



Universidad de Valladolid



**ESCUELA DE INGENIERÍAS
INDUSTRIALES**

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

ESCUELA DE INGENIERIAS INDUSTRIALES

**Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del
Producto**

Diseño de un modelo de silla en cartón

Autor:

Ruiz Merino, Isabel

Tutor:

**Úbeda Blanco, Marta
Dpto. de Urbanismo y
Representación de la Arquitectura**

Valladolid, Agosto de 2014

A mis padres y mis hermanas que me han dado su apoyo incondicional

A Diego por sus consejos y paciencia

RESUMEN

El presente proyecto es una propuesta dirigida a cubrir una necesidad de mobiliario para ocasiones puntuales, momentos de visitas y reuniones en los que es necesario un mayor número de sillas de las habituales. Su diseño está pensado para ocupar poco espacio mientras permanece guardado y ser cómodo y moderno en su uso.

También tiene como objetivo cubrir eventos multitudinarios como conferencias o ferias donde se necesite mobiliario económico, evitando así la adquisición de muchas sillas, más caras, de peor almacenamiento y con un mayor impacto ambiental.

En un principio se ha realizado un análisis del mercado actual dirigido a este tipo de menaje y su evolución en las últimas décadas.

Además, ha sido preciso realizar un estudio acerca del cartón, sus características, los diferentes tipos existentes, los diversos acabados superficiales o los modos de impresión sobre éste soporte, entre otros.

Se expone el desarrollo llevado a cabo hasta la obtención de la propuesta definitiva y la explicación de la misma, apoyada con un diseño en 3D. Se adjuntan los planos y el manual de instrucciones para su montaje, y se presenta el diseño del *packaging* exclusivo para las sillas.

Se ha realizado un análisis del impacto ambiental que suponen los envases de cartón y las soluciones que se están aplicando desde varias asociaciones.

Este proyecto finaliza con una conclusión obtenida tras hacer el estudio y el diseño de la propuesta.

PALABRAS CLAVE

Apilable, cartón, desmontable, ecológico, mobiliario.

ÍNDICE

RESUMEN	3
ÍNDICE	7
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	9
INTRODUCCIÓN.....	13
CAPÍTULO I: Estudio previo	15
1.1 ESTADO DEL ARTE.....	17
1.1.1 Autores y sus obras.....	17
1.1.2 Empresas y marcas.....	19
1.1.3 Influencias	25
1.2 EL CARTÓN.....	29
1.2.1 Descripción general	29
1.2.2 Tipos de cartón.....	30
1.2.3 Propiedades del cartón.....	34
1.2.4 Métodos de impresión	36
1.2.5 Acabados	40
CAPÍTULO II: Desarrollo de Plan#2	41
2.1 PRESENTACIÓN DE PRODUCTO.....	43
2.2 ESTUDIO PREVIO.....	44
2.3 MAQUETAS PLAN#2	49
2.4 CARACTERÍSTICAS	52
2.5 PROPUESTA DEFINITIVA.....	56
2.6 VERSIONES	61
2.6.1 Sillas.....	61
2.6.2 Reposapiés y mesa	67
2.6.3 Conjunto.....	68
2.7 TÉCNICA DEL PRODUCTO.....	69
2.7.1 Medidas	69
2.7.2 Estudio de paneles nido de abeja.....	70
2.8 NOMBRE DE MARCA.....	76

CAPÍTULO III: Fabricación y <i>Packaging</i>	79
3.1 FABRICACIÓN.....	81
3.1.1 Fabricación del cartón nido de abeja.....	81
3.1.2 Técnica de impresión aplicada	83
3.1.3 Proceso de troquelado	84
3.1.4 Proceso de doblado.....	85
3.2 <i>PACKAGING</i>	86
3.3 PRESUPUESTO	89
CAPÍTULO IV: Manual de instrucciones.....	93
CAPÍTULO V: Impacto ambiental	99
5.1 IMPACTO AMBIENTAL	101
5.2 REDUCIR, RECICLAR Y REUTILIZAR.....	104
5.3 EMBASES DE CARTÓN VS EMBASES DE PLÁSTICO.....	105
5.4 AFCO	105
5.5 ECODISEÑO	107
CAPÍTULO VI: Conclusión.....	109
CAPÍTULO VII: Bibliografía y fuentes	113
CAPÍTULO VIII: Anexos.....	119

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Sillas y taburete Wiggle (Easy Edges) de FRANK GEHRY	17
Ilustración 2. Grandpa Beaver Armchair (Experimental Edges) de FRANK GHERY	18
Ilustración 3. Panel de cartón de Giles Miller	18
Ilustración 4. Piezas de diseño de Giles Miller	18
Ilustración 5. Mecedora Mandarina de LUIS CARLOS VELÁSQUEZ	19
Ilustración 6. Silla Sessel de STANGE DESIGN	19
Ilustración 7. Deutch Design Chair de KARTON GROUP.....	20
Ilustración 8. The Hex Stool de KARTON GROUP	20
Ilustración 9. Sillón y silla de OKUPAKIT.....	21
Ilustración 10. Sillas Taray y Jara de CARTONLAB.....	22
Ilustración 11. Sillón Clorinda de KUBEDESIGN	23
Ilustración 12. Silla Elettra de KUBEDESIGN	23
Ilustración 13. Sillón Polly de KUBEDESIGN	23
Ilustración 14. Silla plegable Pop Chair, de KUBEDESIGN.....	24
Ilustración 15. Silla Mistika de KUBEDESIGN	24
Ilustración 16. Sillón Xanta de KUBEDESIGN	24
Ilustración 17. Taburete de FOLDSCHOOL.....	25
Ilustración 18. Silla Flexilove de Chise Chiu.....	26
Ilustración 19. Sillón Ottania, de OON DESIGN.....	26
Ilustración 20. Sillón de Cartón diseñada por MARTIN RITTER	27
Ilustración 21. Silla Chick'n Egg de MANUEL KRETZER	27
Ilustración 22. Desarrollo de la silla Papton	27
Ilustración 23. Silla Papton, de FUCHS+FUNKE	28
Ilustración 24. Silla Vouwwow de JOOST VAN NORT Y MAARTJE NUY.....	28
Ilustración 25. Montaje paso a paso de la silla Vouwwow.....	28
Ilustración 26. Cartón corrugado de una sola cara	31
Ilustración 27. Cartón corrugado de única pared.....	31
Ilustración 28. Cartón corrugado de pared doble.....	32
Ilustración 29. Cartón corrugado de pared triple	32
Ilustración 30. Cartón corrugado de onda pequeña	32
Ilustración 31. Cartón corrugado de onda grande.....	32
Ilustración 32. Detalle estructura alveolar hexagonal del cartón nido de abeja	33
Ilustración 33. Cartón nido de abeja	34
Ilustración 34. Método de impresión tipográfica.....	36
Ilustración 35. Tipografía.....	36
Ilustración 36. Método de la flexografía.....	37
Ilustración 37. Flexografía	37
Ilustración 38. Técnica del huecograbado	38
Ilustración 39. Huecograbado.....	38
Ilustración 40. Impresión digital	39
Ilustración 41. Método offset.....	39
Ilustración 42. ESTUDIO 1	44
Ilustración 43. ESTUDIO 2	45
Ilustración 44. ESTUDIO 3	46

Ilustración 45. ESTUDIO 4.....	47
Ilustración 46. ESTUDIO 5.....	48
Ilustración 47. Maquetas realizadas en papel y cartón.....	49
Ilustración 48. Garrafa de aceite de 5L sobre pesa y detalle	50
Ilustración 49. Bote de puré de tomate sobre pesa y detalle	50
Ilustración 50. Prueba de pesos sobre la maqueta de cartón corrugado.....	51
Ilustración 51. Símbolos de reciclable y biodegradable	52
Ilustración 52. Perfil de varios tipos de cartón nido de abeja.....	52
Ilustración 53. Desarrollo de la silla Plan#2	53
Ilustración 54. Montaje de la silla Plan#2	53
Ilustración 55. Comparativa de espacio de una silla montada a varias apiladas	54
Ilustración 56. Silla Plan#2.....	56
Ilustración 57. Plan#2 en un jardín.....	57
Ilustración 58. Plan#2 en una cafetería	57
Ilustración 59. Plan#2 en el salón de una casa.....	58
Ilustración 60. Plan#2 en una sala de conferencias	58
Ilustración 61. Estilo clásico	59
Ilustración 62. Estilo elegante	59
Ilustración 63. Estilo colorido	59
Ilustración 64. Estilo urbano.....	60
Ilustración 65. Estilo Neoplasticista.....	60
Ilustración 66. Estilo sevillano.....	60
Ilustración 67. Serie de sillas Plan#2	61
Ilustración 68. Silla Plan#3.....	62
Ilustración 69. Silla Plan#4.....	63
Ilustración 70. Silla Plan#5.....	64
Ilustración 71. Silla Plan#6.....	65
Ilustración 72. Silla Plan#7.....	66
Ilustración 73. Perspectivas de la mesa y el reposapiés.....	67
Ilustración 74. Imágenes de las sillas, la mesa y el reposapiés	68
Ilustración 75. Medidas generales de una silla de la serie.....	69
Ilustración 76. Medidas generales del desarrollo de una silla de la serie.....	69
Ilustración 77. Medidas generales de una silla plegada.....	70
Ilustración 78. Nombre de marca de las sillas de la serie Plan#2	77
Ilustración 79. Materias primas del cartón	81
Ilustración 80. Pasta de fibras de madera	81
Ilustración 81. Pasta de fibras de cartón reciclado	81
Ilustración 82. Fibras de cartón sobre tela metálica	82
Ilustración 83. Izda. Secador de cartón. Drcha. Rollo de cartón	82
Ilustración 84. Cartón nido de abeja sin tapa y con tapa.....	83
Ilustración 85. Izda. Expansora de cartón; Drcha. Cortadora de cartón	83
Ilustración 86. Tinta para la impresión flexográfica sobre el cartón	84
Ilustración 87. Partes del proceso de la flexografía.....	84
Ilustración 88. Troqueladora y cuchillas	84
Ilustración 89. Proceso de doblado de una caja de cartón.....	85
Ilustración 90. Silla Plan#2 dentro del <i>packaging</i>	86
Ilustración 91. Diseño exterior del <i>packaging</i>	87
Ilustración 92. Imágenes en 3D del <i>packaging</i>	87

Ilustración 93. Diseño exterior del <i>packaging</i> de las sillas.....	88
Ilustración 94. Tala de eucaliptos.....	101
Ilustración 95. Consecuencias de la lluvia ácida.....	102

INTRODUCCIÓN

El objeto de este Trabajo Final de Grado es el de diseñar una silla de cartón que se pueda producir industrialmente, que sea ecológica y adaptable a cualquier economía.

Se ha destinado a cubrir la necesidad que nos surge cuando tenemos visitas en casa y nos hacen falta más sillas de las que disponemos habitualmente, obteniendo un diseño que permita apilarla y almacenarla adecuadamente en un espacio reducido cuando no se utilice.

También tiene como objetivo cubrir eventos multitudinarios como conferencias o ferias, o ser el soporte publicitario de marcas conocidas en muchas terrazas en verano.

Los usos son múltiples debido a que es una silla cuyo acabado se adapta a cualquier ámbito o situación.

En el **Capítulo I** se analizan los autores que tienen piezas conocidas diseñadas en cartón; las empresas que se dedican a la venta de mobiliario de cartón; y las sillas que han servido de inspiración para desarrollar esta propuesta.

Además se expone una investigación acerca del cartón, sus propiedades, acabados, tipos de impresión o diversidad de tipos de cartón existentes en el mercado.

En el **Capítulo II** se abarca el diseño y desarrollo de la propuesta definitiva. Se exponen ideas anteriores que no fueron resolutivas y se aportan imágenes de las maquetas realizadas.

Se presenta la silla base con sus características y posteriormente se muestran las versiones que componen el conjunto de sillas de la serie Plan#2. Además se realiza el estudio del nombre de marca.

El **Capítulo III** contiene la información de la fabricación, el *packaging* y el presupuesto.

En el **Capítulo IV** se explica el manual de instrucciones del que se adjunta una muestra en el apartado de anexos.

El **Capítulo V** explica el impacto ambiental relacionado con la fabricación del cartón, el reutilizado y el reciclado. Se hace una breve reseña a la Asociación de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado AFCO y se explica el concepto de Ecodiseño.

La conclusión se define en el **Capítulo VI**.

El **Capítulo VII** recoge los planos, el manual de instrucciones y un desarrollo de papel a modo de esquema para que quien lea el proyecto pueda interactuar con la idea.

Para finalizar, el **Capítulo VIII** expone las fuentes bibliográficas utilizadas durante este Trabajo Final de Grado.

CAPÍTULO I

Estudio previo

1.1 ESTADO DEL ARTE

En la actualidad el mobiliario de cartón es tendencia, pues ofrece practicidad, modernidad y se amolda perfectamente a la vertiente ecológica y socialmente responsable que está tan de moda.

Arquitectos y diseñadores han encontrado geometrías y formas que, además de hacerlos atractivos, proporcionan al cartón la rigidez y robustez necesarios para la vida útil del mueble.

A continuación se repasa su evolución y el mercado actual.

1.1.1 AUTORES Y SUS OBRAS

FRANK OWEN GHERY

El punto de partida del mercado del mobiliario de cartón se da entre los años 1969 y 1973, cuando el arquitecto Frank O.Gehry diseña la serie exclusiva **Easy Edges**, convirtiéndose en un referente a nivel mundial.

Ofrece una nueva estética delicada y detallada del cartón, pero aunque parezca una estructura sencilla, son muebles robustos y estables. De esta manera demuestra que este material, básico y poco convencional para la fabricación de objetos, es funcional.

Las sillas están construidas con sesenta láminas de cartón corrugado ensambladas con tornillos, que le proporcionan estabilidad. Los laterales van cubiertos de una lámina de fibra prensada y barnizada.



Ilustración 1. Sillas y taburete Wiggle (Easy Edges) de FRANK GEHRY

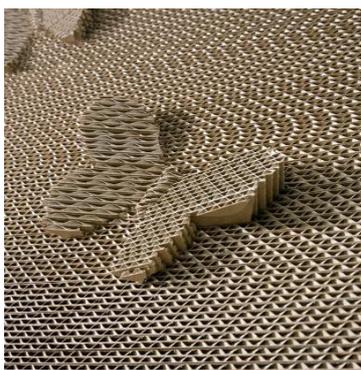


Entre 1979 y 1982, Ghery realizó una nueva serie de cartón más tosca, donde exhibe la rugosidad del material y una apariencia improvisada. A esta línea la denominó **Experimental Edges**.

Ilustración 2. Grandpa Beaver Armchair (Experimental Edges) de FRANK GHERY

Entre los diseñadores más actuales y que han seguido el movimiento de cartón en el interiorismo destacan Giles Miller y Luis Carlos Velásquez.

GILES MILLER



El británico Giles Miller comenzó a trabajar el cartón en el año 2006, atraído por la textura del material. Su trabajo se caracteriza por la alteración del ángulo de ondulación generando texturas sorprendentes.

Ha creado una línea de productos variada, en la que se encuentran sillas, lámparas, e incluso maletines para portátiles. Además, su pasión por las texturas le ha llevado a fabricar cubiertas de pared espectaculares.

Ilustración 3. Panel de cartón de Giles Miller

Miller ha diseñado piezas para personas emblemáticas de la moda y el diseño, como Stella McCartney y Selfridges, y para hoteles de la altura del Ritz Carl.



Ilustración 4. Piezas de diseño de Giles Miller

LUIS CARLOS VELÁSQUEZ



Ilustración 5. Mecedora Mandarinina de LUIS CARLOS VELÁSQUEZ

Luis Carlos Velásquez, diseñador industrial mexicano, ha convertido el cartón en su materia prima para conceptualizar el mobiliario.

Sus muebles siguen la misma línea de repetición de un perfil para una posterior unión. En este caso, no usa tornillos como Frank Ghery, sino un adhesivo de baja toxicidad.

1.1.2 EMPRESAS Y MARCAS

A causa de que es un material práctico y atractivo, ya existen multitud de empresas como Stange Design, Karton Group o Kubedesign que comercializan objetos cotidianos fabricados en cartón.

STANGE DESIGN



Ilustración 6. Silla Sessel de STANGE DESIGN

Empresa alemana, situada en la capital. Se dedica a la fabricación de muebles de cartón, entre los cuales destaca la silla Sessel.

La silla **Sessel** presenta dos partes diferenciadas. El respaldo-asiento, construida de manera laminar y el apoyo, formada mediante geometría.

KARTON GROUP

Empresa australiana. Muestra una gran variedad de productos hechos de cartón.

Actualmente no comercializa sillas de cartón¹, pero existen algunos modelos de taburetes, entre los que destacan Deutch Design Chair y The Hex Stool.

Deutch Design Chair

Una característica hasta ahora no mostrada en este análisis es la comercialización de las sillas con colores. Esta empresa apuesta por ello, y por un *packaging* cómodo y pequeño.

El taburete es sencillo y presenta una diagonal en su interior que le aporta rigidez.



Ilustración 7. Deutch Design Chair de KARTON GROUP

The Hex Stool

Es un taburete increíblemente fuerte y se monta en pocos segundos. Está diseñado para soportar hasta 200 kg.



Ilustración 8. The Hex Stool de KARTON GROUP

¹ Visitar página web: kartongroup.com.au

OKUPAKIT

Okupakit es una empresa española cuyos diseños se caracterizan por proporcionar al material una forma geométrica triangular que le aporta una buena resistencia.

Se centra en mobiliario ecológico y original, el cual es expuesto en eventos como la Feria Internacional del Mueble o la Feria Arco.



Ilustración 9. Sillón y silla de OKUPAKIT

También tiene el taburete plegable modelo carpeta, caracterizado por un montaje sencillo, una posible personalización completa, impresión por ambas caras y por ser reciclable.

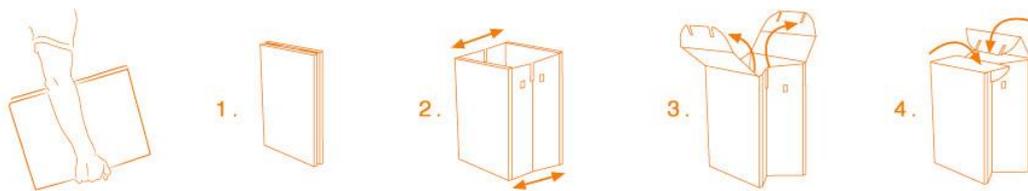


Ilustración 10. Taburete plegable modelo carpeta de OKUPAKIT

CARTONLAB

Empresa española situada en Murcia. Entre los muebles que comercializan destacan las sillas, Jara y Taray².

Jara

Jara está desarrollada por tres paneles doblados y encajados en dos planchas laterales. Original y estética, es una buena solución para una silla de cartón.

Taray

Con un procedimiento más tosco, Taray se muestra como una silla que parece infantil. Presenta varias piezas que, encajadas entre sí, generan volumen.



Ilustración 11. Sillas Taray y Jara de CARTONLAB

KUBEDESIGN

Kubedesign, pionera en el mundo de la arquitectura en el cartón, es una empresa consolidada que diseña y fabrica accesorios y muebles en todo el mundo. La sostenibilidad, la investigación y el diseño se unen en el material de cartón con un gran potencial; utiliza tanto lo tradicional como la innovación para un modo de vida sostenible, armonioso y estéticamente agradable.³

Situada en Italia, es la empresa con mayor número de productos a la venta de las analizadas.

² Visitar página web: cartonlab.bigcartel.com

³ Visitar página web: kubedesign.it

Clorinda



Ilustración 12. Sillón Clorinda de KUBEDESIGN

Sigue la técnica de Frank O. Ghery de generar láminas con el perfil determinado para luego juntarlas y crear el sillón 3D.

En este caso, se juega con dos orientaciones del cartón, que darán lugar a dos piezas, el asiento y los apoyos frontales.

A pesar de estar creada con un material innovador, no pretende buscar una nueva forma, sino mantener la existente pero planteada de otra manera.

Elettra



Ilustración 13. Silla Elettra de KUBEDESIGN

Elettra presenta el mismo proceso de fabricación y misma línea clásica en concepto de silla. Sin embargo, en este caso hay un menor uso de material que aporta un aspecto más ligero.

Polly



Ilustración 14. Sillón Polly de KUBEDESIGN

Realizado al igual que las anteriores, este sillón luce un diseño más infantil.

La particularidad es el uso de otros materiales que completan el sillón. Metal para las patas y un cojín en el asiento.

Pop Chair



Silla plegable, nuevo concepto en el que se aporta un valor añadido, el espacio. Esta silla es menos estética, pero proporciona facilidad de transporte y guardado.

Ilustración 15. Silla plegable Pop Chair, de KUBEDESIGN

Mistika



Elegante y sencilla. KubeDesign presenta esta silla formada por cartón ondulado plegado. Está compuesta de cuatro piezas que encajan entre sí.

Cabe destacar el detalle de color, que es intercambiable. También fabrican para niños.

Ilustración 16. Silla Mistika de KUBEDESIGN

Xanta



Xanta, el sillón simple y refinado de KubeDesign que continúa con la línea anterior.

Al igual que la Mistika, se compone de cuatro piezas en la cual, el asiento es intercambiable.

Ilustración 17. Sillón Xanta de KUBEDESIGN

FOLDSCHOOL

En el mercado existen otras opciones como la que presenta Foldschool, que proporciona los desarrollos de un mobiliario infantil para que los niños se diviertan construyéndolos. En su web⁴ se pueden descargar gratuitamente.

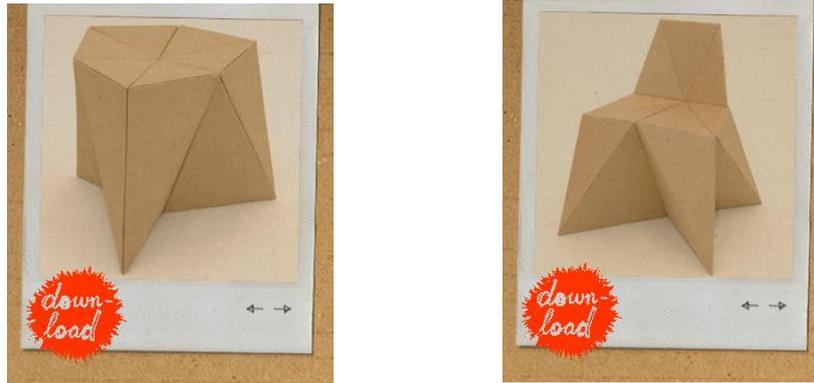


Ilustración 18. Taburete de FOLDSCHOOL

1.1.3 INFLUENCIAS

En este apartado se hace crónica a sillas de cartón concretamente influyentes en este proyecto, ya sea por su originalidad, versatilidad, fabricación, composición, almacenaje o transporte.

Debido a que buscamos una silla fácil de transportar y montar, Vouwwow nos ha inspirado en su sencillez y en el tipo de cartón a utilizar en la propuesta definitiva.

La silla Paption, diseñada tal como si fuese origami, nos abre la posibilidad de utilizar dobleces a través de los cuales generar el mueble.

Y Ottania y la silla de Martin Riter generaron una idea sobre un asiento más robusto y sólido.

⁴ Visitar página web: foldschool.com

Flexilove



Ilustración 19. Silla Flexilove de Chise Chiu

Chise Chiu es el autor taiwanés de Flexilove, una silla/sofá fabricada prácticamente en cartón con extremos de maderas recicladas.

Cerrado ocupa menos que una silla normal, y estirado en su totalidad es capaz de albergar hasta dieciséis personas. Es posible conseguir esa longitud debido a su estructura de abeja, que permite que se pliegue y despliegue con facilidad, recordando el acordeón.

Ottania



Ilustración 20. Sillón Ottania, de OON DESIGN

Ottania, un sillón de la casa Oon Design, Italia.

Es una original idea que combina dos materiales básicos, el cartón y la lana, la cual se tiñe de múltiples colores.

Sillón de Cartón



Creada por Martin Ritter para O-bject. Está formada por láminas de cartón ondulado, generando gruesos paneles que luego encajan entre sí.

Se utiliza un adhesivo biodegradable para que sea 100% reciclable.

Ilustración 21. Sillón de Cartón diseñada por MARTIN RITTER

Chick'n Egg



Diseñada en un principio para niños, la silla Chick'n Egg es una obra de Manuel Kretzer para el estudio alemán Responsive Design.

Están fabricados de cartón corrugado, con múltiples piezas que encajan a la perfección.

Se modeliza en 3D y se corta con una máquina de control numérico (CNC).

Ilustración 22. Silla Chick'n Egg de MANUEL KRETZER

Silla Papton

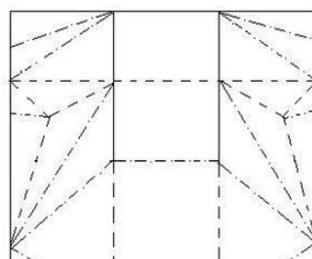


Ilustración 23. Desarrollo de la silla Papton

La silla Papton, diseñada por el estudio alemán FUCHS+FUNKE, se monta como si fuese una figura de origami.

El desarrollo de la silla es el que se encuentra en la imagen 22.

Ilustración 24. Silla Paption, de FUCHS+FUNKE

Vouwwow

Vouwwow es la silla de cartón casi perfecta. Ofrece una nueva estética innovadora, está fabricada en cartón nido de abeja, el uso del material es racional, presenta gran facilidad de montaje y su ligereza permite una cómoda portabilidad.

Ha sido diseñada por los neerlandeses Joost Van Nort y Maartje Nuy, quienes ganaron el concurso Thonet Mart Stamprijs 2009 Chair Design Competition con este mueble.

El único problema que debe presentar es el encaje de la parte trasera, porque como se puede observar en la imagen, es necesario añadir una plaquita que lo sujete.



Ilustración 25. Silla Vouwwow de JOOST VAN NORT Y MAARTJE NUY

El desarrollo y montaje de Vouwwow es sencillo y muy rápido de montar.

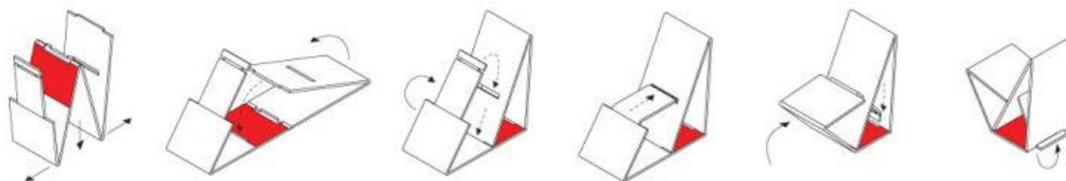


Ilustración 26. Montaje paso a paso de la silla Vouwwow

1.2 EL CARTÓN

1.2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL

Según la definición de la Real Academia Española, el cartón es *el 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.*

El cartón se fabrica mediante fibras de celulosa, un compuesto orgánico que es el elemento principal. Estas fibras provienen del algodón, la madera o el esparto.

El cartón tiene múltiples usos, pero el más común es su aplicación en cajas y envases. Es por ello que existen diversos tipos de clasificación según su materia prima o su utilización.

Se fabrica de diversos grosores y gramajes porque debe soportar diferentes pesos conservando su forma. Mientras que el grosor es la distancia que separa la plancha superior de la inferior, el gramaje es la medida del cartón y se expresa en g/m².

Para elaborarlos se usa una construcción multicapa, y las diferencias entre los cuatro tipos básicos de cartón se encuentran en el material de cada tapa. Por un lado se encuentra la pasta virgen y por otro el uso de fibras que provienen del reciclado de otros papeles y cartones.

Para una mejor impresión, casi todos los cartones tienen estucado, que mejora la calidad y el brillo. Además existen varios acabados y aditivos especiales para que pueda resistir a la humedad e incluso al agua. Otros acabados consisten en la adición de materiales como el plástico, papel de aluminio o poliéster metalizado.

A la hora de trabajar con el cartón es indispensable realizar un estudio del diseño estructural. Es decir, aparte de considerar el tipo de producto a fabricar, se deben tener en cuenta las dimensiones, el manejo, transporte y almacenamiento, que determinarán la resistencia y las condiciones climáticas a las que estará sometido el producto.

1.2.2 TIPOS DE CARTÓN

Antes de comenzar con la definición de los diversos tipos de cartón cabe realizar una breve introducción que explique los tres tipos de pasta que se utilizan para su fabricación.

Por un lado está la **pasta química**, la cual contiene fibras de madera que se extraen añadiendo productos químicos que disuelven la lignina, que es el adhesivo natural que une las fibras.

Por otro lado se encuentra la **pasta mecánica**, cuyas fibras se extraen de manera mecánica mediante unos discos metálicos que desfibran la madera.

Y por último la **pasta de fibras recicladas**, que se compone de recortes de cartón reciclado del proceso de rechazo de la misma fábrica de papel y cartón y de otros canales.

El cartón se puede clasificar según su composición y según su estructura.

1.2.2.1 Tipos de cartón según su composición

CARTÓN SÓLIDO BLANQUEADO SBB / SBS / GZ

Este tipo de cartón presenta pasta química blanqueada en el interior y unas tapas de pasta blanqueada. La superior tiene más capas de estuco y una o dos en la inferior. Es un cartón caro y está destinado, por lo general, a envases de alta gama.

CARTÓN SÓLIDO NO BLANQUEADO SUB/SUS

Al igual que el anterior, estos tipos de cartones contienen pasta química, pero en este caso no está blanqueada. En la cara superior se añaden dos o tres capas de estuco, y a veces se agrega una en el reverso. Se trata de un cartón muy resistente y se le puede tratar para que pueda contener agua.

CARTÓN FOLDIN FBB/GC/UC

Generado por varias capas de pasta mecánica situada entre dos tapas de pasta química estucada. Además contiene varias capas de estuco en la parte superior y una en el reverso.

CARTÓN DE FIBRAS RECICLADAS WLC/GD/GT/UD

Como se ha explicado en la breve introducción, este cartón contiene las fibras de material reciclado. Como se observa en la figura, contiene muchas capas diferentes, dependiendo de su materia prima. En general, la capa superior es de papel recuperado blanco.

1.2.2.2 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 que es fácil de imprimir y es 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 el cual está compuesto, según el tipo de onda, su resistencia y color.

Según el número de capas:

i. De una sola cara

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



Ilustración 27. Cartón corrugado de una sola cara

ii. 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*.



Ilustración 28. Cartón corrugado de única pared

iii. 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.



Ilustración 29. Cartón corrugado de pared doble

iv. 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.

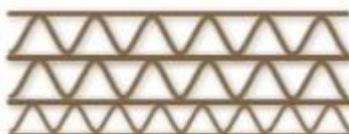


Ilustración 30. Cartón corrugado de pared triple

Según el tipo de onda: la onda varía en longitud y amplitud, por ello puede ser:

- I. De ondas grandes
- II. De ondas pequeñas
- III. De ondas alargadas
- IV. De ondas cortas

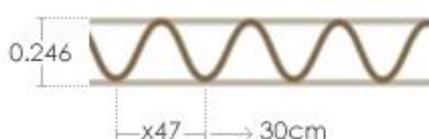


Ilustración 31. Cartón corrugado de onda pequeña

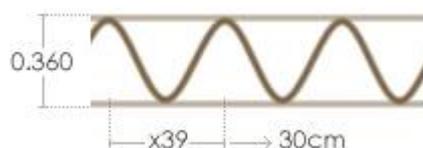


Ilustración 32. Cartón corrugado de onda grande

Según su resistencia:

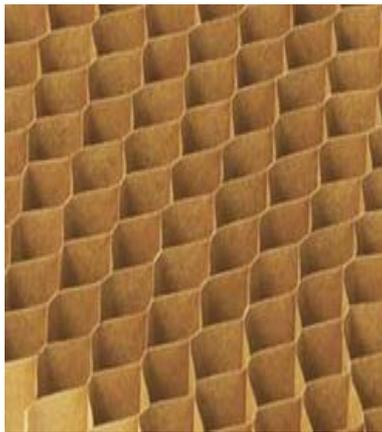
La resistencia depende de dos factores, del gramaje y de la altura de onda. Determinan la consistencia ECT y la resistencia a la compresión vertical BCT.

Según el color:

El cartón se trata para obtener unos colores u otros. El más común es el marrón, pero en ciertas ocasiones se utiliza el color blanco para las capas exteriores.

CARTÓN NIDO DE ABEJA O ESTRUCTURAL

El cartón nido de abeja surgió para el sector aeronáutico, debido a que ofrece grandes prestaciones como alta resistencia, flexión, compresión y a pesar de parecer muy compacto, gran 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.

Ilustración 33. Detalle estructura alveolar hexagonal del cartón nido de abeja

Como cualquier cartón es 100% reciclable. Se utiliza como aislante tanto térmico como acústico, en embalajes, como amortiguación de transporte, en construcción como separador y tabique acústico, en muebles, stands, como soporte de publicidad, para manualidades, etc.

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 100mm). Su manipulación es tan sencilla como la del cartón corrugado, con un cúter se puede cortar. Se puede imprimir, serigrafiar, troquelar, doblar, etc.

Así, sus **ventajas** principales son las siguientes:

- Ecológico
- Muy resistente
- Económico
- De fácil manipulación
- Ligero
- Versátil



Ilustración 34. Cartón nido de abeja

1.2.3 PROPIEDADES DEL CARTÓN

El cartón deja de ser papel y es considerado como tal a partir de un gramaje superior a 160g/m^2 , debido a que es el mínimo espesor en el que un material fibroso es lo suficientemente rígido. El **gramaje** es una de las propiedades más características de este material debido a que es el nombre concreto que se le da al peso del cartón. El máximo valor que se comercializa es de 600g/m^2 .

Otra de las propiedades que distinguen físicamente un cartón de otro es el **grosor**, que comprende la distancia existente entre las dos superficies de una plancha. Se mide, por lo general, en milésimas de milímetro y sus valores comerciales se encuentran entre los 350 y los $800\ \mu\text{m}$.

El cartón también viene determinado por un grado de compactación que se mide a través de la **densidad**, cuya unidad de medida es el kilogramo por metro cúbico; y por su **volumen** que le clasifica en un cartón de alto o de bajo volumen. El primero tiene una relación volumen-peso alto, por lo que es más rígido y grueso aun teniendo el mismo gramaje que uno de bajo volumen, considerado así al cartón más compacto.

Teniendo en cuenta la orientación que toma la fibra que compone este material, se perciben dos direcciones, una de ellas es la que toman las fibras paralelas a la **dirección de la máquina**, que es más rígida y fuerte. La otra es la perpendicular a la máquina y está considerada como la anchura de la plancha. Ésta última es mejor en cuanto a plegabilidad.

Dos de las propiedades más importantes del cartón, que le permiten cumplir su función principal como envase, son la rigidez y la fuerza de compresión.

Frente a otros materiales, el cartón ofrece una gran **rigidez** por unidad de peso, y es importante debido a que le permite proteger el contenido del envase. La **fuerza de compresión** es la que evita que el embalaje se derrumbe.

A parte de la fuerza de compresión, el cartón presenta otras dos, que son la de rasgado y la de superficie. La **fuerza de rasgado** es la necesaria para conseguir rasgar una lámina a lo largo de un corte existente; y la **fuerza de superficie** es la capacidad que presenta el cartón para resistir fuerzas en su superficie, como puedan ser tintas o adhesivos.

Centrándonos en la superficie, los objetos y envases realizados con cartón requieren una llanura satisfactoria que consiga buenos resultados ante impresiones posteriores. A esta propiedad se la denomina **lisura de la superficie**. Además el cartón debe conservar su forma durante la impresión, por tanto se habla de **planitud** como la capacidad para permanecer plano.

La resistencia de una lámina de cartón a los cambios dimensionales debidos a la modificación de alguna de sus propiedades es conocida como **estabilidad dimensional**. Es un factor importante durante los procesos de impresión y transformación para evitar errores.

En cuanto a los acabados que pueda presentar, la **blancura** es la impresión visual de blancura; el **brillo** es el porcentaje de luz que es reflejado desde una superficie de cartón a una longitud de onda de $457nm^5$. Si, por otra parte, hace referencia a la imagen que se imprime sobre el cartón, este brillo es sinónimo de **luminancia**; y la **opacidad** mide la capacidad que tiene una determinada plancha de cartón para ocultar lo que está detrás de ella. Se expresa en porcentajes, por lo que un porcentaje elevado pertenece a una alta opacidad, que será interesante cuando el cartón se deba imprimir por ambos lados.

⁵ Definición de brillo aportada por ProCartón en [Glosario de términos sobre el cartón y los envases de este material](#)

1.2.4 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.

IMPRESIÓN TIPOGRÁFICA

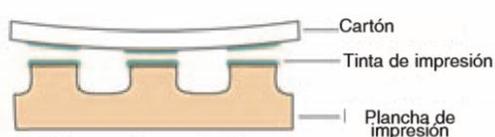


Ilustración 35. Método de impresión tipográfica

Es un sistema de impresión directa sobre el papel donde las imágenes son grabadas en planchas con el dibujo invertido, para ser entintadas por rodillos de caucho y, posteriormente, aplicando presión, ser transferidas sobre el papel.

Es la forma más antigua, nacida con el tipo de imprenta en metálico a mediados del siglo XV, siendo la única técnica durante siglos.

Los elementos que permiten la impresión están en relieve frente a un fondo vacío, formados por letras individuales o en bloque.

Existen tres tipos principales de máquinas para este tipo de impresión.

- De platina, compuesto por un mecanismo básico conformado por dos superficies planas que se juntan.
- Plano cilíndrico, donde la forma de imagen se coloca sobre un revestimiento horizontal y el papel pasa a través de ella sujeto en un cilindro.
- Prensas de cilindros, utilizadas para tinter en dos colores. Es una versión ampliada de la anterior, llevando sólo dos imágenes, dos sistemas de entintar y dos cilindros. Primero se imprime en el primer cilindro y pasa automáticamente al segundo. Así el resultado es una impresión a dos colores.

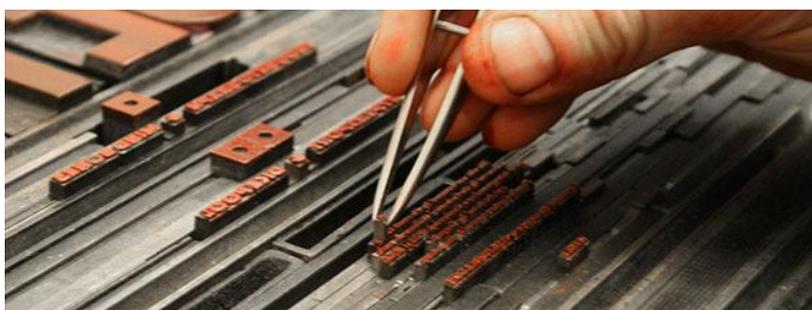


Ilustración 36. Tipografía

plant#2

FLEXOGRAFÍA

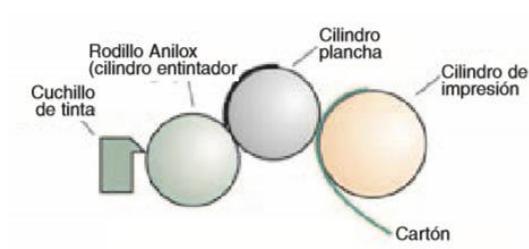


Ilustración 37. Método de la flexografía

La flexografía es también un método de impresión directa. Permite imprimir más materiales y utiliza tintas más variadas, aunque los matices sean menos exactos.

La plancha donde se graba la imagen se denomina cliché, y es generalmente un fotopolímero capaz de adaptarse a soportes muy variados. Es uno de los más utilizados para el cartón ondulado.

Utilizan tintas líquidas de rápido secado, que facilita la impresión de volúmenes altos a bajos costos.

Se diferencia de otros sistemas de impresión en el modo de recibir la tinta. En este caso, el rodillo giratorio recoge la tinta y la transfiere a otro cilindro, el cual transfiere una capa muy fina, regular y uniforme al cliché, que imprimirá sobre el soporte.

Se pueden usar de una a diez colores de tinta, contando también diferentes acabados de brillo, barnices, laminaciones plásticas o estampados.



Ilustración 38. Flexografía

HUECOGRABADO

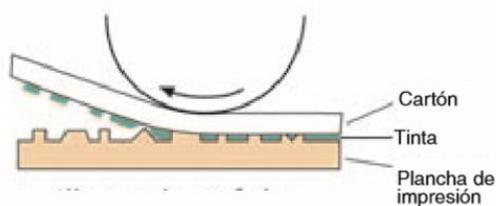


Ilustración 39. Técnica del huecograbado

El huecograbado es una técnica directa, caracterizado por la forma en bajo relieve de la impresora.

Está destinado a aplicaciones específicas, sobre todo a impresiones de calidad en

embalajes, pero ha perdido adeptos frente a las ventajas de otros métodos como el *offset* o la flexografía.

El proceso va dirigido por una matriz impresora, que es un cilindro denominado de impresión. Es de hierro con una capa de cobre sobre la que se graba la imagen a ser impresa, y una capa de cromo que mejora la resistencia durante el proceso.

Tiene procedimientos de grabado directo y de grabado indirecto, en los que se utilizan productos químicos para marcar la plancha. El más extendido es un proceso directo con cabeza de diamante, que graba la imagen.

Se utiliza una tinta al agua de secado rápido que baña el cilindro que pasa a través de ella. Posteriormente se raspa con un elemento denominado racleta, manteniendo sólo la tinta en los pozos del área con imagen. Así, la tinta que queda en esos pozos es absorbida por el papel cuando entran en contacto directo.

La aplicación de tinta se realiza mezclando los cuatro colores CMYK (Cian, Magenta, Amarillo y Negro). Cada color estará disponible en un cilindro de impresión. Dependiendo de la complejidad de la figura a reproducir se utilizarán más o menos rodillos, o en el caso en el que los tonos sean muy específicos.

Tras ser impreso, el soporte es secado en un túnel donde se inyecta aire caliente a presión. Se fijan los pigmentos y otros aditivos como plastificantes.



Ilustración 40. Huecograbado

IMPRESIÓN DIGITAL

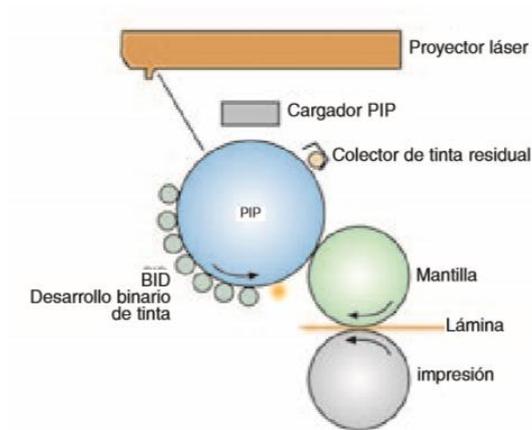


Ilustración 41. Impresión digital

Es la más conocida a nivel general porque es la utilizada en las impresoras domésticas.

Consiste en una impresión directa desde un archivo digital, que utiliza tinta en impresora de inyección de tinta y tóner en impresora láser.

Es veloz y de bajo coste para tiradas cortas, pues una de sus principales ventajas es la inmediata disponibilidad de los impresos ya que no requiere secado.

Existen dos vertientes según el tamaño del formato. El pequeño formato no está bien consolidado y presenta carencias. El gran formato ofrece problemas ecológicos y de costes.

OFFSET

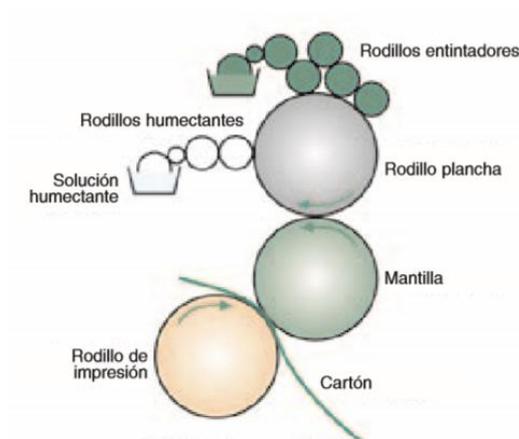


Ilustración 42. Método offset

Es la técnica más utilizada para el cartón.

En este caso es un grabado indirecto, debido al uso de propiedades químicas.

El proceso de impresión consiste en aplicar una tinta con textura oleosa sobre una plancha habitualmente de aluminio.

El principio de funcionamiento es similar al de la litografía, ya que la

plancha se humedece con agua para que repela la tinta oleosa en las zonas donde no debe ir la imagen. Para que las zonas donde sí debe ir impresa la figura se utiliza un compuesto apolar, denominado oleófilo, que se impregna sobre una plancha con el motivo correspondiente.

Se caracteriza por una calidad excepcional, debida a la forma indirecta de imprimir el soporte. Se utilizan unos rodillos de caucho, que impregnan superficies irregulares y rugosas.

1.2.5 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, se denomina lamiado.

- **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**

En el proceso de troquelado, el cartón se corta siguiendo un patrón, con el que se generará un producto.

- **Muestras**

Las muescas 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. Puede contener impresión o no.

- **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.

plant#2

CAPÍTULO II

Desarrollo de Plan#2

Mobiliario de cartón

2.1 PRESENTACIÓN DE PRODUCTO

La serie de cartón Plan#2 es una propuesta dirigida a solventar problemas de espacio, pudiendo mantener el mobiliario apilado y almacenado, y utilizarlo en momentos necesarios como visitas o reuniones. Su diseño está pensado para ocupar poco espacio mientras está guardada y ser cómoda y moderna en su uso.

Es versátil, adaptándose a todo tipo de eventos donde se necesite mobiliario económico y que permita acabados específicos.

Además puede ser utilizado por cadenas de marcas conocidas para plasmar su publicidad durante los meses de verano, y prescindir del plástico tan poco amable con el medio ambiente.

El ecodiseño desarrollado en este proyecto promueve un mobiliario ecológico y funcional, sin olvidar la estética adaptable a cualquier ambiente y situación.

Plan#2 es desmontable debido a que no usa aditivos, es ergonómica, ligera, fácil de montar y muy resistente. Una de las características fuertes es su capacidad de adaptación a ambientes y momentos debido a que se le puede aportar cualquier imagen o gráfico de impresión para su acabado.

Esta serie de muebles de cartón se compone de 6 sillas, Plan#2 como originaria y del #3 al #7 como variaciones. Además se han diseñado una mesa y un reposapiés para completarlo.

El *packaging* de cartón también se ha tenido en cuenta y está diseñado exclusivamente para este proyecto, manteniendo los principios ecológicos y sociales.

2.2 ESTUDIO PREVIO

ESTUDIO 1

A partir de la idea de la Silla Vouwwow comenzamos a diseñar una silla de una sola pieza que mantenga una continuidad. Se busca la triangulación y el asentamiento del mueble. Como primera idea parece buena solución, pero es evidente que no es resolutiva. Presenta varios defectos, como la falta de sujeción del respaldo y el encaje de éste con el asiento, que sería irrealizable a tamaño real, pues el cartón se sometería a una flexión insostenible.



Ilustración 43. ESTUDIO 1

ESTUDIO 2

Esta silla surge con la misma idea que la anterior, una plancha estrecha y larga para poder generarla de una sola pieza. Aquí se definen diversas anchuras para que encaje el asiento y se solucione el problema anterior, pero el respaldo sigue sin estar resuelto.

Como se puede observar en las ilustraciones se sigue defendiendo la idea de triangulación.

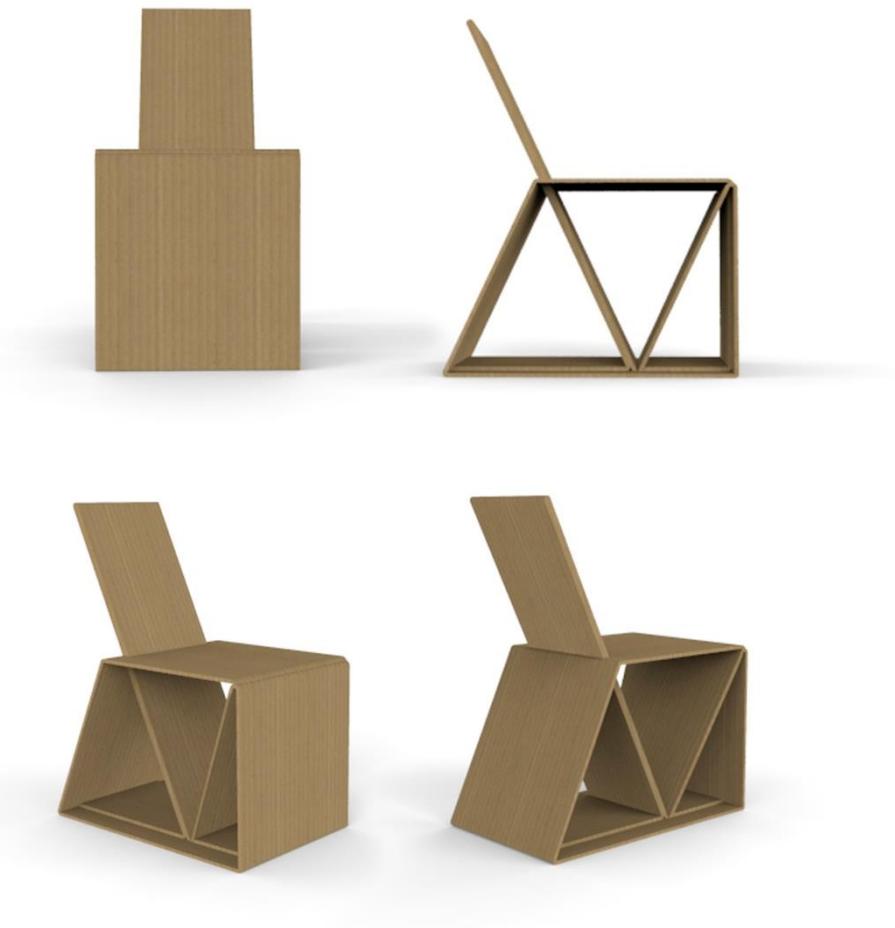


Ilustración 44. ESTUDIO 2

ESTUDIO 3

El nuevo estudio ofrece una simplicidad agradable a la vista. Se compone con menos cartón que las anteriores, pero la sujeción del asiento en la base es dudosa.



Ilustración 45. ESTUDIO 3

ESTUDIO 4

Silla voluminosa, totalmente diferente a las ya presentadas, que consigue cierta resistencia debido a los nervios internos. Está compuesta de una sola tira de cartón que se va doblando sobre sí misma hasta conseguir generar la forma determinada.

Es una estructura que se adapta a la persona que se sienta. Se puede definir más como sillón, por tener reposabrazos y una inclinación de reposo, pero no es cómoda para pasar mucho rato en ella.

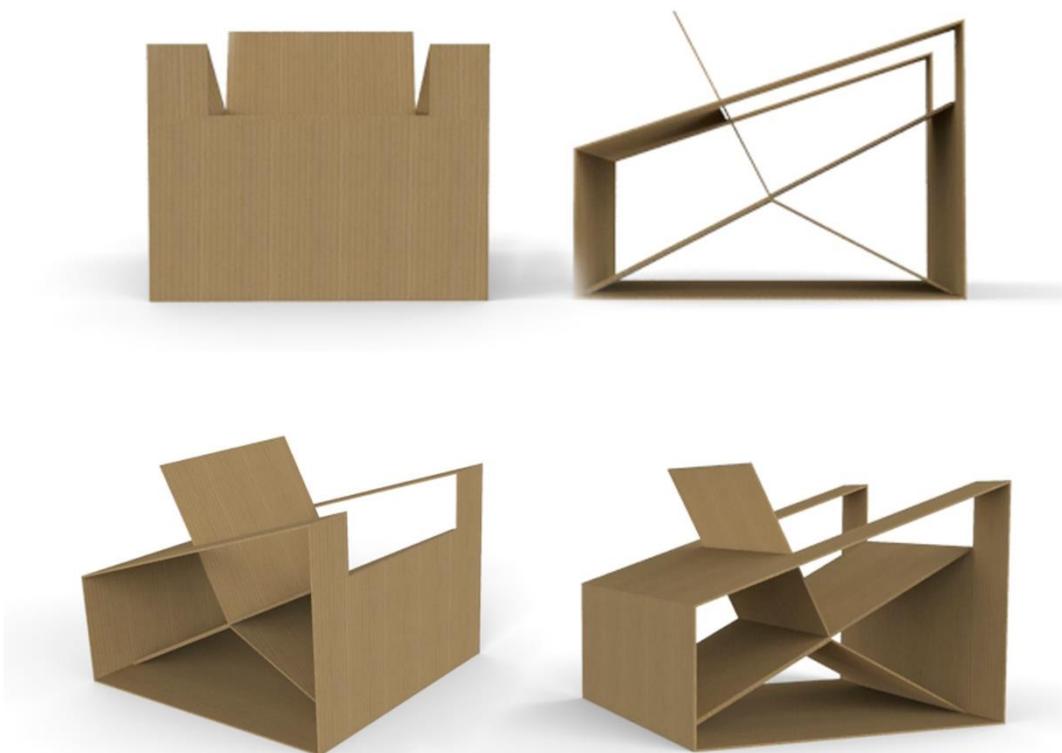


Ilustración 46. ESTUDIO 4

ESTUDIO 5

Volvemos a la idea inicial. En este caso cambiamos un poco la estructura y se resuelve el respaldo. Es una silla que parece solvente pero contiene un problema en el asiento, puesto que si se sentara una persona rotaría hacia delante.



Ilustración 47. ESTUDIO 5

2.3 MAQUETAS PLAN#2

Para llegar a definir la estructura de la silla *plan#2*, se han realizado dos tipos de maquetas.

En un principio, para determinar si el diseño dibujado funcionaba, realizamos una silla en papel, a una escala muy pequeña. Como se observó que en papel era solvente la realizamos en cartón ondulado. Ambas están desarrolladas en función de su grosor, teniendo en cuenta que se quería una silla con un espesor específico. Son sillas que se aproximan al resultado final.



Ilustración 48. Maquetas realizadas en papel y cartón

La maqueta grande, está realizada con un cartón ondulado de doble pared, que se puede asimilar, en sus pequeñas dimensiones, al cartón nido de abeja que tendrá la silla final.

A simple vista parece una silla robusta, pero ¿cuánto peso es capaz de soportar?

Para cerciorarnos de que estábamos ante un buen diseño, nos planteamos sobredimensionar el peso que debería soportar la maqueta de cartón ondulado. Para ello se buscó elementos caseros reconocibles por cualquier

persona para tener una intuición real del peso. Seleccionamos una botella de aceite de 5L (4,680kg), pero como tiene la base mucho más grande que el asiento del prototipo, colocamos un bote de puré de tomate (0,500kg) que alzaría la garrafa y concentraría el peso en menor superficie, aumentando favorablemente la capacidad portante de nuestra silla.



Ilustración 49. Garrafa de aceite de 5L sobre pesa y detalle



Ilustración 50. Bote de puré de tomate sobre pesa y detalle

La siguiente imagen demuestra que la maqueta es capaz de soportar, al menos 5,180kg sobre su asiento.

plant#2



Ilustración 51. Prueba de pesos sobre la maqueta de cartón corrugado

2.4 CARACTERÍSTICAS

El mobiliario Plan#2 es un producto de concepto **ecológico y biodegradable**, debido a que el cartón nido de abeja con el que se fabrica es **100% reciclable** que, a su vez, está compuesto de pasta de fibras recicladas.



Ilustración 52. Símbolos de reciclable y biodegradable

El grosor necesario para fabricar la silla es de 30mm, que le proporciona una resistencia de hasta 10Ton/m², dependiendo del tamaño de las celdas de nido de abeja.



Ilustración 53. Perfil de varios tipos de cartón nido de abeja

Además ofrece una alta capacidad de absorción de impactos y estabilidad dimensional. También es **resistente** a la torsión y permite el troquelado, necesario para este proyecto.

Cualquier tipo de acabado de los nombrados en el *Capítulo I* es aplicable a este cartón, por lo que la silla se puede realizar con dobleces, cortes y gráficos impresos en su superficie.

La plancha de la que se obtiene el mueble es de unas **dimensiones de 2x2x0.03m**. Sobre ella se troquea el desarrollo que se muestra en la figura.

En el *Capítulo III* se detalla el proceso de corte y doblado para obtener la pieza.

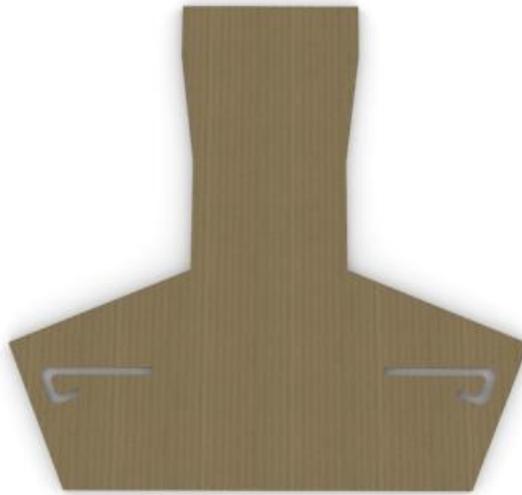


Ilustración 54. Desarrollo de la silla Plan#2

El **montaje** es muy **sencillo** y muy **rápido**. Las siguientes imágenes muestran los pocos pasos a seguir.

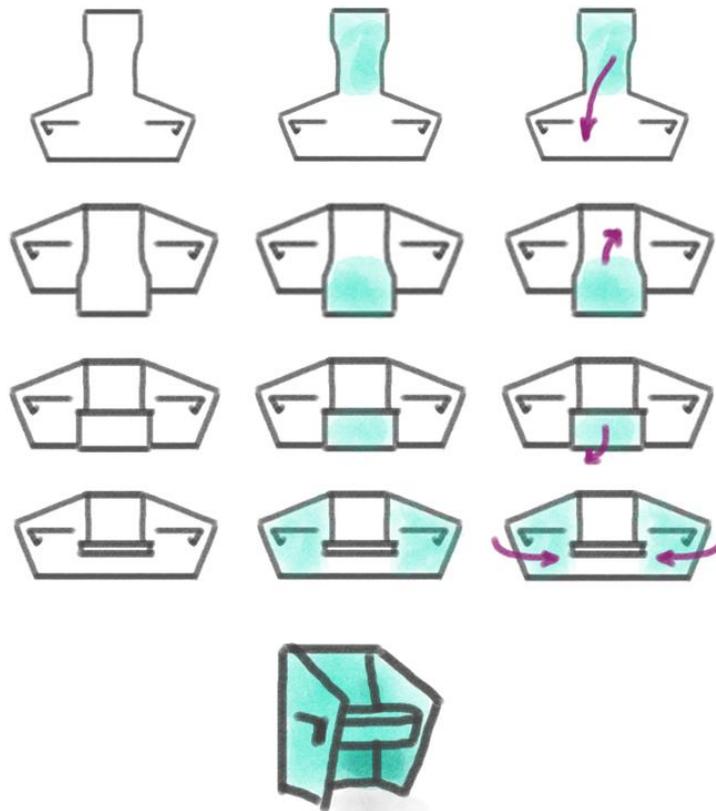


Ilustración 55. Montaje de la silla Plan#2

Más adelante se detallarán los pasos con más precisión. (Ver *Capítulo IV*)

Y al igual que se monta, se desmonta y se guarda. Por tanto, juega con otra característica destacable, es **desmontable**. Esto permitirá disponer de un mayor número de sillas en casa sin que ocupen sitio.

La causa principal de que sea desmontable, es que su estructura **no** depende de **adhesivos** ni **piezas externas** para mantenerse en su forma de uso, generando un valor añadido al producto.

El diseño se ha conseguido manteniendo la idea fija de utilizar **una sola pieza** de cartón, siendo la geometría la que sostenga la estructura. Esta característica no solamente es beneficiosa a la hora del montaje, que lo hace menos aparatoso, sino que, además, en el momento de guardarlo, **facilita el apilado** de unas planchas sobre otras.

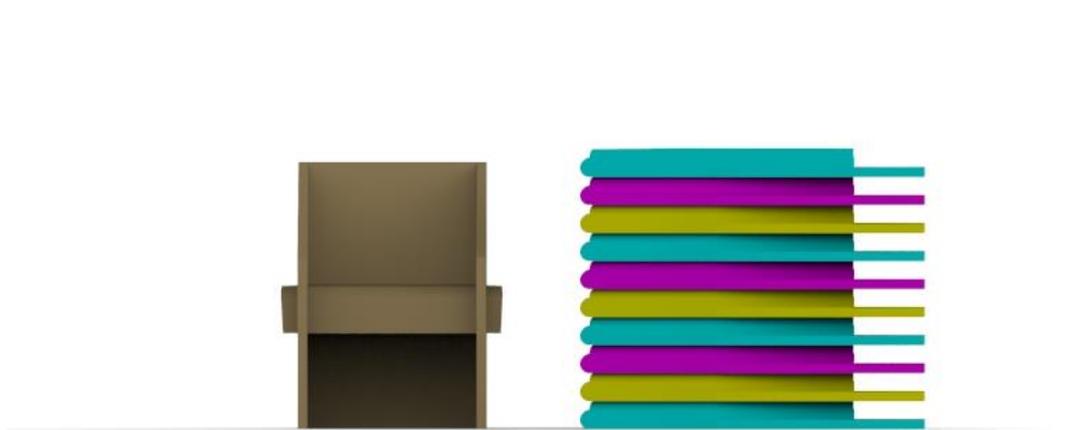


Ilustración 56. Comparativa de espacio de una silla montada a varias apiladas

Pese a tener un grosor de 30mm, el cartón es un material **ligero** que permite un **transporte cómodo**, tanto en el traslado de la tienda a casa como dentro de la misma, de una estancia a otra.

Como se ha especificado párrafos antes, el cartón nido de abeja es muy resistente y absorbe impactos, tanto que su función principal es la de sustitución de palés de madera. Por tanto, con este material estamos consiguiendo una silla **robusta** y **duradera**.

En la actualidad el mercado busca diseños diferentes, que se adapten a un modo de vida en el que las tendencias varían cada vez con más frecuencia. En este proyecto también se busca lo **moderno** y lo **atractivo**, presentando una silla con un material que comienza a ser más consumido en el mobiliario y que se adapta a cualquier tipo de estilo que el cliente quiera.

plan#2

Se pueden mantener las líneas del cartón a color natural; o se pueden incluir gráficos o imágenes que adopten un estilo determinado. Al mismo tiempo, es un mueble **económico**, adaptado a todo tipo de economías, y su precio aumentará en función de la tinta que se utilice en el acabado final.

A parte de todo tipo de estilismo, vuelvo a remarcar el concepto de ecológico, porque, aparte de que es 100% reciclable, los residuos del cartón que se producen a la hora del troquelado se devuelven en su totalidad al inicio del proceso, es decir, la serie Plan#2 tiene **0 residuos** durante su producción.

2.5 PROPUESTA DEFINITIVA

plan#2

La silla *Plan#2* se caracteriza por tener unos reposabrazos falsos, que le dan aspecto de sillón. Los denominamos “falsos” porque son más altos y no están diseñados para esa función, sino que el lateral está pensado de un modo estructural. La continuidad total del respaldo hacia los laterales proporciona una mayor robustez al conjunto.

El asiento está inclinado 105° para obtener una buena ergonomía, y su aumento de tamaño al final del mismo permite que encaje en los laterales de la silla.



Ilustración 57. Silla Plan#2

Plan#2 es adaptable a diferentes ámbitos cotidianos como los que se presentan en las siguientes ilustraciones.



Ilustración 58. Plan#2 en un jardín



Ilustración 59. Plan#2 en una cafetería



Ilustración 60. Plan#2 en el salón de una casa



Ilustración 61. Plan#2 en una sala de conferencias

Hasta ahora se ha presentado el mueble con el color natural del cartón, pero, como ya se ha dicho en el *Capítulo I*, donde se habla del cartón de nido de abeja, es posible imprimir sobre él.

Esto permite adaptar la silla a cualquier ambiente, ya sean lugares elegantes, sitios urbanos, propaganda, programas culturales o eventos multitudinarios.

A continuación se muestran varias ideas.



Ilustración 62. Estilo clásico



Ilustración 63. Estilo elegante



Ilustración 64. Estilo colorido



Ilustración 65. Estilo urbano



Ilustración 66. Estilo Neoplasticista



Ilustración 67. Estilo sevillano

2.6 VERSIONES

Plan#2 es el inicio de una serie de muebles centrada en sillas, con nuevos diseños en la forma del cartón; reposapiés y mesa. Tanto el sistema de montaje común a ellos como el cartón nido de abeja, son los que generan el carácter distintivo a este conjunto de piezas.

2.6.1 SILLAS

El conjunto de sillas que completan los asientos presentan las mismas medidas generales que la silla original, para que el diseño del *packaging* sea el mismo y para que la altura de asiento entre todas ellas se mantenga.

Por un lado se han diseñado la *Plan#3* y la *Plan#4*, que continúan con un diseño geométrico que marca los vértices. Cabe destacar que en ambas ha desaparecido el falso reposabrazos para facilitar la comodidad de brazos y hombros, así como la visión hacia los laterales.

Por otro lado *Plan#5*, *Plan#6* y *Plan#7* cambian a formas más orgánicas, donde se eliminan los marcados vértices. Entre todas las sillas existen relaciones, como, por ejemplo, *Plan e* se corresponde con *Plan b*, porque es la única que mantiene el falso reposabrazos; *Plan f* con *Plan c* porque son las que poseen mayor base en los laterales; y *Plan d* y *Plan g* porque ambas tienen la base fina como la original, pero ninguna mantiene el falso reposabrazos.



Ilustración 68. Serie de sillas Plan#2

plan#3

Plan#3 es la versión contrapuesta a *Plan#2*. En las ilustraciones se puede observar el ensanchamiento de la base de los laterales y la apertura de visión, que genera mayor comodidad, aunque pierda en sencillez estética.

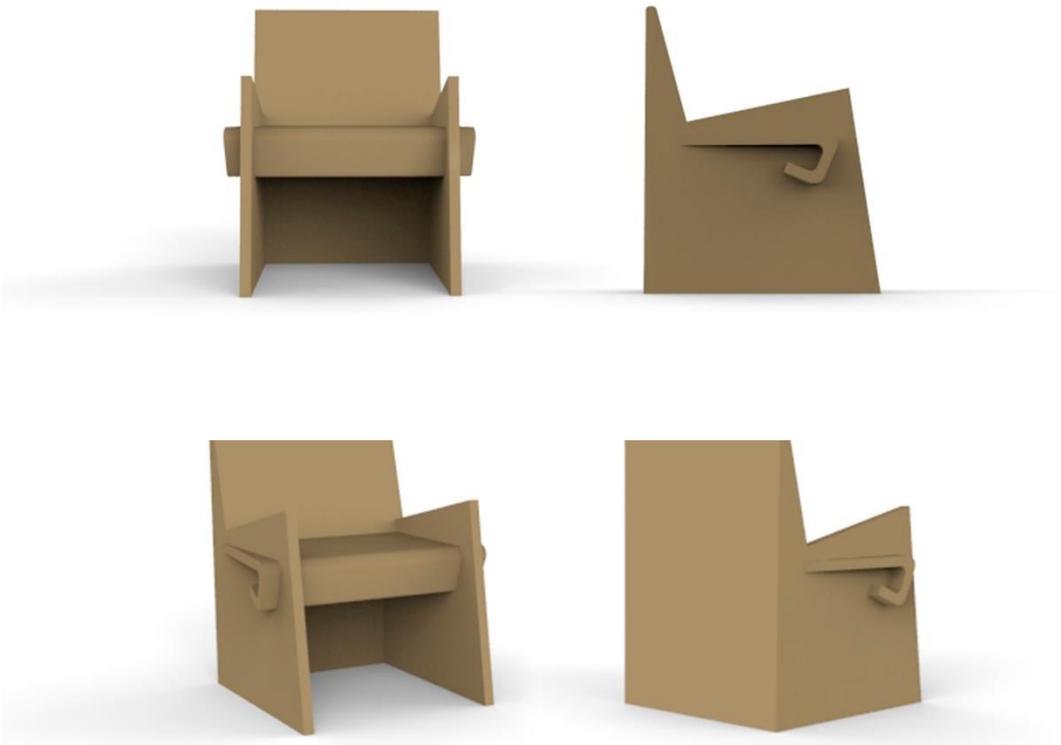


Ilustración 69. Silla Plan#3

plan#2

plan#4

Retoma las medidas de la base lateral de la Plan#2, pero mantiene el espacio abierto desarrollado en la #3.

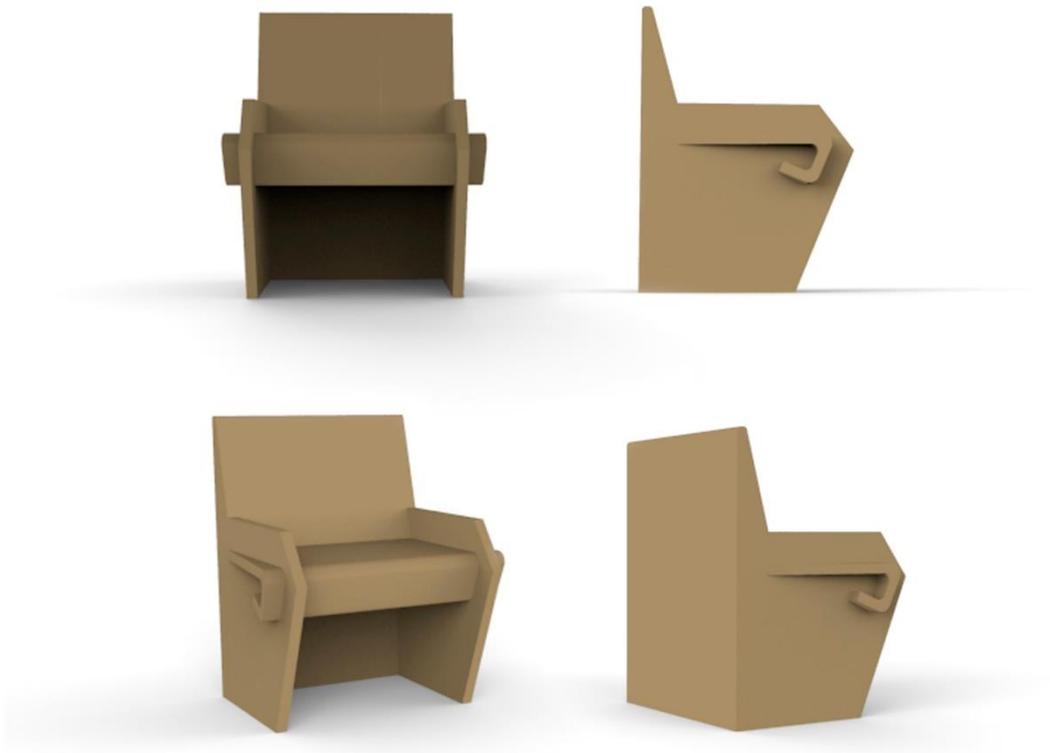


Ilustración 70. Silla Plan#4

plan#5

Con esta silla comienzan los modelos más orgánicos basados en los anteriores. Como se ha comentado, ésta es una variación de la original, respetando sus características principales, pero redondeando el vértice.

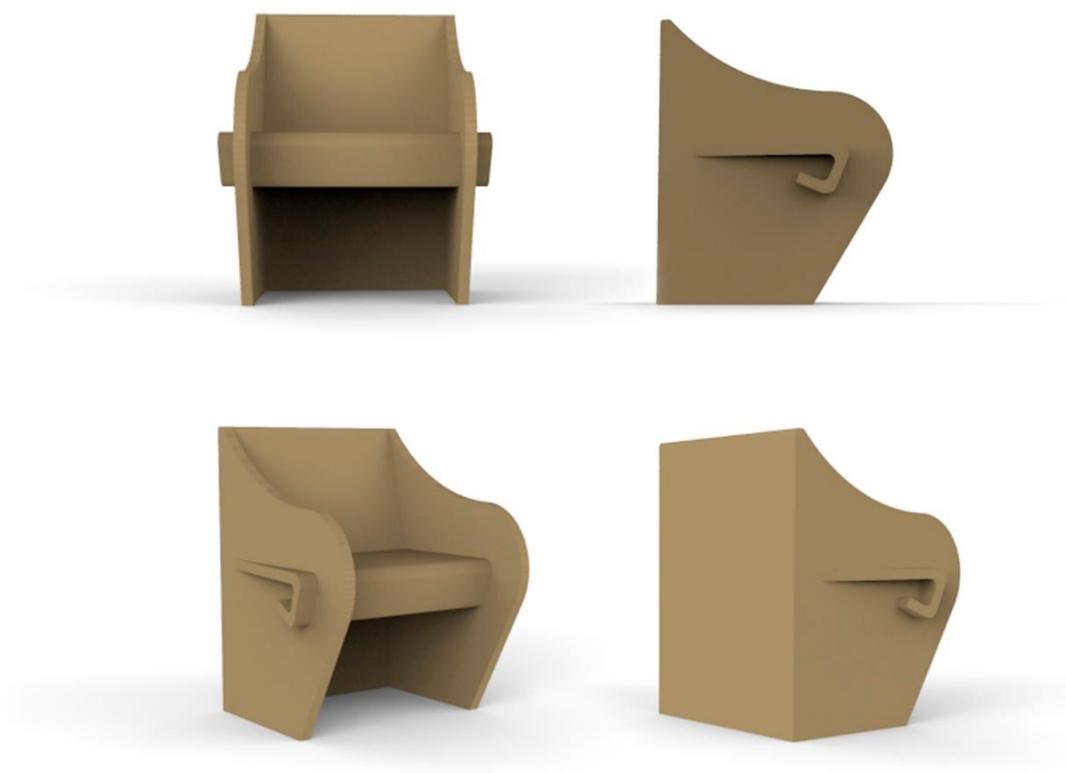


Ilustración 71. Silla Plan#5

plan#2

plan#6

Con un diseño orgánico, *Plan#6* se presenta delicada y quizás la silla más armoniosa de toda la serie. Se puede observar la base más ancha, del mismo tamaño que la *Plan#3*.

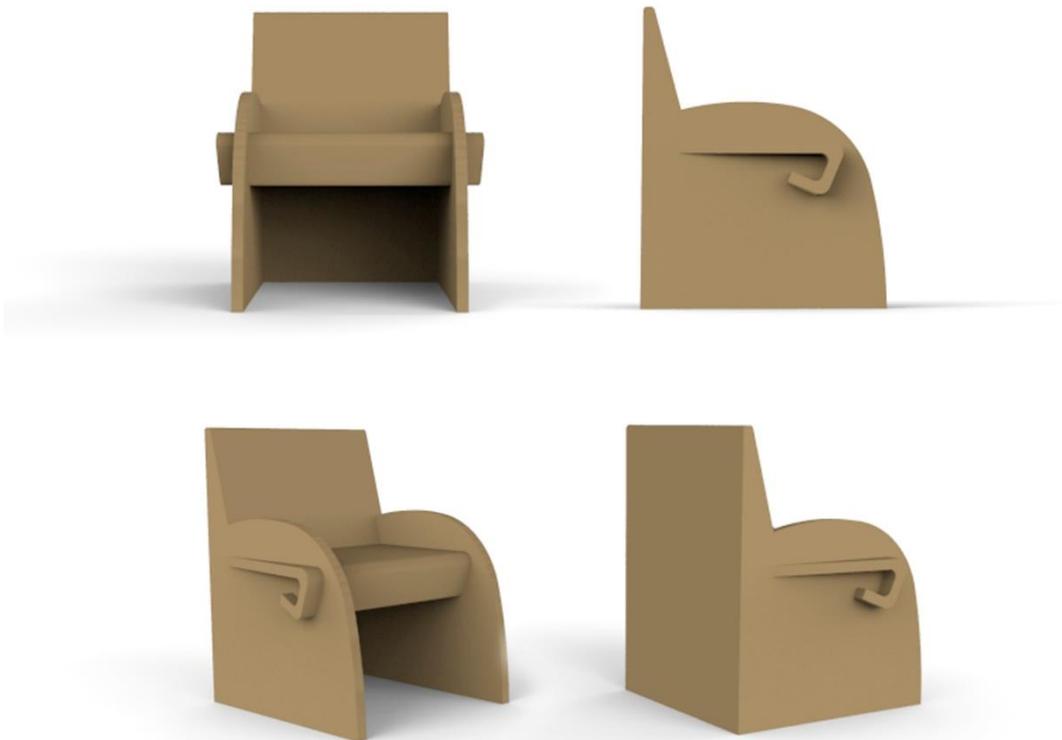


Ilustración 72. Silla Plan#6

plan#7

Por último, se presenta la silla Plan#7, con un estilo más divertido y desenfadado debido al uso de la curva de una manera más exagerada.

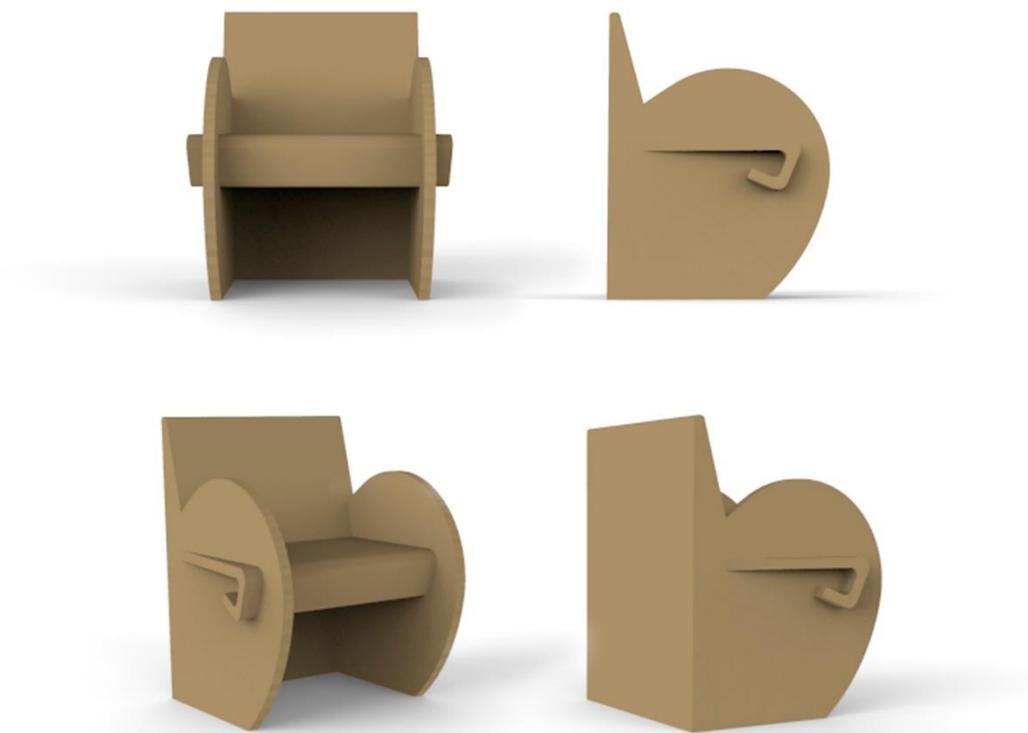


Ilustración 73. Silla Plan#7

2.6.2 REPOSAPIÉS Y MESA

Ambos muebles se incluyen en un solo análisis porque son iguales diferenciándose en el tamaño, pues el reposapiés es más pequeño que la mesa.

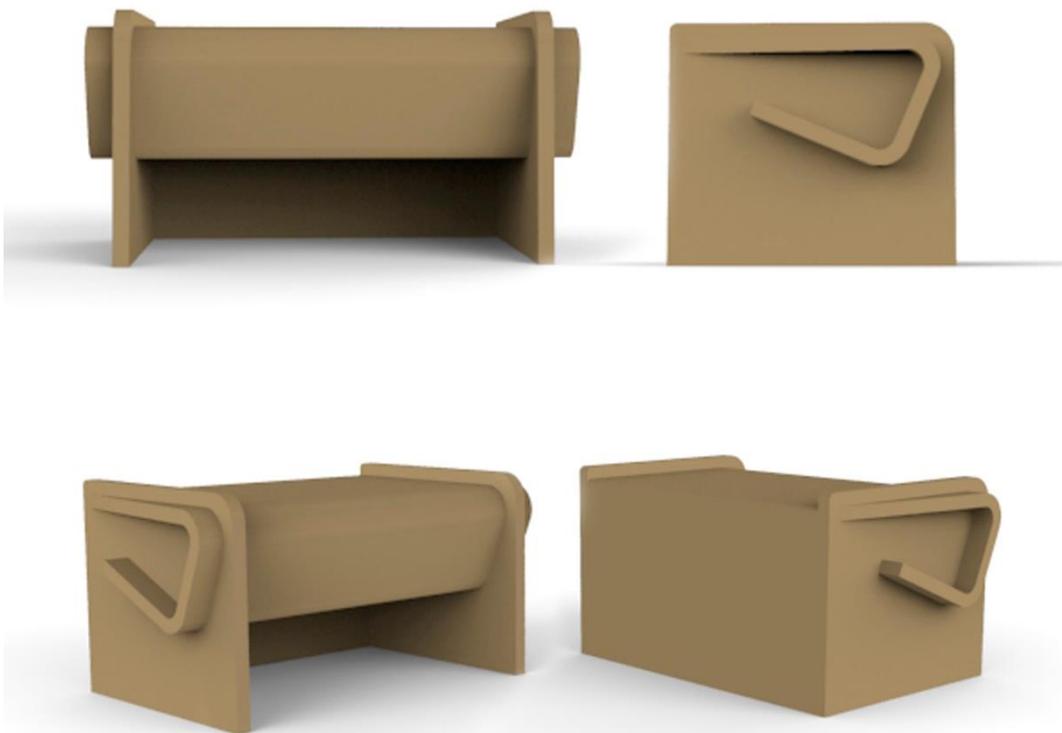


Ilustración 74. Perspectivas de la mesa y el reposapiés

Cabe destacar que ambos tamaños, el del reposapiés y el de la mesa, son diferentes de los de las sillas, por lo que el *packaging* está adaptado a cada uno de ellos.

2.6.3 CONJUNTO



Ilustración 75. Imágenes de las sillas, la mesa y el reposapiés

2.7 TÉCNICA DEL PRODUCTO

2.7.1 MEDIDAS

Para tener un concepto general de las medidas comunes a todas las sillas, a continuación se muestran unos esquemas de una silla montada, del desarrollo y de una silla plegada como viene en la caja. (Las medidas expresadas en metros [m])

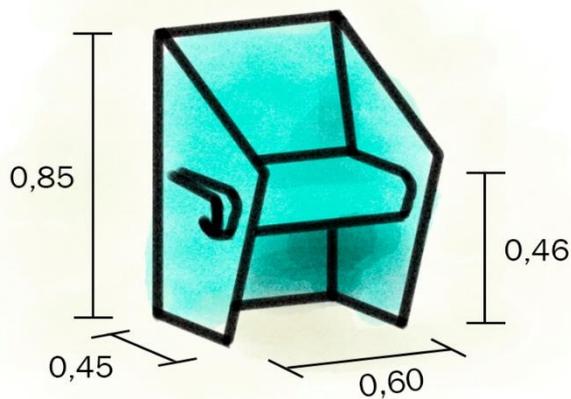


Ilustración 76. Medidas generales de una silla de la serie

La silla montada tiene una altura de 0,85m y el asiento está elevado hasta los 0,46m.

El ángulo que forma el respaldo con el asiento es de 105°, que mantiene los valores marcados de ergonomía.

La anchura es amplia, de 0,60m.

Si nos centramos en el desarrollo de la silla, ambos lados son casi de un tamaño de 2m.

El espesor es de 0,030m.

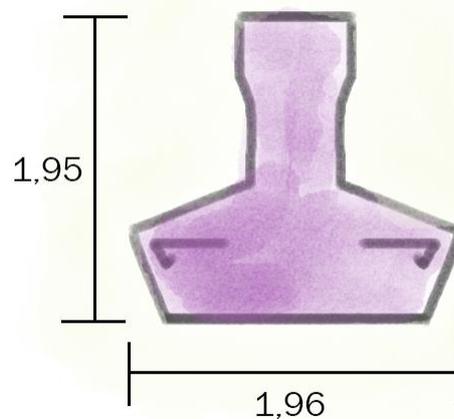
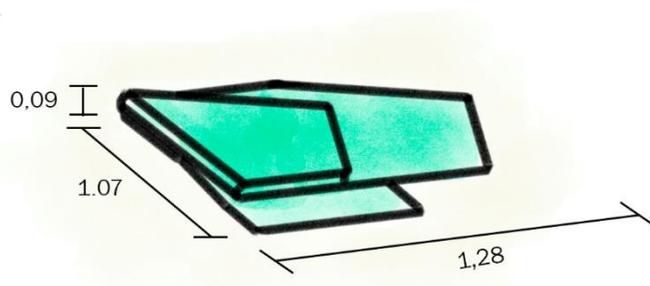


Ilustración 77. Medidas generales del desarrollo de una silla de la serie



La silla plegada tal cual sale de la caja tiene unas dimensiones de 1,28x1,07m, y un espesor de 0,9m.

Ilustración 78. Medidas generales de una silla plegada

Los planos de todas las sillas, de la mesa y del reposapiés se encuentran en el Capítulo de Anexos.

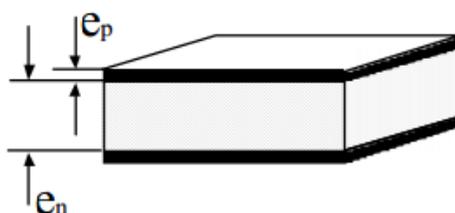
En ellos se especifican todas las medidas necesarias para poder construir una silla de este tipo.

2.7.2 ESTUDIO DE PANELES NIDO DE ABEJA

INTRODUCCIÓN⁶

El cartón nido de abeja es un tipo de panel sándwich. Éste puede estar formado por diversos materiales, como chapa, poliuretano inyectado (PUR), poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido (EPS) o lana de roca. Principalmente se utilizan en la construcción tanto para interior como para exterior.

En la figura se muestra un esquema de la configuración de un panel tipo sándwich como el que se utiliza en el cartón nido de abeja. Está formado por dos láminas delgadas, denominadas pieles, pegadas con adhesivo ecológico al núcleo.



⁶ La introducción, comportamiento mecánico y caracterización del comportamiento mecánico son datos obtenidos de la Tesis de Máster: CARACTERIZACIÓN DE PANELES SANDWICH HIBRIDOS FRP CON ALMA DE NIDO DE ABEJA DE ALUMINIO, de Juan Maria Malavia Otero.

plant#2

Los valores geométricos característicos, así como también el intervalo de su densidad, de este tipo de materiales son:

- $10 \leq e_n/e_p \leq 100$
- $0.25\text{mm} \leq e_p \leq 12.7\text{mm}$
- $20 \text{ kg/m}^3 \leq \gamma_n \leq 1000 \text{ kg/m}^3$
- $0.025\text{mm} \leq e_a \leq 0.2\text{mm}$

Donde:

- e_p : Espesor de la piel
- e_n : Espesor del núcleo
- e_a : Espesor del adhesivo
- γ_n : Densidad del núcleo

Según varios estudios realizados sobre este tipo de paneles en forma de sándwich, se caracterizan por gran ligereza y buena rigidez a flexión.

Para estudiar un poco más la rigidez a flexión se tiene en cuenta el siguiente esquema, en el que t corresponde a una plancha de cartón, $2t$ es el espesor de otra plancha formado por pieles de cartón y núcleo de nido de abeja e ídem para la última imagen pero con un espesor de $4t$.



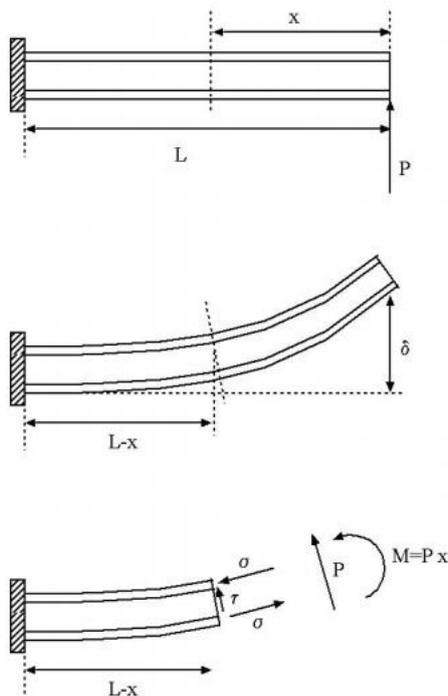
Por tanto, el efecto del espesor del núcleo en la rigidez y la resistencia a flexión y en el peso de la estructura se recoge a continuación.

Espesor núcleo	0	t	3t
Rigidez flexión	1	7	37
Resistencia flexión	1	3.5	9.25
Peso	1	1.03	1.06

Así pues, una vez conocida la rigidez a flexión, la resistencia y el peso de una plancha de cartón sin nido de abeja (datos que no se conocen debido a que son confidenciales de cada empresa), se puede conocer los valores para espesores mayores.

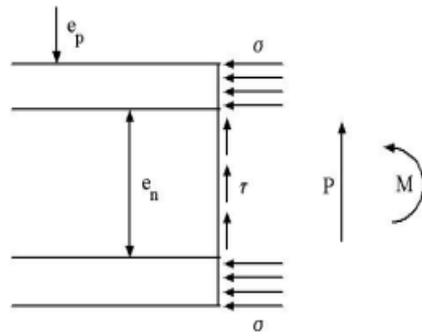
COMPORTAMIENTO MECÁNICO

Es preciso distinguir las formas de trabajo de las capas y el núcleo de cartón para comprender la forma de trabajo de un panel con estructura tipo sándwich. Las pieles soportan las cargas influidas por la flexión, y el núcleo el esfuerzo cortante. Se puede considerar una plancha en voladizo sometida a una carga por unidad de longitud perpendicular al plano del papel de valor P . Siendo P_{xy} el momento flector y P el esfuerzo cortante.



σ es la tensión normal, considerada constante en todo el espesor de la piel, sin producirse cizalladura; y T es la tensión tangencial, considerada constante también en todo el espesor del núcleo. La compresión se percibe en la capa superior y la tracción en la capa inferior. El núcleo, por su parte, trabaja a cortante, sin deformarse a causa de la flexión.

plant#2



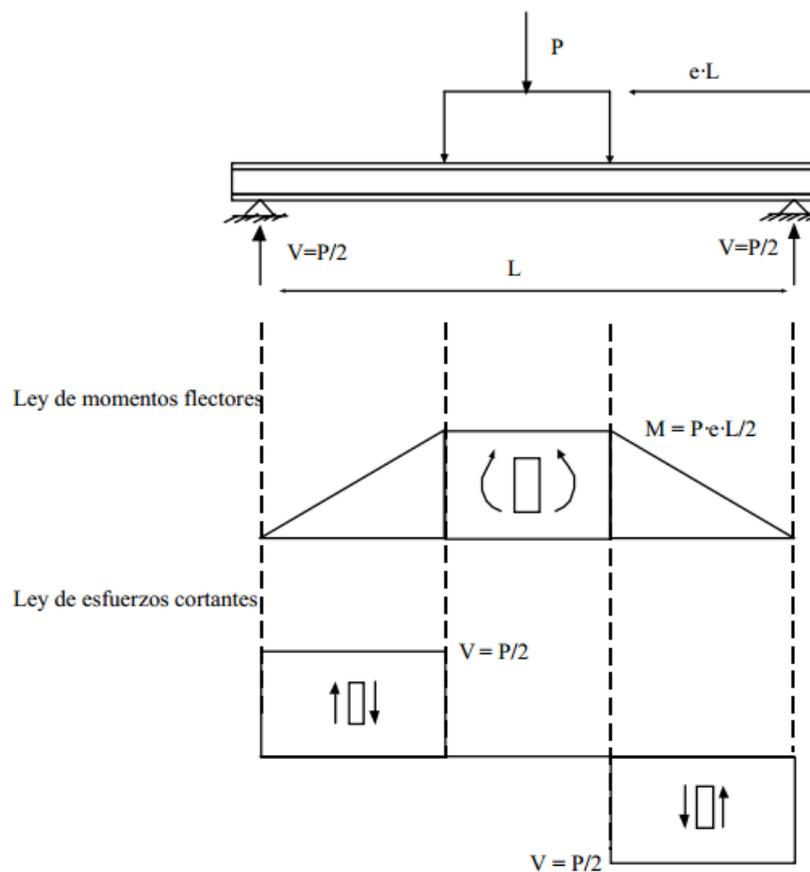
Por tanto, los valores de las tensiones se pueden calcular en función de los esfuerzos.

$$\sigma = \frac{M}{e_p \cdot e_n} \quad \tau = \frac{P}{e_n}$$

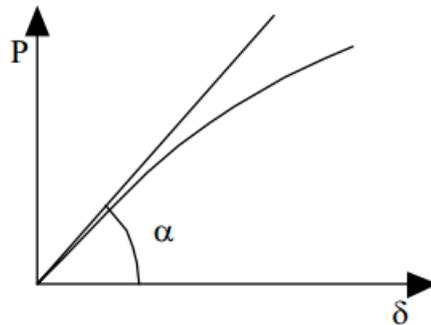
Donde M es el momento flector y P se corresponde con la carga aplicada.

CARACTERIZACIÓN DEL COMOPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN PANEL NIDO DE ABEJA

Para caracterizarlo se lleva a cabo un ensayo de tracción en cuatro puntos, tal y como se muestra a continuación. Los resultados obtenidos son la máxima tensión en las capas, la tensión tangencial y el módulo de rigidez del núcleo.



De aquí se obtiene un registro de la fuerza frente al desplazamiento del punto medio de la plancha, a partir del cual es posible construir la siguiente curva.



Y, a partir de los diagramas y de la figura anterior se pueden determinar las siguientes variables.

Tensión en las pieles

$$\sigma = \frac{M \cdot \frac{e}{2}}{I}$$

Donde

M : momento flector

e : espesor total del panel sándwich

$$(e=2 \cdot e_p + e_n)$$

I : momento de inercia respecto al eje neutro

$$I = \frac{B(e - e_n)}{4} \cdot \left(\frac{e + e_n}{2}\right)^2$$

Tensión cortante en el núcleo

$$\tau = \frac{V}{A_n} \cdot k$$

Donde

k : factor de cortadura

A_n : área cortante

$$A_n = B \frac{e + e_p}{2}$$

Máxima deflexión:

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{48D} \cdot (3e - 4e^3) + \frac{V \cdot e \cdot L}{A_n \cdot G_n} \cdot k$$

Donde

plant#2

G_n : módulo de elasticidad a cortadura del núcleo

L : longitud

D : rigidez a flexión

$$D = \frac{E \cdot I}{1 - \nu^2}$$

ν : coeficiente de Poisson de la piel

E : módulo de Young de la piel

Módulo de rigidez

$$G = \frac{\left(\frac{P}{\delta}\right)_0 \cdot e \cdot L}{B(e + e_n) \left[1 - \left(\frac{P}{\delta}\right)_0 \cdot \frac{L^3(3e - 4e^3)}{48D}\right]}$$

Donde $\left(\frac{P}{\delta}\right)_0$ es la pendiente de la curva fuerza-desplazamiento en el origen.

Éstas fórmulas se utilizarán para conocer los valores necesarios de nuestro panel nido de abeja una vez tengamos los valores del cartón de fábrica, confidenciales en estos momentos.

Para concluir, queda determinar el peso capaz de soportar. Según consultas a fabricantes de cartón, sus cálculos estiman que una plancha de 100mm es capaz de soportar hasta 40Ton/m².

Haciendo una iteración simple, podemos calcular que para aguantar un peso de 100kg bastará con un espesor de 30mm.

Estos cálculos son básicos y están sujetos a futuros ensayos resolutivos.

2.8 NOMBRE DE MARCA

Corto, original, fácil y cercano, así es el nombre que apela a un nuevo concepto de sillas ecológicas y de diseño.

Al inicio del TFG surgió el nombre *Plan b*, mientras dibujábamos perfiles de sillas en una hoja de papel. En concreto, mientras trazábamos la silla Estudio 1, que fue la primera que nos gustó de lo que había delineado hasta el momento. Si se echa la vista atrás, en concreto al punto 2.2 de este mismo capítulo, en el perfil de éste mueble se ve perfectamente que el respaldo y el asiento conforman una b. Con ésta idea y la de continuidad y no adhesivos seguí desarrollando la Estudio 2, Estudio 3 y Estudio 5, que mantienen todas la b en su estructura.

Una vez se decidido el diseño definitivo nos planteamos si podía seguirse llamando *Plan b*, porque ya hay empresas con ese nombre. Por tanto se buscó opciones que siguieran manteniendo el significado de un plan alternativo, y surgieron nombres como PlanBe, PlanDos, Plan#2, Plan2.0 o PlanPack.

Los dos primeros también existen como empresa, y de los tres restantes el que más guardaba la idea original fue Plan#2. Decidido esto, se planteó realizar un análisis para verificar si era un buen nombre de marca.

Los expertos insisten en fijar un nombre que la gente pueda recordar, que sea de fácil pronunciación y de fácil comunicación, y mi elegido lo cumple.

Su significado evoca uno de los objetivos principales al que está destinado el producto, porque debido a la facilidad de apilado y almacenado permite mantener más muebles guardados y sacarlos en caso de visitas, o, por ejemplo, para congregaciones de mucha gente, como puedan ser conferencias, fiestas, eventos, etc., donde no sale rentable comprar un número grande de sillas comunes. Por lo tanto tiene un significado bueno y sin connotaciones

El nombre en español, ¿cierra puertas a la venta de este producto? La respuesta es no. No porque se pronuncia prácticamente igual en inglés y su significado no cambia. De hecho, la almohadilla (#) es el diminutivo de number

plan#2

(número en inglés). Por lo tanto se acerca a los dos mercados con un mismo nombre reconocible para todos.

Plan#2 no sólo apela a la silla original, sino que la serie entera de sillas, mesa y reposapiés se resguarda bajo el mismo nombre. Sin embargo, el resto de sillas mantienen la particularidad del primer nombre y le dan un nuevo sentido cambiando el “2” por los números siguientes. De esta manera se generan nuevos planes creando un juego de palabras y de concepto.

Para denominar a la mesa y al reposapiés no se ha generado un nuevo nombre. Se les denominará como “mesa de la serie Plan#2” y “reposapiés de la serie Plan#2”. La decisión de no ponerles nombre reside en que juegan un papel de accesorios a la idea principal.

Ilustración 79. Nombre de marca de las sillas de la serie Plan#2

La tipografía se corresponde con *Lyrics Movement*, caracterizada por representar una caligrafía bastante plana, que consigue verticalidad alargando mucho los palos tanto por encima de las letras como por debajo.

Imita la escritura con pluma, donde la mayor parte de tinta se queda en el comienzo y final de cada movimiento. Es perfecta para escribir sobre cartón y que parezca real.

En cuanto al color, se ha decidido para las letras “PLAN” el color marrón oscuro que llevará el *packaging*.

Color	Referencia	R	G	B
Marrón	PLAN	37	35	33
Menta	#2	117	240	209
Morado	#3	103	24	139
Verde	#4	229	234	54
Amarillo	#5	83	231	169
Rosa	#6	154	45	128
Naranja	#7	225	178	64

plant#2

CAPÍTULO III

Fabricación y *Packaging*

3.1 FABRICACIÓN

3.1.1 FABRICACIÓN DEL CARTÓN NIDO DE ABEJA

La fabricación de la silla comienza en el reciclado de cartón, ya sean residuos de otros recortes de la misma fábrica o de otro tipo de reciclados. También se compone de los troncos más pequeños de las talas de árboles.



Ilustración 80. Materias primas del cartón

A estos troncos se les elimina la corteza y se cortan en pequeñas astillas que se cuecen a una temperatura de 170°C. Tras este proceso se obtiene una pasta de fibras de madera, finas y limpias.

A la pasta de madera se le añade mucha agua.



Ilustración 81. Pasta de fibras de madera

Por otra parte, el cartón reciclado se selecciona, se muele y se convierte en pasta, a la que también se le añade mucha agua.



Ilustración 82. Pasta de fibras de cartón reciclado

A partir de este punto la pasta se transporta hasta una enorme máquina que procede a convertirla en cartón.

Para comenzar, la pasta se distribuye sobre un gran transportador, formado por una tela metálica. Cuando se mueve el agua se va a través de la criba, y sólo las finas fibras permanecen, formando una delgada capa de cartón.



Ilustración 83. Fibras de cartón sobre tela metálica

En algunas ocasiones, a la capa de cartón no blanqueada se le añade una blanqueada, para que la impresión sea de mejor calidad.

Para secarlo, se le hace pasar por una serie de rodillos calientes y finalmente se les enrolla.



Ilustración 84. Izda. Secador de cartón. Dcha. Rollo de cartón

A partir de estos rollos comienza la construcción del cartón nido de abeja. Primero se genera la estructura alveolar que compone la parte interna del cartón. Se aplica vapor para que tome la forma deseada y para su unión se utilizan adhesivos al agua no contaminantes (agua y almidón). Esta capa se suministra plegada, minimizando el espacio de almacén y reduciendo costes.

plan#2

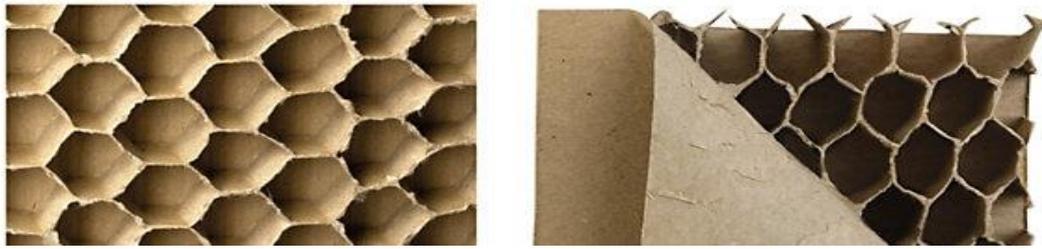


Ilustración 85. Cartón nido de abeja sin tapa y con tapa

Para expandir el cartón como el que se muestra en la figura, la máquina expansora se encarga de estirarlo y dejarlo a punto para colocar las tapas inferior y superior.



Ilustración 86. Izda. Expansora de cartón; Drcha. Cortadora de cartón

Una vez estirado, se le colocan las dos tapas. Para finalizar, se recortan los laterales y se le confiere la largura adaptada al producto que se esté haciendo. Antes de mandar los cartones a la imprenta se hace un control de calidad.

3.1.2 TÉCNICA DE IMPRESIÓN APLICADA

La técnica de impresión elegida para Plan#2 es la flexografía, que permite imprimir dibujos e ilustraciones.

Por un lado, el proceso comienza en la “cocina” de tintas de la fábrica. Un dispensador manejado por ordenador lanza chorros de tinta, y cada color se realiza a partir de una receta muy precisa. Estas máquinas pueden generar hasta 5000 colores diferentes. El tipo de tinta es a base de agua, porque secan al instante.



Ilustración 87. Tinta para la impresión flexográfica sobre el cartón

Por otro lado, se realizan los diseños por ordenador y se exponen en una película, que se coloca sobre placas fotográficas de polímeros sensibles a la luz. Las áreas transparentes se secan y las áreas no transparentes se mantienen blandas. En un proceso posterior de enjuagado se eliminarán, quedando áreas en relieve que más tarde, durante la impresión, actuarán como sello.



Ilustración 88. Partes del proceso de la flexografía

Estas placas se colocan en cilindros, los cuales se colocarán en la prensa de impresión.

Llegados a este punto, se aplica la tinta por grupos de colores en cuatro etapas consecutivas para conseguir el gráfico deseado.

3.1.3 PROCESO DE TROQUELADO

El proceso de troquelado consiste en recortar el cartón según un patrón, para conseguir la forma específica que genere la silla.

Primero se troquelean el cartón para obtener el desarrollo exterior de la silla. Las esponjas de caucho aíslan las hojas de las sierras para que el corte sea preciso.

Durante el proceso de recorte, una prensa comprime los paneles, para nivelar el grosor.



Ilustración 89. Troqueladora y cuchillas

plan#2

Los recortes, como ya se ha mencionado, se envían a una planta de papel, pudiéndose reciclar hasta seis veces.

3.1.4 PROCESO DE DOBLADO

Para conseguir un buen doblado en el cartón, primero hay que marcarlo. En las fábricas de cartón, las máquinas corrugadoras realizan esta operación. Posteriormente, se realiza el plegado del producto automáticamente.



Ilustración 90. Proceso de doblado de una caja de cartón

En el caso de la silla Plan#2, una vez haya sido plegada, se empaquetará en la caja diseñada para su venta.

3.2 PACKAGING

El diseño de *packaging* es un elemento básico para el plan de marketing de un producto, que lo diferencia del mercado y le aporta una personalidad propia.

Además de ser un elemento **diferenciador**, las funciones son múltiples y muy destacadas. Como buen envase se caracteriza por **proteger** y **contener** el producto que se vende, permitiendo una **distribución** de calidad. Su superficie lisa es muy adecuada para una buena **promoción de la marca**, ya que en él van impresos los logotipos y elementos característicos que se exponen ante el público en su transporte. Permite guardar el producto cuando no se esté utilizando, por lo cual destaca su **reutilización** a lo largo de la vida útil de la silla, y a la finalización de ésta está destinado al **reciclaje** para una fabricación sostenible.

El envase está formado por una caja de cartón corrugado, de 2mm de espesor. Debido a que todas las sillas presentan el mismo tamaño a pesar de sus diferencias en la forma, las dimensiones de la caja de Plan#2 son válidas para todas ellas. Sin embargo, el embalaje del reposapiés y de la mesa presenta medidas diferentes.

Los planos tanto del desarrollo de la caja como de la misma montada se encuentran en el *Capítulo de Anexos*.



Ilustración 91. Silla Plan#2 dentro del *packaging*

plan#2

A continuación se presentan el diseño de la silla original de Plan#2 y el mismo adaptado a las otras sillas de la serie.



Ilustración 92. Diseño exterior del *packaging*



Ilustración 93. Imágenes en 3D del *packaging*

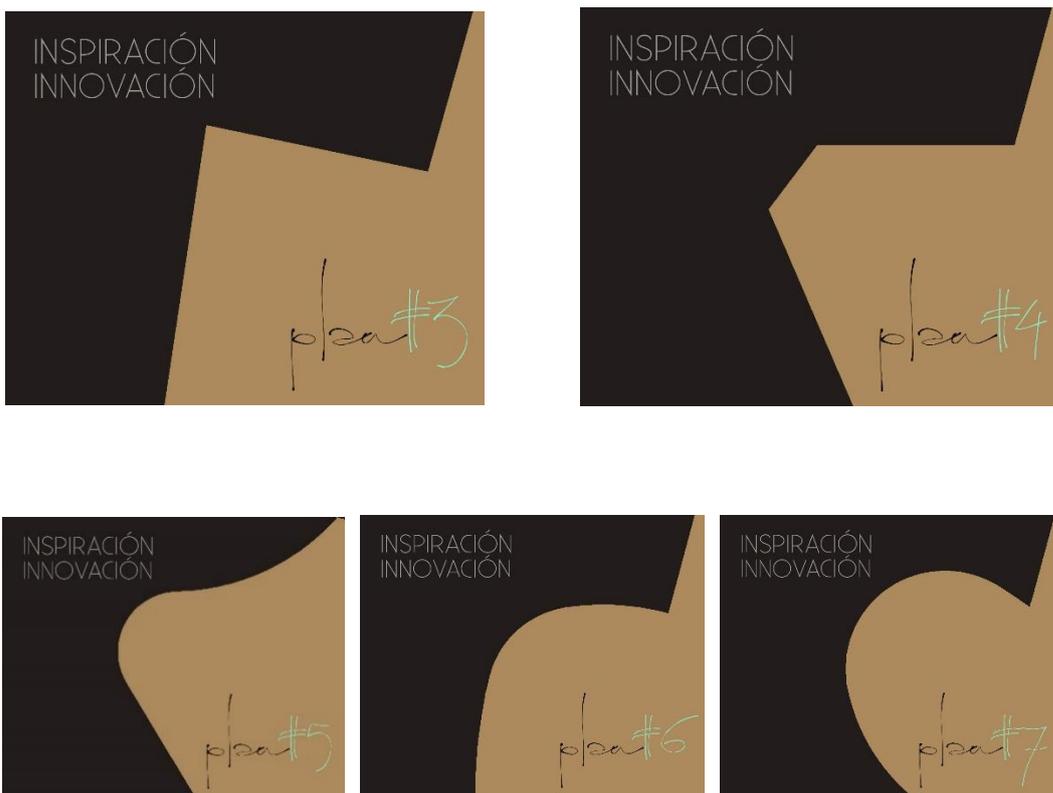


Ilustración 94. Diseño exterior del packaging de las sillas

3.3 PRESUPUESTO

A continuación se presentan dos presupuestos con costes generales y unos valores orientativos extraídos según indicaciones ofrecidas por la empresa Kartox (kartox.com) que realiza pedidos a medida.

Para obtener valores que puedan ser reales, se toma como base un pedido de 100 unidades de planchas de cartón y 100 unidades de cajas a medida para el *packaging*.

El primer presupuesto se corresponde con una silla Plan#2 sin acabados de impresión; el segundo contiene el precio de una silla con todas las caras impresas a color. Por tanto, se analizan el coste mínimo y el coste máximo. Los precios variarán entre esos dos valores dependiendo de la cantidad de tinta gastada (no es lo mismo dibujar toda la silla que colorear sólo una parte).

Por tanto, según el *Presupuesto I*, el coste de fabricar una silla de cartón sin un acabado de impresión es de 14,77€ al que se añade el margen de ganancia estipulado en un 30% del precio de la silla. Así el precio unitario es de 21,10€. Para la venta se añaden los costes de impuestos (IVA de 21%), que son 4,43€. El precio de venta al público para este presupuesto es de 24,99€.

En el otro extremo está el precio del *Presupuesto II*, que alcanza a un valor de 77,90€. El coste es muy elevado porque imprimir sobre un cartón con dimensiones tan grandes es caro. Está claro que sería una pieza única y que incluiría el diseño exclusivo del dibujo si el cliente así lo requiere.

Destacamos el **descuento por cantidad**, ya que si el pedido es grande, se ofrecerán descuentos. Con pedidos entre 5 y 10 sillas se realizará un descuento del 2%; de 10 a 30 un 5%; pedidos entre 30 y 50, un 8%; entre 50 y 100 sillas se descontará un 10%; y a partir de un pedido de 100 sillas se hará un descuento del 15%.

PRESUPUESTO I

PRECIO UNITARIO (1 SILLA) DE UN PEDIDO DE 100 UNIDADES

Sin acabado de color

COSTES DE FABRICACIÓN

Coste de una plancha de cartón nido de abeja	9,03€
Transporte cartón a fábrica	0,24€
Coste de la fabricación de la silla: troquelado, doblado y empaquetado	3,00€
Coste de una caja a medida para el <i>packaging</i>	2,50€
Total coste	14,77€
Margen de ganancia (30%)	6,33€
TOTAL PRECIO SILLA	21,10€
IVA (21%)	4,43€
	P.V.P.
PRECIO VENTA AL PÚBLICO	24,99€

plant#2

PRESUPUESTO II

PRECIO UNITARIO (1 SILLA) DE UN PEDIDO DE 100 UNIDADES Acabado de impresión completo + diseño

COSTES DE FABRICACIÓN	
Coste de una plancha de cartón nido de abeja	9,03€
Transporte cartón a fábrica	0,24€
Coste de la fabricación de la silla: troquelado, doblado y empaquetado	3,00€
Coste de una caja a medida para el <i>packaging</i>	2,50€
Coste del relleno de pintura de ambas caras completas	30,00€
Total coste	44,73€
Margen de ganancia (30%)	19,17€
TOTAL PRECIO SILLA	63,90€
IVA (21%)	13,42€
	P.V.P.
PRECIO VENTA AL PÚBLICO	77,90€

plant#2

CAPÍTULO IV

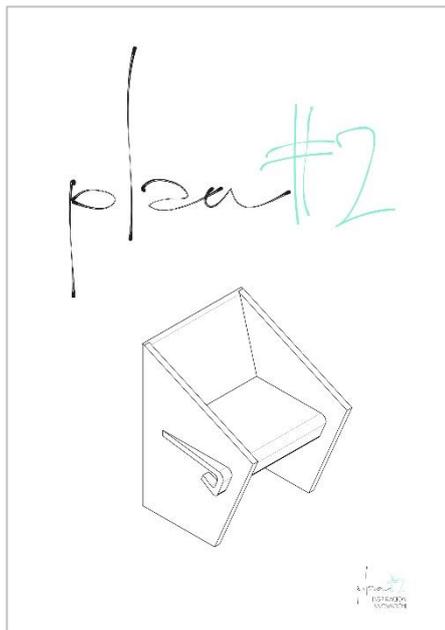
Manual de instrucciones

plan#2

El **manual de instrucciones** está compuesto por cuatro cuartillas en las que se explica el proceso de montaje de la silla con la ayuda de esquemas y de texto. La fuente utilizada para describir los pasos en este manual es *Existence*, a un tamaño de 12.

En el apartado de *Anexos* se adjunta un ejemplar impreso.

PORTADA



En ella se ha ubicado el nombre de la silla a exponer, acompañada por una ilustración de la perspectiva de la misma.

En la parte inferior derecha se ha colocado el logotipo de la serie Plan#2 seguido del eslogan ya utilizado en el *packaging*.

Es la única cara que lleva color y se corresponde con la página número 1.

PÁGINA TRES



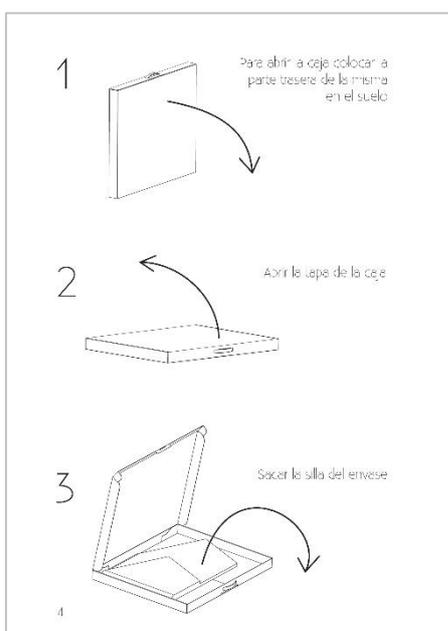
La cara tres es la primera página del manual. En ella aparecen los tres elementos de los que consta el artículo.

En primer lugar se encuentra el envase descrito en el *Capítulo III*, definido por una caja de cartón corrugado que será el contenedor de la silla y del manual de instrucciones.

En segundo lugar se marca la silla de cartón, que encaja perfectamente en el diseño del *packaging*.

Por último se encuentra el manual de instrucciones.

PÁGINA CUATRO



A partir de la cara cuatro se describe el montaje de la silla. El proceso de desmonte se realiza siguiendo los pasos a la inversa.

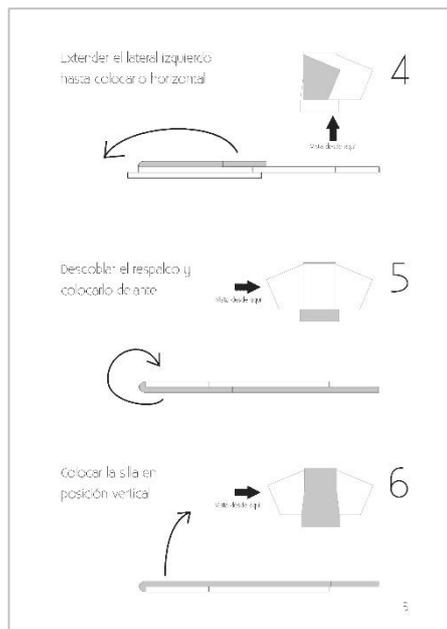
PASO 1: El envase ha sido diseñado como si fuese un maletín, para un transporte cómodo. Por esta razón es conveniente determinar en este punto que para abrirlo debe estar en posición horizontal.

PASO 2: En un segundo lugar, se marca abrir la caja.

PASO 3: Y extraer la silla de la misma.

PÁGINA CINCO

plant#2



Una vez extraída la pieza del contenedor se procede a desplegarla de su estado inicial.

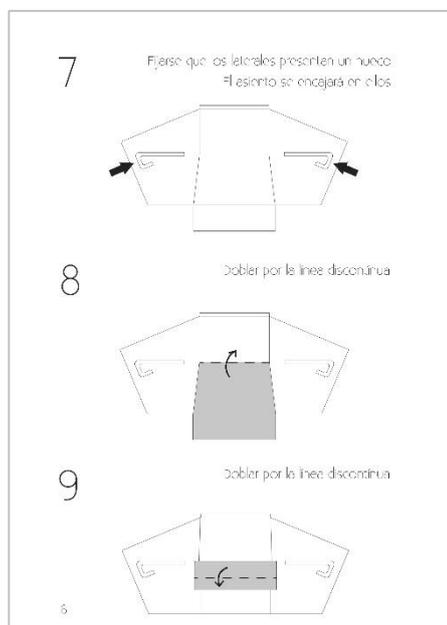
Las flechas gruesas marcan la dirección de la vista que se está tomando. Las delgadas marcan la dirección de apertura de las partes.

PASO 4: Una de los laterales permanece cerrado para disminuir el espacio de empaquetado, por ello es necesario desplegarlo.

PASO 5: Se desdobra el asiento y se sitúa en la parte delantera.

PASO 6: Se indica elevar la silla a una situación de verticalidad, debido a que, a partir de aquí, comienza a tomar su posición de trabajo.

PÁGINA SEIS



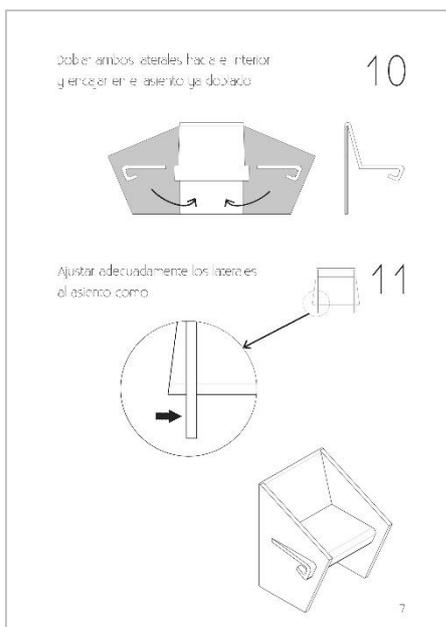
Una vez colocada la silla en situación horizontal se procede a los siguientes pasos.

PASO 7: Se destaca el troquelado de los laterales para que el montador se detenga en ellos en este momento y no antes.

PASO 8: La línea discontinua marca el lugar de pliegue de este punto. El asiento comienza a tomar su forma final.

PASO 9: Por último se dobla la parte inferior del asiento.

PÁGINA SIETE



Última cara del manual. En ella se especifican los dos pasos finales para conseguir la silla montada.

PASO 10: Un paso sencillo, girar los laterales, marcados con el gris, hacia el interior, para que encaje con el asiento ya plegado.

PASO 11: Recuerda que hay que asegurarse de que encaja bien antes de poder utilizarla mediante el uso de un detalle de plano.

Además contiene el esquema de la portada para que el montador compruebe que la silla se corresponde con el dibujo.

plant#2

CAPÍTULO V

Impacto ambiental

5.1 IMPACTO AMBIENTAL

Tanto el papel como el cartón son productos naturales, biodegradables, reutilizables y reciclables, al parecer, propiedades inocuas para el medio ambiente. Pero según datos aportados por Greenpeace en el artículo *El papel y su impacto ambiental*, la industria papelera puede llegar a consumir **cuatro mil millones de árboles** en un año, con el mayor inconveniente de que algunos de ellos proceden de bosques que no pueden sustituirse.

Además, en el artículo mencionado se afirma que para producir el papel, el sector vierte a los ríos 950.000 toneladas métricas de **compuestos orgánicos clorados**, emite 100.000 toneladas métricas de **dióxido de azufre** a la atmósfera y 20.000 toneladas de **cloroformo**, generando así los mayores efluentes tóxicos conocidos, consumiendo **mucha energía** y grandes cuantías de **agua**.

Por otro lado, la **gran tala forestal** y las plantaciones de **monocultivos de crecimiento rápido**, provocan un impacto nefasto sobre el ambiente.



Ilustración 95. Tala de eucaliptos

Los residuos de papel y cartón en los países industrializados abarcan el 40% de la basura de los vertederos. Y pese a la gran tala de árboles anuales existente, no se abastece a la enorme expansión que ha sufrido la industria papelera, pues se siguen construyendo nuevas fábricas en América Latina, Australia o Canadá, transformando sus bosques vírgenes en plantaciones de pino y eucalipto. Esto provoca una **disminución de la biodiversidad** de los bosques.

Las cifras de consumo son impactantes. Según datos de Greenpeace, se necesitan 14 árboles de entre 15 a 20 años para conseguir una tonelada de papel y el consumo mundial de papel está por encima de los 268 millones de toneladas anuales. Esto supone una tala de 3.752 millones de árboles que abarcan 2.345.000 hectáreas. La consecuencia directa es la **desaparición de bosques nativos** y las fuertes derivaciones en el ecosistema.

Los inconvenientes no terminan en la tala de árboles, sino que muchos de ellos proceden de la producción de la pasta de papel. Como ya se ha comentado en el proceso de fabricación, la madera se compone, básicamente, de celulosa y lignina que hay que eliminar para separar las fibras de celulosa. El proceso se puede llevar a cabo mediante dos métodos químicos y un proceso mecánico. Los químicos son el “proceso al sulfato o kraft” y el “proceso al sulfito”, ambos con base de azufre.

El dióxido de azufre es uno de los gases principales y responsables de la conocida lluvia ácida, y se liberan entre 1 y 3 kilogramos por tonelada de pasta producida (3Kg de SO₂/1T de pasta).



Ilustración 96. Consecuencias de la lluvia ácida

Las aguas residuales de esta parte del proceso son muy contaminantes y deben tratarse. Los restos de celulosa que no son eliminados antes del vertido del agua a ríos y pantanos, reclaman una alta demanda biológica de oxígeno que provoca la extinción de vida alrededor de los residuos.

Otro de los grandes inconvenientes del sector es la producción de una celulosa blanca. La pasta mecánica, que posee grandes cantidades de lignina, se baña en peróxido de hidrógeno para alterar su color. En los procedimientos de pasta

química, la lignina se elimina con gas cloro (Cl_2) y luego se blanquea con bióxido de cloro e hipoclorito de sodio.

La industria utiliza 3 millones de toneladas de cloro al año. El problema reside en que este gas es altamente reactivo y junto con la materia orgánica genera nuevos compuestos denominados organoclorados o compuestos orgánicos clorados. Provenientes de la industria papelera se han encontrado organoclorados en aguas, aire y en organismos vivos. En los seres humanos provocan trastornos del sistema inmunológico, del nervioso y del reproductor, cancerosos y mutagénicos. Para evitar este desastre, las plantas de papel emplean tratamientos biológicos que consiguen eliminar un 30% de estos compuestos.

Por otro lado se fabrica papel y cartón a partir de **papel viejo** obtenido del reciclado. Éste genera un ahorro de más del 60% de la energía con respecto al obtenido directamente de la madera y una reducción del consumo de agua de más del 45%. Además, la contaminación del agua y los residuos del proceso se aminoran hasta un 93%. Esto no indica que se evite el consumo de madera en el sector, pero se consigue una producción más sostenible para el medio ambiente. A la inversa que antes, recuperando una tonelada de papel viejo se dejan de talar 14 árboles, y si además se planta 15 árboles por cada tonelada de papel, se absorberían todas las emisiones derivadas de la energía consumida en la fabricación.

Aunque en porcentajes muy pequeños, ya existen **alternativas** a la fibra de madera para generar papel, utilizando materiales como la paja, las algas e incluso las cebollas. En España se desarrollan investigaciones para conocer la posibilidad de producir papel con plantas de caña o el cardo como materia prima, ya utilizados en Estados Unidos. Aquí en España se fabrica cartón con paja de cereal. En la India se utilizan algas marinas y en Zimbabwe se utiliza el yute, el maíz y el jacintos.

Según el estudio de ITENE de *Impactos ambientales derivados de las operaciones de transporte de papel para reciclar con destino a China*, las operaciones de **transporte** del papel y del cartón suponen un alto porcentaje de emisiones generadas en el ciclo de vida del producto. Se afirma que los beneficios ambientales del reciclaje compensan, solamente en la mitad, el impacto total del proceso de recogida y transporte. Este impacto se centra en las emisiones de CO_2 generadas en la exportación, que no puede ser obviado cuando se habla desde una perspectiva ambiental de gestión de los residuos.

5.2 REDUCIR, RECICLAR Y REUTILIZAR

Un gesto tan sencillo como reciclar cartón supone significativos beneficios para el medio ambiente.

Más del 40% de la producción de pasta de papel está dirigida a la fabricación de cartón, para envases y embalajes, y va en aumento debido al impacto ambiental tan negativo y evidente del plástico.

A pesar de las ventajas que presentan los papeles reciclados frente a la fabricación de pasta proveniente de la madera, los índices de reciclado son escasos en la mayoría de países. Los procesos de reciclaje menos nocivos utilizan detergentes biodegradables para eliminar la tinta, que posteriormente se somete a un proceso de separación por flotación. Se pierde entre un 10 y un 20% de masa de papel que pertenecen a los acabados de revestimiento, a aditivos y a colorantes.

La contaminación producida durante el reciclado no es provocada por el hecho de realizarlo, sino por los compuestos empleados durante la fabricación anterior del mismo.

El cartón ondulado tiene la capacidad de poderse reciclar muchas veces, y el que esté contaminado o no apto como materia prima, puede ser empleado como combustible. Según informa AFCO, la Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado, en España la industria papelera garantiza el reciclaje de su papel y cartón en su totalidad.

Debido a una indispensable dotación y recogida de contenedores destinados al papel y al cartón, la ciudadanía española se ha volcado en separar los residuos y se recupera el 74,4% del papel y cartón que se consume, llegando a reciclar más del 73%. Con estos valores tan altos nos situamos entre los países que más reciclan del mundo, situándonos por detrás de Irlanda, Noruega, Suiza, Reino Unido, Holanda y Alemania, y seguidos de cerca por Japón, Suecia y Austria.

En cifras y a día de hoy, se reciclan 4,6 millones de toneladas de papel y cartón viejo al año. Esto supone 45 estadios de fútbol grandes y llenos hasta arriba de volumen menos a utilizar en el vertedero, evitando 4,1 millones de toneladas de CO₂ emitidos a la atmósfera.

5.3 EMBASES DE CARTÓN VS EMBASES DE PLÁSTICO



Según el Estudio Medioambiental y Económico: Aporte de Gran Valía realizado por el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE), en el que se analizan los envases de cartón frente a los de plástico, se afirma que los primeros presentan un menor impacto ambiental y de costes que los de plástico en seis de diez categorías analizadas, debido al efecto

sumidero de la madera utilizada como materia prima. Las seis categorías son el uso del suelo, eco-toxicidad, destrucción de la capa de ozono, elementos respiratorios orgánicos y radiación.

La investigación sobre el embalaje del IESE revela que *“la eventual sustitución de plástico reutilizable por cartón ondulado implicaría una reducción en las emisiones de CO₂ equivalentes a las generadas por 78.518 automóviles”*, pues con el cartón se emiten hasta un 50% menos de gases de efecto invernadero.

5.4 AFCO



La Asociación Española de Fabricantes de Envases y Embalajes de Cartón Ondulado está formado por 200 empresas de

fabricantes de cartón ondulado y fábricas de cajas. Se crea en 1977 con el objetivo de fomentar el uso del cartón ondulado y realizar estudios para promover el conocimiento del sector.

Los pilares fundamentales de esta asociación residen en la formación continua de los profesionales y la implantación de nuevas tecnologías que minimicen el impacto y mejoren la calidad del producto. Remarca 12 principios y ventajas de por qué usar el cartón y no otro material.

- 1) Nace en la naturaleza y vuelve a ella
- 2) Ayuda a nuestro planeta
- 3) Vela por el futuro de nuestros hijos
- 4) Es responsable del entorno natural y social
- 5) Nada se pierde, todo se aprovecha

- 6) Máxima garantía de protección
- 7) Diseño a medida
- 8) Cada producto estrena caja
- 9) Es el mejor soporte de comunicación, información e imagen
- 10) Es la opción más rentable
- 11) Está en todas partes
- 12) Ha sido, es y seguirá siendo el líder mundial



Éste sector apoya indudablemente la **certificación forestal**, que es el proceso mediante el cual una fábrica garantiza que su producto proviene de una madera de árboles gestionados sosteniblemente. Se certifica tanto la gestión del suelo forestal como el proceso que sigue la madera desde su tala hasta el consumidor final. Éste último recibirá el producto con la etiqueta de garantía de “bosque gestionado de manera sostenible”.

AFCO afirma que en 2008 se contaban con un 100% de plantas de celulosa certificadas, un 87% de los proveedores de celulosa y un 54% de los proveedores de madera.

En España crecen bosques mediante una buena **gestión forestal**, que ayuda a que se mantenga la biodiversidad y la capacidad de regeneración, satisfaciendo al mismo tiempo las necesidades tanto económicas como ecológicas. Las plantaciones de pino y eucalipto, que son los árboles de crecimiento rápido y los que se utilizan en esta industria, están continuamente regenerándose y replantándose. Además, durante su vida, estos tipos de árboles son verdaderos sumideros de CO₂, lo que ayudan a disminuir el efecto invernadero.

Éste sector está jugando un papel muy activo en la lucha contra el calentamiento global, elimina emisiones en la fabricación y en el transporte y a través del reciclaje, usa biomasa como combustible y sustituye productos nocivos por otros más inofensivos.

Las once organizaciones que componen el Foro del Papel presentan Árbol, Papel, Planeta, que explica el compromiso del sector papelero frente al calentamiento global. Pese a todo el impacto ambiental descrito en el

punto 5.1. de este mismo capítulo, este artículo informa que, en comparación con otros materiales y hábitos adoptados por el ser humano, el uso de los productos papeleros es menos nocivo. Por ejemplo, leer un periódico tiene menor impacto en el calentamiento global que treinta minutos leyendo las noticias por Internet; o que las emisiones de cinco “Cheeseburgers” o de un viaje en coche durante 70km equivalen a las emisiones asociadas al correo postal de todo un año recibido en un hogar; o, como las plantaciones para papel almacenan 50 millones de toneladas de CO₂ y la Biblioteca Nacional recibe 20 toneladas de publicaciones al mes, cada año más de 300 toneladas de ese gas son almacenados en libros y colecciones; o que el papel es el material que más se recicla.

5.5 ECODISEÑO



AENOR, la Asociación Española de Normalización y Certificación, define este concepto como la identificación, en el momento de proyectar un producto o servicio, de todos los impactos ambientales que se producen o se pueden llegar a producir en cada una de las etapas de su ciclo de vida. Su objetivo es intentar minimizarlos al máximo sin la pérdida de la calidad y utilidad.

La asociación certifica el Ecodiseño en una institución demostrando que en ella se han adoptado sistemas de identificación, control y mejoras ante aspectos ambientales de sus productos o servicios. Esto se realiza de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 14006.

El Ecodiseño aporta beneficios a la organización que lo adopta. Entre ellos se encuentra la garantía de que cumple con la legislación ambiental, de que gestiona el diseño y el desarrollo de sus productos hacia una mejora ambiental continua, y de que se reducen los costes debido a las mejoras en los envases y al consumo de materiales. Pero no sólo proporciona beneficios a la industria, sus clientes obtienen innovación, diferenciación, respuesta a necesidades y expectativas y mejora de la imagen del producto y de la organización.

El Ecodiseño respeta los criterios de funcionalidad, seguridad e higiene. Es en la etapa de diseño donde el factor medioambiental toma la mayor eficacia hacia una reducción de los impactos ambientales asociados. Su aplicación está cada vez en más productos industriales, entre ellos, los envases y embalajes.

La norma UNE 150301:2003 se ha desarrollado a nivel nacional para gestión ambiental del proceso de diseño y desarrollo. Esta norma *“especifica los*

requisitos del proceso de diseño y desarrollo de productos y/o servicios de una organización, que capaciten a ésta para establecer una sistemática de mejora continua de sus productos y/o servicios desde el diseño y desarrollo, a través de un sistema de gestión ambiental”⁷.

Además, existen otras metodologías para el Ecodiseño, como el Manual de Ecodiseño, propuesto por IHOBE⁸, en el que se evalúa este concepto aplicable a cualquier tipo de producto, desarrollando siete fases que se exponen a continuación.

Fases propuestas en el Manual del Ecodiseño para aplicarlo a cualquier producto:

- FASE 1. Preparación del proyecto. Organización del proyecto y selección del equipo de trabajo y del producto. Realización de una investigación de factores que promueven el Ecodiseño.
- FASE 2. Identificación de los aspectos ambientales.
- FASE 3. Planteamiento de ideas de mejora.
- FASE 4. Desarrollo de conceptos
- FASE 5. Definición del producto en detalle.
- FASE 6. Establecimiento del plan de acción. Integra las ideas de mejora ambiental a medio y largo plazo.
- FASE 7. Evaluación del proyecto y comunicación exterior.

Hay que tener en cuenta, que un ecodiseño se realiza con el criterio para que dure el mayor tiempo posible, acabando con la cultura actual consumista de usar y tirar.

Los productos deben ser diseñados asegurando un futuro reciclado, lo más seguro y eficiente. Para ello hay que utilizar materiales que permitan su recuperación, se deben eliminar las sustancias peligrosas que no supongan riesgo para el operador ni para el entorno.

El desmontaje y recuperación de las materias primas debe existir, será mejor cuanto más fácil y rápido sea el proceso. Para obtenerlo, se recomienda utilizar el mínimo número de piezas, de materiales diferentes y utilizar uniones que permitan una fácil separación.

⁷ Norma UNE 150301:2003

⁸ IHOBE (Sociedad Pública de Gestión Ambiental del Gobierno Vasco). Manual práctico de Ecodiseño. IHOBE. Bilbao. 2000.

plant#2

CAPÍTULO VI

Conclusión

plant#2

El objeto de este Trabajo Final de Grado era diseñar una silla de cartón que se pudiese producir industrialmente, que fuese ecológica y adaptable a cualquier economía.

Tras realizar el diseño y analizarlo, se puede observar que los objetivos están cumplidos. La silla es ecológica debido a que es de cartón reciclado y no tiene ningún tipo de adhesivo corrosivo.

El desarrollo desplegado de la silla es adaptable para poderla realizar de manera industrial.

Para casos como eventos el presupuesto es adaptable a la cantidad demandada, debido a que cuanto mayor sea el pedido, menor será el precio por unidad.

Otro de los objetivos destacados en el proyecto es la posibilidad de guardar ocupando un espacio reducido y montarlos a la hora de usarlos. Es por tanto, un mueble apilable y de fácil almacenamiento.

Se ha conseguido realizar un mobiliario ligero, resistente, cómodo de transportar y adaptable a cualquier tipo de situación o ambiente.

plant2

CAPÍTULO VII

Bibliografía y fuentes

ESTADO DEL ARTE

- **Proyecto II, Diseño de silla** [en línea], Stephanie Rouanet, Universidad Rafael Landívar [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://biblio3.url.edu.gt/CDTK/Rouanet-Stephanie.pdf>>
- **Muebles de cartón: muebles ecológicos y socialmente responsables** [en línea], Blog de residuos: la cuarta R [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.actividades-mcp.es/gestionresiduos/2013/02/muebles-de-carton-muebles-ecologicos-y-socialmente-responsables/>>
- **Hecho en cartón** [en línea], Blog de diseño: Alxchan. [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://alxchan.blogspot.com.es/2011/06/cuando-se-dice-carton-corrugado.html>>
- **Stange** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.stange-design.de/produkte/sessel/>>
- **Las mejores sillas de cartón y papel** [en línea], de Jose Pablo y Manuel, 2009, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.sorryzorrito.com/2009/06/sillas-de-carton-y-papel/>>
- **Kartelier, sillas de cartón reciclado** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://kartelier.com/10-sillas-de-carton-reciclado>>
- **Kubedesign**, [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<www.kubedesign.it>
- Artículo: **Easy Edges Wiggle Side Chair de Frank O. Ghery** [en línea], Arquimaster, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.arquimaster.com.ar/galeria/objdestacado01.htm>>
- **Foldschool** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<www.foldschool.com>
- **Flexilove, la silla desplegable de cartón** [en línea], Blog: El diván interiorismo, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://divaninteriorismoblog.com/author/adminblog/page/2/>>

- **Oondesign** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<www.oondesign.it>
- **O-bject** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<www.o-bject.com>
- **Vouwwow** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<www.vouwwow.nl>
- **Responsive Design Studio: Chick'n egg chair** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://responsivedesign.de/portfolio/chick-n-egg-chair/>>

EL CARTÓN

- **Tipos de cartón** [en línea], Portal educativo: TIPOSDE, 2014, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.tiposde.org/cotidianos/630-tipos-de-carton/>>
- **Cartón corrugado** [en línea], CajasMex, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.cajasmex.com/informacion/carton-corrugado>>
- **Cartón corrugado** [en línea], PackingBox, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.cajas.com.ar/carton-corrugado.html>>
- **Tipos de cartón corrugado** [en línea], El How en español, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<http://www.ehowenespanol.com/tipos-carton-corrugado-lista_318738/>
- **Cartón nido de abeja** [en línea], MWMaterialsWorld, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.mwmaterialsworld.com/es/carton-nido-de-abeja.html>>
- **La tipografía** [en línea], Fotonostra, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.fotonostra.com/grafico/impresionrelieve.htm>>

plant#2

- **Flexografía** [en línea], Wikipedia, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://es.wikipedia.org/wiki/Flexograf%C3%ADa>>
- **Huecograbado** [en línea], Wikipedia, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://es.wikipedia.org/wiki/Huecograbado>>

ESTUDIO DE PANELES TIPO SÁNDWICH

- **Caracterización de paneles sándwich híbridos frp con alma de nido de abeja de aluminio** [en línea], Tesis de Máster de Juan María Malavia Otero y dirigida por Dr.D. Alfonso Cárcel González [ref.27 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/18052/Tesis.pdf?sequence=1>>

NOMBRE DE MARCA

- **Cómo elegir un buen nombre para tu marca** [en línea], David Cantone, 13/04/11 [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://davidcantone.com/nombre-marca/>>

FABRICACIÓN

- **Cartón nido de abjea** [en línea], Tecnoexagono, nido de abeja, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.tecnoexagono.com/>>
- Vídeo: **Así se hace, cajas de cartón** [en línea], Discovery, YouTube, 2008, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<https://www.youtube.com/watch?v=3ncrXCvqgic>>
- Vídeo: **Así se hace nuestro cartón** [en línea], Naturally, YouTube, 2011, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<https://www.youtube.com/watch?v=dXuofipZGDI>>

PRESUPUESTO

- ***Cómo calcular el precio de tus productos*** [en línea], SuperYuppies, 20 Noviembre de 2012 [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://superyuppies.com/2012/11/20/como-calculiar-el-precio-de-tus-productos-sencillo-y-con-excel-de-regalo/>>

IMPACTO AMBIENTAL

- ***El papel y su impacto ambiental*** [en línea], GreenPeace, México, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<http://estepais.com/inicio/historicos/94/14_Medio%20ambiente_El%20papel_greenpeace.pdf>
- ***Impactos ambientales derivados de las operaciones de transporte de papel para reciclar con destino a China***, [en línea], Dra. Mercedes Hortal, Jorge León, Antonio Dobón, Dr. David Moya. EDITOR: Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE). ISBN 13: 978-84-921255-8-6, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.itene.com/rs/811/d112d6ad-54ec-438b-9358-4483f9e98868/b0e/filename/informe-impacto-ambiental.pdf>>
- ***Estudio del Medio Ambiente y Económico: Aporte de Gran Valía***, [en línea], Dra. Susana Aucejo Romero y Dr. Salvador Capuz Rizo, ITENE, 2007-2014, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<http://www.corrugando.com/index.php?option=com_content&view=article&id=450:estudio-medioambiental-y-economico-aporte-de-gran-valia&catid=39:edicion-1&Itemid=18>
- ***Impacto Económico y Medio-ambiental de las Industrias del Cartón Ondulado y Plástico*** [en línea], Antonio Agustín, José Luís Bueno, Pedro Videla, IESE, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www.coexphal.es/jornadas/embalajes1.pdf>>
- ***Ecodiseño*** [en línea], UCA, [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:
<<http://www2.uca.es/grup-invest/cit/Eco-diseno.htm>>
- ***AENOR*** [en línea], [ref.13 de Agosto 2014].
Disponible en Internet:<www.aenor.es>

plant#2

CAPÍTULO VIII

Anexos