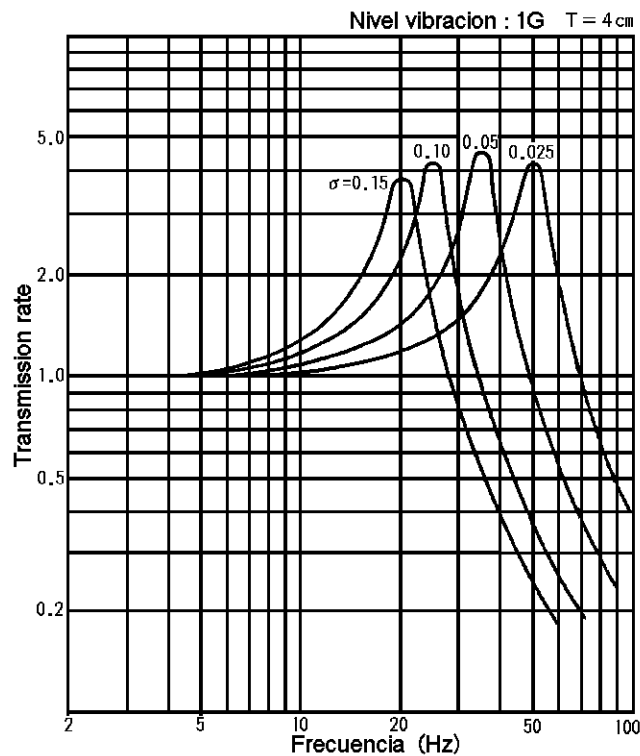
En el caso de que se impulsa una vibración a una carga embalada, la banda de frecuencias bajas se transmiten tal cual al producto, pero los de alta frecuencia no alcanzan a transmitirse dependiendo del material del embalaje. Este fenómeno es especialmente acentuado en los casos en donde el material utilizado en el embalaje es un amortiguante del tipo plástico expandido.

La razón de esto es porque los materiales plásticos expandidos tienen la característica de disminuir abruptamente la respuesta a las vibraciones una vez superado su frecuencia natural. (ver Narrativo Fig 3)

Para ello, hasta ahora se había considerado suficiente una frecuencia de 50 Hz como

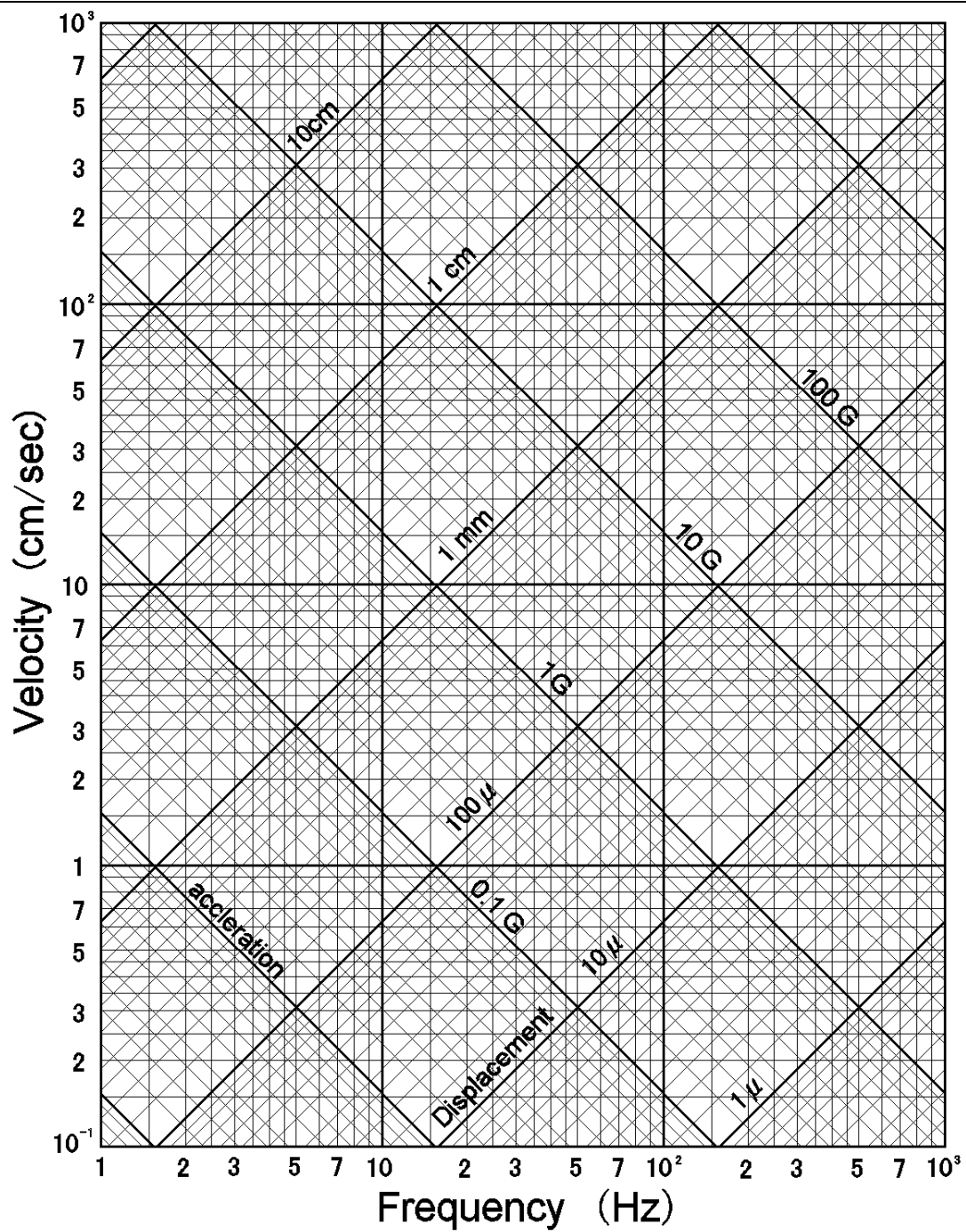
limite superior pero según las ultimas tendencias que se originan en la temática del medio ambiente, hay un aumento hacia la utilización de materiales amortiguantes fabricados con pulpa de papel, puede decirse que las frecuencias adecuadas para el limite superior son algo mas elevadas que las aplicadas hasta el momento.

Tomando en consideración todos estos aspectos, se ha fijado el limite superior de frecuencia en 100Hz.



Narrativo Fig.3 Ejemplos de curvas de respuesta de materiales amortiguantes plásticos expandidos

- 2) El Patrón B es el ensayo en el cual se toma como principal la amplitud de la vibración. Una oscilación de 50Hz y 1G, la semionda no supera los 100µm (ver Narrativo Fig. 4) por lo que una vibración de mayor frecuencia no tendrá influencia como para provocar fricciones, dado que las vibraciones serán absorbidas para la mayoría de los materiales de embalajes. Teniendo en consideración este hecho, se ha fijado un valor de 50 Hz como limite superior de frecuencia.



$$A = (2\pi f)^2 d, \quad V = (2\pi f) d$$

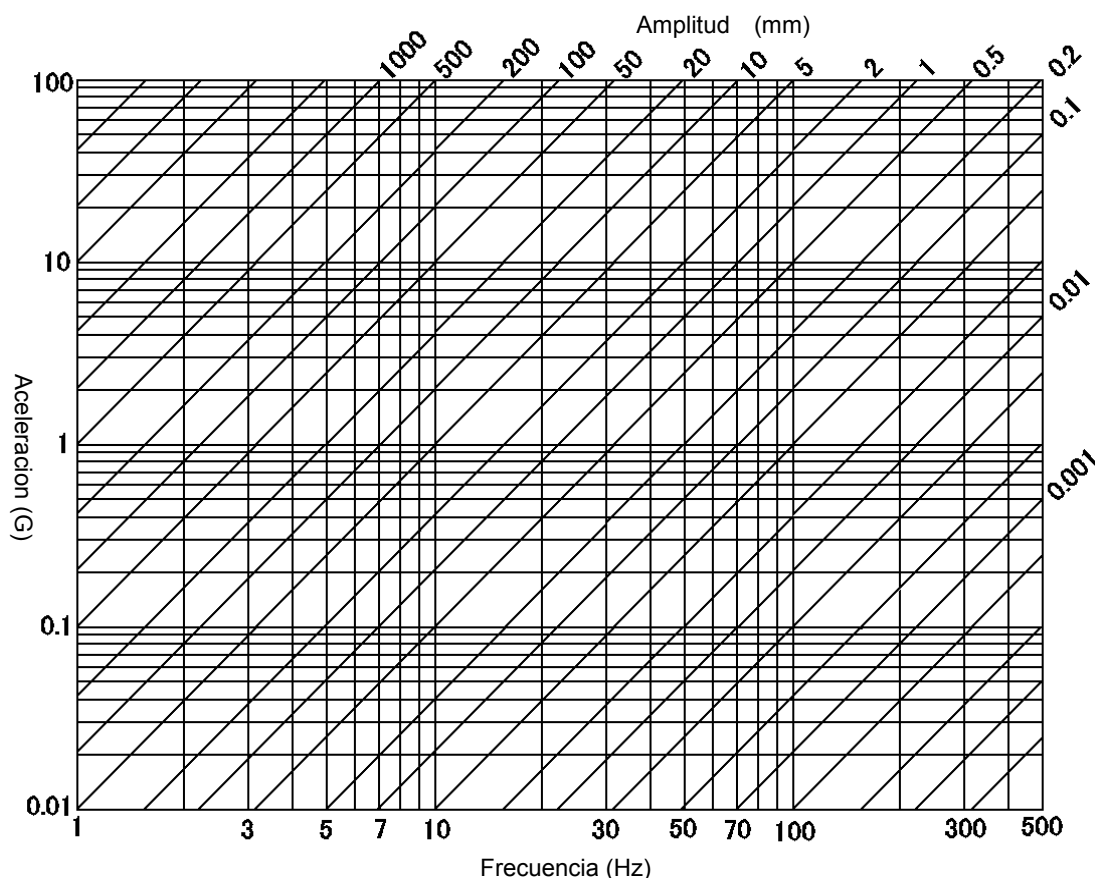
En donde A: aceleración de vibración (cm/sec²)
 V: velocidad de vibración (cm/sec)
 f: frecuencia (Hz) d: desplazamiento (semionda) (cm)

Narrativo Fig 4. Diagrama de múltiples entradas p/vibraciones

El diagrama de múltiples entradas del Narrativo Fig.4, es el elemento que relaciona los 4

parámetros de una onda senoidal, es decir la frecuencia, la aceleración, la velocidad y los desplazamientos, cuyo relacionamiento puede observarse a simple vista. Por esto, el diagrama es de suma utilidad y muy apreciado.

Dentro del grafico mencionado arriba, también es de uso frecuente el diagrama con frecuencias, aceleraciones y desplazamientos, en donde los datos de este último se encuentran abreviados, dado a su escaso uso. El diagrama con 3 parámetros se muestra en el Narrativo Fig. 5.



Narrativo Fig 5 Diagrama de vibraciones de entrada múltiple para 3 parámetros

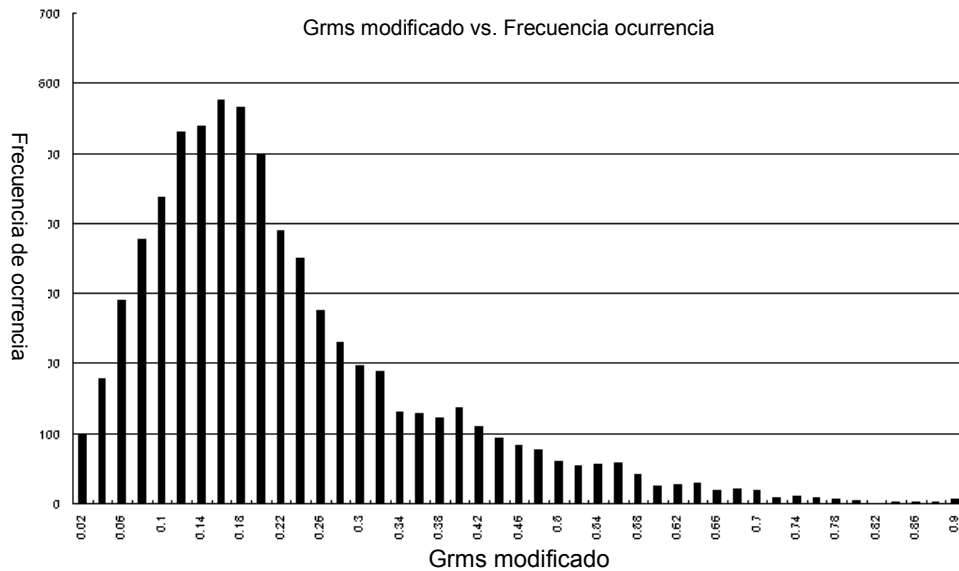
4.4 Comentarios sobre los ensayos “Shim”

Los ensayos “Shim” están especificados en normas tales como la ISTA⁽⁵⁾ según el cual se utiliza una placa metálica denominada “shim” (de 2 x 10 x 1 pulgadas) que va colocada entre la mesa vibratoria y la muestra. La placa puede moverse con pequeños desplazamientos horizontales, hacia la izquierda y derecha, con la cual se realizan los ensayos de vibraciones verticales.

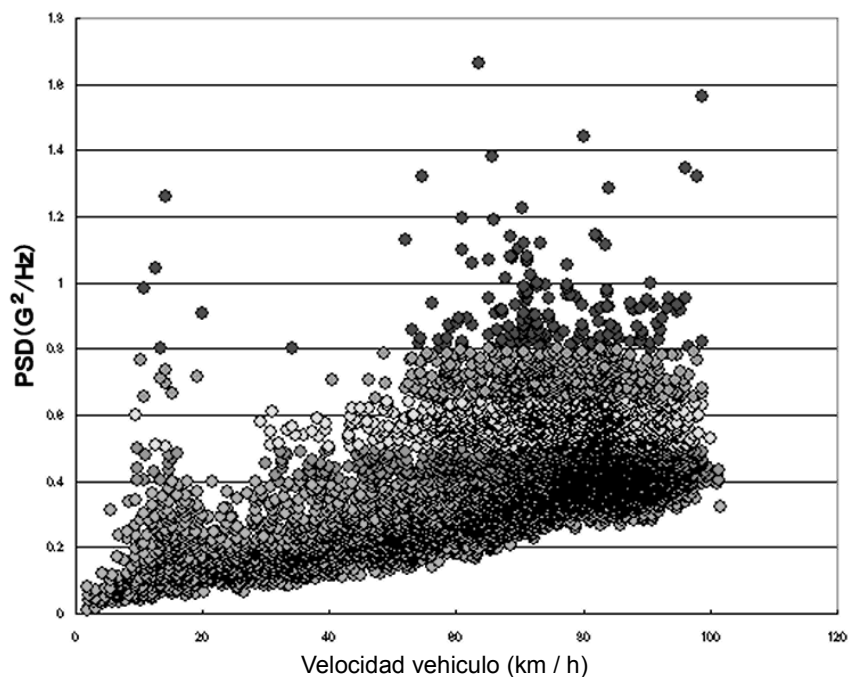
Con este método, dado que hay instantes en los cuales la muestra se separa de la mesa vibratoria e impacta con esta en forma repetitiva, se generan grandes aceleraciones.

Este ensayo tiene como objeto reproducir los fenómenos de grandes aceleraciones que

superan el rango de vibraciones aleatorias en las rutas. (muy frecuentes en rutas en malas condiciones) (ver Narrativo Fig 6 y 7)



Narrativo Fig 6 Aceleración eficaz vs. frecuencia de ocurrencia



Narrativo Fig 7 Relación entre PSD y velocidad de recorrido

En consecuencia, estos ensayos no se realizan en forma independiente sino que se combinan con los ensayos Random.

Dependiendo de los niveles de los ensayos, existen casos en los cuales estos ensayos no se realizan.

Además, dado que este ensayo implica la aplicación de cargas oscilantes con saltos sobre la muestra en mesa del equipo, es muy probable que se generen sobrecargas vibracionales a la maquina. En consecuencia, en el caso que el numero de repeticiones fuera muy alta, se decide reemplazar parte del ensayo por pruebas de impacto.

Los ensayos de impacto se realizarán de acuerdo a la norma MERCIS E 202. Las condiciones de ensayo se desarrollaran de acuerdo a la tabla 3.1(b) a 3.6 (b) del Anexo A de la presente.

4.5 Bibliografía de referencia

Normalmente las normas no incluyen bibliografía de referencia. Pero dado que para la presente, la información de las rutas objeto de estudio son de fundamental importancia, y por otro lado es necesario dejar en claro las bases de las discusiones realizadas, se han introducido los ítems de referencia como parte del narrativo.

Bibliografía de Referencia:

- 1) Informe final JICA – (marzo 2007)
- 2) Informe de la Dirección Nacional de Vialidad (Argentina)
- 3) JIS Z 0232 Cargas Embaladas-Metodología de Ensayos de Vibraciones (2004)
- 4) K. Hasegawa “Determinación de Normas de Ensayos de Embalajes en base a datos de Estudio del Ambiente de Transporte – Japan Packaging Association Magazine Vol.13 Nro.2. (abril 2004)
- 5) ISTA – Procedimiento de Ensayos 1-A “Package Testing”

6.4 Input de los valores de la Guia de Referencia para Ensayos de Evaluacion de Embalajes a la base de datos (DB)

En base a la clasificacion de los datos para la base de datos (DB) discutidos y consensuados el 16 de febrero de 2006, en ocasion de la Reunion Conjunta de los 4 Pais Partes para la presentacion del Informe de Avance del Estudio, en mayo de 2006 (Campinas, SP Brasil) –comienzo del 3er año de actividades del Estudio- se hizo entrega de la totalidad de los datos acumulados en los distintos Estudios del Ambiente de Transporte a cada instituto contraparte (mediante un Disco duro (HDD)). Esta base de datos esta formada por la informacion recolectada hasta la fecha, y basada en la clasificacion de datos mencionada. <ver Cap 5>

Por otro lado, con respecto al documento de la "Guia de Referencia para Ensayos de Evaluacion de Embalajes", la informacion preparada en base a la clasificacion de las rutas en “grados” y la informacion complementaria de soporte, en calidad de Valores de Referencia para Evaluacion, serán agregados como datos complementarios a la mencionada base de datos.

Los detalles y verificaciones sobre este topico están descritos en el Capitulo 5 del presente Informe.

CAPITULO 7 Diseño y Ensayos de Embalajes

CAPITULO 7 - Diseño y Ensayos de Embalajes

7.1 Procedimiento del Diseño de Embalajes

En los párrafos siguientes se muestran los pasos a seguir con el objetivo de lograr mantener la calidad de los productos y del embalaje, aplicados al caso particular de los electrodomésticos, línea de productos seleccionados como *target* para el presente Estudio.

Los items relacionados a las condiciones de transporte, el monitoreo de la resistencia del producto, el estudio de las características del material del embalaje, las técnicas para el diseño del envase-embalaje, y los ensayos de evaluación del producto-embalaje, que constituyen los 5 pasos para el diseño del embalaje, serán aplicados aquí básicamente a las heladeras.

En el presente capitulo se tratará sobre el punto (2) arriba mencionado, tomando como base el tratamiento de los electrodomésticos.

7.1.1 Concepto del producto para electrodomésticos y el diseño de embalaje

El punto principal para el desarrollo de un producto es la diferenciación en la calidad y en las funciones del mismo, y recientemente se ve una tendencia creciente a que éste sea tomado como la suma del producto más su embalaje. De este modo, es necesario tener en cuenta factores que van más allá a una cuestión estética, y que consideren el *life cycle* del producto y el proceso de distribución.

Para los productos industriales, el embalaje es el que determina el *life cycle* de la característica del producto, la producción, la distribución y el consumo. La recepción de la sociedad sobre la manera de cómo está embalada y como se lo transporta. Y de allí, será necesario hacer un reordenamiento de los procesos analizando la factibilidad sobre la base de minimizar costos, incluyendo el producto. En base a esto, los ítems a tener en cuenta en el momento del diseño del embalaje, con miras a un eficaz desarrollo de producto, envases-embalaje y distribución se indican en la Tabla 7.1.1-1.

Tabla 7.1.1-1 Requerimientos para el diseño de envases-embalajes

1. Características del producto	2. Línea de producción
Dimensión, masa	Estructura de cintas transportadoras
Aspecto exterior, vista fotográfica	Equipos de envasado-embalaje
Precio, cantidad a producir	Equipos paletizadores
Propiedades ante vibraciones, impactos	Equipos de carga/ descarga
3. Análisis del Stress del ambiente de transporte (ver 7.1.2)	4. Normas de Ensayos de envase-embalaje (ver 6.3.3)
Transporte	Normas aplicables y sus efectos
Almacenamiento	Ens. Vibraciones, compresión Caída
Manipuleo de la carga	Ensayos de manipuleo de carga
5. Normas de envases-embalajes aplicables	6. Embalaje integral
Etiquetado, señales de advertencia	Normas y reglamentaciones
Normas requeridas por el cliente	Requerimientos del cliente

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Seguidamente se muestran como ejemplos, las heladeras, producto target del Estudio. Este producto es la heladera domestica comun. En el diseño, el color ha sido seleccionado para que haga hueco con las paredes de una vivienda.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.1.1-1 Vista externa del producto (heladera)

Diseño:

Tal como se observa en la fotografía, la puerta es de apertura “bi-lateral” hacia la izquierda o derecha, según se desee, para ser utilizado en el hogar. El diseño tiene en cuenta detalles de los drenajes de agua. Dado que este modelo es de apertura hacia ambos lados, esto restringe el diseño y no presenta características particulares debido a la falta de la manija.

Estructura:

La cara posterior del aparato, de color blanco, esta constituido por una pared de gran espesor. El aparato es básicamente una caja con forma de pórtico de chapa metálica, con material aislante adherido a este. Sin embargo, dado que las serpentinas del radiador se encuentran expuestas, lo conveniente es que estos quedaran protegidos con el embalaje.

Compresor:

El compresor se encuentra fijado con un remache, el cual pasa por un tope de goma para amortiguar las vibraciones y termina en una saliente estampada sobre la chapa soporte del compresor.

Montaje de la puerta:

Va sobre bisagras. Aquí se observa un punto mecánicamente débil, en una de las partes que lo componen.

Las heladeras son productos con un volumen relativamente alto y de bajo precio, por lo que la eficiencia de costos en el transporte es baja. Para el caso de transporte de larga distancia, se presenta la situación crítica de tratar de cargar los camiones con el mayor número posible de aparatos. Así, es común ver sobre las plataformas, una fila completa de aparatos en forma vertical, a lo cual se suman 2 capas en horizontal, o bien 6 filas en horizontal.

Sin embargo, en esta posición –horizontal- pueden aparecer esfuerzos mecánicos adicionales sobre el compresor por lo que se deben extremar los cuidados en el momento de la carga del vehículo.

En casos extremos pueden producirse daños o roturas en la placa de base o en los pernos (remaches) que soportan el compresor.

Estas heladeras iban embaladas en cajas de cartón hasta hace unos 5 años atrás. Este mismo elemento, a posteriori, debido a las variaciones del precio del material, fue reemplazado por EPS, el cual es el utilizado actualmente bajo las especificaciones que se aplican ahora.

Se analizaron los distintos aspectos referentes a la mejora del embalaje, teniendo en cuenta las últimas tendencias sobre embalajes y condiciones de transporte.

- a. Mejoras en el diseño del embalaje, teniendo en cuenta la fragilidad del producto
- b. Mejoras en el diseño del embalaje, teniendo en cuenta las “3R”.¹

¹ 3R : Siglas del paradigma ambiental “reducir, reusar, reciclar”

- c. Mejoras en el diseño del embalaje, para adaptarlo a la Guía de Referencia según los Estudios del Ambiente de Transporte.

7.1.2 Análisis del *stress* debido a las condiciones de distribución de los electrodomésticos

Para el análisis del *stress* originados por las condiciones de distribución de los productos, primeramente se debe estudiar el proceso de la distribución en si mismo. El análisis requiere el estudio de: estructura organizativa de la distribución, almacenamiento, transporte, estudio de los centros de distribución, etapa por etapa. Se llevan registros detallados sobre los métodos de trabajo, los equipos utilizados. En base a estos análisis, se pueden dilucidar el numero de veces en los que se ha manipulado el producto, estado de los equipos mecánicos de carga/descarga, impactos por caídas, compresión estática sobre las cajas, compresión dinámica, vibraciones en transporte etc dando una visión general para la planificación del diseño del embalaje.

Para el caso de productos nuevos, puede recomendarse el estudio en base al análisis sobre rutas de transporte/ distribución reales.

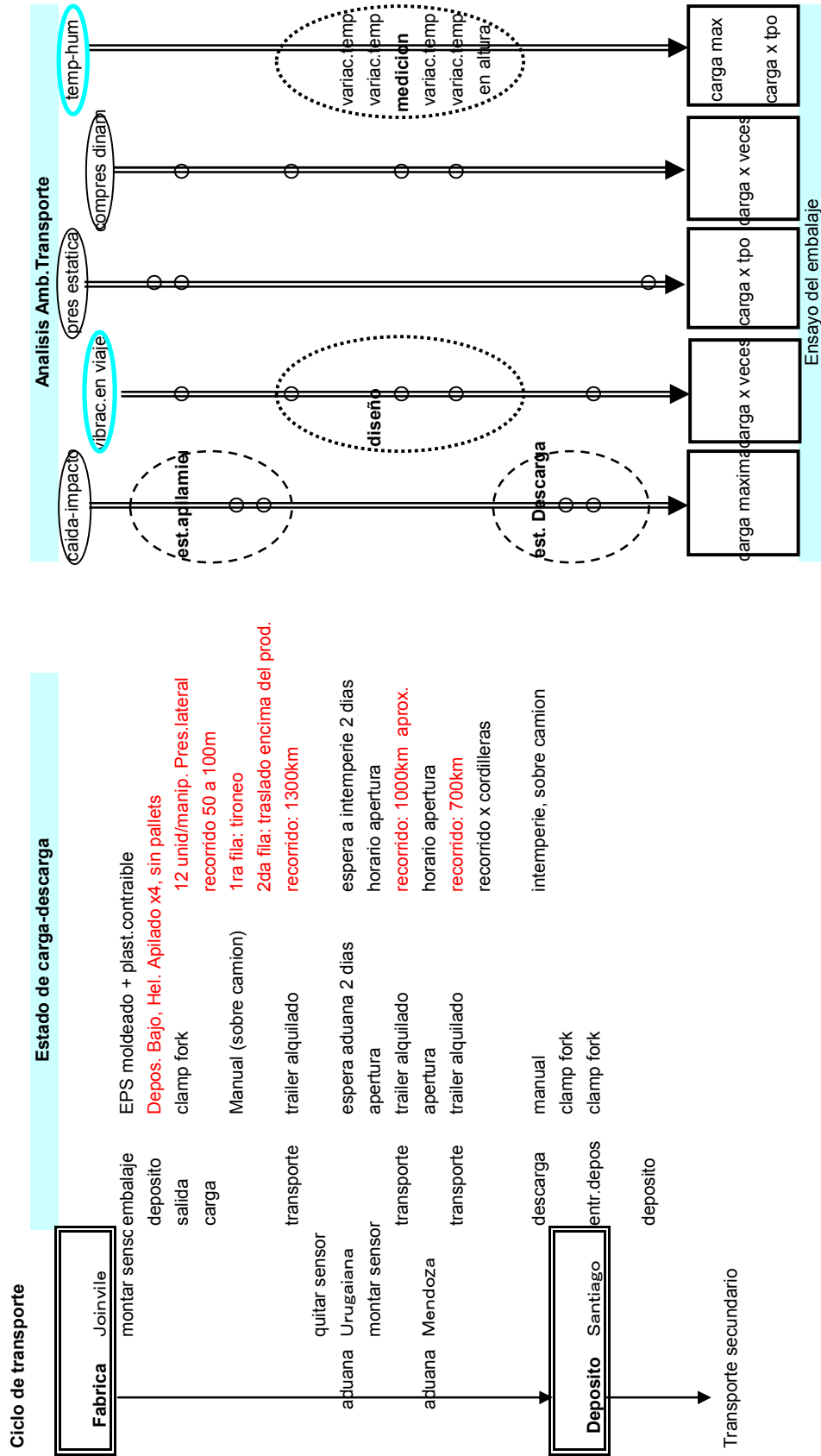
En la Tabla 7.1.2-1 se indican resultados de estudios realizados en Japón, para heladeras domesticas. Además, para complementar la información, en la Tabla 7.1.2-2 se indican los casos de heladeras en Brasil.

Tabla 7.1.2-1 Stress del ambiente de distribución en heladeras

Flujo de producto	Transporte, almacenamiento, carga y descarga, otras condiciones			Análisis de estrés						
	Acción en distribución	Equipos	Comentario respecto de estrés	Manual	Mecánica	Impacto caída	Otros impactos	Compresión estática	Compresión dinámica	Vibración en recorrido
① Línea de prod.	Paletizado	Paletizador Paleta	1350×2200		○		○			○
↓										
② Depósito de fabr.	Maniobra	Apilado Montacarga	4 unidades/nivel/PL.420L Recorrido a aprox. 40m Carga 2 paletas		○		⊙		○	○
↓										
⊕ Depósito comercial	Depósito	Paletizador	Carga 2 paletas Depósito 2 meses máx. 40°C90%RH/1W					⊙		
↓										
↓	Transporte en camión	Camión de 12 ton	Recorrido a aprox. 4km							○
↓	Depósito	Paletizado	Carga 2 paletas					○		
↓	Transporte en camión	Camión de 12 ton	Recorrido a aprox. 4km							○
③ Despacho	Maniobra	Montacarga	Recorrido a aprox. 15m Carga 2 paletas		○		○		○	○
↓	Carga en camión	Trabajo manual	1o 2 personas: maniobra Arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
↓	Carga en vagón	Montacarga	Recorrido a aprox. 15m Arrastre, giro con esquina		○		○		○	○
④ Transporte	Transporte en camión	Camión de 12 ton	1 nivel, carga en bulto, carga boca arriba Recorrido a máx 1300km						⊙	⊙
↓	Transporte en vagón	Vagón de paletas	1 nivel, carga en bulto, carga boca arriba Recorrido a máx 1300km				○		○	○
↓	Maniobra	Camión de 12 ton	Aprox. 15km de la estación próxima						○	○
⑤ Ingreso en depósito	Descarga	Trabajo manual	Paletizado Arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
↓	Maniobra	Montacarga	Recorrido a aprox. 15m Carga 2 paletas		○		○		○	○
⑥ Centro de reparto	Depósito	Paletizado Carga directa	2 niveles Depósito 1 mes máx. 30-40°C, 90-95%RH					⊙		
↓										
⑦ Despacho	Maniobra	Montacarga	Recorrido a aprox. 15m Carga 2 paletas		○		○		○	○
↓	Carga en camión	Trabajo manual	1 persona: maniobra Arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
⑧ Transporte	Transporte en camión	Camión de 4ton	Camión de reparto, carga mixta con electrodomésticos Recorrido a máx 420km Con carga boca arriba						⊙	⊙
↓										
⑨ Ingreso en depósito	Descarga	Trabajo manual	Paletizado Arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
↓	Maniobra	Carretilla, carrito	Recorrido a aprox 15m con desnivel Arrastre, giro con esquina				○			○
⑩ Depósito de proveedor	Depósito	Carga directa Paletizado	2 niveles Carga 2 paletas 30-40°C, 90-95%RH					○		
↓										
⑪ Despacho	Carga en camión	Trabajo manual	1 persona: maniobra Arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
↓										
⑫ Transporte	Transporte en camión	Camión de 4 ton	Vagón de ruta con carga mixta Recorrido a máx 260km						○	○
↓	Descarga	Trabajo manual	Arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
⑬ Ingreso en depósito	Maniobra	Trabajo manual	Llevar a las espaldas, arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
↓										
⑭ Tienda	Depósito	Carga directa	1 nivel, unos días					○		
↓										
⑮ Despacho	Carga en camión	Trabajo manual	Arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
↓										
⑯ Transporte	Transporte en camión	Camión pequeño	Colocación de cable							○
↓										
⑰ Entrega	Maniobra	Trabajo manual	Llevar a las espaldas, arrastre, giro con esquina	○		⊙	⊙			
↓										
⑱ Desembalaje	Maniobra	Trabajo manual	Arrastre, retoro de material de embalaje	○		⊙	⊙			
↓										
⑲ Entrega, montaje	Maniobra	Trabajo manual	Maniobra de productos, subir y bajar por escalera Retorno de material de embalaje	○		⊙	⊙			
Maniobra manual: Habrían realizado 11 maniobras en total.				Otros impactos: Se requiere del estudio de carga respecto de impactos en la maniobra manual.						
Maniobra mecánica: 5 maniobras con montacarga y 1 con paletizador en la fábrica				Compresión estática: Con depósito en almacén 2 niveles y 3 meses						
Impacto de caída: Habría recibido el impacto 50 veces durante 11 maniobras. Se considera las condiciones de prueba de caída de JIS que corresponden al peso.				Compresión dinámica: Carga de boca arriba + vibración en recorrido						
				Vibración en recorrido: En camión de 11 ton. Y 1800km + en camión pequeño 300km, y recorrido en montacarga con 2 niveles de paletas cargadas,						

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Tabla 7.1.2-2 Caso practico de heladeras en Brasil



Fuente: Grupo de Estudio JICA

7.1.3 Línea de producción de electrodomésticos y su embalaje

El embalaje de productos relativamente voluminosos, tal el caso de las heladeras eléctricas, tiene limitaciones como se indican, desde el punto de vista del proceso de fabricación.

- (1) Línea de montaje: Existe la posibilidad que el material de embalaje no puede transportarse adecuadamente en la línea, sobre las plataformas a rodillos. (en especial los materiales blandos o fáciles de plegar) Se deben considerar en la etapa del armado del producto.
- (2) Problemas relacionados con el equipo de embalaje:
Las plataformas de la línea de producción deben llevar un orificio en la base. Esto es necesario para permitir el paso de aire para el proceso de la contracción al colocar el material termocontraíble.
- (3) Embalaje de los accesorios: Esto permite el ahorro de pasos de ensamblaje del producto. (Se deben definir los métodos de embalaje de los accesorios)

7.1.4 Diseño de envases de productos lácteos

Aquí se expondrá un resumen de las actividades de diseño de envases de lácteos, como así también los detalles concretos con relación a los sachet de leche, las tapas de aluminio de los potes de yoghurt y las tapas de potes de dulce de leche.

(1) Diseño de envases de lácteos y su evaluación

Para el diseño <re-diseño> de envases es necesario dilucidar primero las especificaciones técnicas del envase actual, y luego fijar los objetivos que se persigue en el nuevo diseño de manera que durante el proceso del diseño siempre se tengan en cuenta dichos factores.

- 1) Diseño del envase y sus objetivos
 - [1] Seguridad y nivel de higiene del producto
 - [2] Nivel de protección (resistencia mecánica, térmica, humedad, propiedad barrera contra gases o el agua)
 - [3] Facilidad de manipulación (manipulación del envase, prop.mecánicas, propiedades para el llenado)
 - [4] Económica (producción-materiales-transporte, precio final del producto)
 - [5] Funcionalidad (facilidad para transporte, facilidad de apertura)
 - [6] Propiedad para comercialización (Efecto p/ exhibición producto, facilidad para su exhibición)
 - [7] Adaptabilidad medio ambiental (Prop. para tratamiento de residuos y para reciclado)

2) Procedimiento para evaluación del diseño del envase y de la muestra piloto

El procedimiento de evaluación se realiza paso a paso, y los ajustes se van efectuando en cada uno de ellos.

[1] Paso 1: Evaluación de la muestra piloto. (preparado manualmente)

Una vez completado el diseño del envase mejorado, se prepara una muestra a mano y se procede a su evaluación. Este consiste en pruebas sensoriales y en pruebas a través de dispositivos de ensayos. Las evaluaciones de tipo sensorial y pruebas de facilidad de apertura del envase son importantes.

[2] Paso 2: Evaluación de la muestra piloto por medio de equipos mecánicos

Seguidamente se realizan las pruebas mecánicas del envase y se realizan pruebas sensoriales y pruebas por medio de dispositivos. También se evalúan las propiedades mecánicas. En caso que hubieran dificultades, se realizan modificaciones en el diseño.

[3] Paso 3: Pruebas de evaluación del mercado

Se prepara un lote pequeño utilizando envases re-diseñados y se procede a lanzarlo al mercado para una evaluación, en un área predeterminado. En el mercado pueden surgir comentarios que no se habían considerado durante el diseño, tales como: facilidad para el consumo del producto, problemas o fallas durante la manipulación etc.

Se deben tener en cuenta todos los reclamos tanto de los consumidores como del sector de transporte, analizarlos y volcarlos nuevamente al re-diseño del envase.

[4] Paso 4: Lanzamiento del envase mejorado al mercado

El lanzamiento al mercado se realiza en forma gradual, paso a paso. En el caso de que surgieran problemas en esta etapa, se debe tener previsto la realización de nuevas modificaciones en el diseño.

3) Evaluación mecánica de la muestra piloto

El envase re-diseñado pasa por pruebas sensoriales y evaluación de apertura, como así también por ensayos mecánicos para evaluar su resistencia.

[1] Ensayos de caída

[2] Ensayos de comprensión

[3] Ensayos de sellado en caliente

[4] Ensayos de hermeticidad

[5] Ensayos de vibraciones

(2) Envase tipo Sachet para lacteos

Los envases tipo sachet para lacteos presentan dificultades por posibles perdidas en el cuerpo del sachet como tambien en los sellos superior e inferior. Las perdidas en el cuerpo del sachet se producen por la falta de seguridad de la linea de sello central que es del tipo “solapado”, el cual se forma por calentamiento de una sola cara. Este tipo de sellado requiere ser modificado por un sistema de calentamiento por las 2 caras.

Los sellos superiores e inferiores son del tipo por “fusión y corte”. Este método utiliza una cuerda de piano calefaccionado el cual produce el corte de la bolsa y al mismo tiempo produce la fusión y sellado del sachet. En consecuencia, el ancho del sellado es muy pequeño por lo que la seguridad del sellado queda comprometida.

En los envases tipo sachet convencionales, el ancho del sellado es de aproximadamente 5 mm por lo que el nivel de seguridad es alto. Para resolver el problema de las perdidas, es necesario realizar modificaciones en las maquinas de llenado existentes, lo cual es muy dificultoso llevarlos a cabo en la practica. Por ello, para efectuar las mejoras en el sellado de los sachets, esta alternativa debe ser descartada. Sin embargo, aun en estas condiciones utilizando maquinas existentes, es posible disminuir los problemas de perdidas mediante un cuidadoso ajuste en la operación del sellado en caliente y monitoreando el control de calidad. La razon de esto es porque se observaron dispersiones en los resultados de las pruebas, entre empresas y entre lotes de una misma firma. (ver puntos 7.3.3.1 y 7.3.4.1)

Las mejoras en el diseño de envases, utilizando los equipos existentes en fabrica, consiste en modificar las especificaciones del material film de LDPE.

El polietileno de baja densidad tipo lineal L-LDPE posee excelentes propiedades en el sello final, con mayor resistencia de sellado, mejor sellabilidad frente a impurezas, y mejor propiedad hot-tack. Por ello, lo que se realiza es aumentar los porcentajes de este L-LDPE en la mezcla utilizada.

(3) Tapa de foil de aluminio para potes de yoghurt

Las tapas de foil de aluminio presentan el problema de perdidas del producto a traves de pin holes generados durante el transporte. Ademas, el material puede rasgarse en el momento de la apertura del envase durante el consumo. Existe la posibilidad de mejorar la propiedad de apertura disminuyendo el nivel de adherencia en la banda de pegado. No obstante, es muy dificil obtener una buena hermeticidad y una facilidad de apertura al mismo tiempo.

Si se utiliza el film de plástico con deposición de aluminio, los problemas de generación de pin holes durante el transporte y el de rasgado disminuirán, pero este material no se adapta a las maquinas existentes debido al problema del “curling” del film.

Para resolver el problema del rasgado en forma definitiva, se debe recurrir a un cambio en el material de modo de utilizar foil de aluminio laminado con plástico.

(4) Potes de dulce de leche

En las pruebas de vibración realizadas en potes de dulce de leche, pudo comprobarse que se generan pin holes debido a la fricción entre la tapa de plástico externo y el foil de aluminio interno, lo cual lleva a fallas de perdidas.

Además, se comprobó que, fuera del fenómeno de la fricción, existe un problema de fatiga de material de aluminio lo cual también llevo a perdidas de producto.

En consecuencia, se recurrió a la modificación de la tapa de plástico para evitar el contacto mecánico con el foil de aluminio. Además, se debe implementar una modificación en el material del foil de aluminio para ser reemplazado por foil con laminado plástico.

7.2 Materiales para Embalajes

7.2.1 Film flexible para embalaje¹⁾

Dentro de los film flexibles, el más importante es aquel utilizado para la fabricación de los sachets (pouch).

7.2.1.1 Material base del film flexible

Los film flexibles para embalaje se presentan en dos tipos: a) los de capa simple (sin laminado), y b) los multicapa (con laminado). Un método fácil de distinguirlos es el siguiente: los envases con impresión en la cara frontal utilizan material de capa simple, tales los usados para panes y galletas. Dejando de lado estos envases simples, los envases con impresiones de alta calidad grafica utilizan film multicapa. Desde el punto de vista de los materiales de envases, este último es el más importante.

La capa externa del film multicapa se lo denomina film-base. Para conformar el envase en forma de bolsa, se requiere de un proceso para lograr la hermeticidad el cual se denomina sellado. El caso de los film flexibles, cuando se habla de sellado se trata del “sellado en caliente”. Esto se debe a que el sellado se logra sólo con la transferencia de calor y frío, teniendo excelentes cualidades en cuanto a velocidad del proceso, bajo costo y estabilidad.

En la cara interna del film multicapa se ubica una capa (adherida a las otras) que permite el sellado en caliente denominada “material sellante” o “selladora”. Además de estas dos capas, en los film multicapa suele, en algunos casos, agregarse una tercera capa con propiedades para actuar como barrera <para gases>. A esta capa se lo denomina “material intermedio”.

Para el film-base se utilizan principalmente: el polipropileno orientado (OPP), el tereftalato de polietileno (PET), el Nylon y los film con cobertura de policloruro de vinilideno (PVDC).

Las propiedades de los 3 tipos de materiales se indican en la Tabla 7.2.1-1.

Tabla 7.2.1-1 Propiedades de los film según tipo

Propiedad	Unidad	O-Nylon	PET	OPP
Espesor	Mm	15	12	20
Resistencia tracción	kg/cm ²	2500	2200	1900
Elongación	%	100	150	100
Resiliencia a la tracción	Kg/mm ²	100	430	200
Resist. al reventamiento	kg/cm ² ·mm	250	150	130
Resistencia al impacto	kg/cm/mm	350	250	300

¹⁾ Fuente: Hiroshi Ohsuga: “Teoría y Aplicaciones de nuevos materiales de film flexibles para comestibles”
Ediciones Nippo Shuppan

Propiedad	Unidad	O-Nylon	PET	OPP
Resist a los Pin Holes Diam. Punzón 0.49Φ	kg/mm	80	75	60
Pin Holes de plegado lamina 60μ, GELBO?	unidad	2 (5000veces)	1 a 5 (300veces)	2 (3000veces)
Pin Holes por fricción	veces	200	60	20
Indice permeab. vapor	g/m ² ·24hs	250	50	10
Indice perm. Oxigeno	cc /m ² ·24hs	45	120	2200
Absor.Hum20°C×60%RH	%	3 a 4	0,4	< 0,1
Punto de fusión	°C	215	264	165

El OPP es el polipropileno pre-tratado, tipo orientado, y se trata del material estirado en dos direcciones. Este material tiene propiedades para protección contra la humedad, obviamente, y dentro de los film tipo olefinas tiene excelentes propiedades de transparencia, resiliencia, resistencia a las bajas temperaturas y a los impactos.

El CPP (polipropileno fundido) sin pretensar tiene una mayor resistencia al calor que el LDPE (poliestireno de baja densidad), por lo que se lo utiliza como sellador para los envases tipo retorta.²

El film PET está formado por un polímero similar al de los botellones PET, y resulta de la polimerización de etilenglicol y ácido tereftálico obteniéndose el tereftalato de polietileno.

El film PET utilizado como material base es un film pretensado en 2 direcciones.

El film PET posee excelentes propiedades mecánicas gracias a este pretensado bi-direccional, en parte debido al proceso de cristalización de las cadenas moleculares.

Además, posee buenas cualidades de estabilidad ante las altas temperaturas y la acción de sustancias químicas, como así también su transparencia, hermeticidad a los aromas, función de barrera <para gases>. Sin embargo, carece de cualidades para los Pin Holes para los pliegues.

El Nylon fue en su momento un producto de la firma DUPONT, pero con el tiempo se denominó así a un material usual. Este producto, químicamente se lo denomina fibra poliamida. El radical amida es la conjunción de un radical amina con un ácido, liberando agua, poseyendo su molécula numerosos radicales amida, de allí su nombre de "poliamida". En consecuencia, es el nombre genérico de múltiples sustancias.

El Nylon utilizado en el embalaje flexible corresponde al Nylon-6. El Nylon utilizado como material base normalmente está pretensado en 2 direcciones, y se lo suele denominar O-Nylon.

El Nylon utilizado para el envasado de comestibles en particular, está muy difundido por sus buenas propiedades contra la formación de Pin Holes por punzonado, por plegado y por

² Envase Retorta: Envase apto para calentar (pasteurización), por ej. los de comestibles.

fricción como así también por las bolsas resistentes a las caídas. Posee buenas cualidades como barrera <para gases> pero dado que en su composición molecular existe el NH₂, al aumentar la humedad relativa puede absorber agua por lo que el nivel de barrera disminuye. Además, el MXD-6 (Meta xylene diamina 6 – Nylon) se lo utiliza hasta cierto punto, dado su baja permeabilidad al oxígeno.

7.2.1.2 Características requeridas para los film selladores

Dado que el film base no puede conformarse con un film de sellado en caliente, se coloca adherido un film de este tipo en la cara interna del film base. Para su fabricación existen los siguientes métodos: a) Laminación por extrusión (film adherido mientras se hace la extrusión del polímetro) b) Laminación en seco (adherir la capa sobre un film ya fabricado) c) Laminación húmeda d) Extrusión simultánea multicapa. Las características requeridas para el film sellador son variadas, los que pasaremos a explicar como sigue.

(1) Resistencia de sellado

El sachet fabricado de plástico flexible depende de su resistencia al sellado. O sea que el film que permite una alta resistencia al sellado es el factor importante.

(2) Calidad del “sellado con impurezas”

El sellado se realiza luego del llenado del envase con el producto. En esa etapa, es frecuente que la superficie a sellar quede impregnada con el producto. En el caso del envase de cartón de la firma TETRA, por ejemplo, el sellado es del tipo bajo humedad. A este tipo de sellado, en el que se pueden obtener una buena calidad de sello aun en presencia de sustancias extrañas, se lo denomina “sellabilidad con impurezas”.

(3) Propiedad “Hot Tack”

Cuando se hace el llenado del sachet tipo “pillow” vertical ³, en el periodo de tiempo entre el sellado superior (por medio de las barras selladoras horizontales) y el guillotinado final una vez desplazado por la secuencia del proceso, el sachet tiene la tendencia a abrirse por el propio peso (con el producto) debido a que el sellado no está solidificado al no haberse enfriado debidamente. El sellado que tiene la cualidad de no abrirse en esta etapa se denomina “con buenas propiedades de Hot Tack”. En general, esta propiedad se mide por la distancia de exfoliación.

En cuanto a la resina del material, se requiere un material con alta viscosidad en la fusión.

³ Pillow vertical : Sachet alargado vertical, con la costura en solape en la línea media de la cara posterior.

(4) Propiedades de sellado a baja temperatura

En general, este término se aplica igualmente al material con aptitud para el sellado rápido. Pero también se lo usa para indicar la aptitud de: a) materiales con laminado de alto espesor, b) estructuras con inserción de un tercer film, c) materiales con baja resistencia al calor.

En la Tabla 7.2.1-2 se indican las características de los polímeros selladores que brindan estas propiedades y la sellabilidad, tal como se describe mas arriba.

Tabla 7.2.1-2 Tabla comparativa de propiedades de films selladores

		LDPE		L-LDPE		Iono-mer	EVA VA5%	CPP
		MI baja	MI alta	Met. inflado	Met. T die			
Sella-bilidad	Resist sello caliente	○	○	⊙	⊙	⊙	○	⊙
	Sellabilidad bja T	○	○	×	×	⊙	⊙	×
	Sellabilidad impur.	△	△	○	○	⊙	○	△
	Prop Hot Tack	△	△	⊙	⊙	⊙	○	⊙
Resist Al Calor	Agua a 80°C aprox.	⊙	⊙	⊙	⊙	○	⊙	⊙
	Agua 90°C aprox.	⊙	△~○	⊙	⊙	×	×	⊙
	Agua a 100C aprox.	△~○	×	⊙	⊙	×	×	⊙
	Retorta 120°C	×	×	×	×	×	×	⊙
Resist Al frio	Aprox. 0°C	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	△
	Aprox. -20°C	○	○	⊙	⊙	○	⊙	×
Resist a caída en bolsa		○	○	⊙	○	○	⊙	△
Resist a la presión		○	○	⊙	○	○	○	×
Resist Pinholes x punzonado		△	△	○	○	△	○	×
Resist Fricción		△	△	△	△	△	×	△
Resist a los aceites		△	×~△	○	○	○	○	⊙
Flexibilidad		△	△	△	△	△	○	×
Transparencia		△	△	△	⊙	△	△	⊙
Baja transferencia olores		○	○	×~△	×	○	△	○

⊙ : Excelente ○ : Bueno △ : Satisfactorio × : Malo MI : Indice de fusión
 LDPE: poliestireno de baja densidad L-LDPE: poliestireno b.dens. lineal
 EVA: copolímero etil-vinil acetato VA: vinil acetato CPP: polipropileno fundido

7.2.1.3 Tipos de film selladores

Los films utilizados como selladores en su mayoría son materiales de la familia de las poliolefinas, y se subdividen en polietilenos y polipropilenos.

El polietileno de alta densidad (HDPE) tiene la característica de su fácil cristalización, debido a que está originado por cadenas de etileno sin ramificaciones. Posee una alta resistencia mecánica y como tal es de alta difusión en el campo del embalaje, pero no tiene aplicación como sellador.

El polietileno de baja densidad (LDPE) posee en su estructura química, cadenas ramificadas aleatoriamente. Desde su aparición se lo utiliza como film sellador.

El polietileno de baja densidad de cadena lineal (L-LDPE) posee cadenas cortas al igual que el LDPE, es un polietileno de baja densidad con cadenas rectas.

La estructura del polietileno con cadenas ramificadas y cadenas rectas se muestra en la Fig. 7.2.1-1.

El polietileno de baja densidad lineal (L-LDPE), resulta de la polimerización de pequeñas cantidades de ciertos hidrocarburos en calidad de co-monómeros, y dependiendo de su tipo pueden ser el C-4 (buteno), C-6 (hexano), C-8 (octano). Su estructura está diseñada de modo que en la cadena principal se ligan numerosas cadenas cortas.

El L-LDPE mas comúnmente utilizado es del tipo C-4. En cambio, los de C-6 y C-8 poseen mejores cualidades desde el punto de vista de su resistencia mecánica.

El L-LDPE tiene excelentes propiedades comparativamente con el LDPE, en cuanto a la resistencia del sellado en caliente, la sellabilidad con impurezas, y la aptitud para el Hot Tack, tal como se observa en la Tabla 7.2.1-2. Además, posee buenas cualidades de resistencia al Pin hole por punzonado y a los aceites.

La relación entre la temperatura del sellado en caliente y la resistencia del sellado se muestran en la Fig. 7.2.1-2. Ultimamente han aparecido otros materiales del tipo L-LDPE polimerizados con catalizadores de metallocenos.

Si se lo compara con el catalizador tradicional Ziegler-Natta, muestra una distribución molecular sumamente estrecha, teniendo también una distribución uniforme de los co-monómeros, por lo que las propiedades mecánicas mencionadas son sobresalientes.

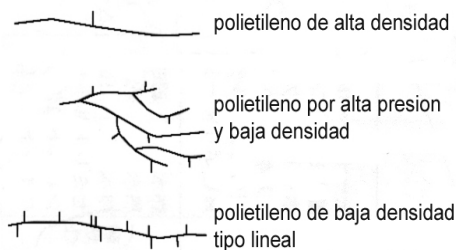


Fig. 7.2.1-1 Estructura del polietileno

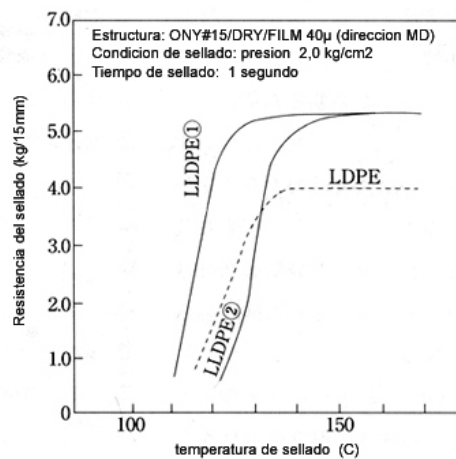


Fig. 7.2.1-2 Resistencia del sellado vs temperatura de sellado

Dentro de los materiales selladores de polipropileno (PP), el que se utiliza es el polipropileno fundido (CPP, del Ingles: Cast polypropilene. Material no pretensado).

Principalmente se dispone del material polimerizado de etileno al 2 al 5%, y el de propileno-etileno-buteno-1. Para el caso de envases que se someten a ebullicion se tiene el L-LDPE y para el caso de retorta a mas de 120C se utiliza el CPP.

Tal como se indico mas arriba, el polietileno de baja densidad lineal (L-LDPE) tiene mejores propiedades de sellabilidad que el LDPE. En cuanto a costos, es mas económico que el LDPE en un 1 a 2%. El punto de fusión varia de acuerdo a la densidad y para un LDPE de densidad 0,92 el punto de fusión es de 110C mientras que para el L-LDPE el mismo es de 10 a 15C mas alto. Asimismo, la temperatura para el sellado en caliente del LDPE es de 130C mientras que para el L-LDPE el valor pasa a ser por encima de los 150C.

Con respecto al proceso de fabricación del film de L-LDPE, en los casos de máquinas con algunos años puede ocurrir que éstos no puedan procesar este material debido a su alto punto de fusion. Además, para el caso del dispositivo de sellado en las maquinas envasadoras puede presentarse dificultades de procesamiento debido a la falta de capacidad termica de las pinzas de cierre.

7.2.1.4 Estructura del film y su capa intermedia

Hay 3 aspectos que pueden considerarse, tal como los siguientes.

(1) Film de 1 capa (capa base)

Este es el caso en el que el film base actua como film sellante al mismo tiempo. Por ejemplo, con un film de 1 capa de LDPE se pueden presentar como ejemplo los envases de azucar, sal de mesa, galletas, porotos etc.

(2) Film de 2 capas con film base y capa selladora

Como ejemplos se pueden observar: envases al vacio de PET/LDPE, los envases de alimentos para frio de ONY/LDPE, envases para alimentos secos de OPP/LDPE, envases para alimentos liquidos ONY/LDPE y envases para retorta de productos alimenticios de PET/OPP.

(3) Film de 3 capas con capa base, capa intermedia y film sellador

En los casos que la calidad del film requerido no se obtiene con un film base y una capa selladora, algunas alternativas auxiliares para elevar sus cualidades son como los siguientes. Por ejemplo, si se quiere mejorar la propiedad aislante contra la luz, se puede preparar un film de OPP/Al vaporizado metalico/PET /OPP, tal el caso de las bolsas de papas fritas.

Para el caso de envases con aptitud de barrera para el oxigeno se disponen de films conformados por OPP/EVOH/OPP.

7.2.2 Foil de Aluminio¹⁾

(1) Características Generales

El foil de aluminio más difundido es el de pureza 99,3%. Este material es identificado como 1N30 según la norma JIS. Además, en los últimos años se está utilizando la aleación 8021 de Al-Fe el cual tiene iguales propiedades al JIS 1N30 al cual se agregan moldeabilidad, y buena aptitud como barrera de gases.

El foil de aluminio está difundiendo su uso en diversas formas por su excelente aptitud como barrera de gases, aislante de la luz, cualidades decorativas por su brillo metálico, como así también su facilidad para el corte, por lo que va en aumento la aplicación para la preparación de envases flexibles. El espesor del foil de aluminio utilizado comúnmente para embalaje es de 7 μ , y en menor medida los de 9 μ . Como material especial se presenta el caso de los quesos que utilizan espesores de 12 a 15 μ , y para el caso de envases PTP 15 a 20 μ mientras que para el sellado de tapas existen láminas de 20 a 40 μ .

Dentro de los foil de aluminio existen dos tipos: el duro y el blando. En el caso del aluminio utilizado para embalaje flexible, en su mayoría se aplica el foil blando. Este material se fabrica a partir del foil duro el cual se le aplica un recocido a 400C. Además, en el foil de aluminio se presenta la cara con brillo y el otro opaco. Esto se produce por compresión de 2 foils entre rodillos en el caso del foil de 50 μ , por lo que la cara brillante corresponde al que está en contacto con el rodillo.

Las características del foil de aluminio se muestran en la Tabla 7.2.2.3.

Tabla 7.2.2-1 Características física y mecánicas del foil de aluminio.

Espesor foil (μ)			7	9	12
Espesor muestra (μ)			6,4~7,6	8,3~9,7	11,1~12,9
Peso unitario (g/m^2)			17,3~20,6	22,5~26,3	30,1~35,0
Superf. específica(m^2/kg)			57,7~48,6	44,5~38,0	33,2~28,6
Resist traccion (kg/15mm)	Duro	Vert	1,7	2,0	2,8
		Horiz	1,8	2,1	2,9
	Blan	Vert	0,7	0,9	1,2
		Horiz	0,6	0,8	1,2
elongacion (%) Dist referencia 100mm	Duro	Vert	0,8	1,2	1,3
		Horiz	1,4	1,9	2,4
	Blan	Vert	3,6	4,4	5,4
		Horiz	4,3	4,7	6,0
Resist revent (kg/cm ²)	duro		0,35	0,50	0,8
	blando		0,33	0,45	0,6

¹⁾ Fuente: Hiroshi Ohsuga: "Teoría y Aplicaciones de nuevos materiales de film flexibles para comestibles"
Ediciones Nippo Shuppan

Para los foil de aluminio por debajo de $20\sim 25\mu$, es conocido que el material presenta frecuentemente pin holes. Para el caso de foil simples, presenta permeabilidad al oxígeno, por lo que para evitar esto el foil se lo utiliza con un laminado <plástico> o bien con un laqueado (coating).

(2) Pin Holes

El foil de aluminio posee una buena aptitud como barrera de los gases. Sin embargo es un material fácil de rasgar. Además, es bien conocido que según las irregularidades del material, se pueden presentar pin holes. Con referencia a la formación de los pin holes, se describe a continuación su proceso, el cual ha sido desarrollado para la investigación de film plásticos.

Los pin holes se presentan en 3 tipos: a) por punzonado b) por desgaste de fricción en bordes c) fatiga de irregularidades. Por ejemplo, la resistencia al punzonado de un film laminado plástico por medio de un punzon cuyo extremo es de radio 0,5 mm, se muestra con la fórmula:

Resistencia a Rotura $\times 2 \pi \times 0,5\text{mm}$

Los valores medidos y los de cálculo son coincidentes, con gran aproximación.

En el caso del foil de aluminio blando con 9μ se obtiene una resistencia a la rotura de 1,9kg/15mm pero el coeficiente de elongación es de tan solo del 5%.

La resistencia al Pin Hole por punzonado es de 120g a valor calculado y la medición real resulta 30g. Se observa una gran diferencia entre el valor calculado y el valor real, aun así, los Pin Holes aparecen aunque los esfuerzos aplicados sean pequeños.

Existen casos reales en los que el producto (bordes de papas fritas) han producido Pin Holes sobre films de plástico. Como medida preventiva contra los Pin Holes, la literatura respectiva señala que se ha solucionado el problema con el uso de films con laminado plástico con una resistencia a la rotura de 5,7kg para un ancho de 10mm.

Los Pin Holes por fricción están directamente relacionados al nivel de desgaste del material. Dicho desgaste se indica como el valor acumulado de la presión por distancia de fricción en la unidad de superficie. En la práctica, los Pin Holes por fricción se producen casi en su mayoría por los bordes puntiagudos de los pliegues del envase.

Si se toman hojas de films laminado y se los pliegan en 2 y luego en 2 y si se aplica la yema de un dedo justo en la esquina así obtenida, puede observarse que el nivel de dolor varía según el material y el espesor del mismo. Para una misma carga, a menor superficie de soporte de dicha carga, el valor de la presión por unidad de superficie aumentará. En consecuencia, a mayor agudeza en la forma del extremo en contacto, la presión aumenta como así también el desgaste, por lo que se promueve la aparición de pin-holes.

En el caso de los Pin-holes por fatiga en los pliegues, la rotura se da al igual que cuando se dobla reiteradas veces un alambre. Esto ocurre en igual forma en los film plásticos. La fatiga

se produce por la aplicación de cargas repetitivas, y cuando el fenómeno llega a una rotura, se denomina “rotura por fatiga”. Los Pin-Hole por fatiga por pliegue del material es un caso ejemplo de rotura por fatiga.

El método de medición de la fatiga por pliegue que se considera más confiable es el que utiliza el Gelbo Tester, según norma ASTM F 392. Según este método, se han estudiado en detalle la cantidad de Pin Holes generados, el número de doblado repetidos para cada tipo de film plástico.

El foil de aluminio es un material en el cual no se tienen altas expectativas en cuanto a la resistencia. Luego, en el caso de envases, este material se lo utiliza adherido a una capa de papel o bien un film plástico. No obstante, aun para el caso de una combinación de PAPEL/Al/ LDPE, se observan claramente Pin holes para un pliegue repetido de 10 veces en la prueba de Gelbo Tester. Contra esto, con pruebas de 250 cargas repetidas en materiales simples como PET por deposición, no se observan pin holes y para pruebas de plegado la cantidad de pin holes son bajos.

7.2.3 Film plástico con deposición de vapor¹⁾

El proceso de deposición de vapor (metalizado) consiste en un proceso de vaporización del metal en un medio al vacío el cual se lo hace adherir a la superficie de papel o films, formando una capa de espesores muy finos. El metal vaporizado principal es el aluminio, y entre otros figura el oro, plata, cobre, cromo, níquel, cobalto y sus aleaciones.

La deposición es una técnica de vaporización del metal donde se aprovecha el fenómeno en donde al aumentar el grado de vacío del recinto, desciende la temperatura de evaporación. Por ejemplo, si se toma el aluminio, el punto de evaporación es de 2060C y si se lo somete a vacío de 10^{-2} torr y 10^{-4} torr, las respectivas temperaturas de evaporación se convierten en 1148C y 927C.

El equipo de deposición al vacío generalmente se proveen con dos cámaras de vacío. En la cámara superior posee el dispositivo de bobina de alimentación y bobina final, y el nivel de vacío es de 1,3 Pa (10^{-2} torr). En contrapartida, en la cámara inferior se encuentran los dispositivos de vaporización y de calentamiento en donde el vacío está seteado a 0,013Pa (10^{-4} torr). El metal una vez vaporizado alcanza el material base de papel o film plástico e inmediatamente es enfriado mediante un rodillo de refrigeración con lo cual el material se recoge en bobinas.

El film más común y difundido para envases, fabricado por medio de este método es el film de aluminio por deposición.

¹⁾ Fuente: Hiroshi Ohsuga: “Teoría y Aplicaciones de nuevos materiales de film flexibles para comestibles”
Ediciones Nippo Shuppan

(1) Film de Aluminio por deposición

El film de aluminio por deposición normalmente se utiliza en espesores de 40 a 60 nm, poseyendo las siguientes propiedades, razón por los cuales es de amplia difusión en envases.

- 1) Excelentes propiedades como barrera para gases y humedad
- 2) Excelente barrera para rayos UV y IR
- 3) Excelente como protector de aromas
- 4) Mejor propiedad de flexibilidad que el aluminio simple y mayor resistencia a la generación de pin holes.
- 5) Excelente como material decorativo
- 6) Es un material que promueve el ahorro de recursos naturales ya que su peso es de 100 a 200 veces menor que el del foil de aluminio.

Normalmente, el foil de aluminio se utiliza en espesores de 7 a 8 μ m pero en el caso del film de aluminio por deposición es drásticamente más delgado, de 40 a 80nm, por lo que se puede apreciar cuán fino son las capas utilizadas.

Los film base comúnmente utilizados en films por deposición son los siguientes: PET, CPP (propileno fundido), OPP (propileno orientado), ONy (Nylon).

(2) Films transparentes por deposición

Las desventajas del film de aluminio por deposición son: falta de transparencia para ver el contenido, no aplicabilidad en hornos microondas, la aplicación en envases tipo retorta es dificultosa. Considerando que el óxido de silicio, en el análisis por rayos X, muestra propiedades de opacidad, suele denominarse “vidrio vaporizado”.

El film de óxido de silicio, que se lo simboliza como SiO_x, se presenta en dos variantes: como óxido de silicio SiO, con una coloración marrón y el dióxido de silicio SiO₂ (silica) incoloro.

La propiedad de barrera para gases de los SiO_x va decreciendo a medida que aumenta el contenido de oxígeno por lo que en el proceso de vaporización se controla el contenido de O₂ del medio, de modo que el rango del oxígeno del SiO se ajusta a un valor entre 1,5 a 1,8.

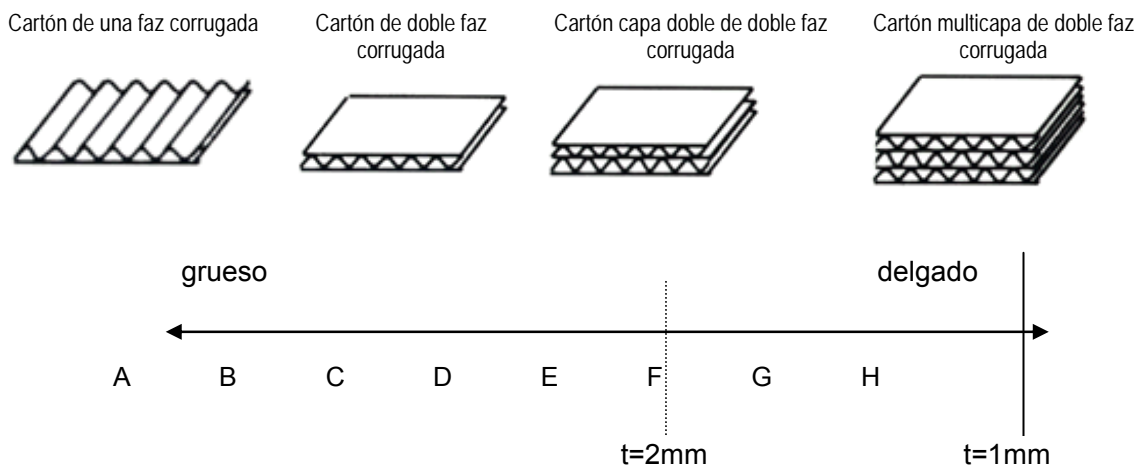
El nivel de barrera de este film por deposición será proporcional al espesor de deposición. De todos modos, se dice que su estabilidad como barrera contra gases es relativamente mayor que los film obtenidos a partir de laminados con otros materiales. La permeabilidad al oxígeno de los film plásticos laminados es de 0,5 a 1,5 cc/m²·24hr, y en el caso del vapor de agua es de 1 a 3 g/m²·24hr aproximadamente.

Los film con deposición de óxidos de aluminio se obtienen a partir de deposición de alumina (Al₂O₃) sobre un film base. Este material tiene como característica el ser incoloro.

7.2.4 Cartón Corrugado

En este párrafo se analizan las especificaciones del material de cartón corrugado que se fabrica en Brasil. La empresa Klabin es una de las mayores fábricas de papel procesado. Esta empresa abarca 9 fábricas en Brasil, pero la misión se ha abocado a visitar y estudiar la fábrica de Jundai que funciona desde 1992. En esta fábrica se producen cartones de diferentes formas (referirse a los Grados E al A descriptos a continuación)

Menor, de 350 g. por m^2 liner de 110 g. por m^2 núcleo 95 g. por m^2
 Mayor, de 2100g por m^2 cartón multicapa de doble faz corrugada, liner de 110 g. por m^2 núcleo de 95 g. por m^2
 (Utilizado en embalaje para cigarrillos. Resiste un esfuerzo de compresión de hasta 15 toneladas)



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.2.4-1 Fabricación de cartones corrugados

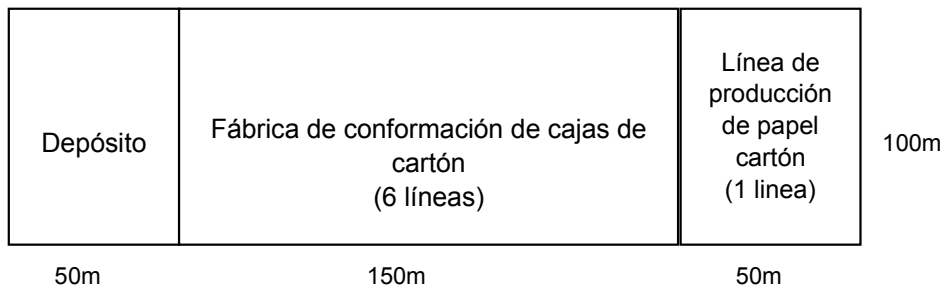
El corrugado grado H tiene un espesor menor a 1 mm., y aún no se fabrica en esta empresa. En Japón, el material de esta clase era considerado como “cartón común” (por su apariencia).

En los últimos años, debido al efecto de la aplicación de la “Ley de Reciclado de Embalajes de Envases”⁴ la tendencia actual es que los materiales, aún delgados como éste, ahora sean considerados como “cartón corrugado”.⁵

Este tipo de material de pequeño espesor se lo conoce bajo el nombre de “microflute”.

⁴ NdT: Según esta Ley, los fabricantes que utilizan “materiales comunes” reciclables deben abonar una tasa por tonelada para subvencionar el reciclado. El cartón corrugado esta exceptuado de pago de dicha tasa.

⁵ NdT: El reciclado de cartón corrugado es de amplia implementación en estos últimos años en Japón, observándose altos índices de reciclo.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.2.4-2 Layout de la planta fabril

En la etapa del diseño de embalajes de cartón corrugado para verificar su resistencia, el punto más importante es su resistencia a la compresión. Los envases de lata o vidrio no presentan mayores problemas en este sentido, ya que el mismo envase soporta las cargas externas. En cambio, en el caso de envases de cartón o potes de plástico, parte de la carga los debe soportar el mismo producto. Además, en el caso de los sachets o frutas frescas, la totalidad de las cargas es soportada por la caja, de allí que en este punto se debe prestar especial atención.

Las cajas de cartón corrugado en circulación en los países de la región aparentemente son de una calidad diferente a los que se observan en Japón, en particular en cuanto a la resistencia de los materiales. En consecuencia, para asegurar la prevención de daños en los productos, se deben realizar cuidadosamente los cálculos de resistencia en la etapa del diseño de las cajas de cartón corrugado, en especial para los embalajes de productos alimenticios o electrodomésticos.

Seguidamente se muestra a modo de referencia, ejemplos de “Calculo de Resistencia a la compresión de caja de cartón corrugado” y “Selección de Materiales para cajas de cartón corrugado”, en base a especificaciones de proveedores japoneses de “papel para Liners” y “papel para ondas”, que se tienen a disposición.

Vale acotar que las normas JIS correspondientes a papel para carton corrugado han sido recientemente revisionadas, con fecha setiembre de 2005.

En las tablas siguientes se muestran los valores de resistencia de papel para Liners y papel para ondas. (ver Tabla 7.2.4-1 y Tabla 7.2.4-2)

Tabla 7.2.4-1 Resistencia del papel para liners (JIS P 3902)

Tipo		Propiedades	
Categ	Dens nominal g/m ²	R.compresion ISO (horiz) kN/m	R. reventamiento kPa
LA	180	1,77 o mayor	522 o mayor
	220	2,31 o mayor	616 o mayor
	280	3,31 o mayor	756 o mayor
LB	170	1,51 o mayor	459 o mayor
	180	1,59 o mayor	486 o mayor
	210	2,07 o mayor	546 o mayor
	220	2,17 o mayor	572 o mayor
	280	2,94 o mayor	700 o mayor
LC	160	1,21 o mayor	288 o mayor
	170	1,29 o mayor	306 o mayor
	210	1,59 o mayor	378 o mayor

Nota1: El error admisible en las cifras indicadas es de $\pm 3\%$.

Nota2: El ensayo de compresión según ISO se realiza con una probeta de 6 x ½ pulgada (152,4 x 12,7 mm) y en forma cilíndrica.

Luego, para calcular la resistencia total se aplica $C \text{ Tot (kN)} = \text{ISO(kN/m)} \times 0,1524\text{m}$

Nota3: El contenido humedad en el momento de la extracción de la bobina es: Cont. humead = $7,5 \pm 1,5\%$

Tabla 7.2.4-2 Resistencia del papel para onda (JIS P 3904)

Tipo		Propiedades	
Categ	Dens nominal g/m ²	R.compresion ISO (horiz) kN/m	R. reventamiento kPa
MA	160	1,63 o mayor	8,0 o mayor
	180	2,01 o mayor	9,0 o mayor
	200	2,43 o mayor	10,0 o mayor
MB	120	0,91 o mayor	4,8 o mayor
	125	1,59 o mayor	5,0 o mayor
	160	1,42 o mayor	6,4 o mayor
	180	1,59 o mayor	7,2 o mayor
MC	115	0,72 o mayor	3,5 o mayor
	120	0,75 o mayor	3,6 o mayor
	160	1,21 o mayor	4,8 o mayor

Nota1: El error admisible en las cifras indicadas es de $\pm 3\%$.

Nota2: El ensayo de compresión según ISO se realiza con una probeta de 6 x ½ pulgada (152,4 x 12,7 mm) y en forma cilíndrica.

Luego, para calcular la resistencia total se aplica $C \text{ Tot (kN)} = \text{ISO(kN/m)} \times 0,1524\text{m}$

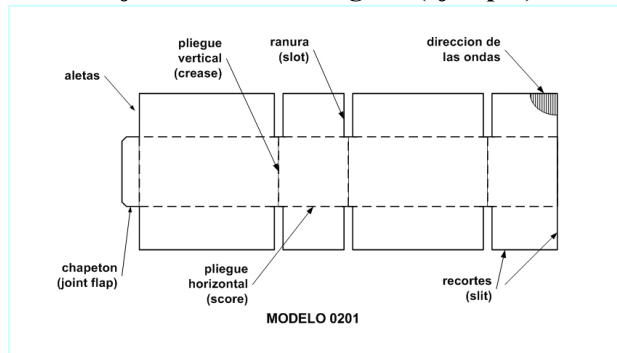
Nota3: El contenido de humedad en el momento de la extracción de la bobina es:
Cont. humedad = $8,0 \pm 1,5\%$

Seguidamente, como parte del diseño de cajas de cartón corrugado, se muestra un ejemplo práctico de diseño de embalajes para verificar la resistencia, aplicado a productos alimenticios.

(1) Calculo de resistencia a la compresión de la caja de cartón corrugado (ejemplo)

Para el calculo de la resistencia a la compresión de cajas Modelo 0201 (del tipo con cortes por ranuras) <según JIS> , se dispone de la Formula de Kellicut.

Este tipo de cajas posee una lengüeta de unión <o chapetón> y están formadas por una sola pieza de cartón.



La Formula de Kellicut se expresa como sigue:

- * Onda A: $P = 0,748 \times R_x \times Z^{1/3}$
- * Onda B: $P = 0,612 \times R_x \times Z^{1/3}$

en donde:

- P: resistencia a la compresión de la caja (N) o bien (kgf)
- Rx: Resistencia a la compresión del papel, total (N) o bien (kgf)

- * Corrugado de doble faz : $R_1 + R_m \times C + R_2$
- * Corrugados de capas múltiples: $R_1 + R_{m1} \times C_1 + R_2 + R_{m2} \times C_2 + R_3$

C es el factor de ondas y son para: Onda A=1.6; Onda B=1.4

$Z^{1/3}$: raíz cúbica del perímetro (cm)

Además, las condiciones varían según se trate de cartones de 1 capa o multicapa, según se indica mas arriba en el punto 7.2.1. Con referencia a los distintos tipos de cartón corrugado, se indican en la Tabla 7.2.4-3.

Tabla 7.2.4-3 Tipos y estructuras de cartones corrugados

Tipo corrugado	Cod	Cant. ondas por cada 30cm	Altura corrugado	Factor de ondas	Observac.
Onda A	AF	34±2	4,5 a 4,8	1,5 a 1,6	Externo
Onda B	BF	50±2	2,5 a 2,8	1,3 a 1,4	Externo
Onda C	CF	40±2	3,5 a 3,8	1,4 a 1,5	Externo
Onda E	EF	Aprox.94	1,1 a 1,2	1,2 a 1,3	Interno-Embal. individual

Fuente: Texto del XXXI Curso de Capacitación sobre Diseño de Embalajes con Cartón Corrugado, pag 8- Asociación de Tecnología de Packaging de Japón, Filial Área Kanto

En el ejemplo siguiente se muestran los cálculos de compresión para una caja Modelo 0201, aplicando la Formula de Kellicut.

Ejemplo Nro.1:

Calcular la compresión para una caja cuyas dimensiones internas son 360L×300W×250H (mm), y los materiales a utilizar LB220×MB125×LB220 con onda tipo A.

Respuesta 1:

Primeramente se calcula el valor de Rx.

La resistencia a la compresión del “liner” LB220 será:

$$P_L = 2,17\text{kN/m} \times 1000/\text{k} \times 0,1524\text{m} = 331 \text{ N}$$

La resistencia a la compresión de la “onda” MB125 será:

$$P_O = 0,94 \text{ kN/m} \times 1000/\text{k} \times 0,1524\text{m} = 143 \text{ N}$$

Luego el valor de Rx sera:

$$R_x = \{331\text{N} + 143\text{N} \times 1,6 + 331\text{N}\} = 891 \text{ N}$$

Seguidamente se calcula la raíz cúbica del perímetro:

$$Z = (36 + 30) \times 2 = 132 \text{ (cm)}$$

$$Z^{1/3} = 5,09$$

Finalmente, la compresión admisible de la caja será:

$$P = 0,748 \times 891\text{N} \times 5,09 = 3392 \text{ N}$$

(2) Selección de los materiales para la caja de carton (ejemplo)

El procedimiento para la selección de los materiales de la caja es como sigue:

- [1] Calcular la carga aplicada sobre la caja del extremo inferior de una pila en deposito.
- [2] Calcular la resistencia a la compresion necesaria de la caja, considerando un factor de seguridad debido a factores tales como la degradacion del material.
- [3] Se elige el tipo de onda, y en base al calculo inverso aplicando Kellicut, se calcula la resistencia requerida del papel.
- [4] Finalmente se selecciona el material que cumpla con los requerimientos de resistencia a la compresion, tanto para el liner como para la onda.

Problema Nro 2

Seleccionar el material necesario para una caja Modelo 0201 tales que cubran las siguientes condiciones.

* Dimensiones internas de la cja : 450L×350W×250H(mm)

* Peso total de la caja : 12kg

* Numero de cajas por apilado vertical : 10 cajas

* Factor de seguridad : 3

Respuesta 2:

[1] Se calcula la resistencia requerida en la caja.

$$P=12 \times (10-1) \times 3 \times 9,81 = 3178 \text{ N}$$

[2] Se hace el calculo inverso de la Formula de Kellicut

$$R_x = P / (0,748 \times Z^{1/3})$$

[3] Se calcula el valor de $(Z)^{1/3}$

$$\text{Perimetro de la caja: } (45 + 35) \times 2 = 160 \text{ (cm)}$$

$$(Z)^{1/3} = 5,43$$

[4] Se calcula el valor de R_x

$$R_x = 3178 \text{ N} / (0,748 \times 5,43) = 782 \text{ N}$$

[5] Seleccion del material

Haciendo la suposicion de utilizar el material LB180 para el liner externo e interno, se calcula la compresion

$$(1,59 \text{ kN/m} \times 1000 / \text{k} \times 0,1524 \text{ m}) = 242 \text{ N}$$

Por lo cual, la resistencia a la compresion sera el doble: 484 N.

La resistencia a la compresion de la onda será

$$(782 \text{ N} - 484 \text{ N}) / 1,6 \doteq 185 \text{ N}$$

La resistencia a la compresion segun ISO es:

$$(185 \text{ N} \div 1000 / \text{k} \div 0,1524 \text{ m}) = 1,21 \text{ kN/m}$$

Dentro de los diversos materiales, el que cumple esta condicion para la onda es MC100.

En consecuencia, los materiales de la caja para que cubra las condiciones de almacenamiento indicadas son:

LB180×MC160×LB180 y con Onda-A.

Las especificaciones de materiales presentados han sido tomadas de los textos para el XXXI Curso de Capacitacion para Diseño de Embalajes con Cartón Corrugado, de la Asociación de Tecnología de Embalajes de Japón Inc. (JPI)

7.2.5 Film contraible¹⁾

7.2.5.1 Tipos de film contraible

De acuerdo a la definición de “Film Contraible” para embalajes indicado en la norma JIS Z1709, se trata de una película pre-expandida el cual al aplicársele calor cuando se lo utiliza para el proceso de embalado, se contrae por lo que se lo aplica para la fijación de mercancías.

¹⁾ Fuente: Hiroshi Ohsuga: “Teoría y Aplicaciones de nuevos materiales de film flexibles para comestibles” Ediciones Nippo Shuppan

En base a esta definición, se tienen diferentes tipos de film contraible: para encajonado, embalajes en general, para embalajes de grandes dimensiones (tal el caso de los pallets). Además se disponen otros tipos de films, tales como las etiquetas contraibles, el “poli-ball”⁶, y manguitos para aislación de cables eléctricos etc.

Actualmente están muy difundidos los diferentes tipos de film contraibles comerciales. Los materiales utilizados para su fabricación son: policloruro de vinilinedo, policloruro de vinilo, polietileno (abarca el PE “puente”, el L-LDPE de baja densidad, PE expandido). Además se están comercializando productos de PE moldeado tipo “poli-ball”.

Por otra parte se utiliza el polipropileno, poliestireno, poliéster y el Nylon. También están difundidos los films tipo laminado que poseen más de un material.

7.2.5.2 Propiedades del film contraible

Los film contraibles requieren de las siguientes características.

- [1] Deben tener buenas características de: velocidad de contracción, índice de contracción, stress y fluencia de la contracción, rango de temperatura de contraccion.
- [2] Deben tener alta resistencia y resistencia al impacto.
- [3] Deben tener buenas características de hermeticidad.
- [4] Deben tener buenas propiedades mecanicas.
- [5] Deben tener buen aspecto exterior y facilidad para la impresión.

En la Fig. 7.2.5-1 se indican la curvas que relacionan la temperatura de calentamiento del film contraible y su índice de contracción correspondiente.

En la Tabla 7.2.5-1 se indican los tipos de film y sus características.

⁶ NdT: poli-ball= Plastico doble capa alveolar.

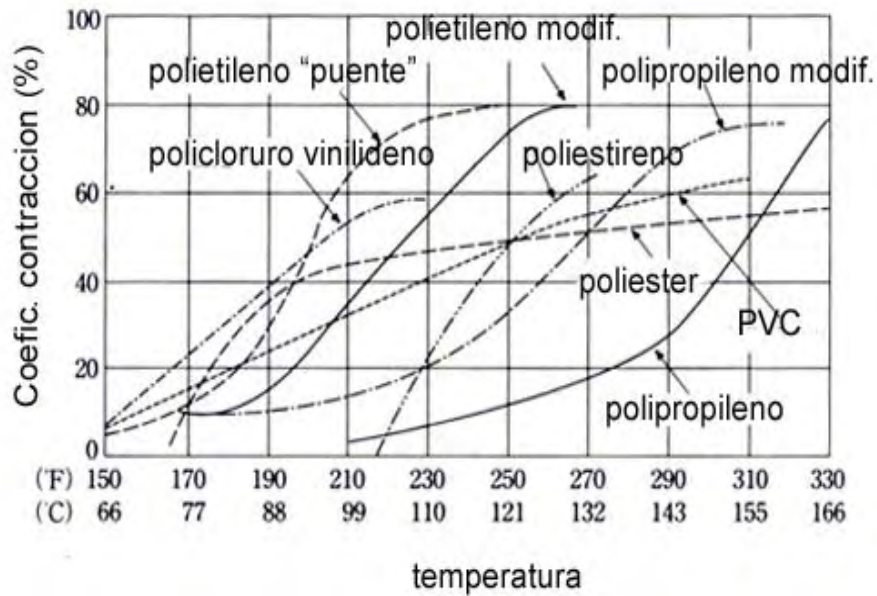


Fig. 7.2.5-1 Curvas que relacionan la temperatura de calentamiento del film contraíble y su índice de contracción correspondiente

Tabla 7.2.5-1 Tipos y Características de los film contraíbles

	Polipropileno	PVC	Polietileno
Aplicac principales	Envase individual Fideos Ramen, lácteo bebibles, aerosol, masas en paquetes	Envase individual, env. Primario Masas, pilas, frascos, art belleza, art librería	Embalaje conjunto tam. Medio y grande Embalaje externo Art pesados, equipos eléctricos, pallets, botellas, latas
Espesor	12~13μ	13~35μ	30~200μ
Ventajas	Transparente, buen brillo, alta resistencia, buena tenacidad	Transparente, buen brillo, alta resist. Alta resist. Gran rango de temp de contracción, facil de trabajar	Buena resistencia al impacto a baja temperatura, buena carac, para sellado
Defectos	El rango de temperatura para el sellado en caliente es bajo	Sellado fácil de despegarse Puntos durante sellado	Baja termo contracción baja adhesividad
Fácilidad Apertura	Se separa bien desde la ranura El troquelado se expande por el calor	El troquelado es relativamente estable El corte tiene direcciones preferenciales según la orientación	Despegado dificultoso, El troquelado se expande, se desgarran
Direccionaliad	Contracción simultanea según 2 ejes (vert,hor)	Hasta biaxial, según uno de ellos	Hasta biaxial, según uno de ellos
Costos	Medio	Alto	Bajo costo

7.2.6 Film tipos “Stretching” y “Wrapping”¹⁾

El embalaje tipo “stretching” se aplica estirando el film (stretching=estirar) de allí su nombre. En el caso del film tipo “wrap” también se lo aplica mientras se lo

¹⁾ Fuente: Hiroshi Ohsuga: “Teoría y Aplicaciones de nuevos materiales de film flexibles para comestibles” Ediciones Nippo Shuppan

estira-particularmente en su aplicación comercial - por lo que es frecuente que lo coloque como capa interna de un film “stretching”.

La clasificación de estos film puede observarse en la Tabla 7.2.5-1.

Los film tipo “stretching” para embalajes requieren de las siguientes características.

- Poseer alta resistencia a los pin-holes por punzonado, bajo condiciones de tensión de tracción.
- Debe tener una buena recuperación elástica para mantener la tensión de estiramiento.
- No debe tener fluencia de tracción.
- Debe tener alta resistencia a la tracción.
- Debe tener suficiente poder de auto-adherencia.
- Debe tener buena propiedad de transparencia.

Los film “wrap”, además de las características mencionadas, requieren propiedades barrera, protección contra la humedad, facilidad de corte. Además, en el caso de aplicación en hornos microondas, se requieren propiedades de resistencia a alta temperatura.

Con respecto a la adherencia del film “stretch”, existen de diferentes tipos: a) los que se originan en las propiedades de adherencia propias del material, b) los originados por el calor, y c) por ambos factores combinados. La adherencia propia se logra por el agregado de sustancias como resinas derivadas del petróleo o tipo “rosin”⁷ y su posterior amasado.

Empero, en los últimos años se están utilizando nuevas sustancias adhesivas tales como el polibuteno líquido.

En el caso de embalado de pallets con film stretch, los materiales utilizados hasta el presente poseen un coeficiente de elongación de 100 a 130%. Pero, recientemente se han desarrollado nuevos materiales pre-estirados, permitiendo sub-dividir el proceso en dos fases: el pre-estiramiento y la aplicación para el embalado. Con esto, el film posee un coeficiente de elongación de 250 a 300%, permitiendo disminuir el consumo de film en el proceso.

Tabla 7.2.6-1 Método de utilización del film “stretch”

Método utilización	Descripción	Material	Estructura
Stretching de pallets	Evita desmoronamiento Embalaje p/transporte	EVA L-LDPE	Multicapa
Film “wrap”	Uso en el hogar Uso industrial	PVDC, PVC Polioléfina	Capa simple

⁷ NdT: Rosin= Resina de pino o pez, cristalizado. Se lo utiliza también para los arcos de instrumentos de cuerda.

7.2.7 Poli estireno expandido

El poli estireno expandido posee funciones y propiedades diversas tales como: soporte amortiguante, aptitud para envases individuales y para embalaje externo.

Algunos ejemplos son:

- (1) Envases y bandejas de comestibles producidos por extrusion continua y conformadas al vacío.
- (2) Envases, potes, material amortiguante, cajas (para pescados), bandejas producidas por expansion de un material a partir de material granulado.

De todos modos, el material no es totalmente el ideal, ya que es una resina de estireno con cierta fragilidad, pero gracias a su expansión el material es liviano y de un costo relativamente bajo, por lo que es ampliamente utilizado como material de embalaje de productos electrodomésticos.

En el caso de las heladeras producidas en Latinoamérica, se utiliza un promedio de 1 kg de material por unidad de heladeras, tanto como material amortiguante y como elemento de protección externa. Esto es debido a que se aprovechan las ventajas de: poder asegurar la protección para un transporte de largas distancias y su bajo peso, y la no aparición de Creep por compresión. Es decir, este material permite un diseño que cubra los dos aspectos: a) disponer de una superficie de carga de modo que para el almacenamiento puedan colocarse 3 unidades en vertical, y 4 unidades apiladas en horizontal para el transporte (superficie suficiente para no crear Creep por compresión), b) poder realizar un diseño amortiguante que resista los requerimientos de impacto del producto.

Las propiedades de los materiales para el diseño de un embalaje pueden obtenerse fácilmente de los fabricantes de la materia prima del PE expandido, por medio de Internet, de modo que solo se requiere de una buena selección de acuerdo a las necesidades del diseño.

Tabla 7.2.7-1 Cantidad EPS utilizados para heladeras en Sudamerica (ejemplo)

Componen.	Brasil ⇒ 872gr				Argentina ⇒ 782gr			
	Fondo	Techo	Col*B	Col *F	Fondo	Techo	Col*B	Col *F
Nr. Piezas	1	1	2	2	1	1	2	2
Masa gr	366	242	108	156	255	231	181	115
Long mm	692	691	1425	1425	622	622	1525	1505
Anchomm	642	642	140	160	620	620	205	150
Espesor mm	105	127	70	80	120	120	85	65

Fuente: Grupo de Estudio JICA

7.3 Diseño de embalaje que cumple la Guía de Referencia

La Guía de Referencia para Ensayos de evaluación de embalajes está descrito en el Capitulo 6 del presente. Seguidamente se explicarán los procedimientos para el control del diseño para poder cumplimentar los requerimientos de esta Guía.

- (1) Se prepara el chequeo general del diseño del envase-embalaje considerando los pasos del desarrollo de la ingeniería del producto. En la Tabla 7.3-1 se muestra un ejemplo practico de la determinación de los valores de referencia, teniendo en cuenta los errores (admisibles) de fabricación del producto.

Tabla 7.3-1 Referencias p/evaluacion del diseño y etapas de ingenieria de producto (referencia)

Etapa de validacion	Criterio General		
	G.Ref. Ens. Vibraciones	G.Ref. Ens. Compresion	G.Ref. Ens. Caldas
Pruebas de prototipo	100%	105%	105%
Pruebas de produccion en masa de prueba	100%	100%	100%
Pruebas de produccion	90%	90%	90%

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Esta tabla muestra valores de referencia solamente, con el objeto de mostrar criterios de trabajo. Para los productos en particular, se pueden determinar en cada caso, según necesidades.

- (2) Las guías de referencia para envases-embalajes se aplican, sobre la base de un control del proceso de distribución de la mercadería. En otras palabras, las firmas donde no se observa dicho control, no habrá un factor de confiabilidad. Para poder validar el control del diseño de embalaje para un producto y su correspondiente envase-embalaje, es estrictamente necesario disponer de un sistema estricto de control. Dependiendo del tipo de problemas que se pueden encontrar, es un tema para ser tratado a nivel inter-empresarial.

Seguidamente se indica el procedimiento para cubrir los requerimientos de calidad de diseño, en base a la Guía de Referencia, de acuerdo al tipo de producto. La vista exterior del embalaje mejorado de prueba se indica en la Fig. 7.3-1.

Tabla 7.3-2 Procedimiento de diseño de embalaje, según producto

	Brasil	Argentina
STEP 1 Caracterist. Producto		
Dimens. Exterior (mm)	615×610×1470	615×610×1470
Masa producto (kg)	49.5	55
Volumen producto (m ³)	0.55	0.62
Fragilidad prod. (G)	30	25~30
Resis.Compresion (kg)	300	224
STEP 2 Condic.Distribucion		
Transporte	Sermirremolque 3000km Vertical x 1 + horizont. 2	Semi-remolque1500km * Vertical x 1 + horizont. 1
Almacenamiento	4 meses	4 meses
Manipuleo	Montac.Pza Lat + Manual	Montac.Pza Lat + Manual
STEP 3 Eval.Calidad Embalaje		
Ens. Vibraciones (referencia)	ASTM: Transp. x Camion 3 a 200Hz 0,52Grms 6hr	ASTM: Transp. x Camion Ensayos bajo condiciones: [1] 3 - 150Hz, 0,2Grms, 5min [2] Bs As-Mendoza 0,3108 Grms, 3hr
Val.Referencia (estimado)	Nivel Recorr. 3000km	Nivel Recorr. 1500km*
Ensayo Compresion	Carga x 4 unid. Apiladas	Carga x 4 unid. Apiladas
Ensayo de Caida	20cm	20cm
STEP 4 Estudio Carac.Materials		
E P S	Est. Proveedor/fabricante Carac.amortig / Carac. Creep	Est. Proveedor/fabricante Carac.amortig / Carac. Creep
STEP 5 Re-diseño		
Opcion: C. corrugado	Ideas proveedor corrugado	No se aplica
Opcion: E P S	Usar dens 30kg/m ³ p/prueba	Revision mod. actual
Embalaje acces.internos	No se aplica	Prep.especif. embalaje Accesorios de 3ros.

*: 300km (Bs.As./Rosario) + 1200km (Bs.As./Mendoza)

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Propuesta diseño embalaje c/mat. local de Brasil



Prop. diseño c/mat. local Brasil: introduccion de EPS en fondo



Prop. mejora embalaje Argentina: embalaje accesorios (izq)



Mejora dimensiones EPS (der)



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3-1 Embalajes re-diseñados de prueba (Brasil y Argentina)

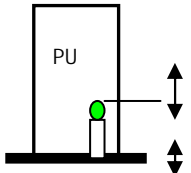
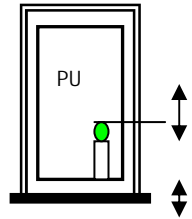
7.3.1 Evaluación de la resistencia de las cargas embaladas

(1) Plan de trabajos p/mejoramiento de embalajes de Heladeras

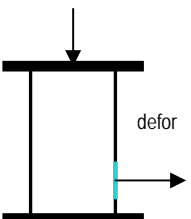
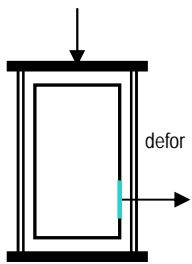
Pruebas de Evaluación de la calidad del diseño de embalaje

Detalle grafico para la evaluación de la calidad del diseño de embalajes desarrollado en Brasil.

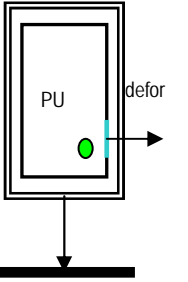
Ensayos de Vibraciones

Producto	Prod+Embalaje	Muestra	Equip necesario
 <p>Vibrac. Random (Vert./Horizontal) - Sensor de resp. De vibraciones</p>	 <p>Vibrac. Random (Vert./Horizontal) - Sensor de resp. Vib.</p>	<p>1 unidad embalada (se utiliza para otros ensayos tambien)</p>	<p>Equipo de vibrac. PU</p>

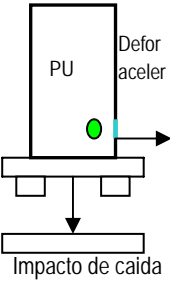
Ensayo de Compresion

Producto	Prod+Embalaje	Muestra	Equip necesario
 <p>Carga estatica (Vertic./Horiz.) ⊙carga—deformac. ⊙carga—distorsion ⊙zona defor.plastica</p>	 <p>Carga estatica (Vertic./Horiz.) ⊙carga—deformac. ⊙carga—distorsion ⊙zona defor.plastica</p>	<p>Unid.embalada : 1 Esqueleto: 2</p>	<p>Equipo de compres. calibre Calibre de dial</p>

Ensayo de Caída

Producto	Prod+Embalaje	Muestra	Equip necesario
(no hay)	 <p>Caída libre : fondo.arista ⊙aceleracion ⊙deformacion ⊙daños</p>	Unidad embalada:2	Equipo ensayo de caída

Ensayo de Impacto

Producto	Prod+Embalaje	Muestra	Equip necesario
 <p>Impacto de caída ⊙aceleracion ⊙deformacion ⊙daños</p>	Prod+Embalaje (verificar según necesidades)	Productos: 2	Equipo ensayo vibr. PU calibre Calibre de dial

La cantidad de muestras a ensayar que se indican son los mínimos requeridos

→ producto 2, unidad embaladas 5, esqueletos 2. Si hay posibilidades, sería conveniente disponer de una unidad embalada adicional

(1) Estudio de embalaje de heladeras de la empresa B.

1) Dimensiones externas del producto Target

	Producto	Embalaje
Ancho mm	615	692
Prof mm	610	642
Altura mm	1,470	1,562
vol m ³	0.55	0.69
masa kg	49.5	50.5
dens kg/m ³	89.8	72.8

Fuente: Grupo de Estudio JICA



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.1-1 Aspecto externo del producto

2) EPS

Plano Nro	Bottom	Top	Pillar*B	Pillar*F
Cant	1	1	2	2
Masa g	366	242	108	156
Lado largo mm	692	692	1,425	1,425
Lado corto mm	642	642	140	160
Espesor mm	105	124	70	80

Fuente: Grupo de Estudio JICA

3) Film contraible

Espesor μ

Superficie del desarrollo del film

cantidad utilizada m^2

4) Cintas adhesivas

Para la fijacion de los componentes internos de la heladera se utiliza cinta adhesiva de PE.

5) Observaciones para el diseño del embalaje

1. Densidad del EPS

Dimensiones 50 x 50 x 50 mm

Masa : 2,637 gr

Densidad: 21 Kg/m³

2. Propiedades amortiguantes

Se hicieron mediciones de la superficie de apoyo del EPS y de los espesores

Sup. De Apoyo: 1129cm²

Espesor promedio : 6,3cm

Se calculo la propiedad amortiguante del material y se determino la Fig 7.3.1-3.

Altura de caída: 8cm, con una aceleración generada de 30G y deformación del EPS de aproximadamente 6%.

3. Limite de Creep del EPS

En el diagrama de características del material, si se toman como referencia una densidad de 23,5 kg/m³ y un limite de carga de Creep de 50Kp (0,5097kg/cm²), es posible reducir el volumen utilizado de EPS. Con respecto al incremento de las aceleraciones generadas, estos se pueden compensar modificando la geometría, realizando los ajustes correspondientes mediante las pruebas de caída.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.1-2 Fijacion de componentes

4. Puntos para el mejoramiento del embalaje

Re-ingeniería del EPS

Se considera la falla de la calidad en base a la Fig 7.3.1-3

Hacer verificaciones modificando la densidad de EPS a 32,5 kg/m³

Se estima que se generan valores altos de Gmax según producto, y se pueden esperar puntos de mejora a partir de:

→Revisión de Ensayo de caída a partir de datos de transporte

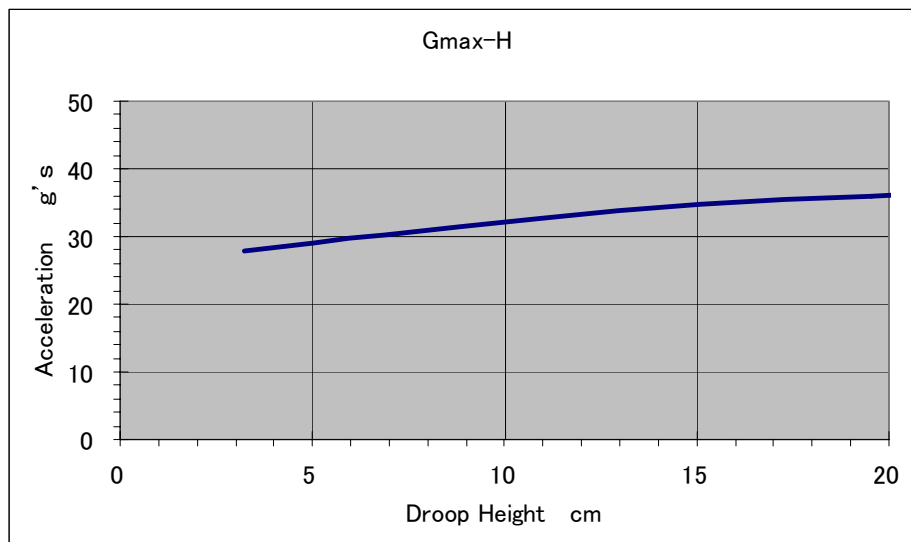
→Resultados de Ensayos de evaluación de fragilidad

Incorporación de bandejas de EPS + CPB

Estudiar alternativas como problemática futura.

Estudio de fijación de los componentes internos de la heladera

Reemplazar por cintas de baja elasticidad, y analizar el método de pegado de la cinta



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.1-3 Efecto amortiguante – Valor Calculado

**(2) Valores medidos de superficie de apoyo y espesores del EPS
Holder de la cara inferior**

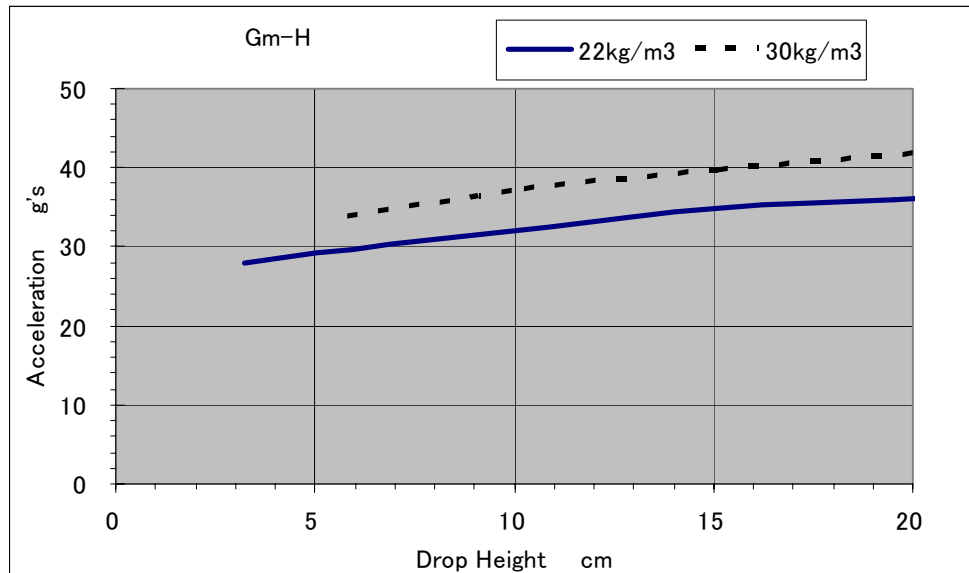
	espesor cm	dimension cm	dimension cm	cant	sup cm ²	vol parcial cm ³
MAX	6.5	10	7	2	140	910
	6.5	7	20	1	140	910
	6.4	41.2	4	2	330	2109
	6.3	10.2	9	2	184	1157
	6.3	15.5	7	2	217	1367
MIN	5.1	9	3	4	108	551
	5.1	1.5	7.5	1	11	57
PROM=	6.3				1,129	7061

Holder de la cara superior

	espesor cm	dimension cm	dimension cm	cant	sup cm ²	vol parcial cm ³
PROM=	3.3	18.8	5	1	94	310
	3.3				111	368
	3.3				553	1825
	3.3				758	2502

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Referencia: en la Fig. 7.3.1-4 se muestra el valor calculado de amortiguacion a partir de la Fig. 7.3.1-3, aplicando una densidad de 30 kg/m³



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.1-4 Valor de amortiguacion para densidad = 30 kg/m³

Los ensayos de resistencia se realizan en base a las condiciones del punto (1) descrito arriba y calculando en base a la tabla de criterios, y que son de acuerdo a las características del producto.

En los casos en donde se dispone de información sobre el producto y el recorrido de las rutas de transporte, pueden tomarse como referencia los datos del Estudio del Ambiente de Transporte del presente Estudio.

Seguidamente se detalla a modo de ejemplo, el caso de las heladeras.

Las tareas de mejoramiento de embalajes de heladeras pudieron desarrollarse gracias a datos confiables relativos a la red comercial. En base a estos se determinaron los pasos para la evaluación de la resistencia del producto embalado.

Para la determinación de los valores de referencia para el ensayo de vibraciones Random se tomaron los pasos indicados en el Capítulo 6, ítem 6.1 (4).

Aquí se indican los ensayos de PSD que siguen las oscilaciones de la ruta de distribución real, en base a los valores de evaluación PSD para cada tipo de ruta que se obtienen de los datos registrados.

En base a este método, se pudieron calcular los ensayos PSD para 4 rutas de Brasil, 1 ruta en Argentina. Aquí surge la diferencia de valores de referencia entre el obtenido por datos de rutas reales y el definido por el método convencional de la norma ASTM. Los puntos principales se detallan a continuación.

(1) Método de integración de los datos PSD de las 4 rutas de transporte.

Dado que las 4 rutas a analizar diferían completamente entre sí, ya sea por las distancias como por la duración del transporte, se decidió primero reordenar los datos PSD tomando las curvas representativas de cada una de las rutas.

- Se integraron los datos medidos por día y por cada ruta.
- Se integraron los datos de los 4 días. Se calculó el PSD representativo de cada ruta.
- Se calculó el PSD de ensayo, unificando en distancia: 500km, duración del ensayo: 1 hr.

(2) Diferencias con el método convencional

Tal como se observa en el PSD de 500km para las 4 rutas del Brasil, el PSD de ensayo en la zona por debajo de los 5Hz, en la curva ASTM se observa que la curva está ausente. En la banda de los 5 a 20Hz, la situación se revierte. En la zona por encima de 40Hz se observan valores altos que hacen suponer rutas en muy malas condiciones. A partir de esto, puede inferirse que con el método convencional, la evaluación en la zona por debajo de los 5 Hz y por encima de 40Hz no se podía realizar.

Además, con respecto a las heladeras en AR, se integraron datos de los tramos de Rosario-Bs Aires, y Bs Aires-Mendoza, totalizando 1300km, con los cuales se realizaron ensayos de 3 horas de duración.

7.3.2 Equipo de Ensayo de sellos y Secador a Vacío (Ensayo de hermeticidad y ensayo de pérdidas)

Dentro de las actividades del 2do año del presente Estudio, como parte de la provisión de equipos para ensayos en laboratorios, se adquirió un equipo de Ensayo de Hermeticidad, teniendo en cuenta la carencia de este tipo de equipamiento en los laboratorios de la contraparte de los 4 Países Parte. Además, en la primera parte del 3er año del Estudio, se adquirió un equipo Secador a Vacío¹. Abajo se brindan los detalles para cada uno de estos equipos.

(1) Equipo de Ensayo de Hermeticidad

Se lo denomina también Seal Tester. Primero se adosa un botón sellador de goma en la



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.2-1 Equipo de Ensayo Sellado

superficie de prueba, o bien en la parte central del envase hermético a ensayar. Luego se coloca una aguja en el centro del botón sellador <a modo de inyección>.

La aguja va conectada al equipo por medio de un tubo, y se debe verificar que no existan pérdidas de aire. Se pone en marcha el compresor del equipo y se aumenta la presión hasta 100mm de columna de mercurio por un tiempo de 10 segundos, verificándose si se

producen pérdidas.

En las pruebas de sellado realizadas en potes de yoghurt, no se observaron pérdidas. Por otro lado, aplicando una presión por encima de 100mm Hg con el mismo equipo, el mismo puede utilizarse para pruebas de reventamiento.

En el caso de potes de yoghurt, la resistencia al reventamiento observada fue de 0,4 a 0,6 kg/cm².

Este equipo también puede ser utilizado para los envases de leche, de cartón. Por otro lado, en el caso de los sachets de leche, no se observan pérdidas con presiones de hasta 100mmHg, y con presiones mayores el envase se expande en volumen, por lo cual no es posible determinar con precisión la aparición de pérdidas.

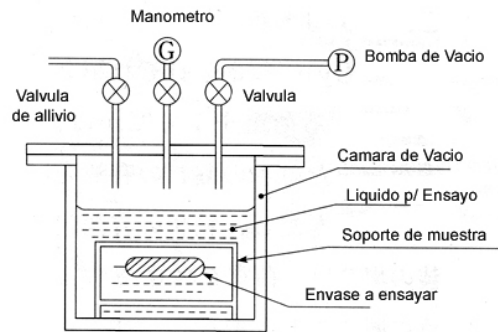
¹ NdT: Equipo Secador de Vacío, en realidad para ser utilizado para pruebas de hermeticidad de envases.

(2) Equipo Secador a Vacío



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.2-2 Equipo Secador a Vacío



Fuente: Norma JIS Z 0238

Fig. 7.3.2-3 Prueba de hermeticidad

Este ensayo se denomina “Ensayo de Perdidas”, en el cual se aprovecha un equipo secador al vacío (o cámara de vacío). Dentro del equipo secador se coloca agua y se aplica vacío con lo cual se observan perdidas a través de la presencia de burbujas del envase. Se enciende la bomba de vacío y se va aumentando el nivel de vacío gradualmente en un tiempo de 30 segundos a 1 minuto. El nivel de vacío de ensayo debe mantenerse durante 30 segundos como mínimo.

Este método es adecuado para ser aplicado en muestras con contenido de aire relativamente alta. Además, pueden hacerse ensayos con varias muestras en forma simultánea. El nivel de vacío se estudia teniendo en cuenta el tipo de muestra y su determinación se hace por mutuo acuerdo de las partes. También puede aplicarse para la verificación de perdidas de muestras que han pasado ensayos de caída o de compresión.

7.3.3 Evaluación de Ensayos de resistencia en PARAGUAY

Abajo se brindan los detalles del estudio para envases de leche en sachets y envases de yogurt.

7.3.3.1 Envases de leche en sachets

(1) Tipos de envases sachet para leche

Se utilizan envases para leche, los sachets de polietileno, los cuales no se aplican en Japon. (Fig 7.3.3-1 y Fig 7.3.3-2) Este tipo de envases se comercializan no solo en Paraguay sino también en Uruguay y Argentina. También circula comercialmente en China, de acuerdo a información de una empresa productora de resinas.

Desde el punto de vista de las especificaciones, existen dos tipos: los de 1 capa de polietileno y los de 3 capas de PE (LDPE blanca /LDPE negra /LDPE translúcida) para disponer

de propiedad barrera contra la luz. Además, en Uruguay y Argentina existe un tercer tipo con 5 capas en el que se utiliza una capa de EVOH <copolimero alcohol vinil-etileno> para tener una barrera a los gases, el cual compite con el envase tipo Tetra para leche de larga vida (envase de cartón con foil de aluminio)



Fuente: Grupo de Estudio JICA

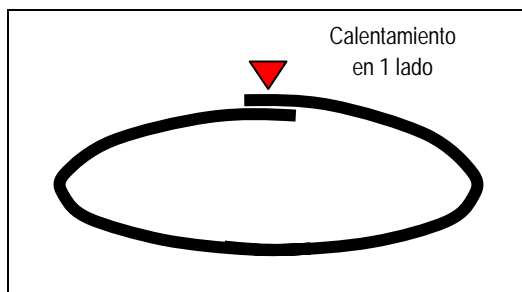
Fig. 7.3.3-1 Envase sachet de leche



Fuente: Grupo de Estudio JICA

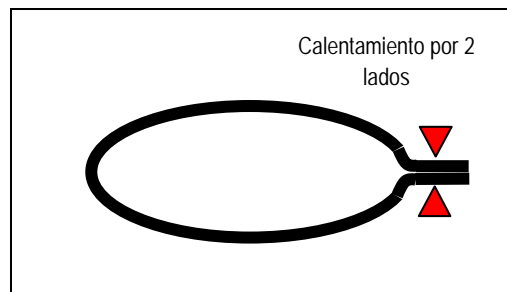
Fig. 7.3.3-2 Sachets en el comercio

Los tipos de sellado en los sachets se presentan en dos tipos: a) sellado por solape², b) sellado lateral³ por juntura de bordes. La gran mayoría de los productos en mercado utilizan el tipo por solape y una sola firma utiliza el sellado por juntura.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.3-3 sellado por solape



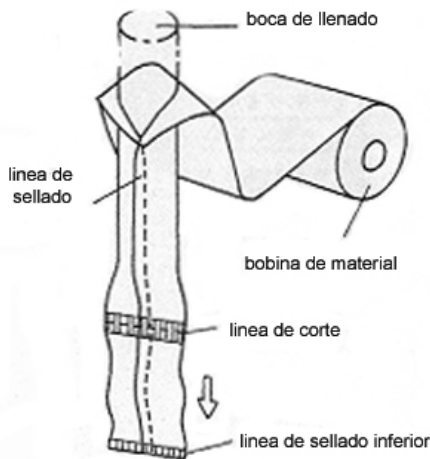
Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.3-4 sellado por juntura

Los sachets se producen a través de un proceso generando envases alargados verticalmente (en Ingles: *pillow type*) el cual se cierra una vez llenado con el producto. Los sellados mencionados más arriba se realizan por dos procesos: calentamiento de un solo lado para el primer caso (Fig 7.3.3-3 y Fig 7.3.3-5) y calentamiento por ambas caras para el segundo. (Fig 7.3.3-4 y Fig 7.3.3-6)

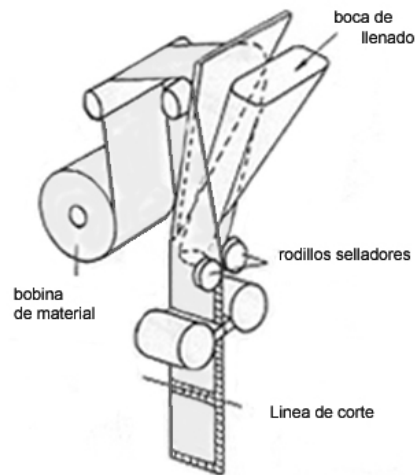
² NdT: En ingles se denomina “pillow type”, en japones “tipo sobre”;

³ NdT: En ingles se denomina “three side type”, en japones “manos en plegaria”



Fuente: Packaging Technology Handbook

Fig. 7.3.3-5 sachet tipo pillow, solape



Fuente: Packaging Technology Handbook

Fig. 7.3.3-6 sachet tipo 3 lados, juntura

El sellado en el borde superior e inferior del sachet se hace por fusión del material. El método aplicado es por calentamiento y corte simultaneo por calor, mediante una cuerda de piano calefaccionada. En consecuencia, el ancho de la banda de sellado es muy pequeño por lo que la estabilidad del sellado es baja.

Los sachet comunes poseen un ancho de sellado de 5mm por lo que en este caso la estabilidad del sello es alto.

Dado que la mayoría de los productos que usan sachet con sellado por solape son los envases de leche, en muchos casos se observan perdidas tanto en el cuerpo principal, en los sellados superior o inferior. En consecuencia, es común ver que los compradores coloquen los sachets en otras bolsas de plástico PE para llevar a sus domicilios al realizar las compras.

(2) Calentamiento de una cara para sellado por solape

Es común la aplicación del calentamiento de una cara para el sellado de bolsas multicapa. Este método brinda especialmente una gran estabilidad en el sellado. El sellado por calentamiento por una cara se denomina “sellado por solape”.

El elemento frio o de baja temperatura, o sea la “barra pasiva” para el sellado, va aumentando la temperatura a través del calor transmitido por la parte calefaccionada. Dado que la adherencia se obtiene por fusion del material del envase, no calefaccionada, los parámetros para el control son la cantidad de calor de la parte fria y la temperatura inicial de la barra calefaccionada.

Por ejemplo, si la maquina se detuviera por un momento, para alcanzar el regimen de fusion de las superficies de contacto, se necesitan mas de 10 operaciones.

Para el control del sellado por calentamiento, siempre se han considerado los parámetros de “temperatura”, ”presion”, ”duracion”. De este modo, cuando el sellado tenia fallas, lo que se hace es elevar la temperatura. Pero, si ésta es demasiado elevada, el material a unir sufre cambios por la temperatura con lo cual disminuye la resistencia nominal del sellado.

Para el caso de sellado con calentamiento por ambas caras, el tiempo del sellado es de 1 a 2 segundos, la temperatura por encima de 130C para LDPE y 150C para L-LDPE, con lo cual se obtienen las resistencias nominales. Las presiones adecuadas para sellado son del orden de 1 a 2 kg/cm².

Si se aumenta la temperatura y la presión de sellado, el material a sellar fluye por los bordes del sellado y se forman “bolitas” paralelos al sello los cuales son origen de rasgados o pin holes, no obstante los valores altos de resistencia.

(3) Ensayos de caída de sachets de leche

Se realizaron una serie de ensayos de caída con los envases de leche en sachet. La altura de caída para los ensayos es de 30 cm para el caso de masas de 1 kg, según la norma JIS Z0238. Al realizar los ensayos bajo esta condición, se ha observado que todas las muestras pasaban sin problemas, por lo cual se decidió hacer las pruebas con una altura de 1,0 m sobre una superficie de hormigón, con el objeto de poder observar las perdidas en los sellos y estudiar los factores que lo producen.

La secuencia de las pruebas fueron los siguientes: Si en la primera caída no se observan perdidas se hace una segunda caída. Si aun en la 2da prueba no se observan perdidas, se pasa a una tercera pero con una altura de 1,4m.

Para cada tipo de muestra se ensayaron 5 envases. Los resultados de los ensayos se indican en la Tabla 7.3.3-1.

Tabla 7.3.3-1 Ensayos de caída de envases de leche en sachets

La cara con el sellado impacta sobre la superficie de caída n=5

Estruc. Film	Metodo sellado	Fab	Altura de caída 1,0 m		Altura de caída 1,4 m		Pos. Perdida y origen			
			1ra	2da	1ra	2da	Cuerpo		Sup.	Inf.
							Falta T	Exc. T	Exc T	Exc T
3capa	Juntura	A	0	0	0	0	0	0	0	0
1capa	Solape	A	0	1	0	1	1	0	0	1
1capa	Solape	B	1	1	0	1	2	0	1	0
1capa	Solape	B	-	-	1	4	3	2	0	0
1capa	Solape	C	0	2	1	0	0	2	1	0
1capa	Solape	D	0	0	1	1	0	0	1	1
1capa	Solape	E	2	1	1	1	1	2	2	0
1capa	Solape	F	1	0	0	1	0	1	0	1

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Tal como puede observarse de la tabla de arriba,

La empresa A utiliza envases de: a) 3 capas y con sellado por juntura b) 1 capa con sellado por solape. En el primer caso no se observaron pérdidas en las 5 muestras ensayadas, aun con dos caídas de 1,4m. Sin embargo, para el envase de 1 capa y con solape de la misma firma, se observaron 2 casos de pérdida.

Además, los envases de 1 capa y con solape de las empresas restantes presentaron pérdidas para alturas de 1,0 a 1,4m, con variaciones entre una y otra firma. Con respecto a defectos en el cuerpo del envase se observaron casos debidos a falta y también por exceso de temperatura en el sellado. Las pérdidas se originaron por el adelgazamiento del sellado, por un leve exceso de temperatura tanto en el sellado superior como en el inferior.

(4) Ensayos de compresión y de resistencia de sellado en sachets de leche

Los ensayos de compresión de sachets de leche se realizaron según dos métodos. La carga de compresión para muestras de 1 kg es de 60 kg, según la norma JIS Z023. El método de aplicación de la carga es mediante pesas. Se colocan pesas de 20 kg cada uno sobre la placa de compresión y se mantiene durante 1 minuto. De no observarse pérdidas se van agregando otras pesas adicionales. En cuanto a la posición de la muestra de sachet, éste se colocó de modo tal que la línea de sello se ubique hacia uno de los lados. O sea, para el caso del sellado por juntura, el sachet queda en posición horizontal, de plano. En el caso del sellado por solape, el sachet va con el canto hacia abajo. Obviando los detalles de los resultados, para el caso del sellado por solape la resistencia observada fue de 60 kgf y en el caso por juntura por encima de los 100kgf.

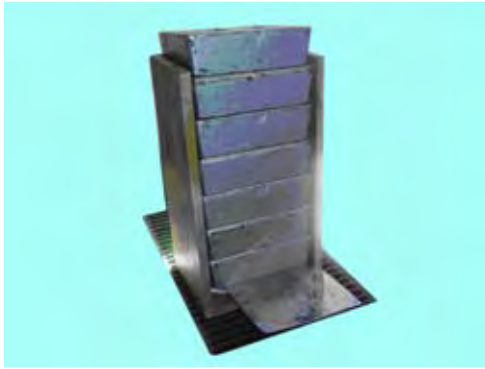
Si se coloca “de canto” el sachet con solape, la superficie de contacto con la placa de compresión va en aumento, disminuye la presión dentro del sachet y la resistencia total a la compresión se incrementa. Además, aquellas muestras que presentaron pérdidas en el ensayo de caída, también mostraron resistencias a la compresión bajas.

En los ensayos de resistencia a los pin holes, se aplicaron 3 tipos de ensayos.

La resistencia del sellado a pin holes en sellos superior e inferior dieron como resultado valores por encima de 1,5 kgf (probeta=15mm). Sin embargo, para el caso del cuerpo principal los valores fueron menores que lo mencionado por lo que implican la presencia de un problema.

Con respecto a la relación entre las pérdidas y la resistencia a los pin holes, los ensayos de caída y de compresión, no se observaron diferencias claras. De ahora en mas, se deberá profundizar el estudio mediante la recopilación de mas cantidad de datos.

A partir de los valores de elongación de los films de cada fabricante, se ha podido observar la caracterización de los materiales de film de PE para cada caso.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.3-7 Equipo de ensayo de compresión



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.3-8 Equipo de ensayo de resistencia de sellado

(5) Ensayo de resistencia de sellado del film mejorado p/ sello húmedo (Fig.7.3.3-8)

El polietileno de baja densidad (LDPE) presenta moléculas con ramificaciones dispuestas aleatoriamente, y desde tiempo atrás se lo utiliza como film para sellado.

El polietileno lineal de baja densidad (L-LDPE) posee cadenas lineales al igual que el LDPE, tal como se indica mas arriba en 7.2.1.3, solo que sus cadenas son cortas y de tipo lineal. Comparativamente con el LDPE, el material lineal posee excelentes propiedades de resistencia al sellado, sellabilidad con impurezas y buenas aptitudes para el Hot Tack.

Por ejemplo, se puede describir el caso de envases para leche liquida. Este producto posee una tensión superficial de 50 a 60 dyn/cm para una temperatura de 20°C, siendo mas baja que la del agua que es de 72,75 dyn/cm, teniendo una leve tendencia a la formación de interfaces.

Ademas, su viscosidad de 1,5 a 2,0 cP es relativamente mas alta que la del agua, 1,0 cP (0,01 g/cm·seg), debido al contenido de materia grasa, moléculas en estado coloidal y proteínas, todos solubles en agua. Es decir, esta sustancia que posee viscosidad y un grado de actividad para la formación de interfase, físicamente tiende a formar espuma. En consecuencia, en el momento del llenado del envase el liquido tiende a adherirse en las superficies a sellar provocando una merma en la sellabilidad.

Como resultado de todo esto, se decidió modificar el diseño mediante la utilización de un material con un contenido mayor de L-LDPE, con el objeto de mejorar la estabilidad del sellado, ya que la superficie de sello forzosamente queda impregnado con leche en el momento del llenado.

En cuanto a los costos, el material de L-LDPE es de 1 a 2% mas económico que el LDPE.

El punto de fusión del material varía de acuerdo a la densidad, siendo de aproximadamente 100°C para un LDPE de densidad 0,92, mientras que para el L-LDPE ese valor aumenta en unos 10 a 15°C. De igual manera, las temperaturas de sellado en cada caso son: 130°C para el LDPE y más de 150°C para el L-LDPE.

Con respecto a los equipos de fabricación del film de L-LDPE, existen dificultades en cuanto a su aplicación para el caso de modelos con cierta antigüedad, ya que la temperatura de fusión de este material es algo mayor que el LDPE. Por otro lado, con respecto a los equipos de envasado utilizando el L-LDPE, se presentan dificultades en aquellos casos en donde la barra de sellado no posee la capacidad térmica requerida.

El material mejorado que se utilizó para el estudio fue uno cuyo contenido de L-LDPE fue aumentado en un 15%. Este film mostró una mayor elongación que el material convencional en el ensayo de tracción, por lo que se pudo apreciar el efecto del cambio de la composición con el incremento de L-LDPE. Luego se realizó el ensayo de sellado con el impregnado de leche en la superficie de sellado. Se cortaron muestras en forma de bandas angostas ubicando el sellado (de ambas caras) en la parte media con un ancho de 20mm. El método del ensayo consistió en sellar 5 muestras por cada temperatura, con saltos de 1°C y se verificó la expoliación de las muestras en forma manual.

Se registraron las temperaturas a las cuales el material no presentaba exfoliación pero en cambio si se observaban roturas de material, en la totalidad de las 5 muestras, tal como se observa en la siguiente tabla.

Tabla 7.3.3-2 Ensayo de sellado en caliente para film mejorado en condicion humeda de leche (2kg/cm², 2 segundos)

Tipo film	Impregnado c/leche		Observaciones
	Sin	Con	
Film convencional	180°C	183°C	Se producen vapor y espuma A mayor temp, el film tiende a contraerse
Film mejorado	203°C	208 a 217°C	Aun impregnado, no se observan problemas de espuma. Puede trabajarse en un rango amplio de temperaturas

Material mejorado del film: se incremento un 15% en el contenido de L-LDPE

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Tal como puede apreciarse en la tabla anterior, el material mejorado no presentó problemas de espuma por el vapor generado ni de contracción del material aun impregnado de leche. Por otra parte, se verificó que el rango de aplicación cubre una gama extensa de temperaturas. En la 5ta etapa del presente Estudio se espera poder fabricar este material en la línea de producción y evaluar su performance.

7.3.3.2 Envases para yoghurt

(1) Ensayos de resistencia (numero de muestras n=5)

Se realizaron ensayos de resistencia de potes de yoghurt de 140g, y el resumen de lo realizado es como sigue.

1. Ensayos de sellado del envase: Se sometieron los potes a una presión de 100 mmHg mediante el equipo de ensayo de sellado, durante un tiempo de 10 segundos pero no se observaron pérdidas.
2. Ensayos de reventamiento: Se hicieron estos ensayos mediante el equipo de ensayo de sellado. Se observaron fallas a una presión de 0,4 a 0,5 kg/cm².
3. Ensayos de compresión: Los ensayos se realizaron con un método similar al aplicado a los sachet de leche. La carga es de 40 kg para muestras de 100 a 400 g, según la norma JIS Z 0238. Este producto pasó las pruebas para cargas de 30 kgf pero no alcanza a resistir los 40 kgf.
4. Ensayos de caída: La distancia de caída es de 50 cm para muestras de 100 a 400 g. Se observaron pérdidas entre 50 a 70 cm.

(2) Evaluacion sensorial de apertura de envases

Las muestras utilizadas en la evaluación se muestran en las Fig. 7.3.3-9 y 7.3.3-10.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

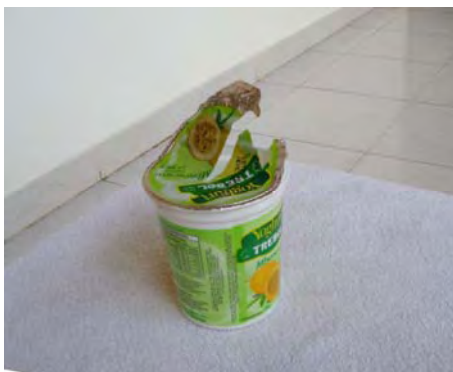
Fig. 7.3.3-9 Pote de yoghurt con tapa de aluminio



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.3-10 Pote de yoghurt con tapa de Al laminado

La muestra de la Fig. 7.3.3-9 consta de un pote tipo cilíndrico con una tapa de foil de aluminio. La muestra de la derecha (Fig. 7.3.3-10) posee tapa cuadrangular y es de tipo “in line”, y viene provisto de una tapa de PET/ Aluminio. Con estas muestras se realizaron evaluaciones sensoriales con 25 personas del staff de INTN. Todos los evaluadores, por empezar procedieron a agitar los potes y luego abrieron el envase, bebiendo el producto directamente del pote. El resultado de esto se observa como sigue.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.3-11 Rasgado de tapa de Al



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.3-12 Curling de tapa de PET/Al

La mitad de los evaluadores expresaron, con respecto al producto del ensayo, que la apertura es difícil y que se requiere de mejoras. Con respecto al problema de rasgado de la tapa, 3 evaluadores indicaron fallas y si se incluyen experiencias anteriores de haber observado el mismo problema, el porcentaje alcanza casi un 40% de los evaluadores.

Con respecto al 2do producto, un 90% de los evaluadores expresaron que el envase es de fácil apertura y que el producto no presenta problemas. Sin embargo, un 10% expresaron que no obstante la fácil apertura, esto por el contrario da una sensación de inseguridad. Por otro lado, dado que el envase tiene una forma cuadrangular, es algo incomodo para beber y además

que la tapa de aluminio se curva¹ (curling) tocando la nariz de uno. Casi un 40% de los evaluadores hizo esta apreciación englobando ambos comentarios.

Otro aspecto que está cobrando relevancia es el rasgado de las tapas y la posibilidad que los niños accidentalmente ingieran trozos de ella. De allí la importancia de mejorar el problema del rasgado. Pueden considerarse métodos para bajar el nivel de sellabilidad de la tapa, mejorando la apertura y disminuyendo la rasgabilidad, pero tratar de mejorar ambos aspectos es algo muy dificultoso. Se puede resolver el problema del rasgado mediante el uso de films de aluminio laminado pero existen dificultades de aplicación en las máquinas de línea de producción actuales debido al curvado (curling) del material. Básicamente, para eliminar el problema del rasgado, es deseable recurrir al uso de laminas multicapa de aluminio con plástico.

7.3.4 Evaluación de resistencia de envases en URUGUAY

7.3.4.1 Envases de leche en sachets

Las condiciones observadas aquí son similares a los del Paraguay de modo que a continuación se indican los puntos específicos que difieren de aquel país. El material utilizado en su mayoría es de polietileno de 3 capas (LDPE blanco /LDPE negro /LDPE translucido) para lograr la barrera a la luz. El método de sellado con el mismo material en su mayoría es del tipo “por junta” y en una mínima medida “por solape”. Sin embargo, en los ensayos se utilizaron numerosas muestras del tipo “por solape”.

(1) Ensayos de caída de sachets de leche

Como método de ensayos de caída, se realizó manualmente al igual que en Paraguay. Desde el punto de vista de las fallas (perdidas) se observaron parcialmente casos de pin holes (Fig. 7.3.4-1) y en otros casos la total rotura de uno de los sellos (superior o inferior) produciendo un “chorro” de leche en el impacto. (Fig. 7.3.4-2). Como caso excepcional se observaron casos en los que fallaron ambos sellos simultáneamente (superior e inferior).

¹ NdT: Curvado o curling: Tendencia a enrullarse el material, observado especialmente en el aluminio laminado.



Fuente: Grupo de Estudio JICA
Fig. 7.3.4-1 Perdida parcial en sello inferior



Fuente: Grupo de Estudio JICA
Fig. 7.3.4-2 “Chorro” de leche en sello inferior

A partir de los resultados de los ensayos de caída se sacaron las siguientes conclusiones (ver Tabla 7.3.4-1)

Tabla 7.3.4-1 Ensayos de caída de sachets de lacteos

La cara con el sellado impacta sobre la superficie de caída n=5

Empresa: tipo de producto	Metodo sellado	Posicion sellado en impacto	Altura de caída 1,0 m		Altura de caída 1,4 m		Pos. Perdida y origen	
			1ra	2da	1ra	2da	Exc.T cuerpo	Exc.T sello superior
A : ultra	juntura	Lado	1	2	1	1	5	
A : ultra	Juntura	Abajo	1	0	2	1	4	
B : ultra	Juntura	Lado	0	1	1	0	2	
B : ultra	Juntura	Abajo	1	1	0	0	2	
B : Fresh	Solape	Abajo	0	0	0	0		* 1)
B : L.bebible	Solape	Abajo	0	1	1	0		2 *2)
C : yoghurt	Solape	Abajo	4	0	0	0	3	1
D : yoghurt	Solape	Abajo	1	1	2	0	1	3

*1): De 10 muestras compradas, 1 presentaba perdidas

*2): Con pin holes

Fuente: Grupo de Estudio JICA

1. Las muestras con sellado por juntura de la firma A, tanto para caídas con el sello hacia el costado o hacia abajo, presentaron fallas con perdidas en 4 a 5 puntos. Los mismos se produjeron en el cuerpo del envase y el origen es el exceso de temperatura durante el

sellado. Contrario a esto, en el caso de Paraguay, los productos de la firma A con juntura no presentaron fallas en caídas. En consecuencia, en Uruguay, aun para los casos con sello por juntura, se observaron casos de fallas en aquellos casos en donde no se ha realizado un control ajustado en el proceso del sellado en caliente. Por ello, se ha sugerido implementar un control de calidad detallado.

2. Los productos de la firma B con sellado por juntura, presentaron fallas de pérdidas en el cuerpo ubicando el sello hacia el costado o hacia abajo durante la caída. En el caso de sellado por solape de la misma firma B, las fallas para sachets de leche fresca fueron cero y en el caso de sachets con yoghurt bebible fueron 2 fallas en el sello superior y 0 en el cuerpo.

Es decir, aun en los casos de sellado por juntura, se producen fallas en el cuerpo debidos a exceso de temperatura de sellado. Además, en los casos de sellado por solape no se observan perdidas en el cuerpo. Por ello, se infiere que con una mejora en el control de calidad, es posible reducir las fallas observadas en el cuerpo.

3. Los envases con sellado por solape de la firma C, en el ensayo de caída de 1m, sobre un total de 5 muestras 4 fallaron con perdidas en el cuerpo. Además, para la firma D, se observo 1 falla en el cuerpo. Se recomienda la implementación de mejoras en el control del sellado en caliente en el cuerpo y en los sellos superior e inferior (de corte).

(2) Ensayos de compresión en sachet de leche



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.4-3 Disposición para ensayos de compresión

Se realizaron los ensayos de compresión sobre sachets (ver Fig. 7.3.4-3) Se utilizaron pesas y para que éstos no se desmoronen se preparó un dispositivo de retención general. Los resultados se muestran en la Tabla 7.3.4-2. De su analisis surge lo siguiente:

1. La resistencia a la compresión de los envases de la firma A tipo juntura, colocados horizontalmente y “plano” resistieron por encima de los 100kg.
2. La resistencia de los envases de la firma B con sellado por solape resistieron por encima de los 60 a 100 kg.
3. Para los envases de la firma C, se hicieron pruebas comparativas entre la posición “plana” y “de costado”. Los primeros resistieron por encima de 40 kg. Dado que al

colocar los sachets “de canto”, la resistencia fue por debajo de 40kg, lo cual se explica por el aumento de la presión al ser menor la superficie que recibe la carga, comparativamente que la posición “plana”.

Tabla 7.3.4-2 Ensayos de compresion de sachets de leche (UY)

Firma y tipo de producto	Posicion en test	carga kg (1 min)				Punto de perdida Y origen
		40	60	80	100	
A Ultra x juntura	Plano	○	○	○	○	
		○	○	○	○	
		○	○	○	○	
B Fresh x solape	De canto	○	○	○	○	
		○	○	○	○	
		○	○	xx		Exc. Temp en cuerpo
C yoghurt X solape	Plano	○	○	○	x	Exc.Temp sello sup.
		○	x			Exc. Temp en cuerpo
		○	x			Exc.Temp sello infer.
	De canto	○	x			Exc.Temp sello sup.
		xx				Exc.Temp sello sup+inf
		xx				Exc.Temp sello infer.

○ : no presenta perdidas xx : perdida en < 5 seg, x : perdidas en < 1 minuto

Fuente: Grupo de Estudio JICA

(3) Ensayos de resistencia de sello y espesores de film del sachet

Los espesores del film de sachet de lácteos de empresas varias difieren entre si, según la empresa y el producto. Entre los de alto espesor se encuentran los de la firma A con leche ultra con 95,4 μ mientras que los finos son los de la firma B con leche fresca con espesores de 73,2 μ . Las desviaciones standard en los espesores son bajos y se observa que prácticamente los espesores son uniformes para cada empresa.

Con respecto a la resistencia al sellado en caliente, se realizaron ensayos de tracción. Las resistencias de sellado medidas fueron por encima de 2,2 kgf/15mm, aun con ciertas diferencias entre empresas y productos. Con resistencias a la tracción por encima de este valor, aparentemente no existe relación alguna entre la resistencia a la caída y resistencia a la compresión vs las fallas por perdidas. La razón es porque las fallas se producen por aparición de pin holes, no obstante se disponga de una alta resistencia de sello promedio.

Por otro lado, la resistencia de sello en el cuerpo para envases de las firmas A y B del tipo juntura fueron de 1,7 kgf / 15 mm y 1,9 kgf / 15 mm respectivamente, o sea por encima de 1,5 kg/15mm². Por otro lado, comparando con las 4 muestras restantes, la resistencia eran relativamente bajas. En el caso de la firma C con sello por solape la resistencia de sello fue de 2,1 kg/15mm, o sea también relativamente baja. Las fallas por perdida observadas durante los ensayos de caída se estiman que están relacionadas con los valores bajos de resistencia de sello

² NdT Ver caso de PY, resistencia al pin hole, en parrafo 7.3.3.1 (4)

en el cuerpo. Para poder evaluar si la resistencia de sello es o no suficiente, se debe verificar que el índice definido por la siguiente formula tenga un valor alto.

$$\text{Indicador de resist. de sello} = \frac{\text{Resist. de sello de cuerpo}}{\text{Resist. a la tracción en igual dirección}}$$

En el caso de la leche fresca de la firma B, de acuerdo a información obtenida, el material ha sido mejorado mediante un leve aumento en el contenido de L-LDPE y una disminución en el espesor de modo de lograr un tiempo de sellado mas corto lo cual impacta en la productividad de la línea. El polietileno tipo lineal L-LDPE posee una resistencia relativamente mayor y una mejor elongación que el LDPE común.

Tal como se observa en Tabla 7.3.4-3, para el caso de la leche fresca de la firma B, el espesor es de 73,2 μ valor extremadamente bajo y con una elongación a nivel cuerpo de 959 %, valor por demás alto.

Tabla 7.3.4-3 Resistencia de sello en sachets de lacteos

Firma tipo producto	Espesor μ (n=5)		Parte	Resist sello (kgf/15mm)		Elongacion % (n=3)	
	Prom	σ -1		Prom	σ -1	Prom	σ -1
A Ultra x juntura	95,4	0,9	Sello sup.	3,0	0,13	437	39
			Sello inf.	2,7	0,09	330	56
			Cuerpo	1,7	0,11	464	38
B Ultra x juntura	89,0	1,4	Sello sup.	2,8	0,04	296	40
			Sello inf.	2,6	0,13	191	64
			Cuerpo	1,9	0,02	550	4
B Fresh x solape	73,2	0,8	Sello sup.	2,6	0,29	227	132
			Sello inf.	2,5	0,07	265	60
			Cuerpo	2,4	0,80	959	272
B yoghurt bebible x solape	81,8	0,8	Sello sup.	2,4	0,15	355	104
			Sello inf.	2,3	0,06	327	19
			Cuerpo	2,5	0,71	819	220
C Yoghurt x solape	88,8	1,5	Sello sup.	2,5	0,34	82	33
			Sello inf.	2,7	0,14	101	32
			Cuerpo	2,1	0,03	706	24
D(Ar) Yoghurt x solape	91,0	0,7	Sello sup.	2,4	0,11	410	47
			Sello inf.	2,2	0,02	342	10
			Cuerpo	2,6	0,12	877	93

Fuente: Grupo de Estudio JICA

(4) Ensayos de vibraciones



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.4-4 Ensayo de vibraciones en sachets de leche

Los sachets de yoghurt de la firma C con sello por solape, en su mayoría presentaron fallas en el ensayo de caída a 1m en el primer intento. Además, en el ensayo de compresión en posición “de canto” con carga estática de 40 a 60kg también fallaron. Dado que tenían resistencia de sello baja, se los consideró como “muestra con falla”, C.

Por otro lado, para la leche fresca de la firma C, dado que presentaban bajo índice de fallas tanto en ensayos de caída como en compresión,

se los tomo como “muestra buena”, B.

Luego se tomaron 10 muestras de la firma B y C respectivamente y se los colocó en una canasta y se los ensayo a vibraciones de 5Hz y con un desplazamiento de 25mm durante 15 minutos. Dado que al término de ese periodo no mostraron fallas, se continuó la prueba por otros 15 minutos adicionales, al término del cual tampoco mostraron fallas.

Adicionalmente se hicieron pruebas por otros 60 minutos pero tampoco mostraron fallas. Se puede inferir que en el caso de sachets, aun en el caso de materiales con baja resistencia de sello, los daños por vibraciones en los sellos es casi nulo. Es probable que las cargas de vibraciones se distribuyan a lo largo del envase, debido a que el sachet se comporta como un elemento flexible.

7.3.4.2 Envase de yoghurts

(1) Ensayo de reventamiento

Se realizaron ensayos de reventamiento sobre potes de yoghurt, al igual que lo mencionado en el punto 7.3.2, utilizando el equipo de ensayos de sellos de la Fig. 7.3.2-1. Las muestras fueron potes de 145 g (diámetro de tapa 65 mm) y potes tipo “botella” de yoghurt bebible de 185g (diámetro de tapa de 25mm).

La resistencia al reventamiento de los primeros fue de 0,4 a 0,6kg/cm² mientras que los segundos de 0,7kg/cm² sin presentar reventamiento. Al mismo tiempo se hicieron comparaciones con el equipo de ensayo fabricado por el LATU. Como resultado de esto se verifico que los niveles de reventamiento leídos fueron casi iguales, con lo cual se confirmó la validez del instrumento del LATU.

Con respecto al pote de yoghurt del 2do item, el valor obtenido de resistencia al reventamiento fue de 1,3 kg/ cm². Los puntos de falla se produjeron en la periferia del sello,

mas no en el sello mismo. De aquí se puede inferir que, y lógicamente, para los casos de diámetros de boca relativamente chicos, la resistencia al reventamiento es mas alta.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.4-5 Dispositivo para Ensayo de reventamiento del LATU



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.4-6 Burbujas durante los Ensayos de hermeticidad

(2) Ensayos de hermeticidad en potes

Se realizaron ensayos de hermeticidad en potes de yoghurt, al igual que lo indicado en el punto 7.3.2, utilizando el equipo secador de vacío (ver Fig. 7.3.2-2)

Las muestras fueron potes de yoghurt de 145g (diámetro de boca de 65 mm) con tapa de foil de aluminio y con tapas de plástico con deposición de aluminio.

En las pruebas no se observaron fallas con niveles de vacío relativamente bajas, de 0,3~0,5kg/cm². Sin embargo a niveles apenas mayores ya se comenzaron a observarse pérdidas, y para vacíos mayores se pudieron observar reventamiento de tapas.

7.3.5 Evaluación de cargas embaladas de dulce de leche en Argentina

(1) Datos de producción

La firma Mastellone es una de las empresas líderes en el sector lácteos de la Republica Argentina. El volumen diario de leche recolectada por la firma es de 4500 Kl, equivalente al doble de toda la producción de leche del Japón del año 2005.

Entre los productos manufacturados figuran: leche, yoghures y quesos como productos principales. Aparte de esto, producen dulce de leche, producto no difundido en Japón.

(Nota: Dulce de Leche: mezcla de leche con 10 volúmenes de azúcar el cual se lo cocina a fuego lento. Con una coloración marrón oscura, es una especie de mermelada de leche.)

Este producto lácteo se consume al igual que una mermelada, untado en pan y la gente joven también lo consume directamente con una cuchara.

(2) Sistema de distribución de los productos

La distribución a nivel nacional de los productos lácteos se realiza con camiones propios que llevan la marca registrada de la empresa. Los potes de dulce de leche son envases conformados al vacío y de 500g cada uno. En el país, el producto se comercializa en los puestos de comestibles. El envase primario posee una tapa de poliestireno para proteger la tapa interna de foil de aluminio. Para el transporte nacional, se utilizan pallets especiales en cajas de 12 unidades. A partir de 2006 se ha comenzado a exportarlo al vecino Chile.

El control del transporte lo realiza la firma chilena. Para el caso de exportación, se disponen en cajas de cartón en 4 filas x 3 x 2 capas = 24 unidades. Entre las 2 capas no hay separador alguno, quedando los potes apilados una encima de la otra. A su vez, las cajas llevan tabiques verticales que separan grupos de 6 unidades a lo largo de las 2 capas. (ver Fig. 7.3.5-2)

En el momento de la carga al camión, las cajas se invierten de posición (cabeza abajo) y en esa posición son transportadas.



Fuente: Grupo de Estudio JICA
Fig. 7.3.5-1 Pote de dulce de leche



Fuente: Grupo de Estudio JICA
Fig. 7.3.5-2 Cajas sin separador horizontal entre capa 1 y 2

La colocación en posición invertida es por lo siguiente. Cuando se realiza el envasado del dulce de leche, una cierta cantidad de aire queda encerrado en el pote. Y si este se encuentra en forma de burbujas en el producto, cuando el consumidor abre el envase, el aspecto visual no es agradable.

Dado que el dulce de leche tiene una relativamente alta viscosidad, toma mucho tiempo transferir las burbujas hacia el fondo del pote.

Para el transporte hacia Chile, se colocan 8 cajas x 5 capas apiladas dispuestas en forma de “ladrillos” por pallet. En el semirremolque van dispuestos 2 filas de 13 pallets cada uno en dirección longitudinal, con un total de 26 pallets.

El camino desde Buenos Aires hasta la ciudad de Mendoza (cercano a Chile) es llano con una distancia de 1000km, mientras que el trayecto desde éste hasta Santiago es de 380 km, cruzando la Cordillera de los Andes (altura en el cruce de 3200m SNM).

(3) Mejoramiento del Diseño de los Envases

7.3.5.1 Planteo: Re-diseño del envase de dulce de leche

El dulce de leche es un producto que se ha exportado desde tiempo hacia Rusia y EEUU. A partir de 2006, se ha comenzado a exportarlo hacia Chile. En esa instancia, surgieron reclamos por pérdidas de producto debido a poros en la tapa de aluminio. Los puntos de pérdidas son en la periferia del sellado de la tapa y no se observaron poros en la parte central de la misma. El envase primario lleva una tapa de PS para proteger la tapa de foil de aluminio.

7.3.5.2 Hipotesis sobre el origen de la falla

Existen 3 posibles factores que originarían los pin holes, los cuales se describen a continuación.

- (1) Los daños se producen por: la presencia de 7 protuberancias en la tapa plástica, formadas durante la fabricación, o bien las vibraciones en puntos de contacto en la zona del borde de la tapa de aluminio con la tapa. Es decir, los pin holes por fricción son el origen de estos daños.
- (2) La tapa de aluminio sufre deformaciones repetidas por “inflado” y “desinflado” debido a vibraciones verticales con lo que se provoca la fatiga del material. Es decir, el origen es la fatiga en pliegues.
- (3) El contenido se congela al cruzar la cordillera de los Andes, con lo cual bordes afilados de hielo producen orificios en la tapa de aluminio. Es decir, el origen es los pin holes por punzonado.

7.3.5.3 Investigación del origen de fallas por ensayos de vibraciones (Fig. 7.3.5-3)

(1) Método del ensayo de vibraciones

El producto a estudiar tiene una tapa de PE para proteger la segunda tapa de foil de aluminio, con un diseño de modo tal que permita su apilado. En el embalado, van colocados “cabeza abajo” en 2 capas, sin separador alguno.

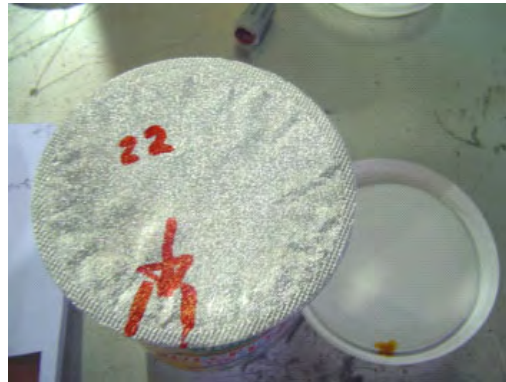
Con el objeto de investigar las causas de los daños, se realizaron pruebas de vibraciones, no obstante las condiciones difieren a las del transporte real. El ensayo en si fue con onda sinusoidal de 5Hz y con una aceleración de 1G durante 30 minutos. A los 15 y a los 30 minutos se hicieron chequeos visuales. Además se hicieron pruebas con vibraciones horizontales sinusoidales de 5 Hz x 1G.

Mediante la aplicación del ensayo con 2 potes apilados “cabeza abajo” (invertido/invertido), se pudo reproducir el fenómeno de vibraciones verticales con resultados. (ver Test Nro 1 de la Tabla 7.3.5-1) En los primeros 15 minutos se produjeron pin holes pequeños. En la segunda parte de la prueba (otros 15 minutos), los mismos pin holes aumentaron de tamaño produciéndose pérdidas del producto (Fig. 7.3.5-4) Observando los puntos de pérdidas al estereomicroscopio, se pudo comprobar que los poros no correspondían a las líneas del gofrado del material. (Fig. 7.3.5-5)



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-3 Ensayo de Vibraciones de cajas apiladas en 5 capas (caja inferior)



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-4 Pin hole en tapa de foil de aluminio

(2) Analisis del embalado en cajas

Seguidamente se analizo el proceso de embalado de los potes en cajas, disponiéndolos en diversas formas. Las combinaciones fueron: derecho/invertido, invertido/derecho (Ver prueba Nro 2 y 3 de Tabla 7.3.5-1), invertido/invertido con separador de carton de 0,86mm (Ver prueba Nro 4 de Tabla 7.3.5-1). Como resultado, de las pruebas de vibraciones con las diferentes combinaciones, no se observaron mejoras particulares mediante cambios en las disposiciones de embalado.

Sin embargo, se pudo apreciar que a medida que la duración de las pruebas se prolongaba, el número de puntos de falla aumentaba y además que la ubicación de los puntos de pérdida se concentraban en la zona periférica de la tapa, cerca del sellado.

Por otro lado, se comprobó que las pérdidas igualmente se producían con vibraciones horizontales (Ver prueba Nro 8 de Tabla 7.3.5-1). En base a esto, se formulo la hipótesis de que el origen de las fallas eran debido al contacto de la tapa de aluminio y el area periférica de la tapa de aluminio. (Ver Fig. 7.3.5-6)

(3) Prueba de simulación de transporte (Ver prueba Nro 10,11,13 de Tabla 7.3.5-1)

Seguidamente se procedió a realizar ensayos de vibraciones simulando transporte para el trayecto de Buenos Aires hasta Mendoza (1000 km), y desde ésta hasta Santiago de Chile

cruzando la Cordillera (380 km), utilizando los datos recopilados durante el Estudio del Ambiente de Transporte.

Las pruebas fueron de tipo Random (5~150Hz, Grms:0,4 onda vertical) en dos etapas: la primera de 1:45 hr y la segunda de 1 hora.

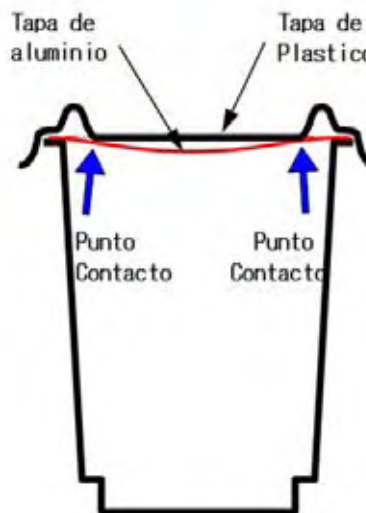
Por otra parte, de acuerdo a los datos recopilados, las vibraciones horizontales son descartables, no obstante el largo recorrido desde Buenos Aires hasta Mendoza.

Además, el tramo Mendoza hasta Santiago cruzando la Cordillera es corto pero dado la gran cantidad de curvas, el nivel de vibraciones horizontales aquí es alto. Por ello, se hicieron ensayos de simulación con ondas horizontales Random (al igual que el caso vertical), en dos etapas, de 30 minutos y de 60 minutos respectivamente. En el caso de vibraciones horizontales, también se lograron reproducir las condiciones de fallas.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-5 Vista microscópica de los poros en la tapa de foil de aluminio



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-6 Contacto entre tapa de aluminio y tapa plástica

(4) Ensayos de potes con disco de carton interno (Fig. 7.3.5-7)

Se procedió a colocar entre la tapa y el foil de aluminio, un disco de cartón de 0,86mm de espesor y con un diámetro exactamente igual a la tapa de aluminio, para evitar el continuo contacto de la tapa de plástico con aquel.

Se realizaron los ensayos de vibraciones al igual que los casos anteriores y como resultado de esto se observó que solo se presentaron 2 pin holes solamente y que no hubieron fallas por pérdidas luego de 30 minutos de pruebas. Con esto se verifica una mejora efectiva. (Ver Prueba Nro 5 de la Tabla 7.3.5-1)

Tabla 7.3.5-1 Metodología de los ensayos de vibraciones (D. Leche)

Ens. Nro	Cond. Vibrac.	Duracion	Pos de potes	Nro identificac	Cant fallas	Ubicación daño sup/inf	Ubicación daño	
							perif	central
1	Vert 5Hz,1G	15min		001-024	1	Sup1	3	1
		30min			3	Sup3		
2		15min		201-224	3	Inf3	10	3
		30min			6	Inf1,Sup5		
3		15min		301-324	1	Inf1	6	1
		30min			4	Inf3,Sup1		
4		15min		401-424	2	Sup2	6	2
		30min			5	Inf2,Sup3		
5		15min		601-624	2	Inf1,Sup1	2	0
		30min			0	0		
8	Horiz 5Hz, 1G	15min		2001-2024	2	Sup2	2	0
		30min			0	0		
10	Vert Simulado	BUE-MDZ 105min		101-124	2	Sup2	8	3
5		Inf3,Sup2						
11	MDZ-SCL 60min		6001-6024	2	Inf2	21	9	
				13	Inf6,Sup7			
13	Horiz Simulado	BUE-MDZ 30min		2301-2324	0	0	2	1
		MDZ-SCL 45min			2	Inf2		
6	Vert 5Hz,1G	15min		801-824	0	0	0	0
		30min			0	0		
7		15min		5001-5024	0	0	1	0
		30min			1	Sup1		
9	Horiz 5Hz,1G	15min		2101-2124	0	0	0	0
		30min			0	0		
12	Vert Simulado	BUE-MDZ		2201-2224	0	0	0	0
		MDZ-SCL			0	0		
14	Horiz Simulado	BUE-MDZ		2401-2424	0	0	0	1
		MDZ-SCL			1	Sup1		

Fuente: Grupo de Estudio JICA

(5) Ensayos con tapa tipo “anillo” en potes de dulce de leche (Fig. 7.3.5-8)

Seguidamente, para analizar el posible contacto entre el foil de aluminio y la tapa en zona periférica, se hizo una modificación recortando la parte central de la tapa de plástico con una maquina amoladora, de modo de dejar solamente un anillo. Este anillo se volvió a colocar en su posición en el pote, con lo cual se logra la total separación entre tapa y aluminio.

Luego, se colocaron una capa de potes en posición invertida, un cartón separador horizontal y luego una segunda capa de potes.

Se realizaron ensayos de vibracion vertical por 15 minutos y horizontal por 30 minutos y solo se detecto un punto de falla. (Tabla 7.3.5-1 Ensayo Nro 6,7,9)

Ademas, se hicieron pruebas de simulación de transporte y no se observaron fallas. (Tabla 7.3.5-1 Ensayo Nro 12). Para el caso de ensayos de simulación con vibración horizontal, en la 2da etapa de la prueba surgió solamente una falla. (Tabla 7.3.5-1 Ensayo Nro 14)

Por otro lado, las fallas se localizaron en la parte central del disco. El origen de esto se explica por la fatiga del material, y no por contacto mecánico.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-7 Disco de carton para ensayos



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-8 Tapa modificada para ensayos (tapa en anillo)

7.3.5.4 Fatiga del material y vista microscópica de la tapa de aluminio

(1) Vista microscópica del foil de aluminio (Fig. 7.3.5-5)

La material prima para la fabricación de la tapa de aluminio posee un espesor de 35 a 40 μ . Para mejorar propiedades de impresión, facilidad de manipuleo mecanico, y seguridad, el material pasa por un proceso de gofrado.³ (Fig. 7.3.5-9)

Luego del proceso, el espesor total pasa a 100 a 110 μ , en cambio su resistencia mecánica disminuye. Se hicieron observaciones con un estereomicroscopio (10 aumentos) de los poros producidos en las tapas de aluminio. Los micro-cortes en el foil de aluminio en parte van paralelos a las líneas de gofrado, pero no están directamente relacionados a ella.

³ NdT: En ingles: emboss process.

(2) Relación entre fatiga del material en la tapa de Al y frecuencia natural del pote

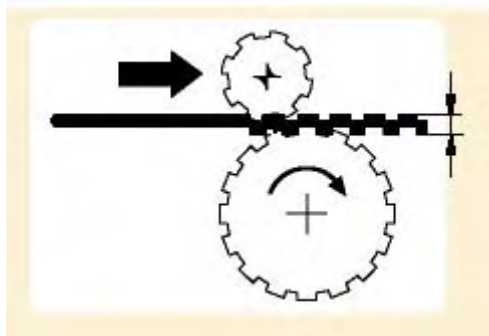
En base a los resultados de ensayos con la tapa modificada “en anillo”, se concluyó que los pin holes aparecen aun sin contacto mecánico entre el aluminio y la tapa plástica, y que aquellos crecían y producían las perdidas a medida que transcurría el tiempo de pruebas.

Luego se realizaron ensayos de vibraciones verticales retirando completamente la tapa plástica. Fue entonces que se pudo observar que la tapa de aluminio vibraba, gracias a una lámpara estroboscópica. (Fig. 7.3.5-10) Esta vibración se producía entre frecuencias de 20 a 40 Hz y con una aceleración de 1G.

En las pruebas, por ejemplo, se observaron la aparición de pin holes al cabo de 1 hora a 40 Hz, y luego se producían perdidas. También en el caso de vibraciones horizontales se observaron perdidas al igual que en las vibraciones verticales, y a frecuencias similares.

De acuerdo a los Estudios de Ambiente de Transporte realizados a lo largo de los países del MERCOSUR, se comprobó que las curvas de PSD presentan picos característicos en 3~4Hz, 15Hz, 30Hz. Es decir, puede inferirse que en la frecuencia de 30Hz, las tapas de aluminio pueden presentar pin holes debido a frecuencias naturales del pote.

En consecuencia, para resolver las fallas por perdidas será necesario reemplazar la tapa de aluminio por otro de material plástico laminado con foil de Al, o bien plástico con deposición de aluminio.



Fuente: Grupo de Estudio JICA
Fig. 7.3.5-9 Diagrama del gofrado de la tapa de aluminio



Fuente: Grupo de Estudio JICA
Fig. 7.3.5-10 Vibración de la tapa de Al a frecuencias de 20 a 40 Hz

7.3.5.5 Investigacion - Causas en el cruce de la Cordillera de los Andes:

Congelamiento por disminución de temperatura y menor presión atmosférica

El cruce de la Cordillera de los Andes se realiza a una altura de 3200m sobre el nivel del mar, por lo que hay una correspondiente disminución de la temperatura si se lo compara con la zona de llanuras. De acuerdo a los estudios de la US Standard Atmosphere de 1976, se produce una disminución de 0,65C por cada 100m dentro del rango hasta los 11000 metros de altura. Además, en el mismo estudio se indican los valores de presión atmosférica en forma

tabulada. De acuerdo a dicha tabla, si se considera una temperatura de 15C en la zona llana, para una altura de 3200m la temperatura correspondiente es de - 5,8C y una presión de 983,4 mbar (513 mmHg).

Si se lleva hipotéticamente la temperatura en zona llana a 0C, para la altura de 3200m se calcula una temperatura de -20,8C.

Para las pruebas, se llevo el dulce de leche a una temperatura de -12C durante 18 horas, pero el producto no alcanzó a congelarse. Mas aun, llevando a temperaturas menores durante 66 horas, a -18C no mostró congelamiento. Y a -27C tampoco se congeló, presentando una consistencia de un helado.

En consecuencia, teniendo en cuenta que en el cruce de la Cordillera no puede producirse un congelamiento del producto, la hipótesis de pin holes por punzonado de trozos de hielo agudos ha quedado descartada.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-11 Hundimiento del foil de aluminio a presión normal



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-12 Retorno a la posición normal de la tapa, durante el cruce de cordillera

El envase de dulce de leche es llenado a alta temperatura. Dado la disminución de temperatura al alcanzar la temperatura ambiente, la tapa de aluminio se hunde por la contracción volumétrica del producto y de la capa de aire. (Fig. 7.3.5-11) Cuando se realiza el cruce de la cordillera, la presión atmosférica es de 510 mmHg. Se realizó una prueba colocando el pote en una cámara al vacío y disminuyendo la presión solo unos 250 mmHg, la tapa cambio su forma a una posición aplanada. (Fig. 7.3.5-12)

Si en esta posición se somete el pote a una continua vibración, es altamente probable que aparezcan pin holes de la parte central.

Según reuniones con la firma Mastellone, ellos realizarán mejoras en la tapa de plástico (modificaciones en la geometría de la tapa en 1 a 2 mm).

Para una solución integral al problema, se recomienda la utilización de una tapa de plástico laminado con un foil de aluminio.

Se planea preparar un lote de muestra con las mejoras, con el objeto de realizar ensayos de vibraciones y si este resulta positivo, llevarlo a pruebas de transporte durante la 5ta etapa del Estudio.

7.3.5.6 Ensayos de compresión del pote y de la tapa

La tapa del pote esta fabricado en un material liviano por lo que al presionar en la parte central, ésta se hunde. El producto en estudio se embala en 2 capas en posición invertida, sin separadores, por lo que la capa inferior recibe una carga de presión.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-13 Ensayos de compresion de tapas y potes

Con el objeto de verificar la resistencia de los potes, se realizaron pruebas de compresión de potes, y puntos centrales y salientes de tapas. (Fig. 7.3.5-13) Los resultados se muestran en Tabla 7.3.5-2.

La parte central de las tapas muestran una deformación de 7 mm y 13 mm para cargas de 5 kgf y 10 kgf respectivamente. Es decir que con pequeñas cargas, el plástico toma contacto con la tapa de aluminio.

Tabla 7.3.5-2 Ensayos de compresion de potes

Fig	Descripcion	Fuerza kgf	desplaz mm
Fig. 7.3.5.13—1	Parte central tapa plastico	5,0	6,7
		10,0	12,8
Fig. 7.3.5.13—2	Pote + centro tapa	52,4	3,2
Fig. 7.3.5.13—3	Pote completo	49,9	2,6
Fig. 7.3.5.13—4	Tapa plastica	15,5	2,7
Fig. 7.3.5.13—5	Dos potes apilados invertidos	39,2	9,3

Fuente: Grupo de Estudio JICA

7.3.5.7 Ensayos de laboratorio de Envases re-diseñados

(1) Muestra de envases re-diseñados

1) Rediseño de la tapa de plástico de un pote

Dado que la tapa de plástico presentaba el problema de contacto en la parte periférica con la tapa de foil de aluminio, tal como se indica en la Fig. 7.3.5-6, se procedió a hacer una

modificación en el diseño. La mejora consistió en disminuir la profundidad del disco central de 4mm a 2 mm. De esta manera, se evitó el contacto con la tapa interna de aluminio.

Dado que durante el transporte los potes van en posición invertida y apiladas en 2 capas, de modo que el fondo del pote inferior soporta el pote superior a través de la tapa que está curvado debido al peso, adicionalmente se ha modificado el material de la tapa de plástico por uno de mayor resistencia para evitar dicho contacto con la tapa interna.

2) Rediseño de la tapa de foil de aluminio

Se procedió a utilizar, a modo de prueba, un material combinado de aluminio con lamina de plástico PET de 12 μ . Como referencia, este material ha sido utilizado por la firma para potes de mermelada desde hace 3 años atrás. En este caso, el material laminado se lo aplica debido a que los dulces atacan químicamente el aluminio, por lo que para evitar su contacto directo se interpone la lamina de PET.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-14 Tapa con "granos"

Una alternativa de un material con base aluminio es el formado por la siguiente especificación: (AL50 μ /PET12 μ /Laca) Este material laminado posee un foil de aluminio que no lleva gofrado. En su lugar, posee numerosas protuberancias sobre el film de PET (ver Fig. 7.3.5-14) Estas protuberancias evitan el problema de la toma de múltiples tapas en el proceso de la línea, en las máquinas de tapado.

Actualmente, el espesor de las tapas de aluminio en los potes de dulce de leche son de 50 μ . La mejora propuesta apunta a disminuir el espesor del aluminio en 10 μ , o sea la especificación final del material sería (AL40 μ /PET12 μ /Laca). Se tratará de obtener un material de este tipo pero con gofrado, de modo de ser apto mecánicamente para la línea de producción.

(2) Tipos de muestras de envases

Las muestras de potes ensayadas a vibraciones fueron según las siguientes 3 variantes:

- [1] Tapa de Al actual + tapa plástica mejorada, apiladas en 2 capas, sin separadores.
- [2] Tapa de Al actual + tapa plástica mejorada, apiladas y con separador intermedio
- [3] Tapa de Al actual + tapa plástica actual, apiladas en 2 capas, sin separadores.

(3) Metodología para los ensayos de vibraciones y sus resultados

Para el ensayo de vibraciones, se aplicó el método descrito en el párrafo 7.3.5.3 puntos 1) a

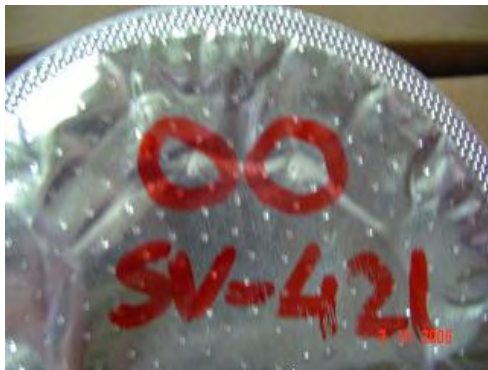
- 3). Es decir, se aplicó una onda sinusoidal de 5 Hz, aceleraciones de 1G y con oscilaciones

verticales y también horizontales, por periodos de 15 minutos y luego de 30 minutos. Además, se realizaron pruebas de simulación de rutas recorridas correspondientes al tramo Buenos Aires-Mendoza y Mendoza-Santiago, con oscilaciones verticales.

Tanto para la muestra 1) y 2), y para todos los métodos indicadas, no se observaron fallas. Sin embargo, las tapas de plástico mejoradas presentaron el problema de la ineptitud para separarse una a una durante el proceso de la línea de producción.

Con respecto a la muestra 3), se sometió a pruebas de vibraciones verticales con 5Hz y 1G de aceleración durante periodos de 15 y 30 minutos. Como resultado de esto se pudieron observar la aparición de pin holes en las tapas de aluminio, 3 casos en la capa superior y 1 caso en la inferior. Pero gracias a la protección por la lamina de PET, la falla no avanzó como para producir pérdidas del producto. (Fig. 7.3.5-15 y Fig. 7.3.5-16)

Por otro lado, en las tapas de aluminio de los potes de la capa superior se produjeron marcas circulares por el contacto con el fondo de los potes inferiores, en todas las muestras. Esto puede ser resuelto con separadores, por lo que no se considera un punto crítico.



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-15 Pin holes en tapa de Al mejorado y con protuberancias



Fuente: Grupo de Estudio JICA

Fig. 7.3.5-16 Fisura en tapa de Al mejorado y 3 protuberancias

Posteriormente se realizaron las pruebas de vibración por simulación de transporte real. Debido a la falta de muestras nuevas, se recurrió a muestras ya utilizadas en otros ensayos. En el tramo simulado de Buenos Aires-Mendoza aparecieron fallas de pin holes en 10 potes (capa superior). Y en el tramo Mendoza-Santiago, se observaron 3 potes (capa superior) igualmente con pin holes. En todos estos casos no se observaron pérdida de producto. Empero, en 1 solo caso se produjo una falla por pérdidas en la capa inferior.

(4) Ensayos de vibraciones horizontales en potes con tapa de aluminio

Las tapas de aluminio de los potes se presentan con una concavidad cuando están a presión atmosférica. Tal como se indicó en el punto 7.3.5.5, se ha podido comprobar que dichas tapas adoptan la forma plana horizontal durante el cruce de la Cordillera de los Andes, debido a la

disminución de la presión ambiental. Por este fenómeno, el área de contacto entre la tapa de plástico y el foil de aluminio se incrementa, por lo cual la posibilidad de mayor número de pinholes aumenta.

Para verificar la influencia del cambio de morfología de la tapa de Al a superficie plana, se realizaron las siguientes pruebas.

Se tomaron muestras de potes y se procedió a inyectar aire mediante una aguja hipodérmica, lográndose una forma plana en las tapas de aluminio, según el siguiente detalle:

pote utilizado actualmente -----→ 15 ml aire
 pote con tapa modificada -----→ 20 ml aire

No obstante la diferencia en los volúmenes de aire inyectados, para ambos casos las superficies de las tapas fueron casi planas. Además, no se colocaron separadores entre las dos capas de potes. Por otro lado, debido a la falta de potes nuevos para el caso de tapas de Al modificadas, se tuvo que recurrir a muestras usadas en otras pruebas.

Las condiciones de las pruebas de vibración se limitaron a los del tramo Mendoza- Santiago, y los tiempos de prueba se fijaron en el 50% de la duración real. La razón de esta medida es porque se fijó la hipótesis que la tapa “plana” se produce solo en la zona del cruce de la cordillera a 3200m SNM. En el transporte real, la tapa de Al va cambiando de una forma cóncava a plana en el proceso de subir desde los valles a la cordillera.

Concretamente, en los ensayos se aplicaron 30 minutos con oscilaciones verticales y 22,5 minutos para las horizontales.

Como resultado de estos ensayos, no se produjeron fallas en los potes actuales para vibraciones horizontales, mientras que sí los hubieron en 3 potes de la capa superior.

Para los potes con tapa de Al mejoradas, no se observaron pérdidas de producto alguno, no obstante los potes utilizados eran usados y ya habían pasado por 2 o 3 pruebas de vibración.

(5) Resultados de la tapa de aluminio mejorada y métodos de apilamiento

Las tapas de aluminio mejorado mostraron sus buenos resultados en las pruebas. Sin embargo, en el caso de ser apilados en 2 capas en posición invertida, presentan el problema del marcado sobre las tapas de la capa superior, por el fondo de las inferiores.

Además, se observaron pinholes en los potes de la capa superior pero no alcanzaron a producirse pérdidas de producto. No obstante, si las condiciones de transporte empeoran, es altamente probable que surjan fallas. Para proteger los potes contra daños, se hace necesaria la colocación de un separador de cartón entre las dos capas.

7.3.5.8 Medidas para contrarrestar el aumento de costos de la Tapa de Al mejorada

Las tapas de aluminio pueden sufrir fallas de pinholes debido al ataque químico, dependiendo del tipo de producto en el contenido. También pueden producirse rasgados en el

momento de la apertura. Además, los pin holes pueden generarse por fricción o por fatiga del material durante el transporte. Para resolver estos problemas, una alternativa es el uso de materiales laminados con plásticos (concretamente PET de 12 μ). En este caso, si se utiliza el material de Al base actual con el mismo espesor y se lamina el plástico PET-12 sobre el, implicará un aumento en los costos por lo que se pretende es disminuir el espesor del foil de aluminio.

Por otro lado, al disminuir el espesor del aluminio se produce el fenómeno del “curling” (enrulado) del film laminado, lo cual lo hace inepto desde el punto de vista mecánico. Para ello, el material se lo pasa por el proceso de gofrado, tal como es el material actual, aumentando así el espesor aparente. Por ejemplo, el foil de aluminio usado para potes de dulce de leche posee un espesor de 50 μ en el material original y al ser gofrado el espesor medido es de 110 a 130 μ .

Se pueden analizar los costos de los casos (1) y (3) en base a las siguientes especificaciones.

- (1) Material actual: Foil de aluminio 50 μ /Laca
- (2) Mat. mejorado-1: Foil de Al 50 μ /PET12 μ / Laca \Rightarrow Mayor costo
- (3) Mat. mejorado-2: Foil de Al 40 μ /PET12 μ / Laca

El objetivo es tratar de bajar costos a través de etapas sucesivas de disminución de espesores del foil de aluminio.

Aquí se han tomado como referencia los precios unitarios de materiales de embalaje de Japón. De todos modos, el aluminio tiene definido los precios en base al mercado de metales de Londres (LME) y los diferentes mercados prácticamente se basan en aquel, por lo que el precio internacional es casi el mismo.

Se definen –para este análisis– los precios de los materiales de embalaje de acuerdo al siguiente cuadro:

Foil de aluminio (20~40 μ):	USD 6,00 ,	Densidad: 2,7g/cm ³
Film PET (12 μ):	USD 3,50 ,	Densidad : 1,4g/cm ³
Costos de laminado:	USD 0,10	por m ²

Teniendo en cuenta que las tapas de aluminio de los potes de dulce de leche son de 100mm de diámetro, puede estimarse que de 1 m² de material pueden extraerse por calado 100 tapas.

Una vez extraídos las 100 tapas, los costos de los procesos posteriores pueden calcularse para el caso (1) < Material actual: Foil de aluminio 50 μ /Laca > y (3) < Mat. mejorado-2: Foil de Al 40 μ /PET12 μ / Laca > respectivamente, según las siguientes fórmulas.

(1) Material actual:

$$50/10,000\text{cm} \times 10,000\text{cm}^2/\text{m}^2 \times 2.7\text{g}/\text{cm}^3 = 135\text{g} \Rightarrow \text{USD } 0,81 / 100\text{tapas}$$

(3) Material mejorado:

• Costo del AL40 μ : $40/10.000\text{cm} \times 10.000\text{cm}^2/\text{m}^2 \times 2,7\text{g}/\text{cm}^3 = 108\text{g} \Rightarrow$

USD0,648/100 tapas

• Costo del PET12 μ : $12/10.000\text{cm} \times 10.000\text{cm}^2/\text{m}^2 \times 1,4\text{g}/\text{cm}^3 =$

16,8g \Rightarrow USD0,0588/100 tapas

• Costo de laminacion en seco: USD 0,10 /100 tapas

Total = USD 0,807 /100 tapas

Resultado: El incremento de costos al laminar el PET12 sobre el material actual puede compensarse con la disminución del espesor del Al en 10 micrones. En el caso de que se pudiera disminuir aun más el espesor del Al, implicará una disminución de costos adicional.

7.3.5.9 Disminución de consumo de tapa de aluminio y de gas CO₂

La disminución del consumo de Al implica una menor emisión de CO₂, el cual es un hecho deseable desde el punto de vista de las reducciones de emision de gases efecto invernadero.

El Al se produce en base a la bauxita, el cual es tratado con hidroxido de sodio, y luego de extraer la alumina (oxido de aluminio) se lo funde y se aplica una separación eléctrica.

En consecuencia, para la producción de aluminio se consume una gran cantidad de energía eléctrica, de allí que tambien se lo denomina “electricidad en lata”.

En el area del MERCOSUR, la principal fuente de energía electrica es la hidroeléctrica pero dependiendo de los paises, hay casos con alto porcentaje de termoeléctrica, que en algunos casos superan el 52% del total generado.

Según información de la Asociación de Productores de Aluminio de Japon, para producir 1 Kg de metal aluminio nuevo, se necesitan 20 KWh de energia. Para producir esto, se emiten 9,35 kg de CO₂, o sea casi unas 10 veces su peso. Para la produccion de 1kg de metal a partir de material reciclado, se generan solamente 0,31 kg de CO₂. Es decir, en el caso de que se realice el reciclado del aluminio, con solo un 3,3% de la energia original puede recuperarse el material.

El foil de aluminio utilizado en una porcion de los envases de productos comestibles, es dificultoso ser reutilizado para el reciclado. En consecuencia, la reduccion en la utilizacion del material de aluminio no solo constituye una baja en los costos, sino tambien –al mismo tiempo– un gran aporte para la reduccion de emision de gases CO₂.

7.3.5.10 Ensayos de vibraciones de sachets de leche (AR)

Durante los estudios realizados en Uruguay se habían ensayado los sachet de leche de la firma C que presentaban fallas de perdidas, para caídas y compresión,. Los ensayos de vibración

para igual producto se habían realizado a 5Hz con desplazamientos de 25mm durante 90 minutos pero no mostraron pérdidas.

En el caso de Argentina se realizaron ensayos similares con sachet de venta comercial, disponiéndose 1 marca con sello por juntura y 4 marcas con solape.

Se seleccionaron muestras de la marca A con sello de juntura, los que habían mostrado tendencia a la falla en ensayos de caída y de compresión. También se seleccionaron muestras de la firma B con sello por solape. Para cada tipo se seleccionaron 10 muestras, los cuales se colocaron en canastas para las pruebas de vibración. A los efectos de producir de ex profeso las fallas, se ensayaron en condiciones más severas que las aplicadas en Uruguay. En los ensayos de Argentina, se observó visualmente que los sachets saltaban en las canastas durante las pruebas.

Las condiciones de pruebas de vibraciones fueron: aceleración 1,5 G, frecuencia 5 a 9 Hz, duración 30 minutos, a los cuales se agregó otro período de 15 minutos. (Tabla 7.3.5-3)

Tabla 7.3.5-3 Ensayos de vibraciones: tiempos y puntos de falla (1.5G × 5~9Hz)

	Puntos de pérdidas	Tiempo de ens.vibraciones (min)		
		30min	45min	60min
Firma A	Sello superior			2
	Otras partes		2	
Firma B	Sello superior	2		
	Sello en cuerpo		1	1
	Otras partes	1	1	

Fuente: Grupo de Estudio JICA

Tal como se observa en la Tabla, se produjeron pérdidas a los 30 minutos para la firma B y a los 45 minutos para la marca A.

Las pérdidas fueron en el sello superior y en el cuerpo del sachet respectivamente. Además, se observaron pin holes en otras partes, en el material del film plástico.

No se conoce el verdadero origen de los pin holes, pero las posibles causas pueden incluir el efecto de punzonamiento por protuberancias de la canasta, fricción con las paredes de la canasta, fricción entre los sachets etc. Este fenómeno deberá ser analizado a través de estudios y ensayos de este producto.

**CAPITULO 8 Pruebas de Transporte
(Proyecto Modelo)**
