

Ponencia 103- A 1

EMBALAJE Y TRANSPORTE EN CERAMICA, UN FACTOR DE COMPETITIVIDAD.

F. JAVIER TURÉGANO GOMEZ

Instituto Tecnológico del Mueble, Madera, Embalaje y Afines – AIDIMA

España

Embalaje, Riesgos, Vibración, Simulación

INTRODUCCIÓN:

Si algo caracteriza a la logística actual es la necesidad de atender a un mercado globalizado y a una tendencia hacia la personalización en el consumidor, y por supuesto manteniendo niveles de competitividad mundial. La traducción inmediata al mundo de la logística se manifiesta en tres variables:

- Velocidad,
- Agilidad,
- Coste de distribución mínimo.

La velocidad traduce la distancia al cliente a tiempo, así hoy decimos “estamos a dos semanas del cliente”, y ya no importa tanto donde esté. La agilidad pretende satisfacer las necesidades cambiantes del mercado y la personalización, de forma que la fabricación y distribución debe ser pulsante con este, y todo esto lo debemos de hacer al mínimo coste o por lo menos a una unidad menor que nuestra competencia.

Todavía nos falta un factor, el que se conoce cuando hablamos de “cadenas de suministro”, como proceso de retorno, y que mayoritariamente esta conformado por devoluciones debidas a la falta de conformidad entre lo pedido por el cliente, o prometido por los departamentos comerciales y de marketing, y lo efectivamente servido al cliente.

Todo lo dicho explica por una parte la tensión o dureza que caracteriza hoy en día a los sistemas logísticos y los efectos tremendamente perjudiciales, tanto en márgenes como en imagen, que podemos tener en el mercado internacional debido a los errores y posibles rechazos.

En el sector de la cerámica al contrario que en otros como alimentación, cosmética, o farmacia, la función de *comunicación* y *“display”* del producto en el embalaje no es tan relevante, pero dado el elevado volumen de ventas, y el carácter fuertemente exportador, unido a lo expuesto anteriormente propicia que el embalaje de los productos en cerámica, reclame más que nunca, no solo su función protectora, si no también su función como facilitador de la agrupación y manipulación de los productos a lo largo del proceso de distribución, por muchas etapas o intermodal que este pueda ser.

DESARROLLO

El ciclo de distribución comprende típicamente desde la fábrica, donde tras las operaciones de producción se procede al empaquetado o embalaje por unidades de venta, y posterior paletizado, hasta el cliente final, o incluso hasta el usuario final, ya que este es en última instancia a quien hay que satisfacer, y es la fuente de numerosas reclamaciones.



Ciclo de distribución genérico. Fuente: AIDIMA.

En un ciclo de distribución típico se observan múltiples transportes, normalmente realizados en camión por carretera y barco en marítimo, con varios almacenajes intermedios. Esto supone que la mercancía expedida se vea sometida a numerosas operaciones de manipulación, en las distintas cargas y descargas que se producen, a lo largo de la cadena de distribución.

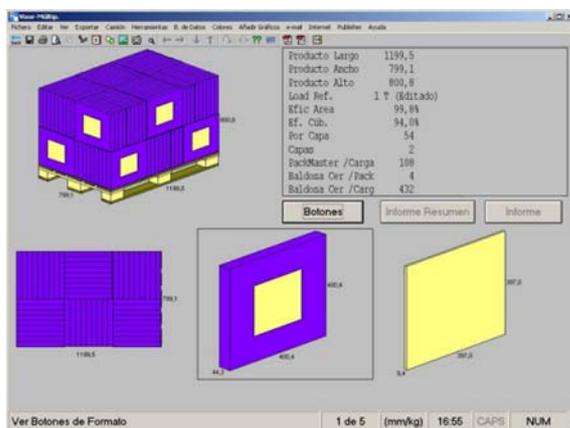
Esto implica que el modo en que se embalen y conformen las unidades de expedición, típicamente paletizadas, va a ser determinante en que la entrega se produzca sin daños y retornos o cargos por defectos, y por tanto en el logro del objetivo competitivo de realizar la distribución al mínimo coste. A mayor abundamiento en el mercado de exportación conseguir estos es prerequisite necesario para competir.

Es fundamental tener en cuenta la distribución y todos sus riesgos inherentes, en el momento que se diseña el sistema de embalaje para una mercancía, ya que así evitaremos riesgos innecesarios y sobrecostes superfluos. El objetivo final es diseñar el embalaje óptimo al mínimo coste.

Si hacemos un recorrido en nuestro ciclo de distribución observaremos los numerosos riesgos a los que se ven sometidos nuestros productos.

Comenzamos en fábrica, donde una vez embalados y dispuestos en paletas sufren el primer riesgo **COMPRESION**, sobre todo al ser almacenados en espera de expedición y apilados unos sobre otros. Esta compresión de carácter estático, que puede durar meses será susceptible de provocar fatiga en los embalajes, y el colapso de cargas.

La forma en que se dispongan los paquetes en la paleta, no solo afectará a la productividad en el coste por unidad expedida, sino también en gran medida a la fuerza de compresión, por mal alineamiento y desigualdad en el reparto de cargas.



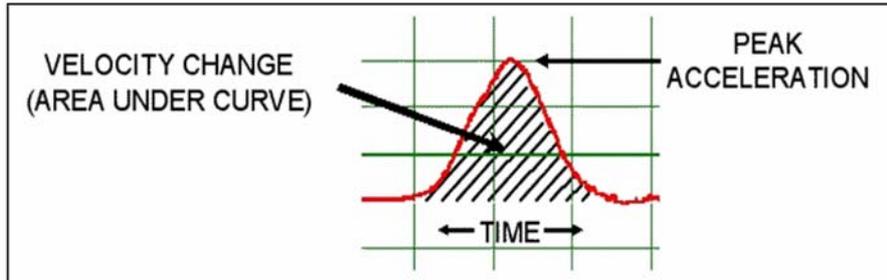
Fuente: AIDIMA.



Fuente: AIDIMA.

Si seguimos con nuestra distribución, la siguiente operación usualmente consiste en una manipulación para la carga de expedición, que se puede realizar de forma más o menos mecanizada, pero en la que se nos puede presentar el siguiente riesgo, los **IMPACTOS**.

Un impacto físicamente se explica como un cambio súbito en la velocidad que posee un cuerpo, en nuestro caso el producto, y puede ser el origen de daños originando roturas en el mismo, o desplazamiento en las cargas manipuladas, ya que se produce en espacios de tiempo del orden de milésimas de segundo, y por tanto originan grandes aceleraciones que a su vez provocan fuerzas elevadas sobre el producto.



Fuente: ISTA – Internacional Safe Transit Association

$$\text{Aceleración} = \frac{\text{cambio de velocidad}}{\text{tiempo de cambio}} ; \quad \text{Fuerza} = \text{Masa producto} \times \text{Aceleración}$$

Estas aceleraciones debido a su magnitud se expresan en G's (múltiplos de la gravedad) y pueden ser registradas en la realidad con unos dispositivos llamados acelerómetros.

Cuando un producto sufre un impacto, experimenta un shock debido a que debe sufrir una desaceleración, y las fuerzas que esta origina pueden dañarlo. La presencia o no de daños, depende de la capacidad que tenga el producto para soportar una desaceleración dada. Este factor es lo que se conoce como **índice de fragilidad** y se mide también en G's, de tal forma que si la aceleración del impacto es superior a este, el producto será dañado.

Este último concepto es el que introduce en el mundo del embalaje la utilización de los materiales de amortiguamiento, poliuretanos, polietilenos, EPS, foam, etc...

Cuando es previsible que se produzcan impactos en las operaciones de manipulación, cuyas aceleraciones superen el índice de fragilidad del producto, será necesario utilizar materiales de amortiguamiento en las zonas críticas, y su función será la de absorber la aceleración de los impactos de forma que la aceleración que llegue a los productos sea mínima.

ÍNDICES GENÉRICOS DE FRAGILIDAD DE PRODUCTOS	
PRODUCTO	FRAGILIDAD
Extremadamente frágiles (equipos precisión)	15 – 25 G's
Muy delicados (aparatos médicos)	25 – 40 G's
Delicados (computadores, DVD, VCR,..)	40 - 60 G's
Medios (estéreos, TV,)	60 – 85 G's
Robustos (electrodomésticos,)	85 – 115 G's
Muy robustos (maquinaria)	> 115 G's

Fuente: School of Packaging - Michigan State University -

Siguiendo con el ciclo distribución, una vez cargado el producto en el medio de transporte, usualmente en cerámica camión y barco, durante el trayecto a destino aparece otro riesgo significativo, las **VIBRACIONES**.

En el contexto de la distribución y del embalaje, la vibración es muy común en los vehículos de transporte, equipos de elevación, transportadores, etc., afectando a cada producto embalado.

Sabemos que la vibración consiste en un movimiento oscilatorio alrededor de un punto de referencia, caracterizado por una frecuencia y una amplitud o valor de pico, que su forma se asocia a una senoide, y que cada sistema de inercia con masa, sacado del reposo y dejado en libertad tiende a vibrar con intensidades que pueden variar pero con una frecuencia que siempre será la misma, a esta frecuencia se llama "*frecuencia natural*" del sistema.

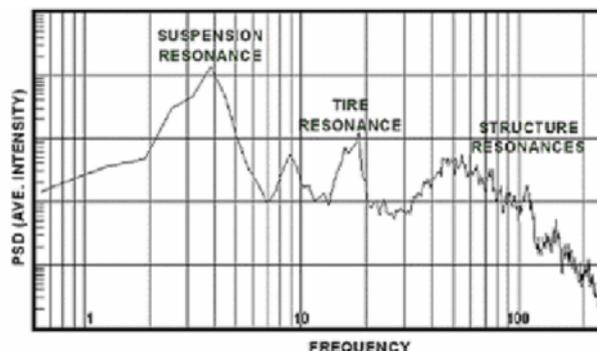
Cuando la vibración es provocada por una fuerza externa, como ocurre con las vibraciones presentes en los vehículos y transmitidas a las cargas, el sistema responderá de forma distinta según las frecuencias, pero si alcanza su frecuencia natural el sistema amplificará la respuesta entrando en resonancia, y esta es la causa principal de los posibles daños.

Los vehículos de transporte normalmente presentan vibraciones debidas a diversos factores como la suspensión, los neumáticos, el estado de la carretera, el grado de carga, y las condiciones de la conducción en general. Todas estas condiciones son cambiantes y provocan que la vibración transmitida a la carga no sea una senoide discreta, sino un rango de frecuencias de distinta amplitud producidas al azar.

El rango de frecuencias más comúnmente presente en el transporte oscila entre 1 Hz y 250-300 Hz, siendo los más comunes y representativos los que se encuentran en el rango de 1-100 Hz. Aunque las intensidades normalmente presentes en los vehículos no suelen ser elevadas (décimas de G), hay dos factores que las hacen peligrosas:

- La frecuencia de resonancia: que se puede presentar dado que las cargas están expuestas a un espectro de frecuencias a lo largo del trayecto.
- El factor tiempo: un camión de costa a costa en Estados Unidos puede emplear del orden de 50 horas, tiempo suficiente como para producir daños en los productos debido a los efectos de fatiga, fricciones, desgastes, aflojamiento de elementos de sujeción, etc.

Las vibraciones como hemos dicho se producen debido a numerosos factores, pero estudios realizados por la School of Packaging de Michigan State University, demuestran que las mas significativas dependen de la suspensión de los vehículos, que se sitúa entre los 3-4 Hz, las ruedas entre 15-20 Hz, y la plataforma o estructura alrededor de 40-55 Hz.



Fuente: School of Packaging – Michigan State University-

Actualmente existen equipos capaces de registrar las vibraciones e impactos ocurridos durante un ciclo de distribución real, así como las condiciones de temperatura y humedad. Esa información es posteriormente

descargada y analizada mediante un software específico que nos permite obtener una radiografía concreta de la distribución a estudiar.

Los datos obtenidos por estos equipos son:

- Número e intensidad de los choques producidos en la distribución.
- Niveles de vibración obtenidos en el transporte.
- Condiciones de temperatura y humedad.

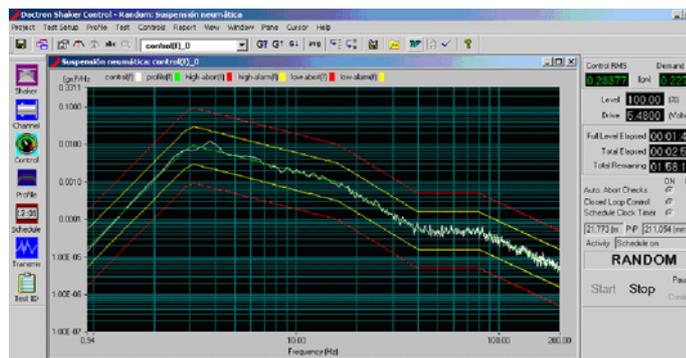
Los equipos de medición y captación de datos, consisten en dispositivos electrónicos a modo de “cajas negras”, que disponen de un acelerómetro triaxial interno que permite la captación y grabación electrónica de los eventos de aceleración (vibración y choque), temperatura del ambiente y humedad relativa contenida. De esta forma, es posible conocer que efectos se están produciendo sobre el producto embalado.

El acelerómetro interno mide las aceleraciones recibidas en los 3 ejes X, Y y Z, pudiendo de esta manera analizar la influencia de cada uno de ellos por separado en el comportamiento del sistema de embalaje.

Tas la descarga y análisis de los datos recogidos por los equipos citados, el resultado obtenido es un perfil de vibración aleatoria que interrelaciona las frecuencias de vibración en Hz, con aceleraciones en g^2/Hz . Estos perfiles se denominan PSD (Power Spectral Density).



Fuente: AIDIMA.



Fuente: AIDIMA.

Analizando estos perfiles, se pueden obtener las conclusiones que ayuden a mejorar las condiciones de transporte, así como analizar las causas de los posibles daños ocurridos a las mercancías. De esta forma se podrán establecer acciones correctoras y metodologías de trabajo que reduzcan los daños y optimicen los materiales y sistemas de embalaje.

Esta información permite tener una idea clara de las condiciones que deben soportar los sistemas de embalaje en su transporte, y nos ayudará a entender los problemas que sufre la cerámica en su distribución.

Una vez obtenidos los perfiles típicos de nuestro ciclo de distribución real, estos pueden ser reproducidos en el laboratorio, lo que nos permite simular el transporte de otros envíos, de productos de nuevo diseño, o de nuevas condiciones de embalado, y de forma que podremos actuar preventivamente antes de que se produzcan los daños y rechazos en la distribución.

Los ensayos de vibración aleatoria o de simulación de transporte, se realizan con mesas de vibración electro hidráulicas, o electromecánicas, comandadas con servo controladores electrónicos que permiten que las mesas realicen una serie de desplazamientos con diferentes aceleraciones y frecuencias, siguiendo perfiles de vibración determinados. Ese tipo de movimientos se denominan de vibración aleatoria y de simulación de transporte, y como su nombre indica es la manera más fiel de reproducir las vibraciones ocurridas en un transporte real.



Fuente: AIDIMA.



Fuente: AIDIMA.

Para que las mesas de vibración respondan a los parámetros solicitados desde el controlador, son necesarios unos sistemas de captación de vibraciones y choques denominados **acelerómetros**. Estos aparatos son de reducidas dimensiones y se fijan en la parte inferior de las mesas de vibración. Su función es devolver al controlador la señal de vibración real de las mesas para que ese pueda reajustar en tiempo real los comandos hidráulicos y así mantener en todo momento la mesa vibrando según el perfil determinado.

El resultado es la reproducción en el laboratorio de los perfiles de vibraciones reales previamente registrados.

En el transporte todavía tenemos un riesgo más que se puede presentar, que es la **COMPRESION DINÁMICA**, conceptualmente es una compresión más como la ya comentada, pero presenta la particularidad de que se presenta en movimiento (dinámica) y los esfuerzos se producen tanto en vertical como en horizontal. Además debido al factor “aceleración” estas fuerzas de compresión pueden verse multiplicadas por diez.

Y para finalizar en todas las etapas de la distribución se pueden presentar otros riesgos para los embalajes como **TEMPERATURA y HUMEDAD**, que provocan que algunos materiales de embalaje como plásticos, flejes, madera, papel y cartón vean reducidas sus propiedades. En el caso del cartón pérdida de hasta el 50% de su poder de resistencia estática en ambientes muy húmedos.

Y queda un último riesgo también capaz de presentarse en cualquier fase de la distribución, como son los **BIOLÓGICOS**, que siendo críticos en otros productos como alimentación, no suelen tener incidencia en la distribución de la cerámica, aunque procede hacer una excepción con los efectos fitosanitarios presentes en los embalajes de madera, y regulados por normativa internacional.

La reglamentación fitosanitaria de la ONU (NIMF 15) que está en vigor, y que se aplica a todo tipo de palets y embalajes de madera, exige dos requisitos imprescindibles: un certificado de origen de la madera y otro del tipo de tratamiento aplicado para su desinsectación.

Esta normativa ha incidido en un aumento de los costos de los productos de madera utilizados para soluciones de ciclo de vida del palet y embalaje de madera.

Para cumplir con este segundo requisito (desinsectación), se permiten dos tipos de tratamientos (definidos por la FAO en 2001): la fumigación con bromuro de metilo y el calentamiento en el centro del producto.

Estos dos tipos de tratamiento tienen una serie de inconvenientes que suponen un costo añadido en la producción

Entre los problemas del calentamiento destacan la necesidad de poseer instalaciones para realizarlo (hornos de secado). Estas instalaciones representan una inversión económica importante y, sobre todo que, dada la gran variabilidad en las propiedades de cada madera, no se garantiza que se logren los 65° C durante 30 minutos en el centro de la misma.

En cuanto a las fumigaciones con bromuro de metilo está demostrado, además de su elevada toxicidad, el bajo poder residual de este producto, con lo que, si bien en el momento de la aplicación posee una elevada eficacia, no existen garantías de que no haya una reinfestación al poco tiempo. A esto hay que añadir que

su aplicación se contempla en caso de excepcionalidad, y que la administración esta presionando hacia la prohibición de emplear este producto.

Todos estos antecedentes hacen necesario el empleo de nuevas técnicas y formulaciones que sean una alternativa viable a las actualmente existentes y que posean una buena relación costo/eficacia tan importante en la industria actual y, sobre todo, en la de productos con una vida útil no muy elevada, como es el caso que nos ocupa.

En definitiva este aspecto tiene la envergadura suficiente para ser tratado de forma específica, y se sale del alcance de esta presentación.

CONCLUSIONES

1.- Actuar preventivamente.

Como se ha comentando el objetivo de cualquier fabricante de cerámica en lo referente a la logística es obtener velocidad, agilidad, costes mínimos y disminuir los retornos, y para ello hay actuar preventivamente. Los fabricantes de cerámica deben asegurar en el mercado internacional, y con un elevado grado de fiabilidad, que las entregas van a ser conformes, por lo que toda la información que se pueda obtener en adelanto, incluso en las fases de desarrollo y lanzamiento de productos, del estado de la mercancía y los posibles riesgos a lo largo de la distribución es vital para disminuir el porcentaje de incidencias.

2.- Conocer el sistema de distribución

Es recomendable elaborar un mapa del sistema de distribución, que permita identificar las etapas, y focalizarnos en los productos que representen la regla del 80/20. Ochenta por ciento de las ventas son debidos al veinte por ciento de los productos y mercados.

3.- Identificar los riesgos en la distribución.

Será necesario hacer un repaso entre los posibles riesgos y evaluar su presencia.
Existen herramientas para recoger datos reales de las incidencias ocurridas en la distribución.
Es buena práctica disponer de sistemas internos de seguimiento y tratamiento de incidencias

4.- Reingeniería de embalajes

Se debe realizar una revisión de los sistemas y procesos de embalaje utilizados y actuar sistemáticamente para mejorarlos, siempre buscando el equilibrio o “trade-off” entre los costes que incurrimos y los ahorros que obtenemos. Ni sobre embalaje, ni exceso de daños por defecto de embalaje. Un porcentaje de daños es admisible económicamente hablando, la cuestión es ¿Cuál?.

Existen medios con recursos, y normativa que nos puede ayudar para evaluar la aptitud al uso, como:

ISO 4180 (EN 24180). Embalajes de expedición completos y llenos. Reglas generales para el establecimiento de los programas de ensayo de aptitud al uso.

ASTM D 4169. Standard practice for performance testing containers and systems.

Protocolos ISTA – International Safe Transit Association

5.- El embalaje no es un problema; es un elemento más a gestionar.

Como ejemplo, se ha comentado que en un transporte por carretera, los mayores efectos perjudiciales de vibraciones son debidos a la propia estructura de los camiones, suspensiones, ruedas, estructura general. ¿Que estamos negociando con nuestros transportistas?

Con una adecuada gestión podremos contestar también a cuestiones como:

- ¿Puede satisfacer mi embalaje actual la aptitud al uso?
- ¿Qué es lo que causa un daño y como se puede remediar?
- ¿Es el embalaje A mejor que el B?
- ¿Satisface el embalaje los requisitos de una norma o especificación?
- ¿Que medio de transporte es mejor?
- ¿Que materiales son más adecuados?
- ¿En que manera contribuyo a la sostenibilidad?
- ¿Son mis costes operacionales de embalaje adecuados?
- ¿Soy competitivo?

Por tanto la tecnología existe, los medios también y el mercado no perdona, por ello en la distribución logística de hoy, el sector de la cerámica no se puede permitir quedar detrás.

REFERENCIAS

- Singh, Paul S. *Distribution Packaging Dynamics*
- Singh, Paul S. *Vibration Levels in Commercial Truck Shipments*
- Little, Arthur *Packaging in Perspective*
- Kipp, W. *Vibration Testing Equivalence*
- ISTA –*International Safe Transit Association – Procedures*
- AIDIMA – *Proyectos e Informes Laboratorio*