



CUADERNO MONOGRAFICO DE ENVASE Y ENBALAJE

EMBALAJE INDUSTRIAL

INSTITUTO ESPAÑOL DEL ENVASE Y ENBALAJE, S.A.  
Bretón de los Herreros, 57  
28003 M A D R I D

Teléfono : 442.34.81



## I N D I C E

	<u>Páginas</u>
. Leyes del Movimiento de Newton .....	1
. Ejemplos de fuerza.....	1
. Factor G .....	2
. Velocidad .....	2
. Aceleración debida a la gravedad.....	3
. Distancia o desplazamiento.....	4
. Fuerza .....	4
. Factor de fragilidad .....	6
. Factores G de transporte.....	6
. Cantidad de movimiento .....	6
. Aplicaciones de conceptos básicas.....	7
. Cuerpo con caída libre .....	7
. Factor "G" y mitigación del cheque.....	9
. Elementos de cálculos de amortiguamiento.....	9
. Relación esfuerzo - Deformación.....	9
. Definición de esfuerzo y deformación.....	9
. Relación aceleración - Deceleración a factor "G",...	10
. Vibración.....	11
. Los elementos de la vibración .....	11
. Frecuencia .....	12
. Amplitud .....	12
. Frecuencia natural .....	13
. Frecuencia forzada .....	13
. Resumen .....	13
. Cálculos de amortiguamiento .....	16
. Datos determinados por cálculos .....	18
. Selección de amortiguamiento.....	19
. Características del material de amortiguamiento....	21
. Métodos de prueba .....	25
. Corrosión .....	25



## EMBALAJE INDUSTRIAL

El embalaje industrial se ocupa de todos los embalajes y de su contenido, excluyendo de esta consideración aquellos que sean envases de uso directo por el consumidor.

### Leyes del Movimiento de Newton

Estas leyes de la dinámica se refieren a las causas del movimiento.

Primera ley - Un cuerpo en reposo permanece en reposo y un cuerpo en movimiento continúa moviéndose a velocidad constante y en línea recta, a menos que sobre el cuerpo actúe una fuerza no equilibrada.

Segunda ley - Una fuerza no equilibrada que actúa sobre un cuerpo produce en él un movimiento acelerado en la dirección de la fuerza, siendo la aceleración directamente proporcional a la fuerza e inversamente proporcional a la masa del cuerpo.

Tercera ley - A toda acción acompaña una reacción que es igual en magnitud y de sentido contrario.

### Ejemplos de fuerza.

Una fuerza es un empuje a una tracción que se ejerce sobre un cuerpo, generalmente resultante de causas tales como :

La atracción de la gravedad; como en el caso de un libro que -



La atracción magnética; como en el caso de la fuerza ejercida sobre el acero de un imán.

Contacto directo, en el que un cuerpo toca y produce un efecto sobre otro; tal como en el caso de un blanco que detiene una bala que se disparó.

Una fuerza actúa en un punto, tiene magnitud y dirección.

Existe equilibrio allí donde las fuerzas se equilibran y dan un resultado de cero.

Cuando no existe equilibrio, es decir, cuando hay una fuerza o juego de fuerzas no equilibradas actuando sobre un cuerpo, entonces hay aceleración o desaceleración.

#### Factor G.

La gravedad hace que los cuerpos se aceleran a razón de  $981 \text{ cm/seg.}^2$  (g). La fuerza necesaria para producir esta aceleración se conoce como g. Si un cuerpo se acelera a  $9.810 \text{ cm/seg.}^2$ , su aceleración es 10 veces la producida por la gravedad. Su factor G es 10.  $G = A/g$ .

Para explicar el factor "G" es necesario examinar los conceptos básicos de velocidad, aceleración, desplazamiento o distancia y fuerza.

#### Velocidad.

Es la relación del espacio recorrido por un móvil que se desplaza en una dirección dada al tiempo empleado en recorrer ese espacio.

Supongamos que un cuerpo se mueve del punto 1 al punto 2, a lo largo de una línea recta, en un intervalo de tiempo T. La velo-



La velocidad media del cuerpo que se mueve es  $V = D/T$  y la dirección de la velocidad es a lo largo de una línea recta.

Distancia = 304 cm.

Tiempo = 2 segundos

$$V_m = D/T; \quad V_m = 304/2; \quad V_m = 152 \text{ cm. por segundo}$$

Este ejemplo ha supuesto una velocidad constante. Generalmente, la velocidad de un cuerpo no es constante, sino que cambia a medida que se hace que el cuerpo se mueva por diversas fuerzas.

La aceleración es la relación del tiempo con el cambio de velocidad.

Después de que un coche ha arrancado, y durante el intervalo de tiempo hasta que se alcanza la velocidad deseada, el coche pasará a través de un período de velocidad progresivamente creciente. El régimen o ritmo al que la velocidad cambia de un instante a otro es la aceleración.

Después que el coche ha alcanzado su velocidad máxima, la aceleración viene a ser cero.

La ecuación para computar la aceleración media es :  $a = \frac{V_f - V_i}{t}$

Ejemplo : Supongamos  $V_f = 456$  cm. por segundo

$V_i = 304$  cm. por segundo

$t = 2$  segundos

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} \quad a = \frac{456 - 304}{2} = 75 \text{ cm. por segundo. por segundo o } 75 \text{ cm. por segundo}^2.$$

Aceleración debida a la gravedad.



Es la aceleración de un cuerpo que cae libremente y que es originada por la fuerza de la gravedad.

Se ha determinado que la aceleración debida a la gravedad es constante para todos los cuerpos, independientemente de sus dimensiones.

A la aceleración de la gravedad la denominamos "g"

El valor numérico dado a "g" es 981 cm. por seg.<sup>2</sup>

Al final del primer segundo un objeto caerá a la velocidad de - 981 cm. por segundo; al final de los dos segundos recorrerá --- 1962 cm. por segundo; al final de los tres segundos, 29,43 m. por segundo.

#### Distancia o desplazamiento.

Es la medida de la separación de dos puntos en el espacio en relación con el tiempo.

La ecuación para computar la distancia es  $d = vt$ .

Ejemplo : Supongamos  $v = 365$  cm. por segundo  
 $t = 10$  segundos

$$d = vt; \quad d = 365 \text{ cm. por seg.} \times 10 \text{ seg.} = 3650 \text{ cm (distancia)}$$

La distancia es importante en su aplicación a las pruebas de caída, a la determinación del espesor de amortiguamiento y para determinar la magnitud de choque que un artículo puede resistir -- sin daño.

#### Fuerza.

Es el empuje o la tracción originada por un agente que actúa sobre un cuerpo.



Al objeto de comprender mejor la relación entre la fuerza y el factor "G", debemos emplear la Segunda Ley de Newton.

Comenzando con la ecuación básica  $F = M \times a$

La fuerza (F) = fuerza externa sobre un cuerpo en kg.

La masa (M) es una constante para un cuerpo determinado. Es una medida de la inercia de un cuerpo en respuesta a una fuerza.

Aceleración (a) = cuando la aceleración es debida a la gravedad y entonces  $a = g$  (981 cm. por  $\text{seg}^2$ ).

$$F (\text{gravedad}) = M \times g$$

La fuerza de la gravedad sobre un cuerpo en reposo debe ser la misma que sobre el cuerpo cuando está cayendo. Por consiguiente la fuerza de la gravedad sobre un cuerpo es su peso (W).

$$W = M \times g, \quad \delta$$

$$M = W/g$$

En la ecuación original, M puede ser reemplazado por su equivalente  $W/g$ .

$$F = W/g \times a$$

Escribiéndola nuevamente, la ecuación antes citada se transforma en

$$F = W \times a/g$$

Ha sido costumbre, en los cálculos sobre impacto y vibración, utilizar la relación  $a/g$  mejor que la "a" misma. Por consiguiente,  $G = a/g$ .

Ejemplo : Si un cuerpo tiene una aceleración de 98, 1 m. por  $\text{seg}^2$  la ecuación indicaría



$$G = a/g; \quad G = 98,1 \text{ m/seg.}^2 / 9,81 \text{ m seg.}^2 = 10$$

El cuerpo tiene una aceleración de 10 g.s

El factor "G" es 10.

Utilizando "G" en lugar de  $a/g$ , la ecuación se transforma en :

$$F = W \times G \quad \text{ó} \quad F/W = G$$

#### Factor de fragilidad.

El número de aceleraciones por encima de la aceleración debida a la gravedad que un objeto puede soportar sin daños.

Por ejemplo, si el Factor de Fragilidad de un artículo es 50, este artículo puede someterse con seguridad a una aceleración 50 veces superior a la de la gravedad (g).

Asimismo, aplicando la ecuación  $F = W \times G$ , debe darse que cada componente del artículo puede resistir una fuerza de 50 veces - su peso.

Se producirán daños al artículo cuando las fuerzas que se le imponen exceden de la resistencia del artículo.

#### Factores G de transporte.

Buques	-	0
Camiones	-	hasta 5
Ferrocarril	-	hasta 5
Aviones	-	hasta 5

#### Cantidad de movimiento

La cantidad de movimiento de un cuerpo que se mueve se expresa



por el producto de su peso por su velocidad.  $M = Wv$ . Se expresa en unidades de peso y velocidad/tiempo. Por ejemplo, un cuerpo que pesa 4,54 kg. y que se mueve a 91 cm. por seg. tiene una cantidad de movimiento de 4,13 kg. m/seg.

La tercera ley de Newton (mejor expresada como la ley de la Conservación de la Cantidad de Movimiento) expresa que el cambio de cantidades de movimiento de dos cuerpos antes y después del impacto son los mismos. A toda acción corresponde una reacción igual y de sentido contrario.

### Aplicaciones de conceptos básicos.

#### Cuerpo con caída libre

Supongamos que un hombre salta desde un puente que está a 22,8 m. por encima del agua, y en el momento de chocar con el agua iba descendiendo a 19,6 metros por segundo, y se hace más lenta su marcha hasta la parada completa en un segundo; se habría visto sometido a 2 "Gs".

$$a = \frac{V_f - V_i}{t} = \frac{0 - 19,6}{1} = 19,6 \text{ m. por seg.}^2$$

$$a/g = 19,6/9,8 = 2 \text{ Gs}$$

Supongamos, empero, que no hubiera caído en el agua sino que hubiera caído sobre un montón de arena y hecho más lenta la marcha hasta la parada en una décima de segundo; se hubiera visto entonces sometido a una fuerza de 20 "Gs".

Cuerpo que cae libremente con amortiguamiento.

Un artículo se envuelve en un material de amortiguamiento que, a su vez, va metido dentro de un embalaje.

Cuando el embalaje se deja caer desde una altura sobre una base



firme, el embalaje inmediatamente se para cuando establece contacto con la base, pero el contenido del embalaje continúa moviéndose.

El embalaje exterior se para, entonces el artículo que va en el interior continúa moviéndose dentro del almohadillado o materia de amortiguamiento hasta que la resistencia del material de amortiguamiento es lo bastante grande para parar el movimiento del artículo embalado.

El régimen de cambio de velocidad con que el objeto viene a quedar en reposo después del impacto del embalaje se llama desaceleración o deceleración

El valor de deceleración en valores "G" es una buena medida del choque a que el objeto se ve sometido a causa del impacto.

La ecuación para determinar la deceleración es la misma que para la aceleración, con la excepción de que los valores matemáticos son negativos.

Relacionemos la Aceleración-Desaceleración con el factor "G".

#### Aceleración y factor "G" (A-B)

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}; \quad a = \frac{981 - 0}{1} = 981 \text{ cm. por seg.}^2$$

$$G = \frac{a}{g}; \quad G = \frac{981 \text{ cm. por seg.}^2}{981 \text{ cm. por seg.}^2} = 1 \text{ (Factor G)}$$

#### Deceleración y Factor "G" (B-C)

$$a = \frac{V_f - V_i}{t}; \quad a = \frac{0 - 981 \text{ cm.}}{0,1} = 9810 \text{ cm. por seg.}^2$$

$$G = \frac{a}{g}; \quad G = \frac{9810 \text{ cm. por seg.}^2}{981 \text{ cm. por seg.}^2} = 10 \text{ (Factor "G")}$$



## Factor "G" y Mitigación del Choque

El objetivo de una mitigación del choque es amortiguar el choque y las fuerzas de vibración.

El choque es una perturbación generada en un cuerpo, originada por un cambio súbito en su velocidad.

### Elementos de cálculos de amortiguamiento

Clasificación de Fragilidad ( se sugiere)

- 0 - 25 Gs. Instrumentos electrónicos muy delicados y de aviación.
- 26 - 50 Gs. Voltímetros amperímetros e instrumentos eléctricos básicos.
- 51 - 100 Gs. Aparatos de medida de vapor y eléctricos e instrumentos de laboratorio.
- 101 - 125 Gs. Herramientas e instrumentos ligeros
- 126 - 150 Gs. Artículos fuertes que requieran un mínimo de protección contra el choque.

### Relación Esfuerzo - Deformación

El amortiguamiento debe seleccionarse para que cumpla con dos exigencias.

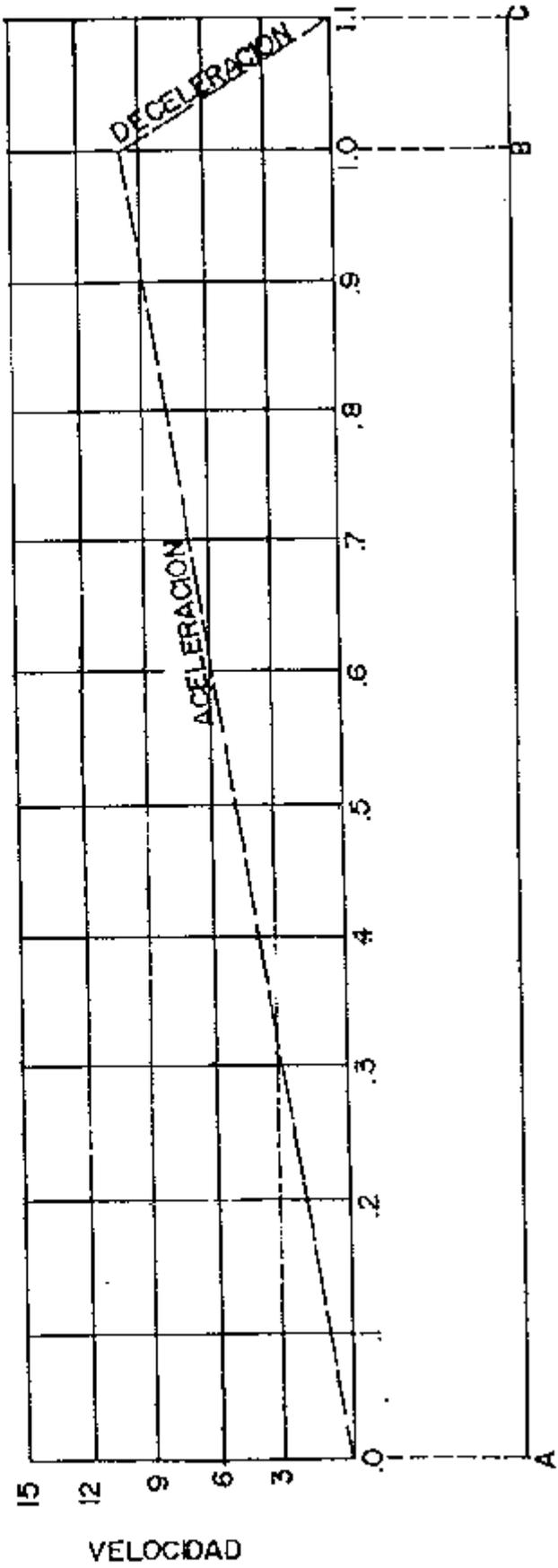
- El elemento amortiguador debe absorber o disipar toda la energía generada por el objeto que cae.
- La fuerza máxima (aceleraciones) que actúa sobre el cuerpo no puede exceder de la fuerza (aceleraciones) que causará daños al objeto.

### Definición de esfuerzo y deformación.

Esfuerzo es la fuerza por unidad de superficie expresada en gra-



RELACION ACELERACION-DECELERACION A FACTOR "G"





Deformación es la cuantía de la flexión del elemento amortiguador bajo una carga dada.

### Vibración

Muchos cuerpos o artículos pueden ser susceptibles de recibir daños debido a una prolongada o permanente vibración de una frecuencia determinada así como también por un choque pasajero o transitorio.

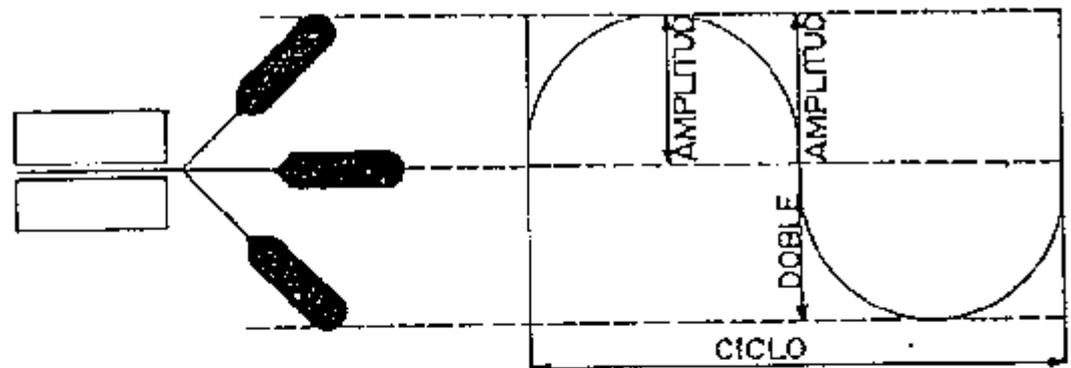
Las frecuencias y márgenes de aceleración que se encontrarán - más frecuentemente en los diversos medios de transporte son como sigue :

<u>Medio de transporte</u>	<u>Margen de frecuencia</u>	<u>Margen de fuerza</u>
Ferrocarril	2 - 10 c.p.s.	0,4 g's.
Camión	5 - 23 c.p.s.	0,5 g's.
Avión	10 - 100 c.p.s.	0,5 g's.
Buque	2 - 10 c.p.s.	0,3 g's.

### Los elementos de la vibración

Utilizando un cuchillo de acero ordinario de cocina, sujétese a presión la hoja sobre una superficie firme, dejando el mango - que se proyecte hacia afuera sobre el borde de la superficie, y dése un golpe en el mango. Esto hará que la parte del mango vibre.

Cuando el mango del cuchillo se mueve desde el centro hasta el punto más elevado y después baja hasta el punto más bajo, volviendo luego hacia el centro, podríamos trazar, siguiendo este movimiento, la curva siguiente :



Si la hoja la movemos más hacia dentro (la metemos más), para acortar la longitud de la hoja, el resultado sería una frecuencia más elevada; e inversamente, tendremos una frecuencia más baja si movemos hacia fuera la hoja del cuchillo.

Si para producirse un ciclo se tarda 1 segundo, se expresará como un cps. Si un ciclo tarda en producirse medio segundo, la frecuencia será entonces 2 ciclos por segundo.

### Frecuencia

Es el número de ciclos por unidad de tiempo.

### Amplitud.

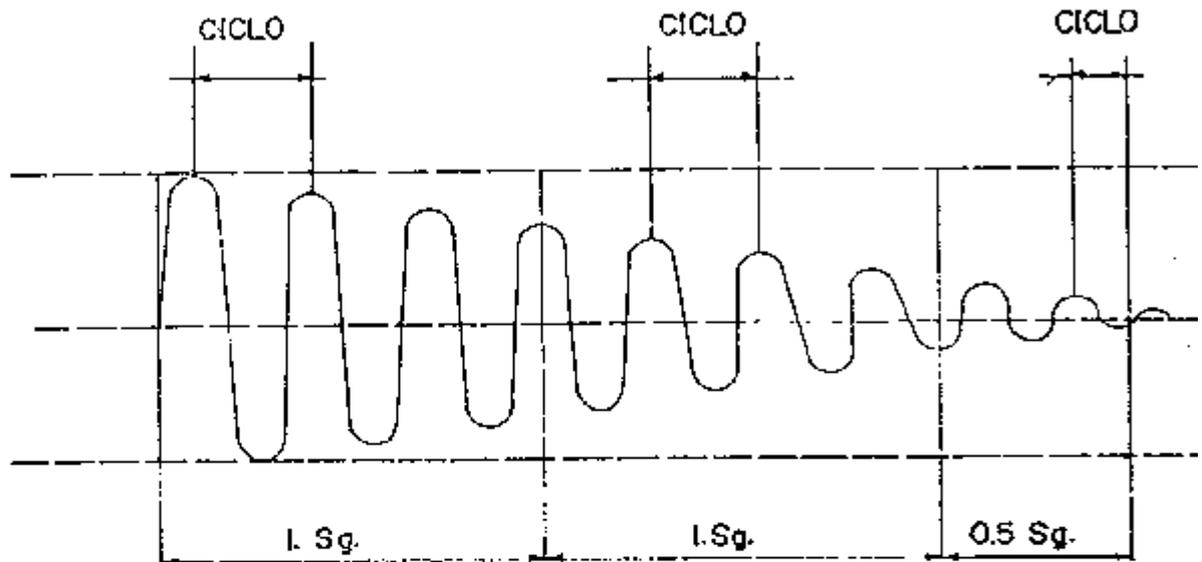
Se define como el desplazamiento máximo de un cuerpo desde su posición de equilibrio.

La amplitud está representada como la distancia desde el punto del eje de referencia hasta la parte superior de la cresta superior o del fondo del ciclo.

En el análisis de la vibración, el término más general empleado es amplitud doble, que es la distancia desde la parte superior hasta el fondo del ciclo.



Suponiendo que la hoja del cuchillo esté asegurada firmemente, de suerte que la frecuencia natural sea 4 ciclos por segundo y que tarda 2,5 segundos hasta que quedo en reposo, la gráfica - en un osciloscopio aparecería de esta forma :



La distancia  $x$  no disminuye pero la amplitud se hace menor. Esto significa que la frecuencia de las vibraciones no cambia, pero sí cambia la amplitud. Las fuerzas friccionales hacen parar al cuchillo.

#### Frecuencia natural.

Es la frecuencia inherente a la cual el cuerpo vibrará debido a sus características de elasticidad y masa.

#### Frecuencia forzada.

Es aquella frecuencia que es resultado de una fuerza excitada periódica, que actúa sobre un cuerpo.

Como ilustración a este tipo de fuerza tenemos la reacción de un vagón de mercancías cuando está marchando.

Cada vez que la rueda establece contacto con las juntas del carril se produce un pequeño choque.



Dado que este choque se va repitiendo constantemente, viene a ser una fuerza excitada periódica, que da origen a vibraciones forzadas de frecuencias forzadas.

### Resonancia.

Se define como la condición que se da cuando se produce la vibración forzada en la misma frecuencia que la frecuencia natural del cuerpo.

Si la frecuencia fuera agitada con una frecuencia de 4 ciclos por segundo y la frecuencia natural del cuchillo fuera la misma, las dos frecuencias estarían en resonancia.

La amplitud del mango del cuchillo o la distancia vertical que recorre, puede en realidad ser más grande que la amplitud de la mesa.

### Amortiguamiento.

Amortiguamiento es una reducción de fuerza y amplitudes por fricción.

La fricción puede estar compuesta por resistencia del aire, histeresis mecánica, resistencia hidráulica y otras fuerzas de resistencia.

Cuando las fuerzas de resistencia son despreciables, el cuerpo se dice que está no amortiguado.

### Modos.

Los diferentes ejes se denominan modos, y los tres modos que pueden o que deben analizarse incluyen los ejes vertical, horizontal o transversal y el longitudinal.



## RESUMEN

Cuando se conocen las frecuencias y amplitudes de vibración se puede calcular "G". Las vibraciones permanentes crean fuerza "G", que varían armónicamente mientras que las vibraciones -- transitorias o pasajeras producidas por impactos crean fuerza "G" que varían irregularmente.

La frecuencia natural más baja de cualquier componente del producto embalado debe determinarse primeramente y los sistemas de suspensión deben ser diseñados para aislar todas las frecuencias cerca del punto de resonancia.

Los sistemas de suspensión resiliente tendrán frecuencia resonantes y cuando se excitan en aquellas frecuencias o cerca de ellas, responderán con un movimiento ampliado en uno o más modos. Las fuerzas externas que actúa sobre el sistema de suspensión se pasan entonces al producto en forma amplificada.

Todas las formas de transporte harán vibrar los productos que se transportan, pero algunas formas de transporte tienen ciertas frecuencias o márgenes de frecuencia, que predominan.

Cada pieza del producto embalado y el sistema de suspensión tiene su propia frecuencia natural, que puede ser computada matemáticamente o por ensayos.

Los márgenes de frecuencia forzada que se encuentran en los medios de transporte son razonablemente amplios y frecuencias de susadas se imponen debido a las ruedas, carreteras, mares agitados y otras circunstancias o condiciones. Por consiguiente, resulta práctico calcular la frecuencia natural que se supone del sistema de suspensión y conociendo la frecuencia forzada, determinar las técnicas de amortiguamiento más prácticas y los materiales de amortiguamiento que facilitarán la mínima transmisibilidad.



### Cálculos de amortiguamiento

La función del amortiguamiento es proteger el producto de los factores "G" excesivos, sea cual sea la causa de ellos.

Al objeto de hacer los cálculos de amortiguamiento, deben conocerse los factores siguientes :

w - Peso del producto

h - Altura de caída que representan las condiciones reales de expedición o de transporte (usualmente 90 cms.)

Teniendo en cuenta la depresibilidad y la capacidad de soportar cargas del amortiguamiento, el diseño puede requerir configuraciones especiales del material.

Ningún material de amortiguamiento vale como respuesta a todos los problemas de envase y embalaje.

Se han desarrollado diversos métodos y procedimientos, cada uno de los cuales es eficaz dentro de su margen de aplicación. El amortiguamiento debe concebirse y realizarse de acuerdo con las necesidades del artículo a embalar y las exigencias ambientales.

### Funciones del amortiguamiento.

Una de las funciones primarias del amortiguamiento es absorber energía transmitida como resultado de un impacto o vibración.

Para distribuir las fuerzas : los materiales de amortiguamiento disminuyen el choque al producto por distribución de las fuerzas que pueden causar daños sobre una superficie mayor, reduciendo así la concentración de energía en un punto cualquiera de la superficie del producto.

Para reducir al mínimo el movimiento y la vibración: El amorti



guamiento, cuando se aplica adecuadamente, limita el movimiento libre de un artículo dentro de la barrera o de los embalajes y tiende a amortiguar las vibraciones debidas a las fuerzas externas.

Para evitar la abrasión de superficie: En casos en los que un artículo es lo bastante resistente para resistir el choque y la vibración sin daños, pero tiene superficies muy pulimentadas -- que podrían resultar dañadas por materiales barrera ásperos o la superficie de los embalajes, se utiliza el almohadillado o amortiguamiento para evitar la abrasión de superficie.

Cada material tiene sus propias características, lo que le hace ser útil en diversos grados de eficiencia.

Dado que el amortiguamiento varía grandemente en eficiencia, deben considerarse los factores implicados en la selección de materiales y diseño de embalaje.

El almohadillado o material de amortiguamiento debe comprimirse suficientemente para dar la cantidad requerida de amortiguamiento al objeto embalado en la deceleración.

Para lograr esto, el amortiguamiento debe realizarse técnicamente, de suerte que la carga aplicada sea absorbida suficientemente como para reducir las fuerzas de choque a un nivel seguro.

Para prevenir que los bordes o salientes afilados de un artículo rompan el envase o los materiales barrera : En algunos casos, el amortiguamiento se realiza principalmente para proteger el embalaje o el material barrera que tiene dentro al artículo y no el artículo mismo.

Para proteger piezas delicadas o frágiles componentes del artículo: A veces las piezas frágiles o delicadas forman parte de productos, por otra parte fuertes, y pueden ser desmontados y embaladas separadamente. El amortiguamiento sirve para proteger



las piezas delicadas de las fuerzas de choque cuando el producto solamente puede resistir fuerza "g" extremadamente bajas.

- G - Fragilidad máxima del producto envasado Gs.  
(Véase la clasificación más arriba)
- a - Apoyo del amortiguamiento (esto es la superficie del producto que se apoyará directamente contra el amortiguamiento).
- e - Factor de absorción de energía.

#### DATOS DETERMINADOS POR CALCULOS

Fuerza máxima admisible sobre el amortiguamiento (la cantidad de fuerza o esfuerzo dada al amortiguamiento por el producto, como resultado de la caída).

- T - Espesor de amortiguamiento preciso para proteger el producto de daños.

Determinar la F. a ejercer sobre el amortiguamiento sustituyendo los valores conocidos en la siguiente ecuación :

$$F = \frac{WG}{A} \text{ gr./cm.}^2 \text{ ó kg./m}^2$$

Ejemplo : Supongamos

$$W = 1.021 \text{ gr.} \quad Gs = 32 \quad A = 233 \text{ cm.}^2$$

$$F = \frac{WG}{A} \quad F = \frac{1.021 \cdot 32}{233} = 140 \text{ gr./cm.}^2$$

Determinemos T sustituyendo los valores conocidos en la siguiente ecuación :

$$T = \frac{Wh}{Ae}$$



Ejemplo : Supongamos

$$W = 1.021 \text{ gr.} \quad h = 76,2 \text{ cm.} \quad A = 233 \text{ cm.}^2 \quad e = 0,02 \text{ cm/gr.}$$

$$T = \frac{Wh}{Ae} ; T = \frac{1.021 \text{ gr.} \times 76,2 \text{ cm.}}{233 \text{ cm.}^2 \times 0,02 \text{ cm/gr.}} = 13,2 \text{ cm.}$$

Los cálculos arriba indicados están basados en condiciones estáticas y no han de confundirse con las condiciones de carga rápida o carga dinámica.

### Selección de amortiguamiento

Se utilizan diversos métodos y materiales para el amortiguamiento de los productos como medio de reducir las fuerzas de choque.

El método más sencillo es rodear el artículo con algún tipo de material de amortiguamiento.

Los materiales empleados pueden ser celulósicos, caucho, fibra de vidrio o materiales sintéticos.

Cada material tiene sus propias características, lo que da lugar a que muestren diversos grados de eficiencia.

Dado que el amortiguamiento varía grandemente en eficiencia, deben considerarse los factores implicados en la selección de materiales y el diseño del envase o embalaje.

El material de amortiguamiento debe comprimirse suficientemente para que nos dé la cantidad de amortiguamiento precisa para ese artículo en la deceleración.

Para lograr esto, el amortiguamiento debe proyectarse y realizarse de suerte que la carga aplicada sea absorbida suficientemente como para reducir las fuerzas de choque a un nivel seguro.

Teniendo en cuenta la depresibilidad y la capacidad de soportar



la carga del material de amortiguamiento, el diseño puede requerir configuraciones especiales de material.

Ningún material de amortiguamiento aislado es la respuesta a todos los problemas de embalaje.

Se han desarrollado diversos métodos y procedimientos, cada uno de los cuales es eficaz dentro de su esfera de aplicación. El amortiguamiento debe ser proyectado y realizado de conformidad con las necesidades del artículo a embalar y las exigencias ambientales.

Los materiales de amortiguamiento se comportan diferentemente en condiciones similares.

Las suposiciones no realistas al seleccionar un amortiguamiento, pueden traducirse a se traducirán en un diseño poco realista.

La selección idónea de un amortiguamiento para una aplicación dada, se basa en :

- La naturaleza del artículo a embalar.
- Las características del material de amortiguamiento.

La naturaleza del artículo : El artículo ha de considerarse principalmente desde el punto de vista de su fragilidad, peso y acabado de superficie.

Fragilidad: La fragilidad es quizá el factor más importante cuando se procura amortiguamiento para que facilite protección contra el choque y la vibración. Se dice que un artículo es frágil cuando puede resistir muy poco impacto sin sufrir daños. La fragilidad se expresa en términos de "Factor G".

En los usos de envase y embalaje, el término Factor G ha venido a aceptarse como un término que indica la medida de la capacidad de un objeto para resistir los efectos nocivos que resulten o -



que se produzcan por la fuerza de aceleración (deceleración) en relación con la aceleración de la gravedad. El Factor G es una expresión de la fuerza de impacto que un artículo puede resistir sin sufrir daños.

El Factor G de un artículo deberá determinarse partiendo de la capacidad de su parte más frágil para resistir el choque.

En vista de la falta de valores establecidos de factor G para la mayoría de los productos, la determinación del amortiguamiento adecuado a aplicar a un artículo frágil se basará, siempre que sea practicable, en una prueba real del embalaje completo.

Peso : El peso del artículo tiene una repercusión directa sobre la densidad del material de amortiguamiento.

Cuando hay demasiado peso concentrado sobre un material de amortiguamiento, lo comprime hasta tal punto que se pierde su capacidad de absorción de choques.

Por regla general, cuanto más pesado es el artículo tanto más denso y firme debe ser el material de amortiguamiento.

Acabado de superficie: El material de amortiguamiento ácido, higroscópico, abrasivo o áspero, nunca debe emplearse en contacto directo con superficies muy bien terminadas o con tolerancias muy rigurosas. Dichas superficies deberán envolverse primeramente con un material barrera no corrosivo, para evitar la abrasión y la acción corrosiva sobre las superficies críticas.

#### Características del material de amortiguamiento

##### Resiliencia :

Cuando un material de amortiguamiento tiene la capacidad de mostrar una recuperación elástica a su primitiva forma y espesor -



después de haber sido comprimido bajo una carga, se dice que tiene resiliencia.

#### Curso de compresión.

Cuando una carga se aplica a un material de amortiguamiento éste pierde algo de su espesor original. Al retirar la carga, la diferencia entre el espesor del material comprimido y su espesor original es lo que se conoce como curso de compresión.

Para determinar el curso de compresión :

Los materiales de amortiguamiento pueden tener que ser acondicionados antes de que se pueda determinar. Factores tales como cargas aplicadas, temperaturas bajo carga, temperaturas de enfriamiento y elementos de tiempo, son factores que han de considerarse.

#### Desviación.

Esto es la pérdida en espesor por compresión, debido a la carga aplicada a lo largo de un período de tiempo. Esto es acontecimiento normal en un embalaje, en el que el peso del producto comprime el material de amortiguamiento.

#### Capacidad de absorción de líquido.

La capacidad de absorción de líquido de los materiales de amortiguamiento varía desde los materiales altamente absorbentes a los muy poco absorbentes.

En algunos casos resultará ventajoso el empleo de materiales de amortiguamiento que absorba líquidos, debido al escape o a rotura del embalaje durante el transporte.

Cuando tratemos de proporcionar amortiguamiento a artículos de



metal o a artículos hechos de materiales orgánicos, que resultarán averiados por la presencia de humedad ó vapor, la calidad de baja absorción en el material de amortiguamiento será la que habrá que emplear.

#### Valor pH.

Muchos materiales de amortiguamiento no son químicamente neutros o bien sus valores pH son desconocidos. En presencia de humedad, estos materiales darán lugar a corrosión sobre superficies metálicas no protegidas. Estos materiales no pueden usarse dentro de barreras impermeables al agua o al vapor, como envolturas iniciales allí donde no se requieren materiales a prueba de grasa, a menos que se cumpla con las exigencias relativas a contenido ácido y pH, tal como se establece en las normas MIL-P-116.

#### Desintegración en polvo.

Los materiales de amortiguamiento cerrados están sometidos a numerosos choques reversibles durante el transporte y manipulación que se pueden traducir en su desintegración y en la formación de polvo o partículas sueltas. Dado que algunos mecanismos pueden resultar gravemente afectados por el aprisionamiento de polvo, deben tomarse precauciones para protegerlos con envolturas iniciales u otros medios adecuados. La desintegración en polvo puede constituir un grave problema si los materiales de amortiguamiento se aplican sueltos y si están excesivamente secos.

#### Densidad es peso por unidad de volumen.

Cuanto más denso es el material tanto menos resistencia se logra. El peso del artículo envasado influye sobre la densidad del material. La densidad del material se traduce en más resistencia a las fuerzas aplicadas.

#### Resistencia a la humedad.

El material de amortiguamiento con una elevada resistencia a la



humedad es deseable. Por regla general, la absorción de humedad reduce la capacidad del material de absorber fuerzas de choque e incrementar el curso y la desviación.

#### Resistencia a los hongos.

Los hongos tienden a destruir las calidades deseables del material de amortiguamiento, rompiendo la estructura de fibra. A un artículo envasado se le puede originar corrosión como resultado de los hongos.

#### Resistencia al fuego

Las especificaciones oficiales relativas a materiales de amortiguamiento pueden incluir una exigencia de que el material sea resistente al fuego. Y no son muchos los materiales que están clasificados como incombustibles.

#### Exigencias térmicas.

Algunos artículos deben ser protegido del calor y/o del frío. Un material de amortiguamiento con calidades aislantes puede ser preciso para proteger ese artículo.

#### Limitaciones de temperatura.

La aplicación de amortiguamiento para usos militares puede estar sometidas a exigencias en cuanto a temperatura, desde  $-54^{\circ}\text{C}$  a  $71^{\circ}\text{C}$ .

Las altas temperaturas pueden dar lugar a un curso o a una desviación incrementados.

Las bajas temperaturas pueden dar lugar a fragilidad o a resistencia a la fuerza de choque.

#### Abrasividad.



Muchos materiales de amortiguamiento ejercerán una acción abrasiva sobre los artículos embalados. Debe tenerse cuidado de -- que el amortiguamiento abrasivo no entre en contacto con superficies críticas. Puede emplearse una envoltura aislante entre las superficies críticas y el amortiguamiento abrasivo.

#### Métodos de prueba.

Los embalajes solos y los embalajes con el producto para el que han sido diseñados pueden ser probados en laboratorios, para simular las fuerzas G que se espera encuentre el embalaje en su utilización real.

Los resultados de las pruebas ofrecen una guía en la selección de materiales de la resistencia adecuada. Y se determina la eficiencia de los materiales de amortiguamiento y de los elementos sujetadores.

Los métodos de pruebas usuales son :

- Tambor giratorio.
- Prueba de caída.
- Prueba de impacto en plano inclinado.
- Prueba de vibración.

#### Corrosión.

La corrosión es originada por la reacción química del agua en presencia de oxígeno, con algunos metales.

El control se realiza por los siguientes medios :

- Permitiendo al embalaje que respire, al objeto de mantener un humedad uniforme en sus contornos.



- Por el empleo de desecantes ( el producto usualmente está dentro de una envoltura o bolsa a prueba de humedad ) o - utilizando sustancias anti-corrosión con una elevada afinidad por el oxígeno.
  
- O por medio de revestimiento para proteger las partes vulnerables.

.....

# Embalajes de madera

## La madera y la clavazón

UNE  
49 001 h2

### 1. Objeto

Esta norma tiene por objeto establecer reglas generales aplicables a toda clase de embalajes de madera, relativas a las especies utilizables, defectos o anomalías en la madera y tolerancias admisibles, grado de humedad y su determinación.

Se refiere también a la clavazón, dando reglas sobre el modo de efectuarla e indicando las características y medidas más corrientes de los clavos que se utilizan para embalajes.

### 2. Madera para embalajes

**2.1 Especies de madera.** Salvo especificación expresa, las especies de madera utilizables para embalajes podrán ser las siguientes:

**2.11 Coníferas.** Pino, en sus distintas especies, y abeto.

**2.12 Frondosas.** Corrientemente chopo y eucalipto, pudiendo utilizarse también plátano, olmo, fresno, roble, aliso y tilo.

**2.2 Defectos o anomalías de la madera. Definiciones.** A los fines del embalaje, los principales defectos o anomalías que deben tenerse en cuenta son los siguientes:

**2.21 Fendas de desecación.** Son hendiduras longitudinales, que se presentan generalmente en las capas externas de la madera apeada y que son debidas a la contracción producida en ésta por la desecación. Sinónimos: *Fendas de madera*, *Venteaduras*.

**2.22 Madera de fibras desviadas.** Es aquella cuyas fibras en vez de seguir la dirección del eje del árbol, aparecen apartadas bien en sentido diagonal o en espiral (*fibras reviradas*), o en una combinación de ambas direcciones. Sinónimo: *Fibras torcidas*.

**2.23 Gema.** Es la falta de madera que aparece en los aristas o en el cuerpo de una pieza escuadrada, por mostrarse la parte redondeada de la superficie del árbol o por cualquier otra causa.

**2.24 Madera picada.** Es la que presenta agujeros o galerías, que pueden ser producidos por insectos, si se trata de madera expuesta al aire o en contacto del suelo, o por moluscos y crustáceos, en el caso de madera inmersa en el mar.

**2.25 Nudos.** El nudo es una anomalía local de la estructura de la madera, producida por una rama de un tronco que va quedando englobada en el mismo, a medida que se producen los sucesivos crecimientos de éste.

**2.251 Nudo adherente.** Es aquel cuyos tejidos son solidarios con los de la madera que lo rodea.

**2.252 Nudo sano.** Es el constituido por tejidos no alterados.

**2.253 Nudo vicioso o podrido.** Es el que tiene sus tejidos podridos o alterados, total o parcialmente.

**2.254 Nudo suelto.** Es aquel en que los tejidos de la rama que lo produce, no son solidarios con los de la madera que lo rodea y suele separarse de ésta al desecarse.

**2.26 Pudrición de la madera.** Alteración física y química de la madera por acción de un complejo de procesos oxidantes e hidrolizantes originados por hongos (a veces asociados con bacterias), que se manifiesta por un cambio de la coloración normal y una disminución de la consistencia de la madera, más o menos acentuadas, según la fase en que se encuentra la pudrición.

**2.27 Madera teosa.** Alteración de la madera de algunos pinos, causada por extravasaciones de la resina y caracterizada por la presencia, en la madera, de zonas de coloración más oscura que la normal.

**2.3 Humedad de la madera.** El grado de humedad de la madera es de gran importancia a los efectos del embalaje no sólo por lo que influye, en el mayor o menor peso de éste, sino también por cuanto afecta a las características de resistencia de la madera, adherencia de la clavazón y conservación de los materiales que hayan de ser envasados. Maderas cuyo grado de humedad exceda del 20 %, son inadecuadas para embalaje de artículos metálicos susceptibles a corrosión.

Como regla general el grado de humedad de la madera para embalajes, no podrá exceder del 18 %, salvo especificación expresa que pueda elevar el máximo admisible hasta el 20 %.

**2.31 Determinación de la humedad de la madera.** De la pieza de madera cuya humedad se trate de determinar, se extraerá una sección de 25 mm de larga aproximadamente y cuyo ancho y alto sean los de la pieza. Dicha muestra se extraerá a una distancia no inferior a 150 mm de cualquiera de los extremos. Se pesa la muestra y seguidamente se introduce