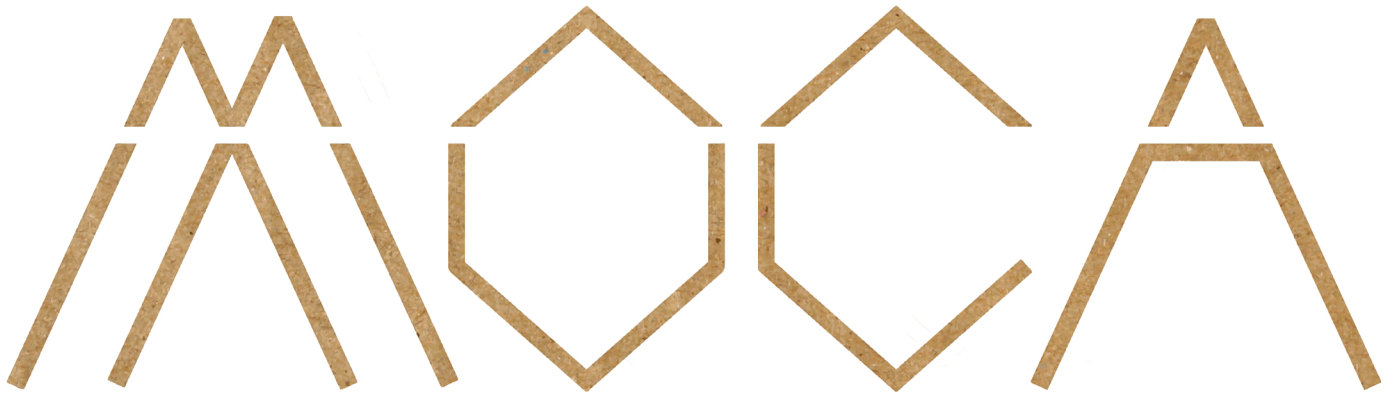


Virginia Herrero Santiago



# DISEÑO DE MOBILIARIO DE CARTÓN

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID  
Escuela de Ingenierías Industriales

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto



**Universidad de Valladolid**



**ESCUELA DE INGENIERÍAS  
INDUSTRIALES**





**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 mobiliario con materiales reciclados**

**Autor:**

**Herrero Santiago, Virginia**

**Tutor:**

**Úbeda Blanco, Marta  
Urbanismo y Representación de la  
arquitectura**

**Valladolid, Julio 2017.**







# RESUMEN

MOCA es una propuesta dirigida a concienciar sobre el uso de materiales reciclados en el diseño de mobiliario. Con el fin de llegar al mayor número de personas posible, se ha enfocado su uso en lugares públicos, como museos, bibliotecas o salas de espera entre otros. MOCA es una silla fabricada 100% de cartón reciclado, compuesta de dos partes independientes, asiento y respaldo, que se unen entre sí sin ningún tipo de herraje. Se han seguido los principios del Ecodiseño por lo que su conceptualización, fabricación, transporte y final de vida causa el menor impacto ambiental posible.

Su estructura nido de abeja hace que tenga una resistencia excepcional a las cargas transversales, demostrando que la calidad, el diseño y respeto al medio ambiente es posible en un mismo diseño.

En esta memoria se expone la investigación previa para el desarrollo del proyecto, y éste en toda su extensión. Se ilustra todo lo necesario para la fabricación de la silla y su comercialización.



## **PALABRAS CLAVE**

ECODISEÑO

SILLA

CARTÓN

MOBILIARIO

RECICLAJE

ECOLÓGICO





# ÍNDICE

RESUMEN .....	7
ÍNDICE .....	9

## FASE 1 - ESTUDIO PREVIO

1. BRIEFING .....	13
2. ECODISEÑO .....	14
3. MATERIALES RECICLADOS .....	16
4. EL CARTÓN .....	17
4.1 Tipos de cartón .....	17
4.1.1 Cartón corrugado .....	17
4.1.2 Cartón nido de abeja .....	20
5. ESTADO DEL ARTE .....	29
5.1 Autores y obras .....	29
5.2 Empresas y marcas.....	33

## FASE 2 - PROYECTO

1. DISEÑO DEL PRODUCTO .....	37
1.1 Desarrollo de bocetos e ideas .....	37
2. SOLUCIÓN ADOPTADA .....	45
2.1 Descripción general del producto .....	45
2.2 Descripción pormenorizada del producto .....	46
2.3 Mobiliario triangular .....	58
3. ESTUDIO ERGONÓMICO .....	51
4. IMAGEN DE MARCA .....	56
5. CÁLCULOS .....	57
6. FABRICACIÓN .....	60

7. VERSIONES Y USO .....	65
9. DISTRIBUCIÓN Y VENTA .....	71
9.1 Packaging .....	71
9.2 Instrucciones .....	76
9.3 Transporte .....	77
10. PRESUPUESTO .....	78
11. IMPACTO AMBIENTAL .....	81
12. NORMATIVA APLICABLE .....	83
13. PLANOS .....	84

## **BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES**



# FASE 1

# ESTUDIO PREVIO



# BRIEFING

Durante cientos de años hemos vivido en una sociedad de consumismo y derroche que nos ha “impuesto” una manera de vivir nada respetuosa con el medio ambiente. Lo importante hoy en día para la mayoría de las personas es el consumo, casi sin importar el precio y la calidad, pensando erróneamente que estos dos conceptos tienen que ir de la mano y son directamente proporcionales el uno al otro. Tras darnos cuenta de que poco a poco nuestro impacto está afectando de manera negativa al planeta y a todos los seres vivos que en él habitan, una fracción de la sociedad se ha propuesto cambiar esto y convertir La Tierra en un lugar más seguro y respetuoso medioambientalmente hablando.

Así, son numerosas las empresas y marcas que abogan por unos diseños ecológicos, que dañen menos al planeta, de forma que nuestro paso por la tierra sea lo más discreto posible y que cientos de generaciones puedan disfrutarlo en todo su esplendor. Para colaborar con esta mentalidad he decidido diseñar una silla que sea de calidad, con bajo precio y totalmente respetuosa con el medio ambiente y con los habitantes del planeta; y que además tenga un diseño atractivo, rebatiendo la creencia de que calidad y diseño sólo son posibles si el precio es elevado.

Por eso “MOCA” está pensado no sólo para uso particular, sino también para su uso en lugares públicos cerrados, como museos, salas de espera, bibliotecas, universidades, colegios, etc así cuantos más lugares concurridos abarque el diseño más personas podrán concienciarse de lo resistente que son los productos creados con materiales poco convencionales, como el cartón, y salir de la idea de que son frágiles o poco duraderos. La sociedad podrá ver en su propio día a día que el mobiliario con material reciclado es un hecho y que es importante que vaya cobrando más y más visibilidad para apaciguar, todo lo que podamos, nuestro gasto y consumo del planeta, de recursos no renovables que poco a poco irán desapareciendo.

# ECODISEÑO

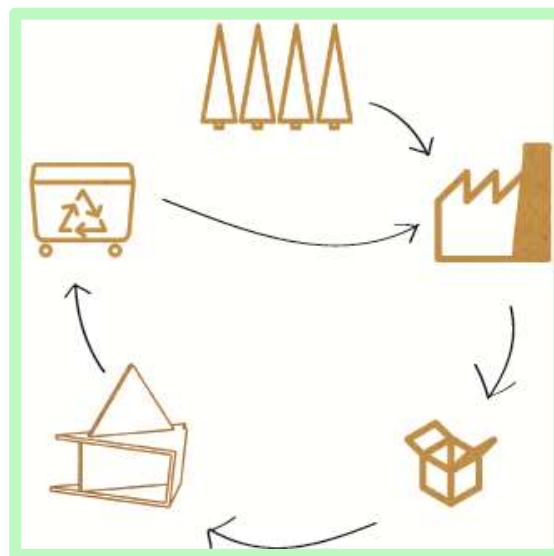
El ecodiseño es una metodología que integra aspectos medio ambientales en todas las etapas de diseño de un producto haciendo que éste produzca un mínimo impacto ambiental a lo largo de su ciclo de vida

Según la norma UNE-EN ISO 14006: Ecodiseño es la integración de aspectos ambientales en el diseño y desarrollo del producto con el objetivo de reducir los impactos ambientales adversos a lo largo del ciclo de vida de un producto.

En un ecodiseño el Medio Ambiente es tenido en cuenta durante el proceso de desarrollo del producto como un factor más y se incluye en la toma de decisiones junto con la estética, los costes, la funcionalidad, la seguridad, la calidad y la ergonomía.

Hay que recalcar, que cuando se analizan los aspectos ambientales de un producto existente sólo se considera Ecodiseño si se utilizan los resultados obtenidos para rediseñar el producto analizado. Sólo así será considerado un producto de calidad.

Para poder realizar un ecodiseño de calidad hay que conocer el Ciclo de vida del producto y analizar los aspectos ambientales en cada una de sus fases



Tanto si el objetivo es diseñar un nuevo producto como si es mejorar uno ya existente se tendrá que seguir unas pautas teniendo en cuenta cada fase del ciclo de vida del mismo:

- OBTENCIÓN Y CONSUMO DE MATERIALES Y COMPONENTES: Se seleccionarán materiales de bajo impacto, es decir, materiales más

limpios, renovables, de menos contenido de energía, reciclados y reciclables. Fuentes de energía más limpias.

- PRODUCCIÓN EN FÁBRICA: Seleccionar técnicas de producción ambientales eficientes, con menos etapas de producción, menor consumo de energía y que ésta sea más limpia, menor producción de residuos y menos consumibles de producción.
- DISTRIBUCIÓN Y VENTA: Buscaremos formas de distribución ambiental eficientes, con menos envases, envases más limpios y reutilizables y un modo de transporte eficiente en energía.
- USO DEL PRODUCTO: Se pretenderá reducir el impacto ambiental en esta fase. Menor consumo de energía, menor necesidad de consumibles y evitar el derroche de energía.
- FIN DE VIDA: Se busca optimizar el ciclo de vida gracias a la fiabilidad y durabilidad, al mantenimiento y reparación más fácil, con estructuras modulares, el diseño clásico y una fuerte relación producto-usuario. Además se optimiza el sistema de fin de vida gracias a la reutilización del producto, a la fabricación y al reciclado de materiales.

Para comprobar que se han tomado las mejores decisiones en cada una de las fases existen varias herramientas que determinan los aspectos ambientales entre las que cabe destacar:

- DAE (Demanda acumulada de energía): que consiste en la cuantificación de toda la energía consumida directa o indirectamente a lo largo del ciclo de vida del producto. Así identifica los puntos fuertes y débiles del producto.
- MIPS (Input material por unidad de servicio): Consiste en la cuantificación de los recursos materiales utilizados por un producto para desarrollar su función. Aplicando esta herramienta se podrán identificar los componentes o etapas del ciclo de vida críticos desde el punto de vista ambiental. Hay que tener en cuenta que este análisis se centra en el consumo de materiales, dejando atrás otros factores como el consumo de energía y las emisiones tóxicas.
- MATRIZ MET: Permite obtener una visión global de las entradas y salidas en cada etapa del Ciclo de vida del Producto.
- RUEDA DE LIDS. Sirve para comparar el impacto ambiental de dos productos, el existente y una mejora propuesta. Estudia los procesos de creación de un nuevo producto en 8 grupos. Hay que tener en cuenta que esta herramienta no nos da ningún valor cuantitativo, simplemente nos ayuda a determinar si la solución propuesta es más respetuosa con el medio ambiente que la ya existente.

# MATERIALES RECICLADOS

Aunque casi en los inicios del proyecto, el material idóneo ya estaba claro, se hace un breve repaso por los materiales reciclados, valorando si hubiese alguno que se adaptara mejor a las necesidades y objetivos fijados.

Reciclar es someter a una materia prima o a un producto usado a un proceso total o parcial con el fin de obtener una nueva materia o un nuevo producto, introduciéndolos en el ciclo de vida.

Los materiales reciclados más comunes son:

- Equipos electrónicos: los equipos electrónicos se pueden reciclar casi en su totalidad, desde el plástico, al cobre y a las partes eléctricas
- Vidrio: Con el reciclaje del vidrio se ahorra un 50% de la energía empleada en fabricar vidrio virgen.
- Aluminio: El aluminio es 100% reciclable, y su reciclaje supone un ahorro del 95% de la energía empleada en fabricarlo.
- Latas de acero: Reciclando las latas de acero se ahorra el 75% de la energía empleada en la fabricación del acero con materiales vírgenes
- Plásticos: El reciclaje de plásticos hace que se ahorre un 84% de la energía de fabricación desde materiales vírgenes y por cada tonelada de plástico reciclado se ahorra una tonelada de petróleo.
- Papel y cartón: El reciclaje del papel y cartón supone el ahorro del 70% de la energía empleada en fabricarlos con fibra virgen así como muchos otros beneficios en los que se profundizará más adelante.

Los materiales más adecuados para la fabricación de mobiliario serían tanto el plástico como el cartón. Se ha elegido finalmente el cartón por la versatilidad que ofrece y porque la materia prima con la que se fabrica antes de convertirse en cartón reciclado proviene de una fuente natural de recursos. Es por la tanto el material perfecto para seguir los principios del Ecodiseño en todo el proyecto.



# EL CARTÓN

El cartón es un material que se forma por la superposición de hojas de pasta de papel adheridas unas a otras mediante humedad y compresión y que después son secadas por evaporación. Esto le confiere al material de cierta dureza.

El cartón se usa en su mayoría para la fabricación de envases y embalajes, lo que supone tener que soportar grandes pesos sin perder su forma; las características principales que dotan al cartón de su resistencia para estos usos son el gramaje, el grosor y la densidad.

El gramaje es el término más utilizado y no es más que el peso de un metro cuadrado de cartón, por lo que se expresa en g/m, la mayoría del cartón usado en la industria tiene un gramaje de entre 160-600 g/m, esta característica del cartón es muy importante para calcular el peso del embalaje o producto que vamos a crear, ya que influirá en el transporte del mismo. Por su parte el grosor es la distancia entre las dos caras del cartón, y puede ir entre 350 y 800 milésimas de milímetro. Esta característica afecta a la estabilidad del cartón.

Se puede hablar de dos tipos de cartón según la materia prima del papel que lo compone, por un lado está el que está compuesto por “fibra virgen”, que es la obtenida directamente de la madera, siendo una fibra más larga. Por otro lado está el cartón compuesto por “fibra recuperada o reciclada”. Este segundo tipo de cartón tiene menos resistencia que el primero, ya que las fibras recuperadas son más cortas por haber pasado por tratamientos y ciclos de reciclado. Además, se puede encontrar cartón cuya materia prima sea una mezcla de los dos tipos de fibra.

## TIPOS DE CARTÓN

En la investigación sobre qué tipo de cartón elegir para el diseño se encuentra una clasificación del cartón según su estructura. De este modo existen dos tipos de cartón: corrugado u ondulado y cartón nido de abeja o estructural.

### CARTÓN ONDULADO O CORRUGADO

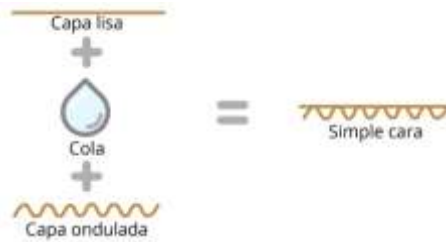
El cartón ondulado o corrugado es el tipo de cartón estándar más utilizado. Está compuesto por una plancha ondulada adherida a (como mínimo) una capa lisa más gruesa mediante un pegamento especial. Los diferentes tipos de cartón aparecen por la combinación de dos factores principales: el grosor del cartón y la calidad de los papeles que lo componen.

- GROSOR DEL CARTÓN

A su vez esta clasificación se subdivide en otros dos factores, que son los que afectan directamente al grosor del cartón: el número de capas y la altura de la onda.

- Número de capas

- Cartón de simple cara: sólo está formado por una hoja ondulada y una cara lisa. Es un cartón muy ligero, utilizado sobre todo para protección o refuerzo.



- Cartón sencillo: está formado por una hoja ondulada y dos caras lisas, una en cada lado de la hoja ondulada. Es el más utilizado.

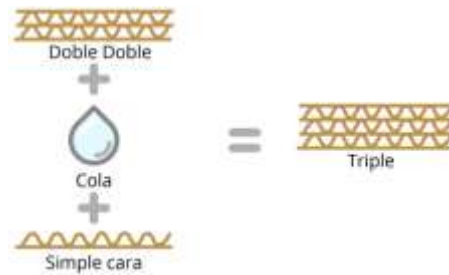


- Cartón de doble cara: está formado por 3 caras lisas y 2 caras onduladas intercaladas. Su uso está más enfocado al embalaje de productos frágiles y pesados.



- Cartón de triple pared: está formado por 4 caras lisas y 3 caras onduladas intercaladas. Ofrece una resistencia muy similar a la de la madera





o Altura de la onda

Este factor, junto con la calidad del papel, afecta directamente a la resistencia y a la capacidad de amortiguación del cartón. A mayor altura de la onda, mejor amortiguación.

- Canal E: microcanal, con altura de onda de aproximadamente 1,5mm.
- Canal B: onda pequeña, con altura de onda de aproximadamente 3mm.
- Canal C: onda mediana, con altura de onda de aproximadamente 4mm.
- Canal A: onda grande, con altura de onda de aproximadamente 5mm.

\*El Canal C, es cronológicamente posterior a los canales A y B y apareció con una onda de una medida intermedia entre las ondas de ambos canales.

• TIPO DE PAPEL

- o BICLASE: Papel 100% reciclado, es el más básico de los papeles que se usan para el papel corrugado.
- o TEST: papel también de origen reciclado, pero de mejor calidad que el papel biclase. Lo podemos encontrar crudo ligero, blanco, jaspeado y blanco estucado.
- o KRAFT: históricamente es el papel obtenido 100% de fibras vírgenes pero hoy en día se puede conseguir este papel reciclado con una calidad superior a otros papeles reciclados. Dentro del papel Kraft podemos encontrar papel Kraft crudo, blanco o blanco estucado.
- o FLUTTING: es el papel más usado para fabricar la onda, es totalmente reciclado.
- o SEMIQUÍMICO: este papel también es utilizado para fabricar la onda del cartón, se llama semiquímico porque el 80% de su composición es fibra virgen.

Combinando estos dos factores, grosor del cartón y calidad del papel, conseguimos multitud de tipos de cartón. Teniendo en cuenta nuestras necesidades podremos conseguir un cartón con unas características específicas, de muy diversas calidades.



#### CARTÓN NIDO DE ABEJA O ESTRUCTURAL

El cartón nido de abeja es un material ecológico, flexible y ligero que tiene una excelente relación resistencia-peso. Debe su nombre al diseño de su estructura ya que tiene una estructura sándwich forma por dos caras exteriores de cartón kraft y un núcleo con una estructura celular hexagonal. Esta estructura hexagonal es lo que proporciona al cartón nido de abeja la gran resistencia que le caracteriza. Fue desarrollado inicialmente para el sector aeronáutico y sus aplicaciones comenzaron a desarrollarse durante la II Guerra Mundial ya que se buscaban materiales ligeros y resistentes. Se puede combinar con madera contrachapada, acero, plástico y muchos otros materiales para formar paneles compuestos. El cartón nido de abeja se puede utilizar para multitud de aplicaciones.



Son muchas las ventajas que tiene este material:

- Relación fuerza-peso: es un material fuerte con alta resistencia a la compresión y pesa 5 veces menos que la madera.
- Amortiguación y absorción de la vibración
- Eficiencia de costes: al ser ligero y robusto, abaratará los costes derivados del transporte y la fabricación.
- Es 100% reciclado y reciclable. Además de ser biodegradable
- Se puede mecanizar con facilidad
- Perfecta planimetría
- Permite cualquier tipo de acabado

La resistencia depende del tamaño de las celdas del núcleo (cuanto menor sea el tamaño de la celda mayor será su resistencia), del gramaje del papel usado, tanto en el interior como en las capas de cobertura, y del espesor total de la plancha.

#### PROCESO DE FABRICACIÓN DEL CARTÓN NIDO DE ABEJA:

Para la fabricación del cartón nido de abeja se emplea papel reciclado en color kraft. Este papel viene enrollado en grandes bobinas.

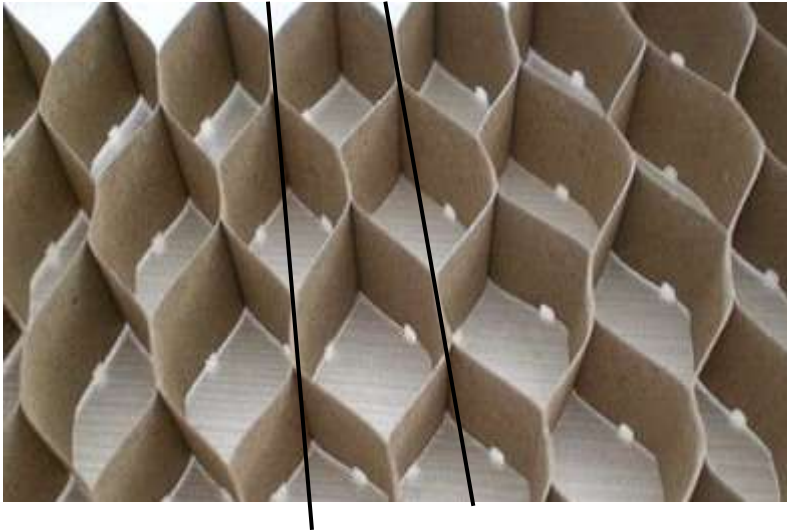
El primer paso es desenrollar el papel y alisarlo lo máximo posible a través de una cadena de cilindros.



Proceso de desenrollado



Para entender mejor el proceso de fabricación se adjunta una imagen del núcleo ya terminado, con el fin de visualizar antes de la explicación qué es lo que se quiere conseguir.



El proceso consiste en fabricar cada “línea de celdas”, como la indicada en la imagen, de manera independiente y posteriormente pegar estas líneas entre ellas.

Una vez que se tiene una imagen general del núcleo se procede a la explicación más exhaustiva.

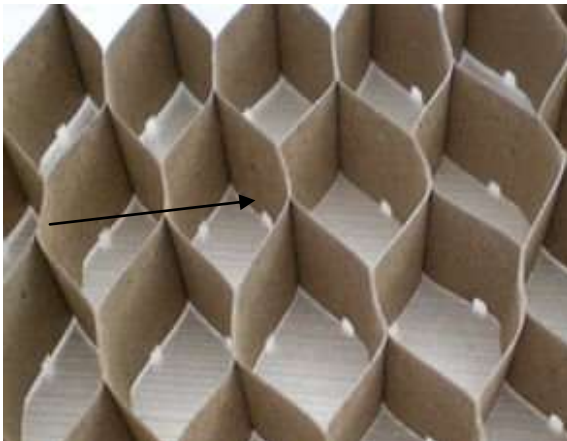
El primer paso, una vez que tenemos desenrollado el papel, es aplicar cola de forma longitudinal a las capas, para pegarlas de dos en dos.







Primer proceso de encolado



Con este primer encolado se aplica el adhesivo que se indica en la imagen. Como se ha dicho con anterioridad, se empieza fabricando el núcleo con capas de dos en dos para formar las “líneas de celdas”.

A través de numerosos cilindros se conducen estas dos capas pegadas a la unidad de secado.



Proceso de conducción hasta secado



En el camino hacia el proceso de secado, los cilindros por los que va pasando el cartón fijan la cola mediante presión. A esto se le conoce como proceso de laminado del núcleo.



Proceso de laminado. Núcleo

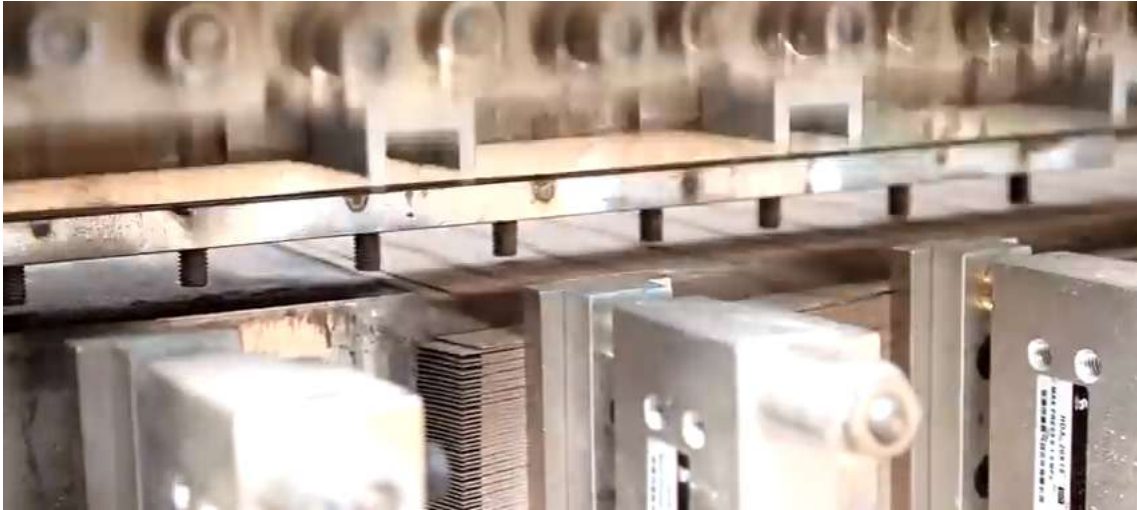


Proceso de secado

Una vez que se tienen estas dos capas bien unidas y secas, se produce un corte transversal, formando lo que anteriormente se ha llamado “líneas de celdas”, aún en estado plano. La distancia a la que se realice el corte transversal dará el espesor final del cartón.

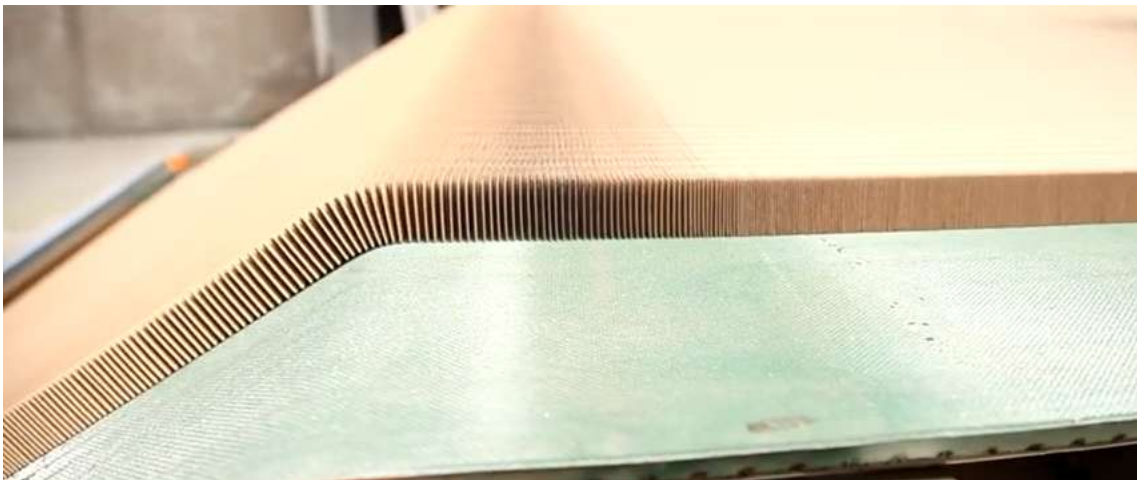






#### Proceso de corte

Una vez realizado el corte, se conducen estas tiras hacia la unidad de expansión del núcleo, es decir, donde se ahuecan las diferentes tiras y por lo tanto donde realmente adquiere la forma de panel.

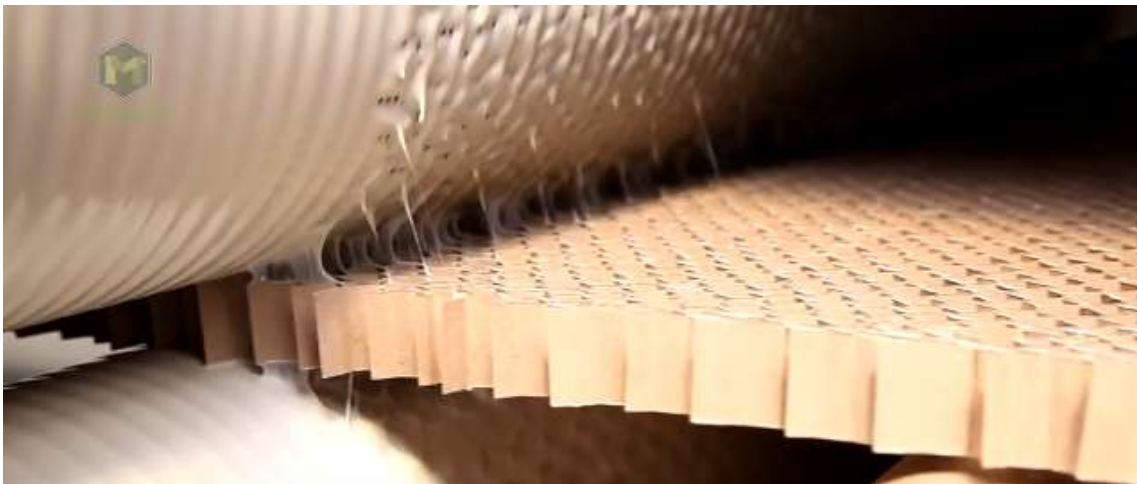


#### Transporte hasta expansión del núcleo



#### Proceso de expansión del núcleo

Una vez que el núcleo tiene la forma deseada, se conduce hacia una nueva unidad de encolado. En esta unidad de encolado se hace pasar el núcleo ya expandido por unos cilindros para aplicar cola por encima y por debajo del mismo.



#### Proceso de encolado del núcleo expandido

Posteriormente se añaden a ambos lados del núcleo cartón liso, esto proporcionará las caras exteriores finales.







Proceso de adhesión caras laterales 1

Tras esto el cartón finalizado se lleva a la unidad de secado, donde se calienta para que la cola de unión quede fija, y finalmente se llevará a la unidad de refrigeración.



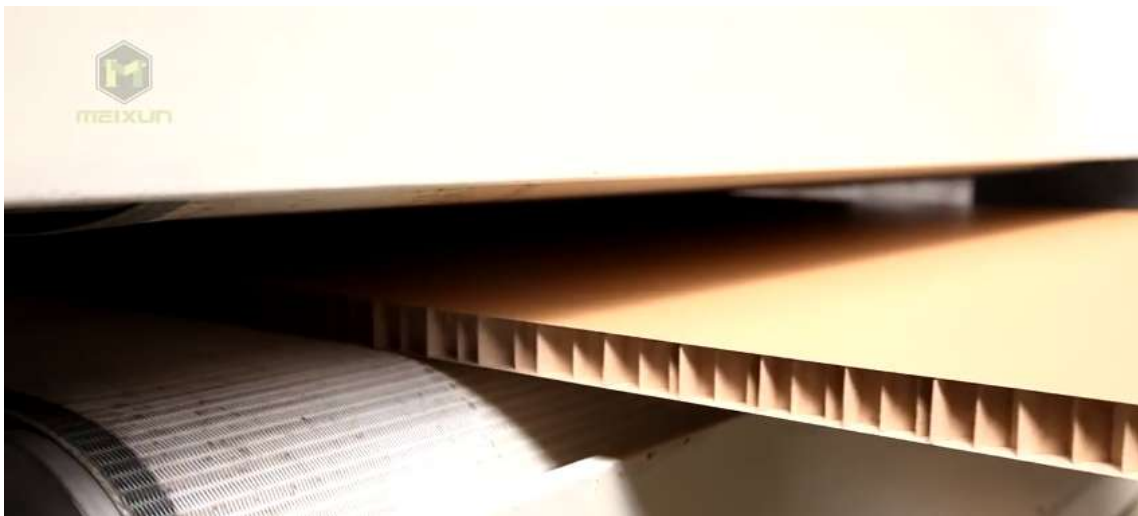
Proceso de secado 1



Proceso de enfriado



Con el cartón perfectamente pegado, se aplica un rectificado, para que queden las planchas totalmente lisas sin imperfecciones.



#### Proceso de rectificado

El último paso es cortar el cartón en planchas de la medida deseada.



#### Proceso de corte



# ESTADO DEL ARTE

## AUTORES Y OBRAS

El uso del cartón en mobiliario comienza en los años sesenta con el fin de conseguir mobiliario poco costoso, pasajero y ligero. Desde entonces son muchos los diseñadores que incluyeron en sus trabajos muebles de cartón.

Hoy en día, el uso de este material es tendencia ya que es un material que ofrece grandes ventajas, es barato, ligero, reciclable y muy resistente y duradero. Además se une a la corriente ecológica que está cada vez más en nuestras vidas y a la que cada día más población se une.

Se va a hacer un breve recorrido por los artistas y empresas que han trabajado y trabajan con este material para el diseño de su mobiliario.

### PETER MURDOCH



Peter Murdoch diseñó en 1963 la silla infantil SPOTTY. Esta silla fue el primer modelo de papel para comercializar. Estaba fabricada en papel con un revestimiento de polietileno que era fácil de limpiar. Se vendía en supermercados y grandes almacenes con instrucciones de montaje. La forma de montar la silla era muy sencilla, consistía en ir doblando y plegando, además era muy

ligera, perfecta para que los niños pudiesen manipularla con facilidad.

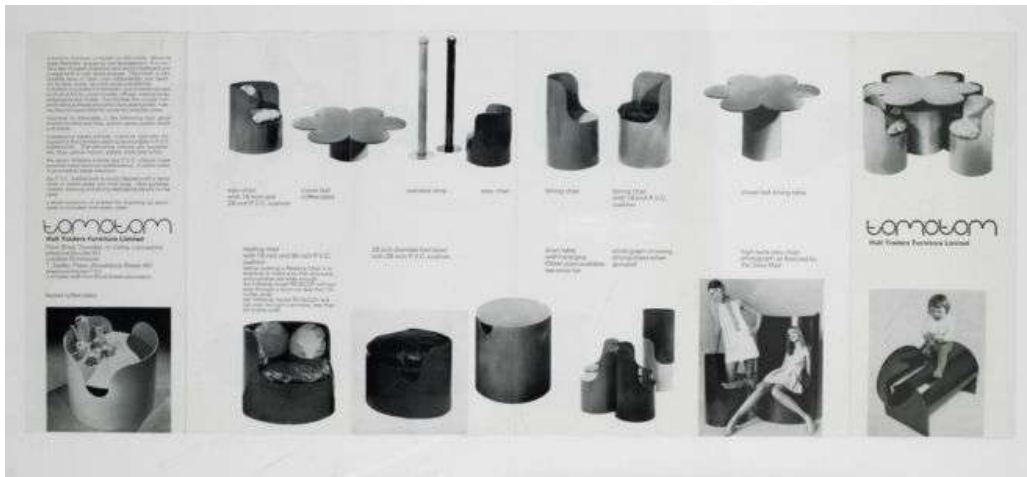
### BERNARD HOLDAWAY

En 1966 Bernard Holdaway presentó en la “Ideal Home Exhibition” la colección Tomotom, una gama de muebles cilíndricos fabricados a partir de cartón y pintados con colores brillantes.

Se comercializó hasta 1971 por la empresa Hull Traders Furniture LTD. En la colección se incluye, un caballo de juguete, una mesa para 6, un escritorio, un columpio, un coche y una silla alta.

Estos muebles, totalmente redondeados, eran particularmente apropiados para

los niños, además estaban diseñados para complementar según fuera necesario con el fin de optimizar el ahorro del espacio y tenían bajo coste. Estaban recubiertos de pintura de poliuretano brillante lo que proporcionaba al mueble fácil mantenimiento. La gama de colores incluía negro, blanco, morado, verde, amarillo, azul y rojo.



## JEAN-LOUIS AVRIL

La primera toma de contacto con la fabricación de muebles de cartón la tuvo en 1966 gracias al padre de su mujer, un fabricante especializado en la transformación de un cartón muy resistente. Éste le dio la idea de fabricar muebles con este material.



Posteriormente en 1967, Andrée Putman contactó con él para la fabricación de muebles para una tienda de ropa en Saint-Tropez.

Esto fue el principio de la fabricación de decenas de muebles para niños o adultos que fueron realizados y distribuidos por Marty-Lac desde 1967 a 1973. Con ellos obtendrá gran difusión y mediatización.





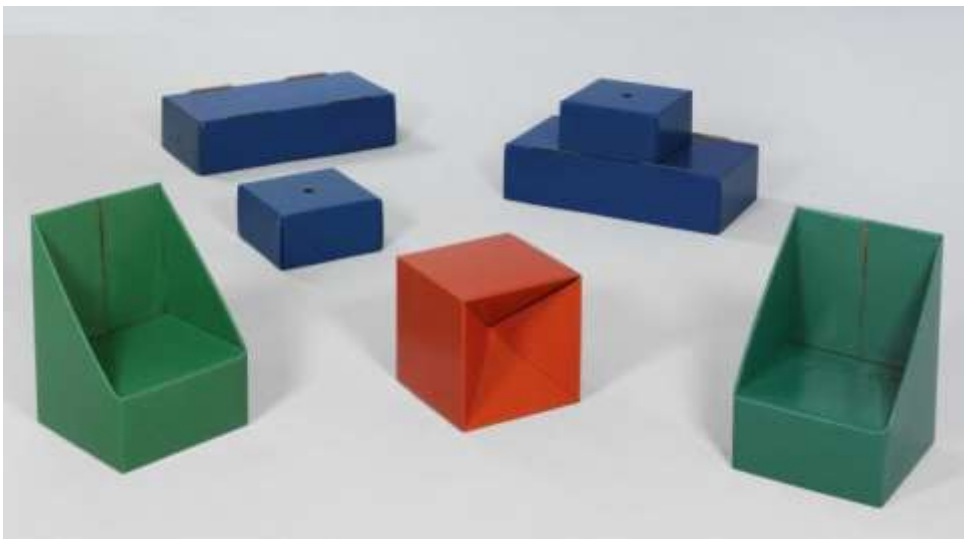
PETER RAACKE

Peter Raacke es considerado un pionero del diseño respetuoso con el medio ambiente. Tenía el objetivo de formar lo que se llama “cadenas de diseño”, es decir, la aspiración de reciclar los productos y sus materiales repetidamente.



Por lo tanto, fue también, uno de los pioneros utilizando el cartón como material para sus diseños, tanto de mobiliario como de producto.

De su obra destaca la colección PAPP, muebles para niños basados en un módulo hexagonal. Estos muebles eran ligeros pero consistentes, y además eran plegables para ahorrar espacio; una de las características de la época de urbanización de 1970 a 1980. Peter Raacke siempre fue un diseñador atemporal para su época. Diseñó una de las primeras gamas de muebles de cartón ondulado, duradera y con un precio bajo.



## FRANK OWEN GHERY

El conocido arquitecto no comenzó con el diseño de mobiliario hasta finales de los años sesenta y, como era de esperar en su carrera, lo hizo con materiales poco convencionales para la época como el cartón. Descubrió que al encolar capas de cartón corrugado, colocadas en direcciones alternas, obtenía un bloque de gran resistencia que podía usar para mobiliario y esculturas. Hasta ese momento, el resto de diseñadores que habían empleado cartón en sus muebles, lo hacían con cartón de un solo espesor, reforzándolo mediante pliegues, lengüetas y ranuras. Creó dos colecciones destacadas: La primera, la creó a partir de esta técnica, la colección se llama “Easy edges” y abarca desde mesas bajas hasta varios tipos de asientos, que incluyen hasta una silla hamaca. Años después surgió “Experimental edges”. Esta segunda serie se diferenciaba de la primera en que el cuerpo de los asientos era más voluminoso y compacto, y el cartón empleado es más grueso. Con estas series demostró una vez más su preocupación por el respeto medioambiental y por el manejo de materiales básicos.





## EMPRESAS Y MARCAS

### KARTELIER



Kartelier es una joven empresa valenciana que realiza tanto diseños propios para comercializar como rediseños y producción de las ideas y bocetos de sus clientes. Su fabricación es tanto para hogares como para negocios.

### CARTONLAB

Cartonlab es una empresa murciana que nace en 2010 como una iniciativa pionera en el diseño y producción de proyectos y productos que tienen el cartón como materia prima. Cuentan con las herramientas más avanzadas de fabricación digital que les proporciona una amplia red de producción.



Sus diseños son integrales y personalizados para eventos, exhibiciones, exposiciones y desarrollo de producto, con más de 300 proyectos en todo el mundo. Trabajar desde la concepción hasta la producción final en soluciones versátiles, ligeras, resistentes y ecológicas les ha hecho ganar el Premio Nacional Emporia Plata de arquitectura

Efímera. Uno de sus últimos diseños es esta silla Faceta.

### STANGE DESIGN



Stange Design es una empresa berlinesa que lleva más de 30 años trabajando con el cartón como materia prima. Realizan el proceso completo del diseño y desarrollo de producto. Desde la idea hasta la producción final y la distribución.

## KARTONGROUP

Kartongroup es una empresa australiana que comercializa varios modelos de mobiliario en cartón, muchos de ellos son diseños propios. Comercializa desde taburetes y estanterías hasta camas y despachos completos.

Destaca el taburete Dutch Design Chair, un taburete que destaca por su original diseño, ya que es plegable, resistente y con un packaging muy original. Además no solo se puede usar de taburete, sino también de mesita auxiliar. Este pequeño taburete puede aguantar hasta 200kg.



# FASE 2

# PROYECTO



# DISEÑO DEL PRODUCTO

El primer año de carrera, es el año en el que realmente se es consciente de lo que es el diseño. En él se enseña qué es lo que se espera de cada alumno durante su trayectoria universitaria y que se espera después. Uno de los primeros trabajos que realizamos fue dibujar sillas, sillas icónicas de la historia del diseño. Después de esto, hicimos diseños propios de sillas. Era primero de carrera y era una maqueta, pero fue el primer contacto con un diseño propio.

Al año siguiente, se estudia la historia del diseño y los diseñadores más importantes. Cuando se conoce la historia del diseño se observa que la mayoría de los diseñadores de todas las épocas y de todas las corrientes artísticas han diseñado, en algún momento de sus vidas, una silla. Cómo no se va a dar a las sillas, la importancia que merecen si han estado presentes durante toda la carrera. Si ellas mismas se han convertido en iconos del diseño de muchos diseñadores.

Por todas estas razones y por la versatilidad que el material elegido ofrece se ha optado por diseñar una silla para el trabajo fin de grado. Con la intención de normalizar el cartón como un material para mobiliario.

A continuación se mostrarán 3 bocetos, la elección final y el por qué de la misma, así como todos los problemas y sus respectivas soluciones que han ido apareciendo a lo largo del proceso de diseño.

## DESARROLLO DE BOCETOS E IDEAS

Antes de empezar con el desarrollo de bocetos e ideas hay que establecer qué características específicas se quieren cumplir.

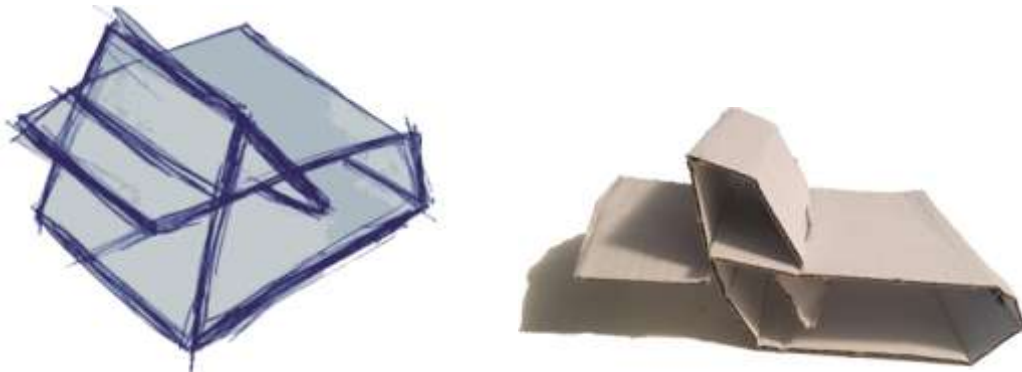
- Estéticamente atractiva
- Original
- Sin herrajes
- 100% Cartón: sin otros materiales para que el proceso de reciclado sea más sencillo
- 100% Reciclado: Fabricada con cartón reciclado en su totalidad
- 100% Reciclable: que cada una de las piezas, en caso de que haya varias, se puedan reciclar
- Duradera: que permanezca lo máximo posible en el tiempo
- Ergonómica
- Gran resistencia: que soporte el máximo peso posible para que sea útil para un gran rango de personas

- Fabricada en serie: con el fin de fabricar un gran número de unidades para abaratar costes de fabricación
- Fabricada de una sola pieza: reducir tiempos en el proceso de fabricación

Una vez fijados los objetivos que se quieren conseguir se procede a la realización de bocetos, que se muestran a continuación.

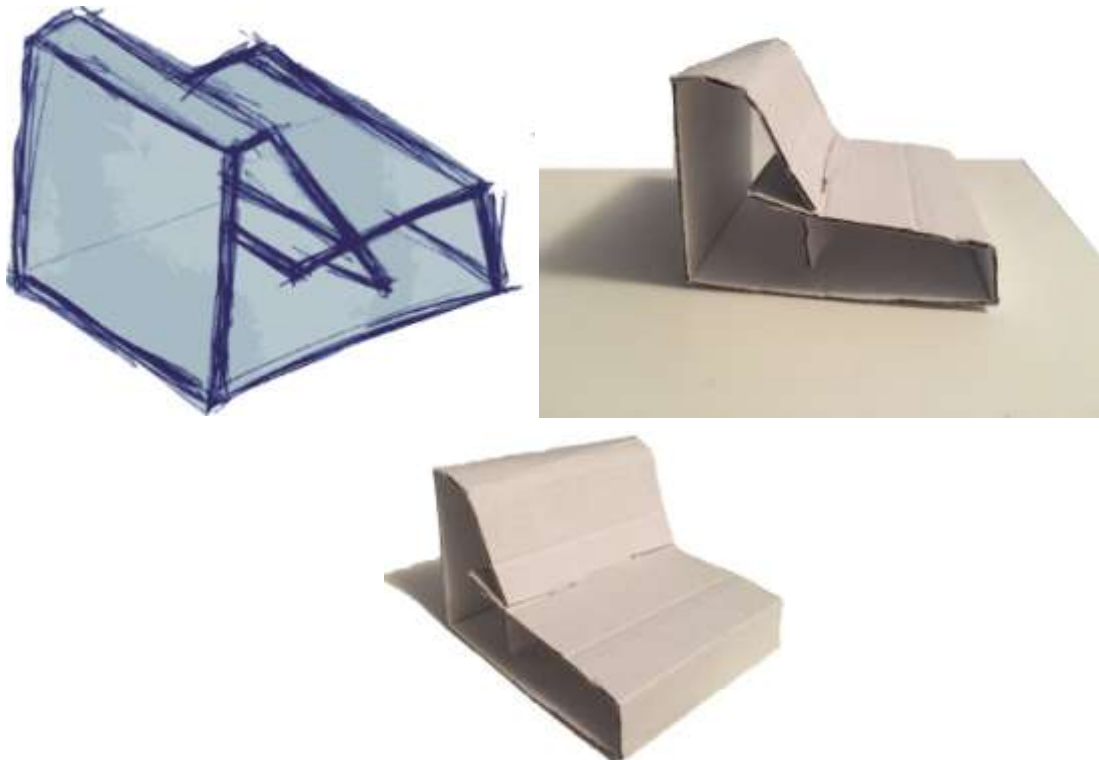
#### BOCETO Y MAQUETA 1

Se presenta un modelo de silla fabricado a partir de una única pieza. Este modelo permitiría sentarse en ambo lados de la silla, por delante y por detrás



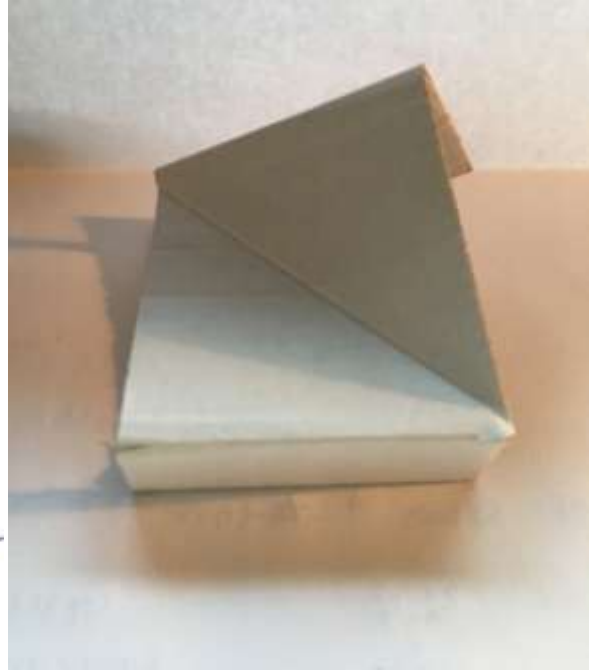
#### BOCETO Y MAQUETA 2

Este modelo también está construido de una única pieza pero al contrario que en el boceto 1 no es posible sentarse en la parte de atrás. Ambos tienen formas muy parecidas y se diferencian en pequeños detalles.



## BOCETO Y MAQUETA 3

El modelo número 3, es muy diferente estéticamente a los otros dos, también se fabrica a partir de una única pieza pero tanto el asiento como el respaldo son triangulares, dotándolo de una estética muy peculiar.



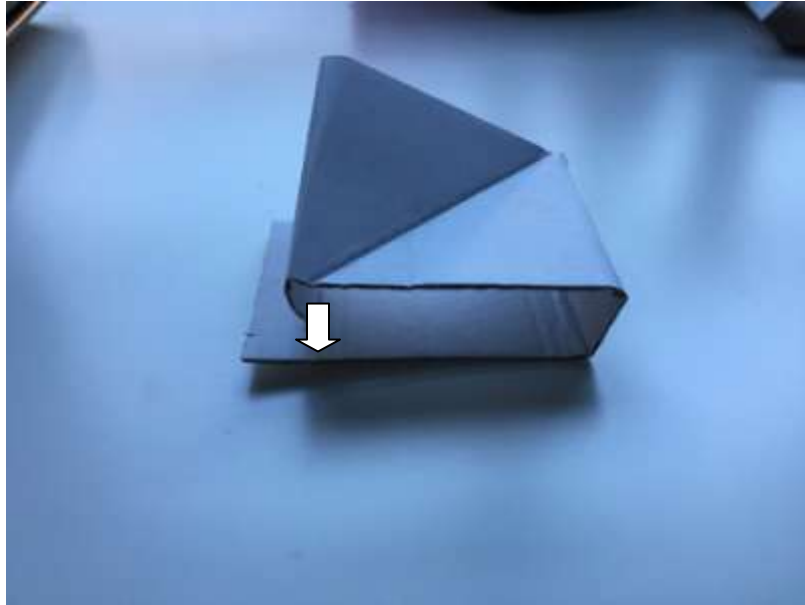
La elección final fue la opción 3, ya que es la más novedosa y distinta a lo que ya existe en el mercado, las otras dos opciones podrían llegar a ser muy similares, y la intención es conseguir un diseño de silla totalmente innovador. Por lo tanto de este modelo se parte para el diseño de MOCA.

Una vez elegido el boceto y la maqueta inicial se estudió la viabilidad de la opción elegida y se encontraron varios problemas a solucionar. Los dos principales problemas fueron:

1. Longitud de la silla. El desarrollo de la silla tenía una longitud demasiado grande, esto dificultaría su transporte y su manejo. No es una

opción válida si se necesitan medios especiales para su transporte y montaje.

2. **Resistencia del asiento.** Según el diseño inicial de la silla, el asiento quedaría en voladizo en la zona señalada con una flecha. Esto no es posible con el material elegido, ya que necesita un apoyo para soportar el peso. Sólo se podría conseguir con una silla rígida que no se desmontara.



Por lo tanto, se rediseñó el modelo<sup>3</sup> para lograr un diseño que cumpliera todas las funciones y todas las expectativas.

Una vez detectados los problemas, se concluyó que la mejor forma de resolverlos es dividiendo la silla en dos partes. Esto resolvería ambos problemas a la vez:

1. **Longitud de la silla.** Al dividirla en dos partes, la longitud de la silla disminuiría notablemente.

2. **Resistencia del asiento.** Se puede rediseñar la unión de las dos partes para dotar al asiento de más resistencia.

Una vez que se empieza a trabajar en el rediseño de la silla dividida en dos partes surge un nuevo problema. Se ha decidido dividir la silla en respaldo y asiento, dos partes independientes que hay que buscar la manera de unir para dar consistencia a la silla. Por lo tanto el nuevo problema es el ensamblaje. Una de las prioridades a la hora de diseñar esta silla era que no hubiese tornillería ni herrajes adicionales, que estuviera fabricada 100% en cartón sin ningún otro material para que su reciclado fuera más sencillo. Por lo tanto se trabajó en un diseño que salvase los tres problemas encontrados.

A continuación se exponen algunas de las opciones que se estudiaron hasta





llegar al diseño final de la silla MOCA.

Se pueden dividir los rediseños en dos grupos: Los rediseños centrados en el respaldo y los rediseños centrados en el asiento.

#### REDISEÑO 1

Como se puede observar, el respaldo sería el apoyo al suelo, a él iría unido el asiento para dar estabilidad al conjunto. El respaldo sobresale por uno de los laterales para continuar con la línea del modelo 3, donde el respaldo continúa hasta el suelo y le da dinamismo a la silla.



#### REDISEÑO 2

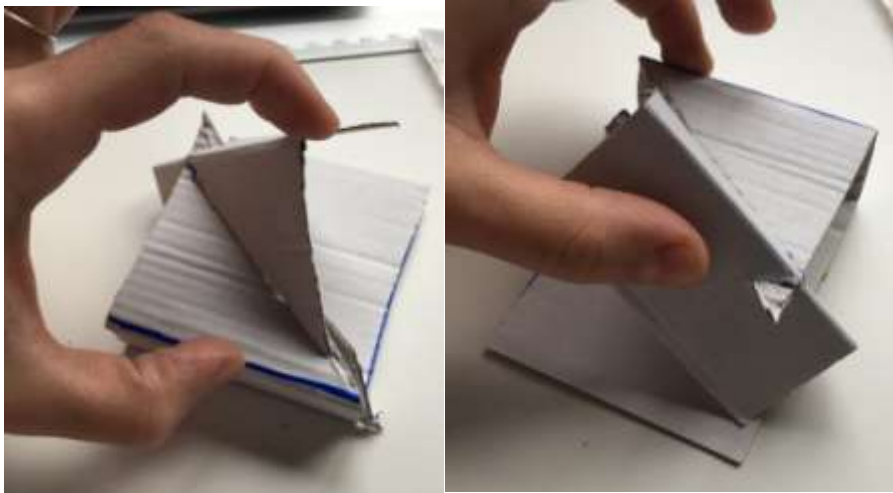
El segundo rediseño es muy parecido al primero, la diferencia está en que el respaldo no sobresale, tiene la misma longitud que el asiento. Y se le ha incluido una incisión para pasar parte del asiento a través de ella y usarla como unión.



### REDISEÑO 3

Con estos dos bocetos de rediseños no se resuelve el problema de unir el asiento y el respaldo. Se realiza una maqueta para ver en 3D la viabilidad de hacer pasar el asiento a través del respaldo para darle estabilidad.

Como se puede ver en las imágenes, no se habían resuelto todos los problemas, ya que aunque el asiento se sujetaba en un respaldo que apoyaba en el suelo, la unión entre las partes no era lo suficiente resistente para aguantar el peso de una persona



### REDISEÑO 4

Como se ha dicho con anterioridad, también se estudió la viabilidad de reforzar el asiento. Se muestra un rediseño que da más estabilidad al asiento mediante un sistema de pletinas.



Esta imagen muestra la parte de atrás del asiento. Se le ha añadido una pletina que llega hasta el suelo para darle rigidez.

La siguiente imagen muestra el lateral, en el que también se ha unido una pletina pero sin estar completa, para que no haya un exceso de material.



## REDISEÑO 5

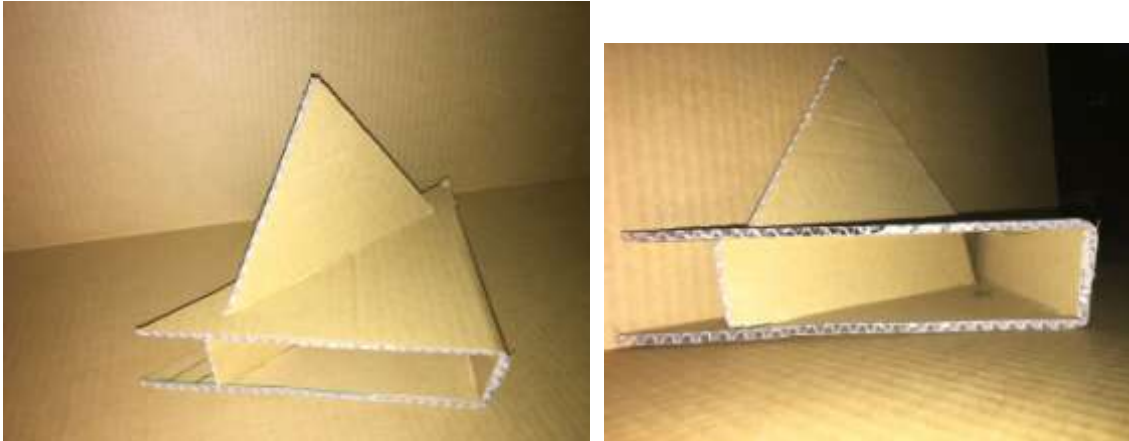
En este rediseño se han seguido las líneas del rediseño 4 pero optando por pletinas completas en todos los laterales, eso proporciona una rigidez extra, pero como se puede comprobar en las fotos, el conjunto resultaba muy complejo y confuso. Esta opción dificultaba el montaje posterior para una persona que no supiera como había sido fabricada la silla.



## REDISEÑO 6

Por último se muestra el rediseño 6. Es una maqueta realizada en cartón corrugado para comprobar mejor la estabilidad del diseño. Aunque las medidas no son las que posteriormente la silla tiene, el sistema de refuerzo del asiento y de unión entre ambas partes ha sido el elegido para trabajar sobre él en el diseño de la silla MOCA.

El rediseño consta de un asiento con dos hendiduras por donde irá metido el respaldo.



Así surgió MOCA que reunía todas las características que se habían establecido:

- Dividida en dos partes, asiento y respaldo para mejorar el transporte y manipulación de la silla
- Con la zona del asiento reforzada para hacerla 100% resistente
- Un ensamblaje fácil y duradero
- Que seguía las líneas del boceto inicial.

Con este diseño final, se consigue que el ensamblaje supusiese además un beneficio extra, ya que cuando se pone peso en el asiento la silla tiene sus piezas más unidas y por lo tanto es más resistente.



# SOLUCIÓN ADOPTADA

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PRODUCTO

El producto final obtenido es una silla fabricada en cartón nido de abeja 100% reciclado de espesor 30mm. Compuesta de dos partes independientes: asiento y respaldo, perfectamente unidas entre sí, garantizando estabilidad y seguridad.

No contiene herrajes, por lo que el ensamblaje es muy sencillo de realizar y no hay que preocuparse del reciclaje de otros materiales que no sean cartón.

Tiene una marcada imagen geométrica, con asiento y respaldo de forma triangular acompañados de líneas rectas.

Tiene una ergonomía muy estudiada que se ha trabajado en profundidad para que resulte cómoda y saludable en cualquier uso que se le dé.

El asiento se sujeta sobre dos salientes que tiene el respaldo, para ejercer de apoyo. Como el respaldo está metido a través del asiento no hay manera de que se desplace y pierda la estabilidad.

Se trabaja en color liso kraft natural, que está acompañado por el corte transversal del núcleo nido de abeja, este conjunto de colores y texturas hace que la silla MOCA tenga un diseño atractivo y novedoso. Es difícil encontrar algo similar en el mercado actual.

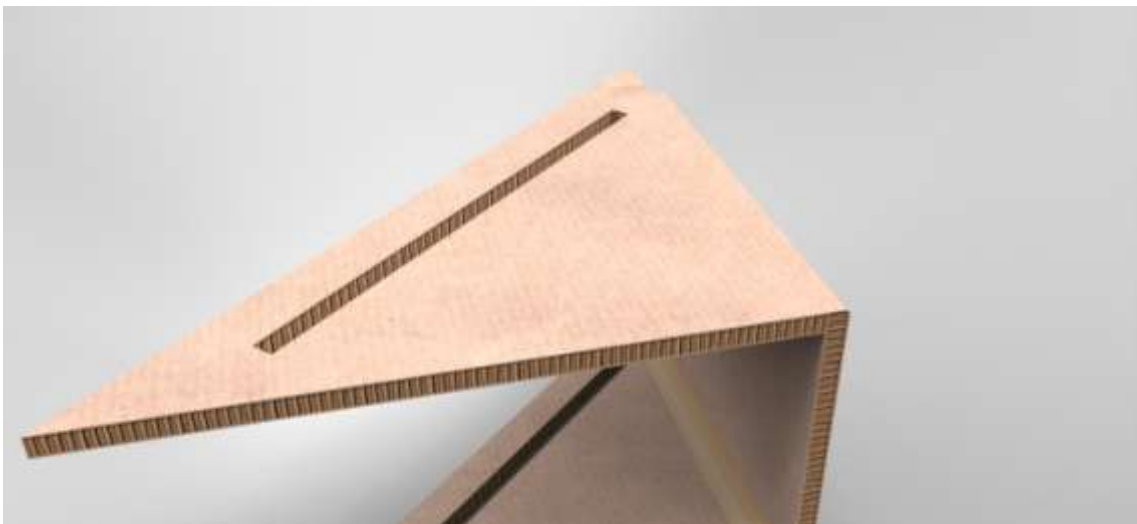


## DESCRIPCIÓN PORMENORIZADA DEL PRODUCTO

La silla MOCA está compuesta de dos partes independientes: asiento y respaldo, que se explicarán por separado.

### ASIENTO

El asiento de la silla MOCA consta de dos triángulos unidos por un rectángulo que hará de apoyo una vez montada la silla. El desarrollo tiene una longitud total de 2316mm.



Una vez preparado para montarse, se dobla por dos líneas paralelas que hacen que esté perfectamente sujeto sobre dos ángulos rectos.

Consta de dos hendiduras, una superior y una inferior por donde posteriormente pasará el respaldo.



La hendidura de abajo está ligeramente desplazada hacia el interior de la estructura para que el respaldo no quede en un ángulo recto, sino un poco inclinado para dar más comodidad al usuario.



La parte superior del asiento, donde se sentará el usuario, apoya en los salientes laterales del respaldo que se verán a continuación.

## RESPALDO

El respaldo es una única pieza formada por un triángulo que ejerce de respaldo como tal y unos salientes laterales donde apoya la parte superior del asiento.



Además tiene en la parte inferior un pequeño sobrante de material que encaja en la parte inferior del asiento.



No es simétrico ya que el asiento tiene material en un lado y en el otro no, por lo que tiene que ir acorde con la parte a la que va unida.

Más adelante, se explicará con detalle cómo se realiza el ensamblaje de ambas partes.

## MOBILIARIO TRIANGULAR

Con el fin de conocer qué productos se encuentran actualmente en el mercado con las mismas características estéticas que la silla MOCA, se ha hecho una investigación de otras sillas triangulares que están actualmente a la venta.

A continuación se exponen las más relevantes encontradas en la investigación.

### MOBILIARIO DE EFASMA

La marca británica de mobiliario EFASMA, ha lanzado recientemente su primera colección diseñada por "Bureau de Change". Esta colección presenta una serie de mesas y sillas diseñadas para encajar cuando no van a ser utilizadas, creando un diseño angular, dinámico y original. La inspiración para esta colección surge del interés de Bureau de Change por los materiales y la fabricación, uniendo funcionalidad y estética, siempre con atención en los pequeños detalles. La colección cuenta con varios tipos de sillas y mesas.



Las sillas destacan por su forma y composición, tienen como respaldo dos planos que forman un ángulo de 90°. El resultado de este mobiliario es sofisticado, ilusorio y atrevido.



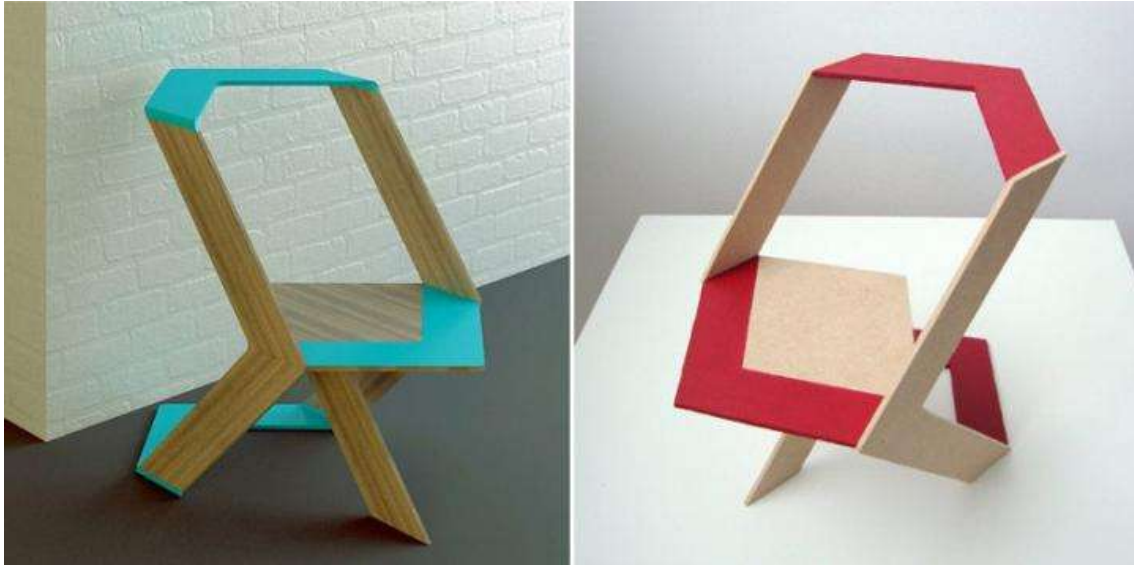
### SILLA DE ALJOUH LOOTAH

La diseñadora Aljoud Lootah, ha creado una colección llamada “Oru series” compuesta de muebles con formas geométricas que tienen una clara inspiración en el origami. “Oru” significa doblar en japonés y estos muebles quieren simular que están hechos de una sola pieza doblada para dar las diferentes formas a los muebles.



## PATTERN CHAIR DE NATALIA ROMANOVA

La diseñadora rusa Natalia Romanova ha creado una serie de sillas de formas geométricas con un diseño transgresor. Además del peculiar diseño es muy funcional ya que es plegable y si se utiliza de forma inversa, puede utilizarse como silla con un pequeño banco de trabajo.



## MESAS AUXILIARES DISEÑADAS POR PIET BLOM PIET BLOM CA 1975

Por último estas mesas, diseñadas por el arquitecto Piet Blom, autor de las casas cubo de Rotterdam y Helmond entre otros, fueron producidas de forma muy limitada en 1975. Están compuestas por cuatro triángulos de acero lacado con pequeñas pestañas como patas, parecen hechas con origami en metal. Las mesas se relacionan directamente con las casas cubo construidas en



Rotterdam en 1970, por lo que probablemente fueron diseñadas para ser utilizadas en estos edificios. Tienen la característica especial de cambiar notablemente según desde dónde se miren.



## ESTUDIO ERGONÓMICO

Para saber qué medidas son las más adecuadas para esta silla en primer lugar hay que saber qué uso se le quiere dar. Esta silla está diseñada para pasar en ella cortos periodos de tiempo, con un máximo de aproximadamente 2 horas. Pero se busca que sea confortable sea cual sea el tiempo de uso. Es una silla de descanso, por lo que la posición tiene que ser relajada y agradable.

También se debe tener en cuenta para quién se diseña, si para una persona en concreto, para un grupo reducido o para un gran número de personas. En este caso, se realiza el diseño para un gran número de personas, puesto que se enfoca el diseño de la silla para lugares públicos muy concurridos por personas de diferente procedencia y tamaño.



Para conocer las medidas óptimas que debe tener la silla para su uso se recurre a la antropometría y a la ergonomía. La antropometría tiene como objetivo el estudio de las características físicas del hombre, con el fin de describir las diferencias cuantitativas de las medidas del cuerpo humano mediante sus dimensiones, con la referencia de distintas estructuras anatómicas. Es una herramienta de la ergonomía para facilitar la adaptación de las personas con el entorno.

Por su parte, la ergonomía nos da la importancia de diseñar el mobiliario



correctamente para evitar lesiones, enfermedades y por supuesto, para aumentar la satisfacción del usuario.

Todos estos son los objetivos que se quieren lograr con el diseño de MOCA.

Para conocer las medidas que mejor se adaptan a la mayoría de la población se han estudiado los datos obtenidos del texto: "Datos antropométricos de la población laboral española" Informe de resultados. Autor: Antonio Carmona Benjumea.

*"El estudio, parte de cuyos resultados se exponen, de manera resumida, en este informe, responde al desarrollo del proyecto nacional INSHT/PN 543, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT). Entre sus objetivos se encuentran el desarrollar un método para la obtención de datos antropométricos de la población laboral española, de acuerdo con los criterios más autorizados y, en particular, con las recomendaciones incluidas en la norma internacional UNE EN ISO 7250:1998(1) y, consecuentemente, el establecimiento de una base de datos antropométricos de la población laboral española.*

*La intención de este resumen es poner los datos antropométricos obtenidos a disposición de las personas interesadas, sin esperar a la publicación de la monografía que describe tanto los resultados como los detalles metodológicos del estudio de referencia. Al tratarse de un informe preliminar, no se presenta una descripción circunstanciada de los aspectos formales del estudio; solo se reseñan aquellos que son necesarios para establecer su alcance y para permitir una aplicación correcta de los datos incluidos, especialmente los que se refieren a las características de la muestra y a la definición de las dimensiones antropométricas consideradas. Por otro lado, los datos que se ofrecen son perfectamente utilizables ya que han sido sometidos al tratamiento apropiado y contrastados con otras bases de datos internacionales e, incluso, utilizados para contribuir a elaborar la información contenida en las normas internacionales UNE EN ISO 7250:1998 y UNE EN 547-3:1997(3)."*

Por ello se considera el texto con la fiabilidad necesaria para poder usar las medidas como base para el diseño ergonómico de la silla.

Las dimensiones antropométricas consideradas son numerosas, alcanzando las 48, de las cuales, 8 serán las más útiles e importantes para el correcto diseño de la silla. Todas las medidas tenidas en cuenta, son con la población sentada, ya que es la postura natural a adoptar en la silla. Estas dimensiones, en su mayoría, coinciden con las incluidas en la norma UNE EN ISO 7250:1998.

- 1- Masa corporal. Peso total del cuerpo (este dato se utilizará para cálculos posteriores, pero es importante tener un dato fiable)
- 2- Anchura de los hombros (biacromial). Distancia, en línea recta, entre los extremos externos de ambos acromios.

3- Anchura de caderas (sentado). Distancia horizontal entre caderas, medida sobre un plano paralelo al asiento y sobre la parte más ancha de ambos muslos.

4- Longitud de la pierna (altura poplítea). Distancia vertical desde la superficie de apoyo de los pies hasta la superficie inferior del muslo o inmediata a la rodilla, con ésta doblada en ángulo recto.

5- Profundidad del asiento. Distancia horizontal medida desde el borde posterior de la cabeza del peroné hasta el punto posterior del trasero.

6- Altura sentada. Distancia vertical desde una superficie de asiento horizontal hasta el punto más alto de la cabeza.

7- Altura del punto cervical (sentado). Distancia vertical máxima desde la superficie horizontal de asiento hasta el punto correspondiente al extremo superior de la apófisis espinosa de la séptima vértebra cervical.

8- Altura de los hombros (sentado). Distancia vertical desde la superficie horizontal de asiento hasta el punto más elevado del acromion.

A continuación se hace un resumen de la tabla de resultados obtenida en el estudio del INSHT, resumiendo los puntos que se van a tener en cuenta, comparando dichos resultados con las medidas finales de la silla.

Nº (Refer. ISO 7250:1996)	Designación	Tamaño muestras	Media	Desv. típica	Error típico	Percentiles				
						P 1	P 5	P 50	P 95	P 99
<b>1 Medidas tomadas con el sujeto de pie (mm)</b>										
1 (4.1.1)	Masa corporal (peso, kg)	1711	70,46	12,70	0,307	46,9	51,0	70,0	92,7	102,8
2 (4.1.2)	Estatura (altura del cuerpo)	1723	1.663,23	83,89	2,021	1.479	1.525	1.665	1.803	1.855
3 (4.1.3)	Altura de los ojos	1722	1.557,96	82,31	1,985	1.382	1.423	1.558	1.699	1.747
4 (4.1.4)	Altura de los hombros	1722	1.382,12	76,28	1,838	1.217	1.256	1.384	1.508	1.558
5 (4.1.5)	Altura del codo	1721	1.027,24	58,03	1,399	900	932	1.027	1.122	1.165
6 (4.1.6)	Altura de la espina ilíaca	1524	934,46	56,59	1,452	806	842	934	1.028	1.066
7 (4.1.8)	Altura de la tibia	1374	451,78	36,56	0,986	377	398	449	515	548
8 (4.1.9)	Espesor del	1722	240,16	26,21	0,64	100	200	240	280	300

Fragmento de la tabla: “Datos antropométricos de la población laboral española (diciembre 1996 - corregidos octubre 1999) Población: Conjunta”

De todos los datos que proporciona la tabla, se usará para la comparación la Media, ya que se busca un dato orientativo, teniendo en cuenta que siempre habrá usuarios por encima y por debajo de dicho valor, abarcando así al mayor número de personas.

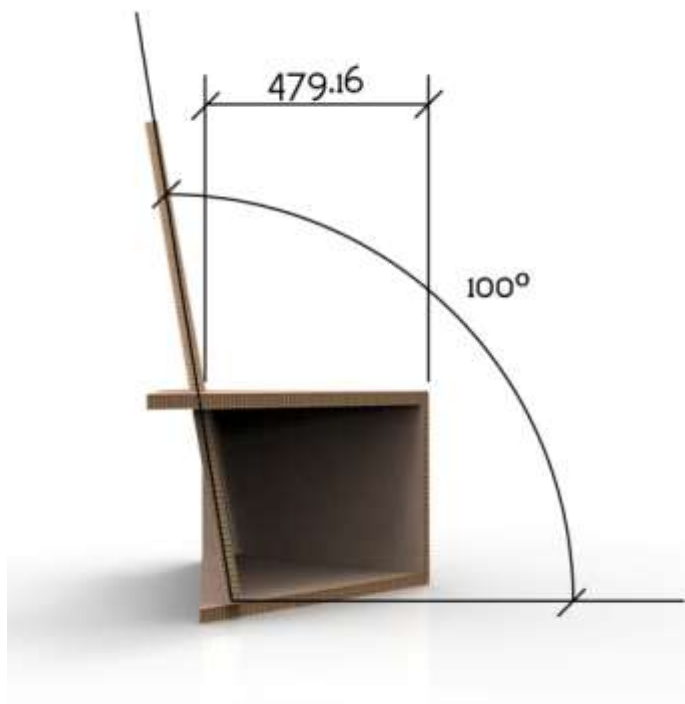
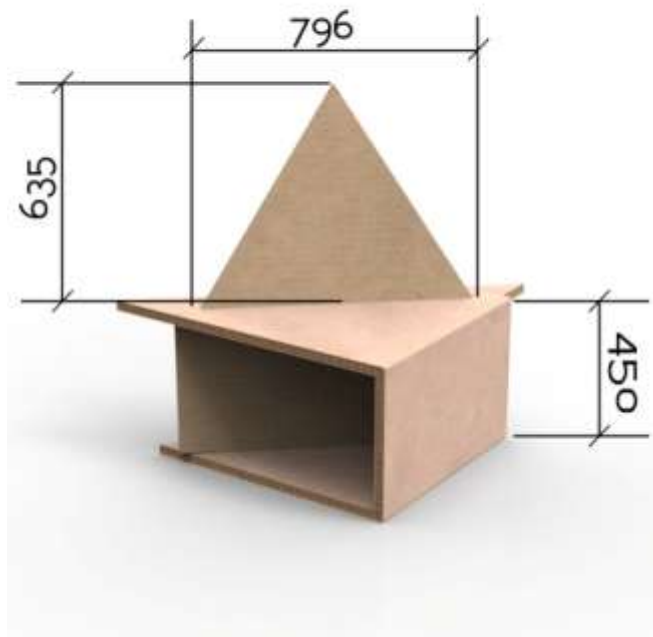
N	DESIGNACIÓN	MEDIA RESULTADO INSHT (kg y mm)	PARTE SILLA MOCA	MEDIDA SILLA MOCA
1	Masa Corporal	70,46	Cálculos de resistencia	NA
2	Anchura hombros	369,58	Anchura aprox respaldo	796,65
3	Anchura caderas sentado	365,14	Anchura aprox asiento	796
4	Altura poplítea	418,17	Altura asiento	450
5	Profundidad asiento	493,52	Profundidad asiento	497,16
6	Altura sentado	895,69	Altura aprox respaldo	635
7	Altura cervical	631,26		
8	Altura de los hombros	578,66		

Se debe tener en cuenta que la silla tiene tanto el respaldo como el asiento con forma triangular por lo que los datos de las partes de la silla son aproximados. Sólo se ha querido comprobar que efectivamente, miden como mínimo, lo mismo que la media resultado del INSHT. Las medidas 6,7 y 8 se usan en conjunto para el cálculo de la altura del asiento. Quedando el punto más alto de la silla por encima de la altura cervical, para hacerla más confortable.

Aunque siempre se ha oído que la postura más recomendada para la espalda es de 90° se ha demostrado que sentarse en ángulos un poco mayores crea una posición de confort. Como esta silla no está diseñada para trabajar sino para el descanso, se ha optado por una inclinación de 100°, esto proporcionará un descanso extra para la espalda de los usuarios.



A continuación se expone una breve acotación de las sillas con las medidas indicadas para que sea más visual el resultado del estudio:



Por todos los datos obtenidos se demuestra que las dimensiones de la silla MOCA son adecuadas para un gran rango de la población.

# IMAGEN DE MARCA

Lo más característico de la silla “MOCA” es la geometría triangular y las líneas rectas, por eso he decidido que el logo sea el nombre de ésta. La letra M y la letra A son triángulos en referencia a la forma de la silla, ya que tanto el asiento como el respaldo de la silla tiene forma triangular y por lo tanto se puede asociar con gran rapidez. Por otro lado la O y la C están compuestas por la geometría de un panel de abeja, haciendo referencia al material del que está fabricada la silla.

Por otra parte he decidido dividir todo el nombre por una línea recta, esto da un doble valor al logotipo, en primer lugar forma triángulos en la parte superior del nombre, haciendo, una vez más, referencia a la característica forma de la silla, pero además permite troquelar el cartón sin perder los huecos de las letras “O” y “A”, ya que si quisiéramos troquelar el nombre de la silla en alguna zona estos pedazos de cartón se perderían por estar troquelados en todos sus lados.

He realizado dos logotipos, siendo uno el negativo del otro, por un lado tenemos el cartón con las letras en blanco, como si hubiesen sido troqueladas y por otro lado tenemos las letras en cartón como si fuera el resto del troquelado anterior, para poder usarlas en varios formatos.



# CÁLCULOS

A la hora de intentar realizar los cálculos correspondientes para conocer la resistencia de la silla MOCA ha sido imposible conseguir los datos necesarios. Aún es un material en desarrollo y los valores mecánicos son confidenciales y las empresas no los proporcionan.

Uno de los pocos datos fiables conseguidos es la resistencia a la compresión que es de aproximadamente  $5\text{kg/cm}^2$ , es decir, un metro cuadrado soportaría 50 toneladas a compresión.

Para poder asegurar que el diseño es el correcto, es decir, que no se deforma al aplicar peso. Se ha procedido a hacer un estudio de resistencia a través de una maqueta realizada a escala 1:3.



En principio se han colocado 6 paquetes de 4 kg cada uno.



Al comprobar que la silla soportaba el peso sin ningún problema se han incluido otros 5 kg de peso para ver la máxima resistencia.



Se ha usado para la prueba un total de 29 kg, que la maqueta ha soportado sin ninguna deformación. Por lo que la resistencia de la silla queda totalmente demostrada, cumpliendo el objetivo de tener una resistencia suficiente para que el mayor número de habitantes de la población puedan ser usuarios sin que la silla falle.



Se consideran estos datos de fiabilidad puesto que la resistencia del material, depende, entre otros factores, de la densidad del mismo. Al emplear para la maqueta el mismo material que en la silla real, la densidad es la misma; y al tratarse de un material que no se comprime ante una carga, la resistencia final es, por lo tanto, proporcionalmente la misma.

Es decir, el peso final soportado por la silla MOCA es de más de 87 kg, puesto que la maqueta no ha sufrido ninguna deformación.

Esto cumple con el objetivo de que un gran porcentaje de la sociedad pueda usarla.

# FABRICACIÓN

El objetivo ha sido simplificar el proceso de fabricación lo máximo posible para reducir el tiempo de ejecución, esto permitirá fabricar un mayor número de sillas en un tiempo menor y por lo tanto se abaratarán los costes y las emisiones asociados a este proceso.

El proceso de fabricación consiste en el corte digital por cuchilla y fresa de una plancha de cartón.

En primer lugar se ha hecho una investigación sobre las empresas que realizan este tipo de fabricación. Hay que saber que no todas las empresas trabajan con el cartón nido de abeja en el mismo formato, muchas, como NIDOKRAFT trabajan con este material en planchas estandarizadas por lo que hay que adaptarse a sus tamaños.

Por el diseño que tiene el desarrollo de la silla se desperdiciaría mucho material. Lo más práctico, y sobre todo, lo más rentable tanto económica como medioambientalmente hablando es elegir una empresa que no sólo mecanice la silla, sino que también sea fabricante de cartón nido de abeja. Esto supondría un triple beneficio, ya que por un lado el coste del transporte se suprimiría, así como el impacto ambiental asociado al mismo y además se podría trabajar con una longitud a medida, esto permitiría poder diseñar las piezas en serie y ahorrar material, ya que se usaría única y exclusivamente el necesario. En la búsqueda de empresas que cumplan todos estos requisitos, la más adecuada es GRUDEM.



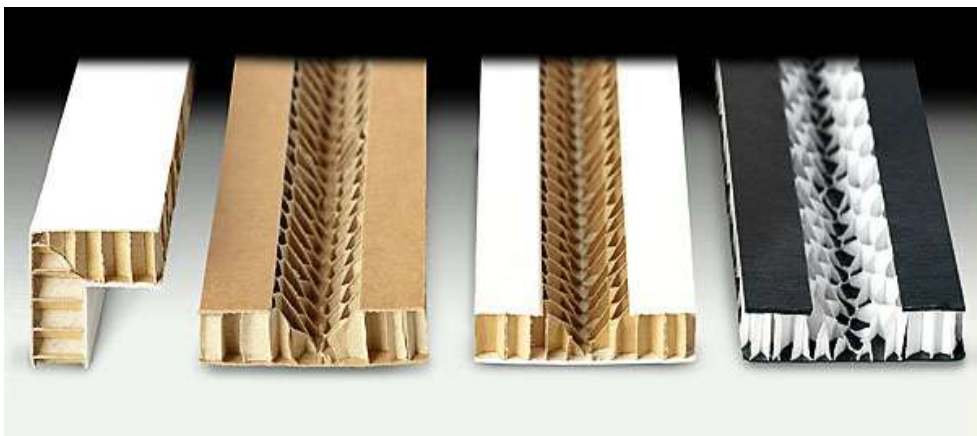
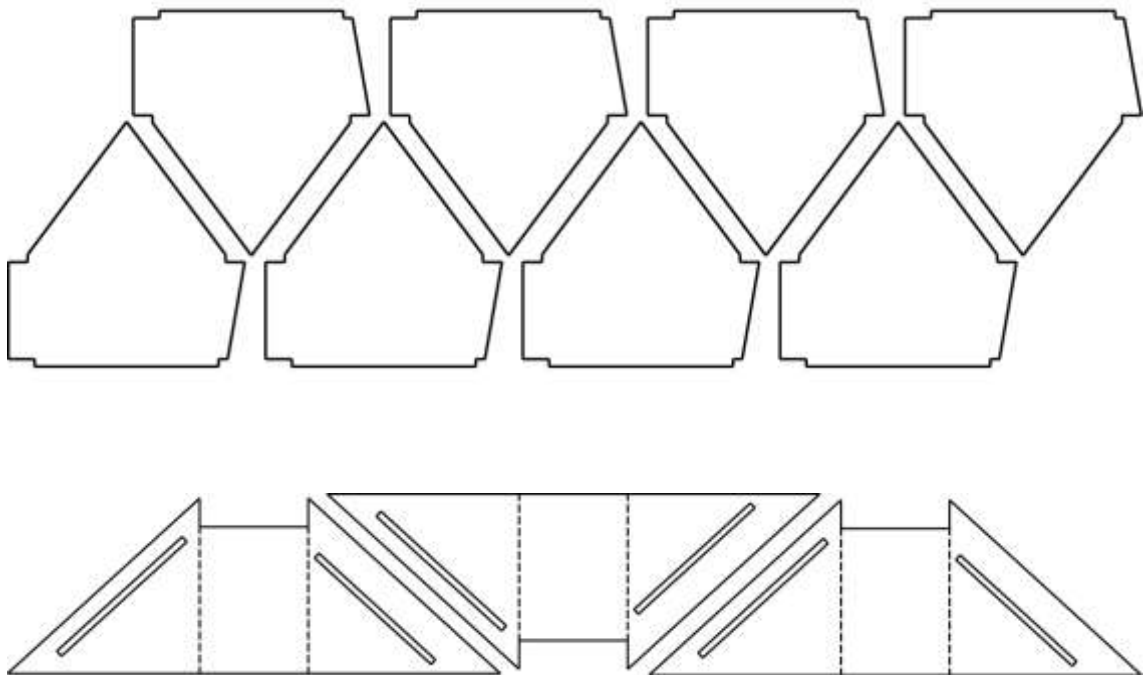
Esta empresa segoviana trabaja con un plotter de control numérico, por lo que sería suficiente enviar el archivo con el plano de la pieza a realizar, convertir dicho plano en un comando de CNC e iniciar el corte ajustando el grosor del cartón y la fuerza y la velocidad del plotter.

Pero además, hay que tener en cuenta, que aunque la fabricación del respaldo es sencilla, puesto que es un corte transversal al cartón y las líneas son rectas, el mecanizado del asiento no es tan sencillo.

Mecanizar el desarrollo del asiento no supondría ningún problema, ya que tanto el contorno exterior como el de los agujeros por donde deberá ir encajado el respaldo también es un corte transversal al cartón. Pero se debe tener en cuenta un detalle muy importante, en la fabricación de mobiliario con este tipo



de material, y es que el asiento debe ir plegado con dos ángulos rectos cuando vaya a ser ensamblado. El plegado de la silla no supondría un problema si no fuera porque el cartón nido de abeja no es tan sencillo de plegar como el cartón corrugado. Para plegar este tipo de cartón es necesario marcar y mecanizar la línea por la que ha de plegarse posteriormente. El mecanizado consiste en eliminar material a izquierda y derecha de la línea de plegado, con un ángulo de 45 grados. Este corte no puede realizarse con cualquier tipo de plotter, se necesita uno muy específico para conseguir esto, ya que supone la adquisición de una herramienta extra. El plotter de control numérico, antes mencionado, de la empresa GRUDEM también cuenta con esta característica.





## ACABADOS

Aunque son numerosos acabados los que este material acepta, se ha optado por trabajar el material en su estado natural, en color Kraft y sin revestimientos ni vinilos con el fin de simplificar lo máximo posible su proceso de fabricación disminuyendo así, los gastos energéticos derivados del proceso.

Aun así se han estudiado los distintos acabados con el fin de conocerlos para futuros diseños o rediseños, o por posibles necesidades de clientes.

Existen recubrimientos superficiales con la adición de otros materiales con el fin de proporcionar una resistencia extra, en este caso existen, entre otros, revestimiento de arcilla o recubrimiento con policarbonato. Ambos revestimientos se alejan de los principios del ecodiseño, ya que si se emplean en la silla no será 100% reciclable, premisa indispensable en el proyecto. Además este tipo de revestimientos es para la fabricación de estructuras que necesitan una resistencia extra. El cartón en natural ya tiene la resistencia suficiente para el uso para el que está destinado.

Por ello sólo se tendrían en cuenta acabados que proporcionen cualidades extra como anti abrasivos o anti humedad y aquellos que se aplican por cuestiones estéticas pero que no dificultan el posterior reciclado, en este caso están los distintos métodos de impresión.

### MÉTODOS QUE CONFIEREN A LA SILLA CUALIDADES EXTRA:

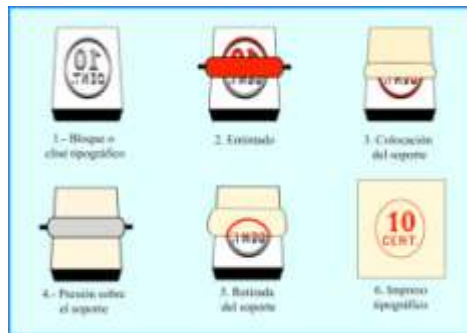
- Acabado superficial anti abrasión: tratamiento que consiste en dar un revestimiento superficial al cartón a fin de minimizar el desgaste producido por la fricción en el uso.
- Acabado anti humedad: es importante proteger al cartón contra la humedad, aunque está destinado a uso en interiores, en rediseños futuros se puede estudiar la posibilidad de incluir este tratamiento en el proceso de fabricación. Algunas técnicas anti humedad que existen actualmente son:
  - o Impregnación en cera, en método cascada a lo largo del proceso de fabricación o introduciendo el cartón en una solución de cera.
  - o Con método de barrera a través de plástico de polietileno, aunque se ha desarrollado un nuevo método de barrera, una alternativa reciclable a las láminas de PE extruido, aplicable en línea y fuera de ella, que es biodegradable.
  - o Por último, se está estudiando un proceso de impermeabilidad biodegradable gracias a la pulpa de la caña de azúcar, lo que



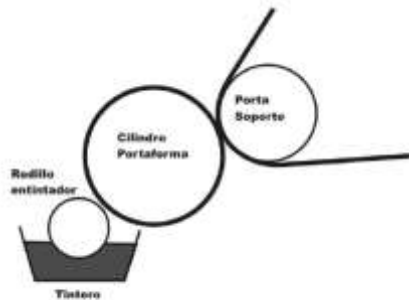
supondría un cambio en el proceso de fabricación del cartón base. Y obtendríamos un cartón totalmente impermeable y 100% reciclable.

#### MÉTODOS DE IMPRESIÓN

- **IMPRESIÓN TIPOGRÁFICA** : Consiste en grabar las imágenes que se quieren imprimir en unas planchas, el grabado es en relieve y de forma invertida para después aplicar la tinta con unos rodillos de caucho. Posteriormente se aplica de forma directa con un poco de presión de la plancha contra el cartón para transferir las imágenes a éste.



- **FLEXOGRAFÍA**: También es un método de impresión directa. Se diferencia de la impresión tipográfica en que la tinta llega al rodillo en el que están grabadas las imágenes, que se conoce como cliché, gracias a dos cilindros que le aplican la tinta de forma que sólo una fina capa llegue. Las tintas empleadas tienen base acuosa por lo que el secado es muy rápido.



- **HUECOGRABADO**: El huecograbado es la antítesis de la impresión tipográfica, ya que consiste también en grabar la imagen en una plancha pero ésta no está en relieve, si no hendido en la plancha. Esos huecos son los que se llenarán de tinta y transferirán la imagen al cartón.

### Celdillas de huecograbado



- IMPRESIÓN DIGITAL: La impresión digital es la más conocida porque es la que usan las impresoras de uso doméstico. Se utiliza tinta en impresoras de inyección y tóner en impresoras láser. El inconveniente es que no es un proceso nada ecológico.



- OFFSET: En este método de impresión, la imagen o texto no se transfiere de forma directa, sino a través de un cilindro de caucho que recibe la imagen para transferirla a la superficie por presión. Se aplica una textura oleosa en la placa, que se humedece con agua para que repela la tinta en las zonas donde no debe ir impresión. Es una impresión de muy alta calidad.



## VERSIONES Y USO

El objetivo principal de la silla MOCA es concienciar sobre la búsqueda y el uso de nuevos materiales, por lo que está destinada para un uso en lugares públicos que sean frecuentados por gran cantidad de personas diferentes y que vayan a estar un corto periodo de tiempo, un máximo de dos horas aproximadamente. Es posible que por culpa del gran número de personas la silla pueda sufrir algún tipo de desgaste prematuro. Por lo que se ha considerado la posibilidad de acompañar al producto con un mensaje que inste a las personas a cuidar la silla, y el mobiliario en general.

A continuación se exponen algunas situaciones posibles de uso, como museos, bibliotecas, centros comerciales, exposiciones o salas de espera, entre otros múltiples usos.

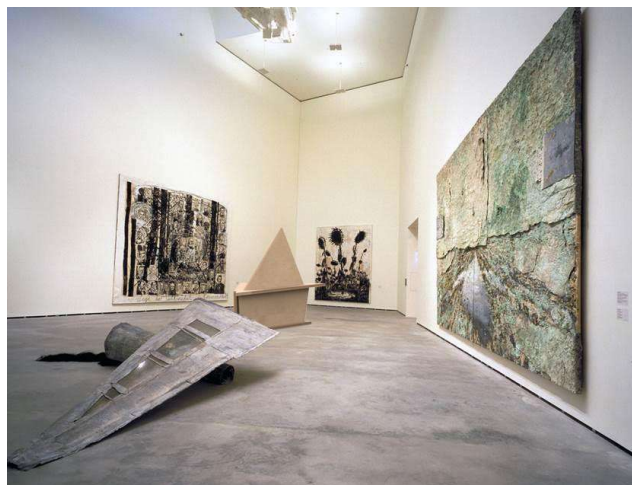
Con la finalidad de pensar en futuras oportunidades de negocio gracias a la silla MOCA, se han planteado varias posibles versiones en las que se podría trabajar más adelante. Ya que la silla tiene una característica forma triangular se ha estudiado la posibilidad de crear una versión con líneas más cuadradas, así como un taburete o una mesa de centro.

A continuación se exponen algunas de las variantes de impresión y situaciones que podría tener la silla MOCA, enfatizando su polivalencia mostrándola en muchos sectores y ámbitos.

Aunque, como se ha dicho con anterioridad, la fabricación de la silla MOCA se realiza en color kraft natural se estudia la posibilidad de incluir alguna impresión en rediseños posteriores o bajo demanda de clientes.

### VERSIÓN/USO:

Se expone la silla en color natural como mobiliario auxiliar en un museo, donde la gente puede sentarse a admirar las obras expuestas.



VERSIÓN/USO 2 Se muestra la silla con el logotipo grabado. Este modelo sería de utilidad en ferias y eventos, así se promocionaría la marca siendo la propia silla el soporte.



VERSIÓN/USO 3

Como el cartón es un material tan versátil, se puede optar por imprimir la silla en colores. A continuación se muestran algunos ejemplos de cómo quedaría la silla en varios colores.





También se ha contemplado la opción de imprimir sólo en los respaldos y dejar los asientos en color natural para hacer un contraste entre ambas partes, dando al conjunto más vitalidad y dinamismo.



Estos modelos de silla podrían encontrarse en las salas de espera de diferentes tipos de consulta.





VERSIÓN/USO4

A parte de imprimir en colores lisos, también se ha estudiado la posibilidad de imprimir imágenes.





El uso que se ha buscado es en museos, donde se podría imprimir en el cartón los mismos cuadros que se están exponiendo. Sería una forma original de exponer los cuadros y las propias sillas serían los soportes de las obras.



Con todo esto se demuestra que la silla MOCA tiene muchas alternativas de uso y de diseño, por lo que podría ser de utilidad en muchos ámbitos.



# DISTRIBUCIÓN Y VENTA

## PACKAGING

Para el diseño del packaging se ha hecho una investigación sobre las funciones y características que debe cumplir un embalaje. Las características principales que se han encontrado se han resumido de la siguiente manera. HERMETICIDAD. El packaging debe ser hermético, evitando que entre ni salga nada del mismo a través de las paredes ni de las uniones.

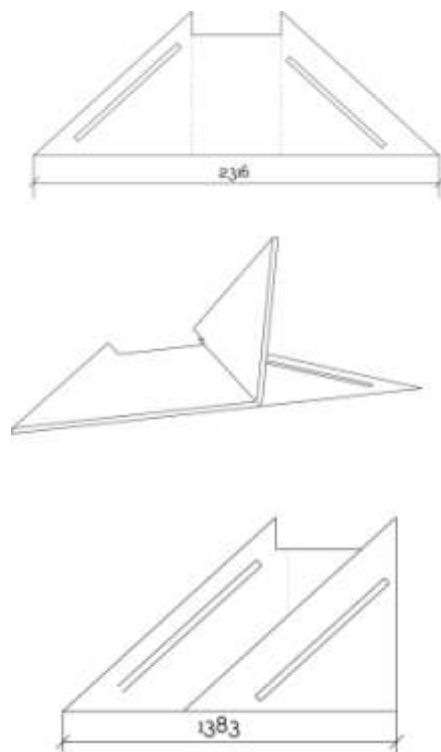
- RESISTENCIA. Debe ser resistente tanto a la carga vertical que soporte durante el almacenaje y transporte como a las caídas.
- MANEJABILIDAD. Debe ser manejable para ser transportado sin dificultades.
- ESTABILIDAD. Se debe fabricar con unas dimensiones de manera que sea estable con una relación base/altura óptimo
- SOSTENIBILIDAD. Debe ser sostenible con el medio ambiente. Para ello se ha de usar la cantidad justa de material, reduciéndolo todo lo posible. Además, debe facilitar el proceso de recogida, selección y reciclado. También han de ser plegables para minimizar su ocupación.

A estas características resumidas y recogidas del “Estudio de recomendaciones logísticas” de ECOEMBES se le añaden otras dos funciones: Imagen de marca e instrucciones.

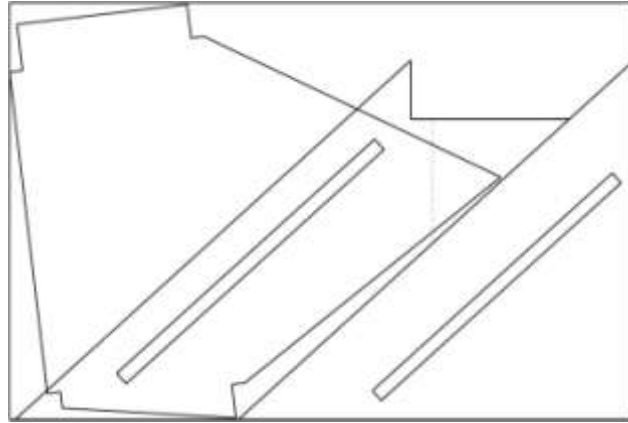


Por todo ello se busca un embalaje plano totalmente adaptado a las medidas del producto a transportar con el fin de que en la caja haya la menor cantidad de aire posible, ya que el transporte de aire en el packaging es un gasto de recurso y una emisión de CO<sub>2</sub> al medio ambiente totalmente innecesaria. Por esto se han buscado las medidas más ajustadas al contenido de la caja. Contando con que además sea un embalaje seguro y que proteja el interior. Por ello se ha elegido cartón corrugado de 3mm, con pestañas de refuerzo pegadas unas a otras con cola biodegradable, para que el producto siga siendo 100% reciclable.

Para que la silla desmontada ocupe el mínimo espacio posible se ha optado por la opción de doblar uno de los laterales del desarrollo del asiento hacia el lado contrario al que irá plegado una vez montado, así reduciremos la medida de éste de 2316mm a 1383mm.



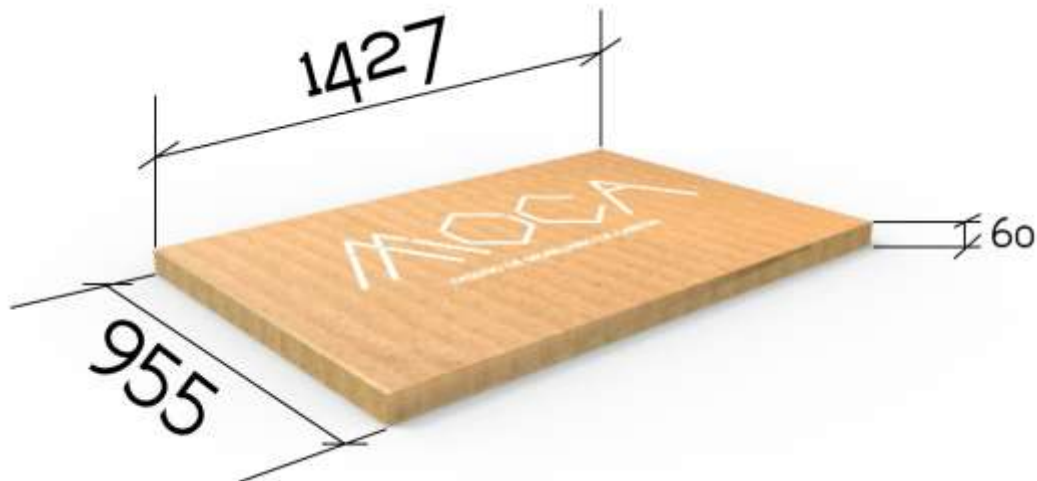
Jugando con la forma del respaldo y adaptándolo a la forma conseguida del asiento se busca que la altura máxima del espacio que van a ocupar sea de 60mm y la altura final del packaging sea 66mm, lo que corresponde a 60mm del espesor de las dos piezas que componen la silla más 6mm de las dos tapas de cartón corrugado de 3mm.



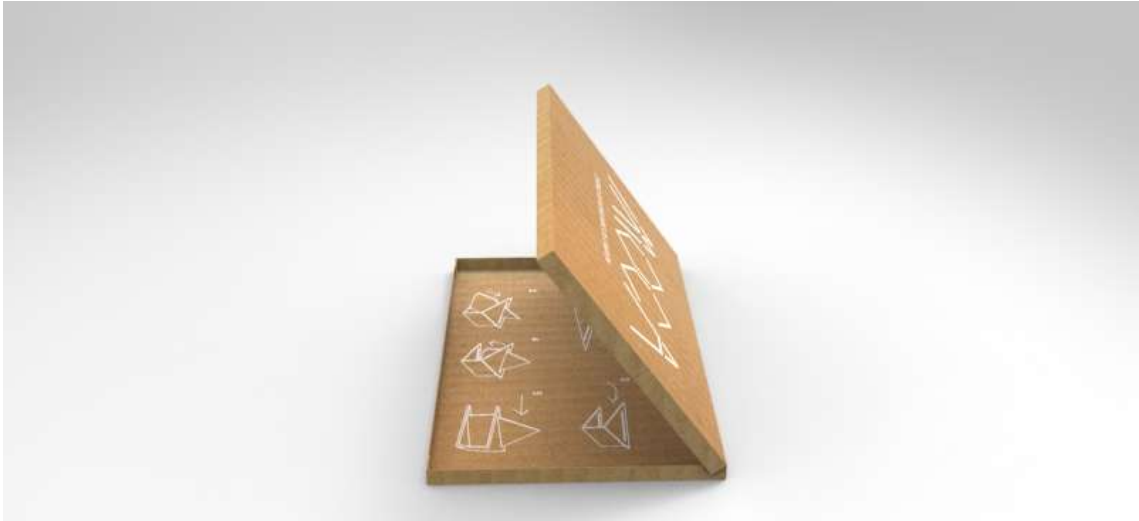
El packaging tiene varias funciones, una de ellas, con mucha importancia, es la seguridad del producto. Cuánto menos espacio haya dentro del packaging menos se podrán mover las piezas que van dentro, por lo que menor es el daño que van a sufrir.

Por ello, como el respaldo tendría una zona que quedaría en voladizo tras apoyar parte de su forma en la pieza del asiento, se ha optado por reforzar la base con un protector de cartón. Este protector se aprovechará del propio proceso de fabricación. Lo que sería un sobrante que iría a reciclar directamente, se le da un nuevo uso, así se reducen costes tanto en residuos como en la introducción de otro tipo de protector.

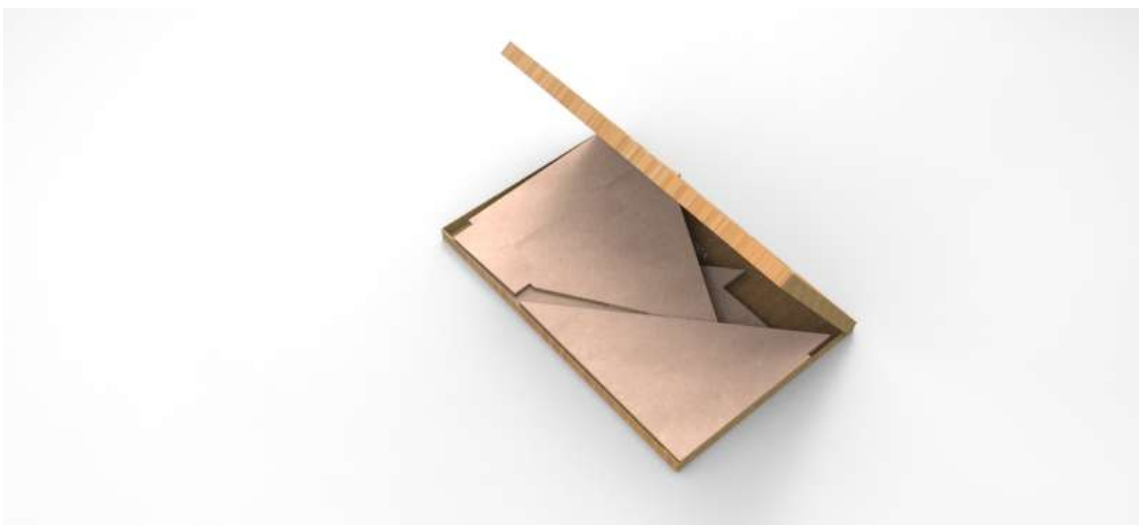
Las medidas finales de la caja montada son de 1427x955x60mm



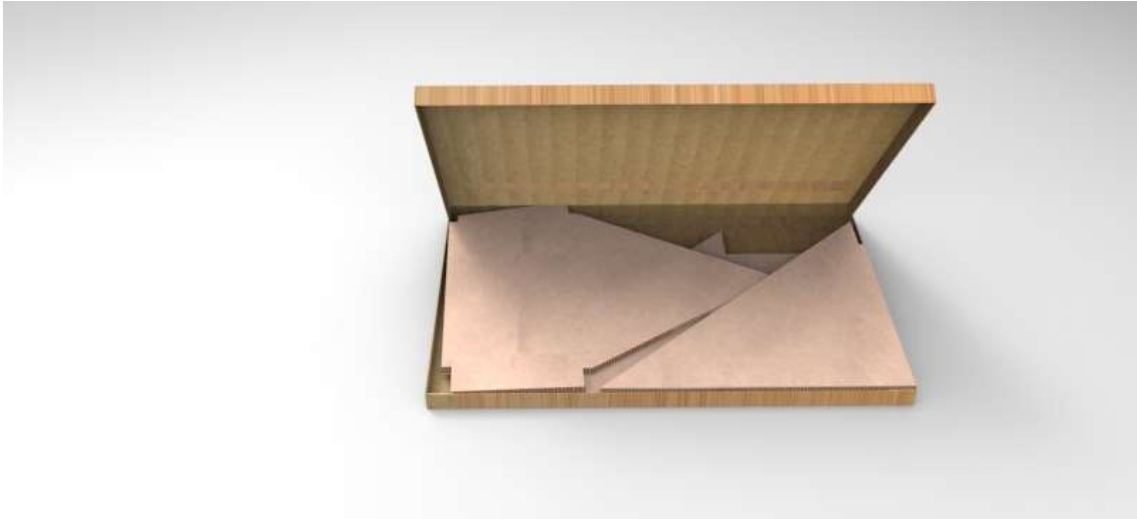
Como se ha dicho con anterioridad, se ha dotado al packaging de dos importantes funciones más: Imagen de marca e instrucciones. Aprovechar todas las posibilidades del packaging refuerza la intención de la concienciación del ecodiseño. Dar todas las utilidades posibles demuestra que el cartón es un material versátil y resistente.



A continuación se muestra cómo quedaría la silla dentro del packaging, es decir, como la recibirían los futuros clientes.







# INSTRUCCIONES

Todas las partes del diseño de la silla MOCA se han basado en los principios del ECODISEÑO y para el diseño de las instrucciones no podía ser de otra manera. Se plantearon varias opciones a la hora de diseñar un manual de instrucciones útil pero que no aumentara el impacto ambiental del producto final, por ello se dejó a un lado la opción de imprimir las instrucciones en un papel a parte, incluso siendo éste reciclado, y se optó por la opción más eficiente medioambientalmente hablando, como es imprimir las instrucciones en la caja de cartón donde vamos a comercializar la silla.



La silla MOCA es muy fácil de montar, ya que consta solamente de dos partes y no necesita herrajes. Basta con doblar el asiento en dos ángulos rectos por las hendiduras que vienen hechas de fábrica como indica el dibujo. Posteriormente se levanta la parte de arriba del asiento para poder introducir la parte superior del respaldo por la hendidura de esta parte. Una vez introducida se baja el asiento para volver a formar un ángulo recto y se encaja la parte inferior del respaldo en la hendidura hecha en el asiento para este fin. Empujando suavemente hacia abajo se ajustan ambas partes para asegurar que no se desmonta.

## TRANSPORTE

Como el packaging es un paquete plano resulta muy fácil apilarlo, esto permite transportar un mayor número de sillas en un menor espacio.

Las cajas, por lo tanto, irán apiladas unas encima de otras y todas ellas encima de un pallet de cartón.

Se ha elegido este tipo de pallets porque son totalmente adaptables a las medidas del packaging ya que se fabrican a medida según las necesidades. Estos pallets son 100% reciclados y reciclables y constan de una plancha de cartón y unos tacos para darle resistencia y estabilidad.



La altura aproximada de la carga de un camión son 2.8m por lo que se podrían apilar 2 pallets de 22 sillas cada uno.

La longitud y anchura aproximadas de la carga de un camión son 13,62m y 2,8m respectivamente. Por lo que organizando la carga de la forma más eficiente se podrían llegar a transportar hasta 1232 sillas a la vez. Contando con que entran 14 pallets a lo largo y 2 a lo ancho y además dos alturas en cada pallet.

$14 \times 2 \times 2 = 1232$  sillas

# PRESUPUESTO

Se proyecta este presupuesto para estimar el precio de venta de la silla MOCA. Se va a tomar como referencia la producción de 1000 sillas.

El presente presupuesto es orientativo ya que las empresas no proporcionan datos fiables del precio de coste de los materiales ni de los procesos, por lo que se va a realizar una estimación con los datos obtenidos de tiendas online de varias empresas.

Se va a suponer que se tienen planchas individuales para cada uno de los componentes.

## CÁLCULO DEL COSTE DE MATERIAL:

Se ha tomado como precio orientativo de partida, el precio ofrecido por la empresa "Materials World". Esta empresa suministra el cartón por planchas de medidas fijas, aunque en el caso de la silla MOCA no cuadre ninguna de sus planchas, se utilizarán sus tarifas para calcular el precio por  $m^2$ .

Se toma como referencia la plancha de cartón nido de abeja ofertada por la empresa de la medida 1200x2000 con un espesor de 30mm. El precio de esta plancha es de 20€. Se procede a calcular el precio del  $m^2$ :

$$1200 \times 2000 = 2400000 \text{mm}^2 = 2,4 \text{ m}^2$$

Por lo tanto se sabe que el precio de  $2,4 \text{ m}^2$  es de 20€ por lo que el precio del metro cuadrado es la división del precio entre la cantidad.

$$\frac{20\text{€}}{2,4\text{m}^2} = 8,3\text{€/m}^2$$

Una vez que se tiene el precio de venta al por menor del metro cuadrado del material, hay que calcular cuál sería el precio al por mayor. Suponiendo que la empresa quiere conseguir alrededor de un 40-50% de beneficio, se obtiene lo siguiente:

$$\frac{8,3\text{€}}{\text{m}^2} \times 0,5 = 4,15\text{€/m}^2$$

Una vez que se obtiene el beneficio de la empresa, se puede calcular de manera sencilla que el precio al por mayor de  $1\text{m}^2$  de cartón nido de abeja es aproximadamente 4,15€.

A continuación se va a calcular cuántos  $m^2$  de cartón serían necesarios para la fabricación de la silla MOCA a fin de conocer un poco más exactamente el precio del material necesario:

CÁLCULO DE LA SUPERFICIE DEL ASIENTO Y DEL RESPALDO:

Hay que recordar que es un cálculo estimado por lo que se van a coger las medidas generales del asiento:

La plancha necesaria para la fabricación de asiento debe ser de:

$$2316 \times 820 = 1899000 \text{mm}^2 \approx 1,9 \text{m}^2$$

Y la plancha necesaria para la fabricación del respaldo debe ser de:

$$952 \times 986 = 938672 \text{mm}^2 \approx 0,94 \text{m}^2$$


Por lo tanto la suma de ambas partes es de  $1,9 + 0,94 = 2,84 \text{m}^2$

Conociendo el precio de  $1 \text{m}^2$  y los metros cuadrados necesarios tenemos que el cartón necesario para la fabricación de una sola silla costaría aproximadamente:

$$\frac{4,15\text{€}}{\text{m}^2} \times 2,84 \text{m}^2 = 11,78\text{€}$$

A continuación se expone el presupuesto final, en él se suma el 30% de beneficio que se ha fijado y el 21% de IVA.

<b>COSTE DEL MATERIAL</b>			
PIEZA	m2	€/m2	€
	0,94	4,5	3,9
	1,9	4,5	7,88
<b>TOTAL MATERIAL</b>			<b>11,78</b>

<b>COSTE PACKAGING</b>			
PIEZA	m2	€/m2	€
	3,23	0,8	2,42
<b>TOTAL PACKAGING</b>			<b>2,42</b>

<b>COSTE FABRICACIÓN</b>			
PIEZAS	€/PIEZA	Nº PIEZAS	€
			
		2	4
<b>TOTAL FABRICACIÓN</b>			<b>4</b>

<b>COSTE TOTAL</b>	<b>18,2</b>
<b>30% BENEFICIO</b>	<b>5,46</b>
<b>PRECIO SILLA</b>	<b>23,66</b>
<b>IVA 21%</b>	<b>4,97</b>
<b>PVP</b>	<b>28,63 €</b>



# IMPACTO AMBIENTAL

Uno de los objetivos principales de este proyecto es conseguir diseñar una silla cuya fabricación, uso y final de vida conlleve el menor impacto ambiental posible.

¿Qué entendemos por impacto ambiental? El impacto ambiental es la alteración que produce, directa o indirectamente, una acción humana en el medio ambiente, ya sea por un proyecto o una actividad en un área determinada. Hay diferentes impactos ambientales derivados de la acción humana en el medio ambiente, a continuación tenemos un fragmento de la tabla “Causas comunes del impacto ambiental” obtenida de la empresa ECOLAN.

IMPACTO AMBIENTAL	CAUSA
Contaminación del agua	Vertidos industriales con sustancias tóxicas
	Vertidos de aguas residuales (aguas fecales)
	Vertidos a altas temperaturas.
Contaminación del suelo	Deposición incontrolada de residuos
	Fugas y accidentes
Agotamiento de recursos naturales	Consumo desmedido de recursos naturales (Materia prima, energía, agua, suelo)
Contaminación atmosférica	Fuentes de emisiones móviles (transporte)
	Fuentes de emisiones fijas (industria, hogares, vertederos...)
Efectos locales	Fuente de ruido, vibraciones, olores provenientes de diferentes actividades.

Como sabemos, un alto porcentaje de los impactos medioambientales originados por un producto se pueden determinar durante la fase de diseño. Es decir, aplicando el *ecodiseño*.

En el caso de la silla "MOCA", se ha trabajado en 2 de los impactos ambientales más propensos a ocurrir debidos a la fabricación de la silla.

- AGOTAMIENTO DE LOS RECURSOS NATURALES

Para evitar un agotamiento de un recurso natural como es la madera se ha optado por utilizar, como ya se ha indicado con anterioridad, material 100% reciclado y reciclable.

Además el proceso de fabricación está estudiado de tal manera que sea lo más simple posible para evitar un gasto innecesario de energía en la fabricación. Por otro lado, se ha suprimido el acabado final, ya que es algo únicamente ornamental, que no aporta nada funcional al diseño, pero que en cambio supone un consumo de materias y de energía extra, aparte de dificultar su reciclaje en el final de vida del producto.

- CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA

El estudio del diseño del packaging está enfocado para que ocupe el mínimo espacio posible, así permite transportar más unidades en el mismo espacio, minimizando la contaminación atmosférica de las fuentes móviles como son los camiones. Además, una vez más, gracias al estudio de la fabricación y la simplificación del proceso se reduce la contaminación producida por fuentes fijas, como son las fábricas. Además con un correcto tratamiento de los residuos generados en el fin de vida de la silla, no sólo se puede reciclar y evitar que se convierta en basura, si no que se fabricarán nuevas sillas con las que se han tenido que desechar.



# NORMATIVA APLICABLE

Se ha hecho una búsqueda de la normativa aplicable al proyecto. Se ha tenido en cuenta que, aunque la silla está diseñada para uso no doméstico, es posible que se use también de forma doméstica, por lo que se ha decidido que cumpla las normas referentes a ambos casos. Se va a seguir la norma UNE e ISO (normativa nacional e internacional)

Hay que recordar que una norma es un documento técnico de aplicación voluntaria que ha sido redactada en consenso entre las partes interesadas y están basadas en los resultados de experiencia y desarrollo tecnológico, además han sido aprobadas por un organismo de normalización. Gracias a las normas se garantizan unos niveles de calidad y seguridad, se mejora la gestión y el diseño y se establecen políticas de medio ambiente.

Por un lado se ha de seguir la normativa referente a resistencia, durabilidad y seguridad y por otro lado toda la normativa referente al ecodiseño y al impacto ambiental de una actividad industrial.

## NORMATIVA REFERENTE A RESISNTECIA, DURABILIDAD Y SEGURIDAD:

- ISO 9.001: Norma internacionalmente aceptada que especifica los requisitos para un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) efectivo
- UNE-EN 16139:2013 (versión corregida en fecha 2015-04-22): Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para asientos de uso no doméstico.
- UNE-EN 12520: Mobiliario. Resistencia, durabilidad y seguridad. Requisitos para asientos de uso no doméstico. Documentos indispensables para la aplicación de esta norma:
  - o EN 1022, Mobiliario doméstico. Asientos. Determinación de la estabilidad
  - o EN 1728:2012. Mobiliario. Asientos. Métodos de ensayo para la determinación de la resistencia y la durabilidad

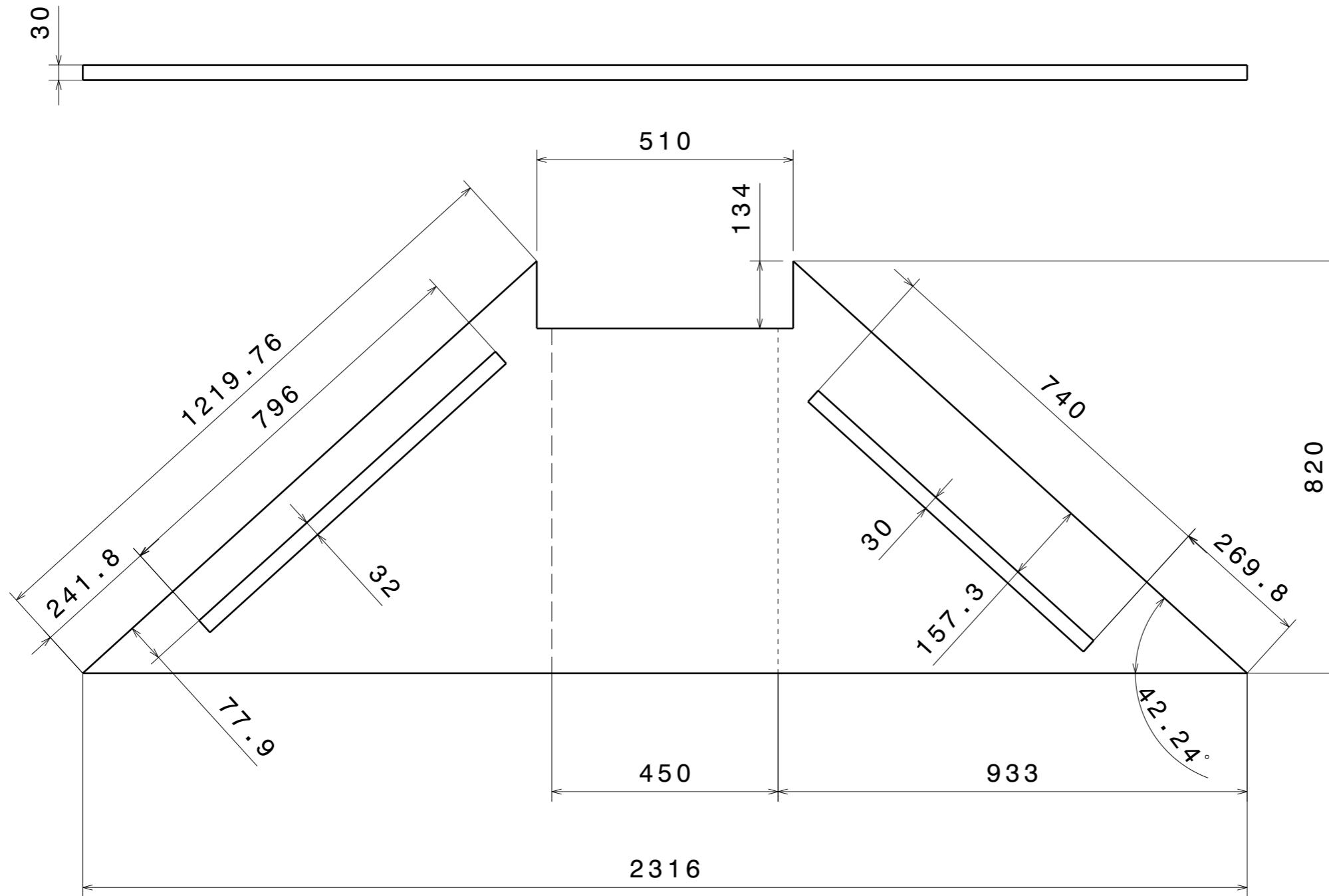
## NORMATIVA REFERENTE AL MEDIO AMBIENTE

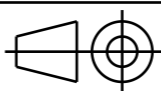
- ISO 14.001: Norma internacionalmente aceptada que define cómo establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo
- UNE-EN ISO 14006:2011: Sistemas de gestión ambiental. Directrices para la incorporación del ecodiseño

# PLANOS

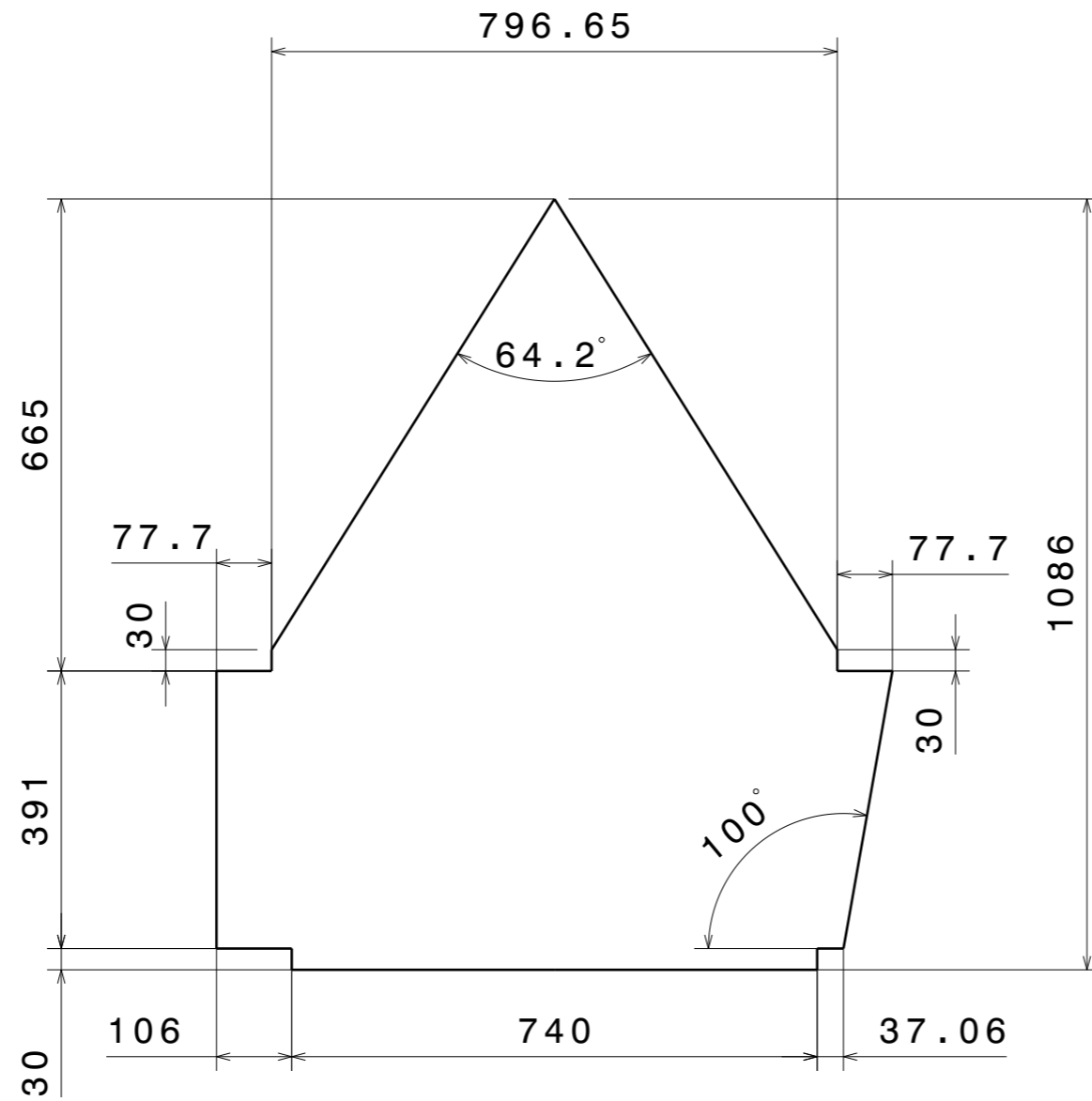
A continuación se adjuntan los planos necesarios para la fabricación completa de la silla MOCA, así como un plano de conjunto a fin de facilitar la visión general del producto para los trabajadores.



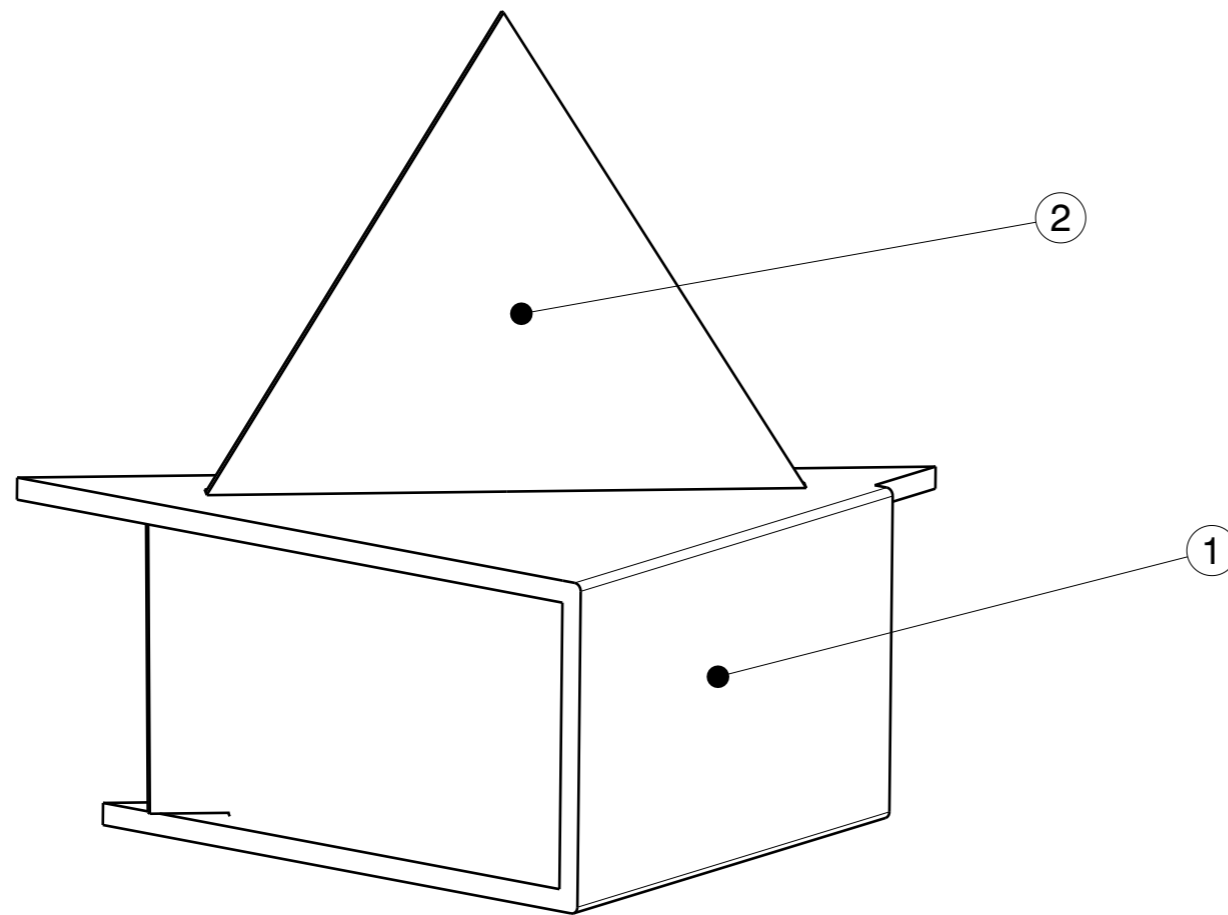


REALIZADO POR: Virginia Herrero Santiago		<h1>ASIEN TO</h1>	
HECHO PARA: E.I.I Sede F. Mendizábal			
TAMAÑO <b>A3</b>		Diseño de mobiliario con material reciclado	
ESCALA <b>1:10</b>	PESO <b>1 KG</b>	Trabajo fin de Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del producto	PÁGINA <b>1/3</b>





REALIZADO POR: Virginia Herrero Santiago		<h1>RESPALDO</h1>	
HECHO PARA: E.I.I Sede F. Mendizábal			
TAMAÑO <b>A3</b>		Diseño de mobiliario con material reciclado	
ESCALA <b>1:10</b>	PESO <b>0.6 KG</b>	Trabajo fin de Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del producto	PÁGINA <b>2/3</b>



2	RESPALDO	CARTÓN NIDO DE ABEJA	1
1	ASIENTO	CARTÓN NIDO DE ABEJA	1
MARCA	DENOMINACIÓN	MATERIAL	UNIDADES
REALIZADO POR: Virginia Herrero Santiago	<b>CONJUNTO</b>		
HECHO PARA: E.I.I Sede F. Mendizábal			
TAMANO <b>A3</b>		Diseño de mobiliario con material reciclado	
ESCALA <b>1:10</b>	PESO <b>0.6 KG</b>	Trabajo fin de Grado de Ingeniería de Diseño Industrial y Desarrollo del producto	PÁGINA <b>2/3</b>

# BIBLIOGRAFÍA Y FUENTES

## 1- DISEÑO DEL SIGLO XX

Autores: Charlotte&Peter Fiell

Editorial: Taschen

## 2- 1000 CHAIRS

Autores: Charlotte&Peter Fiell

Editorial: Taschen

## 3- Diseño ecológico: 1000 ejemplos

Autora: Rebecca Proctor (Traducción: Olga Hernando)

Editorial: Gustavo Gili

## 4- Diseño de interiores : un manual

Autor: Frank Ching & Corky Binggeli

Editorial: Gustavo Gili

## WEBGRAFÍA

### ESTADO DEL ARTE

<http://www.mylearning.org/hull-traders-revolutionary-fabrics/p-2986/>

<http://www.galerieutopie.com/mobilier/pour-enfants--for-kids/>

<http://www.lanacion.com.ar/208683-la-historia-menos-conocida-de-gehr>

*Cartonlab.com*

*Kartelier.com*

<http://www.efasma.co.uk>

### EL CARTÓN

<http://cardboard.es/>

<http://www.rajapack.es/blog-es/curiosidades/como-funciona-el-reciclaje-de-carton/>

<http://elreciclaje.org>

### IMPACTO AMBIENTAL

<http://www.amarilloverdeyazul.com/>

[www.medioambiente.net](http://www.medioambiente.net)

### PACKAGING



<http://fontpackaging.com/>

[www.ecoembes.com](http://www.ecoembes.com)

CÁLCULOS

<http://honeycomb.premier-packaging-products.com>

<http://www.midmod-design.com>

