

COLECCIÓN FORMACIÓN PROFESIONAL PARA EL SECTOR DEL CARTÓN ONDULADO

VOLUMEN 1

MANUAL DE ELABORACIÓN DEL CARTÓN ONDULADO



MANUAL DE ELABORACIÓN DEL CARTÓN ONDULADO

COLECCIÓN FORMACIÓN PROFESIONAL PARA EL SECTOR DEL CARTÓN ONDULADO

VOLUMEN 1

PROMOTOR:

FINANCIADO POR EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y CIENCIA Y FONDO SOCIAL EUROPEO

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE ENVASES Y EMBALAJES DE CARTÓN ONDULADO

REALIZA:

ASIMAG S.L.

SOLICITANTE DEL ESTUDIO

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE ENVASES Y EMBALAJES DE CARTÓN ONDULADO

COORDINACIÓN DEL ESTUDIO

ASIMAG S.L.

DIRECCIÓN TÉCNICA

ALBERTO ZUMETA (AFCO)

EQUIPO DE TRABAJO

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE FABRICANTES DE ENVASES Y EMBALAJES DE CARTÓN ONDULADO

ASIMAG S.L.

DISEÑO/MAQUETACIÓN/EDICIÓN

ASIMAG S.L.

IMPRESIÓN

ARTES GRÁFICAS ROOS

PRÓLOGO

El Ministerio de Educación y Ciencia y la Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) se han comprometido a desarrollar la cualificación y la formación de los recursos humanos afectos al Sector del envase y embalaje del cartón ondulado. Coincidiendo ambas partes en la necesidad de promover una cultura de formación en dicho sector, han convenido en suscribir un convenio con objeto de alcanzar un mayor acercamiento y una más estrecha colaboración entre las instituciones educativas y las empresas en el contexto del Estado de las Autonomías y con el criterio constitucional de la unidad de mercado y de la cohesión social.

Una de las acciones que contempla dicho Convenio es la elaboración del presente manual específico de cartón ondulado para la formación de docentes dependientes de las Administraciones educativas.

Para la realización de dicho manual se ha contado con la colaboración de empresas del sector, profesionales expertos y el equipo de AFCO, por lo que no quisiera acabar estas líneas sin agradecer el esfuerzo y las horas de trabajo que nos han prestado D. Alberto Zumeta, en su calidad de experto, y gracias a las empresas que nos han cedido sus instalaciones y su personal para la filmación y grabación de imágenes, gracias al GRUPO LANTERO, AVANCE CARTÓN ONDULADO, CARTISA, SAICA EMBALAJE y a MICROLÁN.

Espero que este recurso didáctico además de ser utilizado por todos los docentes, sea de provecho para los alumnos, trabajadores y empresarios del sector del cartón ondulado

Madrid, a 31 de julio de 2007.



Ignacio Carro
SECRETARIO GENERAL de AFCO

ÍNDICE

MÓDULO 1:	EL EMBALAJE DEL CARTÓN ONDULADO.	11
	1.1. ¿Qué es el cartón ondulado?.	11
	1.2. Aspectos que caracterizan el cartón ondulado.	14
	1.3. Orígenes y causas de la aparición y expansión del cartón ondulado.	15
	1.4. Diferentes tipos de envases y embalajes.	19
	1.5. La industria del cartón ondulado.	20

MÓDULO 2:

MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN

DEL CARTÓN ONDULADO. 25

- 2.1. El papel. 27
 - 2.1.1. Definición, estructura. 27
 - 2.1.2. Propiedades del papel para ondular. 32
 - 2.1.3. Clasificación de los papeles. 39
- 2.2. La cola. 46
 - 2.2.1. Definición y estructura. 46
 - 2.2.2. Tipos de cola. 50
 - 2.2.3. Aplicación de cola en el cartón. 54

MÓDULO 3:

EL PROCESO DE ELABORACIÓN

DEL CARTÓN ONDULADO. 57

- 3.1. Estructura del cartón ondulado. 57
- 3.2. La onduladora: funciones y tecnología. 64
 - 3.2.1. El grupo simple - cara (cara sencilla). 65
 - 3.2.2. Grupo doble cara (o triple). La encoladora. 78
 - 3.2.3. Mesas calientes. 83
 - 3.2.4. De la banda continua a la plancha de cartón ondulado. 88
 - 3.2.5. Equipos complementarios. 98
 - 3.2.6. Operación de la onduladora. 98

MÓDULO 4:	TRANSFORMACIÓN DEL CARTÓN ONDULADO:	
	DE LA PLANCHA AL EMBALAJE.	105
	4.1. Cajas de Solapas.	106
	4.1.1. Principios de fabricación.	106
	4.1.2. Tecnología de fabricación.	107
	- El cargador (o desapilador).	
	- La introducción: Alimentación.	
	- Grupo impresor.	
	- Slotter.	
	- El acabado.	
	- Atadora.	
	- Paletizador.	
	4.2. Las troqueladoras.	116
	4.2.1. Principios. Tecnología.	117
	- Troqueladora plana (sobre platina).	
	- Troqueladora rotativa.	
	- Separador de puntos de enganche.	
	- Impresión en la troqueladora.	
	- Comparación de los dispositivos de troquelado.	

4.3. Plegado y encolado.	123
4.4. Trabajos menores.	123
4.5. Especialidades: tratamientos.	124
4.6. La impresión de los embalajes de cartón ondulado.	124
4.6.1. ¿Por qué se imprime?.	124
4.6.2. Técnicas de impresión.	125
- Impresión en relieve: tipografía y flexografía.	
- Huecograbado.	
- Impresión en plano: offset y serigrafía.	
4.6.3. La impresión del cartón ondulado.	130
4.7. Limitaciones en la transformación.	135

MÓDULO 5: **CARTÓN ONDULADO Y EL MEDIO AMBIENTE.** **137**

5.1. Impacto sobre el medio ambiente.	138
5.2. Cartón ondulado, todo encaja.	139
5.3. Logos Internacionales.	140
5.4. Requisitos legales y respuestas del cartón ondulado.	151

BIBLIOGRAFÍA **155**

EL EMBALAJE DE CARTÓN ONDULADO

1

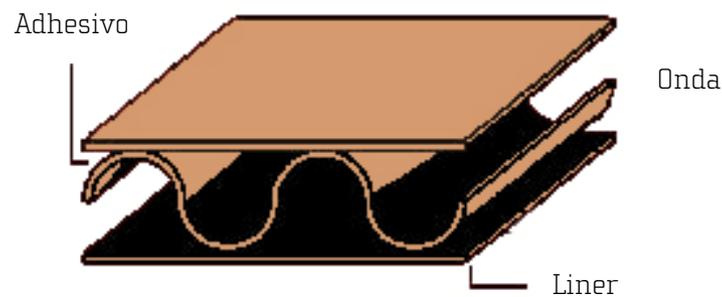
1.1. ¿Qué es el cartón ondulado?

El **cartón ondulado** es un material utilizado fundamentalmente para la fabricación de envases y embalajes. Generalmente, se compone de tres o cinco papeles siendo los dos exteriores lisos y el interior o los interiores ondulados, lo que confiere a la estructura una gran resistencia mecánica.

El cartón ondulado es el resultado de la aplicación de la teoría de la resistencia de los materiales al campo del papel. Esta culmina, como en el caso de los materiales de construcción, en el reemplazamiento de vigas pesadas con mucha masa, por estructuras “estilizadas” y con la misma rigidez, pero mucho más ligeras.

El cartón ondulado es un material de celulosa, constituido por la unión de varias hojas lisas que uno o varios ondulados mantienen equidistantes. Ello confiere al cartón la propiedad de ser indeformable.

- Las hojas lisas exteriores se llaman **caras o cubiertas**.
- Las hojas intermedias se llaman **caras lisas**.
- Las hojas onduladas que forman los canales se llaman ondulado, **tripa o “médium”**.



Estructura del cartón ondulado.

1.- El **simple-cara (single face - SF)** está formado por una hoja lisa (una cara) y un ondulado, unidos entre sí con cola. Este es el módulo elemental de todo cartón ondulado, impuesto por la tecnología de fabricación.



2.- Doble-cara (simple wall). Al añadir una segunda cara se forma el doble-cara también llamado “simple wall” (pared sencilla) en inglés. Si al doble-cara se le añade un segundo módulo simple cara, constituye el llamado **doble-doble (DD)**.



Doble Cara



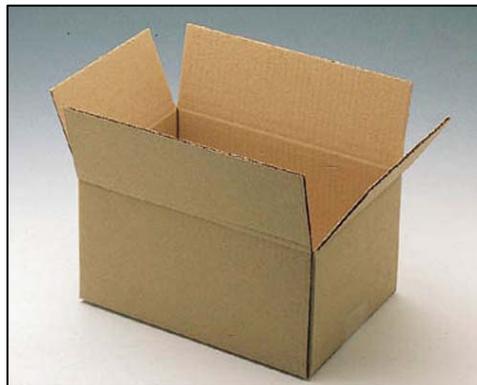
Doble - Doble Cara

3.- De la misma manera un **triple ondulado** resulta de un doble-doble con un tercer simple cara.

Nota: El cartón ondulado doble cara y el DD constituye la mayor parte de la producción. El triple ondulado se reserva para usos específicos.

El gramaje de los papeles así como la altura de las ondas determinan su consistencia (ECT) y, sobre todo, su resistencia a la compresión vertical (BCT). Este último parámetro es el más importante para productores y consumidores puesto que indica el peso que puede soportar una caja sometida a una carga por apilamiento.

La máquina que fabrica el cartón ondulado se llama **onduladora** siendo la tradicional **caja de solapas** el embalaje más habitualmente producido en este material.



1.2. Aspectos que caracterizan el cartón ondulado.

El cartón ondulado permite, en las mejores condiciones, la manipulación, el almacenamiento, la entrega, la presentación de los productos; es un elemento imprescindible para el transporte de los productos, ya que conserva su calidad original, desde los lugares de producción hasta su destino final.

El cartón ondulado es, hoy en día, el material número uno de embalaje, porque es el único que cumple simultáneamente funciones tan distintas como:

- Agrupación de productos,
- Protección de éstos contra impactos, vibraciones, luz, polvo y robo, durante la manipulación, el almacenamiento y la entrega,
- Identificación de los productos,
- Presentación y promoción, mediante la utilización de las cubiertas exteriores como soporte de información y publicidad.

Gracias a su gran adaptabilidad, el cartón ondulado es un embalaje hecho a medida, concebido y realizado para responder específicamente, y al menor coste, a todas las necesidades del usuario, cumple con las exigencias de transporte y distribución por sus cualidades prácticas, es un excelente soporte para la impresión.

Por otra parte, es un material que se puede recuperar, que en la industria papelera se recupera y se recicla para fabricar nuevos embalajes.

El embalaje de cartón ondulado se emplea en todos los sectores industriales, agricultura y servicios.

Es importante resaltar el hecho de que ningún sector que consuma cartón ondulado en grandes cantidades (productos lácteos, zumos de fruta, productos hortofrutícolas, vino), representa por sí mismo un porcentaje elevado de la demanda total española.

1.3. Orígenes y causas de la aparición y expansión del cartón ondulado.

Los orígenes.

Los primeros tiempos de la industria del cartón ondulado tuvieron como protagonistas a pioneros que hacían todo a mano, incluyendo su propia maquinaria y que soñaban con métodos más rápidos de producción.

A principios de 1883, el coronel **Andrew Dennison** usaba un banco de zapatero en Brunswick, Maine, para fabricar cajas de joyería para complemento y protección de las joyas y relojes vendidos en la pequeña tienda de su hijo en Boston.

En 1884, padre e hijo combinaron sus esfuerzos para crear un dispositivo llamado **half machine** que significó el corte manual de los laterales. Las planchas eran cortadas a medida y se colocaban en la máquina que hendía y cortaba una esquina cada vez presionando hacia abajo. Esto fue conocido como el **cortador-hendedor Dennison**.

En 1850 fue desarrollada una tijera de mano como mejora sobre el cuchillo de zapatero para cortar las cajas. La cizalla pronto se convirtió en la principal herramienta en la producción de cajas. Antes de que abundaran las potentes cortadoras, una sencilla planta de cajas podía tener una batería de al menos ocho o diez cizallas, todas operando al mismo tiempo.

El papel ondulado.

Inicialmente, los embalajes de cartón ondulado eran producidos por chicas que suministraban manualmente hojas de pasta de paja a sencillas máquinas montadas sobre soportes que se parecían a las que se usaban entonces en las lavanderías para planchar las cortinas y los encajes de los cuellos y puños de las camisas.

Samuel G. Cabell recibió una patente en 1866 por una lavadora para lino. Constaba esencialmente de un par de rodillos, tubos perforados de latón o de bronce que se calentaban introduciéndoles varillas calientes y eran accionados por una manivela. Pronto esta máquina fue utilizada para la producción del primer papel ondulado.

El papel ondulado fue patentado en Inglaterra en 1856 por **Edgard C. Healey** y **Edgard E. Allen**. El material patentado tenía una forma acanalada y se utilizaba para reforzar el interior de los sombreros. Pasarían otros quince años antes de su introducción como material de embalaje.

El 18 de diciembre de 1871, **Albert L. Jones** obtuvo la patente americana en la que recogía el uso de papel ondulado para la fabricación de tubos y pequeñas cajas. Estas servían para empaquetar artículos frágiles como vasos y botellas de cristal. Este embalaje era resistente, de poco peso, limpio y barato y se desarrolló rápidamente un mercado para él. Pero tenía una inestabilidad dimensional difícil de controlar debido a su naturaleza estirable.

El cartón ondulado.

Esta desventaja fue eliminada pocos años después por **Oliver Long** quien introdujo una hoja de cara estabilizante (simple cara) que ayudaba a fortalecer la hoja de ondulado (conocida posteriormente como médium) y poco después una hoja como segunda cara.

Y así, con la patente de Long en Estados Unidos el 5 de mayo de 1874 fue inventado el cartón ondulado tal como hoy lo conocemos. Las numerosas patentes que se presentaron sobre este nuevo producto fueron adquiridas por tres fabricantes: **Robert H. Thompson** y **Henry D. Norris** quienes unieron fuerzas y formaron la compañía Thompson & Norris y **Robert Gair** que fundó la compañía Robert Gair Co. Estas dos empresas que operaban en las áreas de Nueva York y Boston disfrutaron de un sustancial monopolio durante al menos dos décadas gracias a su control de las patentes.

Robert Gair es considerado el padre del cartón plegado y fue uno de los pioneros de la industria del cartón ondulado. Consiguió el reconocimiento gracias al desarrollo del estilo de caja estándar con hendidos y pegado de la solapa, el sistema actual de fabricación de cajas de cartón.

Gair llegó a Estados Unidos a los catorce años en un barco procedente de Edimburgo, Escocia, para trabajar con su padre como fontanero en Nueva Jersey. Más tarde, trabajó en Nueva York en un almacén de venta al por menor en la década de 1850 antes de servir en el ejército de la Unión y posteriormente montó su propia empresa.

En 1879, una preparación errónea realizada por uno de sus empleados que estaba imprimiendo bolsas de semillas, le condujo al descubrimiento del proceso de corte y hendido. Gair se dio cuenta de que la regleta de impresión podía ser reemplazada por otra especial de cuchillas y reglas que podía ser usada para cortar y hender simultáneamente.

Esta representó una mejora definitiva respecto al método anterior que troquelaba las planchas para hacer luego los hendidos en otra máquina.

Más tarde, ese mismo año solicitó una patente que nunca llegó a ejercer con el paso de los años. En su solicitud, Gair manifestó que era el primer inventor de un sistema mejorado de corte y hendido de papel en la fabricación de cajas de papel.

La **prensa Aldine** de Gair que está actualmente en el museo de inventos del **Instituto Franklin de Filadelfia**, Pennsylvania, fue la primera máquina que cortaba y hendía simultáneamente.

Las primeras máquinas en las fábricas de **Thompson & Norris y Robert Gair** tenían una anchura de 12 a 18 pulgadas (30,5 a 45,7 cm.). Conforme aumentaron su anchura, fueron accionadas mediante correas desde una línea superior.

Los rodillos de mayor diámetro fueron calentados primero por inyectores de gas y posteriormente de vapor para evitar el riesgo de incendio.

Las hojas exteriores o liners eran pegadas a mano usando brochas similares a la de empapelar que todavía se utilizan hoy, con una pasta de harina cocida.

El médium era puesto cuidadosamente en su posición y presionado suavemente.

Desde que el adhesivo comenzaba a pegar era necesario eliminar por evaporación una gran cantidad de líquido por lo que cualquier otra operación necesitaba veinticuatro horas previas de secado.

Los tamaños de plancha eran muy pequeños ya que el cartón ondulado sólo se utilizaba como refuerzo interior siendo el embalaje externo una caja de madera o barril.

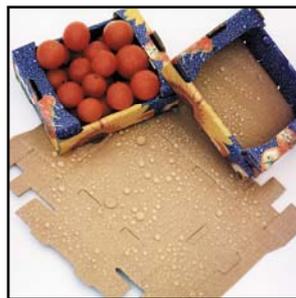
Simple cara.

El *simple cara* fue producido por primera vez en rollo continuo aproximadamente en 1880, recubriendo completamente con adhesivo una cara del *liner* aplicado por una batería de brochas fijas.

Una de las primeras máquinas en aplicar el adhesivo a las crestas del *médium* fue patentada por **Robert Thompson** el 7 de junio de 1890. En este proceso, el rollo de *médium* pasaba sobre un rodillo aplicador de adhesivo y dejado caer sobre el *liner* y el *simple cara* resultante era bobinada en un rollo y llevada a una sala de secado.

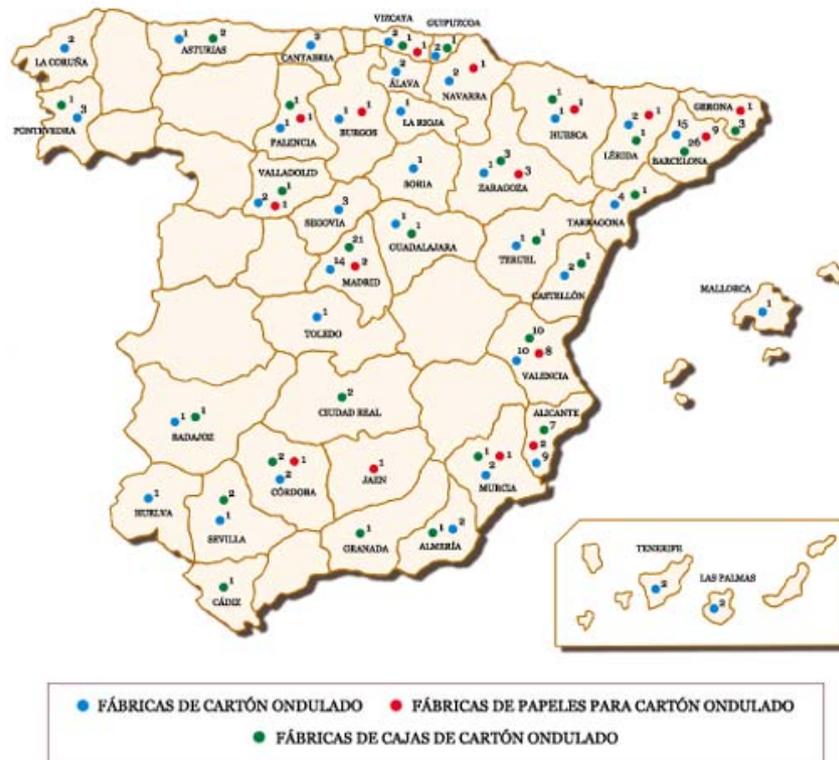
Estas máquinas consistían básicamente, además del mecanismo adhesivo, de dos o tres rodillos acanalados huecos y calentados interiormente que se montaban verticalmente sobre ligeros bastidores de fundición.

1.4. Diferentes tipos de envases y embalajes.



1.5. La industria del cartón ondulado.

El sector del Cartón Ondulado cuenta con aproximadamente 10.400 trabajadores (empleo directo) distribuidos en el conjunto del territorio nacional, pero con especial concentración en las regiones de, Cataluña, Madrid, Comunidad Valenciana, Andalucía y País vasco.



La industria del Cartón Ondulado ocupa un puesto importante en la economía nacional, dando empleo a más de 23.600 trabajadores y con una producción de 4.438 millones de metros cuadrados. Cuenta con una facturación total (directa + indirecta) de 3.535 millones de euros.

Un rasgo característico del sector es la intensa atomización de estructura empresarial, prácticamente el 100% de las empresas del sector tiene menos de 50 trabajadores; y el tamaño medio de la plantilla de las empresas es de 10 trabajadores.

El sector del cartón ondulado se encuentra en constante renovación y se encuentra en un largo proceso de cambio tecnológico, de manera que la renovación tecnológica es un reto constante del sector. La renovación tecnológica ha afectado principalmente al proceso de preimpresión, cada vez más abierta y digitalizada y al proceso de impresión, también digitalizado.

El esfuerzo inversor de las empresas juega un papel clave en el desarrollo de la actividad. Como consecuencia del empleo de maquinaria y técnicas nuevas surge una fuerte necesidad de formación y recualificación del personal de las empresas, tanto operarios como directivos.

El cartón ondulado es uno de los materiales para envases y embalajes más empleados en el mundo para agrupar, almacenar, transportar, exponer y vender productos de consumo y como casi todos los productos de su sector no ha sido ajeno a la evolución general del mercado.

Los productos del sector del cartón ondulado se venden a empresas y organismos en los cuales existe la necesidad de envases y embalajes, bien sea para uso interno, por exigencias de logística, de mercado y marco legal. Las empresas pueden ser estatales o privadas y de muchos sectores distintos. El consumo de embalajes es algo inherente a los productos, bienes o servicios y en consecuencia una necesidad primaria para cualquier empresa que necesite embalar, almacenar, transportar y vender bienes de consumo.

Los sectores españoles en lo que se venden la mayor parte de los envases y embalajes de cartón ondulado son los de:

- Productos agrícolas.
- Productos alimenticios.
- Bebidas.

- Audio, electrónica y automoción.
- Productos químicos, limpieza y perfumería.
- Cerámica, vidrio y caucho.
- Papelería.
- Tabaco.
- Otros productos variados: Textil, ropa, productos de piel, mobiliario.

No todos los clientes han utilizado siempre envases y embalajes de cartón, existen en los mercados otros tipos de embalajes derivados del plástico, madera etc. que entran en competencia directa con el sector. Por ejemplo en el sector agrícola encontramos el caso de la tradición caja de madera y la caja de cartón, aunque las ventajas relacionadas sobre todo con la ecología superan la mayoría de alternativas existentes.

La venta de embalajes de cartón ondulado está encuadrada mayoritariamente en la venta de productos industriales a empresas productoras o comercializadoras de productos industriales de consumo. Los fabricantes de cartón ondulado después de haber pasado la fase en la cual vendían toda su capacidad de producción con cierta facilidad, actualmente están haciendo especial hincapié en las ventas, de modo que han de competir con un buen producto, precio, distribución y comunicación; además algunos fabricantes empiezan a dar servicios a sus clientes que les ponen en ventaja respecto de sus competidores, tales como diseño gráfico, estructural, control de calidad, laboratorio de ensayos, asesoramiento, etc.

El comercial o responsable de la promoción de los productos del sector para realmente poder abordar su trabajo debe adentrarse dentro del mundo del cartón ondulado ya que la formación que necesita para comprender los productos solo se aprende en fábricas del sector. **El responsable comercial termina siendo un especialista que asesora al cliente, saca medidas, recomienda el embalaje idóneo, detecta los problemas que tienen los clientes con los embalajes, etc.**

La venta del producto de este sector se produce de una forma peculiar. La demanda proviene de empresas y organismos que tienen que cubrir sus necesidades, sin embargo normalmente no acuden al proveedor sino que **la red comercial del sector es quien va a comercializar el producto a domicilio y a medida**. La venta se suele efectuar en la sede de las empresas consumidoras bajo pedido.

Los fabricantes de cartón ondulado hacen una gran oferta de envases y embalajes con características similares, no suele haber grandes diferencias en el producto final y las empresas consumidoras de embalajes suelen tener más de un proveedor para un mismo embalaje, sobre todo si son de un tamaño medio o grande.

La fabricación suele hacerse bajo pedido evitando almacenamiento y las existencias durante cierto periodo de tiempo. **Con este marco de referencia la estructura comercial de las empresas está orientada hacia las ventas y la figura del comercial y promotor del producto es de gran importancia.**

Uno de los factores claves en las empresas actuales del sector, orientadas hacia la satisfacción del cliente, es el producto. La definición de productos y servicios que ofrecen es muy importante. El embalaje es un producto industrial relacionado directamente con productos industriales y de consumo hasta tal punto que éstos no podrían ser comercializados si faltara este elemento. Todo producto tiene una serie de atributos tales como: calidad, tamaño, materiales, envase, embalaje, diseño, color, garantía, etc.

En este sector es difícil encontrar productos absolutamente nuevos, lo más común es la adaptación de tipos de cajas básicas existentes, pero el desarrollo de nuevas líneas de productos en embases es esencial para supervivencia del sector del cartón ondulado en sus distintas divisiones. La actividad profesional del diseño de envases y embalajes está encaminado a resolver los problemas y las necesidades de creación de nuevos sistemas y tipos de cajas, optimizan de procesos de fabricación, mejora de sistemas de embalado y

racionalización del sistema de embalajes en consonancia con las necesidades a satisfacer en el mercado.

El embalaje de cartón ondulado, material centenario, ha sabido mantenerse joven y progresar gracias a cuatro factores esenciales:

- **Su excelente relación calidad-precio.**
- **Su adaptación continua** a las necesidades del mercado, tanto a nivel técnico (tratamientos especiales, mecanización), como a nivel de las exigencias de marketing (impresiones cada vez más complejas, formas, usos, etc.).
- **Su bajo peso:** Es un material muy ligero.
- **Sus ventajas medioambientales,** sobre todo su ya antigua aptitud para ser reciclado, que lo sitúa en primer lugar de los materiales de embalajes reciclados para el mismo uso.

MATERIAS PRIMAS EN LA ELABORACIÓN DEL CARTÓN ONDULADO



El cartón ondulado es una estructura ligera pero de alta resistencia obtenida de la unión de varias hojas de papel mediante una cola de almidón.

Los papeles lisos exteriores se denominan Liners o caras.

Los papeles intermedios ondulados que forman los canales se denominan Médium, ondulados o tripas:

- ***SIMPLE CARA.*** Formado por un papel liso y un ondulado, unidos entre si mediante adhesivo.
- ***DOBLE CARA.*** Formado por la unión al simple cara de otro papel liso.
- ***DOBLE DOBLE.*** Formado por la unión de dos simples caras y un papel liso.
- ***TRIPLE ONDULADO.*** Resulta de la unión de tres simples caras más la de un papel liso.



Funciones.

Funciones del ondulado (ONDA):

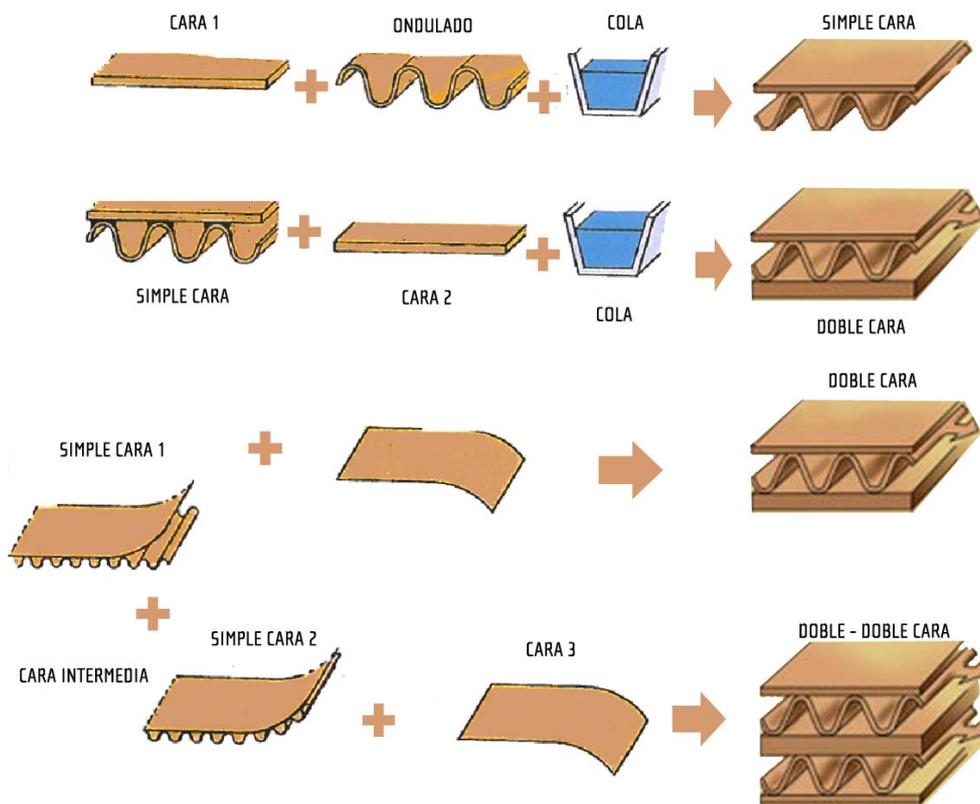
- Aporta la resistencia a la compresión de la caja.
- Aumenta la rigidez a la flexión.
- Confiere una elasticidad parcial ante situaciones de aplastamiento y resistencia a impactos de la caja.

Funciones de los papeles lisos (LINERS):

- Confieren características de imprimabilidad a la caja.
- Aportan resistencia al embalaje.

Funciones de la cola (ADHESIVO):

- Une de una forma rápida y duradera los papeles a un ritmo apropiado de fabricación.
- Confiere resistencia a la humedad gracias a las resinas que la componen (en el caso de colas antihumedad).



2.1. El papel.

2.1.1. Definición, estructura.

El papel es una hoja continua, compuesta de fibras de origen vegetal unidas entre sí. La red fibrosa así constituida contiene gran cantidad de aire -más de la mitad de su volumen-. Por consiguiente es poroso, lo que lo diferencia, entre otras cosas, de las películas plásticas.

La cohesión de esta red, factor de resistencia del papel, se consigue a través de la unión de las fibras entre sí, pudiendo ser:

- **Natural:** La unión físico-química se consigue con el **agua**, de forma análoga a pequeños imanes: puentes de hidrógeno.
- **Artificial:** Añadiendo productos adecuados, que mejoran la unión.

Las fibras celulósicas constituyen la materia prima para la fabricación de papel y se presenta en dos formas:

- **Pasta de papel**, sacada directamente de la madera u otra materia prima, bien seca en forma de balas, o en suspensión acuosa, en el caso de ser procesada en una fábrica integrada.
- **Papel de recuperación**, que se vuelve a emplear como materia prima, después de haber cumplido sus funciones.

La fibra es el elemento básico: filiforme, hueca, porosa, blanda y cuya longitud es de 50 a 100 veces superior a su diámetro. Su estructura comporta, desde la periferia hasta el centro:

Una pared primaria muy fina (vaina foliar), que contiene lignina (producto que confiere rigidez a los papeles) y otros componentes.

Una pared secundaria, constituida por filamentos que son invisibles al ojo humano. Cadenas de celulosa forman estos filamentos y varios filamentos forman una fibrilla.

Un canal central vacío, llamado "lumen".

La pared secundaria es el elemento fundamental para el papel: las fibrillas son los elementos responsables de la unión natural de las fibras entre sí.

Existen dos tipos de fibras:

- Las fibras “**largas**” de maderas resinosas de coníferas (pino, abeto, etc). Largo = 3 a 4,4 mm., ancho = 0,02 a 0,05 mm.
- Las fibras “**cortas**” de madera de frondosas (abedul, chopo, haya, eucalipto, etc). Largo = de 0,8 a 1,5 mm., ancho = 0,01 a 0,02 mm.

Propiedades. Cada fibra es:

- Hidrofílica: tiene gran capacidad de absorción de agua.
- Plana y rígida cuando está seca.
- Blanda e hinchada cuando está húmeda o en agua.
- La fibra absorbe y retiene de dos a tres veces su propio peso en agua, en forma:
 - *Libre*: es decir, cuando el agua está alrededor de las fibras.
 - *En forma capilar*: en el interior de las fibras (en paredes y el lumen).
 - Unida a las moléculas de la celulosa.

Experiencia.

Una hoja seca ofrece una buena resistencia y cohesión.

La misma hoja remojada en agua pierde su resistencia mecánica.

La misma hoja seca, remojada en agua y vuelta a secar, prácticamente recupera toda su resistencia y cohesión.

Un papel fabricado “en seco” – es decir, sin agua ni ningún producto de unión - carece de resistencia mecánica. **Sin el agua es imposible garantizar la unión de las fibras.**

Perjudicial para la calidad del papel una vez fabricado, el agua es indispensable para su fabricación. De ahí viene la función fundamental que desempeña el agua como medio de unión en la fabricación del papel.

La eliminación del agua crea fuerzas que favorecen el **acercamiento** de la fibrillas liberadas y orientadas en el medio acuoso (función de atracción de las fibrillas entre sí).

Si la distancia que hay entre las fibrillas es lo suficientemente pequeña, éstas se asocian directamente entre sí para formar una unión o “puente”. El proceso evoluciona en el curso de la fabricación y alcanza su punto culminante cuando el agua ha sido casi totalmente eliminada.

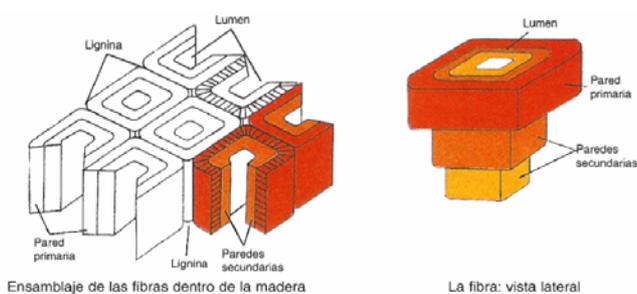
El aumento de las propiedades de resistencia está en función del **grado de unión que hay entre las fibras**, es decir:

- Del número de fibrillas susceptibles de producirse.
- Del número de puntos de contacto o puentes de unión que hay entre las fibras.
- De la resistencia o fuerza de unión de los puentes.

Esta operación exige que:

- La pared secundaria sea asequible y se destruya (hinchamiento por agua): refino hidratante.
- Las fibrillas queden libres mediante una acción mecánica: desfibrado y refino cortante.

El agua, además de desempeñar esta función de unión, es el fluido **portador** de las fibras en suspensión, que permite el transporte de éstas en los conductos, los tratamientos mecánicos y la formación de la hoja.



Superficie del papel vista por el microscopio electrónico



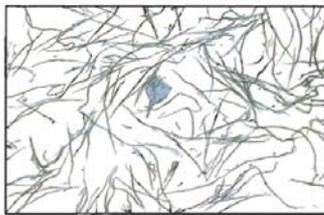
Análisis de composición fibrosa del papel en laboratorio



Fibras largas (madera resinosa)



Unión entre fibras



Fibras cortas (madera de frondosa)



Fibras y fibrillas de pasta química

2.1.2. Propiedades del papel para ondular.

Por regla general, el papel se caracteriza por propiedades físicas, mecánicas, específicas y de uso.

- **Propiedades físicas**, en lo que se refiere a:
 1. El aspecto del papel: color – blanqueado o crudo -, estado de la superficie, etc.
 2. La estructura y textura: gramaje, espesor, humedad, permeabilidad al aire, número de capas, etc.
- **Propiedades mecánicas**, que comprenden las resistencias del papel y la rigidez.
- **Propiedades específicas**, relacionadas con la humedad y la permeabilidad.
- **Propiedades de uso**, en lo que se refiere a la aptitud de uso: transformación, ondulación, apto para el contacto con los alimentos, etc.

La mayoría de estas propiedades dependen de:

La humedad del papel, unida a la higrometría del aire ambiente.

De ahí la necesidad de proveer en laboratorio una atmósfera standard estable, fijada de momento a **23° C y el 50% HR**. Pero la atmósfera estabilizada que se ha fijado para el papel no se corresponde forzosamente con la atmósfera de uso posterior de éste.

El sentido de fabricación del papel – longitudinal y transversal- para las siguientes propiedades mecánicas:

- La rigidez y resistencia a la tracción, por ejemplo, del sentido longitudinal es de 1,5 a 2 veces superior a la del sentido transversal.

- El alargamiento y la resistencia al desgarro en sentido longitudinal son inferiores a los del sentido transversal.

2.1.2.1. Propiedades físicas del papel para ondular.

Estas se refieren al aspecto del papel, su gramaje, espesor (calibre), humedad y permeabilidad al aire y líquidos.

Aspecto: Ya que el papel para ondular, médium o tripa del embalaje no es visible, su color siempre será crudo. Las caras –sobre todo la exterior del embalaje- puede presentar un color blanco o crudo y el color se puede obtener de las siguientes maneras:

- Usando un 100% de pasta blanqueada, llamado “integral” o “blanqueado en masa”.
- Poniendo una capa de pasta blanqueada en la superficie y dejando el resto en crudo: blanco jaspeado, bicolor, etc.
- Poniendo una capa de pigmento, teñido en blanco, llamada “capa de blanco o de color”.

Gramaje: Designa la cantidad de masa de papel que hay por unidad de superficie.

El gramaje se expresa en gramos por m^2 . Es una característica fundamental y un elemento imprescindible, ya que el papel se vende al peso, aunque se utilice por metros.

El papel de ondular puede tener un gramaje de 90 a 210 g/m^2 , con una media de 110 a 150 g/m^2 . El de las caras va de 120 a 440 g/m^2 , siendo el más común el de 140 a 200 g/m^2 .

Espesor (grosor o calibre): Este interviene en la determinación de la “mano” (volumen específico) que tendrá el papel; ésta se define como la relación que hay entre el espesor y el gramaje, expresándose en cm^3 por gramo.

A un gramaje constante, un papel de mayor espesor tendrá un volumen específico superior. Los valores van de 1,3 a 1,9.

Humedad: Expresada en %, por la relación que hay entre la cantidad de agua que contiene el papel y su peso. Todo cambio de equilibrio de humedad entre la atmósfera y el papel conduce a:

- Cambios dimensionales, superiores en el sentido transversal que en el longitudinal.
- Variaciones de las propiedades mecánicas.
- La formación de ciertos defectos, tales como pliegues y arrugas.

Permeabilidad al aire: Teóricamente se mide por el volumen de aire que atraviesa, en un segundo, 1 cm² de papel bajo la fuerza de depresión de 1 cm. de agua. Por consiguiente, dicho volumen define la porosidad del papel. Debido a la porosidad de los papeles componentes, el cartón ondulado “es poroso” y facilita de esta manera el intercambio de aire entre el interior del embalaje y la atmósfera en la que se encuentra.

En la práctica se mide el tiempo en segundos necesario para pasar 100 ml de aire a través de la muestra de papel: **Permeabilidad GURLEY.**

Permeabilidad a los líquidos: Capacidad que tiene el papel de absorber un líquido, en general el agua. Se mide siguiendo dos métodos:

1. El grado de encolado “**Cobb**”, ensayo de medida de la cantidad de agua, en g/m², absorbida por el papel durante un tiempo: 60 segundos.
 - Cobb 60” < 30: papel poco absorbente, encolado.
 - Cobb 60” entre 30 y 50: papel semiencolado.
 - Cobb 60” > 50: papel muy absorbente, no encolado.

Es preciso distinguir entre el Cobb del papel, que se mide en 60 segundos y el Cobb del cartón ondulado, que se mide en 30 minutos.

2. El método de la gota “**drop-test**”, determina el tiempo, en segundos, que emplea el papel para ondular en absorber una gota de agua calibrada y depositada en su superficie. Para este ensayo que ha quedado obsoleto por falta de precisión, también se puede utilizar alcohol, sosa al 3%, etc.

Las medidas de permeabilidad al agua y al aire permiten estimar la aptitud al pegado del papel, en la onduladora.

2.1.2.2. Propiedades mecánicas del papel para ondular.

Por regla general, las propiedades mecánicas aumentan con el gramaje. De ahí la necesidad de obtener un índice, independiente del gramaje, para poder determinar la calidad intrínseca del papel, con vistas a la elección de papel por el usuario.

Las propiedades mecánicas más importantes del papel para ondular son:

- La resistencia al aplastamiento en plano CMT (Corrugating Medium Test).
- Las resistencias a la compresión sobre el canto del papel: RCT (Ring Crush Test) y CCT (Corrugated Crush Test).
- La resistencia a la tracción y al alargamiento.
- La resistencia a la compresión en corto: SCT (Short Compression Test).

Para las caras, las características de resistencia más utilizadas son: el estallido, el RCT, el SCT, el desgarro, el plegado, etc.

Resistencia CMT: AFCCO recomienda el uso del método CMT adoptado por la Federación Europea de Fabricantes de Cartón Ondulado (FEFCO)

La resistencia CMT es la característica fundamental del papel para ondular. El CMT expresa la **resistencia al aplastamiento en plano de diez canales** de un tipo de onda dado, formados a partir de una muestra de papel. Al igual que para el cartón ondulado, la ondulación se hace en el sentido longitudinal del papel.

La resistencia CMT –expresada en Newton- varía según el gramaje del papel.

La medida del CMT es indicativa de la resistencia al Flat Crush del cartón ondulado.

Existe una relación estrecha entre el CMT del papel y el Flat Crush del cartón, **para una ondulatora dada** y para cada tipo de canal utilizado: A, B, C o E.

Esta relación puede variar de una fábrica a otra, ya que el Flat Crush es una medida muy sensible a las condiciones de fabricación del cartón (forma geométrica de las canales, ruptura de éstas, canales aplastados, rodillos onduladores desgastados, etc.).

Ejemplo: con un mismo valor CMT de papel, de 180 N, el Flat Crush de un cartón de canal tipo A puede dar dos bar en una fábrica y 1,7 bar en otra (200 Kpa y 170 Kpa, respectivamente).

Por consiguiente, no se puede generalizar la relación CMT/Flat-Crush.

Advertencia:

El CMT más usado en Europa es el CMT 30 min., basado en el acondicionamiento de la

muestra de papel de ondular a 23° y 50% HR (en papeles para cajas de cartón ondulado agrícolas, se ensaya también a humedades superiores: 85 o 90% de humedad relativa). A veces también se usa el CMT 60 min. o CMT 0, es decir, sin acondicionamiento alguno. Sus valores son por tanto distintos, aunque la diferencia entre CMT30 y CMT60 es mínima:

$$CMT\ 60 < CMT\ 30 < CMT\ 0$$

Resistencia a la compresión al canto: Se evalúa con las pruebas RCT (Ring Crush Test), SCT (Short Compression Test) y CCT (Corrugated Crush Test). Para el RCT puede utilizarse la norma americana TAPPI T818 om-87 y TAPPI T822 om-93 (método del soporte rígido), o la norma escandinava SCAN P34.

La compresión del anillo, característica muy importante de los papeles para ondular y caras, está estrechamente relacionada con la compresión sobre el canto del cartón ondulado (ECT). El RCT indica la resistencia que tiene el papel cuando se encuentra sometido a una fuerza de compresión, repartida y ejercida sobre el espesor de una muestra en forma de anillo de una circunferencia dada (152,4 mm.). El RCT aumenta con el gramaje del papel, y no se recomienda para gramajes menores de 150.

La medida del ECT del cartón se obtiene a partir de una fuerza paralela a las ondulaciones, y por consiguiente el RCT se efectúa en el sentido **transversal** del papel. Se expresa en Newton (N) o, a veces, en Kilo-Newton por metro (KN/m).

El SCT representa la resistencia a la compresión en la dirección transversal del papel entre dos mordazas separadas por una distancia de 0,7mm. Esta corta distancia permite suprimir la influencia de la deformación de la muestra, y tener sólo en cuenta las características de las fibras y los enlaces o uniones relaciones entre las mismas. (Norma ISO 9895).

Aunque su utilización es bastante reciente, esta medida es un método de caracterización de los

papeles para cartón ondulado cada vez más apreciado.

El CCT indica la resistencia a la compresión del canto de una muestra ondulada. Su significación es prácticamente idéntica al del RCT. La fuerza de compresión se ejerce sobre el canto de una muestra ondulada introducida en un molde patrón. La medida se expresa en Newton o KiloNewton/metro. (Norma SCAN P42 y TAPPI T824 om-93).

Es la mejor medida pero ya casi no se utiliza, debido a la complejidad de su realización. Ha sido sustituida con el SCT con el que está muy bien relacionado.

Resistencia al estallido: Define la capacidad que tiene el papel de resistir una presión local ejercida de una **manera progresiva**.

Es una característica importante de las caras del cartón; interviene en varias normas internacionales.

La unidad que se emplea es el Kilo-Pascal: Kpa o KiloNewton/m².

El índice de estallido o índice Müllen es la relación que hay entre la resistencia al estallido y el gramaje del papel. Se expresa en Kpa/g/m². Este valor está comprendido entre 1,0 y 5,0.

El papel cuyo índice Müllen sea el más elevado, tendrá mayor resistencia al estallido, a igualdad de gramajes.

Resistencia al plegado: Determina la capacidad que tiene el papel de soportar un cierto número de plegados consecutivos en el mismo sitio sin romperse. La unidad de medida es el número de dobles pliegues que soporta el papel antes de romperse.

Resistencia al desgarro: Caracteriza la capacidad que tiene el papel de resistir un rasgado

iniciado bajo el efecto de dos fuerzas opuestas, aplicadas en las dos caras de la hoja. La unidad de medida es el mili-Newton (una milésima parte de un Newton). La resistencia al desgarro aumenta con el gramaje.

El índice de desgarro 100 expresa la relación que hay entre la resistencia al desgarro y el gramaje del papel, basado en 100 g/m^2 .

Rigidez: Las medidas de rigidez son los citados CMT y SCT principalmente.

2.1.3. Clasificación de los papeles.

Existe una gran variedad de papeles para fabricar cartón ondulado que se diferencian por:

- Sus funciones: papel para ondular o para caras.
- Sus propiedades: gramaje asociado a una o a varias características específicas.
- El aspecto de las caras: blanqueadas o crudas.

2.1.3.1. Papel para ondular.

Su característica específica de clasificación es la resistencia CMT y SCT dt. Existen varias calidades:

Fluting Semiquímico.

Un semiquímico es un papel hecho básicamente de fibra virgen semiquímica. A un gramaje bajo le corresponde una resistencia CMT elevada.

Por ejemplo: con una onda de 112 g/m^2 , el CMT es aproximadamente de 250N (alrededor de 25 kg.). Con una onda de 140 g/m^2 , se acercará a 350N.

Nº	Familia de productos	Características	
		Índice de estallido	Blancura ISO
	Kraftliner - (Papel para caras o liners)		
00	Fibra larga, crudo	> 3,5 . g <250 g/m ² > 3,0 . g ≥ 250 g/m ²	> 80% > 80% > 70% > 75%
01	Fibra corta, crudo		
02	Blanco Integral		
03	Blanco integral estucado		
04	Blanco (white top)		
05	Blanco estucado (coated white top)		
06	Blanco jaspeado		
08	Coloreado		
09	Resistente a la humedad (Wet strength)		
	Testliner 1 - (Papel para caras o liners)	Índices estallido	Índice SCT-dt
10	Crudo	>3,0 . g < 200 g/m ²	>17,5
13	Coloreado	>2,9 . g ≥ 200 g/m ²	
	Testliner 2 - (Papel para caras o liners)	Índices estallido	Índice SCT-dt
20	Crudo	>2,5 . g < 200 g/m ²	>15,5
23	Coloreado	>2,4 . g ≥ 200 g/m ²	
	Testliner 3 - (Papel para caras o liners)	Índices estallido	Índice SCT-dt
30	Crudo	>2,0 . g < 200 g/m ²	>13,5
33	Coloreado	>1,8 . g ≥ 200 g/m ²	
	Papeles para Ondular - (Fluting, Medium o Tripa)	Índice CMT30 50% HR	Índice SCT-dt
40	Semiquímico	>1,9	≥17,0
41	Médium	≥1,6	≥16,0
42	Fluting Paja	>1,4	
43	Médium 2	≥1,3	≥13,5
44	Médium Altas Prestaciones	≥1,8	≥18,0
	Otros papeles para cartón ondulado	Índice de estallido	Observaciones
50	Biclase Crudo	>1,6	
51	Biclase fuerte	>1,6	
53	Cuero o Schrenz	Sin garantía	Sin garantía
	Fluting reciclado de bajo gramaje	Gramaje	CMT 30 SCT dt
60	Médium de bajo gramaje (LWM)	100g/m2	>145 >1,50
	El gramaje es menor o igual a 100 g/m2 (Light Weight Medium)	95g/m2	>135 >1,40
		90g/m2	>125 >1,30
		80g/m2	>95 >1,10
	Liner reciclado de bajo gramaje	Gramaje	Ind..Estallido SCT-dt
64	Liner crudo de bajo gramaje (LWL)	120g/m2	>2 >1,60
	El gramaje es inferior a 125 g/m2 (Light Weight Liner)	115g/m2	>2 >1,50
		110g/m2	>2 >1,40
		100g/m2	>2 >1,30
		95 g/m2	>2 >1,25
	Liners reciclados blancos - (Papel para caras)	Lisura Cobb Bendtsen 60"	I.Estallido BlancuraISO
70	Liner blanco, no estucado Calidad A	≤ 600 25 a 45	≥1,9 ≥76%
71	Liner blanco, no estucado Calidad B	≤ 1000 25 a 45	≥1,7 ≥70%
72	Liner blanco, no estucado Calidad C	>1000	<1,7 ≥70%
74	Liner jaspeado (Ind.estallido ≥ 2,2)		≥2,2
75	Liner jaspeado (Ind.estallido < 2,2)		<2,2
77	Liner blanco, estucado (fully coated)		
78	Liner blanco, semiestucado		

Este cuadro resume la "Lista Europea de Papeles para Cartón Ondulado" publicada y mantenida al día por ECO (European Containerboard Organisation) y GO (Groupement Ondulé).

Aunque existen muchas clases de semiquímicos, éstos deben de tener un índice CMT-30 mínimo de 1,9 N.m²/g, y un índice SCT dt mayor o igual a 17 N.m/g.

Fluting Médium y Medium de altas prestaciones.

Es un papel reciclado fabricado a base de pasta de papel recuperado seleccionada, reforzado con tratamientos durante la fabricación para alcanzar un alto nivel de calidad garantizada: Se emplea sobre todo el almidón en masa o en la size-press.

El CMT puede, en algunos casos, acercarse al nivel de calidad de los papeles semi-químicos, con un índice mínimo de 1,6 N.m²/g. En el caso del Medium de altas prestaciones, el índice CMT mínimo es de 1,8 N.m²/g.

Flutings Paja y Médium 2.

Es un papel reciclado fabricado a base de pasta de papel recuperado, sin tratamientos complementarios para elevar la calidad. En consecuencia necesitan un gramaje elevado para conseguir un valor CMT comparable a otras calidades. El índice mínimo CMT30 es 1,4 para el Paja y 1,3 N.m²/g para el Medium2.

Flutings Reciclados de bajo gramaje (LWM).

Papeles reciclados fabricados a base de pasta de papel recuperado, cuyo gramaje es inferior a 100 g/m² (ver cuadro anterior).

2.1.3.2. Papel para caras.

Su característica específica de clasificación es el Índice Müllen - o índice de estallido y el índice SCT dt. Existen varias calidades:

Los kraftliners: Son papeles fabricados principalmente con fibra virgen de coníferas (pasta

kraft). Pueden tener una cierta cantidad de pasta de recuperación de buena calidad o de frondosas ("kraft" significa fuerza en alemán). Pueden ser blancos o crudos.

El índice Müllen es al menos igual a 3,5 en los gramajes inferiores a 250 g/m² y al menos igual a 3,0 en los gramajes superiores a 250 g/m².

Los testliners: Son papeles crudos donde predomina la fibra reciclada, y tienen requerimientos de calidad garantizados. Pueden tener una capa homogénea de pasta o varias capas diferentes.

Los crudos y los coloreados se clasifican en tres tipos **Testliner1, Testliner2 y Testliner3**, según sus características (ver cuadro).

Los Liners reciclados blancos: Pueden ser estucados, semiestucados o no estucados. Tienen requisitos de calidad garantizados en función de la lisura, blancura e índice de estallido (ver cuadro). También pueden ser jaspeados, y en éste caso se clasifican según el índice de estallido garantizado (mayor o igual a 2,2 o menos de 2,2).

Los Liners reciclados de bajo gramaje: (LWL) son aquellos cuyo gramaje es inferior a 125 g/m², y tienen requisitos de calidad garantizados.

- TIPOS DE PAPELES -

LINERS O CARAS: Son los papeles lisos exteriores y sus funciones son:

- Aportan resistencia al embalaje.
- Rigidez a la flexión.
- Resistencia al estallido.
- Resistencia al desgarro.

- Resistencia al apilado.

Gracias a su facilidad para ser impresos:

- Facilitan información sobre el embalaje y
- Facilitan información sobre el producto.
- Personalizan el embalaje a gusto del cliente.

MEDIUM ó FLUTING: Son los papeles ondulados interiores y sus funciones son:

- Aportar características mecánicas al embalaje.
- Dar resistencia al apilado fundamentalmente.
- Aportan rigidez a la flexión.
- Aporta la capacidad de amortiguamiento al embalaje gracias a la elasticidad que le confiere su forma de onda.
- Da un grosor inicial al cartón.

- PARÁMETROS A CONTROLAR EN LOS PAPELES - EN PAPEL LINER

HUMEDAD

- Valores ideales entre 7 – 8 %.
- Franja de humedad: Zona mayor de 10 cm. con $\pm 2\%$ de diferencia de humedad que el resto de la bobina.
- Papeles de distintos proveedores con diferentes porcentajes de humedad producen cartón abarquillado.

EFFECTOS:

- Cartón abarquillado.
- Cartón despegado.

TEMPERATURA

- Valores ideales de 80 – 90 ° C.
- Diferencias máximas de 5 ° C a lo ancho del papel provocan cartón abarquillado.
- Gramajes ligeros y medios (TL y bicolor): Se precalientan por el lado opuesto a la cara a encolar.
- Gramajes pesados (TL y Kraft): A veces se deben precalentar por el lado de la cara a encolar.

TENSIÓN. Diferencias de tensión en las bobinas de papel van a producir:

- Cartón abarquillado.
- Cartón despegado.
- Suelen ser producidas por un mal laminado en las cajas de las máquinas de papel, tanto en:
- Homogeneidad (variaciones de gramaje).
- Variaciones en la orientación de las fibras de papel.

CALIBRE. Diferencias de calibre en el papel van a producir:

- Arrugas.
- Cartón abarquillado.
- Cartón despegado.
- Cartón abarquillado en ese o twist.

- PARÁMETROS A CONTROLAR EN LOS PAPELES - EN PAPEL MEDIUM

Principio de formación de la onda- Ciertos materiales como la madera o los plásticos pueden variar y adoptar formas cilíndricas y enroscadas por la acción del calor y la presión. En el caso del papel médium son las fibras las que adoptan la forma senoidal.

FASES:

- Fase acondicionamiento (humedad – ablandar).
- Fase mecánica (presión – rodillos acanalados).
- Fase térmica (calor – rodillos acanalados).

TEMPERATURA: Valores ideales de 50 – 60 ° C.

HUMEDAD: Durante el proceso de ondulado del médium, es necesario la aportación de humedad en forma de vapor saturado para:

- Dar elasticidad y plasticidad a las fibras.
- Evitar roturas por la acción de los rodillos acanalados.

POROSIDAD: Para que un papel absorba la humedad necesita una cierta porosidad.

- Valores adecuados de maquinabilidad: 25 –70 segundos.

ABSORCIÓN DE AGUA: Esta directamente relacionada con la porosidad, aunque a veces papeles muy porosos tengan mala absorción de agua debido a la química que se emplea en su fabricación.

- Valores superiores a 60 s (prueba de la gota) suelen ser problemáticos.
- Papeles excesivamente absorbentes producen problemas de mal encolado por interferir en el proceso de gelatinización del almidón.

PERMEABILIDAD AL AIRE (POROSIDAD)

Es la propiedad del papel que indica la resistencia a la penetración del aire y se mide por el tiempo que tarda un volumen de aire en atravesar una superficie predeterminada de papel (Gurley) o el volumen de aire que atraviesa el papel por unidad de tiempo (Bendtsen).

PERMEABILIDAD AL AIRE (POROSIDAD): Un papel de ondular poroso facilita la evacuación del aire en el ondulado y una mejor formación de onda.

Para un papel liner por el contrario se necesita una hoja menos porosa en los sistemas de envasado y manipulación automática con ventosas.

2.2. La cola.

2.2.1. Definición y estructura.

La cola es un elemento fundamental y necesario para la constitución y la estructura misma del cartón ondulado. Asegura la estabilidad y la arquitectura del complejo.

Actualmente se emplean colas acuosas, casi exclusivamente a base de almidón, que vienen a reemplazar las antiguas colas hechas a base de silicato de sosa.

El almidón es el elemento activo en la adherencia de la cola.

Se presenta en forma de gránulos dispersos en agua: leche de almidón – o almidón crudo - inestable antes de agitarse (precipitado). En presencia del agua y elevando la temperatura, los gránulos se hinchan y luego “ revientan ”, este es el fenómeno de la **gelatinización**. De un estado de dispersión, el almidón pasa a un estado de disolución viscosa dotada de propiedades adhesivas.

GELATINIZACIÓN DEL ALMIDÓN.

Funciones:

- Proceso de hidratación e hinchamiento del gránulo de almidón.
- A partir de cierta temperatura se rompen los enlaces por puente de hidrógeno, se separan las cadenas y empiezan a hinchar los gránulos.
- Debido al hinchamiento los gránulos absorben agua y llegan a reventar.
- Se produce una pasta de almidón de características adhesivas. La viscosidad aumenta.
- El incremento de viscosidad se debe a la disminución de la movilidad de los gránulos debido al hinchamiento y reventamiento.

- La temperatura a la que la viscosidad aumenta considerablemente se conoce como temperatura de gelatinización.
- La sosa cáustica reduce la temperatura a la que los gránulos de almidón hinchan y revientan.
- En la gráfica que sigue se puede ver la disminución del punto de gel de una cola de almidón de maíz, en relación con la concentración de sosa respecto al almidón total (primario + secundario).

Para evitar el precipitado de los gránulos en el agua, éstos tienen que ponerse en suspensión en un líquido portador, hecho a base de almidón " cocido " a 80° C, llamado "carrier " , almidón primario o portador.

Almidón crudo.

- Absorbe el agua para el inicio del pegado.
- Al gelatinizar forma parte del adhesivo.

Carrier o portador.

- Sirve de soporte y transporte al almidón crudo.
- Confiere viscosidad a la cola.
- Retiene el agua para el almidón crudo (absorbe 20 veces su peso en agua).
- Controla la absorción de agua del médium.
- Proporciona tack ó agarre.

En la preparación de la cola de almidón se incorporan varios aditivos:

- **La sosa**, cuya función consiste en disminuir la temperatura de la gelatinización y, de esta manera, permitir un encolado más rápido.
- **El bórax**, que reduce la viscosidad de la cola, facilitando así su distribución. Asimismo determina la textura de la cola (fluidez).
- **Un fungicida**, para prevenir un posible desarrollo bacteriano.

SOSA CÁUSTICA.

Funciones:

- Disminuye el punto de gel.
- Confiere al almidón una estructura pegajosa.
- En exceso puede quemar al cartón (cartón quebradizo).
- Junto con bórax aumenta la viscosidad y el tack. por lo cual por debajo de temperaturas de gel de 58 ° C, la cola se espesaría prematuramente y no habría buena aplicación .
- Tiene avidez por las fibras de papel, lo cual favorece la penetración de la cola.
- Su contenido en la cola oscila entre 1,8 - 3 % del peso de almidón.

BORAX.

Funciones:

- Confiere gomosidad al adhesivo.
- Hace al adhesivo compacto y con un tack elevado.
- Proporciona estabilidad durante el almacenaje y bombeo de la cola.
- En exceso produce pegados quebradizos.

- Afecta al punto de gel, ya que reacciona con la sosa produciendo meta borato de sodio, consumiendo sosa durante la reacción.

El proceso de encolado comporta de manera sucesiva las siguientes operaciones:

- Depósito o aplicación de la cola sobre los vértices de los canales.
- Formación de la unión con cola al contacto con los papeles. La cola penetra parcialmente en estos.
- Gelatinización del almidón por calor en la prensa lisa o en las mesas calientes, que se traduce en:
 - Una unión débil (humedad –“tack”) al principio, ya que la junta está húmeda.
 - Una unión más firme y definitiva a consecuencia de la eliminación de agua, que se produce en las mesas calientes y en el puente almacenador.

La formulación de la cola no es universal: debe ser adaptada a los distintos tipos de papel utilizados y a las exigencias de fabricación (maquinaria, velocidad de producción...).

Sin embargo, por regla general:

La fórmula de la cola para un cartón simple cara es distinta a la de un cartón doble cara, en lo concierne a concentración y viscosidad.

100 kg. de cola líquida contienen:

- de 18 a 20 kg. de almidón crudo para cartón simple cara.
- De 20 a 22 kg. de almidón crudo para cartón doble cara.

El depósito de almidón seco es de :

- 4 a 5 g/m² en el cartón simple cara.
- 6 a 7 g/m² en el doble cara.

Lo que equivale a un depósito total de 10 a 12 g/m² de materia seca en el cartón doble cara.

Hay que tener en cuenta que se emplean resinas especiales que confieren una resistencia al agua en las llamadas colas «resistentes a la humedad» (RH).

Las instalaciones para la preparación de la cola suelen estar a menudo totalmente automatizadas. La importancia del encolado y de sus consecuencias requieren controles frecuentes en el proceso de fabricación.

2.2.2. Tipos de cola.

2.2.2.1. El proceso Steinhall.

- **Almidón Primario:** 10-20% del almidón total. Cocido. Soporta el almidón secundario. A más primario aumenta la viscosidad.
- **Almidón Secundario:** 80-90% del almidón total. Crudo. Poca influencia en la viscosidad. No obstante, es el más importante para el pegado final, al gelatinizar al pasar por la máquina.
- **Sosa:** 1-3% en relación al peso del almidón. Gelatiniza el almidón primario. Regula la temperatura de gelatinización. Aumenta viscosidad y la capacidad de penetración de la cola.
- **Bórax:** 1-2% en relación al peso de almidón. Enlaza el almidón primario. Aumenta y estabiliza la viscosidad. Mejora la adhesividad.

Características:

En este adhesivo el 10-20% del almidón está gelatinizado (fase primaria, carrier o portadora), estando el resto sin gelatinizar (secundario).

La alta viscosidad de la parte gelatinizada sirve como soporte que previene que los gránulos de almidón sin gelatinizar sedimenten, a la vez que proporciona adhesividad.

Los gránulos no gelatinizados (almidón secundario) gelatinizan cuando el adhesivo se transfiere al grupo ondulator y alcanzan una temperatura superior a la de gelatinización.

El proceso Steinhall proporciona simplicidad a bajo coste y una excelente adhesión para diferentes clases de papel.

Debido a la presencia del almidón gelatinizado, estos tipos de colas poseen una gran capacidad de retención de agua característica muy importante para el pegado de papeles muy absorbentes.

Colas Steinhall para producción antihumedad (cartón de agricultura):

Características:

- Utilización de papeles de gramajes medios – altos.
- Papeles de fibra virgen (kraft y Semiquímicos).
- Uno o varios papeles son tratados para impermeabilizarlos mediante parafinas (habitualmente se tratan la cara lisa interior y las dos tripas o papeles ondulados).
- Producción mayoritaria de cartón doble.
- Esto obliga a trabajar con fórmulas de cola ricas en almidón y sosa cáustica.

- Los almidones nativos presentan inestabilidades (poca regularidad en la viscosidad, penetración en el papel deficiente, etc.) en colas con de riqueza en el almidón superior al 25-26%.

Por ello, en la producción de cartón antihumedad se recurre en la mayoría de casos a almidones modificados para la fase primaria.

Almidón “Carrier” o portadora (primario):

- Almidón nativo de maíz: aprox. 13 - 17 % sobre el total de almidón.
- Almidones modificados: sólo en la fase primaria o carrier. En función del tipo de tratamiento químico (dextrinación, fosfatación, etc.) su relación con el almidón secundario oscila entre 1/3⁵ a
- 1/5 (primario / secundario).

Contenido en sosa cáustica pura:

- Relación sosa / almidón total = 2² a 2⁸ %
- El contenido varía en función del tipo de onduladora, velocidad de producción, etc.

Bórax (tetraborato sódico decahidratado: Na₂B₄O₇ · 10 H₂O):

- 1² - 1⁸ % sobre almidón total (primario+ secundario).
- Resina antihumedad (cetona formaldehído).
- 6 - 8 % sobre almidón total (resina con un 45 % de sólidos activos).

¿Cómo se trabaja en la actualidad el cartón antihumedad?.

Prácticamente la totalidad de cartoneras trabajan con almidón modificado en primario o con un

sistema automático que permita imitar este comportamiento sólo con almidón nativo (colas tipo Minocar).

Concentración en sólidos (almidón) base comercial:

- Fórmula única toda la máquina: 26 - 29 %
- Dos fórmulas:
 1. Grupos de ondular: 24 - 26 %
 2. Doble encoladora: 27 - 32 %

La aplicación de parafina + endurecedor en los papeles ondulada ha de ser cuidadosamente controlada. Una temperatura incorrecta puede afectar a la correcta penetración y dificultar el pegado. Asimismo, un exceso de tratamiento da lugar a un mal pegado.

¿Qué se consigue con almidones modificados?.

- Permite alcanzar concentraciones de sólidos más altas (hasta el 30-32 % sin inestabilidades).
- Textura de cola corta: mejor penetración en papel.
- Pegado más consistente.
- Mejor pegado en verde (green-bond).
- Mejores propiedades mecánicas del cartón (ECT, PAT, etc.)

Todo esto permite incrementar la velocidad de producción con una mayor garantía de calidad en el cartón.

En la actualidad, existen sistemas automáticos que permiten conseguir este comportamiento únicamente con almidón nativo de maíz.

No obstante, todavía existen máquinas muy lentas que trabajan únicamente con almidón nativo de maíz para producción de cartón antihumedad.

2.2.2.2. Colas minorar.

Características:

- Adhesivo intermedio entre Stein-Hall y No-carrier.
- Como en las colas No-carrier la textura es corta facilitando la limpieza, aplicación de la cola y consumo.
- El sistema puede compensar variaciones de pH y por tanto es el más apropiado en el uso de aguas de tintas y limpieza de pasteras de cola.
- Son adhesivos muy estables y exhiben buenas propiedades de fluidez, dando un gran rendimiento a distintas velocidades de máquina y con todos los tipos de papel.
- Condiciones de reacción menos críticas que en el sistema No-carrier.
- Es el sistema que permite un mayor contenido de sólidos con almidón nativo.
- Muy apropiado para la preparación de adhesivos antihumedad.

2.2.3. Aplicación de cola en el cartón.

Nunca se debe corregir la curvatura del cartón con mayor aplicación de cola. Es importante aplicar siempre la mínima cantidad que asegure un buen pegado.

Cada calidad de papel y/o de cartón tendrá una aplicación de cola apropiada. La onduladora tiene una serie de elementos de regulación, (precalentadores, frenos, rodillos de aplicación de cola, etc.) que deben ajustarse en función del tipo de cartón que se produce.

APLICACIÓN DE COLA:

Onduladoras:

- Mínima cantidad posible en papeles bicolors y pajas.
- Papeles kraft y SQ implican una mayor aportación. Si el cartón cruje aumentar la aportación.

Doble encoladora:

- Parte inferior. En papeles blanco kraft aumentar la aportación.
- Parte superior: En D/D se aporta mayor cantidad.

Agricultura con tratamiento: se aplica un 30-40% más.

EL PROCESO DE ELABORACIÓN DEL CARTÓN ONDULADO

3



Bobinas de papel



FABRICACIÓN DE
CARTÓN ONDULADO



Planchas de cartón ondulado

3.1. Estructura del cartón ondulado.

Repaso: Como ya se ha mencionado anteriormente el cartón ondulado es el resultado de la aplicación de la teoría de la resistencia de los materiales al campo del papel. Esta culmina, como en el caso de los materiales de construcción, en el reemplazamiento de vigas pesadas con mucha masa, por estructuras “estilizadas” y con la misma rigidez, pero mucho más ligeras.

El cartón ondulado es un material de celulosa, constituido por la unión de varias hojas lisas que

uno o varios ondulados mantienen equidistantes. Ello confiere al cartón la propiedad de ser indeformable:

- Las hojas lisas exteriores se llaman **caras o cubiertas**.
- Las hojas intermedias se llaman **caras lisas**.
- Las hojas onduladas que forman los canales se llaman **ondulado, tripa o “medium”**.

Estructura del cartón ondulado:

El **simple-cara** (single face - SF) está formado por una hoja lisa (una cara) y un ondulado, unidos entre sí con cola. Este es el módulo elemental de todo cartón ondulado, impuesto por la tecnología de fabricación.

Al añadir una segunda cara se forma el **doble-cara** también llamado “simple wall” (pared sencilla) en inglés. Si al doble-cara se le añade un segundo módulo simple cara, constituye el llamado doble-doble (DD)

De la misma manera un triple ondulado resulta de un doble-doble con un tercer simple cara.

Perfil de la onda o canal:

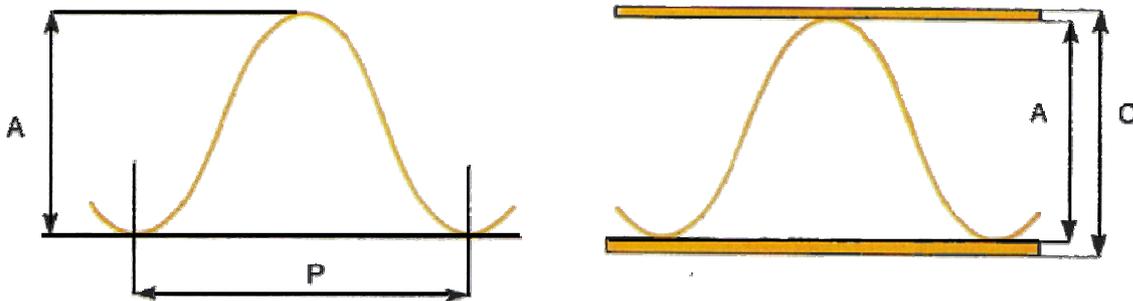
Teóricamente, la manera ideal de asegurar la mejor relación resistencia del cartón/consumo de papel es dándole una forma triangular, o en V, al perfil de la onda.

En la práctica, la tecnología de fabricación en continuo no permite la utilización de perfiles triangulares ni rectangulares. Esto implica que se tenga que hacer un perfil de tipo pseudo sinusoidal que se asemeja más a los engranajes mecánicos.

Existen diferentes gamas de perfiles de onda y cada una se caracteriza por:

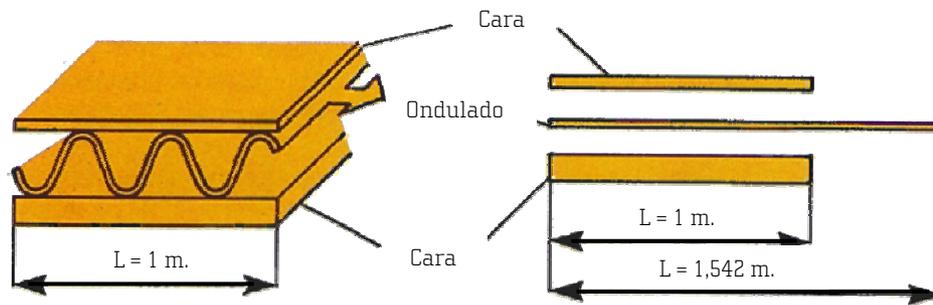
- La **altura**: distancia que hay entre el vértice y la base ancha del canal.
- El **paso**: distancia que hay entre los vértices de dos canales consecutivos.
- El **número de canales por metro** de cartón.
- El **coeficiente de ondulación**: relación teórica que hay entre el largo del papel del ondulado y el largo de la cara. (Dicho coeficiente determina el consumo de papel de ondular). También puede definirse como la relación entre el papel para ondular empleado y la longitud de cartón ondulado obtenido.

Atención: la altura de los canales es inferior al espesor o grosor del cartón ondulado, ya que la primera no comprende el grueso de las caras.



Características del perfil del cartón ondulado

A: altura P: paso
C: grosor del cartón ondulado



Coefficiente de ondulación C

$$C = L' / L = 1,542$$

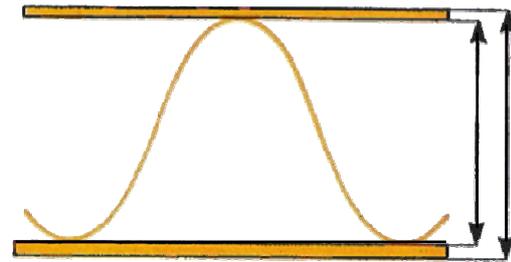
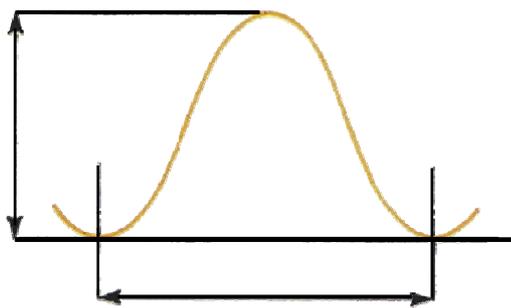
Onda

Micro

Pequeña

Mediana

Grande



Elasticidad del "ondulado"
(analogía hecha con un resorte)

Perfiles de ondas o canales

Perfil del ondulado	Espesor del cartón ondulado en mm (1)	Altura de la onda en mm (2)	Aso en mm	Número de ondas por metro	Coefficiente de ondulación teórico
CANAL K (Onda muy grande)	6,1 a 7,0	6,0	11,7	90	1,50
CANALA (Onda grande)	4,5 a 5,8	4,4 a 4,8	8,1 a 9,5	123 a 105	1,48 a 1,60
CANAL C (Onda mediana)	3,6 a 5,0	3,5 a 4,0	7,0 a 8,1	143 a 123	1,39 a 1,50
CANAL B (Onda pequeña)	2,6 a 3,8	2,4 a 2,8	6,0 a 6,8	167 a 147	1,30 a 1,51
CANAL E (Micro canal)	1,2 a 2,0	1,1 a 1,4	3,0 a 4,2	333 a 238	1,17 a 1,43
CANAL F (Mini micro)	0,9 a 1,4	0,75	2,4 a 2,7	416 a 370	1,20 a 1,40
CANAL G	1,0 a 1,1	0,5 a 0,65	1,8	555	1,24 a 1,26
CANAL N	0,5 a 0,8	0,42	1,8	555	1,13 a 1,15

(1) Valor orientativo, pues depende del espesor de los papeles cara y papel para ondular empleados.

(2) Alturas de onda más utilizadas.

La tabla anterior es solo orientativa, ya que para cada perfil, los diseñadores proponen distintas «formas geométricas» de canal que se diferencian entre sí por la altura y el paso.

Al ondulador le interesa elegir un perfil que, utilizando la menor cantidad de papel, proporcione la máxima resistencia al aplastamiento en plano (FCT) y a la compresión en el canto (ECT).

Los perfiles de onda más utilizados son el E, F, B, C, y A.

Se entiende por micro-canales los canales E o de menor altura.

Propiedades de cada perfil:

Onda micro-canal E y mini-micro-canal F:

Buena superficie lisa debido al elevado número de ondulaciones por metro, y alta resistencia al aplastamiento en plano (FCT). De ahí que tenga una buena imprimibilidad, lo que lo convierte en el cartón competidor del cartoncillo.

Onda pequeña B:

Buena resistencia al aplastamiento en plano debido al número de canales por metro, pero poca rigidez dado el reducido espesor que tiene.

Onda mediana C:

Cronológicamente es posterior a los ondulados A y B, y apareció como una mejor adecuación entre precio/consumo de papel/calidad (resistencia). Está dotada de una buena resistencia al aplastamiento en plano (flat crush) y a la compresión vertical (BCT). De ahí su alta utilización en Europa.

Onda tipo A y K (Canal Muy Grande):

Rigidez, poder amortiguador y resistencia a la compresión en el canto en virtud del gran espesor del cartón.

Asociación de ondas:

La asociación de dos o tres ondas permite aumentar el espesor y sumar las propiedades de varios perfiles.

Funciones del ondulado:

- Dar un **espesor inicial** al cartón y **mantenerlo** durante toda la vida del embalaje.
- Formar nervaduras en el corazón de la plancha de cartón con el fin de **aumentar la rigidez** a la flexión.
- Proporcionar al cartón ondulado la propiedad **“amortiguadora”**. En virtud de su forma, el ondulado asegura una elasticidad relativa ante los problemas de aplastamiento en plano y resistencia a impactos.
- **Aporta resistencia a la compresión sobre el canto del cartón** (fuerza paralela a los canales). Cada canal puede ser considerado, pues, como un “pilar”.

Funciones de las caras:

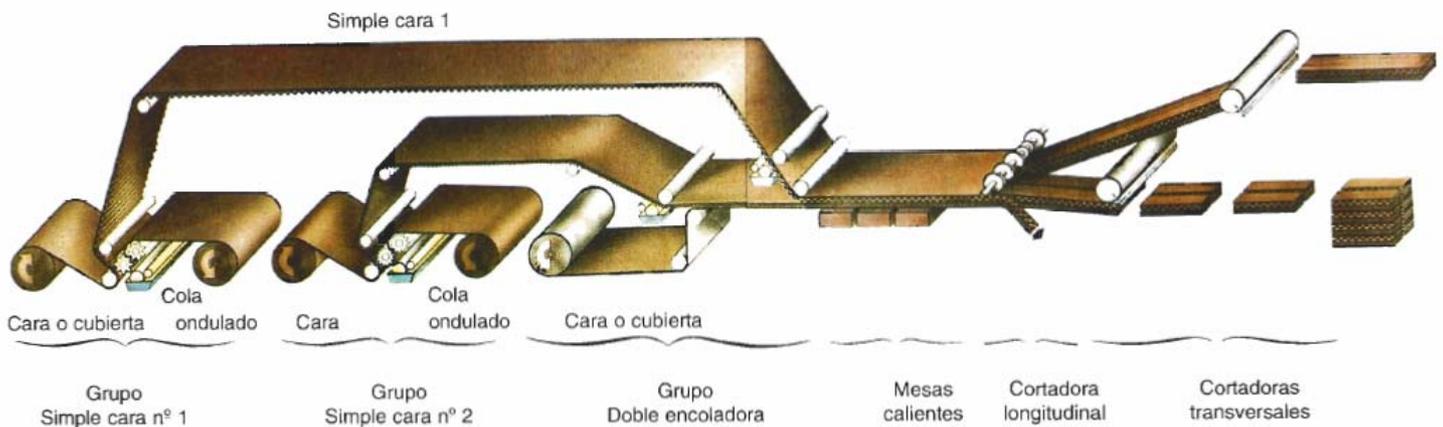
- Las caras realizan una aportación importante a la **resistencia** del embalaje –rigidez a la flexión, estallido, desgarró, resistencia al apilado- de cara a posibles agresiones mecánicas, climáticas, etc. De aquí se desprende su **función protectora del producto**.
- La cara exterior sirve, además, de base informativa (marcado) y gracias a su excelente imprimibilidad se puede revestir de una manera atractiva, como en el caso de los embalajes expositores, explotando el uso de colores y grafismos.

Funciones de la cola:

- Unir de una manera rápida y duradera los papeles componentes a un ritmo elevado de fabricación. A título indicativo, a una velocidad de 300 m/min, el encolado “instantáneo” de un simple cara (un ondulado y una cara) tarda algunas centésimas de segundo.
- Resistencia –en algunos casos- a la humedad o al agua (cola RH) llamada “resistente a la humedad”).

3.2. La onduladora: funciones y tecnología.

La onduladora es la máquina que, a partir de las bobinas de papel, permite la fabricación de planchas de cartón ondulado.



VISTA GENERAL ESQUEMÁTICA DE UN TREN ONDULADOR

Esta operación, que se realiza de manera continua, comprende las siguientes fases:

- **Formación de la onda de papel** de ondular y encolado de ésta con una cara: es el **grupo simple - cara**.

En el caso del doble doble (DD) se utilizan dos grupos de simple - cara, generalmente usando dos ondas distintas: B + C o E + B. Para el triple ondulado se necesitan tres grupos de simple - cara.

- **Encolado** de la segunda cara con el (los) simple - cara (s), que se hace en la **doble o triple encoladora**.
- Solidificación de la unión de la segunda cara y secado del cartón; es la función de las **mesas calientes**.

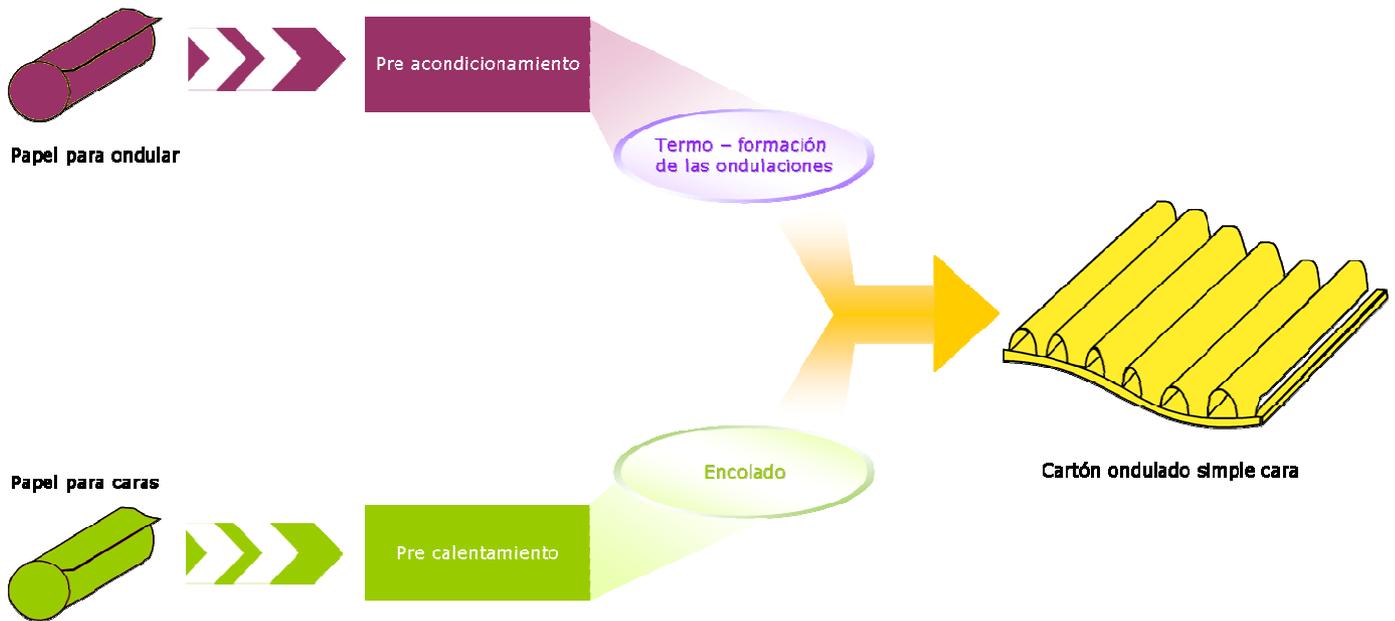
Transformación de una banda continua de cartón en planchas a través de:

- **Corte longitudinal y hendido** de las solapas, en la cortadora/hendedora longitudinal o reversible.
- **Corte transversal** en la cortadora del mismo nombre.

3.2.1. El grupo simple - cara (cara sencilla).

Funciones:

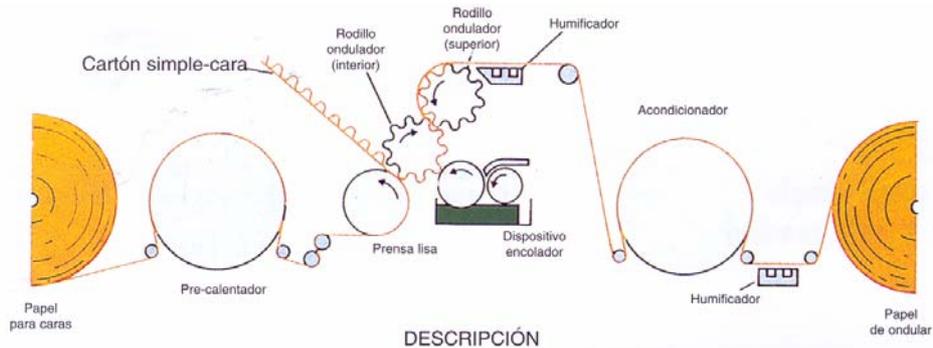
- Transformar el papel liso (médium) en una sucesión de ondulaciones regulares y estables con el paso del tiempo, con la ayuda de una “matriz” tipo engranaje: los rodillos onduladores.
- Encolar las ondulaciones sobre una hoja lista para caras, para obtener un simple - cara.



PRINCIPIOS DE FABRICACIÓN CARTÓN ONDULADO SIMPLE – CARA

Fundamentos:

Es sabido que un material rígido y fibroso como las planchas de madera, las viguetas, etc., pueden tomar y conservar varias formas – cilíndrica, retorcida, enroscada – siempre y cuando estén previamente calentadas y humedecidas al vapor.



EL GRUPO SIMPLE – CARA

La formación de los canales del papel se basa sobre este principio de preacondicionamiento. La primera operación en la formación del ondulado, llamada “termoformación”, necesita:

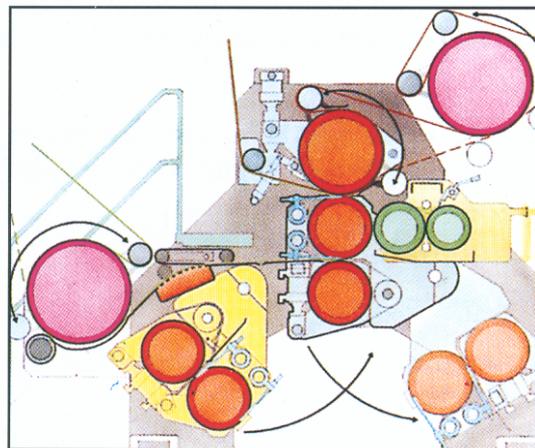
- Energía mecánica para ejercer la presión.
- Energía térmica en forma de calor.

Se trata de trasladar al papel, en un lapso de tiempo muy corto –milésimas de segundo- estos dos tipos de energías, cuya función consiste en ablandar las fibras que constituyen el papel, en particular la lignina después de moldear la onda y, finalmente, estabilizar el moldeado y darle rigidez.

La aportación de humedad y una temperatura elevada de la plancha (alrededor de 180°C) favorecen dicho proceso.



SIMPLE – CARA: VISTA GENERAL



SIMPLE CARA TAMBOR :
CAMBIO DE PERFIL POR VOLCADO DE LOS MÓDULOS

Las aportaciones anteriormente descritas se realizan con la ayuda de los distintos elementos en los circuitos del “papel ondulado” y las “caras” del cartón.

Los **portabobinas** de papel alimentan ambos circuitos, uno por cada circuito. La función del portabobinas consiste en desarrollar la hoja de manera continua y regular, a una tensión constante.



ALIMENTADOR DE BOBINAS

3.2.1.1. Las empalmadoras (splicers).

Las onduladoras modernas disponen de un sistema de empalme automático de las bobinas montadas en un portabobinas doble (1 splicer por grupo) que permite cambiar bobinas sin interrumpir ni disminuir significativamente la velocidad de la onduladora.



PORTABOBINAS Y EMPALMADOR AUTOMÁTICO DE BOBINAS (SPLICER)

Características de las empalmadoras:

- Debe mantener la tensión del papel constante durante el proceso de desbobinado (arrugas y fallos de ondulado).
- Si hay variaciones de tensión durante el empalme se producirán importantes mermas (Cartón mal ondulado, despegado, cartón teja).
- Es importante utilizar cinta de empalme de buena calidad, debe soportar el paso por los precalentadores.

3.2.1.2. Circuito del “papel de ondular”.

Los **humidificadores**: son aparatos fijos con orificios, a través de los cuales sale vapor de agua, para humedecer la hoja de papel. Permite regular la aportación de humedad al papel.

Clases:

- Cilíndricos
 - Gaylor.
- Planos
 - Bandeja.
 - Sándwich.

Trabajan con bajas presiones de trabajo (vapor saturado a 3 bares).

Deben estar alimentados con vapor a baja presión saturado.

Es frecuente encontrarlos conectados a vapor vivo directo.



HUMECTADOR

- El **preacondicionador (PRECALENTADOR)**, normalmente va unido a un humidificador, permite regular la aportación de calor a la banda de papel.

Es un cilindro rotativo liso, calentado en su interior con vapor (190°C aproximadamente), al que llega el papel de ondular para ser precalentado antes de entrar en los rodillos onduladores.

Es necesario tener una perfecta nivelación y paralelismo con grupo de ondular. En caso contrario aparecerán:

- Diferencias de tensión entre los extremos de los papeles.
- Diferencias de temperatura entre los extremos del papel.

Debe de estar dotado de 1 ó 2 cilindros de abrazamiento.

Velocidad de rotación independiente y sincronizada con la onduladora.

A medida que las onduladoras han ido incrementando la velocidad de trabajo, ha ido aumentando el diámetro de los precalentadores.

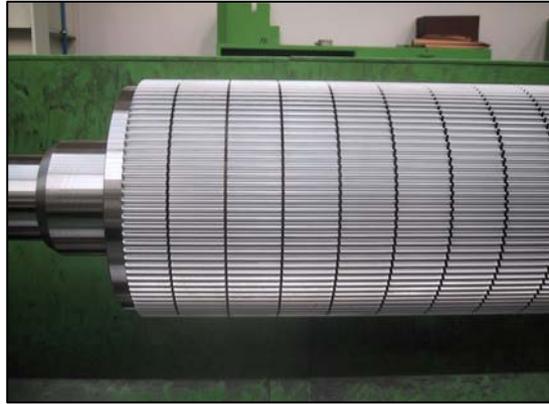
Diámetros actuales:

- 500 mm.
- 600 mm.
- 900 mm.
- 1100 mm.



PRECALENTADOR

- **Los rodillos onduladores.** Son los encargados de conformar al médium mediante la aplicación de temperatura y presión al papel durante el tiempo que permanece entre ellos.



RODILLO ONDULADOR

Moldean, de manera continua, el papel liso y forman ondulaciones sucesivas y regulares; estas deben tener todas la misma altura y el mismo paso. Son dos cilindros entre los que pasa el papel, que se asemejan a engranajes “rectos”. Se calientan con vapor de agua (a una temperatura de 190°C) y ejercen una presión regulable (de 30 a 50 Kg./cm. lineal). Los rodillos onduladores aseguran el moldeado del papel. El perfil de las ondas de éstos define el perfil del ondulado y, por consiguiente, el tipo de canal.

Los rodillos deben estar contruidos con aceros forjados y perfectamente estabilizados.

Después de su formación se mantiene el canal contra el rodillo inferior mediante un dispositivo de aspiración o de presión de aire.

- **Máquinas con peines:** Algunas onduladoras disponen de “**peines**” (finas hojas metálicas) que adoptan la forma del rodillo inferior y mantienen el canal hasta que entra en contacto con la cara.

Máquinas con peines:

- *El médium se sujeta sobre los rodillos acanalados por la acción de unos peines metálicos que los abrazan.*
 - *Es necesario ajustes continuos de los peines debido a desgastes provocados por la fricción del papel.*
 - *Produce cartón con ondas altas y bajas.*
 - *Las maquinas están limitadas en velocidad.*
- **Máquinas sin peines:** En las maquinas “**sin peines**” el médium se sujeta sobre los rodillos acanalados por la acción de la presión de aire. Puede ser de dos tipos:
 - De presión positiva.
 - De presión negativa.

Los dispositivos “sin peines” presentan varias ventajas:

- *Supresión del efecto de “falso acanalado”.*
- *Aumento sensible de la velocidad (200 a 300 m/min.).*
- *Produce buena calidad de cartón.*

Como contrapartida, los dispositivos requieren una adaptación y un ajuste más preciso del dispositivo encolador, consumen energía y necesitan un papel de ondular adecuado.

Con el fin de reducir la duración de los cambios de perfiles de onda, para que aumente la productividad de la onduladora, algunos simple - caras, al igual que los splicers, están dotados de un segundo juego (o tercero en algunos casos) de rodillos onduladores que pueden estar integrados o no en la máquina.

Existen los siguientes sistemas:

- Sistema con tambor.
- Sistema con cargador interno o externo que permite cambiar el perfil en pocos minutos.
- La **encoladora** deposita una cantidad determinada regularmente sobre las crestas de las ondulaciones. Normalmente está provista de un rodillo encolador liso que extiende la cola sobre crestas de los canales y un rodillo “doctor” que regula el espesor de la película de cola.

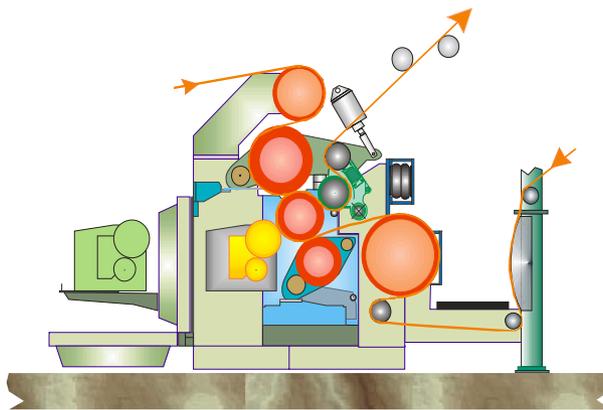
3.2.1.3. Circuito “de las caras”.

- El **precalentador**, tiene las mismas funciones que el anterior, pero sin la humidificación.
- La **prensa lisa**. Es un rodillo rotativo liso calentado al vapor (180°C), cuya presión de aplicación al de ondular inferior se puede regular (de 30 a 50 kg/cm. lineal). Sus funciones son:
 - Arrastrar el papel para caras.
 - Traspasar al papel el calor necesario para producir una adhesividad instantánea (humedad “tack”).
 - El pegado del ondulado a las caras.

Problemas:

- *Vibraciones debido a acoplamiento prensa - rodillos acanalados.*
- *Pérdidas de características mecánicas del cartón producidas por el debilitamiento o corte en la línea de presión del diente con la prensa lisa.*
- *Nivel sonoro elevado.*

Cabe mencionar la aparición de sistemas de prensa de extensa superficie que permiten aumentar la duración del contacto cara – cola – onda, así como reducir las presiones y el ruido.

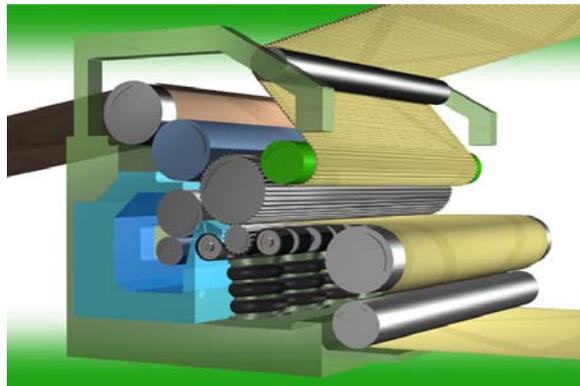


GRUPO DE ONDULAR CON PRENSA LISA

- **Máquinas sin prensa lisa.** El pegado del médium con el liner se produce por la acción de la presión y la temperatura de:
 - Una banda metálica sinfín (BHS).
 - Una Banda polimérica (Mitsubishi).
 - Rodillos poliméricos (Agnati).

Ventajas:

- *Eliminación de vibraciones.*
- *Aumento 10 % del ECT del cartón.*
- *Aumento características imprimabilidad del cartón.*



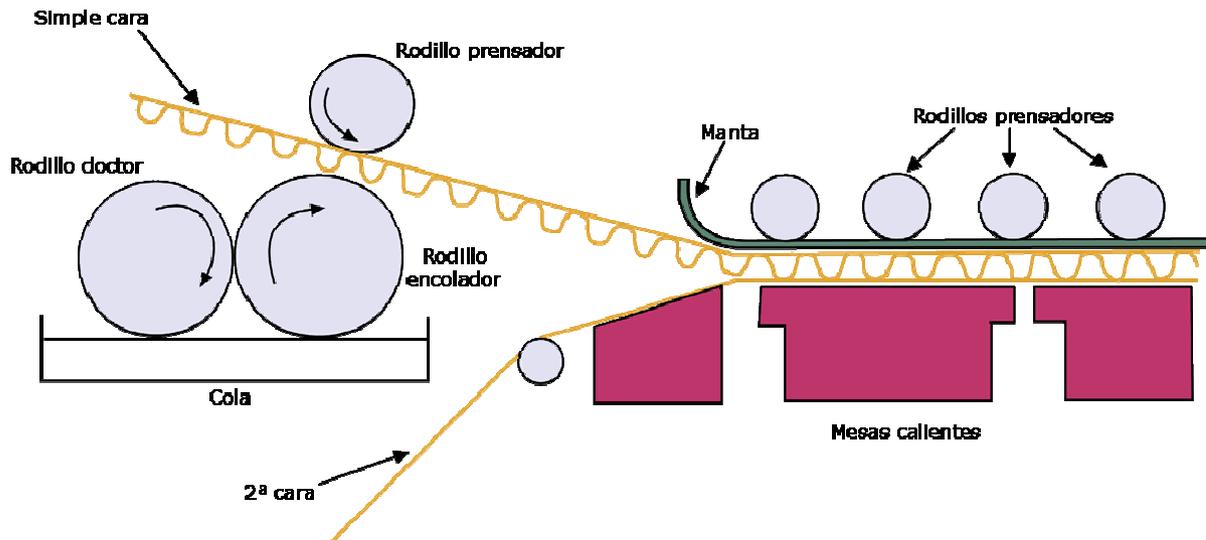
GRUPO DE ONDULAR SIN PRENSA LISA



PUENTE ALMACENADOR

- **El puente almacenador.** El último elemento en la cadena de fabricación del simple - cara es el puente almacenador cuyas funciones son:
 - Transportar el cartón.
 - Almacenarlo temporalmente con el fin de conseguir el secado y la unión definitiva del encolado que aún está húmedo en esta fase.
 - Constituir una reserva entre los grupos simple - cara y doble cara, ya que estos funcionan a distintas velocidades en el momento de cambiar de bobinas.

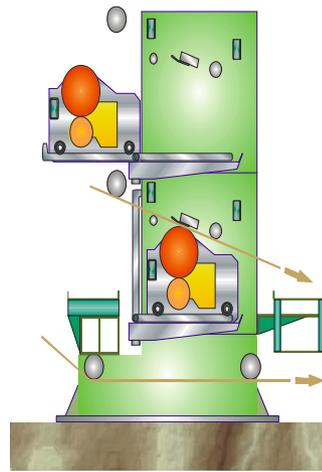
3.2.2. Grupo doble cara (o triple). La encoladora.



ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS COMPONENTES

Se llama también “**grupo doble encoladora**”. Asegura la unión del (de los) simple - cara (s) con la segunda cara, encolando las crestas de los canales del (de los) simple-cara (s). El principio general del encolado aplicado al simple - cara, se repite para el doble cara, pero hay variaciones.

- El precalentamiento del (de los) simple - cara (s) y de la segunda cara.
- El encolado de las crestas de los canales de (de los) simple - cara(s) al pasar entre dos rodillos: el rodillo encolador y el rodillo “prensador”.



DOBLE ENCOLADORA

ELEMENTOS:

Precalentador integrado.

Aporta calor inmediatamente antes de la entrada de los SC a la doble encoladora.



Sistema encolador.

Elementos:

- Rodillo dador (encolador).
- Rodillo doctor.
- Rasqueta.

Características:

- Deben estar dotados de regulación del gap en función de la velocidad
- A mayor velocidad del cartón mayor es la aportación de cola.
- La película de cola existente entre el dador y doctor tiende a separarlos al incrementar la velocidad por el efecto de formación de un vortex.
- Para disminuir el vortex se tiende a igualar las velocidades de ambos rodillos.

Rodillo pisón (prensador).

Rodillo que aplica presión necesaria al simple cara para que deslice sobre la superficie del rodillo dador.

Inconvenientes:

- *Mala regulación = cartón aplastado.*
- *Excentricidad – Desgastes = Aplicación desigual de cola.*

Sistema de patines.

La presión se aplica mediante una barra de patines deslizantes en los cuales la fuerza se transmite por resortes.

Ventaja: Se elimina el problema de aplastamiento del cartón.

Inconveniente: Dificultad en la aplicación de cantidades mínimas de cola (onda e).

Aparecen varias ondas en contacto con dador.



GRUPO DOBLE ENCOLADO: A LA DERECHA EL ENCOLADO,
A LA IZQUIERDA LAS PRECALENTADORAS DE SIMPLE CARA

Posibles problemas de la doble encoladora.

SALPICADURAS:

Producidas por:

- *Baja viscosidad.*
- *Gap excesivo.*
- *Superficie inadecuada del dador.*

Solución:

- *Aumentar viscosidad.*
- *Reducir el gap.*
- *Anilox tramados.*

EXCESO DE APLICACIÓN DE COLA:

Causas:

- *Gap.*
- *Desgastes.*



SALPICADURAS



EXCESO DE COLA



ESCASA APLICACIÓN DE COLA

ESCASA APLICACIÓN DE COLA:

Causas:

- *Gap.*
- *Desgastes.*



CORRECTA APLICACIÓN DE COLA

3.2.3. Mesas calientes.

Maquina diseñada para aportar el calor y presión necesarios para conseguir un buen pegado de los simples caras y liner exterior.



VISTA AÉREA DE LAS MESAS CALIENTES

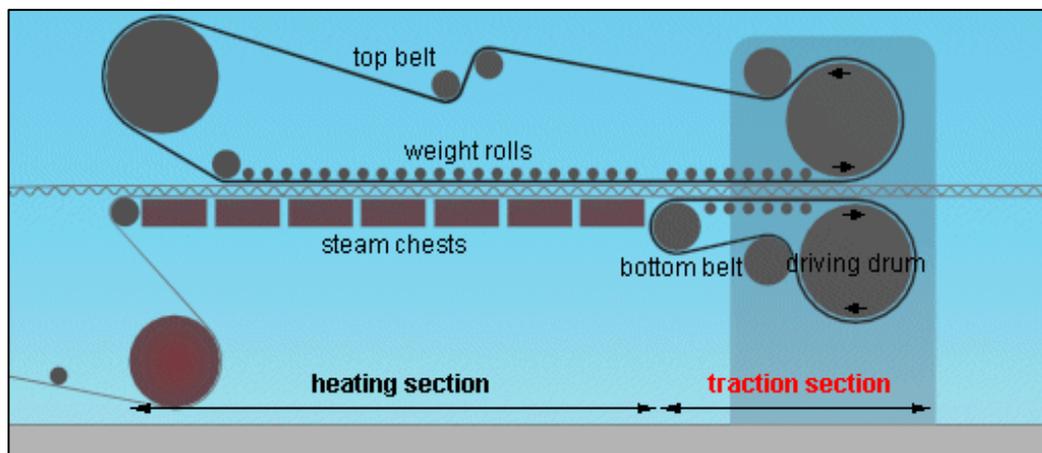
Funciones:

Unir de manera definitiva el (los) simple - cara(s) con la segunda cara, eliminando el exceso de agua de la cola.

Los intercambios térmicos, rápidos en el grupo simple - cara, son mucho más lentos en este caso porque el cartón ondulado no se puede prensar por temor a que se aplaste la onda.

La gelatinización del almidón contenido en la cola, que es necesaria para la unión definitiva de los componentes, se produce cuando el cartón entra, mediante una ligera presión, en contacto con **las mesas calientes:** elementos planos, yuxtapuestos y calentados con vapor (de 120°C a 180°C). Para ajustar la transferencia térmica, según el ritmo de producción y el tipo de cartón fabricado (doble -cara, doble - doble cara, triple ondulado) se emplean ciertos dispositivos:

- rodillos aplicadores cuyo número varía,
- cajones con colchones de aire aplicadores (cuyo número y presión varía),
- inyección de vapor en el simple - cara, antes del encolado (jet set).



MESA DE SECADO

A la salida de la mesa, una **sección de tracción** asegura el arrastre del cartón entre la manta secadora y una segunda manta.

La regulación del calor asegura una temperatura elevada en las primeras mesas, a fin de que el almidón se gelatinice. Dicha temperatura es un poco más baja en las últimas mesas, donde se elimina el agua.

Elementos:

- *Manta.*
- *Placas calientes.*
- *Sistema de presión.*
- *Sistema de calentamiento.*
- *Tracción.*

Funciones:

- *Transportar el cartón.*
- *Evaporar el agua.*
- *Transmitir la presión.*
- *Arrastre del cartón.*

Clases:

- *Textiles.*
- *Sintéticas.*

MANTAS SINTÉTICAS. Son las mas empleadas, con un espesor entre 8 - 9 mm. Son:

- *Agujadas.*
 - *Buena permeabilidad.*



DETALLE DE UNA MANTA

- *Fácilmente taponables por la cola y fibras de papel.*
- *Tejidas – Trenzadas.*
 - *Peor permeabilidad.*
 - *Menos tendencia a taponarse.*

MANTAS EMPALMES. Realizados mediante grapas de acero.

Se debe solapar el empalme y tapar la grapa para evitar marcas longitudinales sobre el cartón.

Placas calientes.

Elemento diseñado para aportar el calor necesario para la gelatinización del almidón y el secado del cartón.

Clases:

- *Fundición de acero.*
- *Acero electro soldado.*

Sistema de presión.

Características:

- La cantidad de calor transmitida por las placas calientes es función de la presión ejercida por el cartón sobre las placas.
- Las placas al transmitir calor, tienden a deformarse.
- Para evitar esta falta de homogeneidad en la transmisión del calor, se han diseñado los siguientes sistemas:

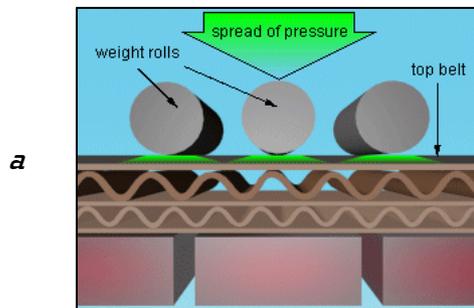
Tipos:

a.- Sistema por rodillos. La presión es ejercida por rodillos de acero.

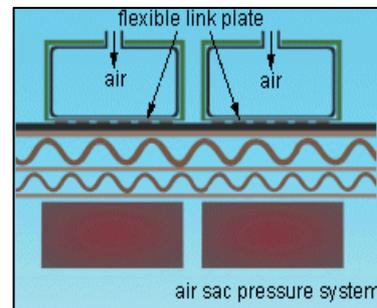
b.- Sistema air press. La presión es ejercida por aire aplicado directamente sobre la manta.

c.- Short press. El aire ejerce presión sobre un colchón flexible que transmite la presión a la manta.

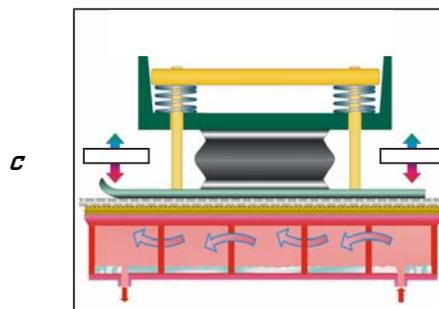
d.- Sistema de patines.



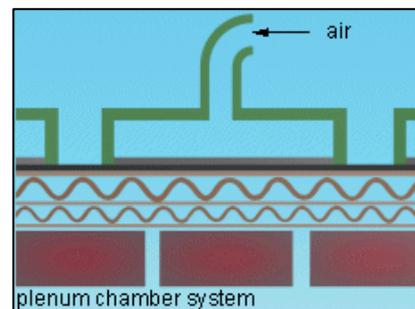
SISTEMA POR RODILLOS



SISTEMA AIR PRESS



SHORT PRESS

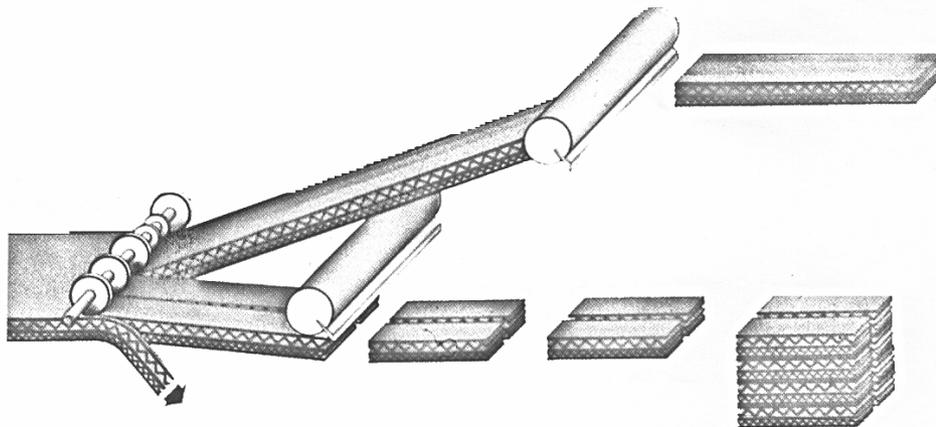


SISTEMA DE PATINES

3.2.4. De la banda continua a la plancha de cartón ondulado.

Cuando el cartón sale de las mesas calientes, se presenta en forma de banda continua, que hay que transformar en planchas con unas medidas determinadas. La plancha de cartón es el elemento básico para la realización del embalaje. Esta operación, realizada en continuo en la onduladora, tiene las siguientes etapas:

- **Corte y hendido longitudinal**, paralelo al sentido de arrastre de la banda continua, es decir, perpendicular al sentido de los canales.
- **Corte transversal**, perpendicular al sentido de arrastre de la banda continua y paralelo a los canales.
- **Salida** de la plancha.



DE LA BANDA CONTINUA A LA PLANCHA DE CARTÓN:

CORTE Y RASURADO (LONGITUDINAL) – CORTE TRANSVERSAL

3.2.4.1. Corte y hendidos longitudinales: la cortadora longitudinal.

Elemento que permite efectuar cortes y hendidos longitudinales a todo el ancho del cartón.

Objetivos:

- **Cortar** la banda de cartón en 2, 3, 4, etc., bandas elementales de anchura reducida y el refilado ("trim").
- **Hacer hendidos longitudinales** en las hojas elementales, es decir, aplastar parcialmente el espesor del cartón, siguiendo una línea, para facilitar el posterior plegado de las solapas, en el caso de las "cajas americanas" (regular slotted container).

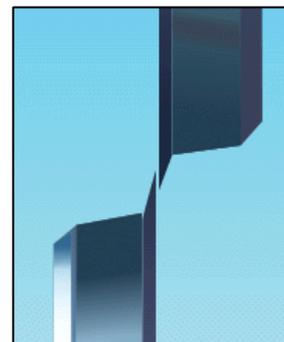


CORTADORA-HENDEDEDORA LONGITUDINAL

Tipos de cortes:

DOBLE CUCHILLA:

- El espesor y solape de la cuchilla provoca bordes de cartón defectuosos.
- Sobre velocidad de la cuchilla 3% con respecto al cartón.
- Las cuchillas deben estar afiladas y limpias de cola y cartón.
- Las cuchillas deben estar paralelas y sin excentricidad.



SIMPLE CUCHILLA: DISC CUT.

- Las cuchillas giran con un 200% - 300% de sobre velocidad.
- Afilado automático.
- Engrase automático.

Otras características:

- Corte limpio.
- MÍNIMAS REBABAS - mejora la calidad de impresión.
- NO "PATA DE CUERVO" - incluso en triple cara.
- Bordes no aplastados.
- Bordes no deslaminados.



CHORRO DE AGUA:

La cortadora longitudinal tiene varios ejes sobre los que se colocan las cuchillas rotativas circulares y demás instrumentos rotativos para hacer **hendidos**.

El dispositivo tiene una gran flexibilidad a la hora de cambiar un formato: se ajustan las cuchillas sobre un eje libre; esto se puede efectuar durante la fabricación y sobre la marcha. Además, los instrumentos para hacer hendidos tienen formas distintas -perfil, anchura, forma geométrica-. Esto permite que se ajusten a la estructura de cada cartón -naturaleza de los papeles componentes, doble-cara, doble-doble cara, etc.

En las "cajas americanas" la distancia que hay entre los instrumentos hendedores en la cortadora longitudinal determina la altura del embalaje.

HENDIDOS:

Como resultado de la tensión, el cartón se debilita y el liner dobla por el sitio más fácil, esto produciría una esquina muy débil.

Tipos de hendidos.

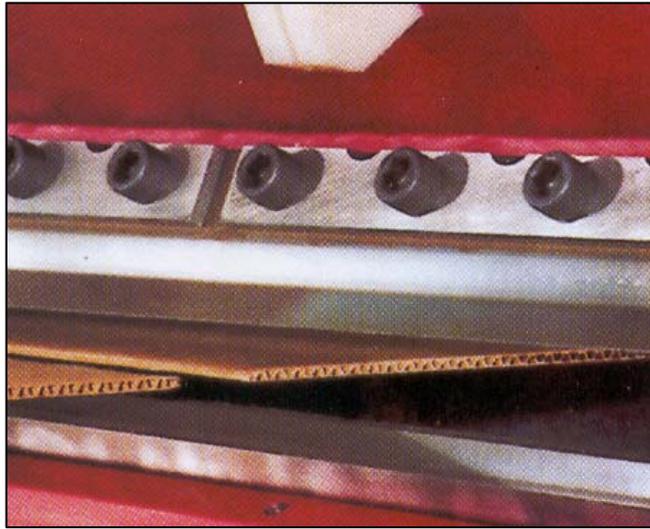
- 3 PUNTOS (estándar).
- 5 PUNTOS.
- PUNTO A PUNTO.
- OFFSET.
- V EN PLANO.

Hendido estándar de 3 puntos.

- El hendido macho (superior), crea una línea de doblado en la cara interior del cartón.
- El hendido hembra (inferior), crea dos líneas de rotura en la cara exterior del cartón que reduce la tensión en el liner.

3.2.4.2. Cortadora rotativa transversal.

Elemento que permite efectuar cortes transversales a todo el ancho de la banda de cartón.



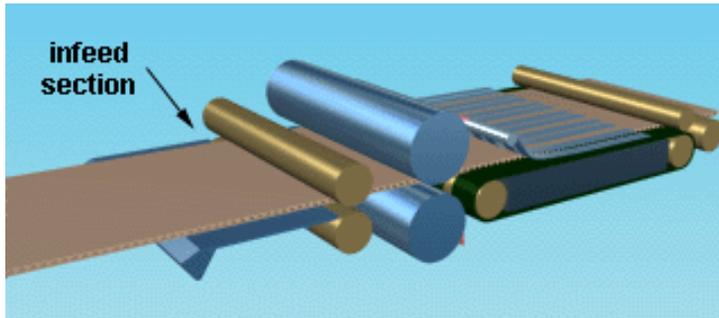
CORTADORA TRANSVERSAL (DETALLE)

La cortadora rotativa transversal.

Al salir de la cortadora longitudinal, un dispositivo de selección introduce por separado las bandas elementales cortadas a diversas anchuras en una cortadora transversal; ésta corta cada banda elemental en planchas con el largo deseado. El número de cortadoras determina el número máximo de bandas continuas, todas con la misma longitud de corte.

Elementos:

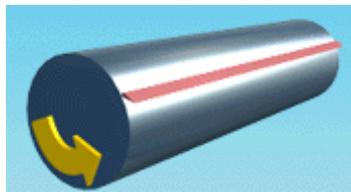
- Unidad de alimentación.



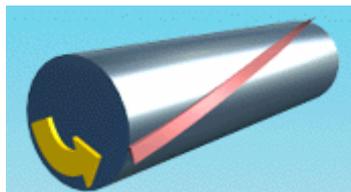
- Cilindros de cuchillas.

Tipos

- Rectas.



- Helicoidales.



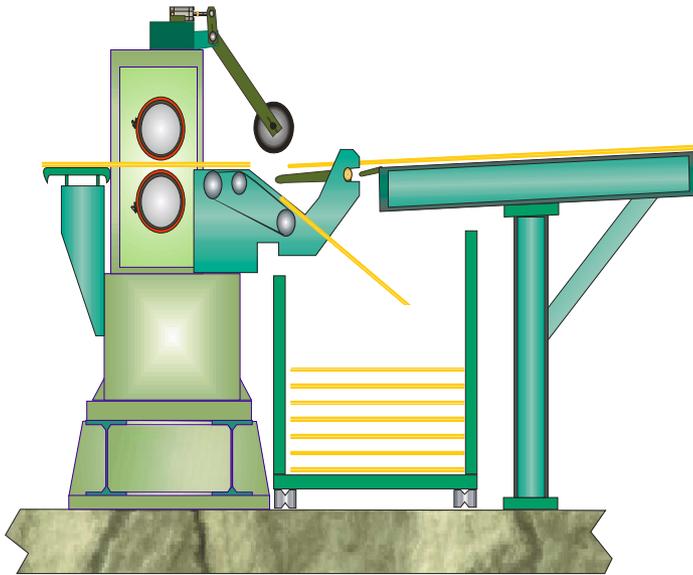
- Unidad de salida.

- Sándwich.
- Rodillos de salida.
- Cintas de vacío.

Principio:

Dos tambores porta-cuchillas cortan la banda continua. La longitud de la plancha de cartón es el resultado del ajuste de la velocidad de rotación de la cortadora al desplazamiento del cartón. El ajuste de ambas determina la precisión y la regularidad del corte; las cortadoras de mando directo aseguran una sincronía muy precisa entre ambas velocidades.

Unos dispositivos permiten un corte "señalizado" y, por consiguiente, una gran precisión, como en el caso de las caras preimpresas.



ESQUEMA CIZALLA FIN DE PEDIDO



CIZALLA FIN DE PEDIDO

La cortadora auxiliar:

Para cualquier cambio de formato y si se quiere reducir el índice de desperdicio, la banda continua tiene que llevar un corte transversal antes de ser introducida en la cortadora longitudinal: esta función la desempeña la cortadora auxiliar.

3.2.4.3. Salida de la plancha.

A cada cortadora transversal le corresponde un dispositivo de salida de planchas. Una cinta transportadora las reagrupa por imbricación. La salida puede ser manual y automática. La segunda permite una salida más rápida de las planchas.



SALIDA DE PLANCHAS

Apilador.

Elemento que permite la formación de pilas o agrupamientos de cartón para su posterior traslado y manipulación.

Elementos:

- UNIDAD DE FRENADO. Elemento que permite reducir la velocidad del cartón y controlar su alineación y solapado.

Tipos:

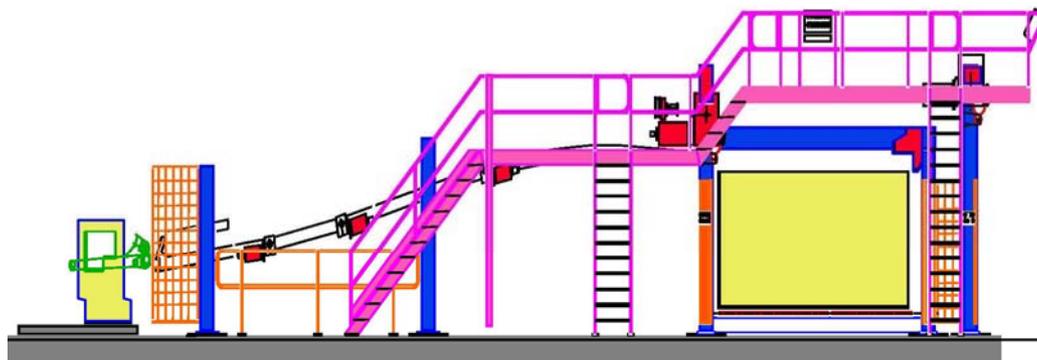
- Cepillos.
 - Vacío (flejes- ruedas non crush).
-
- SISTEMA DE CAMBIO DE PEDIDO. Elemento que permite crear espacios para el cambio de pedido o de pila.
 - TAPETES TRANSPORTADORES. Elemento que sirve para transporte y control del escamado del cartón.
 - PLATAFORMA DE FORMACIÓN DE PILAS. Elemento donde se procede a la formación de pilas para su posterior transporte.
 - CONVEYORS DE SALIDA. Elemento que permite la extracción de la pila.

Clases:

- Rodillos.
- Cadenas o cintas.



SISTEMA DE RECOGIDA DE PLANCHAS



**Unidad
frenado**

**Unidad
separacion**

Tapetes

**Plataforma
Formación pila**

ESQUEMA APILADOR: ELEMENTOS

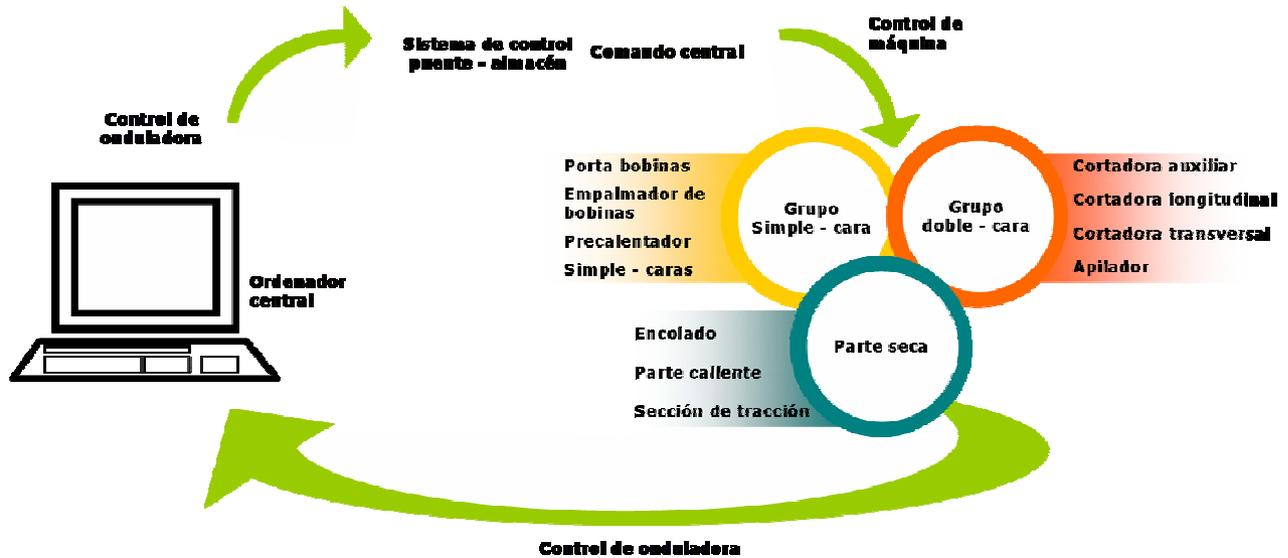
3.2.5. Equipos complementarios.

El tren ondulator se puede equipar con varios elementos complementarios. Se trata en particular de:

- Aparatos que *facilitan* el duplicado del ondulado o también de las caras mediante el contracolado de dos papeles.
- El refuerzo de las *propiedades* de resistencia introduciendo una trama o hilos sintéticos.
- Aparatos de *introducción* de cintas (rip tape) que facilitan la apertura del embalaje.
- Aparatos de *tratamientos* complementarios:
 - Tratamientos *antideslizantes*, untando con un producto antideslizante la cara exterior de un cartón doble-cara.
 - Tratamiento de *impermeabilización* de las caras y del ondulado: untado de las superficies del cartón, impregnación parcial del ondulado y de las caras.

3.2.6. Operación de la ondulatora.

La fabricación del cartón ondulado necesita una gestión automatizada de los mandos. Ésta se hace mediante una **ondulatora non-stop**; es un tren ondulator completamente automatizado -desde la colocación de las bobinas de papel hasta la salida de las planchas de cartón- que garantiza una velocidad y producción máxima y en continuo de los distintos formatos.



ESQUEMA GENERAL DEL MANDO CENTRALIZADO DE UNA MÁQUINA ONDULADORA

El objetivo de esta onduladora es:

- **Incrementar la producción.**
- **Aumentar la productividad.**
- **Mejorar la calidad** del producto y el servicio dado.

Con relación a lo anterior, la automatización cada vez mayor permite:

- Reducir el tamaño del pedido mínimo.
- Gestionar mejor los metrajés cada vez más cortos correspondientes a pedidos más repetitivos, a menudo con plazos muy cortos.
- Aumentar de esta forma el número de ajustes y en consecuencia aumentar el número de pedidos por equipo.

- Proporcionar más ayuda a los conductores para permitirles tomar las decisiones acertadas con el máximo de informaciones, y así dedicarse más a las tareas cualitativas.
- Reducir las paradas o variaciones de velocidad, y por consiguiente, mejorar la regularidad, la calidad del material, al disminuir también los desperdicios.

El tren ondulator está artificialmente dividido en 2 partes:

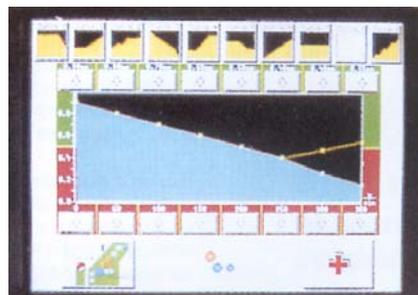
- La **parte "húmeda"**: desde las simples caras hasta el final de las mesas calientes.
- La **parte "seca"**: desde la cortadora auxiliar hasta el sistema de salida.

La gestión difiere según la parte de la que se trate:

- En la parte húmeda, se busca más bien mejorar la gestión de las materias primas y de los consumibles -papeles, colas, aditivos, etc. y el control de la energía (vapor).
- En la parte seca, se busca más bien la gestión de los formatos: tamaños, cantidades, desperdicios; se trata de la gestión de las planchas.

Para alcanzar tales objetivos, los automatismos y la informática juegan un papel creciente para el control de los procesos; hablaremos aquí, desde la fase inicial hasta la fase final, de todo o parte de los dispositivos siguientes:

Para la parte húmeda:



CONTROL DE LA PELÍCULA DE COLA



CONTROL DE PILOTAJE DE SIMPLE CARA

La gestión de las bobinas con:

- La contabilización de las entradas y salidas mediante códigos de barra.
- La medida de los metrajes de papel utilizado en máquina, sustracción de los metrajes sobrantes y cálculo de los pesos correspondientes.
- La gestión de la cola mediante "cocinas" automatizadas que permiten la preparación de varias fórmulas en cantidades necesarias y suficientes.
- Las diferentes medidas -temperatura, humedad, película de cola, etc.- y su ajuste en función de otros parámetros medidos en máquina (velocidad, etc.) y modelos grabados.



RODILLO ONDULADOR Y DISPOSITIVO ENCOLADOR

Para la parte seca:



REPRESENTACIÓN DEL PUESTO SF CON VISUALIZACIÓN DE LAS FUNCIONES

- El cálculo de las combinaciones que permiten mejorar el ancho de la máquina y de los papeles utilizados en una misma composición.
- La gestión de las herramientas de la cortadora longitudinal: cuchillos, hendidos longitudinales y sus perfiles.
- El ajuste de las cortadoras y del número de cortes.
- El ajuste de la salida de la plancha.



CONTROL Y PILOTAJE DE LA PARTE SECA

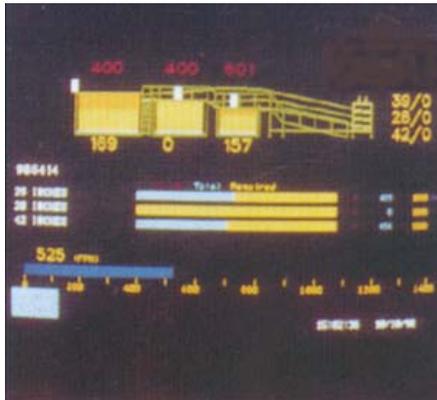
Esta gestión se realiza con traslado automático a menudo en ambos sentidos:

- Para cargar los datos anteriores en las máquinas, partiendo por ejemplo del cálculo de mezclas.
- Para recuperar los valores desde las máquinas, especialmente las cantidades fabricadas.

Estas opciones no son siempre compatibles con las elecciones técnicas de los fabricantes de cartón.

La **mezcla** de programación se llama también agrupación o casamiento de pedidos.

Actualmente las onduladoras tienen un ancho de 2,2 a 2,5m. por lo general.



ETIQUETADO EN TIEMPO REAL DE LA PARTE SECA (ESTADO DE LA MÁQUINA Y DEL PEDIDO)

Antes de entrar en la fase de ejecución propiamente dicha, todos los pedidos deben incluirse en un **programa de fabricación** que tome en cuenta:

- Perfiles y composiciones.
- Cantidades.
- Formatos de las planchas.
- Plazos de ejecución.

Todo esto con vistas a mejorar el coste del precio de fábrica, reduciendo al mínimo el desperdicio. La adecuación de estos factores exige, pues, una programación: es la función de la mezcla.

Los condicionantes de la producción exigen que se aproveche al máximo la anchura de las onduladoras modernas. Con este objetivo, se hacen agrupaciones de mezclas de dos o más formatos de la misma calidad. Esta agrupación está cada vez más informatizada.

Consecuencias:

En las calidades estándar, cada fábrica dispone normalmente de un número suficiente de pedidos para hacer programaciones con una pérdida mínima de anchura. Las dificultades sobrevienen cuando la calidad empleada no es estándar. La consideración económica debe, pues, estimular el uso de formatos que aprovechen toda la anchura.

Las calidades "especiales" requieren un pedido mínimo para la fabricación y un máximo aprovechamiento de la anchura. En algunos casos no es rentable; esto obliga al empresario a rechazar la orden de pedido.

Ej.: un ancho de 1,3 m. para hacer en una onduladora cuya anchura es de 2,5 m. sin posibilidad de agrupar con otro pedido.

TRANSFORMACIÓN DEL CARTÓN ONDULADO: DE LA PLANCHA AL EMBALAJE

4

El embalaje de cartón ondulado es un volumen constituido a partir de una plancha rígida hecha de papeles, cuya forma y presentación se adaptan al producto que hay que embalar.

La plancha de cartón es el elemento de base para la realización del embalaje.

Existen tres grandes gamas de artículos de cartón ondulado:

- Las cajas de solapas.
- Las cajas troqueladas.
- Las cajas de pequeña hechura.

Su realización comporta las siguientes operaciones:

- Específicas: Cortado en la slotter para las cajas de solapas, en troqueladora plana o rotativa para las troqueladas.
- Impresión, montaje, doblado y pegado.

4.1. Cajas de solapas.

4.1.1. Principios de fabricación.

El plegado de una plancha de cartón rígido exige un aplastamiento localizado en el lugar del futuro dobléz: es la operación de **hender** y de **ranurar**.

Las solapas superiores e inferiores se pliegan por **dos líneas**, perpendiculares a los canales y que se hacen directamente en la onduladora (ver la *cortadora longitudinal modulo 3*). De esta manera se obtiene una plancha con hendidos.



La fabricación de un embalaje siempre empieza por la impresión de la plancha (siempre que ésta pueda imprimirse). Después vienen las operaciones de ranurado, hendido de las aristas y troquelado.

Para obtener las cuatro caras laterales (o paneles) del embalaje, es necesario doblar la plancha de cartón siguiendo las 4 líneas hendidas: 3 aristas + la pestaña de unión. La realización de las solapas con sus dimensiones definitivas y el cierre de los paneles, precisan un corte en las extremidades de las cuatro líneas hendidas y el troquelado de una pestaña o junta de unión.

Luego, sólo resta proseguir con el plegado y la unión de las dos extremidades de la plancha o "paneles libres", por medio de la pestaña (solapilla) de unión: esto es el acabado.

El embalaje formado de esta manera se presenta en plano; ya está listo para ser montado por el usuario, es decir, listo para recibir el contenido. De un estado plano, pasará a tener volumen.

Para facilitar el envío, hay que reagrupar los embalajes por lotes, contarlos, empaquetarlos y

paletizarlos: estas son las etapas de **empaquetado y paletización**.

Cada operación se realiza en una máquina de trabajo - o cuerpo - que puede ser individual y separada o, más a menudo, ir asociada con otros cuerpos en el caso de las máquinas «en línea» o acoplables.

Para situar la plancha de cartón en la máquina de transformación, se tiene en cuenta:

- **El empuje**, es decir, la dirección en la que avanza la plancha en el interior de la máquina, dentro de las posibilidades de ésta en cuanto a sus límites máximo y mínimo.
- **La apertura** o el ancho máximo que permite la máquina. Mientras que en la onduladora los canales son perpendiculares al sentido longitudinal de fabricación del cartón, en las máquinas de transformación suelen presentarse en el sentido longitudinal (paralelamente al sentido del movimiento de la máquina de transformación).

Cuando se introduce la plancha con la acanaladura perpendicular al sentido de traslado, se dice que es una caja a contracanal.

4.1.2. Tecnología de la fabricación.

Para asegurar un ritmo elevado de producción, toda operación de transformación requiere:

- Un apilamiento homogéneo y regular de las planchas en el punto de alimentación de la máquina: **la introducción**
- Un dispositivo de recepción y apilamiento de las planchas transformadas al salir de la máquina: **el apilador**

Cargador (o desapilador).

Generalmente, antes de cargar las planchas de cartón en la máquina, es preciso desapilarlas. Para ello se utilizan los cargadores, que introducen automáticamente las planchas en la máquina.

La pila se va dividiendo en paquetes y las planchas se van introduciendo por intervalos regulares. Los cargadores son imprescindibles en las máquinas de transformación de grandes formatos.



DESAPILADOR

La introducción: alimentación.

Suelen introducirse primero las planchas de abajo de la pila, mediante una regla plana, uñas, cadenas o mediante aspiración, pero a veces también se empieza por las de arriba. En algunas máquinas, sólo pueden introducirse de una en una y en ese caso el cargador las va separando y alimentando la máquina.

Tipo de introducciones:

- **Alimentación manual.** El operario introduce las planchas una a una. Este sistema se emplea cada vez menos.
- **Alimentación automática:**
 - Sin marcación: el dispositivo, constituido por una banda, correas o rodillos, introduce las planchas en continuo, una detrás de otra.
 - Con marcación (caso más frecuente): el dispositivo introduce las planchas de manera regular ajustándose al movimiento de la máquina.



Grupo impresor.

La operación de impresión a menudo se hace en uno o varios módulos de impresión y que en la mayoría de los casos, están unidos a las máquinas de transformación o Slotters.

Función: Reproducir directamente sobre la plancha de cartón (caras exteriores del embalaje) un grafismo de uno o varios colores.

Principios: La impresión del cartón ondulado es parecida a la de los materiales en hojas (papeles, películas plásticas, aluminio...).

Consiste en:

- La transferencia de la tinta de un dispositivo entintador a una forma impresora: el cliché.



DETALLE DE UN CLICHÉ

- La aplicación de la tinta del cliché en la superficie de la plancha mediante una ligera presión mecánica.

La impresión del cartón ondulado en la «Slotter -Impresora» se realiza de acuerdo con el principio de la tipografía, en el que los elementos impresores del cliché están en relieve.

En la fabricación del cartón ondulado se ha llegado a llamar tipo (o tipografía) a la impresión realizada con clichés y tintas grasas de secado lento. Este procedimiento aún se utiliza en las slotters-impresoras más antiguas y en las impresoras rotativas tipográficas.

Actualmente, **el flexo** (la flexografía) ha sustituido a la tipografía y es prácticamente la única que hay en el mercado. Aunque la técnica de impresión en relieve es la misma que en la tipografía, se diferencian por la **naturaleza** de las tintas que emplean, sobre todo, en la

composición de éstas y el **tiempo** de secado, que es más rápido en flexografía.

Las técnicas de impresión, así como algunas nociones acerca de la tinta, se describirán mas adelante.

Slotter.

Funciones:

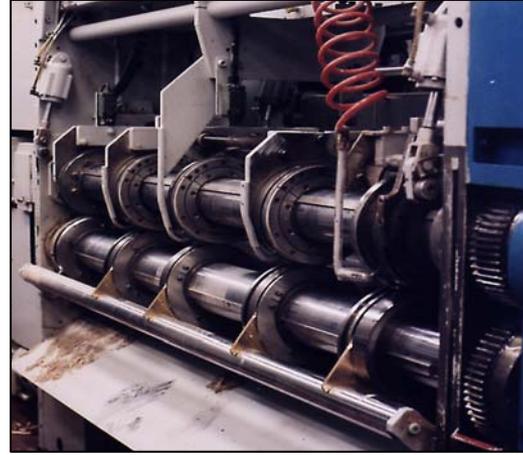
- Cortar, de una sola vez, la plancha de cartón según la forma geométrica correspondiente a la forma del embalaje deseado (pestaña, solapas, perímetro).
- Hender parcialmente el cartón por las 4 líneas de plegado, que forman las aristas verticales del embalaje y de la pestaña.

Ambas operaciones siempre se realizan a la vez.

La slotter está compuesta por portacuchillas circulares rotativos, que tienen cuchillas de corte y hendedores acoplados en dos pares de distintos ejes. El ranurado y el hendido van en línea: las solapas se cortan siguiendo la línea de plegado de las aristas verticales del embalaje. Algunas slotters pueden desplazar el ranurado con respecto al hendido.

La slotter determina las dimensiones del embalaje: largo, ancho y perímetro ($2b + 2l$).

Así pues, para fabricar una caja de solapas en una slotter basta con colocar con precisión las cuchillas en los ejes, utilizando material estándar. Al contrario de lo que ocurre con el troquelado, aquí no hay gastos de instrumentos específicos, sólo los gastos de ajuste de piezas. El desplazamiento de las herramientas se acciona eléctricamente y la gestión de los desplazamientos se efectúa automáticamente (autómatas programables), en máquinas modernas.



(DETALLES) SLOTTER

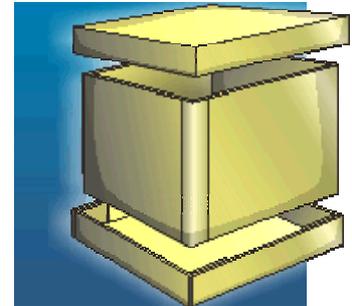
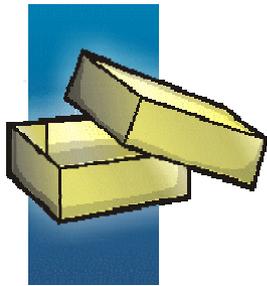
El **“Skip-Feed”** (alimentación intermitente) es un sistema mecánico que permite incrementar el desarrollo del ancho inicial de la slotter. Dicho desarrollo, fijado por el fabricante de la máquina, aumenta dando sólo uno de cada dos golpes. El ritmo de producción se reduce evidentemente a la mitad y los gastos de paso por la máquina aumentan en la misma medida.

Características y campos de aplicación de la Slotter.

Sirve básicamente para fabricar cajas de solapas, Ofrece un ritmo de producción elevado: hasta 25.000 planchas por hora (formatos medios), Su campo de aplicación por excelencia son los artículos cuyas dimensiones son normales.

La slotter permite, además de las cajas de solapas ya citadas, la fabricación de:

- Cajas de fondo y tapa.
- Algunas tipo sobre.
- Cajas telescópicas.



El acabado:

La plancha de cartón ondulado, ya impresa, tiene que ser unida por las dos caras extremas, de manera que forme un volumen con un simple montaje manual o automático que realizará el usuario.

La caja se pliega sobre sí misma y sólo ocupa un mínimo de la superficie. Para la caja de solapas esta operación requiere:

- Primero, el **plegado** de los dos paneles libres de los extremos de la plancha, el de la pestaña y el que se encuentra enfrente de éste, siguiendo las dos líneas.
- Luego, y en la misma máquina, la **unión** de dichos paneles, mediante la pestaña de unión.

La unión se efectúa:

- Por encolado, generalmente.
- Por grapado con grapas metálicas, proceso que se usa generalmente en el caso de cajas de formato grande y de características pesadas.
- Cintas engomadas o adhesivas (aunque su uso es más escaso): se utilizan para cajas que no tienen pestaña de unión.

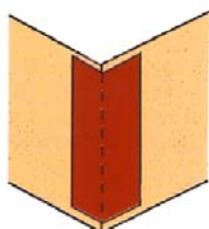


PLEGADORA – ENCOLADORA

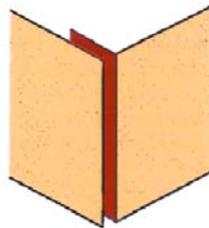
Si la unión no es una operación integrada en la slotter (combinada), se puede hacer en una máquina **independiente y separada**:

- El grapado: manualmente, semi-automático o automáticamente.
- El encolado: en la plegadora-encoladora automática.
- Las cintas engomadas: en aparatos automáticos o semi-automáticos.

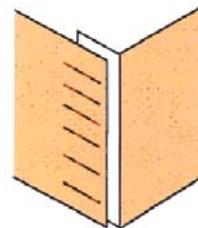
Después del acabado los embalajes planos se cuentan y se apilan. Una vez obtenido el número necesario, se hace un paquete que se ata para su entrega.



UNION CON CINTA ENGOMADA



UNION CON PESTAÑA ENCOLADA



UNION CON PESTAÑA GRAPADA

Observaciones:

En la sección del plegado los paneles laterales son plegados en continuo. Se puede dar el caso, en el transcurso de esta operación, que el plegado no se efectúe en el lugar exacto del hendido. A esto se le llama “falsa escuadra” y se puede remediar utilizando un sistema de igualado antes de encolar los paneles.

La pestaña crea un exceso de espesor que puede perjudicar la estabilidad de los paquetes apilados en las paletas y en las dependencias de algunos clientes que embalan contenidos que con completamente rectangulares (ej.: remesillas de papel).

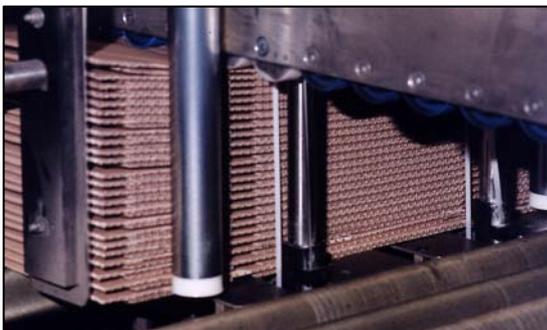
En estos casos, hay múltiples soluciones:

- *Se puede aplastar la pestaña en la slotter.*
- *Se puede encolar la pestaña por fuera.*

Atadora:

La manipulación y la paletización se efectúan más fácilmente si los embalajes se presentan en paquetes. Esto se verifica particularmente para las cajas americanas y los embalajes plegados-encolados.

Los embalajes apilados en paquetes son atados con uno o dos flejes, anudados o termo-soldados.



DETALLE (ATADORA)

Paletizador:



La paletización manual se sustituye a menudo por paletizadores. Estos equipos permiten constituir paletas de embalaje en plano en función de los formatos y de las necesidades del cliente.

4.2. Las troqueladoras.

La evolución del mercado, particularmente la mecanización del embalaje, impone límites de tolerancia dimensionales que son cada vez más ajustados, y formas de embalajes cada vez más complejas.

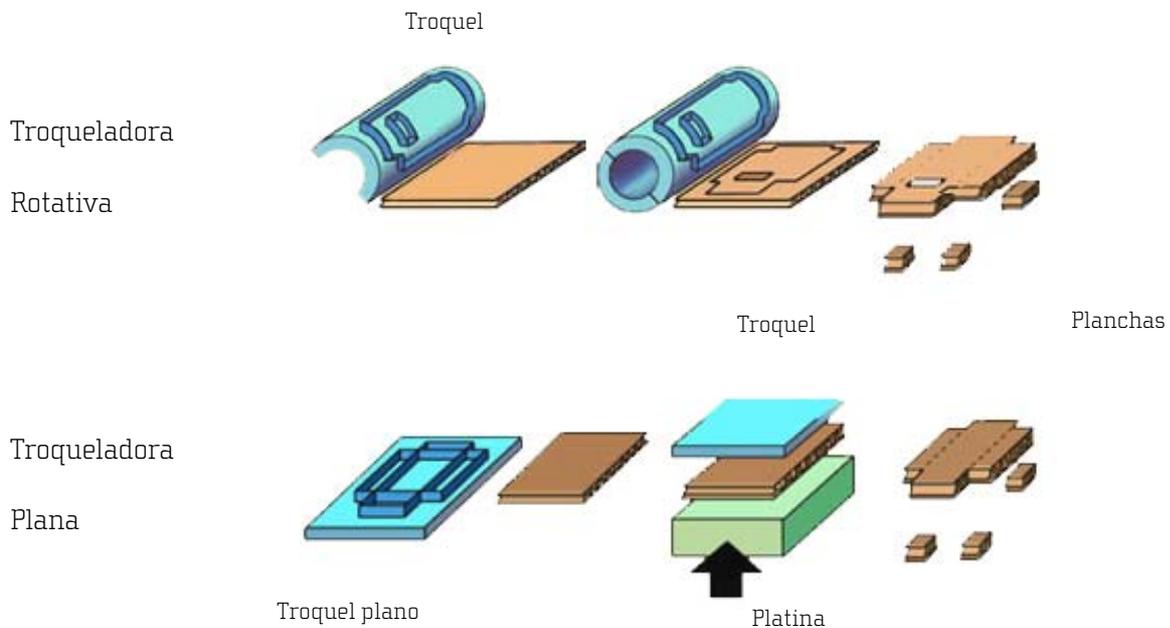
Consecuentemente, **sólo** el proceso de troquelado permite responder ante ciertas dificultades, tanto si se trata de cajas de solapas, como de otros embalajes.

4.2.1. Principios. Tecnología.

Existen dos sistemas de troquelado:

- El **troquelado plano (o sobre una platina)**.
- El **troquelado rotativo**.

Desempeñan la función de troquelar y hender la plancha de cartón, siguiendo la forma geométrica correspondiente a la forma definitiva del embalaje.



Al igual que las slotter-impresoras, los sistemas de troquelado incluyen **una introducción**. En este caso, la función de la introducción consiste en insertar la plancha de cartón entre el troquel y una **base opuesta**, que sirve de punto de apoyo para éste.

El troquel: Elemento funcional de la máquina, que incluye las partes activas, **en relieve** (sobre espesor), colocadas sobre un chásis o un cilindro. Se aplica normalmente por la cara interna del embalaje. Consiste en:

- Una base de madera en la que se encajan las cuchillas: los filetes o regletas,
- **Las regletas cortadoras y/o hendedoras.** La forma geométrica que estas describen, determinará la forma que tendrá el embalaje final,
- Los dispositivos de eyección de **recorte**.

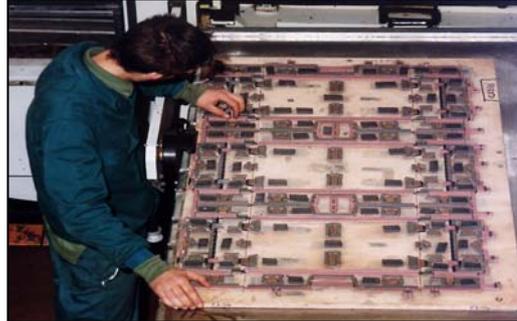
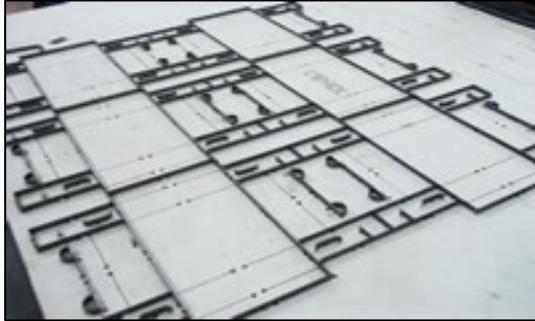
Las cuchillas se distinguen por su:

- Altura (en mm.) y espesor (en “puntos Didot”, actualmente usados por los impresores).
- Funciones: hendedoras, perforadoras, cortadoras, troqueladoras.
- Perfil.

La base opuesta: Está formada por una plancha o un cilindro, de acero o de algún material suave (caucho, poliuretano) que sirve de punto de apoyo para el troquelado.



DETALLES (TROQUELES ROTATIVOS Y BASES OPUESTAS)



DETALLES TROQUEL PLANO

Cada tipo de embalaje necesita un troquel **específico**, cuyo coste es siempre inferior al coste de los utilizados por la competencia para otros materiales de embalaje: por ejemplo, plástico moldeado. Según el tamaño y formato del pedido, se puede hacer un troquel múltiple, que de una sola pasada producirá varios embalajes.

Extracción del recorte: En la plancha recortada suelen quedar restos, que se eliminan de forma automática durante el ciclo de transformación.

Para ello se utilizan varios sistemas :

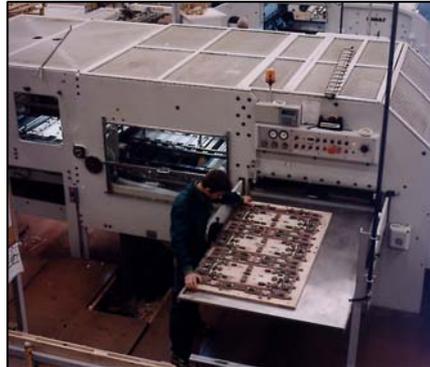
- Vibraciones.
- Chorros de aire comprimido.
- Contratroquel.

Troqueladora plana (sobre platina):

Se usa un troquel **plano**.

La base opuesta es metálica y puede ser **plana** o **cilíndrica**.

En el troquel plano se acoplan las cuchillas. El movimiento de oscilación se hace de forma perpendicular a la superficie de la plancha de cartón.



TROQUELADORA PLANA

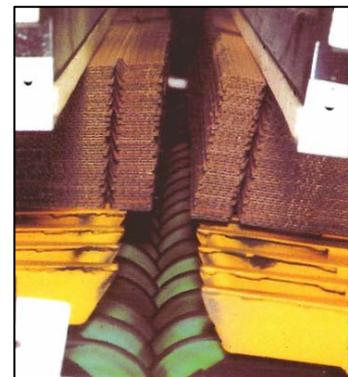
Troqueladora rotativa:

La troqueladora rotativa se diferencia de la plana en:

- el troquel cilíndrico, cuyas cuchillas van montadas en una base de madera en forma de concha que se acopla al cilindro.
- la base opuesta, que también es cilíndrica y está hecha con un material flexible (poliuretano o caucho).
- el movimiento continuo.

Separador de puntos de enganche:

Las troqueladoras suelen estar equipadas con un separador de puntos de enganche para el troquelado en varias poses: cuando en un mismo golpe de troquel se confeccionan varias cajas troqueladas idénticas para aprovechar al máximo la superficie de la plancha.



Las planchas troqueladas quedan unidas entre sí por pequeños puntos de enganche intermitentes, con lo que se mantiene la cohesión de la plancha mientras avanza por la máquina.

A la salida de la troqueladora, el separador rompe los puntos de enganche.

Impresión en la troqueladora:

Se conjuntan, cada vez con más frecuencia, la impresora y la troqueladora. Estas primeras son del mismo tipo de las que se emplean en las slotters.

La impresión precede al troquelado. La complejidad de los nuevos embalajes implica una conjunción, lo cual entraña un nuevo desarrollo que incluya la plegadora-encoladora (cajas de fondo encolado, por ejemplo).

Comparación de los dos dispositivos de troquelado:

Globalmente ambos sistemas –el plano y el rotativo- presentan resultados comparables y se utilizan para hacer embalajes de cualquier forma y complejidad. La diferencia entre ambos radica en los siguientes puntos:

- La presión de aplicación del troquel sobre la plancha de cartón, en la troqueladora rotativa, inferior a la de la troqueladora plana. Dada la superficie cilíndrica del troquel, la superficie de contacto de las cuchillas con la base es menor y consecuentemente no se necesita una fuerza de aplicación elevada.
- La fuerza “cortada” de la cuchilla es tangencial en la troqueladora rotativa, de donde viene el riesgo de falta de precisión en las cotas, en el sentido del empuje. Por el contrario, la troqueladora plana se logra más precisión en las dimensiones reproduciendo fielmente la forma geométrica del embalaje.

- En la troqueladora rotativa el ritmo de producción es superior, prácticamente el doble.

Campos de aplicación de la troqueladora:

En embalajes cuyo diseño difiera de la caja de solapas tradicional y derivados de ésta, que no puedan hacerse en slotter o en slotter combinada, es decir: barquetas, flancos mecanizables, platós, estuches o fundas, acondicionadores complejos, embalajes expositores, cajas de fondo automático, etc.

Por otro lado, el desarrollo de la mecanización para el montaje del embalaje, impone límites estrictos de dimensión que llevan al desarrollo rápido del troquelado, aún para cajas de solapas, hechas normalmente en la slotter.

La troqueladora rotativa, aunque menos exacta que la plana, tiene por el contrario la ventaja de abordar el corte total de embalaje de grandes dimensiones, tales como contenedores, grandes formatos, cajas de fondo encolado, etc.



4.3. Plegado y encolado.

El sofisticado montaje de algunos embalajes nuevos requiere que se unan algunas de sus partes, para lo que se someten a una operación de plegado y encolado (por ejemplo, caja con fondo pegado).

Las plegadoras - encoladoras son unas máquinas que se usan para fabricar aquellos embalajes que se montan mediante una operación de plegado y encolado, que requieren tener varias zonas de encolado así como unas ranuras para plegarlos que no se pueden realizar con las plegadoras - encoladoras clásicas de las máquinas combinadas.

Los productos para los que se utilizan las plegadoras - encoladoras suelen ser fondos o tapas con las 4 esquinas pegadas, cajas con 4 ó 6 esquinas pegadas, fondos automáticos, etc.



PEGADORA – PLEGADORA

4.4. Trabajos menores.

Son todas aquellas operaciones complementarias que se realizan en el mismo embalaje o en el interior del mismo, como rejillas, casilleros, acondicionadores, etc.

Dichas operaciones pueden efectuarse:

- En la hendedora: ranurado, hendido, recorte, perforación.
- En la golilladora: troquelado de una de cada dos solapas, (cajas con solapas a tope).
- En la rejilladora: fabricación de los paneles de los casilleros o rejillas.
- En la montadora automática: ensamblado de las paredes de las rejillas e introducción de estas en las cajas.

4.5. Especialidades: tratamientos.

Comprenden, sobre todo, aquellos embalajes especiales que responden a necesidades y usos particulares y cuyo coste es superior al de los embalajes estándar y convencionales. Se trata de los siguientes tratamientos:

- Impermeabilización para proteger contra mojadura y vapor de agua.
- Tratamientos específicos, tales como el anti-deslizamiento, anti-grasas, tratamiento fungicida, etc.

Con relación a la variedad de sistemas de aplicación posibles de dichos tratamientos, existen técnicas particulares en cada empresa. La pre-impresión y fijación de etiquetas serán objeto de estudio en el siguiente apartado.



4.6. Impresión de los embalajes de cartón ondulado.

4.6.1. ¿Por qué se imprime?.

Para vender un producto hoy en día hay que informar, diferenciar y decorar.

La impresión del embalaje cumple con esos tres requisitos.

- **Informar** es proporcionar el nombre y la dirección del fabricante y facilitar la mayor cantidad de información práctica sobre el producto. Es además asegurar la identificación del fabricante gracias a la impresión del logotipo, del «código semana», del número del lote, del número de fabricación, código de barras, etc.

La impresión ofrece una doble garantía: el contenido y el continente están perfectamente identificados.

- **Diferenciar** es indicar el nombre y la marca del producto, con el fin de orientar al consumidor ante la elección entre productos: distinguiendo las cualidades de un mismo producto a través de la información presentada; o indicando las principales características del producto.
- **Decorar** es hacer que el embalaje sea lo más atractivo posible, para facilitar de esta manera la promoción y la publicidad del producto.

En este caso, se trata de captar la atención del cliente a través de una presentación que le dé confianza en el producto (para productos que normalmente consuma) o que le sorprenda, para productos nuevos.

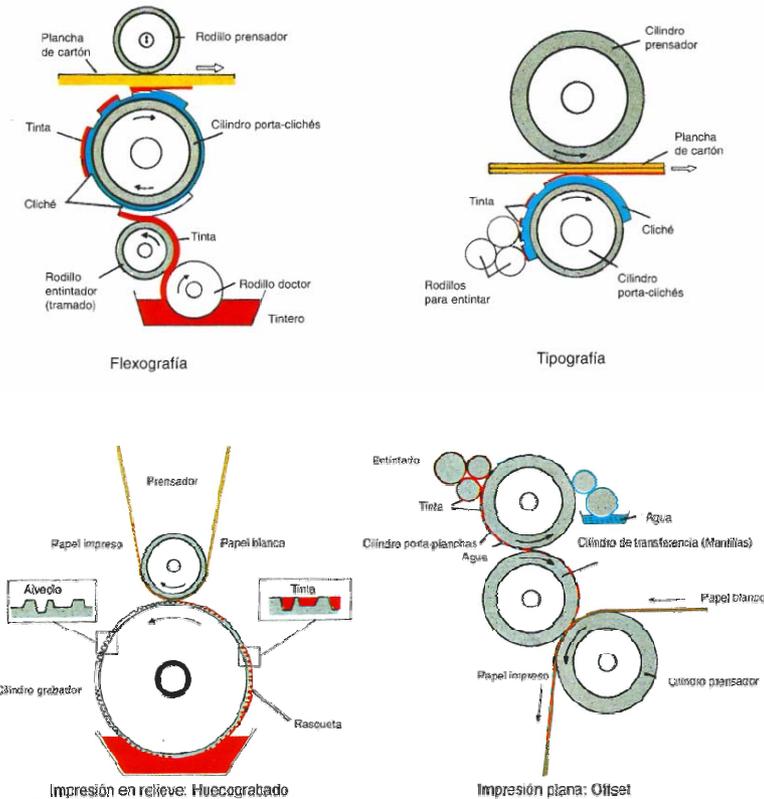
4.6.2. Técnicas de impresión.

En general, las técnicas de impresión se basan en el principio del contacto directo entre la plancha - o forma de impresión- y la superficie que se va a imprimir.

Obsérvese que en el mercado existen nuevas técnicas de impresión que no utilizan contacto directo para lograr la impresión: por inyección de tinta por ejemplo.

Las técnicas tradicionales de impresión se pueden clasificar en tres categorías:

- La impresión en relieve: tipografía y **flexografía**.
- La impresión hueca: **hucograbado**.
- La impresión plana: **offset** y serigrafía.



4.6.2.1. Impresión en relieve: tipografía y flexografía.

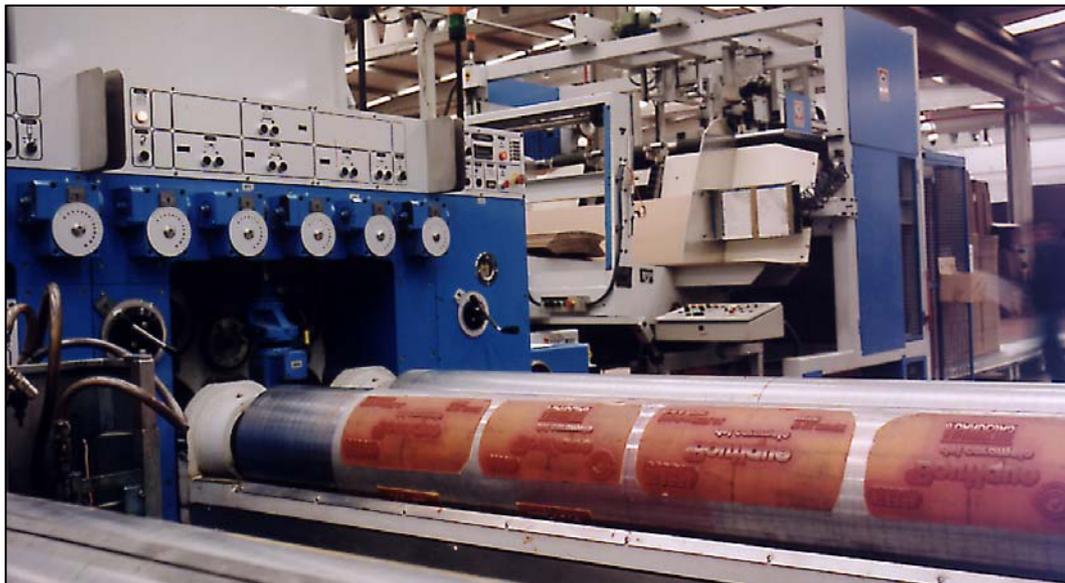
La plancha o forma de imprimir se deja en relieve: éste recibe la tinta y la transfiere a la superficie a imprimir. Esta discurre entre dos cilindros rotativos de presión regulable; un cilindro lleva el cliché en relieve y el otro sirve de cilindro de apoyo.

La tipografía: El cliché en relieve es de metal. Las tintas son grasas viscosas, compactas y se secan muy lentamente. Al ser rígido el cliché, la tipografía exige una presión muy elevada.

La tipografía ya casi no se usa a escala industrial.

La flexografía: El cliché es de polímero (natural o sintético). Las tintas flexográficas son fluidas, hechas a base de solventes o cada vez más de agua y se secan muy rápidamente por penetración (absorción) en el papel substrato.

Los clichés flexográficos son blandos y cuidadosamente rectificadas (hasta la centésima de mm.). Por lo tanto exigen una presión mucho menor que la tipografía, que a veces es casi nula. Un cilindro entintador provisto de un cilindro dosificador lleva la tinta hasta el cliché.



GRUPO IMPRESOR

4.6.2.2. Impresión en huecograbado.

El motivo que se va a imprimir se realiza mediante un cilindro **grabado** en hueco que tiene una multitud de **alvéolos** yuxtapuestos (5.000 por cm²), cuyo tamaño y profundidad son variables que determinan la intensidad de los matices de impresión. El principio mismo del huecograbado (tinta dentro de los alvéolos) exige, para la buena calidad de la impresión, que se utilicen materiales con una superficie especialmente cuidada (alisado muy elevado).

Aunque el coste del grabado de los cilindros ha bajado notablemente, el huecograbado se reserva para **producciones altas**.

IMPRESIÓN EN HUECOGRABADO:
CILINDROS GRABADOS



4.6.2.3. Impresión en plano: offset y serigrafía.

El **offset** se diferencia de los procedimientos anteriores en la superficie a imprimir, **ya que ésta no entra en contacto directo** con el cliché. La transferencia de la tinta del cliché a la superficie que se va a imprimir se hace por medio de un rodillo de caucho que sirve de intermediario, llamado **mantilla**.

Por consiguiente, la prensa rotativa offset comprende:

- un cilindro porta-cliché.
- una mantilla.
- un cilindro de presión.

La hoja se imprime durante su paso entre la mantilla y el cilindro de presión.

El principio del offset está basado en la repelencia que existe entre el agua y las sustancias grasas (tinta en este caso). El problema consiste en hacer, por el método fotográfico, un cliché sin relieve sobre el cual las partes a imprimir (el dibujo) acepten la tinta aceitosa, en tanto que las otras que tienen una afinidad con el agua, la repelan. Para conservar este indispensable antagonismo, el entintado del cliché siempre va precedido del mojado del mismo.



DETALLE DE UN CLICHÉ

La serigrafía: La tinta se transfiere a la superficie a imprimir, tras pasar a través de una pantalla, de una malla sintética o metálica: se obstruyen las partes a no imprimir, mientras que la tinta atraviesa los puntos vacíos, controlando la cantidad una rasqueta.

Ofrece las siguientes ventajas:

- Es un medio sencillo, pero artesanal, que permite la impresión sobre **un volumen**: esto no se puede realizar con los procedimientos anteriormente descritos.

Inconvenientes:

- “Calor” de las tintas.
- Consumo de tinta elevado.

4.6.3. La impresión del cartón ondulado.

En general, la impresión aplicada al cartón ondulado se puede hacer con distintas técnicas:

- Directamente sobre la plancha, con grupos *impresores*: es la **impresión directa o postimpresión** (postprint).
- Sobre el papel para caras -en *bobinas*- antes de que pase por el tren ondulatorio: es la **preimpresión** o preprint.
- Sobre el papel para caras -en hojas- *encolado* ya sea:
 - sobre cartón simple cara: **contracolado**.
 - sobre una plancha de cartón ondulado, como complemento de la cara: **etiquetado**.

Además hay que diferenciar las técnicas para embalajes vendedores y no vendedores: el uso de cada uno es distinto y, por consiguiente, también lo serán los requisitos con los que deba cumplir cada uno.

Los embalajes **no vendedores** -cajas para agrupar productos, embalajes de transporte- tienen, con relación a la impresión, la característica en común de tener que proporcionar una fácil identificación del producto, hecha a uno o dos colores, que más bien aparenta ser un marcado que una impresión propiamente dicha.

Por el contrario, los embalajes **vendedores**, para distribución o la publicidad en los puntos de venta, han de recurrir forzosamente al poder "cautivador" y atractivo de la representación fotográfica, hecha en 3 ó 4 colores. Su función como medio publicitario predomina sobre la función protectora, que está subordinada a su calidad mecánica pura. Este es el caso de las cabeceras de góndola, los embalajes expositores, paneles, paquetes, estuches, etc. y también, cada vez más, de las bandejas para frutas, y de los embalajes para agrupar productos.

4.6.3.1. Aplicación de las técnicas de impresión al cartón ondulado.

La impresión sobre la plancha de cartón ondulado, material elástico en virtud de ondulado y, por consiguiente deformable, es más difícil de realizar que la impresión sobre papel o sobre una película plástica, ya que éstos son materiales densos y compactos. Todas las técnicas de impresión que se usan en la actualidad tienen en común el inconveniente de que exigen una presión mecánica de mayor o menor intensidad, según cada caso. Esto acarrea un riesgo de aplastamiento del cartón, es decir provoca una reducción del espesor y esto, a su vez, una pérdida de resistencia al apilamiento.

Es más, la calidad de la impresión depende de:

- La naturaleza de la superficie a imprimir: absorción de la tinta en la cara exterior,
- El estado en el que se encuentra la superficie: completamente plana, o con ondulaciones y rugosidades.
- El tipo de ondulado y el gramaje de la cara, siendo el micro-canal (E) y el minimicrocanal (F) los perfiles idóneos y el competidores directos del cartoncillo, en cuanto a la imprimibilidad.

Por esta razón, la impresión se hace sobre la plancha o sobre el papel, dependiendo del uso a que esté destinado el embalaje.

La impresión directa sobre la plancha o post impresión:

La impresión se hace normalmente sobre la plancha de cartón directamente en el proceso en relieve, y especialmente en flexografía. El grupo impresor, que puede comprender varios grupos -hasta 5 o 6- (según el número de colores) se encuentra en la actualidad integrado en las

slotters, en las slotters combinadas o en las troqueladoras.

La tipografía, proceso antiguo, se adapta muy mal cuando hay que imprimir colores lisos en grandes dimensiones. Las dificultades y el tiempo requerido por el entintado principal, la lentitud del secado de las tintas, la presión necesaria para la buena calidad de la impresión, han reducido mucho el uso de esta técnica para el cartón ondulado.

La serigrafía, técnica artesanal y de ejecución relativamente fácil, proporciona excelentes resultados, pero su uso está limitado a pequeñas series, donde la impresión es un factor primordial, y a impresiones complementarias. Es más, la operación sólo se puede efectuar de manera independiente porque sus bajos niveles de producción no permiten su introducción en las máquinas rápidas. Este proceso se reserva más bien para los grandes formatos para publicidad en los puntos de venta, ya que éstos toleran costes elevados.

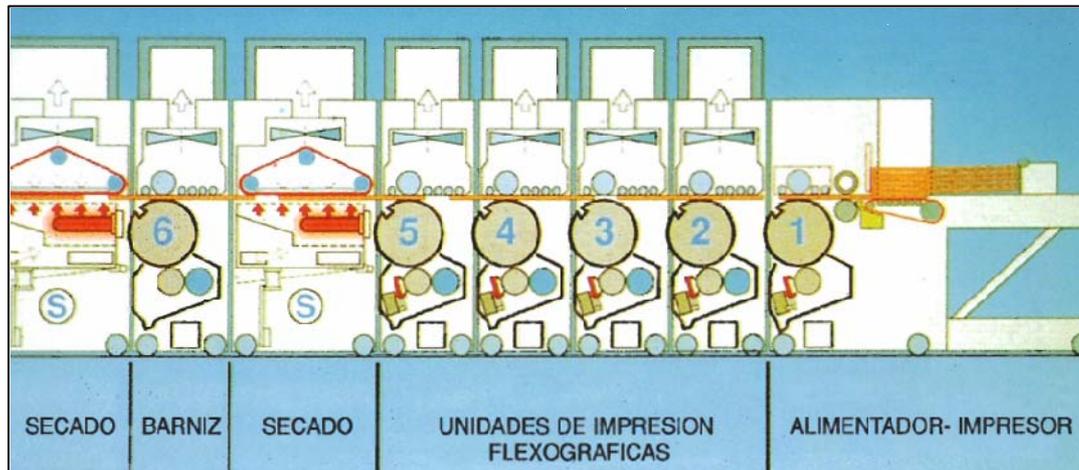
La flexografía, presente en el sector desde los años sesenta, permite elevar el ritmo de producción. Actualmente es el procedimiento de impresión más usado en la industria del cartón ondulado; la producción puede alcanzar hasta 25.000 unidades por hora.

Las tintas, hechas a base de agua y de secado rápido, permiten llevar a cabo la operación sin necesidad de volver a alimentar las planchas y dan como resultado unas impresiones sumamente satisfactorias, aunque se les atribuye una falta de brillo.

Los clichés, cada vez más finos (menos de 3 mm. de espesor) están estampados con tramas de 40 líneas/cm.

Los cilindros (anilox) dosificadores son actualmente de cerámica, estampados con láser. Su entramado puede alcanzar 140 líneas/cm.

La pre-impresión. Esta operación consiste en imprimir el papel para caras en bobinas (antes de pasar por el tren ondulator), y no la plancha de cartón. Este tipo de impresión se realiza en una flexográfica o incluso heliográfica (en algunos casos).



LÍNEA DE IMPRESIÓN

La impresión, realizada con prensas de colores, es sumamente satisfactoria, al desaparecer todos los problemas de las ondulaciones.

A continuación, se encola el papel con el "simple cara" en el tren ondulator. Se pueden plantear varios problemas, en función de la resistencia de las tintas al calor o a la abrasión, en el momento de pasar las planchas impresas por las mesas calientes. Por suerte, se ha podido controlar estas dificultades. El uso de la pre-impresión está limitado a las producciones de gran tirada.

El etiquetado y el contracolado: Una hoja impresa con diferentes técnicas, es encolada sobre una plancha de cartón ondulado (doble-cara, doble-doble).

La operación se realiza en una máquina de transformación, es el **etiquetado**.

En el caso del **contracolado**, la hoja impresa sirve de segunda cara de un simple cara. El contracolado se hace fuera de la ondulatora, en la máquina de transformación.

4.6.3.2. Campos de utilización.

- Embalajes "no vendedores". Se trata en general de embalajes que no van dirigidos al consumidor. Por lo general no necesitan más que un marcado de tipo informativo y, por consiguiente se imprimen en flexografía. La impresión se hace directamente en la plancha de cartón ondulado.
- Embalajes "vendedores". La calidad de la impresión juega aquí un papel **primordial**: es una necesidad comercial. Se trata de aquellos embalajes que participan en la publicidad del producto, ya que son los que dan a conocer la imagen y la marca del producto. A menudo se trata de embalajes **que el consumidor adquiere**, como en el caso de pequeños electrodomésticos, juguetes, bebidas alcohólicas, perfumes, etc.

La técnica flexográfica convencional, con la reserva de algunas precauciones que hay que tomar cuando se elige el grafismo que se va a emplear (algunos efectos no se pueden conseguir), responde perfectamente a las exigencias de este tipo de embalaje expositor.

No obstante, en el caso de que sea necesaria una impresión más elaborada -clichés tramados para reproducciones fotográficas destinadas a apoyar campañas publicitarias en televisión y prensa- lo más indicado es la pre-impresión (offset, flexografía o huecograbado), el etiquetado o el contracolado. Ambas técnicas dan resultados similares, sólo las diferencia la importancia del pedido que se vaya a servir:

El offset se adapta bien para cantidades pequeñas y medianas.

El huecograbado se reserva para grandes pedidos, ya que sólo éstos pueden amortizar los gastos que suponen estos cilindros grabados.

4.6.3.3. Algunos parámetros que influyen en la calidad de la impresión.

Gracias al abanico de técnicas existentes y a pesar de la complejidad de la impresión del material, el fabricante de embalaje de cartón ondulado, por su experiencia y su maestría, puede perfectamente hacer frente a las necesidades evolutivas del usuario.

La calidad mejora constantemente y las impresiones directas en 4 colores están actualmente muy generalizadas.

Pero el fabricante, para llegar al nivel de calidad exigido por el cliente, debe adaptarse a un número elevado de parámetros, a menudo antagonistas.

4.7. Limitaciones en la transformación.

La **calidad** del embalaje se basa en los siguientes requisitos:

- **Prestaciones mecánicas** (capacidad de apilamiento, reventamiento, etc.) normalizadas o no (pliego de cargos del cliente, estampillas, etc.).
- **Límites dimensionales:** para la mecanización, por ejemplo.
- **Presentación y aspecto:** forma geométrica, calidad de impresión.
- **Tipo de material.**

Desde la salida de la onduladora y hasta el empaquetado, la plancha de cartón sufre una serie de operaciones en las máquinas de transformación en las que el material está expuesto a un riesgo de deteriorarse, sin que se tomen precauciones particulares ante el posible deterioro del material. Si algunos riesgos son inevitables a consecuencia de las limitaciones tecnológicas

que plantea el propio material, otros pueden ser contrarrestados, si se tiene cuidado en cada una de las operaciones de transformación.

La conservación de la calidad se asegura, entre otras cosas, por el buen hacer y cuidado que tenga el personal que maneja el embalaje, sobre todo, durante el ajuste de las máquinas de impresión y de transformación, evitando un aplastamiento excesivo de las planchas.

Gracias a la gama de técnicas de impresión existentes y a pesar de la dificultad que el material presenta para ser impreso, el fabricante del embalaje responde perfectamente gracias a su experiencia y maestría, a las necesidades presentes y futuras del usuario.

CARTÓN ONDULADO Y EL MEDIO AMBIENTE

5

Crecimiento rentable, calidad, innovación, prospección de nuevos mercados, competitividad, seguridad, y respeto por el medio ambiente, son importantes conceptos por los que se rige todo un sector que aspira a ser reconocido entre los mejores posicionados en el camino del desarrollo sostenible.

La obtención de envases y embalajes de cartón ondulado consiste en un proceso de manipulación de papel, una materia prima natural y de origen renovable (se hace con papel recuperado y en menor proporción, madera de bosques cultivados).

Gracias a ello, y a que no se añade al cartón ondulado ninguna materia dañina para el medioambiente, el cartón ondulado es **100% reciclable, y 100% biodegradable**.

Aunque casi el 90% de las cajas de cartón ondulado fabricadas en España están constituidas de material reciclado, el 10% restante es fibra virgen de madera de bosques cultivados, por lo que se puede afirmar que un aumento en el consumo de envases de cartón implica un crecimiento en la superficie de bosques cultivados mediante criterios de gestión forestal sostenible.

5.1. Impacto sobre el medio ambiente.

El impacto que sobre el Medio Ambiente tiene el embalaje de papel y cartón, y en concreto el Cartón Ondulado, se produce básicamente:

Durante el proceso de fabricación:

Materia prima pasta y papel:

- Emisiones a la atmósfera.
- Vertidos líquidos. - Los efluentes de las industrias papeleras –Tratamientos.

Cartón ondulado:

- Vertidos líquidos:
 - Aguas de lavado del almidón.
 - Aguas de lavado de tintas de los clichés de impresión.

Ambas aguas, se llevan a una depuradora específica que devuelve el agua limpia al circuito de fabricación, y por otro lado se extraen las “tortas” sólidas de tinta que son entregadas a un recuperador autorizado. Dado que se utilizan tintas orgánicas de muy bajo contenido en metales pesados, el impacto medioambiental es mínimo.

Por el producto mismo:

Recortes de embalajes de cartón ondulado: es un subproducto limpio para la fabricación de papel reciclado nuevo.

5.2. Cartón ondulado, todo encaja.

Dadas las ventajas medioambientales y de otra índole del material CARTÓN ONDULADO, la industria de fabricación ha unido sus voces para transmitir y comunicar a toda la sociedad las bondades del cartón ondulado como material.

Aquí se resumen las *doce razones* para afirmar que al elegir **CARTÓN ONDULADO, TODO ENCAJA:**

- 1** **Nace en la naturaleza y vuelve a ella.** Con una materia prima, el papel, que proviene de un recurso natural y renovable como es la madera, fabricamos embalajes 100% reciclables y biodegradables. Al ser un ciclo integrado y sostenible es responsable con el medioambiente: se planta, se cultiva, se elabora, se usa y se recicla.
- 2** **Ayuda a nuestro planeta.** La industria del papel y cartón se basa en una gestión forestal sostenible. Gracias a las modernas técnicas de silvicultura, los bosques europeos han crecido un 10%. Se trata de bosques jóvenes, limpios y controlados, con un menor riesgo de incendios.
- 3** **Vela por el futuro de nuestros hijos.** La industria papelera y cartonera contribuye a evitar el cambio climático, porque los bosques cultivados son eficientes sumideros de CO₂. Una sola hectárea de árboles en crecimiento absorbe 20 toneladas de CO₂ al año.
- 4** **Es responsable con el entorno natural y social.** Nuestros procesos productivos son eficientes, limpios y responsables. Gracias a la constante inversión medioambiental, el crecimiento en la producción no genera un aumento del impacto ambiental. También contribuimos a proteger el entorno social creando empleo estable y cualificado.
- 5** **Nada se pierde, todo se aprovecha.** Número uno en reciclaje. En España se recuperan al año, para reciclar, más de 3,6 millones de toneladas de papel y cartón usado, el equivalente a 36 estadios de fútbol. Los envases de papel y cartón ya usados se convierten, a través del reciclado, en materia prima secundaria. Cerca del 85% de la materia prima que empleamos en la fabricación de cajas de cartón ondulado procede del reciclaje.
- 6** **Máxima garantía de protección.** El envase de cartón ondulado, además de sólido y muy resistente, es ligero, fácil de manejar y transportar, y permite una perfecta apilabilidad, optimizando la logística. Puede contener todo y nada lo deforma. El producto siempre llega en condiciones óptimas.
- 7** **Diseño a medida.** Cada embalaje es funcional, práctico y versátil. Capaz de adoptar tantas formas y medidas diferentes como requiera el producto, sin desperdiciar espacio en almacenes y camiones.
- 8** **Cada producto estrena caja.** Se utiliza una sola vez, lo que se traduce en máxima calidad, seguridad e higiene. No existe riesgo de contaminación de usos anteriores.
- 9** **Es el mejor soporte de comunicación, información e imagen.** Su facilidad y calidad de impresión, convierte al cartón ondulado en el mejor aliado de la trazabilidad y en la herramienta de marketing más eficaz. Es el DNI del producto. Se puede personalizar según las necesidades.
- 10** **La opción más rentable.** Los costes totales asociados al uso de una caja de cartón ondulado de un solo uso son siempre inferiores a los de una caja reutilizable.
- 11** **Está en todas partes.** De media, un consumidor entra en contacto con 10 ó 20 embalajes distintos de cartón ondulado cada día.
- 12** **Ha sido, es y seguirá siendo líder mundial.** El embalaje de cartón ondulado es el más utilizado en todo el mundo, para todo tipo de productos.
... Y continuamos trabajando por un mundo mejor.

5.3. Logos Internacionales.

¿Qué es el etiquetado ecológico?

El aumento de la sensibilización ambiental entre los consumidores y consumidoras hacia los problemas ambientales ha ocasionado una mayor exigencia de productos cuya producción y procesamiento tenga un menor impacto ambiental.

Esta exigencia ha hecho que en los últimos años surjan en el mercado un gran número de etiquetas ecológicas para clasificar los productos según su agresión al medio ambiente.

En la industria del papel, la gran cantidad de productos, procesos de producción y tratamientos a los que se somete a la pasta dan lugar a la existencia en el mercado de una gran variedad de etiquetas que nos proporcionan información sobre el origen de la materia prima y el proceso de producción.

De esta forma podremos diferenciar cuando un papel es:

- *Ecológico.*
- *Reciclado.*
- *Libre de cloro elemental ECF.*
- *Totalmente libre de cloro TCF.*

ALGUNOS LOGOS INTERNACIONALES



PUNTO VERDE



ETYQUETA ECOLÓGICA EUROPEA



RECIPAP



ECOETIQUETA IPE



ANGEL AZUL, ALEMANIA



ECO-MARK, JAPÓN



ENVIRONMENTAL CHOICE, CANADÁ



NORDIC ECOLABELLING - CIGNE BLANC

Punto Verde

El Punto Verde es el símbolo que acredita la pertenencia al Sistema Integrado de Gestión de Envases de Ecoembes. Desde la entrada en vigor de la Ley 11/97 de Envases y Residuos de Envases, todas las empresas envasadoras tienen la obligación de recuperar los residuos de envases de los productos que pongan en el mercado para que sean reciclados y valorizados. Y para cumplir con su responsabilidad, pueden acogerse al Sistema Integrado de Gestión de Residuos de Envases (SIG), de Ecoembes.



Este Sistema de Gestión se distingue por un símbolo. A este símbolo se le llama Punto Verde.

- ¿Qué es el Punto Verde?.

El Punto Verde es el símbolo mediante el cual, todas las empresas envasadoras adheridas al SIG de Ecoembes, identifican los envases de sus productos. Este símbolo tiene por tanto, carácter identificativo.

- ¿Qué significa el Punto Verde?.

El Punto Verde garantiza que las empresas cuyos envases presentan este logotipo, cumplen con las obligaciones establecidas en la Ley 11/97, de 24 de abril, de envases y residuos de envases. Y lo están haciendo a través del SIG de Ecoembes.

- ¿Dónde se puede encontrar el Punto Verde?.

El Punto Verde lo podrá encontrar en los envases de multitud de productos de consumo doméstico. Dentro de los envases hay tres grupos diferentes dependiendo del material con que están fabricados, que son:

- Envases de plástico, latas y envases tipo Brik.
- Envases de cartón y papel.
- Envases de vidrio. (Ecoembes tiene un acuerdo con Ecovidrio por el cual, cede el uso del símbolo a las empresas adheridas a su SIG).

Etiqueta Ecológica Europea

La Comunidad Económica Europea adoptó el 23 de marzo de 1992 el Reglamento (CEE), Nº 880/92 del Consejo relativo a un sistema de concesión de etiqueta ecológica, válido en todo el ámbito comunitario.



Este sistema permite identificar de forma voluntaria productos que tienen un impacto ambiental reducido, certificados oficialmente en la Unión Europea, Liechtenstein e Islandia. Para la concesión de esta etiqueta se tienen en cuenta los impactos en: el uso de los recursos naturales y energía, emisiones a la atmósfera, agua y suelo, deposición de los residuos, ruido, efectos sobre los ecosistemas. Hasta la fecha, la Comisión Europea ha establecido criterios ecológicos para la concesión de la ecoetiqueta a 14 grupos de productos entre los que se encuentran el papel para copias y el papel tisú.

Criterios ecológicos:

Decisión de la Comisión de 19 de julio de 1999 por la que se establecen los criterios ecológicos para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria al papel para copias. (Hojas o rollos de papel en blanco de distintos formatos que se utilizan en fotocopiadoras, faxes e impresoras de oficina. Quedan excluidos el papel termosensible y el papel autocopiante).

Las fibras pueden ser de madera certificada, reciclada o de otro material. El fabricante puede

incluir dentro de la información al usuario el porcentaje mínimo de fibras recicladas. En el caso de las fibras vírgenes de madera procedentes de bosques, los responsables de la gestión de los recursos de los que se extraen las fibras deben aplicar principios y medidas destinados a garantizar una gestión sostenible de los bosques. Se debe presentar a este efecto una declaración, carta, código de conducta, certificado o declaración de esos gestores o de la papelera.

- No admite el uso de gas cloro como blanqueador. Este requisito no se aplica al gas cloro relacionado con la producción y el uso del dióxido de cloro (aunque este requisito es también de aplicación al blanqueado de fibras recicladas, se acepta que las fibras hayan sido blanqueadas con gas de cloro en su ciclo de vida anterior).
- Además los productos deben cumplir entre otros criterios ambientales los vertidos al agua (DQO y AOX), las emisiones a la atmósfera (S, NOx, CO2) y el consumo de energía y combustibles fósiles establecidos.

Sello Recipap

RECIPAP es una sociedad sin ánimo de lucro creada por el sector español del papel y cartón ondulado, el 19 de abril de 1993, como respuesta global a la demanda de nuestra sociedad de proteger y mejorar el medio ambiente.



Su objetivo es favorecer la recuperación selectiva de residuos de papel y cartón, con el fin de reciclarlos y evitar que su destino sean los vertederos.

Para ello, dentro del marco legal vigente en cada momento en España, RECIPAP establece los principios técnicos que garantizan el proceso de recuperación y reciclaje de papel y cartón.

Todo producto de papel y cartón que vaya identificado por el Sello RECIPAP es reciclable. Como garantía de reciclabilidad, debajo del sello se indica el número del fabricante. Los socios de RECIPAP ofrecen, sin coste alguno, este símbolo a sus clientes.

Por otra parte, los centros comerciales, envasadores, manipuladores, comercios e industrias que den preferencia al uso de envases y embalajes de papel y cartón, pueden llevar este sello como EMPRESAS COLABORADORAS, en prueba de su voluntad de colaborar a favor del medio ambiente.

Ecoetiqueta IPE

Etiqueta concedida por la Asociación de Investigación Técnica de la Industria Papelera Española. Instituto Papelero Español - IPE.



Tiene por objetivo certificar distintas clases de papeles y cartones, desde el punto de vista medioambiental.

Criterios ambientales:

Reglamento para la Concesión de la ecoetiqueta IPE. 1995: la materia prima para la producción de papel puede ser de fibra virgen, fabricada a partir de madera, plantas anuales o sus residuos (pajas, bagazo, etc), o pasta procedente de papel de recuperación o mezcla de ambas. Se excluye la utilización de madera procedente de bosques tropicales naturales ("rain forest") pero no la inclusión de madera, debidamente identificada, procedente de clareos, entresacas o cualquier labor forestal controlada.

El impacto ambiental del papel se evalúa en función de los siguientes parámetros: consumo de recursos no renovables, la emisión al medio acuático de compuestos orgánicos clorados (AOX) y compuestos orgánicos (DQO), la emisión de CO₂ y de azufre/dióxido de azufre.

En España han obtenido esta ecoetiqueta las siguientes empresas papeleras:

- Alier, S.A. Papel Ekokraft, papeles para ondular, papeles para caras.
- Saica 1, S.A. papeles para ondular, fábrica, papeles para caras. Saica 2, S.A. papeles para ondular y papeles para caras.

Angel Azul, Alemania

En el año 1978 Alemania instauró un sistema de ecoetiquetado, pionero en el mundo. La etiqueta ecológica alemana utiliza como símbolo el Ángel Azul, empleado en el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNMA), con el término etiqueta ecológica debajo y una explicación del porque ese producto es ecológico (por ejemplo por ser papel 100% reciclado).



El sistema de etiquetado ecológico "Ángel Azul" establece los criterios de concesión a través de las normas RAL UZ.

Criterios ecológicos:

- Norma RAL UZ-14 sobre el papel reciclado (Junio de 1997).
 - La materia prima para la producción de papel debe ser de fibra 100% reciclada (tolerancia 5%).
 - Prohibidos los agentes blanqueantes *clorados* y los ópticos.
- Norma RAL-UZ 5 Productos sanitarios fabricados con papel reciclado (Junio de 1997).
 - La materia prima para la producción de papel debe ser de fibra 100% reciclada (tolerancia 5%).

- Prohibidos los agentes blanqueantes clorados y los ópticos.
- Norma RAL-UZ 36. Materiales de construcción fabricados con desechos de papel (Enero de 1.999).
 - La materia prima para la producción de papel debe contener como mínimo un 80% de fibra reciclada del cual un 51% debe ser papel recuperado de baja y media calidad.
- Norma RAL-UZ 56. Cartón reciclado (Junio de 1.997).
 - La materia prima para la producción de papel debe ser de fibra 100% reciclada (tolerancia 5%).
 - Prohibidos los agentes blanqueantes clorados y los ópticos.

Eco-Mark, Japón

El programa Eco-Mark se estableció en febrero de 1.989, a través de la Japan Environment Association (ONG) bajo la guía de la Agencia de Medio Ambiente Gubernamental.



Ecomark evalúa por separado las fases del ciclo de vida total del producto, basándose en los siguientes criterios: Mínimo impacto ambiental en la fase de uso, Mejora del medio ambiente durante el uso, Mínimos efectos medioambientales en la fase post-uso (residuos), Contribución a la conservación del medio ambiente en otros órdenes.

La certificación se puede obtener si el producto cumple las especificaciones en sólo uno de estos ámbitos, motivo por el cual el sistema no es muy riguroso con el medio ambiente.

Hasta la fecha el sistema de certificación Eco-Mark tiene establecidos criterios ecológicos para varios productos de papel y cartón.

Criterios ecológicos:

Papel de impresión, producido para la impresión de libros y revistas y como papel de escritura para cuadernos.

- La materia prima para la producción de papel debe contener más del 50% de fibra recuperada. Además no se deben producir gases tóxicos durante el proceso de producción.

Papel de empapelar, Fusuma paper and Shoji paper fabricados con pulpa reciclada.

- La materia prima para la producción de papel debe contener más del 50% de fibra recuperada. Además establece restricciones para el vertido de sustancias tóxicas al agua, aire, y el ruido en el proceso de producción.

Papel Sanitario.

- La materia prima para la producción de papel debe contener el 100% de fibra recuperada. Además establece restricciones para el vertido de sustancias tóxicas al agua, aire, y el ruido en el proceso de producción.
- Prohibido el uso de blanqueantes fluorescentes.

Environmental Choice, Canadá

La Ecoetiqueta Environmental Choice de Canadá es una marca registrada por la Environment Canada's Independent Technical Agency, que comenzó a iniciativa del Ministerio Federal de Medio Ambiente en 1.988.



Certifica productos y servicios basándose en cinco principios:

Uso racional de los recursos renovables, uso eficiente de los recursos no renovables, reducción y reciclado de residuos, protección de los ecosistemas y la diversidad biológica, porcentaje de productos químicos en la composición de los productos.

Actualmente existen más de 1.400 productos certificados con 119 licencias, entre los que se encuentran varios productos de papel.

Criterios ecológicos:

Papel de escritura: La materia prima para la producción de papel debe contener como mínimo un 30% de fibra recuperada.

Papel prensa: La materia prima para la producción de papel debe contener como mínimo un mínimo 40% fibra recuperada. El 25% del total debe proceder de papel de periódico recuperado. Para otras publicaciones la materia prima ha de ser fibra 100% reciclada.

Sobres e impresos: Fibra reciclada 50% (con un 10% mínimo de papel post-consumo).

Papel higiénico sanitario: La materia prima para la producción de papel puede ser de fibra virgen certificada.

Además los productos deben cumplir entre otros criterios ambientales el consumo de energía, de sustancias tóxicas al agua y de agentes blanqueantes clorados establecidos.

Nordic Ecolabelling - Cigne Blanc

El sistema de etiquetado ecológico **Nordic Ecolabelling** se estableció en 1.989 por el Consejo Nórdico. Los criterios ecológicos están basados en el ciclo de vida del producto, incluyendo criterios como el consumo de recursos naturales, y energía, las emisiones al aire, agua y al suelo.



Esta etiqueta tiene una especial importancia en la industria papelera de los países nórdicos ya que en sus procesos de producción de pasta siguen los criterios ecológicos impuestos por este sistema de certificación, y ésta pasta puede ser exportada después a otros países como materia prima para producir distintas calidades de papel.

La inclusión de esta ecoetiqueta en la pasta de origen asegura que se han seguido estrictos controles ambientales, y que el impacto del producto final es ecológicamente tolerable.

Criterios ecológicos:

Papel impreso (15 Junio de 1.998 -14 de Marzo de 2002); revistas, periódicos, papel impresión.

Sobres (14 Junio de 1.998 -14 de Junio de 2002).

Papel de impresión (3 Diciembre 1999-31 Enero 2004).

Papel tisú y papel para filtros de café.

- La materia prima utilizada para la producción de papel puede ser fibra virgen o recuperada.
- Blanqueo sin cloro. Sí admite el blanqueado con dióxido de cloro (papel ECF).
- Bajas emisiones a la atmósfera durante el proceso de producción.
- Prohibidos los disolventes aromáticos o hidrocarburos halogenados y los Nonilfenoletoxilatos.

5.4. Requisitos legales y respuestas del cartón ondulado.

Tanto los fabricantes como los usuarios de embalajes deben ajustarse a las características impuestas por las normativas legales correspondientes en materia de envases y residuos de envases.

Las respuestas del cartón ondulado abarcan varios niveles:

En el inicio de la cadena de producción (fabricación de la materia prima papel para cartón ondulado):

- Mediante cuantiosas inversiones:
 - Se han aportado importantes modificaciones a los procesos de fabricación para aumentar la eficacia de los tratamientos de los efluentes y reducir considerablemente las emisiones a la atmósfera y los vertidos en el agua,
 - Se ha aumentado la capacidad de reciclaje - los papeles y cartones usados.

En la fabricación y la transformación del cartón ondulado:

Se han realizado importantes inversiones tecnológicas para optimizar el tratamiento de los vertidos líquidos, y para cumplir con las obligaciones legales.

En el destino final de los embalajes de cartón ondulado una vez usados:

Hace varias décadas que se viene recuperando el cartón ondulado para reciclarlo.

Con anterioridad a la entrada en vigor en España de la Ley 11/1997 de 24 de abril, de envases y residuos de envases, el sector del papel y cartón, en particular AFCO ya venía desarrollando la información sobre los medios de los que dispone el sector para garantizar la valorización de los embalajes de cartón ondulado una vez usados y cumplir con las obligaciones que posteriormente impuso la Ley de envases. Con el objetivo de favorecer la recuperación selectiva de residuos de papel y cartón para reciclarlos y evitar que su destino sean los vertederos, el 19 de abril de 1993 el sector de Papel y Cartón creó la sociedad RECIPAP S.L. integrada por AFCO (fabricantes de envases y embalajes de cartón ondulado), ASPAPEL (fabricantes de papel), Agrupación Nacional de Fabricantes de Papeles para Cartón Ondulado, REPACAR (recuperadores de papel y cartón), ASPACK (fabricantes de cartones compactos y cartoncillos) y la Asociación de Fabricantes de Sacos de papel. Se creó el símbolo RECIPAP, que identifica los envases de cartón ondulado en los que el fabricante del envase garantiza que el embalaje es reciclable. RECIPAP colabora con industrias envasadoras y entidades comerciales, así como con las diversas administraciones, para la puesta en marcha de sistemas de recuperación y reciclaje, contribuyendo de ésta manera a la mejora del medio ambiente.

Cabe destacar en España la creación el 22 de noviembre de 1996 del Sistema Integrado de Gestión de residuos de envases ECOEMBALAJES ESPAÑA S.A. con el marcado del símbolo "PUNTO VERDE" en los embalajes domésticos. Su objeto social es el diseño y organización de un SIG

(Sistema Integrado de Gestión) encaminado a la recogida selectiva y periódica de los residuos de envases y envases usados, y a la recuperación y valorización de los mismos, en virtud de las obligaciones que la Ley 11/1997 impone a éstos sistemas.

Los accionistas que la componen están estructurados de la siguiente manera:

- ENVASADORES: 55% del capital.
- COMERCIO Y DISTRIBUCIÓN: 20% del capital.
- MATERIAS PRIMAS: 20% del capital.
- RECICLADORES: 5% del capital.

RECIPAP pertenece y participa en dicho Sistema integrando el grupo de MATERIAS PRIMAS y RECICLADORES.

En Alemania, destacan los sistemas y mercado "Der Grüne Punkt" (embalajes de venta) y "RESY" (embalajes de cartón ondulado para transportes).

Contenido de metales pesados:

Los envases y embalajes de cartón ondulado y sus componentes (papeles, colas, tintas, tratamientos, ...) deberán estar exentos de productos o materiales nocivos perjudiciales para el medioambiente, y en cumplimiento con la Ley 11/1997 y el Reglamento que la desarrolla RD 782/1998, cumplir con la condición desde el 1 de julio de 2001 de que la suma de los niveles de concentración de plomo, cadmio, mercurio y cromo hexavalente sea inferior a 100 ppm (partes por millón).

BIBLIOGRAFÍA

- Abad, V (1984). *Historia de la Naranja: 1781 - 1939 y 1940 – 1962*. Valencia. Comité de Gestión para la Exportación de Frutos Cítricos.
- Andraos Khordk, C. (1999) *Guía práctica de tramitación de comercio exterior*. Madrid. Fundación Confemetal.
- Asociación de Investigación Técnica de la Industria Papelera Española (Ed.). (2003) *Directorio papelerero español, portugués e iberoamericano: 1993*. Madrid
- Asociación Graphispack. (Ed.) (2003). *Diccionario de flexografía*. Barcelona.
- Asociación Española de Fabricantes de Cartón Ondulado (AFCO), coord., Instituto Tecnológico del Envase, col. (2002). *Estudio de necesidades formativas en el sector del cartón ondulado*. Madrid. Acción Complementaria y de Acompañamiento a la Formación. Fundación Tripartita para la Formación en el Empleo.
- Asociación Española de Fabricantes de Cartón Ondulado (AFCO) (Ed.). (2004) *Diccionario de la industria del cartón ondulado*. Madrid.
- Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) coord., Federación Estatal de Servicios – UGT (FeS-UGT), col., Federación de Comunicación y Transporte (FCT-CC.OO), col. (2006) *Cuaderno de cargas* Madrid. Fundación para la

Prevención de Riesgos.

- Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) [2004] *Diccionario bilingüe de la industria del cartón ondulado*. Barcelona. Ricard Casals Consultants.
- Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) coord., Federación Estatal de Servicios – UGT (FeS-UGT), col., Federación de Comunicación y Transporte (FCT-CC.00), col. [2006] *Directrices industriales sobre trazabilidad de los materiales y objetos para contacto con alimentos* Madrid. Fundación para la Prevención de Riesgos.
- Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) coord., Federación Estatal de Servicios – UGT (FeS-UGT), col., Federación de Comunicación y Transporte (FCT-CC.00), col. [2006] Infoafco Madrid. Fundación para la Prevención de Riesgos.
- Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) col.; Grupo Carrefour España, col. [Ed] [2007] *Manual para la mejora de la gestión de los envases y embalajes usados de cartón en los hipermercados*. Madrid.
- Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) [Ed.] *Manual de Calidad*. Madrid.
- Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado (AFCO) [Ed.] [2004] *Ocho décadas de evolución. El cartón ondulado en España 1922-2003*. Madrid.
- Asociación Española de Normalización y Certificación. [Ed.],[1997] *ISO 14000: directrices para la implantación de un sistema de gestión medioambiental*. Madrid.
- Cachón Rodríguez, L. ed. Lit.; Montalvo, M^a D. ed. [1999] *Educación y formación a las puertas del siglo XXI: la formación continua en España*. Madrid. Editorial Complutense S.A.
- Cámara Oficial de Comercio e Industria de Madrid. [Ed.]. [1993] *Invitación a exportar*. Madrid.

BIBLIOGRAFÍA

- CEM (Cartonnages Emballages Modernes). *Cartonnages & Emballages Modernes*. Presse Communication International.
- Deleuze Isasi, Paloma. (2006) *Legislación alimentaria: código alimentario español y disposiciones complementarias*. Madrid. Tecnos.
- Editor 3 (Ed.). (1979) *Manual de normas comerciales*. Madrid.
- Estructura, Grupo de Estudios Económicos. (Ed.). *Las tecnologías de la información en la empresa*. Madrid.
- European Commission. (2001). *Best available techniques in the pulp and paper industry: [Integrated Pollution Prevention and control (IPPC)]* Reference Document on Best Available Techniques in the Pulp and Paper Industry.
- García - Badell, J.J. (1987) *Contaminación y el equilibrio ecológico, la*. Madrid. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria.
- Grijalbo. (Ed.). (2005) *Diccionario Collins Universal español-inglés, inglés-español*. Barcelona.
- Grupo Harper & Lynch España; Kart K. Goharriz. (1993) *Metodología Adis: una estrategia de mejora. Colección Optimización Empresarial*. Madrid. Grupo Negocios de Ediciones y Publicaciones S.L.
- Grupo Harper & Lynch España. (1993) *Productividad de la empresa*. Madrid. Grupo Negocios de Ediciones y Publicaciones S.L.
- Gómez Fraile, F.; Tejero Monzón, M.; Vilar Barrio, J. F. (2005) *Cómo hacer el manual de calidad según la nueva ISO 9001:2000*. Madrid. Fundación Confemetal.
- Instituto Nacional de Fomento a la Exportación (España). (1985) *Normas de calidad comercio exterior* Soivre. Madrid. Editorial Castro S.A.
- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) (Ed.). (2000) *Guía para la acción preventiva*. Madrid.
- Jelmar Pub. Co. (Ed.). (1997) *Corrugated boxshop practices*. U.K.

- Jelmar Pub. Co. (Ed.). (1996) *Corrugated shipping containers. An engineering approach.* U.K.
- Lozano Rojo, J.R. (1997) *El futuro de los envases y embalajes ante la nueva legislación española: consecuencias para los agentes socioeconómicos.* Madrid. Fundación Confemetal.
- Manypenny, Gerry O. (1995) *Glossary of packaging terms, standard definitions of trade terms commonly used in packaging.* U.S.A. New Cork. Packaging Institute.
- Maurice O'neill. (1998) *Structural package design.* U.K. The Pepin Press.
- National Research Council. (1959) *Packaging materials.* U.S.A. Food Protection Committee.
- Navas, J. (1993) *Envasos, embalgates i aconduïment industrial de productes: diccionari tècnic.* Barcelona. Associació i Colegi d'enginyers Industrials de Catalunya.
- Page Crouch, J. *El ABC de la flexografía.* Ricard Casals.
- Paños, C. (1998) *Cierres y defectos de envases metálicos para productos alimenticios.* Alicante. SOIVRE.
- Pecht, Michael G. (1991) *Packaging design and performance.* Londres. CRC Press Technology & Industry Arts.
- Pozo Fernández, Juan R. del. (2005) *Diccionario de expresiones y términos económicos y financieros.* Madrid. Instituto de Estudios Económicos.
- Pro Cartón. (Ed.) (2005) *Todo sobre el cartoncillo como material de envase.* Madrid.
- Sicre Canut, L. (2000) *Principios fundamentales del envase y embalaje.* Madrid. Editorial Gonher, S.L.
- Sofer, M. (2000) *Spanish business dictionary.* España. Schreiber Publishing Incorporated.