



Universidad de Valladolid

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR de ARQUITECTURA
Grado en Fundamentos de la Arquitectura

TRABAJO FIN DE GRADO
Diseño y técnicas de *Packaging*

Autor:
Cristina Gómez Coca

Tutor:
Álvaro Tordesillas, Antonio
Galván Desvaux, Noelia
Septiembre 2015

Packaging se define como la ciencia de presentar un producto en las mejores condiciones para su transporte, almacenamiento, venta y uso. Incluye el envase principal y el embalaje utilizado para el transporte y almacenamiento.

El objetivo de este trabajo es conseguir un conocimiento sobre el empaquetado y sus materiales, centrándose en la utilización del cartón en base a sus posibilidades geométricas. Se clasifican las tipologías principales de cajas que sirven como base para modelos más complejos, de tal forma que pueden aportar pautas en la configuración futura de nuevas cajas. Tras esta investigación es estudiado el desarrollo de una nueva caja como conclusión al análisis.

Aunque actualmente la imagen del cartón todavía permanece como la de un material para packaging, comienza a introducirse en el mundo de la arquitectura. Por ello, este trabajo concluye con una investigación que analiza este aspecto y su evolución en el futuro.

Palabras clave: cartón, desplegable, envase, embalaje, caja.

Packaging can be defined as the science that presents a product in the best conditions for its transport, storage, sale, and use. It includes the main packaging used for the transport and storage.

The objective of this final year dissertation is to achieve knowledge about packaging and its materials, focusing on the use of cardboard and regarding its geometric possibilities. Main typologies of boxes which serve as a basis for more complex models are classified in such a way that can provide the standards in the future configuration of new boxes. After the investigation, the development of a new box is studied as a conclusion of the analysis.

Though the image of cardboard still remains at present as a packaging material, it starts to introduce in the architecture world. Therefore, this paper concludes with an investigation which analyzes this aspect and its future development.

Keywords: cardboard, deployable, container, package, box.

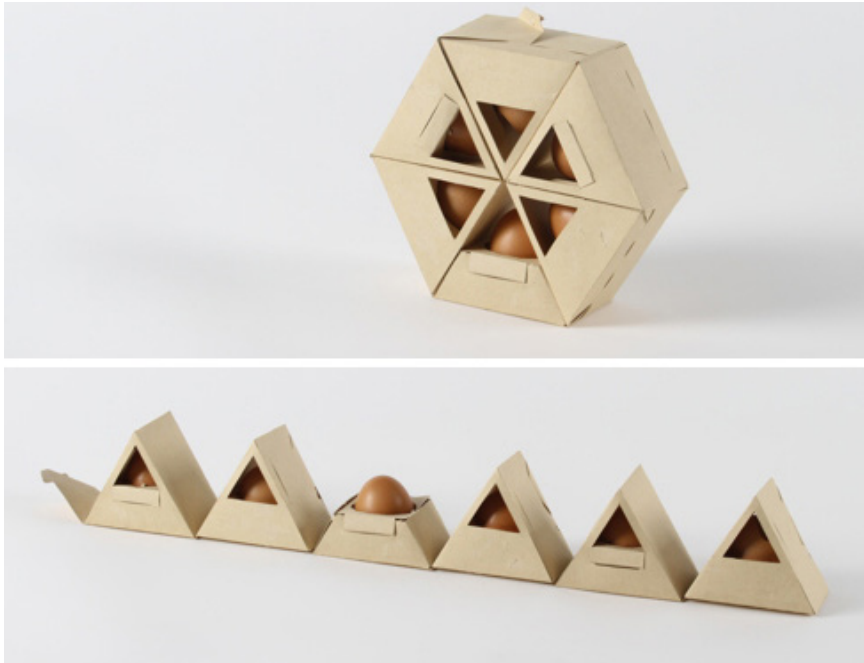


0.	Introducción y metodología.....	9
1.	Estudio previo.....	11
1.1.	Introducción al <i>Packaging</i>	11
1.2.	Principios básicos del <i>Packaging</i>	11
1.3.	Historia.....	12
1.4.	Definiciones previas.....	13
1.5.	Consideraciones de diseño.....	13
1.6.	Futuro y tendencias del <i>Packaging</i>	14
2.	Soporte material	16
2.1.	Elección del material para el <i>Packaging</i>	16
2.2.	Plástico	19
2.3.	Vidrio	20
2.4.	Metales	21
2.5.	Cartón	21
2.5.1.	Proceso de fabricación	22
2.5.2.	Características del cartón para <i>Packaging</i> ...	23
2.5.3.	Tipos de papel y cartón	23
2.5.3.1.	Según su composición	24
2.5.3.2.	Según su estructura	25
2.5.4.	Propiedades del cartón	27
2.5.5.	Métodos de impresión	28
2.5.5.1.	Tipografía y flexografía	28
2.5.5.2.	Huecograbado	29
2.5.5.3.	Impresión digital	29
2.5.5.4.	Serigrafía	30
2.5.5.5.	Offset	30
2.5.6.	Métodos de troquelado	31
2.5.6.1.	Corte	31
2.5.6.2.	Hendido	31
2.5.6.3.	Corte-hendido	31
2.5.6.4.	Semicorte	31
2.5.6.5.	Perforado	32
2.5.7.	Acabados	32
2.6.	Otros materiales	33

3. Impacto ambiental y ecología.....	34
4. Soporte digital.....	36
4.1. ArtiosCAD.....	37
4.2. BoxBuilder.....	37
5. El cartón en la arquitectura: la idea de casa-caja.....	38
6. Diseños de <i>Packaging</i>	44
6.1. Introducción al envase de cartón	44
6.2. Tipología de cajas	45
3.2.1. Ranurado	45
3.2.2. Telescópicas	45
3.2.3. Plegables y Bandejas	45
3.2.4. Deslizantes	45
3.2.5. Rígidas	45
3.2.6. Colado rápido	46
6.3. Tipología de cierres	46
3.3.1. Colado	46
3.3.2. Cierre por medio de cinta	46
3.3.3. Automontaje	46
3.3.4. Grapado	46
3.3.5. Lengüeta entrante estándar	47
3.3.6. Lengüeta entrante y cierre en ranura	47
3.3.7. En pestaña	47
3.3.8. Postal	47
3.3.9. Integral	47
3.3.10. Con apertura irreversible	47
6.4. Simbología empleada en planos	48
7. Estrategias geométricas para el diseño de una caja de cartón ranurado	49
7.1. Introducción y objetivo	49
7.2. Metodología	49

7.3. Clasificación.....	51
7.3.1. Montaje	51
7.3.2. Tipología.....	52
7.3.3. Lengüetas	53
7.3.4. Asas	53
7.3.5. Plegado.....	53
7.4. Análisis.....	55
7.5. Resultados.....	58
7.6. Propuesta de <i>Packaging</i>	62
8. Conclusiones.....	65
9. Glosario de términos.....	67
10. Bibliografía específica.....	69

0. INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA



El objetivo de este Trabajo Final de Grado es analizar el *packaging*: su historia, evolución, materiales, diseño e impacto ambiental; y enfocarnos en él desde el punto de vista geométrico. Para ello, se centra en el cartón, puesto que es el material que ofrece mayores capacidades geométricas y permite un estudio más amplio.

Este planteamiento se hace en base a poder elegir el mejor empaquetado para cada tipo de producto, teniendo en cuenta cuáles son las mejores estrategias geométricas a tener en cuenta.

Para poder llegar a ese punto es necesario estudiar a fondo tanto la parte técnica del material, como las distintas posibilidades que ofrece cada tipo de caja, para así conseguir una clasificación que permita abarcarlas todas.

De esta manera, en relación a las tipologías de cajas según su montaje, se organizan en grupos que ofrecen diferentes variables, ya sea forma, plegado, cierre, colado, asas y aprovechamiento del material. Con esta clasificación se consigue ver cuáles son las principales ventajas y desventajas y observar si es posible realizar mejoras para el futuro.

En el **apartado 1** se introduce el tema del *packaging* así como los conceptos relacionados con él, como son el envase o el embalaje. Se definen sus funciones básicas y su relación directa con el producto y se plantea su posible avance en el futuro.

En el **apartado 2** se analiza cada tipo de material dentro del mundo del empaquetado de productos de forma aislada. El cartón es estudiado de forma más exhaustiva puesto que es el que más posibilidades ofrece dentro del mundo del *packaging*.

El **apartado 3** explica el impacto ambiental en relación con los diversos materiales, y en especial a la fabricación del cartón y su reutilización y reciclado, así como una reseña a la ecología dentro del mundo del *packaging*.

En el **apartado 4** se explica el soporte digital relacionado con el empaquetado de productos y se explican algunos de los software más utilizados.

En el **apartado 5** se ofrece una investigación sobre el *packaging* dentro del mundo de la arquitectura y cómo la utilización del cartón se aplica en la construcción de edificios.

El **apartado 6** incluye un catálogo de la tipología de cierres y de la simbología normalizada utilizada en el empaquetado de productos.

El **apartado 7** contiene una clasificación con la parte de investigación sobre el *packaging* en cartón. Se analizan diversas cajas básicas según su montaje, la tipología de forma, plegado, colado... Y una nueva propuesta de *Packaging*.

El **apartado 8** incluye las conclusiones del Trabajo de Fin de Grado y de toda la investigación realizada.

El **apartado 9** incluye un pequeño glosario con las palabras citadas en el Trabajo de Fin de Grado que pueden necesitar explicación.

Para finalizar, en el **apartado 10** se ofrecen las fuentes bibliográficas específicas para cada área de este Trabajo de Fin de Grado.

1.1. Introducción al *Packaging*

Formalmente, la definición directa de *packaging* es la de un término anglosajón que engloba las técnicas de embalaje, empaquetado, envoltorio, etiquetado y envase. Por ello hoy en día se ha convertido en un poderoso elemento de comunicación entre la empresa y el consumidor.

Hablar del concepto de *packaging* se ha convertido en algo complejo puesto que hoy en día llega a abarcar infinidad de disciplinas, pero podemos decir que cumple la capacidad de contener y transportar un producto (características propias del envase), y añade la capacidad de originalidad y diseño.

En relación a lo que mencionábamos anteriormente, hoy en día podemos decir que ya no es sólo el “envoltorio” del producto, si no que se ha convertido en la carta de presentación al consumidor. Es decir, actualmente tiene dos roles, el de contención del producto y el de atracción en el punto de venta.

1.2. Principios básicos del *Packaging*

Las principales funciones básicas del *packaging* son contener y proteger, pero también hay que tener en cuenta que existen artículos en los que el producto en sí mismo es lo más importante, y otros en los que es preferible que quede oculto, por tanto, es tan importante que el *packaging* destaque e identifique al producto como que lo proteja.

Además de proteger el producto y el envase en el momento de la venta, es necesario hacerlo también durante su transporte y distribución, por lo tanto deben utilizarse diferentes capas. Por ello diferenciamos dos clases principales de envases: primarios y secundarios.

Los **envases primarios** cubren directamente el producto, representando el papel esencial de la identidad de la marca o el artículo, mientras que la función del **envase secundario** es contener y proteger las unidades primarias durante su transporte y distribución desde el lugar de fabricación hasta el punto de venta.

Dentro de los principios del *packaging* es muy importante que se cumplan la forma y medidas estándar para que se adapte sin problemas a las estanterías y vehículos de transporte.

Por último, es muy importante tener en cuenta que el diseño de empaquetado es lo último que ve el consumidor antes de tomar una decisión, por ello, el diseño debe ser pensado para atraer, y esto debe ser considerado desde el primer momento de su creación.

1.3. Historia

La aparición del *packaging* propiamente dicho aparece en el siglo XVIII, cuando con la Revolución industrial se produce una introducción a la mecanización y un aumento de la producción. Aparecen, por ejemplo, las latas, las cajas de cartón (que se vuelven muy importantes por su capacidad de plegado y el consecuente ahorro de espacio), las cajas de metal...

A principios del siglo XX, con los avances en las tecnologías es posible la variedad de formas y de impresión en el empaquetado. La necesidad de obtener la confianza del consumidor origina la aparición de las marcas, que gracias a las modernas técnicas de impresión deben aparecer en el envase.

Con la aparición de supermercados, la comunicación entre el vendedor y el cliente deja de ser importante, puesto que toda la información sobre el producto es ofrecida por el envase; por eso comienza a ser importante una buena comunicación visual dentro del diseño del *packaging* (marcando el prestigio del producto, imponiendo estímulos para su compra, demostrando los beneficios que ofrece el producto...). Así, en este momento el *packaging* se convierte en el "vendedor silencioso"¹, el que muestra todas las posibilidades que ofrece el producto sin la necesidad de preguntar al vendedor.



Como conclusión podemos definir esta evolución del *packaging* como la necesidad de adaptación a las presiones del sistema actual de venta al detalle y las oportunidades que han surgido derivadas del modo en que hemos elegido vivir, y que se han producido gracias a los fuertes avances en la tecnología, la mejora en los medios de transporte, y los cambios sociales.²

¹ GLADYS Z., Miriam; Tesis: El *packaging* como vendedor silencioso y factor determinante de compra.

² DENISON, Edward; Fundamentos de diseño, *Packaging*: Envases y sus desarrollos

1.4. Definiciones previas

Como mencionamos anteriormente, el término inglés *packaging*, que es cada vez más utilizado en castellano, podría definirse como el conjunto de elementos visuales que permite presentar el producto al posible comprador bajo un aspecto lo más atractivo posible, transmitiendo valores de marca y su posicionamiento dentro del mercado³.

Tanto el envase como el embalaje son contenedores de un producto, pero sus funciones son muy distintas; mientras que el **envase** es más un contenedor comercial, el **embalaje** suele estar destinado al almacenaje y el transporte. Aunque hay que destacar que muchos productos no tienen una distinción clara entre su envase y su embalaje, puesto que muchas veces algunos objetos unen ambas utilidades.

A pesar de esto, podríamos definir “envase” como el contenedor que se mantiene en el punto de venta y llega hasta el consumidor; y el “embalaje” como el que sirve para almacenar y transportar las mercancías desde su centro de producción hasta el punto de venta.

1.5. Consideraciones de diseño



Existe una relación directa entre el tipo de producto y el embalaje que se elige para él, es decir, cómo dependiendo del producto que sea, el embalaje debe ser uno u otro. Así, existen diferentes envases “tipo” o “clásicos” como pueden ser las latas para refrescos, tratándose de un recipiente ideal para la conservación del líquido; los aerosoles, que permite contener un líquido a presión; el tetra pak, que permitió utilizar el cartón con unas medidas estándar internacionales para el envase de líquido; las bolsas de plástico, hoy en día muy utilizadas; o la huevera, que se trata de la relación más clara entre el producto que queremos empaquetar, y el embalaje en sí mismo, desde la elección de material (pasta de papel para amortiguar golpes) hasta la forma, todo está íntimamente pensado con el producto.

³GLADYS Z., Miriam; Tesis: El *packaging* como vendedor silencioso y factor determinante de compra.

Como embalaje más utilizado, debemos destacar las cajas de cartón, que han evolucionado con gran rapidez durante el siglo XX y que permiten empaquetar prácticamente la totalidad de productos que actualmente están en el mercado, ya sea como embalaje primario o secundario.

Además de las diferentes consideraciones de diseño que debemos tener en cuenta, también hay unas fases básicas a la hora de diseñar el *packaging* ⁴:

- Investigación
- Diseño conceptual: es la fase más importante, en ella se analiza la investigación y nace la idea.
- Progreso de diseño
- Refinamiento de diseño
- Presentación final
- Composición del material gráfico, las especificaciones del contenedor y los dibujos y/o presentaciones.

Siempre teniendo en cuenta, como hemos mencionado anteriormente, el tipo de producto que queremos empaquetar, sus dimensiones y características particulares.

1.6. Futuro y tendencias del *Packaging*



Aunque es imposible analizar cuál va a ser el avance del *packaging*, sí que se puede prever qué directrices puede tomar y cuáles van a ser los aspectos a tener en cuenta en un futuro dentro de su diseño.

En primer lugar, adaptarse al avance tecnológico va a ser lo primordial, es bien sabido que las nuevas tecnologías avanzan cada vez con mayor rapidez, y las empresas especializadas en el diseño del *packaging* cada vez tendrán más complicado la adaptación a dichos cambios. La aparición de nuevos software con los que trabajar, el desarrollo de nuevos materiales, y el avance en la concepción del empaquetado deberán tenerse en cuenta desde la primera fase del proyecto.

⁴ STEWART, Bill; *Packaging*:Manual de Diseño y Producción.

En segundo lugar, las preocupaciones medioambientales continuarán ganando terreno y serán cada vez más importantes. Actualmente, los gobiernos ya han impuesto las reducciones de emisiones de carbono para grandes producciones, pero poco a poco se irá ampliando esta reducción a pequeños productos, cubriendo la posibilidad de que se extienda al *packaging*. Este es un factor a tener cada vez más en cuenta, en el que cuanto más sostenible y ecológico sea el envase, más aceptación tendrá. Por ello, posteriormente se hará una explicación centrada en este tema.

Además de estos aspectos más técnicos, en el futuro del *packaging* tendrán que tenerse en cuenta también los cambios sociales, que impulsarán la creación de nuevos envases, así como diseños universales que incluyan a personas con discapacidades motoras y sensoriales para llegar a una mayor audiencia posible.



Como conclusión para el presente y futuro del *packaging*, la observación, interpretación y anticipación son tres palabras clave para la concepción del empaquetado de un producto, y es esencial un análisis de todos los factores, tanto de naturaleza del producto como de principios sociales, y un amplio conocimiento de los materiales y los avances tecnológicos.

2. SOPORTE MATERIAL

2.1. Elección del material para el *Packaging*

El diseño del *packaging* implica la manipulación de volúmenes tri-dimensionales y de elementos gráficos de dos dimensiones, estos elementos ofrecen varias opciones. En un proyecto estructural, la elección de la forma no puede separarse del material con el que se elabore el envase ni de las limitaciones de los procesos que requiere su fabricación, por ello, a pesar de la amplia gama de materiales que ofrece el empaquetado de productos, siempre hay uno idóneo para cada uno de ellos, ofreciendo opciones muy variadas, tal como se muestra en la siguiente tabla⁵, en la que se describen las formas de envase o embalaje asociadas a cada material:

Madera	Papel y cartón		Cristal	Metales		Plásticos	
	Cartón sólido	Cartón de fibra ondulado		Aluminio	Acero	Flexibles	Rígidos
Botelleros	Cajas rígidas	Troquelados Estuche de envío	Tarro Botellas	Laminados		Bolsas Envoltorios Tubos Espumas	Tarros Botellas Bandejas Tubos
Palés	Fundas			Botellas			
Cajas	Cajas plegables			Bandejas			
	Bandejas			Bidones			
	Cartulinas	Latas					
	Traseras	Tubos					
Resistencia	Exposición Bajo coste Protección Versatilidad Calidad de impresión	Resistencia Protección	Barrera para gas Claridad Calidad	Barrera para gas y líquido Resistencia Versatilidad	Versatilidad Rentable Ligero		

⁵ STEWART, Bill; *Packaging: Manual de Diseño y Producción*.

Cualquier embalaje debe resistir a una serie de características, tanto de tipo mecánicas como físicas. Respecto a las **características mecánicas**, se deben tener en cuenta:

-Deformación: cambio de forma del embalaje, debiéndose éste al esfuerzo, al cambio térmico, al cambio de humedad o a otras causas.

-Flexión: esfuerzo que tiende a doblar el material. Las fuerzas que actúan son paralelas a las superficies que lo sostienen. Es importante que el embalaje presente resistencia a flexión.

-Apilamiento: resistencia de un embalaje a la compresión vertical.

-Presiones laterales internas: la fuerza de empuje se ejerce desde el interior hacia el exterior.

-Presiones laterales externas: la fuerza de empuje es de fuera hacia dentro.

-Resistencia al reventamiento: las presiones internas pueden ser muy grandes, en caso de impactos o caídas. Con productos de mucha inercia, dichas presiones producen el reventamiento del embalaje.

-Aplastamiento: esta característica no concierne más que al ondulado, es decir, la función del embalaje es mantener seguro el producto interior, y el ondulado de alguna de sus caras puede deteriorarlo.

-Choques y golpes: factores que influyen durante la manipulación y el almacenamiento, siendo de carácter ocasional. La probabilidad de que ocurran imponen al embalaje (y su material) exigencias de resistencia al desgarro y a la perforación. Es el ondulado el que desempeña el papel amortiguador contra los impactos.

-Vibraciones: su efecto equivale a una sobrecarga estática, que en algunos casos produce la rotura del embalaje, por haber sobrepasado el límite crítico. Las vibraciones se producen durante el transporte, bien sea terrestre, aéreo o marítimo.



Respecto al **tipo físico**, el embalaje debe tener en cuenta:

-Condiciones climáticas: deben tenerse muy en cuenta; por ejemplo, el cartón es sensible a la humedad (el fenómeno de histéresis es cuando el cartón se encuentra en fase de pérdida, evaporación, o de absorción de humedad).

-Fatiga: un embalaje en función de su tiempo de almacenaje y de las condiciones climáticas, produce una variación de su resistencia a la compresión vertical. A los 3 meses de almacenaje, la pérdida de esta resistencia es del 21% (aprox.); a los 6 meses llega al 25%, y al año la pérdida alcanza el 40%.



En muchos casos, la elección del material viene dada por el cliente, pero incluso entonces es probable que existan opciones técnicas que influyan de manera espectacular en el resultado del diseño. Para el diseño estructural del packaging es básico conocer las capacidades básicas de cada material así como sus procesos de fabricación, para ello se ofrece a continuación una recopilación de los distintos materiales.

2.2. Plástico



Este tipo de material proporciona una gran variedad tanto de tipos como de formas de procesado. Dentro de este diseño se diferencia entre plástico flexible y rígido. Los aspectos que más influyen y afectan al diseño son el contenedor, el uso del recipiente, el tipo de plástico del que esté hecho el envase y el proceso de fabricación del mismo.

Se obtiene mediante moldeo por extrusión y su derivado más sofisticado: el moldeo por inyección. En el moldeo por extrusión se extruye un cilindro de plástico semifundido denominado “parisón”, que se coloca en un molde. Posteriormente se insufla aire, haciendo que el material se pegue a las paredes del molde donde se deja enfriar. La diferencia de este método con el de inyección es que en lugar de extruirse un cilindro de plástico, se realiza un “preforma” moldeada por inyección, que es sobre la que después se insufla aire.

Los recipientes de plástico rígido incluyen botellas, tarros y tarrinas, y en su fabricación pueden emplearse una amplia variedad de materiales plásticos, los cuales deben aparecer siempre con un símbolo en el envase. Dentro del plástico rígido se encuentran:

PEAD (Polietileno de alta densidad)

Se trata del tipo de plástico más común. Originalmente el material es blanco, pero se suele pigmentar y actúa como barrera excelente a la humedad.

PEBD (Polietileno de baja densidad)

Es más blando que el PEAD, por lo tanto es muy utilizado en envases que necesitan ser presionados para extraer su contenido.



Ejemplo de *packaging* termoformado

PS (Poliestireno)

Transparente y quebradizo, por eso suele utilizarse de una forma llamada poliestireno de alto impacto (HIPS).

PVC (Policloruro de vinilo)

Es quebradizo, por tanto se utilizan plastificantes, lubricantes, extendedores y otros aditivos; aunque no es bueno utilizarlo con comida.

PP (Polipropileno)

De gran resistencia, se fabrica mediante moldeo por inyección.

PET (Politereftalato de etileno)

Es resistente y pesa poco, y resiste las altas temperaturas.

También existe *packaging* de plástico flexible, que suele estar compuesto por combinaciones de diferentes materiales, lo que lo convierte en difíciles de reciclar. Se producen mediante un proceso continuo que permite que sean enrollados en bobinas.

Por último, otro uso importante del *packaging* es el plástico termoformado, donde el material se reblandece con calor y se fuerza dentro de los moldes mediante vacío, por presión o con ambas técnicas.

2.3. Vidrio



El vidrio está constituido por un líquido sobreenfriado que no reacciona ante la mayoría de los materiales, protegiendo al producto de la degradación.

Su fabricación se realiza mediante un proceso de soplado doble en el que se vierte la masa líquida de cristal en el molde, se aplica aire presurizado y posteriormente comprimido, y es la presión del aire la que hace que el cristal adopte su forma definitiva. Es importante tener en cuenta en su formación la curvatura de las esquinas puesto que ayuda a reducir la tensión que facilita su ruptura.

2.4. Metales

Se trata de un material de barrera ante la filtración de gases, líquidos y luz ultravioleta, por lo que se ha convertido en un material muy viable para el empaquetado de productos.

El método de producción más frecuente es la extrusión profunda o de impacto, donde se lubrica con aceite la tira de acero o aluminio antes de cortarla y prensarla. Posteriormente los recipientes pasan varios anillos de tungsteno, donde se planchan para reducir su diámetro y aumentar su altura, y por último se pasan por la pulidora para eliminar el metal sobrante.



2.5. Cartón



El papel se define como una lámina plana constituida esencialmente por fibras celulósicas de origen vegetal, afieltradas y entrelazadas irregularmente, pero fuertemente adheridas entre sí. La calidad y resistencia del cartón procede de la mayor cohesión de las fibras que lo componen, es decir, la línea de limitación entre el papel y el cartón es casi imperceptible ⁶. El más utilizado en *packaging* es el cartón ondulado, que se define como una estructura mecánica formada por la unión de varios papeles unidos equidistantemente por uno o varios papeles ondulados.

El cartón tiene una ventaja medioambiental que no poseen la mayoría del resto de los materiales ya que se fabrica con recursos sostenibles y renovables, principalmente pinos y abetos de rápido crecimiento. Además, al ser un material natural es biodegradable y reciclable hasta que las fibras de celulosa que proporcionan la resistencia disminuyen debido al continuo procesamiento.

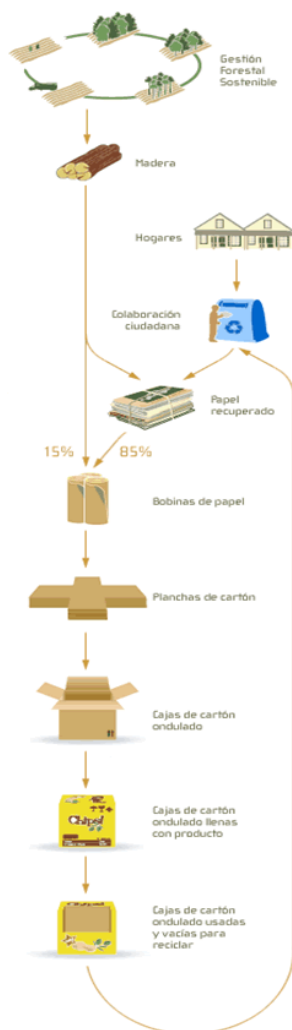
El problema de este material es que no protege al producto de la humedad o los gases, pero como solución permite la aplicación de capas de diversos acabados como ceras, plásticos o incluso aluminio.

⁶ Normativa ISO: el papel con un gramaje superior a 250 g/m² se considera cartulina o cartón.

2.5.1. Proceso de fabricación

Como ya introdujimos al inicio, el papel es un producto obtenido por bobinas a partir de fibras minerales previamente escurridas y secadas, a las cuales a veces se suman agentes de relleno intersticial, colas u otros medios químicos auxiliares. Pero la producción inmediata proviene de los troncos de madera, aunque cada vez con mayor frecuencia proviene de fibras de madera recuperada, es decir, del reciclado de otros productos.

La madera cosechada del bosque incluye dos partes bien diferenciadas: una interna, compuesta por fibra de celulosa de gran utilidad, y una capa externa de corteza. Como la corteza reduciría la calidad del papel si se mantuviera en el proceso de fabricación de pasta, se extrae antes de iniciar este proceso. Es a partir de este momento cuando la madera descortezada puede seguir distintas rutas en la producción de pasta papelera.



Proceso de fabricación del cartón corrugado.

Dentro de las distintas pastas, existe la **pasta mecánica** (producida mediante el prensado de los troncos de madera descortezados a los que se les añade agua), la **pasta química** (donde los troncos de madera son cortados en astillas que son cocidas con productos químicos), y la **pasta procedente de fibras recuperadas** (en la que se procede a la disolución de diarios y revistas con una solución de jabón de ácido graso y un gran volumen de agua caliente dentro de un tanque).

Una vez obtenida la pasta dentro de los diferentes tipos de opciones, se procede a su blanqueo con sustancias químicas, siendo las más utilizadas el oxígeno, el ozono y el peróxido de hidrógeno. Una vez que se obtiene la pasta con la blancura adecuada, en ocasiones se agrega colorante para conseguir el tono exacto exigido por el fabricante, así como otros aditivos y materiales de proceso dependiendo del producto final.

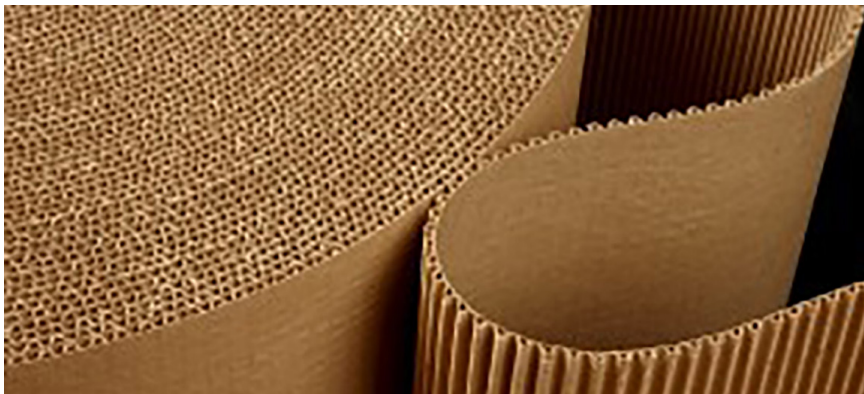
Como último paso, antes de la entrada de la pasta en la caja de admisión se agrega una gran cantidad de agua para evitar que las fibras se aglutinen (si esto se produjera, el papel o cartón presentaría una deficiente deformación). En esta caja de admisión se distribuye un flujo controlado de la pasta a las diferentes máquinas establecidas para conformar los distintos tipos de papel y cartón, donde se elimina el agua y se produce el prensado de la misma para someterla al posterior secado, estucado, satinado y corte.

2.5.2. Características del cartón para *Packaging*

El cartón para empaquetado ha de tener propiedades de protección para los productos que debe contener. En general se compone de dos láminas lisas de cartón y una serie de láminas en forma ondulada que se encuentran entre las dos láminas lisas anteriores. Entre las propiedades que debe cumplir el cartón para envases se encuentran las siguientes:

- Disponer de una superficie adecuada para la impresión
- Plegarse y doblarse bien sin quebrarse.
- Poseer la suficiente rigidez, de tal modo que el envase mantenga su forma cuando se llene y apile.
- Poseer estabilidad frente a las condiciones atmosféricas.
- Retener sus propiedades originales durante largos períodos de tiempo.
- Poseer diversos grados de resistencia al agua para no deteriorarse en su almacenaje y distribución.
- Ser resistente a la fricción y abrasión.
- Encolarse a elevadas velocidades y formar juntas o uniones fuertes.

2.5.3. Tipos de papel y cartón



Antes de comenzar con la enumeración de los tipos de cartón, hay que mencionar algunos aspectos importantes en relación a la composición del mismo. Para comenzar, todos los tipos de cartón se fabrican utilizando una construcción multicapa, y las diferencias entre los cuatro tipos básicos vienen condicionadas por el material que se usa para realizar cada una de ellas. Algunos utilizan sólo pasta virgen, otros usan fibras recuperadas y otros combinan ambos tipos de pasta.

Además de los tipos básicos de cartón, como ya mencionamos anteriormente, hay muchas variantes adaptadas a usos especiales; por ejemplo, se le pueden añadir aditivos para hacerlo resistente al agua y a la humedad en envases destinados al sector de alimentos congelados; o añadir una capa de plástico directamente sobre el cartón, normalmente mediante extrusión, para otorgarle propiedades de barrera contra el agua y la grasa, recurso muy utilizado en los envases del sector de la comida para animales.

Las distintas pastas de las que está formado el papel (pasta mecánica, pasta química y pasta de fibras recicladas), influyen notablemente en los diferentes tipos de cartón.

2.5.3.1. Tipos de cartón según su composición

CARTÓN SÓLIDO BLANQUEADO SBB/SBS/GZ

Normalmente, este tipo de cartón se fabrica exclusivamente con pasta química blanqueada en la parte central y pasta blanqueada en la cara, y consta de dos o tres capas de estuco en la cara superior y una o dos en el reverso. Se utiliza en *packaging* de lujo y en combinación con otros materiales para obtener envases de cartón para líquidos.

CARTÓN SÓLIDO NO BLANQUEADO SUB/SUS

Este tipo de cartón se fabrica exclusivamente con pasta química no blanqueada, y consta de dos o tres capas de estuco en la cara superior, aunque en ocasiones también se le aplica una capa de estuco al reverso. Principalmente se utiliza en envases agrupadores de bebidas (como botellas y latas), ya que es muy resistente y puede tratarse para que sea resistente al agua. También se utiliza en muchos otros sectores donde la resistencia del envases es importante.

CARTÓN FOLDING FBB/GC/UC

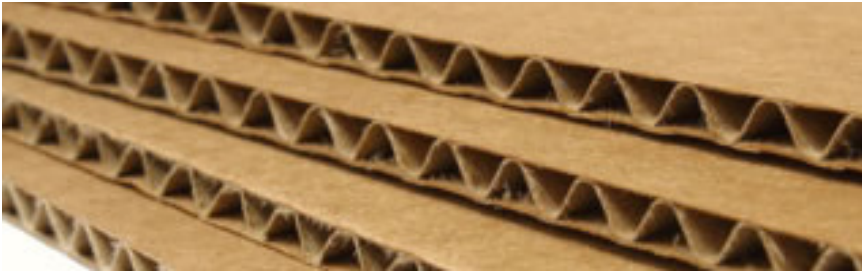
Se fabrica a base de varias capas de pasta mecánica situadas entre dos capas de pasta química estucadas y con dos o tres capas de estuco en la cara superior y una en el reverso. Es muy utilizado en empaquetado de productos debido a su economía.

CARTÓN DE FIBRAS RECICLADAS WLC/GD/GT/UD

Este tipo de cartón se fabrica usando básicamente fibras recuperadas. Contiene muchas capas, cada una de las cuales utiliza distintos tipos de materia prima, aunque en la cara se utiliza papel recuperado blanco. Normalmente tiene tres capas de estuco en la cara superior y una en el reverso. Tiene multitud de aplicaciones.

2.5.3.2. Tipos de cartón según su estructura

CARTÓN CORRUGADO U ONDULADO



El cartón corrugado es la variante más utilizada en cuanto a *packaging* se refiere. Es un tipo de cartón que presenta muchas ventajas ante golpes en transporte y almacenamiento, además de ser fácil de imprimir y totalmente reciclable.

La estructura básica se compone de una plancha en el interior a la que se le ha dado forma de onda. A esta capa se la refuerza con tapas, a las que se les denomina cubiertas o papeles liners. La resistencia de este cartón se obtiene en el trabajo conjunto y vertical de las tres láminas. Como es lógico, si el papel ondulado se aplasta o rompe, todo el conjunto pierde resistencia.

A su vez, el cartón ondulado se puede clasificar según el número de capas por las cuales está compuesto, según el tipo de onda y su resistencia.

Según el número de capas:

- De una sola cara: Compuesto por una sola capa de cartón ondulado, con un forro plegado a un lado. Se utiliza como envoltorio.



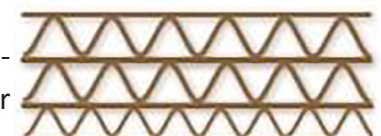
- De pared simple: Es el más utilizado de entre todos los corrugados. Está formado por una sola capa de cartón ondulado y un par de láminas liners.

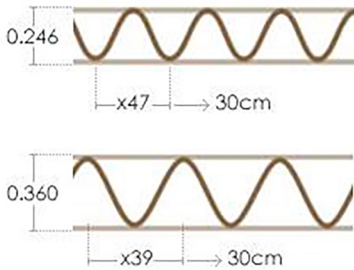


- De pared doble: Compuesto por dos capas de cartón estriado, separadas por tres láminas de liner. Este tipo de cartón se usa para elementos pesados y/o frágiles.



- De pared triple: En este caso son tres planchas corrugadas intercaladas con cuatro liners. Es un cartón muy robusto y resistente, por lo que se utilizará para productos muy pesados.





Según el tipo de onda:

La onda varía en longitud y amplitud, por ello puede ser:

- De ondas grandes
- De ondas pequeñas
- De ondas alargadas
- De ondas cortas

Según su resistencia:

La resistencia depende de dos factores, del gramaje y de la altura de onda. Determinan la consistencia ECT ⁷ y la resistencia a la compresión vertical BCT ⁸.

Un tipo de cartón especialmente importante y muy utilizado en relación a su función estructural es el **cartón de nido de abeja**, que ofrece grandes prestaciones como alta resistencia, flexión, compresión y ligereza.



Este tipo de cartón se compone de una estructura interna alveolar hexagonal que le proporciona una gran resistencia (hasta 4kg/cm²) con muy poco peso y materia prima. Así pues, es considerado como uno de los elementos más fuertes estructuralmente hablando, pues soporta un kilo de carga por un kilo de material. También presenta alta resistencia a la torsión. Como cualquier cartón es 100% reciclable. En *packaging* se utiliza como aislante tanto térmico como acústico y como amortiguación de transporte.

Es un material muy competitivo en costo, y que, además, no necesita clavos, no presenta humedad, ni hongos, lo que evita las restricciones para ciertas industrias y destinos de exportación.

En el mercado se encuentra de múltiples grosores (entre 10 y 100 mm). Su manipulación es tan sencilla como la del cartón corrugado, con un cúter se puede cortar. Se puede imprimir, serigrafiar, troquelear, doblar, etc.

⁷ y ⁸ Consistencia ECT y resistencia a la compresión vertical BCT: llamadas así según AFCA (Asociación española de Fabricantes de envases y embalajes de Cartón Ondulado)

2.5.4. Propiedades del cartón

Como dijimos en la introducción al cartón, éste deja de ser papel y es considerado cartón a partir de un gramaje superior a 250 g/m². Dentro de las propiedades estructurales del cartón, el **gramaje** es una de las propiedades más características debido a que es el nombre concreto que se le da al peso del cartón. El máximo valor que se comercializa es de 600g/m².

La **densidad** aparente es otra de las características más importantes puesto que define la capacidad estructural del cartón. Se define con peso por metro cúbico y puede variar desde los 300 a los 1200 kg/m³. La **porosidad** caracteriza también la estructura de este material y se define como la cantidad de espacio libre en el volumen total de una plancha de cartón.

El **grosor** comprende la distancia entre las dos superficies de una plancha, y está íntimamente ligada a la capacidad estructural en relación a que generalmente a mayor grosor del cartón, mayor es su resistencia. Se mide normalmente en milésimas de milímetro y sus valores en relación al cartón se encuentran entre los 350 y los 800 µm.

Otra de las propiedades estructurales del cartón es la **anisotropía**, que consiste en la diferencia entre las cualidades que este material presenta entre el sentido longitudinal de su fabricación y su sentido transversal; la dirección de las fibras paralelas a la dirección de la máquina es más rígida y fuerte, mientras que la perpendicular a la máquina es mejor en cuanto a plegabilidad.

Dentro de las propiedades de resistencia del cartón, encontramos su gran **rigidez**, es decir, fuerte resistencia al arqueamiento, doblado o plegado resultantes de fuerzas perpendiculares al plano de la plancha, lo que le permite proteger el contenido del embalaje. La **resistencia a la rotura** se entiende como el valor del esfuerzo incidente perpendicularmente a la plancha en el momento en el que este provoca daño o lesión en el cartón.

La **dureza** representa la resistencia a la compresión sobre el material rígido, es muy importante en relación con la impresión sobre el cartón. La **resistencia a la compresión** es la encargada de evitar que el embalaje se derrumbe.

En relación a la resistencia dinámica, la **resistencia al rasgado** determina el grado de esfuerzo necesario para provocar el rasgo del material, mientras que la **resistencia a la abertura** define el esfuerzo necesario para abrir un rasgo en la zona limítrofe del cartón. La **fuerza de superficie** es la capacidad que presenta el cartón para resistir fuerzas en su superficie, como pueden ser tintas o adhesivos.

En relación a la superficie del cartón, la **textura** consiste en la estructura y compacidad de la superficie de la plancha, y depende esencialmente del acabado del papel. La **planitud**, definida como la capacidad para mantener en plano, es muy importante para la impresión.

Dentro de las características más ópticas, la **blancura** se define como la cantidad de luz que la superficie puede reflejar, es decir, la impresión de blanco al ojo humano. El brillo es la capacidad del cartón para reflejar la luz de forma más o menos difusa, pero haciendo referencia a la impresión sobre el cartón este brillo se define como **luminancia**. La **opacidad** es la calidad principal que el cartón debe presentar cuando se destina a la impresión, puesto que mide la capacidad que tiene una plancha para ocultar lo que está detrás de ella. El **color**, como oposición a la blancura, se define como la pigmentación que se da al cartón.

2.5.5. Métodos de impresión

Existen varios procedimientos, unos de **grabado directo**, en los que la imagen sobre la plancha se consigue realizando incisiones sobre el metal; y los de **grabado indirecto**, los cuales utilizan productos químicos para marcar la plancha.

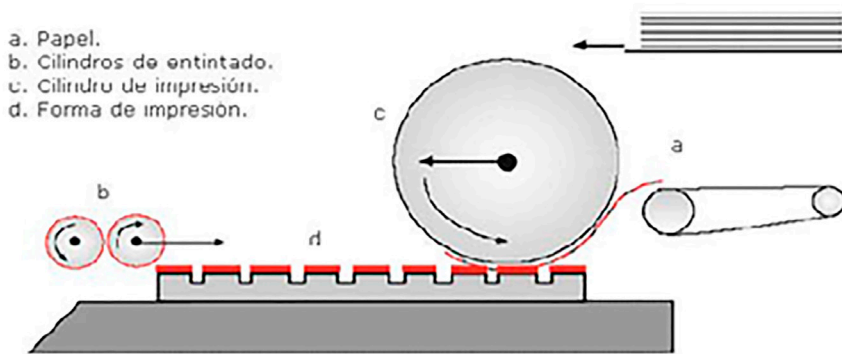


Ejemplo de tipografía.

2.5.5.1. Tipografía y flexografía

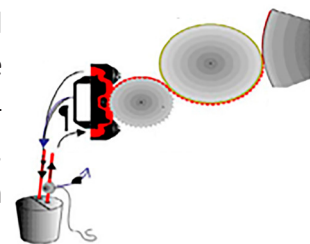
La tipografía consiste en la impresión a partir de formas en relieve; es decir, las formas de impresión tienen las zonas impresoras (que son las que transmiten la tinta al papel) están a un nivel más alto (relieve) que las zonas no impresoras.

La alimentación del papel puede ser en hojas o en bobinas, y la forma puede ser plana o cilíndrica. La transferencia de la tinta se produce en la zona de contacto entre el cilindro de impresión y el cilindro que lleva las formas.



Izquierda, esquema de impresión por tipografía. Abajo, impresión por flexografía.

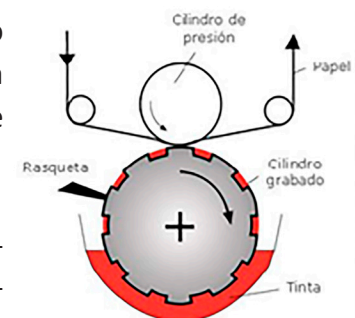
La flexografía es también un sistema de impresión en relieve en el que la forma impresora está constituida por un polímero en vez de un metal como en la tipografía. La tinta pasa del tintero a la forma impresora mediante un cilindro que recibe el nombre de *anilox*. Para el cartón ondulado se imprime en máquinas flexográficas en hojas, en lugar de en bobinas, que es lo más común.



2.5.5.2. Huecograbado

El sistema de impresión por huecograbado se basa en lo contrario que el sistema de tipografía. Utiliza formas en hueco, es decir, las zonas impresoras constituyen un hueco en la superficie del cilindro mientras que las zonas no impresoras constituyen la superficie exterior de dicho cilindro. El cilindro se sumerge en la tinta, y el exceso de tinta, es decir, el que se encuentra en la zona exterior, se elimina con una rasqueta. La tinta que permanece en los huecos es la que se transfiere al papel realizando la impresión de la imagen.

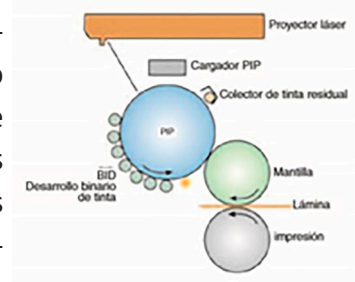
La mayor parte de este método se realiza con prensas rotativas alimentadas por bobinas, a excepción de las planchas de cartón ondulado, que son impresas en máquinas de hojas de gran tamaño.



Arriba, esquema de impresión por huecograbado. Abajo, impresión digital.

2.5.5.3. Impresión digital

La impresión digital es un proceso que consiste en la impresión directa de un archivo digital a papel, por medio de tóner. Este proceso es ideal para proyectos de impresión de bajo volumen y tiempos de entrega sumamente cortos, ya que una de las principales ventajas que ofrece es la disponibilidad casi inmediata de los impresos, pues no requiere tiempo de secado o enfriamiento al no trabajar con tintas.





Máquina de serigrafía.

2.5.5.4. Serigrafía

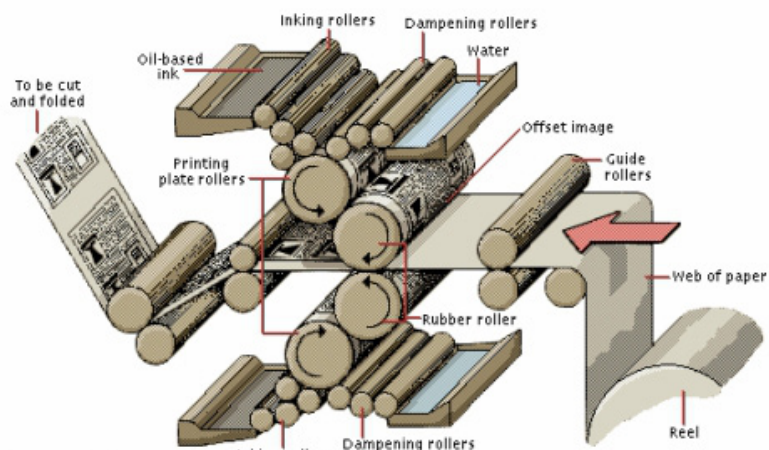
La serigrafía es un sistema de impresión en el que se utilizan formas permeográficas.

Este método consiste en aplicar la tinta a través de una especie de tamiz, fino y poroso, colocado sobre el papel. En este tamiz, las zonas no impresoras son impermeables a la tinta (no la dejan pasar a través de ellas) mientras que las zonas impresoras son permeables, por lo que dejan pasar la tinta hasta el papel. Su aplicación se limita a tiradas cortas o medias debido a la lentitud en el secado de la película de tinta aplicada.

2.5.5.5. Offset

El offset es un sistema de impresión que utiliza formas planográficas. En este método no hay una diferencia apreciable de nivel entre las zonas impresoras y las zonas no impresoras, si no que durante la preparación de las planchas se utilizan materiales fotosensibles y tratamientos químicos que hacen a las zonas impresoras receptivas a la tinta y repelentes al agua. Por el contrario, a las zonas no impresoras las hacen receptivas al agua y repelentes a la tinta. De este modo, al aplicar a las planchas soluciones de agua y de tinta, el agua cubre las zonas no impresoras mientras que la tinta solamente quedará adherida en las zonas impresoras.

Se trata, a diferencia de la litografía, de un sistema de impresión indirecto, es decir, la forma impresora no toca el papel sino que transfiere la tinta a través de un elemento intermedio, que será el caucho. Éste, debido a su elasticidad, lo transmite perfectamente al papel.



2.5.6. Métodos de troquelado

El proceso de troquelado consiste en cortar y hender una plancha de cartón siguiendo el trazado del diseño técnico del envase realizado. Los cortes y hendidos deben ser uniformes, bien formados y permitir un doblado correcto. Su función es dar una forma determinada al envase y facilitar los puntos o líneas de doblado para permitir un adecuado funcionamiento del envase diseñado, en particular de su montaje y cierre.

2.5.6.1. Corte

Se trata de un corte que se realiza en la plancha de cartón sobre las líneas que definen el envase. El corte se realiza con flejes que tienen su extremo afilado para poder cortar con facilidad el material. Hay una amplia variedad de flejes de corte en función de su altura, espesor y forma del filete cortante o bisel.

2.5.6.2. Hendido

El hendido es una deformación perpendicular al plano de la plancha de cartón sobre las líneas por las que se doblará el envase, para favorecer el doblado. Generalmente, los hendidos se realizan sobre la cara, aunque en cartones contraencolados se realizan sobre el dorso, pudiendo haber hendidos simples o dobles.

2.5.6.3. Corte-hendido

Este método es una combinación en forma alternativa de cortes y hendidos. Se utiliza para sustituir al hendido en doblados difíciles, buscando una mayor facilidad de doblado. Se realiza con flejes que siguen una secuencia de corte y hendido. También se denomina corte intermitente.

2.5.6.4. Semicorte

Se trata de un corte que se le realiza al cartón y que no sobrepasa su espesor. Se realiza con un fleje de corte posicionado de manera que al realizar la presión sobre el material, el corte no lo atraviesa completamente, sino sólo un porcentaje de su espesor.

2.5.6.5. *Perforado*

Este método consiste en realizar pequeños cortes en el cartón, bien para marcar las solapas donde se deposita la cola y así conseguir una superficie apta al pegado, o para realizar aperturas rápidas de envases dispensadores. Se realiza con un fleje que sigue una secuencia de corte-no corte.

2.5.7. **Acabados**

Para el cartón existen múltiples acabados dependiendo del uso que se le vaya a dar. Así se distingue entre laminado, acoplado, troquelado, muescado, perforado, entre otros que se definen a continuación.

- Laminado: cuando se le añade al cartón una lámina de protección de polvo y humedad, ya sea de plástico o de metal.

- Acoplado: consiste en la unión de varias láminas de cartón con algún tipo de adhesivo resistente para conformar una plancha más gruesa.

- Escuadrado: consiste en una línea hendida muy fina, generando un eje flexible.

- Troquelado: como se explicó anteriormente, en el proceso de troquelado, el cartón se corta siguiendo un patrón, con el que se generará un producto.

- Muecas: las muecas son las secciones no troqueladas que aguantan las poses juntas para facilitar su manejo durante el proceso de conversión posterior.

- Perforación: consiste en la realización de pequeñas muescas en hilera que faciliten el rasgado.

- Hendido: el hendido se realiza para facilitar el posterior plegado.

- Relieve: es un método en el que se le aporta una textura de relieve a la superficie del cartón.

- Termolaminación de aluminio: es la aplicación de una hoja de aluminio al cartón, relacionada, a menudo, con la creación de relieve en la superficie.

- Plegado sin hendido previo : consiste en realizar un plegado sin un hendido o escuadrado previo.

2.7. Otros materiales



Además de los materiales descritos, el *packaging* engloba muchos otros, como pueden ser las telas o la madera. En el caso de la tela se trata de un material muy flexible con el que se pueden obtener variedad de formas, su problema se encuentra en la protección del producto, puesto que no es muy resistente.

El *packaging* en madera está más relacionado con artículos de lujo puesto que ofrece prácticamente las mismas posibilidades que el cartón. El resultado final es con frecuencia una caja que podría haber sido elaborada con otro material y tener la misma finalidad.

3. IMPACTO AMBIENTAL Y ECOLOGÍA



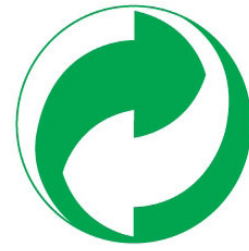
En los últimos veinte años, las repercusiones del diseño del *packaging* y el hábito de los consumidores han sido muy negativas en relación a su impacto ambiental, algo que no se pueden ignorar. Es por eso que actualmente se comienza a llevar a cabo una concienciación ecológica y la sostenibilidad se ha convertido en un aspecto muy importante dentro del empaquetado de productos.

La forma de deshacerse del *packaging* continúa siendo el centro de atención medioambiental y debe tenerse en cuenta en el diseño. Existen varias estrategias a tener en cuenta en relación a la ecología⁹. La primera y más radical es la eliminación del embalaje, es decir, existen productos que no necesitan de éste, puesto que el envase se vale por sí mismo, sin embargo, es una mayor forma de protección del producto final y por eso no se ha recurrido a ella.

Otra de las estrategias utilizadas es la reutilización, donde el envase o embalaje una vez utilizado se destina al mismo u otro fin. Lo más eficaz es la creación de sistemas de ciclo cerrado, en los que una vez utilizado el producto, el envase y embalaje es devuelto al distribuidor de tal forma que pueda reutilizarse. Esta estrategia tiene beneficios medioambientales ya que no consume la energía destinada a la producción del nuevo el envase y embalaje, pero, sin embargo, el coste del transporte del *packaging* utilizado a la fábrica compensa dentro de entornos locales, en el momento en el que el trayecto es más largo debe ser más estudiado.

⁹ Recogidas en: STEWART, Bill; *Packaging: Manual de Diseño y Producción*

Pero sin duda, la estrategia más utilizada es el reciclaje. Con el “punto verde” (Grüne Punkt), símbolo de la organización Duales System Deutschland, se garantiza la recogida y recuperación del *packaging* así marcado. Este símbolo significa que la empresa responsable del *packaging* ha pagado una comisión por este reciclaje.



Lo primero de todo es destacar que con la elección de material y la aplicación del mismo, se consigue una repercusión en el impacto ambiental, por lo tanto debe tenerse en cuenta dentro del diseño. Tanto el **papel** como el **cartón** son materiales comúnmente reciclados y muy utilizados en este ámbito. En el caso del **crystal**, se puede reciclar repetidamente sin que disminuya su calidad. Los **metales**, en especial el acero y el aluminio, son fáciles de separar y reciclar, requieren una gran cantidad de energía en su procesamiento, pero esto compensa el ahorro de evitar la extracción y procesamiento del material. En el caso de los **plásticos**, éstos se identifican por tipo de polímero para su reciclaje y su posterior separación, siendo lo más económico recuperar su contenido energético a través de su incineración.

Hoy en día, es muy común el diseño de *packaging* destinado específicamente a ser reciclado, lo que necesita cierto conocimiento de materiales y habilidades de diseño estructural para que los componentes se puedan separar y puedan ser llevados por los consumidores a los puntos de reciclado.

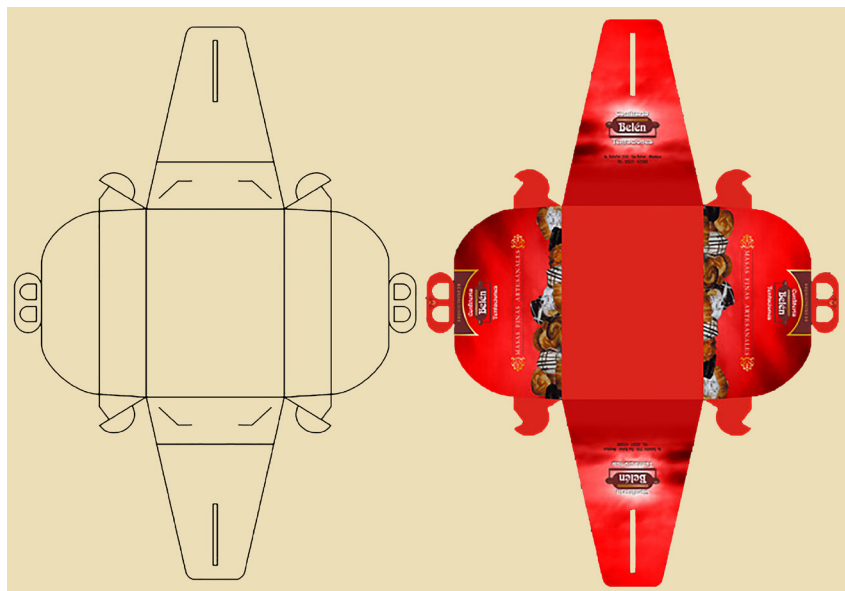
Todos estos principios son recogidos en la normativa actual. En 1994 se dictó la Directiva 94/62/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo relativa a los envases y residuos de los mismos, cuyo fin era la prevención y reducción del impacto de dichos envases y sus residuos sobre el medioambiente. Siguiendo esta Directiva, el Parlamento español aprobó el 24 de abril de 1997 la Ley de Envases y Residuos de Envases (Ley 11/97), en la que sus tres acciones principales son reducción del impacto ambiental, aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos de envases, y eliminación de los mismos sin utilizar métodos que puedan causar daños al medio ambiente.

4. SOPORTE DIGITAL



Una vez elegido el diseño conceptual, llega el momento de convertir esas ideas en propuestas reales. Esto se lleva a cabo mediante un desarrollo de cada uno de los conceptos, para posteriormente visualizarlos en maquetas, prototipos y en modelos digitales.

Estos modelos digitales incluyen los bidimensionales y tridimensionales. En el caso de los bidimensionales, los software más utilizados son Adobe Illustrator y Macromedia Freehand. Ambos son programas vectoriales, cuya ventaja principal es su capacidad para cambiar de escala e imprimir a cualquier tamaño sin que se pierda calidad.



El modelado en 3D suele utilizarse en el diseño estructural del *packaging* es muy ventajoso puesto que permite la fabricación directa a través del ordenador. Dentro de los software más utilizados encontramos ArtiosCAD y Box Builder.

4.1. ArtiosCAD

Se trata de uno de los software para el diseño de estructuras de *packaging* más conocido. Incluye una extensa librería de estilos, además de tener una función que te permite reconstruir los diseños con nuevos parámetros geométricos. Permite el diseño a la vez en 2D y 3D, con potentes herramientas para tres dimensiones que facilitan cualquier tipo de plegado.



En relación al proceso de fabricación, incluye una herramienta de encajado que relaciona el aprovechamiento de la hoja con el agrupado de los elementos, para así tener menor pérdida de material, uno de los factores más importantes de los que hablamos en el diseño del *packaging*. Además incluye una galería de materiales que permiten hacer más real la propuesta de envase.

4.2. Box Builder

Este programa ofrece características muy similares a las de ArtiosCAD, con la diferencia de que es algo más simple, lo que permite que lo utilicen usuarios no especializados. Permite una organización por tipos de cajas, sus formas, materiales o sus sistemas de plegado, características que anteriormente definimos como básicas en la concepción del diseño.

Al igual que ArtiosCAD, Box Builder incluye una galería de materiales y también visualización 2D y 3D, además de incluir estándares FEFCO y ECMA para la concepción de cajas de cartón corrugado. En relación al modelado 3D, permite una animación automática del montaje de la caja, muy útil a la hora de presentar el proyecto al cliente.



Galería de materiales.

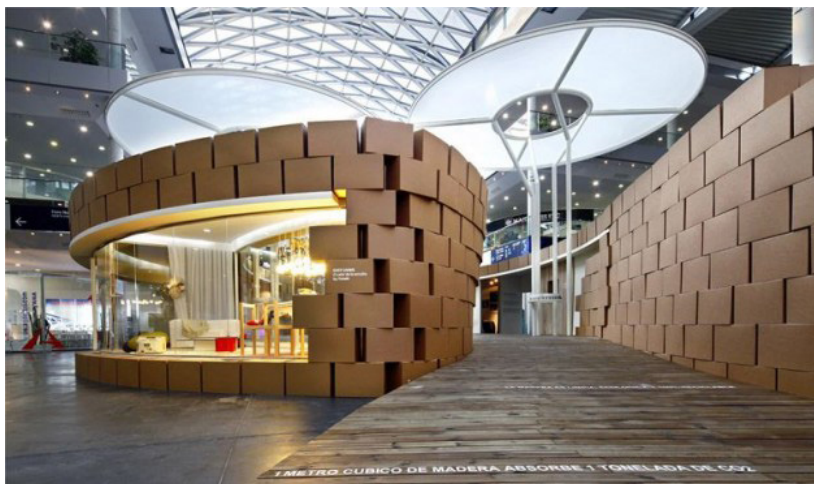
5. EL CARTÓN EN LA ARQUITECTURA: LA IDEA DE CASA-CAJA

Actualmente, la imagen del cartón todavía permanece como la de un material para el packaging, pero en los últimos años se han desarrollado diferentes proyectos utilizando este material. Aunque es cierto que en la industria del packaging el cartón es un material muy conocido, en la industria de la construcción aún hay un gran desconocimiento de este material, por lo que, para ser un material más utilizado en arquitectura, tienen que ser aún más investigadas sus capacidades físicas y químicas, así como su resistencia al fuego y la humedad.

La ligereza y su capacidad de reciclado son propiedades que le dan una corta duración y por consiguiente, una aplicación temporal, por lo que, ¿puede el cartón convertirse en un elemento arquitectónico? A continuación se ofrece una visión panorámica de proyectos que utilizan el cartón como material principal, desde en el diseño de espacios interiores, pasando por pequeñas construcciones, hasta grandes proyectos de arquitectura. Además, la ligereza del material, así como su capacidad de doblado y deslizado han facilitado la creación de numerosos diseños de viviendas temporales y refugios para zonas golpeadas por guerras o catástrofes naturales.

En 2010, el arquitecto HRuiz Velázquez fue el encargado del diseño del “Living Nature Space” para la Feria del Habitat de Valencia. Desde el inicio, debía concebirse como arquitectura efímera, de tal forma que sus componentes pudieran ser utilizados de alguna otra forma en distintas ferias. El arquitecto optó por usar 2.000 cajas de cartón para los muros de los escaparates de la exposición, y hacer las cubiertas y exhibidores autoportantes

Abajo, exposición “Living Nature Space”, en la Feria del Habitat de Valencia, de HRuiz Velázquez.



Algo similar fue lo propuesto en la XVI Bienal de Arquitectura de Santiago de Chile en 2008. Los arquitectos Felipe Assadi y Francisca Pulido concibieron la exposición como muros compuestos por bloques macizos de cartón corrugado de 40 centímetros, que a su vez dejaban vanos. Los bloques de cartón no estaban encolados entre sí, si no que sólo actuaban por peso, lo que permitía que la idea fuera móvil:



Exposición en la XVI Bienal de Arquitectura de Santiago de Chile.

En 2005, Ad Kil y Ro Koster diseñó completamente el interior de la oficina Scherpontwerp con cartón. Encolando el cartón en varias capas unas sobre otras, consiguieron crear paredes con una original textura que además funcionaba muy bien en relación al sonido. Para protegerlo al agua y el fuego, la zona de trabajo ha sido impregnada con una lámina acrílica transparente y todo el conjunto con sustancias ignífugas.



Oficina Scherpotwerp, de los diseñadores Ad Kil y Ro Koster.

Dejando de lado el diseño de interiores y pasando ahora a la concepción de pequeñas construcciones, el grupo formado por Esa Ruskeepää, Martti Kalliala y Martin Lukasczyk ha creado las “*inhabitable cardboard rooms*”, formadas por 720 planchas de 7 milímetros de cartón corrugado sin encolar, cada una de ellas cortadas siguiendo unos rigurosos planos y apiladas para crear así una habitación destinada al sonido, donde todo el aislamiento que se necesita lo ofrece el cartón.



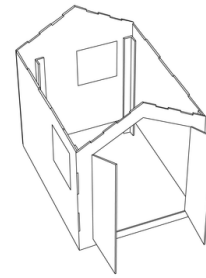
“Inhabitable Carboard Rooms”

Tine Hovsepian consigue en su refugio temporal un diseño simple y con rigurosa funcionalidad en el que el cartón es resistente al agua y el fuego y puede ser doblado de nuevo para un uso posterior, de tal forma que traslada el arte tradicional japonés de doblado de papel conocida como origami al cartón.



Refugio temporal experimental, de Tine Hovsepian.

El proyecto experimental Casas Origami de Papel, de los arquitectos de Architecture Global Aid (AGA), se desarrolla con el fin de cubrir las necesidades al costo más bajo posible. Las casas-caja están pensadas a escala humana permitiendo así que el espacio interior sea habitable, y el grosor de plancha es tal que sostiene su propio peso y altura sin problemas, evitando tener que usar costillas laterales para contrarrestar el pandeo. La idea es que se pueda pasar de elementos bidimensionales a tridimensionales, por lo que la casa está dividida en varias piezas que se montan y desmontan en tres minutos y pueden ser guardadas en una caja para su posterior transporte.



Arriba, diseño 3D de las Casas Origami de Papel, del grupo AGA. A la izquierda, montaje.



La Cardboard House, del arquitecto Colin James, es un proyecto que sigue la idea de vivienda temporal, a la vez que la vivienda mínima es repensada y mejorada. Utiliza el cartón como pieza estructural principal, tratándose de un material reciclado y reciclable, y por lo tanto, de una casa sostenible que incluye diseño solar pasivo, ventilación cruzada natural, consumo mínimo de energía y resistencia al agua. Está pensada para ser producida en masa, pero pudiendo introducir variaciones dentro del módulo principal.

Abajo, "Cardboard House", del arquitecto Colin James.



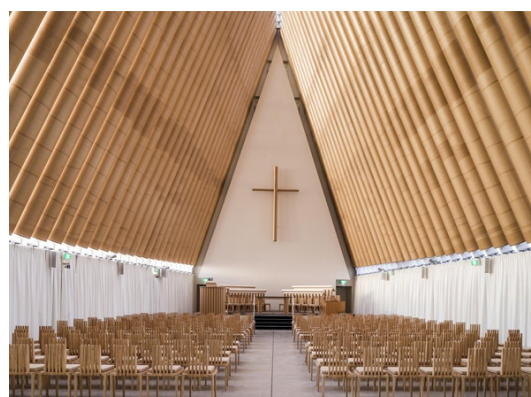
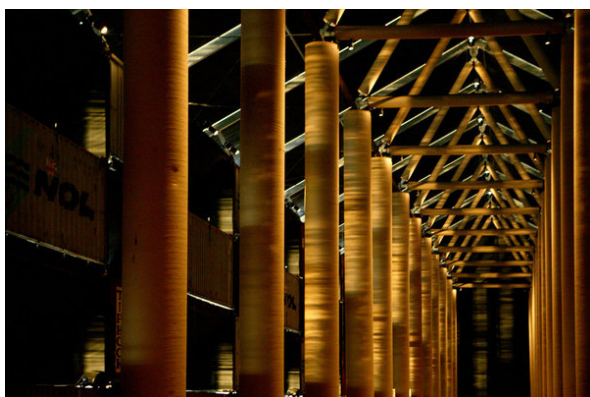
Pero sin duda, históricamente Japón tiene gran tradición en el uso de papel, siendo Shigeru Ban el arquitecto japonés más conocido por su uso del cartón como material de construcción. Está constantemente buscando materiales adecuados para su uso o situación, respondiendo con creatividad y alta calidad el diseño para situaciones extremas causadas. Ejemplos de este tipo de construcciones los encontramos en Kobe, cuando después del terremoto sufrido en Japón en 1995, Shigeru Ban desarrolló la Casa de tubos de cartón, donde la cimentación estaba constituida por cajas de cerveza rellenas de sacos de arena en las que se apoyaban los tubos de cartón verticalmente para constituir las paredes. Otro ejemplo lo encontramos en Santo Domingo, cuando en 2010 Haití sufrió su famoso terremoto y eran necesarios refugios para las personas afectadas, donde, utilizando tubos de cartón y atirantándolos en los puntos necesarios, constituía una estructura de montaje rápido con materiales reutilizables.

A la izquierda, casas temporales de emergencia en Kobe, después del terremoto de 1995. A la derecha, refugios en Santo Domingo proyectadas por Shigeru Ban tras el terremoto de Haití en 2010.



Pero no sólo utiliza materiales no convencionales para estas circunstancias, sino que también los incluye en obras para clientes privados, como ocurre con el Nomadic Museum, donde, con una sencilla estructura de cartón resuelve la cubierta y el espacio interior de este museo móvil que nació en Nueva York en 2005 y viajó a California, Tokio y México; o la Cardboard Cathedral en Nueva Zelanda, que todavía hoy continúa siendo un símbolo de la reconstrucción de la ciudad tras el terremoto de 2011.

Abajo, izquierda: Nomadic Museum, museo móvil. Derecha, Cardboard Cathedral en Nueva Zelanda.



Como puede observarse, hay mucho entusiasmo por la búsqueda y conocimiento de un material desconocido. El cartón de nido de abeja ofrece una nueva textura, como vimos en las oficinas creadas por los diseñadores Ad Kil y Ro Koster, y los tubos de cartón utilizados por Shigueru Ban en muchos de sus proyectos ofrecen un buen concepto estructural a la vez que permiten un montaje rápido.

En los proyectos de casas temporales, lo importante suele ser el bajo coste del material y la posibilidad de construcción en distintos emplazamientos gracias a la ligereza del material que facilita el transporte; mientras que en la construcción de refugios para catástrofes naturales, lo importante es que al elegir este material por su ligereza, la construcción es rápida a la vez que la estructura es desmontable para el momento en el que ya no sea precisa.

Respondiendo a la pregunta lanzada al inicio, ¿puede el cartón convertirse en un elemento arquitectónico? Hemos observado que sí, se puede y hay multitud de ejemplos que lo demuestran. Mirando hacia los proyectos llevados a cabo en cartón hasta ahora, son los proyectos temporales los que destacan, debido a lo intrínseco en el material. Las cajas tienen una corta esperanza de vida, después de ser usadas en pocas ocasiones pueden romperse o mojarse, por lo que son desechadas. Formuladas de una forma diferente, el cartón es un material fuerte, pero especialmente pensado para cortos periodos de tiempo. Por ello, su mayor utilización se encuentra en arquitecturas temporales, puesto que para un mayor uso debe ser tratado, principalmente frente al fuego y la humedad.

El futuro de este material será determinado por el papel que tome el cartón en la arquitectura y la industria de la construcción en relación a sus propiedades y el contexto en el que se desarrollan. La apariencia diferente (tubos, planchas de nido de abeja, sólidos o 3D) y las propiedades características del cartón como el doblado, la impresión, el encolado o la temporalidad son una inspiración y cada vez más tomadas en cuenta a la hora de la búsqueda de nuevas posibilidades, por lo tanto, presenta un futuro prometedor y, aunque aún está en fase de experimentación, comienza a ser utilizado con más frecuencia.

6. DISEÑOS DE *PACKAGING*

6.1. Introducción: el envase de cartón

El diseñador debe revisar con mucha atención las necesidades que ha de satisfacer un envase, ya que influirán en las características, el estilo y el material del diseño. La naturaleza de los productos determina en grandes ocasiones la forma en que habrá que llenar el envase, lo cual también influirá indudablemente en el diseño. Por ejemplo, si hay que envasarlo a mano tiene que ser sencillo y fácil de montar; si, por el contrario se envasa con máquinas, el diseñador ha de tener información sobre las características y limitaciones del proceso mecánico. Por tanto, los encargados del diseño son los que llevan a cabo el proceso de análisis y definición de necesidades y quien consecuentemente define embalajes cada día más eficientes y menos costosos.

Se supone que el encargado del diseño debe saber juzgar la viabilidad y las limitaciones de su diseño, y llegar sin dificultad a encontrarles una solución. Esas soluciones se aprueban y enumeran con códigos formalizados en manuales, como son FEFCO (*The European Federation of Corrugated Board Manufacturers*) y su extensión española AFCO (*Asociación Española de Fabricantes de envases y embalajes*), o ECMA (*The European Carton Makers Association*). A pesar de que los diseños son prácticamente estándar, se les pueden aplicar una infinidad de variaciones para que se adapten mejor a necesidades precisas y particulares.

Para poder catalogar y clasificar las diferentes estrategias geométricas que adoptan las cajas para cada circunstancia, se debe tener en cuenta las dimensiones del producto (y por tanto las dimensiones que debe de tener la caja), si la caja puede plegarse, y cuáles son las dimensiones de la plancha original, si su montaje debe ser manual y/o mecánico, qué tipo de caja es la mejor para cada producto, y, por último, cuál es el tipo de cierre más idóneo. A continuación se van a abordar algunos de estos aspectos en relación a su geometría.

6.2. Tipología de cajas

6.2.1. Ranurado

Este tipo de caja consiste básicamente en una pieza con juntas de fabricación colada, cosida o pegada con cinta, y que presenta solapas superiores e inferiores. Se puede plegar y se monta manualmente utilizando las solapas superiores e inferiores. Es la más utilizada para el transporte de mercancías puesto que ofrecen una excelente protección y resistencia al apilado además de ser de sencilla manipulación.



6.2.2. Telescópicas

Este tipo se monta con más de una pieza y se caracteriza principalmente por una tapa o fondo que se desliza sobre el cuerpo de la caja.



6.2.3. Plegables y bandejas

Tipología que se presenta en una única pieza de cartón ondulado; el fondo de la caja se pliega para formar dos o todas las paredes laterales y la tapa. La caja se monta sin grapas ni cola, y pueden incorporarse al diseño elementos de cierre, asas, paneles expositores... Normalmente esta caja precisa de un troquel para el corte y confección de la misma.



6.2.4. Deslizantes

Este tipo de caja consta de varias piezas de forros interiores y fundas que se deslizan en diferentes direcciones uno dentro de otro para ganar estabilidad.



6.2.5. Rígidas

Esta caja está formada por dos piezas separadas: una para los extremos y un cuerpo principal. Requiere un grapado u otra operación similar antes de que puedan utilizarse.



6.2.6. Colado rápido

Esta tipología de caja está hecha generalmente de una sola pieza, se entregan extendidas en un plano o plegadas y listas para su utilización por medio de un sencillo montaje.

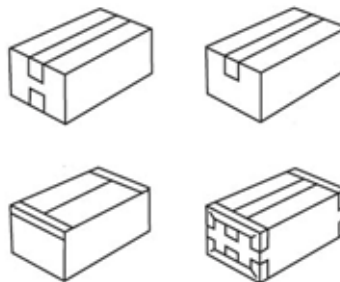
6.3. Tipología de cierres

6.3.1. Colado

Este cierre se realiza mediante colas especiales de gran resistencia.

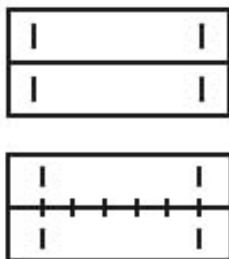
6.3.2. Cierre por medio de cinta

Se trata del cierre clásico mediante cinta adhesiva, pudiéndose realizar siguiendo los siguientes esquemas laterales:



6.3.3. Automontaje

El cierre se produce mediante el propio montaje manual, en el que las solapas o pestañas encajan de tal forma que el cierre se mantiene estable: se precolan los cartones y se doblan planos de tal manera que para montar el envase sólo es necesario abrirlo, pues la presión hace que la base adopte su posición.



6.3.4. Grapado

Mediante el grapado de sus solapas, para impedir su abertura hasta el momento de su utilización. Se puede realizar siguiendo (en planta) los ejemplos que se muestran en el lateral.

6.3.5. Lengüeta entrante estándar

Este tipo de cierre presenta una lengüeta tradicional que encaja dentro del cuerpo de la caja.

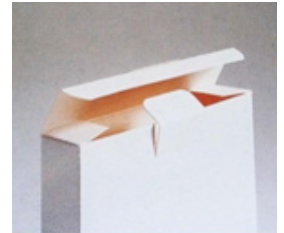


6.3.6. Lengüeta entrante y cierre en ranura

Pestaña tradicional con un corte lateral que proporciona un cierre más seguro. Es similar a la anterior pero con dicho corte lateral.

6.3.7. En pestaña

Se trata de un cierre más seguro en caso de que se fuerce la tapa desde el exterior. Con ranuras en la pestaña, este diseño garantiza la inviolabilidad.



6.3.8. Postal

Es muy seguro puesto que los extremos de la pestaña se arrugan al abrirlo, por lo que resulta evidente la manipulación del producto. Como estas pestañas no se rompen en el momento de la apertura, el cierre puede usarse varias veces.



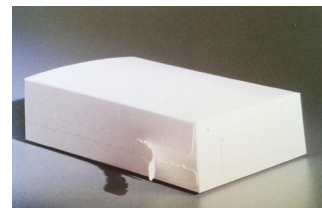
6.3.9. Integral

Este tipo de cierre requiere colado, proporcionándole mayor resistencia y facilidad en el montaje.




















6.3.10. Con apertura irreversible

Este tipo de cierre se caracteriza por su inviolabilidad, ya que la tira constituye un método de apertura irreversible. Es muy importante realizar un buen colado del resto de solapas para garantizar que el producto no pueda abrirse por otro lado.



6.4. Simbología empleada en planos

Para hacer más sencilla la lectura y explicación del montaje de cada tipo de caja, por ejemplo, cómo deben ser plegadas, perforadas, cortadas o coladas; se ofrece una tabla con la simbología normalizada según FEFCO (*The European Federation of Corrugated Board Manufacturers*), recogida en su “código internacional para cajas de cartón corrugado”; que es el que va a seguirse a continuación en la clasificación de estrategias geométricas en el *packaging*.

Símbolo dibujado	Descripción
Cuts, scores, slits etc.	
	Contorno de cajas armadas o líneas de corte en plancha
	Cortes ranurados
	Líneas de hendido (plegado hacia el interior)
	Líneas de hendido (plegado hacia el exterior)
	Líneas de corte-hendido (plegado hacia el interior)
	Líneas de corte-hendido (plegado hacia el exterior)
	Líneas de doble hendido
	Líneas de perforado
	Líneas de corte intermitente
	Perforación para desgarro
Junta de fabricación	
	Grapada
	Encintada
	Encolada
Aperturas	
	handholds stripped
	Asas parcialmente recortadas
	Asas parcialmente recortadas
Dirección de la onda	
	Indicador de la dirección de la onda

7. ESTRATEGIAS GEOMÉTRICAS PARA EL DISEÑO DE UNA CAJA DE CARTÓN RANURADO

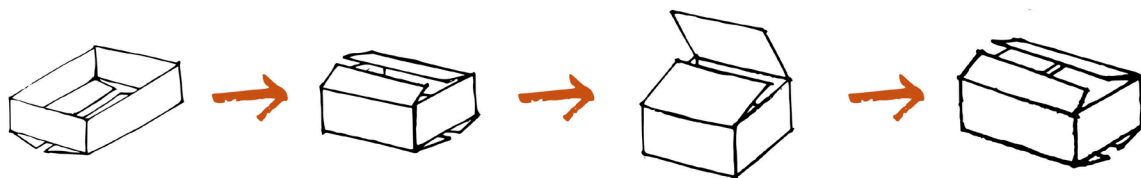
7.1. Introducción y objetivo

Las estrategias geométricas para el cálculo de una caja que planteamos en este trabajo, a partir de un material como es el cartón ranurado, pasan por una recopilación, estudio y análisis de los diseños ya existentes; y dentro de ellos, los más representativos y utilizados. El objetivo de esta investigación es conseguir una clasificación global de las tipologías principales de cajas que sirven como base para modelos más complejos, así como conocer sus virtudes y limitaciones. El análisis no solo nos ofrecerá resultados particulares para cada caja, sino conclusiones generales sobre el empleo del colado, sistema de cierre, de plegado, etc., de tal forma que pueden aportar pautas en la ideación y configuración futura de nuevas cajas.

7.2. Metodología

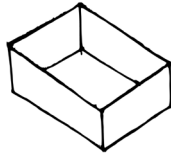
El método que se sigue en la investigación parte de varias cajas sencillas. Una vez elegidas las cajas se analizan varios aspectos que aparecen de forma común, de esta forma, se pueden comparar entre ellas y hacer una clasificación.

Una vez clara esa idea, la dificultad inicial era de qué punto partir dicha clasificación para poder hacer una elección de las cajas a analizar coherente con ella. El primer y más inmediato enfoque para esta clasificación fue seguir el avance de las cajas, cómo, partiendo de una caja sencilla, se puede llegar a una más compleja simplemente añadiendo tapas, solapas, cierres... tal y como se muestra en la imagen posterior.

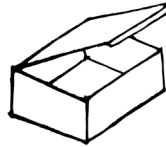


El problema que se observó al seguir esta clasificación fue que las cajas incluían tantas variables que era muy complicado seguir un orden, por lo que se desechó la idea de dicho análisis lineal, incapaz de analizar todas las variables a estudiar.

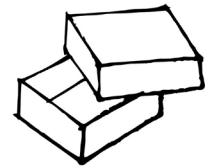
Continuamos con la idea de la complejidad geométrica de los cierres de la caja, desde la más sencilla a la menos. Así, se diferenciaban tres grandes grupos: cajas en bandeja, cajas abatibles, y cajas en dos piezas. A partir de estas tres variables, se analizaban las principales características de cierre, colado, plegado, y transporte.



Caja en bandeja



Caja abatible



Caja en dos piezas

Una vez iniciado dicho análisis, muchas de las cajas mostraban las mismas características, sin embargo, este resultado no era fiel a la realidad de las cajas (que tenían otras características que las hacían diferentes) y, por tanto, no agrupables en tipologías iguales: quedaban aspectos por analizar.

Tras estas primeras tentativas, fue apareciendo cada vez más claro el elemento que no había sido analizado en profundidad y que habría de darnos la pauta necesaria y suficiente para la clasificación buscada: el montaje. Por lo tanto, se realizó un estudio de los desplegables de las principales cajas en circulación hoy, y se observó que éstas se dividían en tres grandes grupos, aquellas cuyo montaje partía de una cruz, aquellas que se construían en torno a una banda, y aquellas que se montaban en forma de "T". A partir de aquí, se inició el estudio que, en base a estos tres grupos, analizaba el resto de características que ya habíamos tanteado anteriormente.

Un siguiente aspecto a resolver, fundamental, era la forma de exponer gráficamente dicha pauta para una comprensión sencilla y efectiva. El primer paso era generar una serie de fichas individuales que incluyeran la concepción de cada caja y su montaje, una breve descripción física, y una enumeración de sus características generales analizadas. Sin embargo, con este fichero, la lectura global de las cajas era mucho más compleja, por lo que se reunieron en una tabla que permitiera observar cada característica en relación a todas las demás cajas y además facilitara un análisis gráfico capaz de comparar y/o diferenciar de un modo mucho más claro las características principales de cada caja.

Para entender cada uno de los aspectos que se han analizado, y las conclusiones de la investigación, es necesario una explicación de cada uno de ellos:

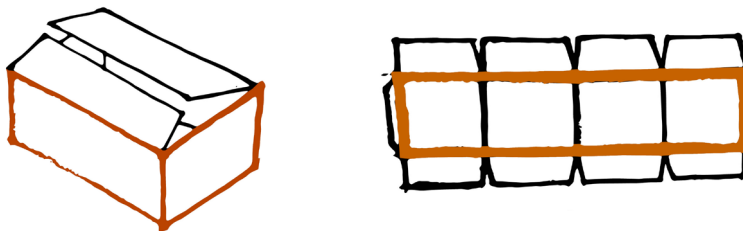
7.3. Clasificación

7.3.1. Montaje

En lo referente al montaje de las cajas hemos encontrado tres tipologías que determinan y condicionan su desarrollo plano o desplegable. Estas son las siguientes:

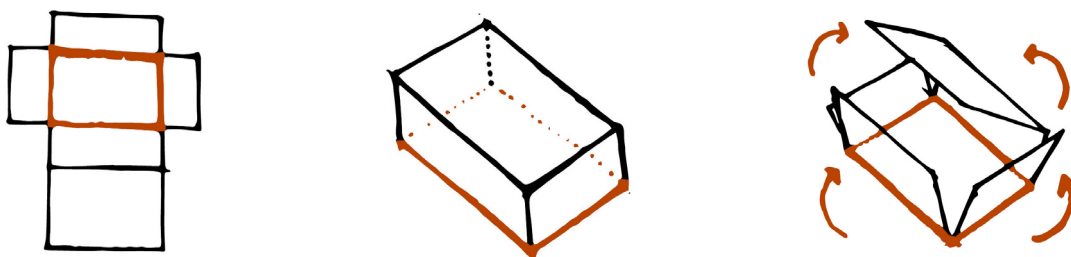
a) Banda

Se trata de aquellas cajas en las que el cuerpo lateral es el principal, y las tapas superior e inferior son anexos. Su plegado suele venir con este cuerpo principal ya colado, siendo solo necesario el plegado de cada una de las pestañas.



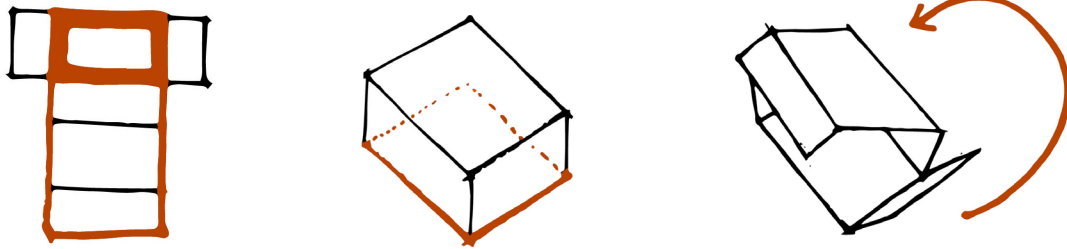
b) Cruz

La segunda de las tipologías es en forma de cruz, se trata de la más utilizada y parte de una pieza principal alrededor de la cual se desarrollan el resto de pestañas.



c) "T"

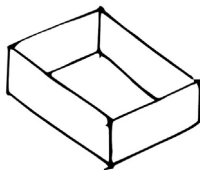
La última de las tipologías tiene una línea de desarrollo principal que parte de una pieza a los lados de la cual se desarrollan las pestañas laterales.



7.3.2. Tipología

En relación a la composición de la caja, diferenciamos también tres tipologías fundamentales:

a) Bandeja



Se trata de una caja "abierta", es decir, sin cierre, compuesta solo por la base y las paredes laterales.

b) Abatible

Este tipo se caracteriza porque el cierre se hace mediante un cuerpo que se abate, ya sea sólo una pestaña o toda una estructura.



c) Dos piezas

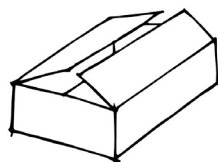
Estas cajas se componen de dos piezas, y el cierre se puede producir de forma deslizante o encajando dichos cuerpos.



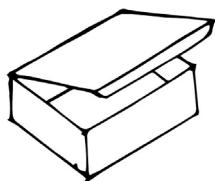
7.3.3. Lengüetas

a) De montaje

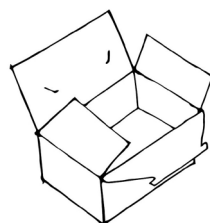
Los diferentes tipos de cierre se resumen fácilmente en dos, si atendemos a si precisan colado (cierre simple) o no (cierre de encaje):



Ejemplo de cierre simple



Ejemplos de cierre de encaje



b) De cierre

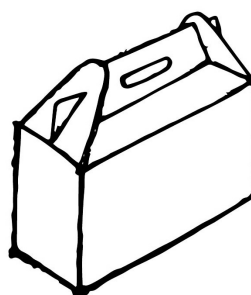
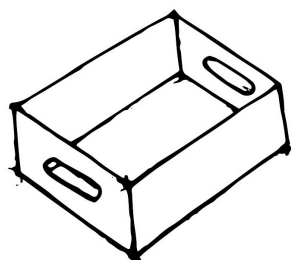
Con este punto se analizan si son necesarias lengüetas para el cierre de la caja.

c) De colado

Se analiza si es necesario colado para el cierre, ya sea por medio de cintas, grapas o colas; o, si por el contrario, no es necesario.

7.3.4. Asas

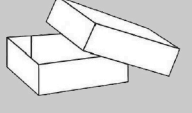
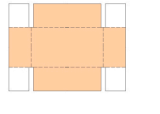

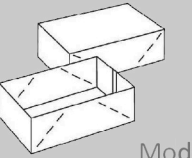
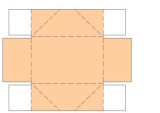
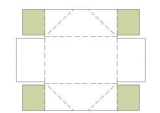
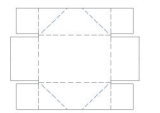
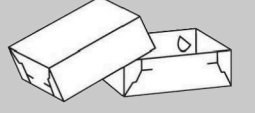
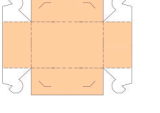
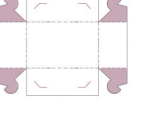
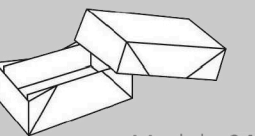
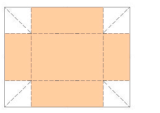
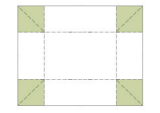
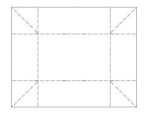
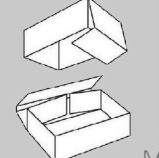


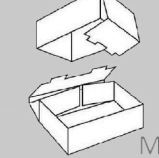
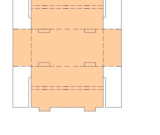
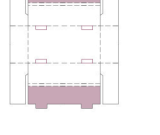
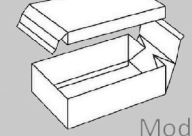
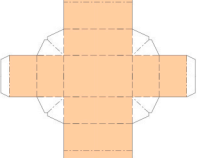
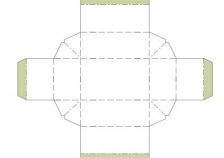
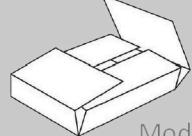
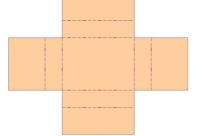

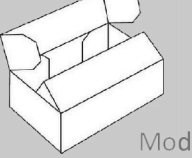
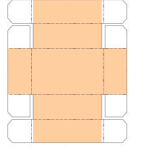
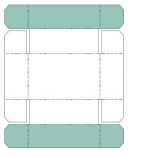
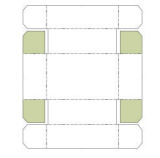
Se analiza también si se han incluido asas en su diseño, ya sean recortadas o añadidas.

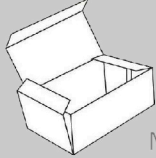
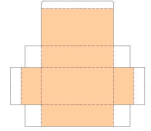
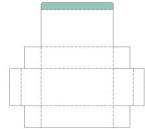
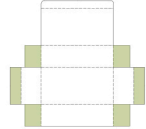
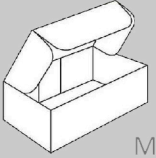
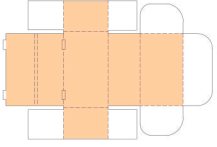
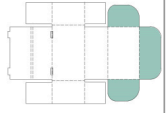
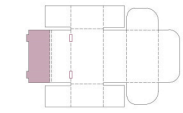
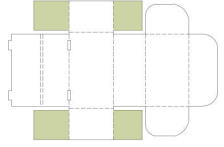
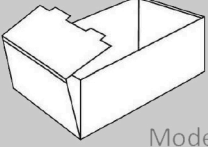

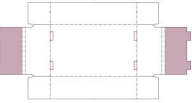

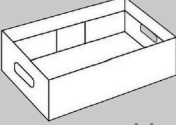
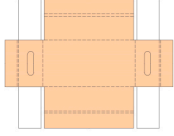
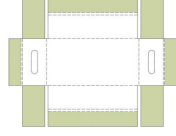
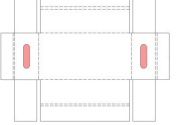
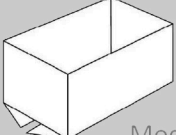
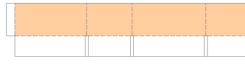


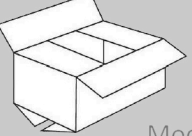
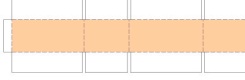


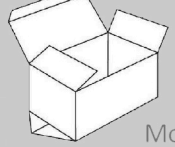
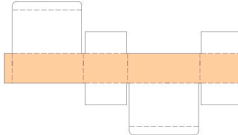
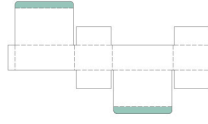
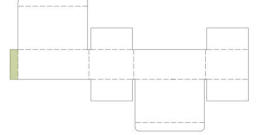
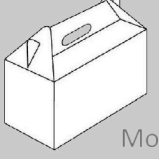
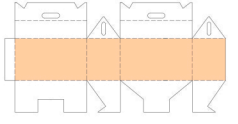
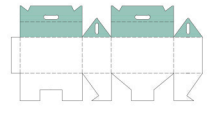
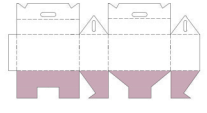
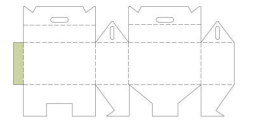
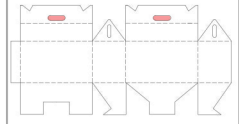
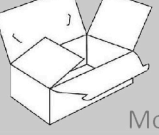
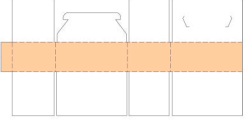

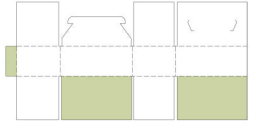


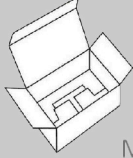
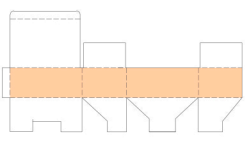
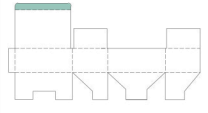
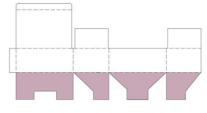
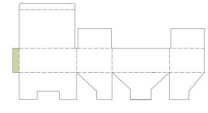
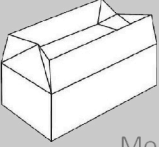

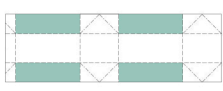
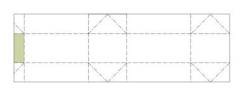
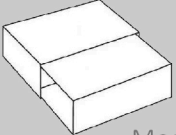
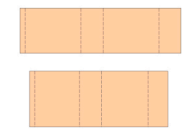
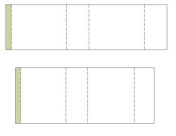
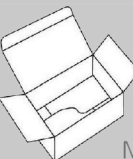
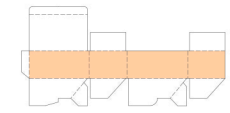
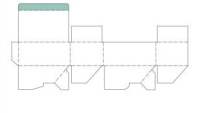
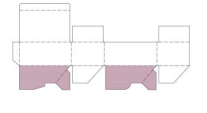
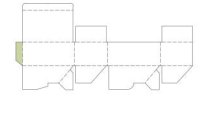
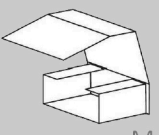
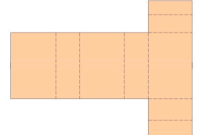
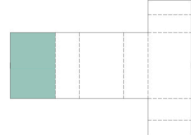
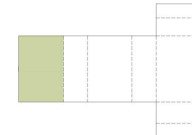
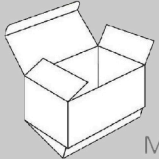
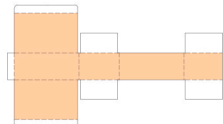
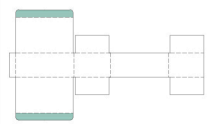
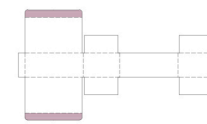
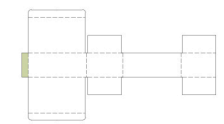
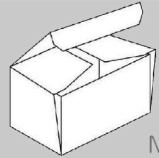
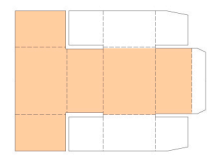
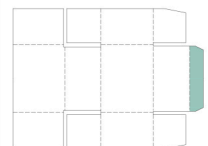
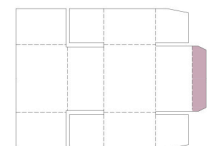

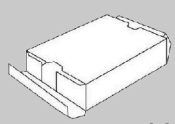
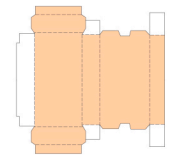
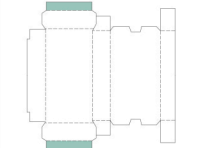
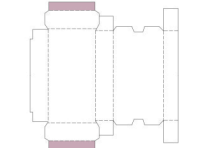
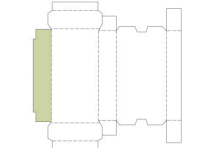
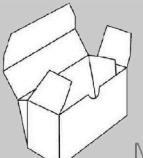
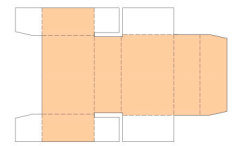
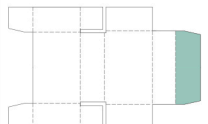


7.3.5. Plegado

Se define si, una vez montada, la caja puede guardarse plegada o semi-plegada en un sólo plano.

7.4. Análisis

MODELO DE CAJA	MONTAJE	TIPO			LENGÜETAS			PLEGADO	ASAS		
		BANDEJA	ABATIBLE	DOS PIEZAS	CIERRE		MONTAJE		COLADO	RECORTADAS	AÑADIDAS
					SIMPLE	QUE ENCAJA					
 Modelo 01		●		●							
 Modelo 02		●		●							
 Modelo 03		●		●							
 Modelo 04		●		●							
 Modelo 05		●		●							
 Modelo 06		●		●							
 Modelo 07		●		●							
 Modelo 08			●								
 Modelo 09			●								

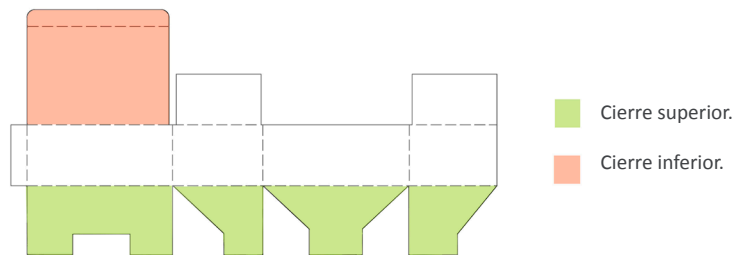
MODELO DE CAJA	MONTAJE	TIPO			LENGÜETAS			PLEGADO	ASAS		
					CIERRE		MONTAJE		COLADO	RECORTADAS	AÑADIDAS
					SIMPLE	QUE ENCAJA					
		BANDEJA	ABATIBLE	DOS PIEZAS							
 Modelo 10			●								
 Modelo 11			●								
 Modelo 12		●									
 Modelo 13		●									
 Modelo 14		●									
 Modelo 15			●								
 Modelo 16			●								
 Modelo 17			●								
 Modelo 18			●								

MODELO DE CAJA	MONTAJE	TIPO			LENGÜETAS			PLEGADO	ASAS	
					CIERRE		MONTAJE			
		BANDEJA	ABATIBLE	DOS PIEZAS	SIMPLE	QUE ENCAJA			RECORTADAS	AÑADIDAS
 Modelo 19			●							
 Modelo 20			●							
 Modelo 21				●						
 Modelo 22			●							
 Modelo 23			●							
 Modelo 24			●							
 Modelo 25			●							
 Modelo 26			●							
 Modelo 27			●							

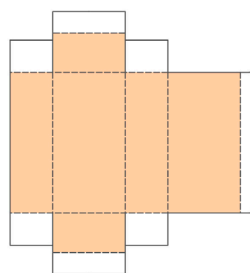
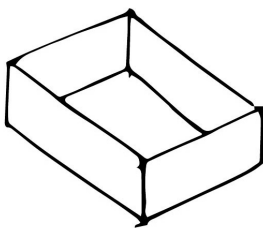
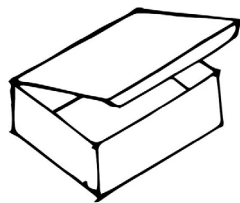
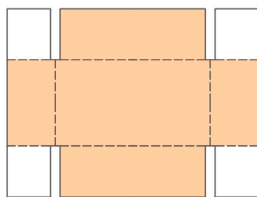
7.5. Resultados

Los resultados obtenidos tras el análisis son los siguientes:

En relación a su **montaje**, las cajas de montaje en banda están constituidas por dos cierres, el de la tapa superior y/o principal, y el inferior, que muchas veces son diferentes, como ocurre en los modelos 17, 18, 19 y 22.



Dentro de las cajas en cruz, diferenciamos las que son de cruz central y aquellas que son de cruz latina (que se diferencian de la de tipo "T" en la pieza que se coloca por encima de la pieza central), y, tras el análisis, es observado que las de cruz central pertenecen a las cajas de tipo bandeja, con una estructura más simple, y las de cruz latina corresponden a las cajas cerradas, donde la pestaña que sobresale dentro de la regularidad de la cruz es la propia "tapa" de la caja.

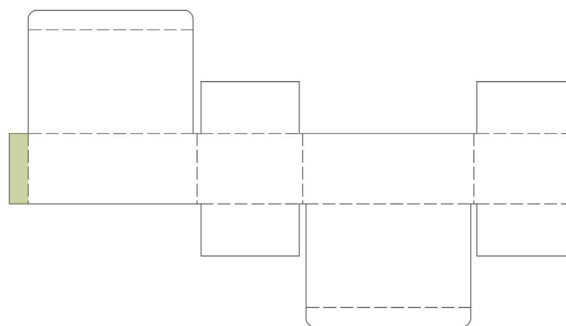


Caja en cruz central

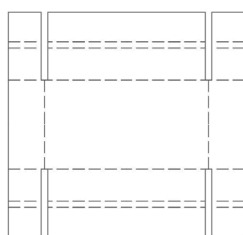
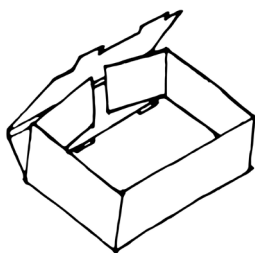
Caja en cruz latina

En relación al **tipo** de caja, las bandejas ofrecen la opción de componer una caja con doble bandeja que encaje en sí misma, por lo tanto se convertiría en una caja de dos piezas. Todas las cajas formadas por dos piezas, ya sean en banda o en cruz, necesitan de dos **desplegables** que no pueden ser completamente idénticos, para poder encajar uno en otro. La caja de tipo abatible es la más utilizada y repetida en nuestro análisis puesto que puede encontrarse en cualquiera de las tipologías de montaje, además de ofrecer infinitud de cierres.

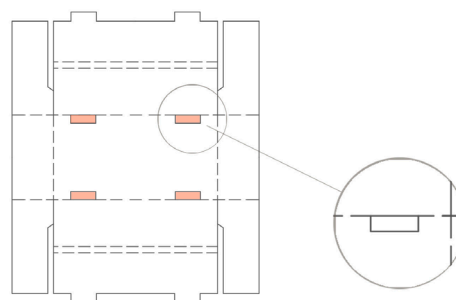
Respecto al **colado** de las cajas, lo primero a destacar es que, aunque sea en el cuerpo lateral, es la solución más recurrente, puesto que en nuestra investigación, sólo tres (modelos 03, 06 y 08) de las 27 cajas analizadas, no lo necesitan.



Es importante también que, siguiendo el análisis se encuentran cajas similares en las que la única diferencia es que una presenta colado (un ejemplo está en el modelo 05), mientras que en la otra (modelo 06) se consigue que la caja se configure con añadidos que encajan en ranuras prediseñadas, de tal forma que no es necesario el colado. Esto, sin embargo, no es motivo suficiente para diferenciarlas, si nos centramos en una estrategia de composición meramente geométrica, como es el caso.

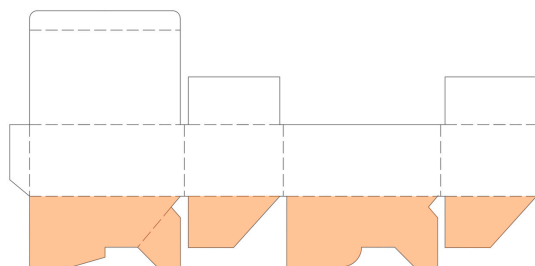


Modelo 05

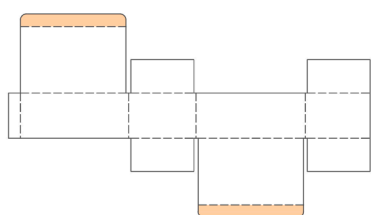


Modelo 06

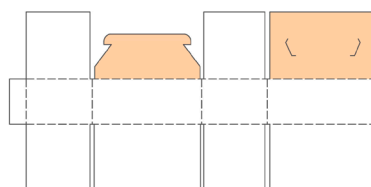
Otra de las formas más repetidas en el análisis para evitar el colado, es la creación de pestañas capaces de encajar entre sí y realizar un cierre rígido, como es el caso de los modelos 17, 19 y 22.



En relación al **cierre** y vinculado con el colado, cabe destacar que el cierre más básico para evitarlo es añadir una pestaña simple de apertura. De esta forma se compone como un añadido de la “tapa”. Otra forma de evitar el colado es la creación de pestañas que encajan en ranuras prediseñadas mediante “click”, como son los modelos 03 y 18.



Modelo 16, con cierre de pestaña clásico.

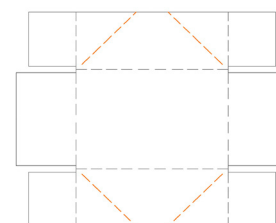


Modelo 18, con cierre de pestaña en “click”.

Siguiendo con el análisis de los cierres, un resultado claro de la investigación es que las cajas de cierre simple consiguen utilizar menor cantidad de material que las de cierre que encaja, puesto que éstas necesitan de una o varias pestañas más que son las que ejercen de cierre. Más adelante hablaremos del aprovechamiento del material en cada uno de los tipos de cajas, en cruz, en banda y en “T”.

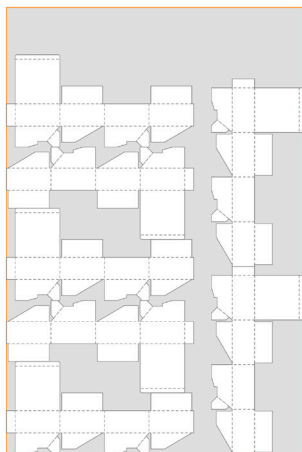
Con respecto al **plegado**, una vez montada la caja, la clave se encuentra en el plegado en forma de triángulo que presenta algunas de sus pestañas, encontrando ejemplos en los modelos 02 y 04.

Las **asas** añadidas son complicadas de incluir en una caja, puesto que es difícil de hacerlas encajar entre ellas. Sin embargo, las recortadas pueden incluirse con facilidad en dos de las pestañas laterales, por tanto, la mayoría de los modelos de cajas analizados permiten este añadido.

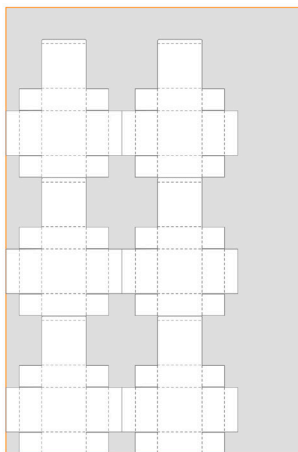


Líneas de plegado en color naranja.

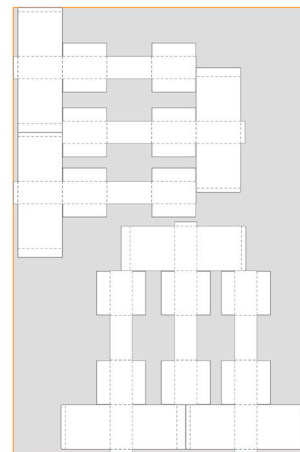
En relación al **aprovechamiento de material**, hemos elegido una caja estándar de composición simple, que puede realizarse en las tres tipologías: en cruz, en banda, y en “T”. La caja elegida ha sido una simple de cierre abatible de 1687.5 mm² de volumen (150x150x75 mm). Se ha realizado cada uno de los desplegables en las tres tipologías y, después de colocarlos en una plancha normalizada¹⁰ de 1000x1500 mm se puede observar cuál es número de cajas que se pueden fabricar con dicha plancha:



Caja estándar en banda, en plancha normalizada, en la que se pueden construir 7 cajas.



Caja estándar en cruz, en plancha normalizada, en la que se pueden construir 6 cajas.



Caja estándar en “T”, en plancha normalizada, en la que se pueden construir 6 cajas.

Debido a los problemas que se enuncian en los resultados de este análisis, hemos propuesto una nueva tipología de caja, en “L”, que describiremos en el siguiente enunciado.

¹⁰Según la empresa Multiembalajes S.L.

7.6. Propuesta de *Packaging*

Como se ha observado tras el análisis realizado, la clasificación principal se realiza en torno a tres grandes grupos en relación al montaje que presenta cada caja: en cruz, en banda o en "T", puesto que son las más utilizadas actualmente. Pero, cabe cuestionarse, ¿por qué sólo éstas formas? ¿No son posibles otras? ¿Serían rentables, adecuadas?

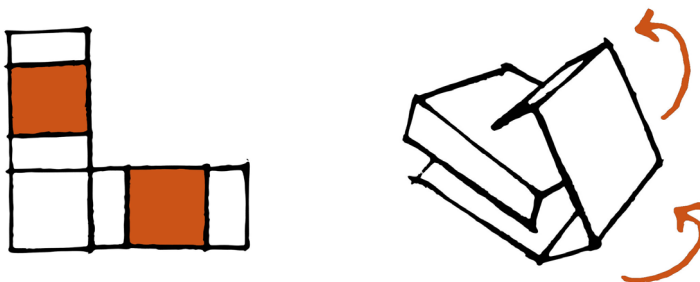
Para completar la investigación, hemos estudiado el desarrollo de una caja con forma de "L", y respondido a las cuestiones antes enunciadas.

Comenzando con la configuración de una caja de tipo bandeja, más simple, su desarrollo podría ser el siguiente (con sus correspondientes pestañas de colado):

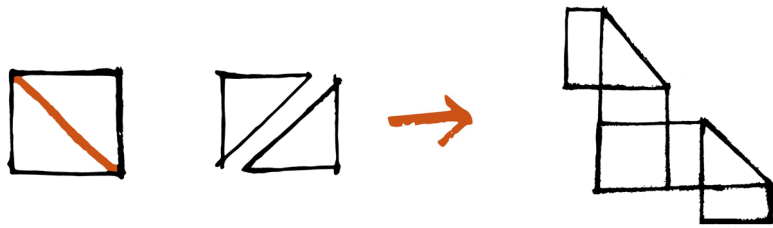


Desarrollo de la caja en "L" con representación gráfica de las pestañas que aparecen por duplicado, y su correspondiente montaje.

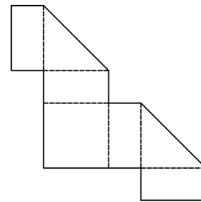
Cuando se pasa a una configuración de la caja en forma de prisma, rápidamente se descubre que el principal problema de diseño, *a priori*, de una caja en "L" es la pérdida de material, puesto que consigues configurar una caja, pero tienes una de las pestañas por duplicado:



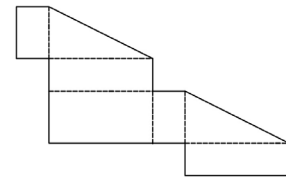
Como el principal problema es el doble cuadrado que obtenemos, la solución propuesta consiste en la partición de ese cuadrado por su diagonal obteniendo, de esta forma, dos pestañas en triángulo:



A este diseño básico se le podría incluir cualquier tipo de pestaña, para colado, para cierre... y conseguir variables de ella tal como encontramos en el análisis de las estrategias geométricas más utilizadas. Además, no es solo adaptable a cajas de prismas cuadrangulares, sino también rectangulares.

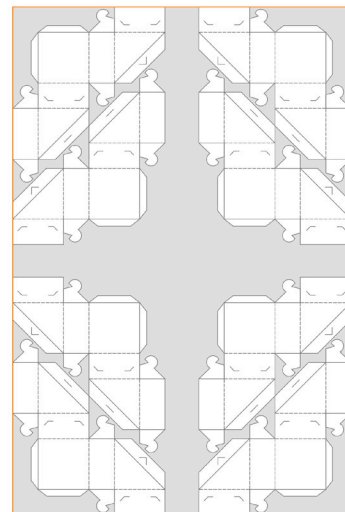


Modelo en caja de prisma cuadrangular.



Modelo en caja de prisma rectangular.

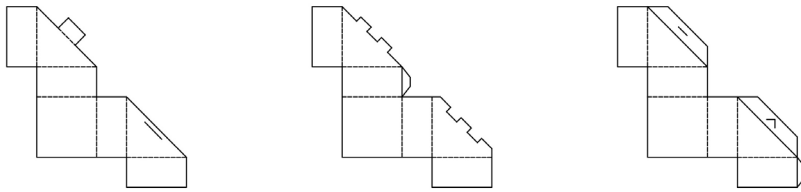
En relación al aprovechamiento de material, el desperdicio que pueda producirse puede solucionarse fácilmente si se procesaran en el mismo corte, un conjunto de cajas a la vez, pues podrían colocarse en la plancha normalizada anterior según indicamos en la figura que se muestra a continuación:



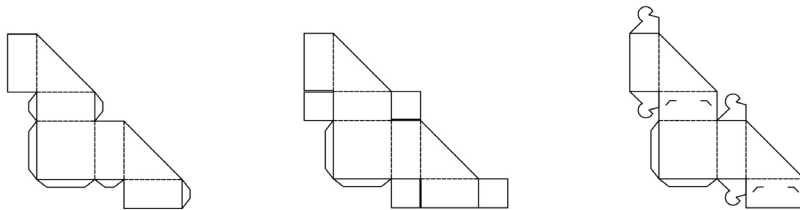
Caja estándar en "L", en plancha normalizada, en la que se pueden construir 8 cajas.

De esta forma, el desperdicio de material es mucho menor que en las cajas en banda, en cruz o en "T" puesto que se consigue construir en la misma plancha un mayor número de cajas.

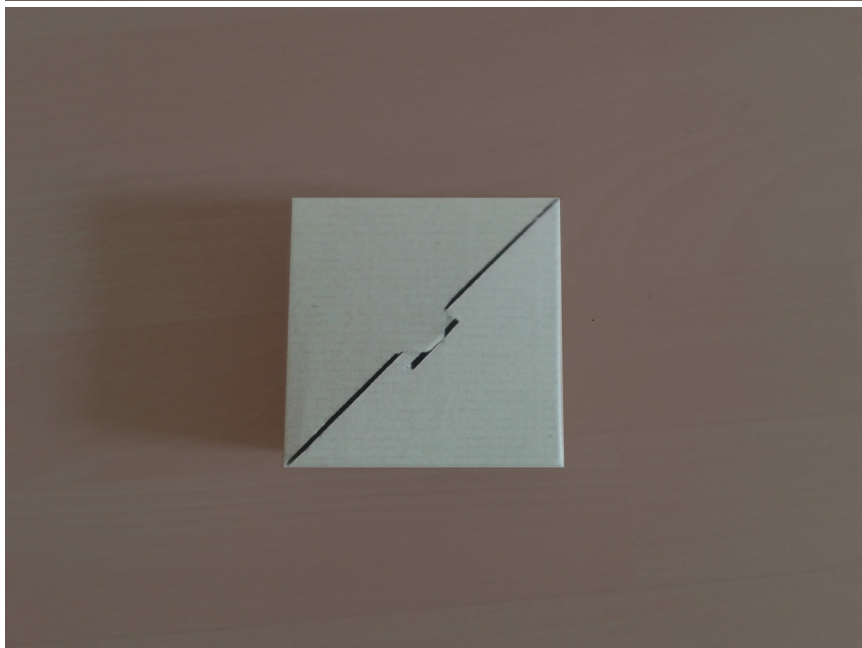
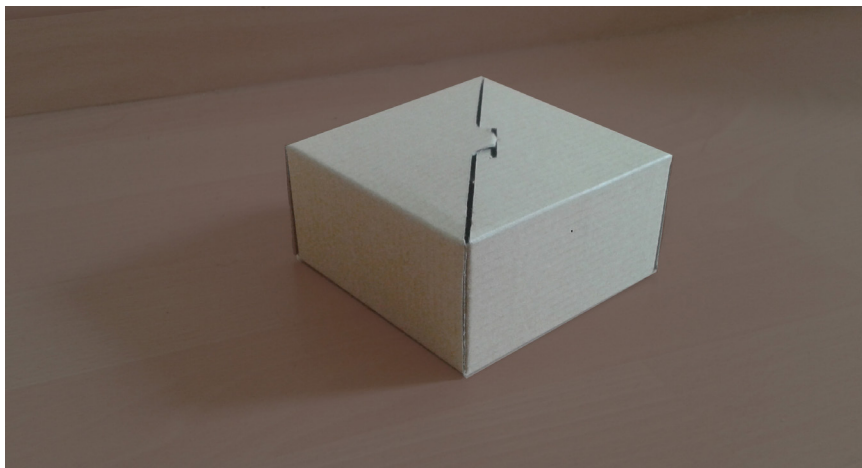
A continuación se recogen algunos diseños de cierre y colado, las combinaciones entre ellos ofrecerían multitud de cajas:



Diferentes diseños de cierre.



Diferentes diseños de colado y uniones.



Montaje de una caja tipo en "L".

8. CONCLUSIONES



El *packaging* cumple la capacidad de contener y transportar un producto, y añade la capacidad de originalidad y diseño. Se trata de un factor primordial en cualquier entorno comercial y un elemento clave en gran parte de las estrategias de mercado, para el que es muy importante la elección del diseño de estructura del embalaje. Por esta razón, se ha llevado a cabo un estudio en base a las posibilidades geométricas que presenta el *packaging* hoy en día.

Originalmente, existen tres tipologías básicas de caja: en cruz, en banda y en "T", clasificadas así por su forma de montaje y el desplegable que presentan para ello.

Tras elegir una serie de cajas de estos tres tipos para realizar dicho estudio, siendo seleccionadas en relación a su aceptabilidad, estrategias geométricas y relevancia funcional, se consiguieron una serie de resultados que abarcan el montaje, el tipo de caja, el colado, el cierre y el plegado, con el fin de facilitar la elección del embalaje en relación a su uso y características especiales.

Con estos resultados eran evidentes los problemas que presentaban algunas de las estrategias geométricas de las cajas en banda, en cruz y en "T". Todas estas cajas necesitan de una pestaña que constituya la tapa o cierre de la misma, lo cual además implica una correspondiente pérdida de material, que es el principal problema de estos tipos de cajas.

Por ello, se propone una nueva tipología de *packaging*, que resuelva alguno de los problemas de las cajas que actualmente se encuentran en el mercado. Este nuevo tipo, la caja en “L”, también se clasifica en torno a su montaje, por lo que el desplegable presenta esa forma siguiendo dos direcciones. Las principales ventajas, con respecto a las tipologías existentes en el mercado, podrían resumirse en:

- Posibilidad de montaje rápido, con pestañas de cierre y configuración sin necesidad de colado.
- Variedad en el diseño de cierres, que además se incluyen dentro de las solapas de configuración de la caja y no constituyen una solapa añadida.
- Mayor aprovechamiento del material, el cual permite que en una misma plancha del mismo sea posible obtener el desplegable de un mayor número de cajas, ya que la estrategia geométrica lo permite.

Con estas mejoras se consigue dar respuesta a la pregunta de si son posibles y rentables otras tipologías de *packaging*, siendo demostrado que este nuevo modelo sí lo es.

Sin embargo, a pesar de las investigaciones actuales, el mundo del *packaging* evoluciona cada día, y aparecerán nuevas formas, cierres o tipos que será necesario estudiar para conseguir una clasificación completamente global, que a su vez nos ayude al diseño de nuevas cajas.

9. GLOSARIO DE TÉRMINOS

Biodegradable: dícese de un material que se compone bien sin contaminar la tierra ni afectar el curso del agua y, por tanto, es degradado por acción biológica.

Caja plegable: Caja que se suministra en plano, troquelada pero sin encolar, para su posterior construcción.

Caja rígida: Caja no plegable, preparada para su uso como embase o embalaje.

Cartón: Conjunto de varias hojas superpuestas de pasta de papel que, en estado húmedo, se adhieren unas a otras por compresión y se secan después por evaporación. Término utilizado para designar al cartón utilizado para la fabricación de envases.

Cartón ondulado: Material utilizado fundamentalmente para la fabricación de 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. Cuando la plancha consta de dos ondas, se le llama doble-doble y si está formada por una onda y un sólo papel liso, simple cara. Excepcionalmente, el cartón ondulado se fabrica con tres ondas y siete papeles, en cuyo caso se denomina tríplex.

Cierre: Término genérico empleado para cualquier mecanismo que se utilice para cerrar un recipiente.

Contrahechido: Superficie sobre la que se apoya el troquel. Está formada por las líneas de hendido en las dimensiones adecuadas para que el material se marque por efecto de la presión del troquel. También se denomina contraforma o contramolde.

Densidad: Describe cómo de compacto un material, y se mide en kilogramos por metro cúbico (kg/m³), o gramos por centímetros cúbicos (g/cm³).

Desarrollo: Sucesión ordenada en un plano de polígonos unidos por sus lados, de forma que se puedan doblar por los bordes para formar las caras de un volumen. Se dice que un cuerpo geométrico es desarrollable cuando puede ser construido a partir de una figura plana formada por todas las caras del cuerpo.

Envase: Todo continente o soporte destinado a contener el producto, facilitar el transporte, y presentar el producto para la venta.

Embalaje: caja o envoltorio con que se protegen las mercancías para su transporte.

Encolado: Acción de doblar y pegar los diferentes puntos de un recorte troquelado que, posteriormente, se convertirá en un manipulado de cartón en general y en un envase de cartón, en particular.

Envase: Producto que puede estar fabricado en diferentes materiales y que sirve para contener, proteger, manipular, distribuir y presentar mercancías en cualquier fase de su proceso productivo, de distribución o venta.

Gramaje: Peso del cartón expresado en gramos por metro cuadrado (g/m²).

Grosor: Distancia entre las dos superficies de la lámina de cualquier material y se mide en milésimas de milímetro (μm). El material utilizado en la mayoría de los envases de cartón tiene un grosor que oscila entre las 350 y las 800 μm .

Hendido: Deformación perpendicular al plano de la plancha de cartón sobre las líneas por las que se doblará el envase para favorecer el doblado.

10. BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA

Introducción y metodología:

AmCham Argentina (Tradecenter de la Cámara de Comercio de los EE.UU. en la Rep. de Argentina); Todo lo que necesita saber sobre el Packaging y los Negocios, 2009.

BOYLSTON, Scott; *Designing Sustainable Packaging*, London, Laurence King, 2009.

CERVERA FANTONI, Ángel Luis; Envase y embalaje, Madrid, Esic Editorial, 1998.

CLIFF, Stafford; *50 trade secrets of great designs Packaging*, Gloucester, 1999.

CORTESE, Adriana y BRABERMAN, Hernán (*Estudio Tridimage- Packaging Design*); Desarrollar para ganar nuevos mercados: La innovación en envases, 2002.

DENISON, Edward; Fundamentos de diseño, *Packaging*: Envases y sus desarrollos, Barcelona, Index Books.

GLADYS Z., Miriam; El *packaging* como vendedor silencioso y factor determinante de compra. Tesis Licenciatura en Diseño Gráfico, UAI Campus Lomas, 2003.

Icon Comunicación; *Packaging*, la decisión en 5", 2002.

MENA G., Mercedes; El *Packaging* en la Comunicación Publicitaria. Tesis Carrera de Diseño Gráfico Publicitario, UTE, 2008.

STEWART, Bill; *Packaging*: Manual de Diseño y Producción, Barcelona, Gustavo Gili, 2007.

Soporte material:

ARPLAST, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.arplastsl.com>]

CERVERA FANTONI, Ángel Luis; *Envase y embalaje*, Madrid, Esic Editorial, 1998.

ESKOArtwork; *Packaging en cartón plegable y ondulado: Soluciones de Diseño y Preimpresión*, 2010.

FVS (Fundación Vida Sostenible); *Papel, cartón y madera*, 2010.

GRUDEM, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

La estructura Alveolar Exagonal, Disponible en Internet:

[<http://www.grudem.com>]

LECTA Group; *Formación: Técnicas de impresión*, 2008.

MALAVIA O., Juan M.; *Caracterización de Paneles Sandwich Híbridos FRP con alma de nido de abeja*, Tesis Máster en Ingeniería Mecánica y materiales, Universidad Politécnica de Valencia, 2012.

MÁRQUEZ, Elio R.; *Guía Empaque I: Papeles y Cartones*, Instituto de Diseño de Valencia, 2001.

NAVARRO U., Carlos y BARBERO P., Enrique; *Introducción a las Estructuras Sandwich*, OCW (Open Course Ware), Universidad Carlos III de Madrid, 2014.

PANELPAC, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

El cartón de nido de abeja, Disponible en Internet:

[<http://www.panelpac.com>]

SCA (*Svenska Cellulosa Aktiebolaget*); *Fabricación de Papel*, 2010.

SOUSA ROCHA, Carlos, *“Plasticidade do papel e Design”*, Plátano Editora, 2000.

STEWART, Bill; *Packaging: Manual de Diseño y Producción*, Barcelona, Gustavo Gili, 2007.

TORRASPAPEL, (en línea), (ref. 19 de julio 2015)
 Disponible en Internet:
 [<http://www.torraspapel.com>]

UNIR (Universidad Internacional de La Rioja); *Diseño Gráfico orientado al Packaging*, 2014.

Diseños de *Packaging*:

Multiembalajes S.L., (en línea), (ref. 18 de agosto 2015)
 Disponible en Internet:
 [<http://www.multiembalajes.com>]

AFCO, (en línea), (ref. 19 de julio 2015)
 Disponible en Internet:
 [<http://www.afco.es>]

CLIFF, Stafford; *50 trade secrets of great designs Packaging*, Gloucester, 1999.

DENISON, Edward; *Fundamentos de diseño, Packaging: Envases y sus desarrollos*, Barcelona, Index Books.

Fábregas *Packaging*, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)
 Disponible en Internet:
 [<http://www.fabregas.com>]

FEFCO, (en línea), (ref. 19 de julio 2015)
 Disponible en Internet:
 [<http://www.fefco.org>]

GARROFÉ, Jodep M. ; *Structural Packaging*, Barcelona, Index Book, 2009.

HERRIOT, Luke. ; *The Packaging and Design Templates Sourcebook*, London, Rotovisión, 2007.

Kartox, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)
 Disponible en Internet:
 [<http://www.kartox.com>]

PATHAK, Haresh; *Structural Package Design*, Amsterdam, The Pepin Press, 1999.

PROCARTÓN, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.procarton.net>]

Smurfit Kappa, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.smurfitkappa.com>]

Impacto ambiental y ecología:

BOYLSTON, Scott; *Designing Sustainable Packaging*, London, Laurence King, 2009.

FVS (Fundación Vida Sostenible); *Papel, cartón y madera*, 2010.

STEWART, Bill; *Packaging: Manual de Diseño y Producción*, Barcelona, Gustavo Gili, 2007.

Soporte digital:

ArtiosCAD, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.esko.com>]

BoxBuilder, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.theboxbuilder.com>]

STEWART, Bill; *Packaging: Manual de Diseño y Producción*, Barcelona, Gustavo Gili, 2007.

El cartón en la Arquitectura: La idea de casa-caja:

Cardborigami: Instant Space, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.plataformaarquitectura.cl>]

Casas Origami de Papel: viviendas experimentales en Japón, 2014, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://archinect.com/>]

Inhabitable Cardboard Rooms by Esa Ruskeepää, Martti Kalliala and Martin Lukasczyk, 2007, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://archimedespool.wordpress.com>]

La Obra Social y Humanitaria del Premio Pritzker 2014: Shigeru Ban, 2014, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.plataformaarquitectura.cl/>]

Living Nature by HRuiz Hernández, 2011, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.contemporist.com>]

“Living Nature”, por HRuiz-Velázquez, un stand hecho con cajas de cartón, 2011, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.arquitecturamodelo.blogspot.com.es>]

QUINEJURE, Michael; Shigeru Ban: Arquitectura de emergencia,- Fundación Arquia, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://fundacion.arquia.es>]

SCHMIDT, Petra y STATTMANN, Nicola; *Unfolded: Paper in Design, Art, Architecture and Industry*, Hardcover, 2009.

The Cardboard House, 2014, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://www.abc.net.au>]

XVI Bienal de Arquitectura Chile. Assadi+Pulido, 2008, (en línea), (ref. 18 de agosto de 2015)

Disponible en Internet:

[<http://sancheztaffurarquitecto.wordpress.com>]

