

Universitat Politècnica de Valencia

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Máster Universitario en Ingeniería del Diseño

Trabajo Fin de Máster

# DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MUEBLE INFANTIL MULTIFUNCIONAL Y PERSONALIZABLE

ELISA PÉREZ AGÚNDEZ

Bajo la tutorización de:

JAVIER APARISI TORRIJO

*SEPTIEMBRE 2018*



### *Resumen*

*En este trabajo final de máster se presenta el diseño y desarrollo de un mueble infantil multifuncional y personalizable. El producto consta de diferentes tipos de piezas, que combinadas entre sí, permiten al usuario realizar múltiples diseños. Para afianzar la relación del usuario con el producto y hacerle participe en el proceso de diseño, éste también puede personalizar algunas de las piezas, fabricadas mediante procesos avanzados de fabricación.*

*Palabras clave: Diseño de producto; mobiliario infantil; modular; multifunción; personalizable.*

### *Abstract*

*The aim of this final master thesis is to design and develop a multifunctional and customizable children furniture piece. The product is composed by different kind of parts which once assembled allows the user to create several designs. Besides some tailored parts can be produced by advanced manufacturing technologies, enhancing the relationship between the user and the product.*

*Keywords: Product development; children furniture; modular; multifunctional; customizable.*

# INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	7
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO .....	8
1.2	JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS .....	10
1.3	ESTRUCTURA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER .....	11
2	ANTECEDENTES .....	13
2.1	MUEBLES MULTIFUNCIONALES .....	14
2.2	ERGONOMÍA .....	21
2.3	NORMATIVA .....	25
2.4	PROCESOS AVANZADOS DE FABRICACIÓN .....	27
2.5	MATERIALES .....	33
3	DESARROLLO DEL PROYECTO .....	39
3.1	BRAINSTORMING .....	40
3.2	MAPA CONCEPTUAL .....	41
3.3	MATRIZ COMPARATIVA .....	42
3.4	MODELO SISTÉMICO .....	57
4	DISEÑO DEL PRODUCTO .....	63
4.1	ESPECIFICACIONES DE DISEÑO .....	64
4.2	PROPUESTAS .....	66
4.2.1	PROPUESTA 1 .....	66
4.2.2	PROPUESTA 2 .....	68
4.2.3	PROPUESTA 3 .....	70
4.3	ANÁLISIS DE SOLUCIONES .....	72
4.3.1	MATRIZ DE EVALUACIÓN .....	72
4.3.2	VALIDACIÓN DEL DISEÑO ESTRUCTURAL .....	73
4.4	DISEÑO FINAL .....	74
4.4.1	DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	74
4.4.2	DESCRIPCIÓN DE USO .....	77
4.4.3	DESARROLLO DE LA MARCA .....	83



4.4.4	USUARIO Y ÁREA DE MERCADO .....	85
4.4.5	PLATAFORMA DE VENTA.....	86
4.4.6	MATERIALES Y PROCESO DE FABRICACIÓN .....	92
4.4.7	PACKAGING .....	103
4.4.8	COSTES.....	104
5	DOCUMENTACIÓN TÉCNICA .....	109
5.1	PLANOS.....	110
5.2	PANELES MODELO SISTÉMICO .....	119
6	CONCLUSIONES .....	121
7	REFERENCIAS .....	123
7.1	LIBROS .....	124
7.2	RECURSOS DE INTERNET.....	125
8	ANEXOS .....	127
8.1	TABLAS ANTROPÓMETRICAS DE LA POBLACIÓN INFANTIL ESPAÑOLA ENTRE 5 Y 10 AÑOS.....	128





## 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO



*Fig. 1. Edificio. Fuente: Unsplash*

Se ha observado que actualmente muchas de las viviendas familiares son de un tamaño reducido, debido a la alta demanda de éstas en las grandes ciudades. Según el Instituto Nacional de Estadística, en España el alquiler se ha incrementado de media un 18,6% en los últimos cinco años, de 2013 a 2018, incluso hasta alrededor de un 40% en ciudades como Madrid o Barcelona. Una de las formas para afrontar estas subidas en los precios de las viviendas, es mudarse a casas más pequeñas, por ello las familias con hijos se ven obligadas a reducir el número de muebles y adaptarse al espacio disponible. Para poder solventar el problema de poseer varios muebles sin ocupar demasiada superficie, surgieron los muebles multifuncionales. Éstos permiten cubrir varias funciones ocupando el mismo espacio, permitiendo su adaptación a cada situación que se presenta durante la vida diaria, evitando tener que elegir entre un tipo de mueble u otro. Por ello en el presente proyecto se ha realizado el proceso de diseño y desarrollo de un mueble infantil multifunción que pueda ser personalizado por el usuario, lo que afianza la relación del usuario con el producto y permite a éste ser participe en el proceso de diseño.

La idea principal del proyecto es diseñar un mueble infantil multifunción, que satisfaga las necesidades del mercado y a su vez ofrezca a los usuarios un producto innovador. Para conseguir ese aspecto innovador, se le presentará al usuario la posibilidad de personalizar las piezas que componen el mueble. Para que esto sea posible, se utilizarán procesos avanzados de fabricación para la obtención de algunas de las piezas que componen el producto.

Durante el proceso de personalización del mueble, el usuario desarrollará su imaginación y sus capacidades creativas, además de sentirse identificado con el producto, siendo en parte una creación suya. De esta forma el producto presentará un valor añadido para el usuario, que podrá aportar un carácter personal al producto y así estrechar su relación con él, a diferencia de otros productos que puede encontrar en el mercado fabricados en serie y sin ningún tipo de diferenciación unos de otros.

## 1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El principal objetivo del proyecto es poner en práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas del Máster en Ingeniería de Diseño de la Universidad Politécnica de Valencia. El primer aspecto a poner en práctica es la capacidad para diseñar y desarrollar un producto completo y de forma individual. Este proceso que se ha realizado en varias asignaturas, aunque en pocos casos de manera individual, por ello es un reto realizar todo el proceso completo, para implicarse en todos los campos necesarios y afianzar los conocimientos adquiridos en las asignaturas.

Todo ello conlleva múltiples tareas, como la utilización de programas informáticos, por ejemplo, para realizar un modelo 3D detallado del producto, realizar ensayos y simulaciones para su validación o la elaboración de planos. También se podrá en práctica los conocimientos de diseño gráfico, para el desarrollo de una marca o de imágenes e ilustraciones. La capacidad para estudiar y seleccionar materiales, así como decidir los procesos de fabricación adecuados. Los conocimientos de marketing y estudio de mercado para analizar los productos pertenecientes a la competencia y encontrar las carencias que poseen.

Utilizando todos estos conocimientos y herramientas se pretende diseñar y desarrollar un producto innovador, que satisfaciendo las necesidades de los consumidores tenga aceptación en el mercado, ofreciendo al usuario características que otros productos de este tipo habitualmente no poseen.

Como ya se ha mencionado, el producto elegido es un mueble infantil multifunción, que además pueda ser personalizable. El objetivo es ofrecer al usuario un producto que le permita experimentar un proceso de diseño y desarrollo de su creatividad realizando la personalización del mismo. Además de permitir adaptar la forma del mueble a cada situación, dependiendo de las necesidades de cada momento.

## 1.3 ESTRUCTURA DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

En primer lugar se ha investigado sobre diferentes campos que afectan directa o indirectamente al proceso de diseño del producto. Los campos elegidos han sido, en primer lugar, los muebles multifuncionales que son el pilar base sobre el que se desarrolla el trabajo. La ergonomía y la normativa que afectan, aspectos indispensables a tener en cuenta para poder realizar un trabajo adecuado. Los últimos temas a investigar son los procesos avanzados de fabricación y los materiales, muy importantes para elegir los adecuados y que el producto cumpla con las expectativas.

En segundo lugar se ha realizado un análisis de la información obtenida en el proceso de investigación. Para ello se han utilizado diferentes herramientas como un brainstorming, un mapa conceptual, una matriz comparativa y el modelo sistémico del Doctor Bernabé Hernandis. Estas herramientas han permitido establecer los aspectos ergonómicos, formales y funcionales que debe tener el nuevo diseño teniendo en cuenta los productos existentes en el mercado y las necesidades que se desean cubrir con el nuevo producto.

Por último se ha realizado la fase de diseño y desarrollo del producto, proceso en el que se han desarrollado diferentes ideas que cumplen los aspectos establecidos. De las ideas iniciales se ha elegido una de ellas, la más adecuada y que mejor cumple la demanda del mercado, para ser desarrollada en detalle. Se ha realizado su diseño y desarrollo completo, incluyendo planimetría, plataforma de venta o manual de instrucciones.







## 2.1 MUEBLES MULTIFUNCIONALES

El origen de los muebles modulares o multifuncionales comienza con la evolución del diseño industrial. Por ello nos remontaremos a principios del siglo XX para realizar la investigación.

Como punto de partida se ha elegido la fecha de fundación de la Bauhaus, 1919, con Walter Gropius como fundador. Fue el momento en el que los métodos de producción estaban evolucionando, dejando poco a poco de lado la artesanía. Según Gropius "La técnica no necesita del arte, pero el arte necesita en gran medida de la técnica".

Uno de los movimientos de reforma social que promovió la Bauhaus fue el de la cultura de la vivienda, cuyo objetivo era sustituir los muebles ampulosos y las habitaciones oscuras por nuevas formas de vivienda más claras e iluminadas.

Otro de los objetivos de la Bauhaus era que los diseños de los productos fueran cada vez más funcionales y a su vez asequibles económicamente para la mayor parte de la sociedad. Por lo tanto el objetivo era diseñar de acuerdo con las exigencias de la producción industrial (técnica, realización y materias primas) y las condiciones sociales.

El postulado de Walter Gropius, "Arte y técnica una nueva unidad", permitió el cambio en la práctica profesional del artesano al diseñador industrial. Debían utilizar métodos de "investigación de la esencia" y de "análisis de la función", así como con la "experiencia creativa acumulada".



Fig. 2. Bauhaus. Fuente: Unsplash

Según Gropius "Un objeto viene determinado por su esencia. Para proyectarlo y que funcione correctamente, -un recipiente, una silla, una casa-, se debe investigar en primer lugar esta esencia, para que posteriormente cumpla su finalidad, esto es, satisfaga en la práctica sus funciones, y sea bonito, duradero y barato".

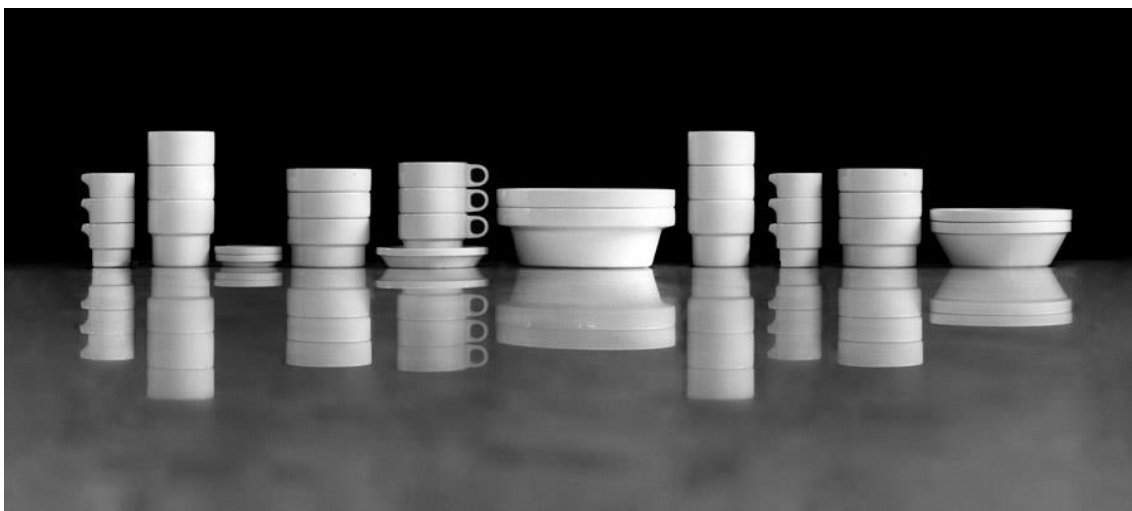
Así el diseño se fue centrando poco a poco en la función del producto y para ello se comenzaron a abarcar temas tecnológicos. El diseñador debe tratar de encontrar, al realizar su trabajo, un equilibrio entre las aspiraciones prácticas y las estético-psicológicas de su tiempo.

Por otro lado hay que mencionar la escuela superior de diseño de Ulm "Hochschule für Gestaltung", entidad más importante creada tras la segunda guerra mundial. Max Bill, que había estudiado en la Bauhaus, de 1927 a 1929, participó en la fundación de la Escuela y fue su director hasta 1956.

Profundizaron en el desarrollo de metodologías de diseño y comenzaron a adquirir importancia los sistemas modulares a la hora de diseñar.

Durante los años setenta el funcionalismo se convirtió en el eje principal del diseño en muchos ámbitos de la producción industrial de la Alemania Occidental

Más adelante, en 1987, el diseño industrial se centra en el desarrollo de productos industriales fabricados a gran escala y adecuados para su uso en la vida cotidiana. Tomaron importancia los métodos proyectuales en los que se consideraban todos los factores que determinan un producto: los factores funcionales, culturales, tecnológicos y económicos.



*Fig. 3. Vajilla apilable de Hans Roehricht. Fuente: proyectosdeceramica.blogspot*

Herbert Lindinger (1983) reunió el credo del Buen diseño Industrial, que destaca que la calidad del diseño de productos y equipamientos se distingue medianamente en una lista de propiedades específicas:

Elevada utilidad práctica; seguridad suficiente; larga vida y validez; adecuación ergonómica; independencia técnica y formal; relación con el entorno; no contaminante para el medio ambiente; visualización de su empleo; alto nivel de diseño; estímulo sensorial e intelectual.

En Japón se comenzaron a desarrollar productos cada vez más pequeños, debido a la limitación espacial que poseen. Comenzó así la microelectrónica, cuyo reto era reducir el tamaño de los productos y equiparlos con el mayor número de funciones posibles. Como por ejemplo el reloj de muñeca con calculadora de bolsillo integrada.

El diseño Italiano es pionero en muebles multifuncionales y sus diseñadores tienen un papel muy importante en la historia del diseño italiano.

El "sacco", producto típico de la época, diseñado por Piero Gatti, Cesare Paolini y Franco Teodoro. Es un asiento tumbona, permite adoptar al usuario cualquier tipo de posición de reposo ofreciendo por tanto mucha libertad.



*Fig. 4. Sacco, de Piero Gatti, Cesare Paolini y Franco Teodoro. Fuente: Pinterest*



Ettore Sottsass diseñó un hogar portátil y flexible. Ensamblado a partir de conectores rectangulares, permitió a sus usuarios reorganizar diferentes funciones como si fueran parte de un kit de bricolaje.

La unidad de vivienda móvil de Richard Sapper y Marco Zanuso, también expuesta en 1972, reunió arquitectura, mobiliario y estandarización industrial para explorar otra problemática. Utilizaron un contenedor ISO para producir un refugio de emergencia que podría adaptarse a cualquier medio de transporte comercial, listo para su despliegue inmediato. Una de las principales características del proyecto fue su pared lateral, que se dobló para formar una terraza, duplicando el espacio útil.



*Fig. 5. Habitat Futurista, de Joe Colombo. Fuente: Ideamagazine*

Pero sin duda Joe Colombo fue el diseñador más destacado en cuanto al mobiliario modular y multifuncional. Colombo se declara apasionado de las nuevas tecnologías, y utiliza materiales sintéticos y plásticos muy poco usados en esa época en mobiliario. Comenzó experimentando con nuevos materiales, como plástico reforzado y con novedosas técnicas de construcción y métodos de fabricación. Todo un visionario de su época que pensaba que

"gracias a los adelantos audiovisuales algún día podremos trabajar desde casa, y las distancias dejarán de tener importancia". Y no se equivocó.

En 1960 se concebía el diseño como uno de los símbolos más importantes de la modernidad, un distintivo de sofisticación y elegancia, y una cuestión de conciencia cultural. Los diseñadores tenían la responsabilidad de diseñar los objetos que cubrieran las necesidades de la sociedad del momento.

En Italia este planteamiento se siguió con mucha fuerza, Joe Colombo fue uno de los diseñadores que destacaron en ello. Proporcionó un nuevo aire a materiales como el plástico y exploró las nuevas posibilidades que ofrecía este material.

Colombo también se interesó, mucho por los interiores de las viviendas, lo que le llevó a crear "unidades de vivienda móviles" o "máquinas para vivir" inspiradas en los avances relacionados con los viajes espaciales.

Uno de sus diseños más representativos fue *Multichair*, 1971. Es una de las sillas más famosas de todo el mundo y podemos encontrarla en las exposiciones permanentes de dos importantes museos en Nueva York: "Museum of Modern Art" y "The Metropolitan Museum of Art". Es una silla de conversación o de relax, gracias a los dos elementos diferentes que la constituyen.



Multichair es un sistema transformable de gran versatilidad. Los cojines acolchados de poliuretano expandido se han revestido de tejido elástico, mientras que el juego de formas se obtiene a través de dos correas de cuero y casquillos de acero cromado. Permite numerosas posiciones dependiendo del estado de ánimo o de la ocasión. Ésta característica distingue a la silla Multichair de otras sillas o sillones.



Fig. 6. *Multichair*, Joe Colombo. Fuente: *Italianways*

Otro de los diseños que cabe destacar de Colombo es la silla *Tube*. Está compuesta de 4 tubos de diámetro diverso. Los componentes modulares de la "Tube chair" se pueden disponer formando cualquier combinación a gusto del usuario, e incluso se pueden anidar juntas, una dentro de la otra, para ser transportada con facilidad o para guardarla sin ocupar demasiado espacio.



Los tubos cubiertos de espuma de PVC se pueden utilizar en cualquier número y combinación, pudiéndola usar una o más personas a la vez. Colombo emplea el tubo tanto como estructura primaria formal de la silla, como motivo decorativo, creando un objeto simple, pero muy visual. La silla está fabricada toda ella de materiales sintéticos, incluyendo espuma, PVC, y la tapicería sintética, lo que refleja un interés creciente por materiales artificiales en ambientes domésticos en este momento.



*Fig. 7. Tube chair Joe Colombo. Fuente: Artnet*



Actualmente la relación entre mobiliario multifuncional y arquitectura se ha estrechado significativamente. Se fusionan en una nueva clase de mobiliario denominado modular. Se basan en crear el máximo impacto utilizando los recursos mínimos, espaciales o materiales.

Se basan en la flexibilidad, la transparencia y el desarrollo estructural, aspectos que dotan de versatilidad al diseño, ofreciendo múltiples posibilidades al usuario.



El objetivo principal de los muebles modulares actualmente, es mantener la estabilidad estructural y a su vez minimizar la cantidad de materiales, aumentar la funcionalidad y generar nuevas formas de belleza.



Algunos diseñadores que cabe destacar son, Martin Szekely, que quiere que sus diseños sean minimalistas y entendidos como para estar en espacios comunes. Peter Marigold que visualiza leyes geométricas a través de estanterías que se asemejan a estructuras celulares. KiBiSi intercambia verticales y horizontales. Massimo Mariani dibuja modelos matemáticos para diseñar paredes de almacenamiento que permiten combinaciones virtualmente infinitas, validas funcional y estéticamente.

*Fig. 8. Slice de KiBiSi. Fuente: kibisi*



## 2.2 ERGONOMÍA

Según describe el Instituto de Biomecánica de Valencia, la ergonomía se puede definir como una ciencia que estudia capacidades y habilidades del ser humano, analizando aquellas que afectan al diseño de bienes de consumo o de procesos de producción. Se basa en la psicología, la fisiología, la biomecánica y la ingeniería. Su objetivo es mejorar la eficiencia, seguridad, salud y bienestar de los usuarios. Por ello es un punto muy importante a tener en cuenta para poder realizar el presente proyecto.



*Fig. 9. Niña en el colegio. Fuente: Unsplash*

Se centrará la investigación en la ergonomía aplicada al mueble, el cual debe cumplir unos requisitos de comodidad y seguridad con el usuario. Sin embargo los aspectos a considerar a la hora de diseñar un mueble son muy variables, y dependen principalmente del destino final del producto.

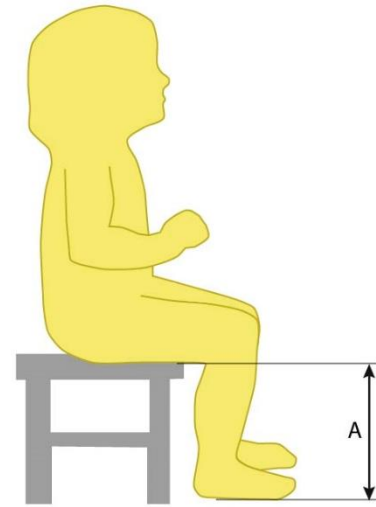
Según un estudio realizado por el Instituto de Biomecánica de Valencia los atributos relacionados directa o indirectamente con la ergonomía y que más influyen en la decisión de compra de los consumidores, son la comodidad, el diseño anatómico, la calidad de materiales y el precio. Todos ellos varían dependiendo del tipo de mueble y el entorno de uso.

Debido a que el producto que se va a diseñar está destinado para un público infantil entre 5 y 10 años, se han utilizado las tablas de datos antropométricos de la población española infantil entre los años citados. Las tablas se encuentran en el apartado anexos de la memoria.

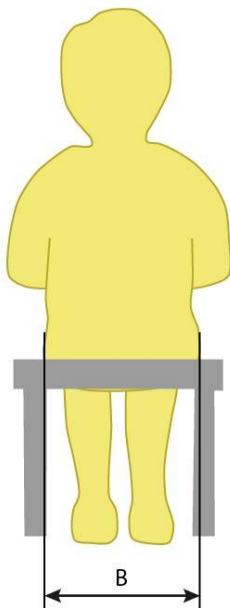
En producto que se está desarrollando va dirigido un amplio rango de edades, dentro de las cuales las dimensiones corporales de los usuarios varían tanto en los usuarios de la misma edad como al compararlo con edades diferentes. Esto es debido a que están en pleno crecimiento y el ritmo de cada persona varía.

Las dimensiones antropométricas que se tendrán en cuenta para diseñar el asiento son las siguientes:

Altura poplítea (A), es la altura del asiento respecto del suelo. El usuario debe apoyar los pies completamente en el suelo porque si no tiene tendencia a sentarse en el borde del asiento. Pero tampoco debe estar el asiento excesivamente bajo. Se tomará como referencia el percentil 5 de los usuarios de 5 años, para así asegurar que todos los usuarios puedan apoyar los pies en el suelo al estar sentados. La altura poplítea del percentil 5, de usuarios de 5 años es de 247mm hombres y 250mm mujeres.



*Fig. 10. Altura poplítea. Elaboración propia*



Ancho de caderas (B), ancho del asiento. Se tienen que acomodar holgadamente las nalgas y las caderas. Se tomará como referencia el valor del percentil 95 de los usuarios de 10 años, para que todos los usuarios se puedan sentar cómodamente y con el espacio necesario en el asiento. El ancho de caderas del percentil 95 en usuarios de 10 años, es de 301mm en hombres y 310mm en mujeres.

*Fig. 11. Ancho de caderas. Elaboración propia*

Distancia nalga-popliteo (C), es la profundidad del asiento. El usuario debe apoyar las nalgas y muslos en la mayor superficie posible, pero sin ser una superficie excesiva debido a que de ser así el usuario tiene tendencia a desplomarse sobre el asiento y no sentarse correctamente. Por ello se utilizará el percentil 95 de los usuarios de 7 y 8 años, que se encuentran en el punto medio de rango de usuarios. La distancia nalga-popliteo del percentil 95 de los usuarios de 7 años es 366mm en hombres y 376mm en mujeres, en niños de 8 años es 375mm en hombres y 393mm en mujeres.

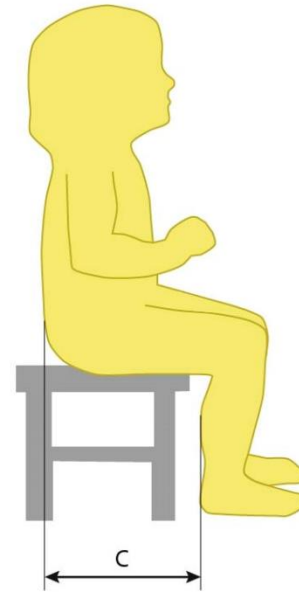
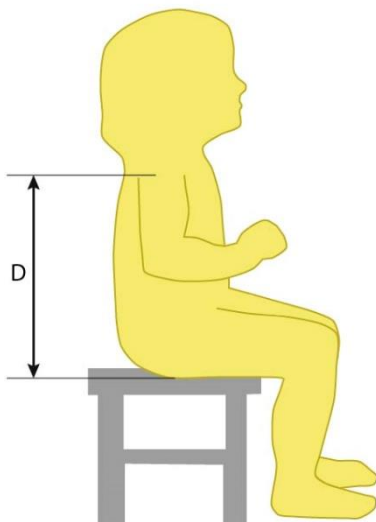


Fig. 12. Dist. nalga-popliteo. Elaboración propia



Altura hombros-asiento (D), Es la altura superior del respaldo. El borde debe quedar unos centímetros por debajo de los hombros. Si el asiento tuviera respaldo, se utilizaría el percentil 5 de los usuarios de 5 años. La altura hombros-asiento del percentil 5 de los usuarios de 5 años es de 348mm en hombres y 338mm en mujeres.

Fig. 13. Altura hombros-asiento. Elaboración propia

Las dimensiones que se tendrán en cuenta en el proceso de diseño de la mesa, son las siguientes:

Altura de la mesa y altura de la mesa respecto de la silla. Para asegurar que el usuario tienen espacio suficiente para las piernas y que su postura al estar sentado frente a la mesa es la adecuada.

Algunos aspectos que se deben tener en cuenta, además de las dimensiones, para que el diseño sea adecuado para el usuario desde un punto de vista ergonómico son los siguientes:

- Ligereza del material para facilitar su transporte.
- Evitar puntas, aristas afiladas o zonas cortantes que puedan ocasionar daños al usuario.
- Estabilidad, para asegurar que soporta el peso del usuario.
- La superficie del asiento debe ser prácticamente plana, puesto que si no se adapta firmemente a la morfología del usuario, puede causarle daños y provocar incomodidad.
- Es muy recomendable que todas las aristas estén redondeadas, especialmente las del borde delantero del asiento.
- Hay que evitar salientes como por ejemplo remaches o tornillos que pueden provocar incomodidad al usuario.
- Debe haber espacio para las piernas debajo de la silla y de la mesa. Facilita al usuario levantarse con comodidad.



*Fig. 14. Sillas. Fuente: Unsplash*

## 2.3 NORMATIVA

Un campo muy importante que se debe tener en cuenta en el proceso de diseño de un producto, es la normativa que lo afecta. En principio no son de obligado cumplimiento, los son las directivas o reglamentos.

Las normas relacionadas con el mobiliario se centran en tres campos principales:

Dimensiones y formas; materiales aptos (resistencia, contaminación, salud) y ensayos (resistencia, estabilidad, calidad). Todas ellas son orientaciones que se deben tener en cuenta pero sin olvidar las condiciones reales de uso y el perfil de usuario al que va destinado el producto.

Se tendrán en cuenta las consideraciones que afecten al producto de las siguientes normativas:

- UNE 11020-1:1992 Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público. Características funcionales y especificaciones. Parte 1: Materiales y acabado superficial.
- UNE 11020-2:1992 Sillas, sillones y taburetes para uso doméstico y público. Especificaciones y características funcionales. Resistencia estructural y estabilidad.
- UNE 11010:1989 Sillas, sillones y taburetes. Métodos de ensayo para determinar la resistencia estructural.
- UNE-EN 1729-1:2016 Mobiliario. Sillas y mesas para centros de enseñanza. Parte 1: Dimensiones funcionales.
- UNE-EN 1729-2:2012+A1:2016 Mobiliario. Sillas y mesas para centros de enseñanza. Parte 2: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

Algunos de los siguientes aspectos que se han extraído de las normas citadas se tendrán en cuenta a la hora de realizar el proceso de diseño del mueble.

Como característica de construcción, los asientos no deberán tener ningún borde cortante o saliente puntiagudo, susceptible de obstaculizar, herir al usuario o desgarrar su vestimenta.

En cuanto a las características de los materiales utilizados, las partes vistas no deberán presentar defectos de aspecto.

Se deberá tener en cuenta el grado de utilización del mueble, entendiéndolo como la frecuencia de uso. La cantidad de usuarios que previsiblemente utilizarán el mueble. En lugar en el que estará situado el mueble, bien sea dentro de una vivienda privada o en un lugar público, y dentro de esto, si se encontrará situado al exterior o en el interior de un edificio.

Teniendo en cuenta estos aspectos los muebles se pueden clasificar en diferentes tipos.

Por un lado se caracterizan los de uso delicado. Se trata de muebles que serán utilizados esporádicamente, y cuya finalidad es fundamentalmente decorativa.

Los muebles denominados de uso doméstico cuidadoso tienen un nivel de utilización relativamente escaso. Están destinados a ser utilizados por pocos usuarios y previsiblemente siempre los mismos. Su probable situación dentro de la vivienda hace suponer una utilización restringida, aunque pueda ser diaria.

Muebles de uso doméstico normal, son los que se suelen utilizar de forma habitual y diaria, debido a la función que cumplen y su ubicación dentro de la vivienda. En general, están destinados a ser usados por un número reducido de personas y, comúnmente, siempre las mismas.

Los muebles de uso público cuidadoso son los utilizados de forma escasa aunque diaria. Se ubican en lugares de acceso público pero restringido, por lo que pueden ser usados por muchos usuarios diferentes.

Muebles de uso doméstico severo, destinados a ser utilizados con mucha frecuencia y generalmente por muchos usuarios diferentes, aunque siempre los mismos.

Muebles de uso público normal, destinados a ser utilizados en lugares de acceso público no restringido aunque con cierto tipo de control, por lo que serán utilizados con cierta frecuencia por multitud de personas diferentes, teniendo con ellos un uso poco cuidadoso.

Por último están los muebles de uso público severo, aquellos destinados a ser instalados en lugares de acceso público no restringido y mayormente sin ningún tipo de control. Tendrán una frecuencia de uso elevado y por multitud de personas diferentes. Su utilización cabe esperar que sea poco cuidadosa e incluso brusca.

## 2.4 PROCESOS AVANZADOS DE FABRICACIÓN

Para dotar de personalidad al producto se han decidido utilizar procesos avanzados de fabricación para la obtención de algunas de las piezas. Para así poder superar muchas barreras en cuanto a la forma del producto, que utilizando otros procesos no sería viable de realizar.

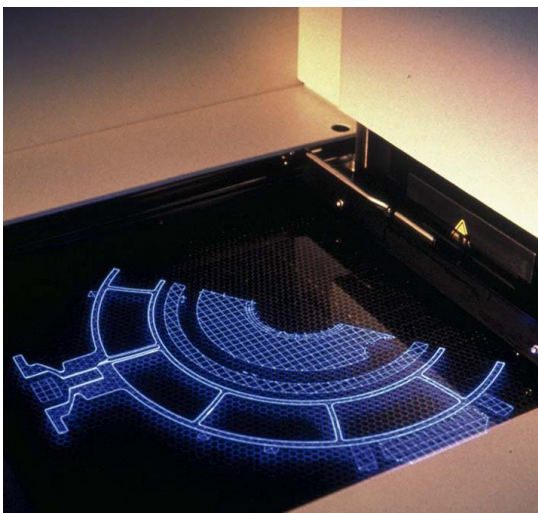
Los procesos que se han considerado adecuados como forma de fabricación para el producto que se está desarrollando, son los denominados procesos de fabricación aditiva, que tienen como objetivo obtener de manera rápida y exacta una réplica tridimensional de los diseños que han sido generados mediante aplicaciones CAD en 3D.

### SLA (ESTEREOLITOGRAFÍA)

La estereolitografía se considera como el origen de los procesos de fabricación aditiva, con el primer equipo patentado en 1984 por Charles Hull y la primera máquina comercial desarrollada por 3D Systems en 1988.

Emplea un láser UV que se proyecta sobre un baño de resina fotosensible líquida para polimerizarla. También se puede encontrar con la denominación de STL.

Se basa en la solidificación de una resina en estado líquido mediante la proyección de un haz láser sobre este. El líquido es un fotopolímero que cuando está expuesto a radiación ultra-violeta, solidifica. La creación del modelo se inicia por la parte inferior, va subiendo generando el modelo capa a capa hasta finalizar en la parte superior. A veces es necesario generar una serie de columnas que permitan soportar la pieza a medida que ésta se va generando, denominados soportes. Para obtener unas características mecánicas óptimas de las piezas generadas, los modelos son sometidos a un post-curado en un horno especial de rayos UVA.



Los modelos fabricados pueden ser translúcidos, lo cual puede ser especialmente beneficioso para determinados proyectos, o para detectar interferencias interiores en conjuntos complejos. Destacan la precisión dimensional del proceso y el acabado superficial. Esta técnica suele ser recomendable para piezas de dimensiones reducidas o que contengan pequeños detalles que han de definirse de manera muy clara.

Fig. 15. Estereolitografía. Fuente: Sodeintec



## DLP (FOTOPOLIMERIZACIÓN POR LUZ UV)

La Fotopolimerización por luz UV, al igual que la estereolitografía, se basa en la solidificación de un fotopolímero o resina fotosensible. Para realizar el proceso se irradia con una lámpara de UV de gran potencia todos los puntos de la sección simultáneamente, así la capa completa se expone a una fuente de luz UV a través de una máscara que se coloca encima de la superficie de un polímero líquido. Destaca por ser un proceso muy efectivo por transformar muy rápidamente y a temperatura ambiente una resina líquida en un polímero altamente resistente.

El punto de partida es realizar un modelo CAD dividido por capas. Se genera una máscara para cada una de las capas. Se coloca una capa plana y de reducido espesor del fotopolímero líquido sobre la superficie de trabajo y se coloca la máscara correspondiente a la capa de encima y se expone a una fuente UV de alta energía. El líquido expuesto a la fuente solidifica y el que queda oculto por la máscara queda en estado líquido. Cada capa tarda en endurecerse una media de 2 segundos.

## FDM (DEPOSICIÓN DE HILO FUNDIDO)

El proceso de deposición de hilo fundido, como su propio nombre indica, consiste en la deposición de capas de material, comenzando por la parte inferior del modelo y ascendiendo hasta completar la parte superior.

El material de partida son bobinas de un polímero termoplástico, existen muchas variantes del mismo en cuanto a colores y propiedades del material. El material se calienta a una temperatura ligeramente superior a su punto de fusión y mediante una boquilla que se mueve por el plano horizontal XY, se extrusiona un hilo de material capa a capa y siguiendo la geometría de las distintas secciones de la pieza. El material solidifica inmediatamente sobre la capa que se deposita, de esta forma el proceso es inmediato y la pieza es un sólido cuando termina el proceso. Como en otros procesos de fabricación aditiva, en ocasiones es necesario generar soportes para poder fabricar la pieza.

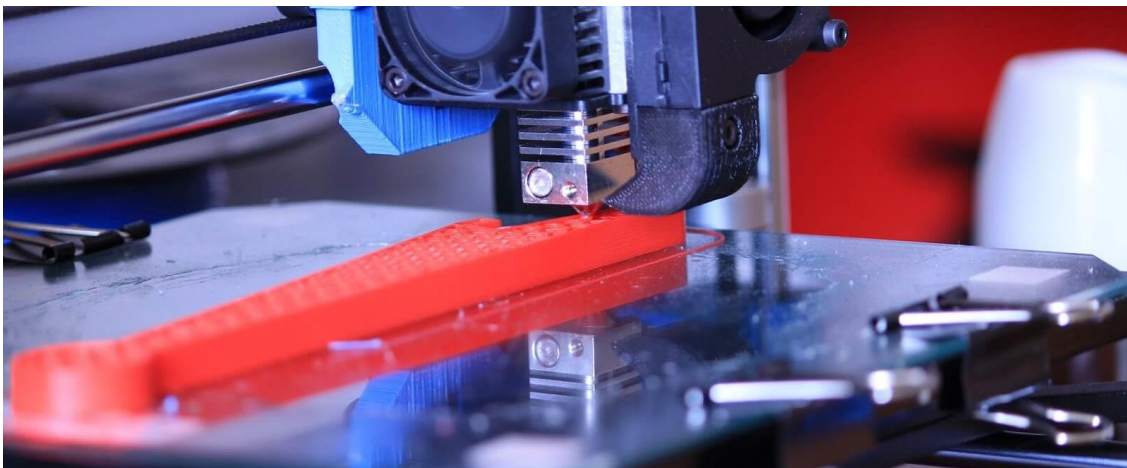
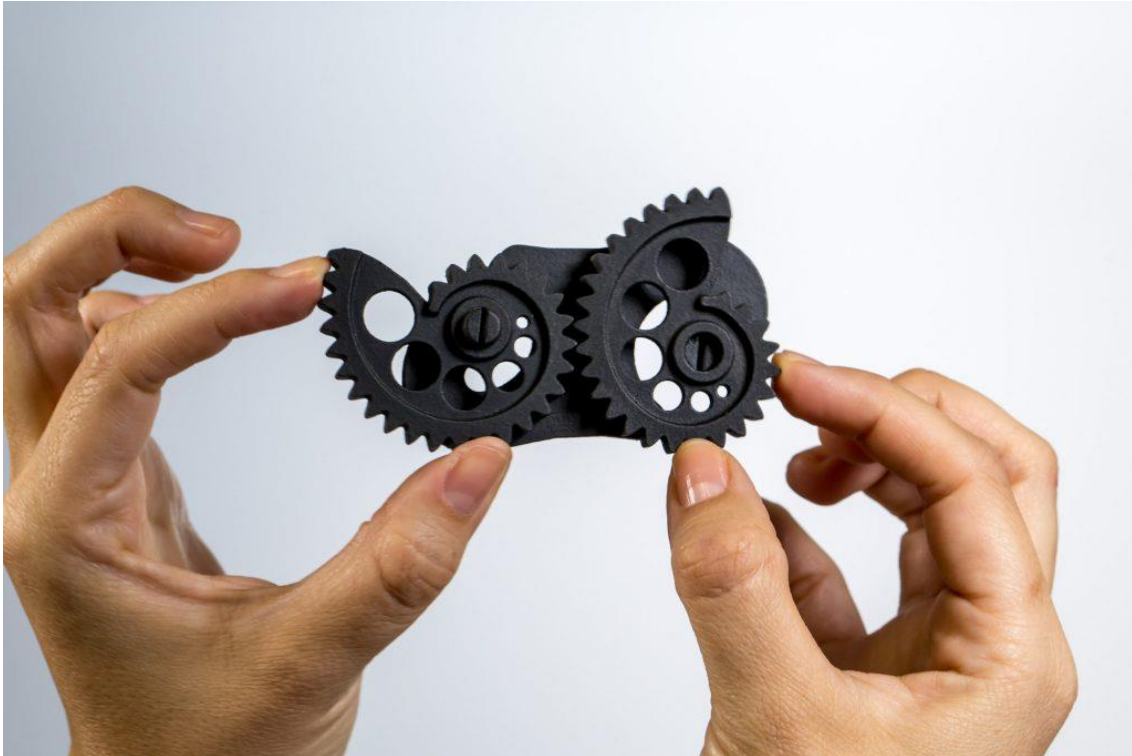


Fig. 16. FMD. Fuente: Sculpteo





*Fig. 17. Pieza fabricada por SLS. Fuente: 3Print*

## SLS (SINTERIZACIÓN SELECTIVA LÁSER)

En el proceso de sinterización selectiva láser el material de partida es polvo polimérico, generalmente poliamida que es selectivamente sinterizado mediante un láser de CO<sub>2</sub> capa a capa y comenzando por la parte inferior del modelo.

En primer lugar se calienta la cuba en la que se va a realizar el proceso a una temperatura ligeramente inferior al punto de fusión del polvo. Se deposita una capa de polvo muy fina sobre el fondo de la cuba y un láser de CO<sub>2</sub> sinteriza el polvo (fusiona las partículas y después solidifican) siguiendo la geometría de la pieza. El proceso se repite capa a capa, depositando polvo y sinterizando con el láser hasta completar totalmente la

geometría del modelo, desde la parte inferior hasta la zona más alta, como la materia prima se encuentra en estado sólido, no es necesario generar elementos de soportes.

Es un proceso versátil que permite utilizar una amplia variedad de materiales, normalmente son plásticos, con excelentes propiedades mecánicas y térmicas. Son muy estables a largo plazo, son muy resistentes a la mayoría de sustancias químicas y a las elevadas temperaturas. El aspecto más positivo de esta tecnología es que no requiere la utilización de soportes, por lo que los tiempos de postprocesado se reducen notablemente.

## LOM (FABRICACIÓN POR CORTE Y LAMINADO)

En el proceso de fabricación denominado fabricación por corte y laminado se utiliza el material de partida en estado sólido. Se parte de en una pieza en estado sólido a la cual se le va a mecanizar. Es un proceso automatizado que tomando como base un modelo CAD, genera una pieza tridimensional por laminación secuencial de láminas transversales.

El funcionamiento de este proceso se basa en la creación de modelos a través de superponer y pegar sucesivamente láminas de material cortadas por láser. El láser corta los contornos de la pieza en la capa que corresponda y en las zonas en las que el material no corresponde con partes de la pieza, se cortan en cuadrículas para facilitar su eliminación más tarde. El proceso se repite sucesivamente, volviendo a colocar una nueva capa de papel y realizando las mismas operaciones de nuevo. Al presionar y aplicar calor sobre el recorte de papel, éste se pega a la capa anterior, así se va generando progresivamente cada una de las capas que componen el modelo CAD que se tomó como referencia.

Cualquier material que se presente en forma de láminas y con adhesivo en sus caras, puede ser usado para esta tecnología, sin embargo el más usado es el papel Kraft con un polietileno termosellable, debido a su disponibilidad y rentabilidad.



*Fig. 18. Detalle de LOM. Fuente: Lafabricadeinventos*

## DSPC (PROYECCIÓN AGLUTINANTE)

El proceso de fabricación conocido como proyección de aglutinante, se base en la impresión 3D. El material de partida son polvos, denominado composite, que se sitúa en forma de capas. Siguiendo la geometría correspondiente en cada una de las capas se imprime un material aglutinante sobre el polvo para unir las partículas del polvo. El proceso se repite en cada una de las capas hasta finalizar el modelo. Es un proceso que no necesita soportes. Es un proceso que se utiliza para la fabricación de moldes para microfusión, por lo tanto las piezas salen en negativo.

## CNC (FABRICACIÓN POR CONTROL NUMÉRICO)

La fabricación por control numérico es un proceso de mecanizado en el que gracias a la utilización de un software CAM se pueden determinar los parámetros necesarios para mecanizar la pieza, como la herramienta y la trayectoria que debe seguir la misma. Las piezas que resultan de este proceso tienen una precisión dimensional alta, así como un buen acabado.

Las máquinas que normalmente utilizan la tecnología CNC son los tornos, fresadoras y rectificadoras. Los tornos y fresadoras se suelen utilizar para mecanizar metal, las rectificadoras se utilizan también con piezas de plástico.

Como punto de partida se genera un modelo 3D de la pieza que se quiere fabricar. Es necesario tener en cuenta que no todas las geometrías son posibles de fabricar mediante este proceso.



*Fig. 19. CNC. Fuente: UniversalTechnicalInstitute*

A continuación se prepara el programa para la mecanización. Es en este momento cuando se especifican los diferentes parámetros que afectan al proceso. Se define la herramienta utilizada en cada momento, la trayectoria que debe seguir, la velocidad de corte, profundidad de pasada o avance.

La mayoría de programas permiten realizar una simulación de cómo se ejecutará el proceso y cuál será la pieza resultado, para evitar equivocaciones. Una vez verificado el programa se puede enviar para que lo ejecute la máquina y se fabrique finalmente la pieza.

## CORTE Y GRABADO LÁSER

Otro proceso de fabricación que podría ser útil para la personalización del producto, es el corte y grabado láser.

Las máquinas láser empleadas para realizar estos procesos, permiten cortar y marcar diversos materiales, con una gran precisión. Por ejemplo, son ideales para trabajar con diversos tipos de madera. Los bordes cortados con láser quedan de un tono marrón (más claro o más oscuro dependiendo del tipo de madera o de la potencia aplicada), y los grabados quedan de un tono o bien marrón o bien blanquecino.

Variando la potencia del láser se pueden hacer grabados más superficiales o más profundos, lo cual convierte al láser en una herramienta totalmente versátil a la hora de trabajar la madera, permitiendo infinidad de aplicaciones.

Utilizando estas herramientas se puede personalizar un producto, aportando un valor añadido al mismo. El láser permite personalizar objetos tanto de 1 en 1 como decenas a la vez. Permite grabar nombres, frases, imágenes con calidad fotográfica o logotipos.



Fig. 20. Grabado láser. Fuente: woodengravingservices



Fig. 21. Grabado láser. Fuente: sideco

En cuanto al corte, el láser de madera deja los bordes perfectamente rectos, aportando gran calidad a los objetos cortados y ofreciendo la posibilidad de cortar casi cualquier forma.

Es un proceso rápido, fácil y seguro, ya que el rayo láser no es una herramienta física y permite obtener resultados que serían muy complicados de conseguir mediante otros procesos de fabricación. Al no haber contacto entre pieza y herramienta, se evitan las deformaciones del material.



## 2.5 MATERIALES

Se ha hecho una pequeña selección de los posibles materiales que se podrían utilizar para el diseño del mueble, entre los que encontramos diferentes tipos de maderas y plásticos.



Fig. 22. Madera. Fuente: Unsplash

### MADERA

La madera es un material muy utilizado para la fabricación de mobiliario, por ello se ha decidido realizar una pequeña investigación sobre los tipos de madera que se utilizan en este sector.

A grandes rasgos los tipos de madera que se pueden utilizar para fabricar mobiliario se pueden dividir en maderas macizas o tableros artificiales.

En la madera maciza se utiliza la madera de forma sólida, la que se obtiene directamente del tronco del árbol. Su uso es para realizar muebles rústicos o para exteriores, ya que son muy resistentes. Utilizando la madera de esta forma se aprecia como es de forma natural, pero ello conlleva tener limitaciones de fabricación ya que depende totalmente de la forma del tronco del árbol. Debido a ello, estos muebles no suelen tener formas regulares y tienen los cantos vivos.

En cuanto a los tableros artificiales, son los más utilizados actualmente en mobiliario, y entre ellos destacan tres tipos.

En primer lugar encontramos la madera contrachapada, es un tipo de madera que consta de al menos tres láminas finas de madera encoladas entre sí. Puede tener más de tres capas de láminas, pero siempre un número impar. Las capas interiores pueden ser de varios tipos, pero las exteriores suelen ser de madera maciza. La madera contrachapada es resistente y se trabaja muy bien. Se puede mecanizar o curvar sin perder resistencia estructural.



Por otro lado se encuentran los denominados tableros de fibra de densidad media o DM, formados por fibras de madera y resinas sintéticas comprimidas. El proceso se realiza a elevada presión y temperatura. Los exteriores se pueden pintar o barnizar, o cubrir con finas láminas de madera para conseguir un aspecto más natural. Se puede trabajar fácilmente y tiene un precio competitivo. Pero su peso en ocasiones es elevado, así como su poca resistencia al agua o la posibilidad de romperse por las esquinas.

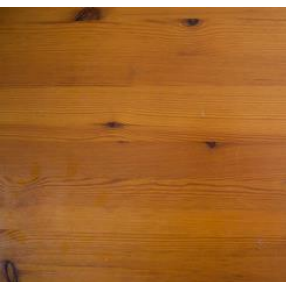


Por último se explicarán los conglomerados, uno de los tipos de madera de peor calidad. Se fabrican a partir de residuos de madera que son triturados y posteriormente prensados y encolados. Se trabajan bien pero tienen un elevado peso y su superficie es porosa y poco atractiva.



Otra clasificación con la que se pueden dividir las maderas es según si son denominadas duras o blandas.

Las maderas duras se obtienen de árboles que tienen un proceso de crecimiento lento y de hoja caduca. Suelen ser maderas de gran calidad, con elevado peso y alta resistencia. Debido a que proceden de árboles que tardan tanto tiempo en crecer, su precio es elevado. Trabajar este tipo de madera es complicado debido a las irregularidades que presentan.



Algunos tipos de maderas duras son por ejemplo, caoba, roble, nogal, teca, castaño, olmo, olivo, cerezo o fresno.



Las maderas blandas provienen de árboles de rápido crecimiento, que poseen hoja caduca, esto conlleva que su precio sea menor. Se dan forma y mecanizan muy bien y son ligeras. Son menos resistentes que las maderas duras, aunque su resistencia varía según el tipo. Su veteado y color son menos vistosos por ello se les suele aplicar una pintura, barniz o tinte para mejorar su estética.



Algunas maderas consideradas blandas son las procedentes del pino, abeto o cedro.

*Fig. 23. Madera. Fuente: Brusheezy*

## PLÁSTICOS

El campo de los polímeros tiene múltiples salidas en la fabricación de mobiliario, debido a la amplia gama de plásticos disponibles y con propiedades tan diferentes. Es un material muy versátil y con muchas posibilidades.



*Fig. 24. Granza de plástico. Fuente: Daryapolymer*

Teóricamente los plásticos son polímeros a los que se les añade aditivos, y eso da lugar a lo que conocemos como plástico. Un polímero es una macromolécula orgánica formada por una unidad estructural que se repite un número elevado de veces. Los polímeros se pueden clasificar en tres grandes grupos según su comportamiento térmico que proviene de su configuración estructural, estos grupos son: termoplásticos, termoestables y cauchos.

Los termoplásticos pueden ser procesados varias veces y cambiar de estado sólido a fluido tras aplicar sobre ellos calor. Esta propiedad permite su reciclaje y posibilita que vuelvan a ser procesados.

Los otros dos grupos de plásticos que son los termoestables y los cauchos, no pueden volver a ser procesados, no pueden volver a pasar de estado sólido a fluido, lo que limita mucho sus procesos de conformado. Tienen como ventaja que responden bien ante las altas temperaturas y su resistencia es elevada.



*Fig. 25. Silla de plástico de Verner Panton. Fuente: Archiexpo*



En cuanto a la aplicación de los plásticos para la fabricación de mobiliario, se remonta aproximadamente a los años 60, cuando se comenzaron a fabricar muebles en serie altamente funcionales, de diversos colores y formas muy orgánicas.

A continuación se han recopilado los plásticos más utilizados en la fabricación de mobiliario.

#### POLIETILENO (PE)

Se trabaja muy bien, es fácil de moldear y pigmentar. Es barato y posee una tenacidad suficientemente buena. No soporta grandes cargas mecánicas y dependiendo de la variante es más o menos rígido. Se utiliza mucho para fabricar productos del hogar o contenedores de alimentos.

#### POLIPROPILENO (PP)

Sus características más importantes son, gran resistencia a la flexión, gran resistencia al impacto y dificultad para ser pintado o impreso. Tiene un bajo coste, es ligero y dúctil. Puede moldearse más fácil que el polietileno y también puede ser usado a altas temperaturas. Es muy utilizado para fabricar muebles de jardín, envases o juguetes.



*Fig. 26. Tubos de PVC. Fuente: ConceptoDefinicion*

#### POLICLORURO DE VINILO (PVC)

Es un plástico al que hay que añadir aditivos para que adquiera las propiedades necesarias. Su capacidad para admitir todo tipo de aditivos hace que pueda adquirir propiedades muy distintas. Por ejemplo, puede ser flexible o rígido, transparente, translucido u opaco, frágil o tenaz. Tiene un precio relativamente bajo, lo que permite que sea uno de los plásticos más utilizados. Se emplea para hacer tuberías, envases o muebles domésticos.



## POLIURETANO (PU)

Es uno de los polímeros conocidos para hacer espumas. Componen la familia más versátil de polímeros que existe. Pueden ser elastómeros, pinturas, fibras, adhesivos, etc. Es un material único que ofrece la elasticidad del caucho combinado con la tenacidad y durabilidad de un metal. Puede ser fabricado en una gran variedad de durezas. Se utiliza como aislante para neveras, congeladores, en construcción y en el mobiliario para tapicería y acolchado de muebles. Tiene un bajo cote y es fácil de moldear.

## POLICARBONATO (PC)

Entre sus características principales destaca su transparencia, gran resistencia a las elevadas temperaturas, rigidez y tenacidad. Es buen aislante eléctrico y muy resistente al impacto. Se procesa mediante termoconformado, extrusión e inyección, procesos que resultan ser limitantes para el diseño debido a que no permiten un alto grado de detalle en las formas. Para obtener buenos resultados la calidad del molde ha de ser elevada, lo que hace que se incremente su coste en fabricación. Se utiliza para fabricar piezas de automóviles, electrodomésticos o en luminotecnia.

Otro tipo de plásticos que se han estudiado son los utilizados en la fabricación aditiva.

Según un artículo web publicado en abril de este año en 3Dnatives, la impresión 3D es una tecnología que puede ayudar a crear conciencia sobre la ecología y la importancia del reciclaje. Esto se debe a la posibilidad de fabricar la materia prima de impresión 3D con desechos de otros materiales.

Por ejemplo, una de las iniciativas que se han encontrado es una máquina llamada Plast'if, cuya utilidad es reciclar los productos plásticos de deshecho de las oficinas y convertirlos en filamentos para impresión 3D. El objetivo de este proyecto es utilizar esta máquina de manera cotidiana en las oficinas para dar otro uso a todos los residuos plásticos que se generan.

El PLA (Ácido Poliláctico o Poliláctido) unos de los materiales más utilizados en impresión 3D, es un plástico biodegradable debido a su origen natural (maíz, patata o caña de azúcar). Se puede encontrar en infinidad de colores y las piezas que se obtienen como resultado tienen un acabado brillante y con gran calidad en las zonas con ángulos o esquinas.



Fig. 27. Bobinas de PLA. Fuente: Whiteclouds

El ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), otro material muy empleado en el campo de impresión 3D. Sus principales características son que es un material muy tenaz, duro y rígido, con resistencia química a la abrasión. Está disponible en múltiples colores. Es soluble en acetona. No es biodegradable, pero se puede reciclar y sufre con la exposición a rayos UV. Como curiosidad, las piezas de LEGO están hechas con ABS.

Por otra parte encontramos el Nylon, que posee una gran resistencia mecánica y térmica, además de a la abrasión y presenta gran rigidez. Es ideal para una gran variedad de aplicaciones industriales en las que es necesario que el material soporte elevadas temperaturas o tenga una gran resistencia al impacto.



Por último encontramos los compuestos de madera y plástico. Poseen un alto porcentaje de madera natural, no incorporan material reciclado ni recuperado. Presentan una excelente resolución en la impresión pero el resultado son piezas delicadas y poco resistentes. Es ideal para realizar maquetas o prototipos que tengan que simular la madera.

*Fig. 28. Impresión 3D con madera y PLA. Elaboración propia*



## 3.1 BRAINSTORMING

La primera metodología empleada fue un brainstorming o lluvia de ideas que sirvió para recopilar las opciones iniciales sobre las que tratar el proyecto, para finalmente seleccionar una de ellas como principal. La persona que comenzó a desarrollar esa técnica fue A.F. Osborn en 1938, para la reflexión y toma de decisiones en grupo.

Tras barajar diferentes alternativas de proyectos, finalmente se seleccionó desarrollar un mueble infantil multifuncional, debido a que ofrecía muchas posibilidades.



Fig. 29. Brainstorming. Elaboración propia

### 3.2 MAPA CONCEPTUAL

En segundo lugar se utilizó un mapa conceptual en el que se establecieron las características principales que debía cumplir el producto, así como los aspectos a tener en cuenta en la investigación. Joseph Donald Novak en 1972, mientras realizaba su investigación en la que trataba de entender los cambios en el conocimiento que tenían los niños, comenzó a utilizar una herramienta llamada mapas conceptuales.

Se recopilaron todas las variables que podrían afectar al diseño del producto, así como todas las características que debía tener.

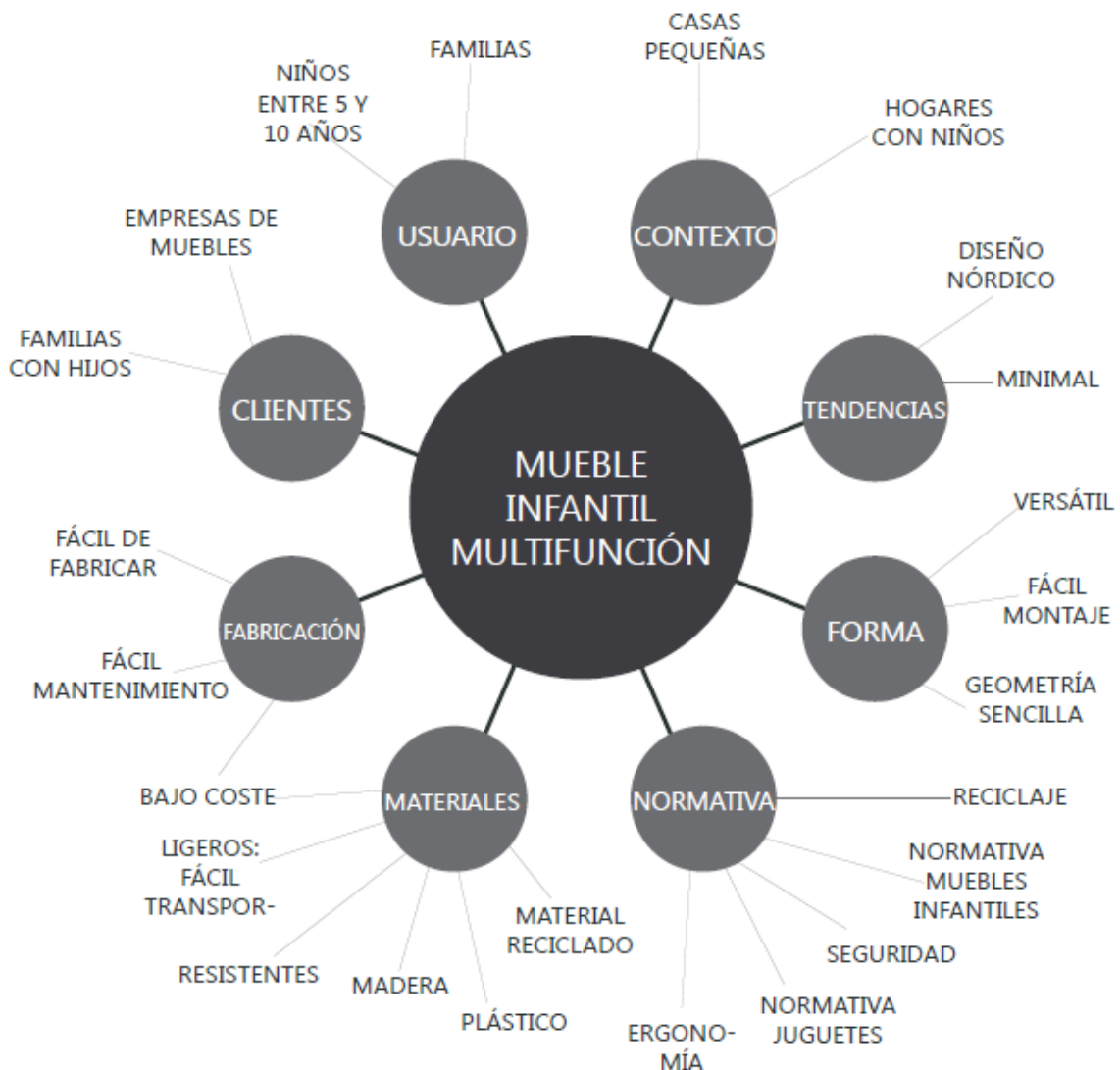


Fig. 30. Mapa conceptual. Elaboración propia



### 3.3 MATRIZ COMPARATIVA

Para realizar un análisis de los productos existentes en el mercado se realizó una matriz comparativa, en la que se analizaron tanto muebles multifuncionales como juguetes modulares que podrían resultar de interés. Se seleccionaron los modelos más representativos de cada tipo y fueron evaluados según aspectos funcionales, ergonómicos y formales, obteniendo las ventajas e inconvenientes de cada producto. Esta herramienta fue de gran utilidad para observar las carencias que poseía el mercado en el campo de estudio.

#### 1 BENT PLYWOOD, COFFEE TABLE DISEÑADO. JHON GREEN

Es un mueble infantil que se compone de dos piezas, que pueden ser utilizadas de forma individual como mesa y banco, o se pueden ensamblar formando una mesa de café o una pequeña estantería para almacenar pequeños objetos.

**Ventajas:** Desde el punto de vista funcional es un diseño versátil, se pueden hacer diferentes objetos como por ejemplo: estantería, pequeño asiento y mesa. Se puede apilar y está fabricado con materiales resistentes. Es fácil de transportar, ya que es apilable, un aspecto positivo en cuanto a ergonomía. Respecto a la forma, cabe destacar las líneas cuidadas, con formas orgánicas, que generan un diseño atractivo.

**Inconvenientes:** Como desventaja funcional encontramos la complicación de su fabricación, con el curvado exacto de la madera para que las piezas encajen correctamente. El asiento no es muy cómodo para el usuario, sobre todo teniendo en cuenta la altura y la ausencia de respaldo. Las proporciones de la mesa y la silla no son las adecuadas, un aspecto negativo del campo formal.



Fig. 31. Bent Plywood. Fuente: Pinterest

## 2 UBDESIGN: MESA INFANTIL, ESCRITORIO EVOLUTIVO. NUUN KIDS DESIGN

Es un conjunto de mesa escritorio y silla. Se adapta a diferentes edades, cambiando las alturas de la mesa y la silla.

**Ventajas:** Los aspectos positivos en cuanto a la funcionalidad son su adaptabilidad en altura, su resistencia, debido a que está fabricado con materiales resistentes y el espacio destinado al almacenaje que es amplio. Al ser regulable en altura se adapta a la ergonomía del usuario, permitiéndole colocar las medidas más adecuadas a cada usuario. El diseño es minimalista y con colores adecuados para un escritorio.



**Inconvenientes:** Debido a su gran tamaño es difícil de transportar y manipular, aspecto negativo respecto a la función. El asiento es poco ergonómico, a pesar de ser regulable, ya que posee cantos vivos que no son adecuados para niños. Las proporciones silla-mesa no son adecuadas, hay muy poco espacio para los pies en la zona debajo de la mesa.

Fig. 32. UBdesign. Fuente: nuunkidsdesign

### 3 DADO, MUEBLE MULTIFUNCIONAL INFANTIL. TORAFU ARCHITECTS

Es un mueble con forma de cubo que puede cumplir tres funciones distintas, dependiendo en que postura se utilice. Puede servir como pupitre con asiento y mesa, como taburete o como una pequeña estantería.

**Ventajas:** Tiene varias funciones que permiten las usuario adaptarlo a las necesidades de cada momento. Las proporciones antropométricas son adecuadas y es intuitivo y fácil de usar. Tiene un diseño minimalista y atractivo como ventaja en el aspecto formal.

**Inconvenientes:** Al no ser desmontable, es difícil de transportar. Es pesado para ser manipulado por un niño, necesita de la ayuda de un adulto para su manipulación.



Fig. 33. Dado. Fuente: Torafu





#### 4 GYPSY MODULAR FURNITURE, DISEÑADO POR CLARK DAVIS

Conjunto de piezas que combinadas entre sí permiten formar diferentes modelos de mueble destinados al público infantil. Se unen sin utilizar herramientas ni adhesivos.

**Ventajas:** Versatilidad, ofrece al usuario una amplia gama de posibilidades de productos a formar. Es fácil de transportar o almacenar cuando está desmontado, gracias a su facilidad de montaje. Tiene un diseño atractivo y con colores alegres, adecuados para el público infantil.

**Inconvenientes:** Necesidad de muchos tipos de piezas diferentes para poder formar distintos productos, por ejemplo, las piezas necesarias para formar una silla no son las mismas que para una estantería o un taburete. Es complejo para ser montado por un niño, de esa tarea se tiene que encargar un adulto.

Fig. 34. Gypsy modular. Fuente: Dedignboom



Fig. 35. Ava. Fuente: Plyroom

## 5 AVA: CUNA, CAMA JUNIOR Y ESCRITORIO. PLYROOM

Mueble infantil que cumple las funciones de cuna, cama junior y escritorio. Pensado para utilizar cada uno de los productos que forma según crece el niño. Primero se utilizaría como cuna, después como cama y más adelante como escritorio.

**Ventajas:** Variedad de posibilidades funcionales: cuna, cama y escritorio. Utiliza materiales resistentes, ya que es un producto que tiene que evolucionar a la vez que crece el niño. Es intuitivo en su uso y se adapta a la edad de cada niño. En cuanto al aspecto formal, las proporciones son adecuadas y el diseño es sencillo y atractivo.

**Inconvenientes:** Es difícil de transportar o almacenar, debido a la gran cantidad de espacio que ocupa. Es pesado para ser manipulado por un niño, esa tarea la debe realizar un adulto. El rango de edades para el que es útil la cama y la cuna es muy reducido, debido a sus pequeñas dimensiones y a la rapidez con la que crece un niño.

## 6 FRAMEWORKS, ESTANTERÍA MODULAR. MIEKE MEIJER

Mueble modular formado por listones de madera, bases de cristal y piezas de unión metálicas, que permiten al usuario construir estanterías, jugando con diferentes dimensiones y dándole la forma que desee.

**Ventajas:** Cumple la función de estantería, permitiendo adaptar su tamaño. Desde el aspecto ergonómico tiene como ventaja que es fácil de transportar, ya que desmontado ocupa muy poco espacio. Tiene un diseño limpio y minimalista.

**Inconvenientes:** Las funciones que tiene son muy limitadas, únicamente sirve como estantería. Es complejo de montar, ya que algunas piezas son de cristal, un material muy delicado. Tiene aristas vivas y piezas de cristal, que no son adecuadas para niños.



Fig. 36. Frameworks. Fuente: Miekemeijer

## 7 USEFUL DINING TABLE, MESA Y ESTANTERÍA. SANGHYEOK LEE DEL ESTUDIO DE DISEÑO CHAMBER

Línea de mesa, silla y estanterías. Todas ellas se conforman de forma individual con sus piezas propias, únicamente tienen en común el estilo y el sistema de unión de las diferentes partes que no utilizan adhesivos.

**Ventajas:** Conjunto completo que cubre varias funciones: silla, mesa y estantería. Desmontado ocupa poco espacio y es fácil de transportar y almacenar. Las proporciones son adecuadas y el diseño es moderno y atractivo, combinando metal y madera.

**Inconvenientes:** Necesidad de gran variedad de piezas para conformar varios productos, puesto que exceptuando las uniones, el resto de piezas son diferentes para cada modelo. Tiene una geometría demasiado recta con aristas vivas que son poco ergonómicas.



Fig. 37. Useful dining. Fuente: Chambernyc





Fig. 38. Magnetique. Fuente: Miliashop

## 8 MAGNETIQUE, ESTANTERÍA. SWEN KRAUSE

Consiste en una estantería, formada por diferentes módulos, de tamaños y formas variadas. Todos ellos pueden ser colocados sobre una plancha metálica colgada de la pared, en la posición que se desee, gracias al magnetismo que posee el producto.

**Ventajas:** Es un producto modular que cumple la función de estantería, permitiendo al usuario personalizarla a su gusto en cuanto a disposición de los módulos. Es muy fácil e intuitivo de usar, además de rápido de manipular. Tiene un diseño limpio y atractivo.

**Inconvenientes:** La única función que cumple es la de estantería. Es complicado de transportar debido a sus dimensiones y al tamaño de sus módulos. Tiene aristas vivas y geometría poco orgánica.



Fig. 39. Magnetique. Fuente: Miliashop

## 9 SPLIT, ESTANTERÍA. PETER MARIGOLD

Es una estantería compuesta por múltiples módulos de formas y tamaños irregulares y todos ellos de madera. Se pueden colocar de infinidad de maneras, permitiendo al usuario personalizar la disposición que más le guste y mejor se adapte a sus posibilidades.

**Ventajas:** Múltiples diseños a conformar que permiten al usuario personalizarlo a su gusto. Es fácil de montar, se ensamblan unas piezas con otras con elementos de fijación, como tornillos. El diseño es original y permite realizar diferentes diseños al usuario.

**Inconvenientes:** Limitación en cuanto a funciones, solo se puede utilizar como estantería. Puede resultar pesado de transportar y ocupa mucho espacio al ser almacenado.



Fig. 40. Split. Fuente: Descubriresarte

## 10 DOLLHAUSE-CHAIR MULTIFUNCIONAL. TORAFU ARCHITECTS

Es un producto multifuncional de madera, formado por dos piezas unidas con unas bisagras, que cuando se encuentra cerrado es una silla, y al abrirlo es una casa de muñecas. También sirve como pequeña estantería o elemento de almacenaje.

**Ventajas:** Versatilidad, ofrece múltiples posibilidades de utilización al usuario, como silla, casa de muñecas, pequeña estantería o mueble de almacenaje. Es muy fácil e intuitivo de utilizar. La combinación de colores que presenta es adecuada, así como el estilo de diseño.

**Inconvenientes:** Al no ser un elemento desmontable, ocupa mucho espacio si se quiere transportar o almacenar. El asiento es poco ergonómico, debido a sus formas inorgánicas y sus aristas vivas, además de ser poco seguro, por la posibilidad del usuario de pillarse los dedos al cerrarlo.



Fig. 41. Dollhouse-chair. Fuente: Torafu

## 11 MINIMALS, JUGUETE. SEBASTIÁN BURGA

Conjunto de juguetes modulares, compuestos por varias piezas que ensambladas de forma muy sencilla conforman diferentes modelos de juguetes, todos ellos con formas de animales.

**Ventajas:** Juguetes modulares con una gama muy amplia de diseños. Sus proporciones son adecuadas para que juegue un niño. Están formados por piezas sencillas, de tamaño adecuado, con formas orgánicas y colores alegres y llamativos.

**Inconvenientes:** Presentan limitaciones en el montaje, cada conjunto de piezas está pensado únicamente para conformar un solo animal. Necesidad de consultar las instrucciones para poder saber cómo se lleva a cabo su montaje.



Fig. 42. *Minimals*. Fuente: *Smallforbig*



## 12 PUZZLE FUN, SOFÁ MODULAR PARA NIÑOS. MINIMO I

Sofá modular compuesto por 6 módulos diferentes de espuma, que permiten al usuario combinarlos de muchas maneras para darle un uso de asiento o de juguete según se desee.

**Ventajas:** Múltiples combinaciones posibles con los 6 módulos que lo componen, desde un sofá hasta un pequeño parque de juegos. El material que lo compone es blando y ligero, de espuma, para evitar lesiones. Los colores son vivos y atractivos para un público infantil. Las piezas tienen formas geométricas básicas.

**Inconvenientes:** La mayoría de las piezas son de gran tamaño, por lo que ocupan mucho espacio al ser almacenadas y son costosas de transportar. Debido al gran tamaño es necesario un espacio muy amplio en el lugar que se utilice.



Fig. 43. Puzzle fun. Fuente: Minimo i

### 13 HABITADULE INTERSTELAR, KIT DE CONSTRUCCIÓN. MARIE COMPAGNON

Juego formado por 16 paneles y 48 conectores, con los que se pueden construir vehículos a gran escala, como cohetes, barcos o coches, combinando los diferentes tipos de piezas entre sí.



Fig. 44. Habitadule Interestelar. Fuente: Monpetitart

**Ventajas:** Amplia gama de diseños que se pueden formar, únicamente limitados por la imaginación del usuario. El material es ligero (catón) y muy fácil de manipular por los niños. Está disponible en varios colores para darle un toque más personal a las estructuras creadas.

**Inconvenientes:** Material frágil, hay que cuidarlo y tratarlo de forma adecuada para que no se rompa y le dure al usuario el mayor tiempo posible. Para poder llegar a formar los vehículos, para los que se ha destinado el producto, es necesario utilizar las instrucciones debido a su complejidad de construcción. Las esquinas de muchas piezas no son redondas, sino que tiene los cantos vivos y no son adecuadas para niños.



Fig. 45. Habitadule Interestelar. Fuente: Monpetitart

## 14 PLAYSHAPES, JUGUETE. MILLER GOODMAN

Juego formado por 74 piezas de madera con formas diferentes en 2D y 3D, que permiten al usuario crear caras de personajes según su imaginación. Por un lado son del color natural de la madera y por el otro tiene diferentes colores o motivos para crear diseños variados y tan coloridos como se desee.

**Ventajas:** Juego compuesto por varias piezas que posibilitan al usuario la creación de muchos diseños, combinando las piezas sin ningún límite y obteniendo modelos 3D o 2D. El material de las piezas, que es madera, es ligero, resistente y de tamaño adecuado para los niños.

**Inconvenientes:** Combinaciones complejas para poder formar las caras, que es el objetivo del juego. Necesidad de instrucciones en los primeros usos. Algunas piezas tienen cantos afilados que pueden resultar inadecuados para niños.



Fig. 46. Playshapes. Fuente: Millergoodman

## 15 COCINA DE JUGUETE. MARCA MOMOLL

Juguete de madera compuesto por varias piezas ensambladas entre sí sin tornillos ni adhesivos, para facilitar su montaje. Puede formar una cocina, un pequeño teatro de marionetas o el mostrador de una tienda.

**Ventajas:** Presenta diferentes formas de montaje, para obtener el diseño que desee el usuario: cocina, teatro de marionetas o mostrador de una tienda. Es un producto modular, y las piezas que lo forman son láminas de madera contrachapada, muy resistentes y de proporciones adecuadas para niños. Las piezas son sencillas siguiendo una línea de diseño escandinavo.

**Inconvenientes:** Las piezas son de gran tamaño, necesidad de un adulto para el montaje de los diferentes modelos posibles, a la vez de necesidad de instrucciones debido a la complejidad del montaje. Los colores son apagados y demasiado minimalistas para el usuario al que se destina.



Fig. 47. Cocina. Fuente: Pinterest

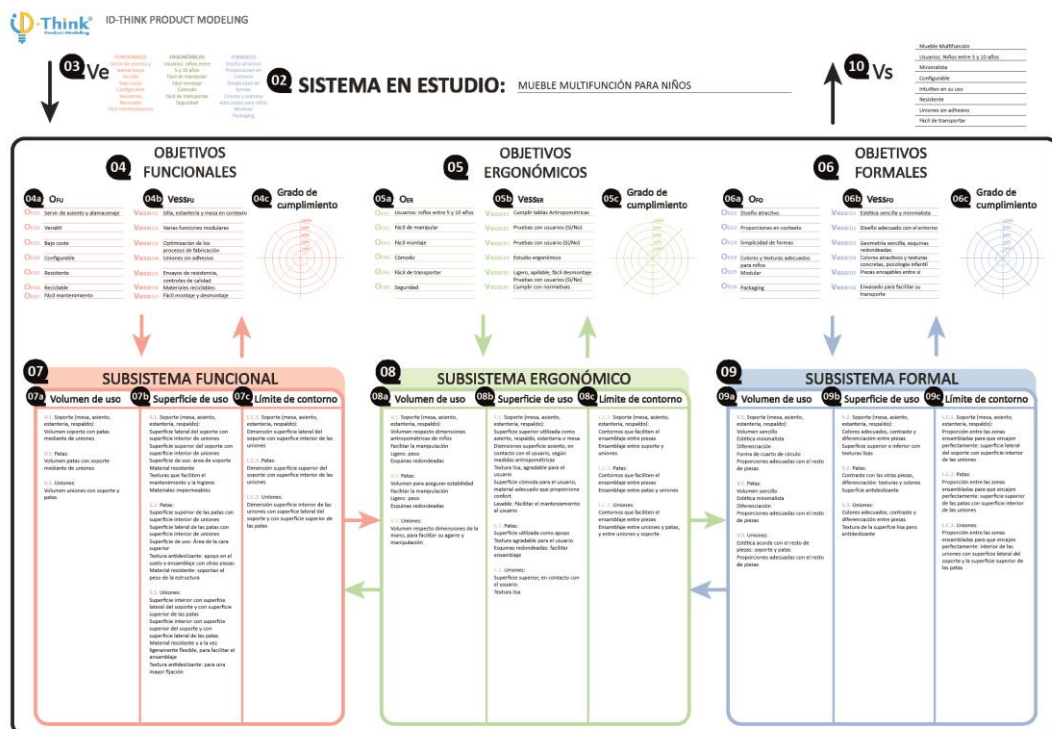
### 3.4 MODELO SISTÉMICO

Por último, se utilizó el modelo sistémico del Doctor Bernabé Hernandis para procesar y analizar la información. Consiste en recopilar todas las variables externas del proyecto y desglosar las mismas según aspectos funcionales, ergonómicos y formales, para poder obtener finalmente las variables de salida.

#### VARIABLES DE ENTRADA

FUNCIONALES	ERGONÓMICAS	FORMALES
Servir de asiento y almacenaje	Usuarios: niños entre 5 y 10 años	Diseño atractivo
Versátil	Fácil de manipular	Proporciones en contexto
Bajo coste	Fácil montaje	Simplicidad de formas
Configurable	Cómodo	Colores y texturas adecuados para niños
Resistente	Fácil de transportar	Modular
Reciclable	Seguridad	Packaging
Fácil mantenimiento		

Tabla 1. Variables de entrada. Elaboración propia



Panel 2 Modelo Sistémico. Elaboración propia



## OBJETIVOS FUNCIONALES

Servir de asiento y almacenaje	Silla, estantería y mesa en contexto
Versátil	Varias funciones modulares
Bajo coste	Optimización de la fabricación
Configurable	Uniones sin adhesivo
Resistente	Controles de calidad
Reciclable	Materiales reciclables
Fácil mantenimiento	Fácil montaje y desmontaje

## SUBSISTEMA FUNCIONAL

VOLUMEN DE USO	SUPERFICIE DE USO	LÍMITE DE CONTORNO
V.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Volumen soporte con patas mediante de uniones	S.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Superficie lateral del soporte con superficie interior de uniones Superficie de uso: área de soporte Material resistente Texturas que faciliten el mantenimiento y la higiene Materiales impermeables	L.C.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Dimensión superficie lateral del soporte con superficie interior de las uniones
V.2. Patas: Volumen patas con soporte mediante de uniones	S.2. Patas: Superficie lateral de las patas con superficie interior de uniones Superficie de uso: Área de la cara superior Textura antideslizante: apoyo en el suelo y ensamblaje con otras piezas Material resistente: soportan el peso de la estructura	L.C.2. Patas: Dimensión superficie superior del soporte con superficie interior de las uniones
V.3. Uniones: Volumen uniones con soporte y patas	S.3. Uniones: Superficie interior con superficie superior del soporte y con superficie lateral de las patas Material resistente y a la vez ligeramente flexible, para facilitar el ensamblaje Textura antideslizante: para una mayor fijación	L.C.3. Uniones: Dimensión superficie interior de las uniones con superficie lateral del soporte y con superficie superior de las patas

## OBJETIVOS ERGONÓMICOS

Usuarios: niños entre 5 y 10 años	Cumplir tablas Antropométricas
Fácil de manipular	Pruebas con usuarios
Fácil montaje	Pruebas con usuarios
Cómodo	Estudio ergonómico
Fácil de transportar	Ligero, apilable, fácil desmontaje
Seguridad	Cumplir con normativas

## SUBSISTEMA ERGONÓMICO

VOLUMEN DE USO	SUPERFICIE DE USO	LÍMITE DE CONTORNO
V.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Volumen respecto dimensiones antropométricas de niños Facilitar la manipulación Ligero: peso Esquinas redondeadas	S.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Superficie superior utilizada como asiento, respaldo, estantería o mesa Dimensiones superficie asiento, en contacto con el usuario, según medidas antropométricas Textura lisa, agradable para el usuario Superficie cómoda para el usuario, material adecuado que proporcione confort Lavable: Facilitar el mantenimiento al usuario	L.C.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Contornos que faciliten el ensamblaje entre piezas Ensamblaje entre soporte y uniones
V.2. Patas: Volumen para asegurar estabilidad Facilitar la manipulación Ligero: peso Esquinas redondeadas	S.2. Patas: Superficie utilizada como apoyo Textura agradable para el usuario Esquinas redondeadas: facilitar ensamblaje	L.C.2. Patas: Contornos que faciliten el ensamblaje entre piezas Ensamblaje entre patas y uniones
V.3. Uniones: Volumen respecto dimensiones de la mano, para facilitar su agarre y manipulación	S.3. Uniones: Superficie superior, en contacto con el usuario. Textura lisa	L.C.3. Uniones: Contornos que faciliten el ensamblaje entre piezas Ensamblaje entre uniones y patas, y entre uniones y soporte.

Tabla 3. Subsistema ergonómico. Elaboración propia

## OBJETIVOS FORMALES

Diseño atractivo	Estética sencilla y minimalista
Proporciones en contexto	Diseño adecuado con el entorno
Simplicidad de formas	Geometría sencilla, esquinas redondeadas
Colores y texturas adecuados para niños	Colores atractivos y psicología infantil
Modular	Piezas que encajen entre sí
Packaging	Envasado para facilitar su transporte

## SUBSISTEMA FORMAL

VOLUMEN DE USO	SUPERFICIE DE USO	LÍMITE DE CONTORNO
V.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Volumen sencillo Estética minimalista Diferenciación Forma de cuarto de círculo Proporciones adecuadas con el resto de piezas	S.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Colores adecuados, contraste y diferenciación entre piezas Superficie superior e inferior con texturas lisas	L.C.1. Soporte (mesa, asiento, estantería, respaldo): Proporción entre las zonas ensambladas para que encajen perfectamente: superficie lateral del soporte con superficie interior de las uniones
V.2. Patas: Volumen sencillo Estética minimalista Diferenciación Proporciones adecuadas con el resto de piezas	S.2. Patas: Contraste con las otras piezas, diferenciación: texturas y colores Superficie antideslizante	L.C.2. Patas: Proporción entre las zonas ensambladas para que encajen perfectamente: superficie superior de las patas con superficie interior de las uniones
V.3. Uniones: Estética acorde con el resto de piezas: soporte y patas Proporciones adecuadas con el resto de piezas	S.3. Uniones: Colores adecuados, contraste y diferenciación entre piezas Textura de la superficie lisa pero antideslizante	L.C.3. Uniones: Proporción entre las zonas ensambladas para que encajen perfectamente: interior de las uniones con superficie lateral del soporte y la superficie superior de las patas

Tabla 4. Subsistema formal. Elaboración propia



Tras aplicar la metodología del modelo sistémico del Doctor Bernabé Hernandis, se obtuvieron unas variables de salida, las cuales consistían en una recopilación de todos los atributos que debería tener el nuevo diseño. Dichas variables servirían como pilar base en el proceso de diseño y desarrollo del mueble infantil multifunción que se está desarrollando en el presente trabajo de fin de máster.

## VARIABLES DE SALIDA

---

MUEBLE MULTIFUNCIÓN  
USUARIOS: NIÑOS ENTRE 5 Y 10 AÑOS  
MINIMALISTA  
CONFIGURABLE  
INTUITIVO EN SU USO  
RESISTENTE  
UNIONES SIN ADHESIVO  
FÁCIL DE TRANSPORTAR





## 4.1 ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

Tras realizar una profunda investigación se establecieron las especificaciones que debería cumplir el producto.

En primer lugar ha de ser un mueble multifuncional. Por lo tanto debe tener más de una función ya sea cambiando su posición o combinando sus partes de otra forma.

El usuario al que va destinado el producto son niños de entre 5 y 10 años. Está pensado para cualquier tipo de familia, pero especialmente para familias con viviendas pequeñas.

Tendrá una estética minimalista utilizando así el menor número de componentes posibles.

Debido a su carácter configurable y modular permitirá cubrir varias funciones con un único producto, adaptándose a cada situación de forma sencilla. Su modo de uso debe ser intuitivo, puesto que está destinado para un público infantil, aunque el montaje lo deberá realizar con ayuda de un adulto.



*Fig. 48. Niños. Fuente: WMQ*

Las piezas podrán ser personalizadas por el usuario, por lo que éste toma parte en el proceso de diseño y así se estrecha su relación con el producto. Utilizando procesos avanzados de fabricación se podrán obtener sin incrementar demasiado el coste.

Se tratará de un proceso de diseño y montaje en el que tanto adultos como niños, colaborando entre sí y dando rienda suelta a su imaginación crearán un mueble propio.

La forma de venta será on-line, utilizando un diseño web que permita al usuario personalizar su diseño. Utilizando su imaginación podrá crear los modelos que desee y la página web le dirá que cantidad de piezas de cada tipo necesita para crearlo.

Otra especificación importante será la resistencia, para ello se han de elegir materiales adecuados.

El método de unión será sin utilizar materiales adhesivos para permitir su modificación y facilitar su montaje y desmontaje.

Por último se tendrá en cuenta el transporte del producto. No debe ser excesivamente pesado para poder transportarlo de una habitación a otra de la casa y para poder ser manipulado por el usuario.

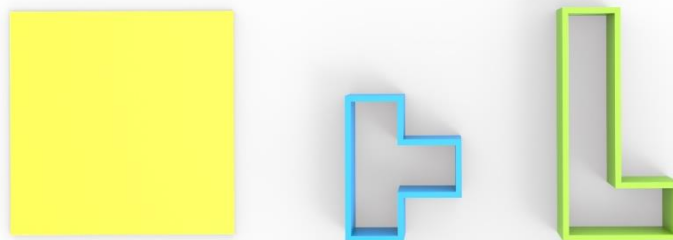


*Fig. 49. Niño jugando. Fuente: Unsplash*

## 4.2 PROPUESTAS

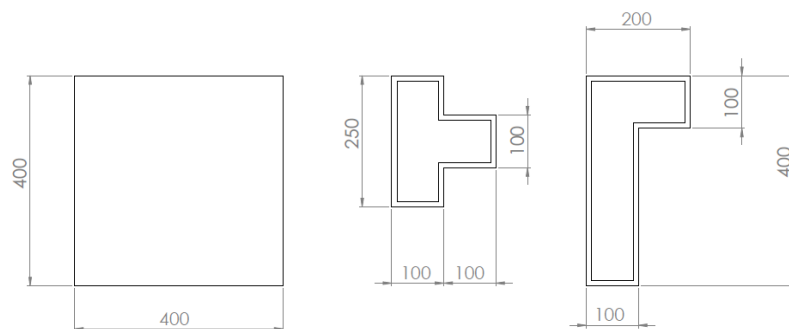
### 4.2.1 PROPUESTA 1

La primera propuesta se compone de 3 tipos de piezas diferentes. Una pieza base, y dos piezas soporte. Todas ellas son de madera y llevan unos imanes que permiten su unión entre sí, para poder formar diferentes formas a modo de juego. Las piezas estarían disponibles en diferentes colores para que el usuario pueda personalizar los diseños a su gusto.



*Fig. 50. Propuesta 1. Elaboración propia*

Las dimensiones generales de las piezas son las que se muestran a continuación.



*Fig. 51. Propuesta 1, dimensiones. Elaboración propia*

Combinando las piezas se pueden obtener diseños muy diferentes. Algunos de los diseños que serían posibles serían una silla, una mesa o una estantería. Su forma podría variar dependiendo como quiera combinar las piezas el usuario. En las imágenes siguientes se pueden observar los tres diseños que se han realizado como ejemplo.





Fig. 52. Propuesta 1. Elaboración propia

En cuanto a las dimensiones generales de los diseños propuestos, se pueden ver en las imágenes de los planos que se muestran a continuación.

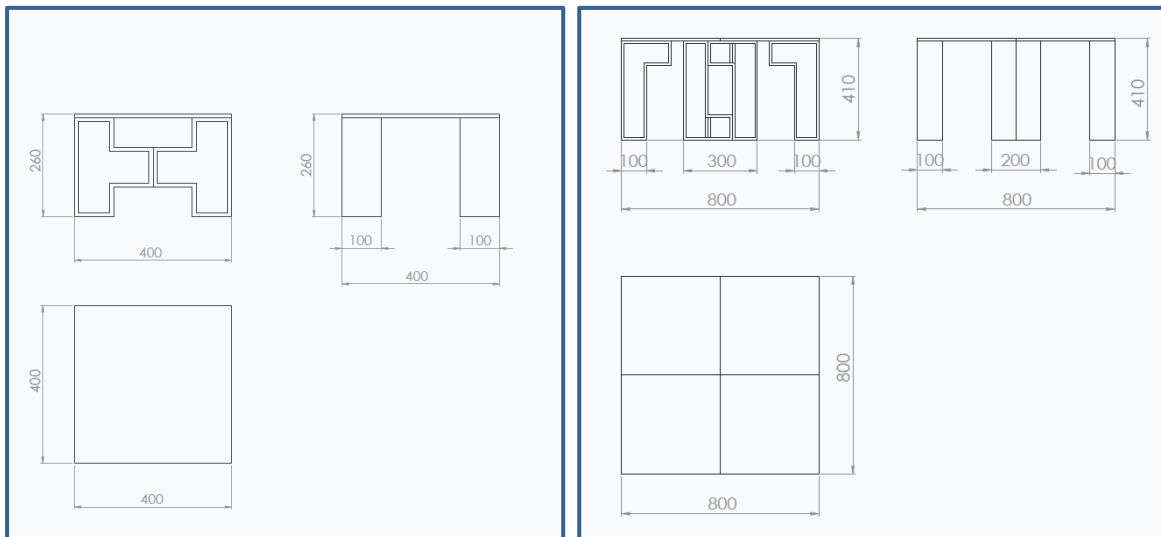


Fig. 53. Propuesta 1, dimensiones. Elaboración propia

## 4.2.2 PROPUESTA 2

La propuesta número 2 se compone de siete tipos de piezas: dos bases y cinco piezas de unión. Mediante las diferentes combinaciones posibles, se pueden obtener una silla, una mesa o una estantería, permitiendo variantes de las mismas.

Las uniones son de polipropileno y están disponibles en diferentes colores, para que el usuario las combine a su gusto y pueda así personalizar el producto. Las piezas base y soporte son de madera contrachapada para dotar de resistencia al mueble. Para aportar un valor añadido al producto, todas las piezas podrán ser personalizadas, mediante el grabado de letras, figuras o cualquier motivo que se desee.

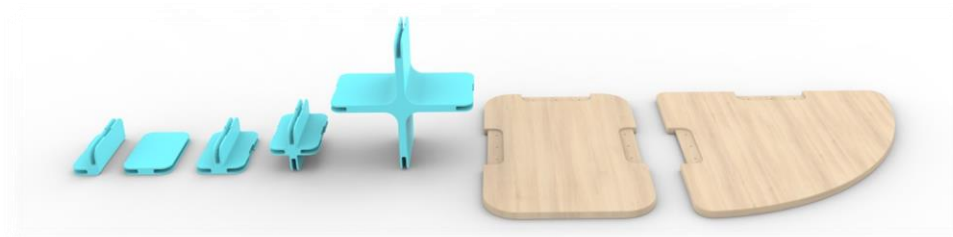


Fig. 54. Propuesta 2. Elaboración propia

Las dimensiones generales de las piezas que componen el diseño son las que se muestran a continuación.

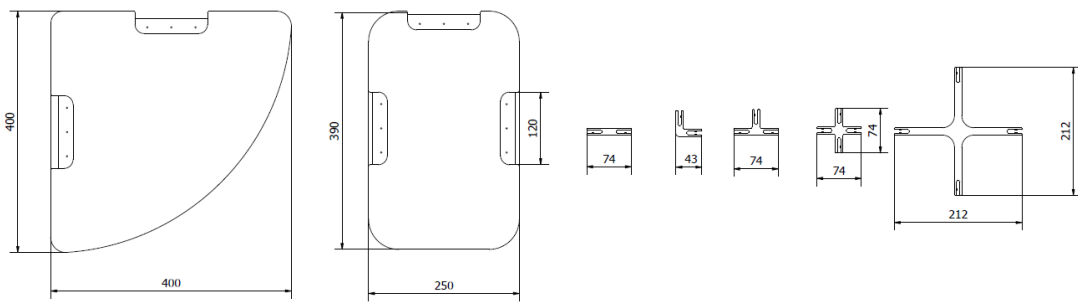


Fig. 55. Propuesta 2, dimensiones. Elaboración propia

Utilizando únicamente las piezas mostradas en la imagen anterior, se pueden obtener múltiples diseños. Algunos de ellos serían un asiento, una mesa o una estantería. Estas serían las formas básicas que se pueden generar, pero cabe la posibilidad de formar otros modelos diferentes, al gusto del usuario.

La forma de conformar el mueble es muy sencilla, ya que no usa adhesivos ni tornillos. Permite que el usuario lo monte y desmonte tantas veces como quiera, y adapte el diseño del producto a sus necesidades en cada momento.



Fig. 56. Propuesta 2. Elaboración propia

Las piezas de unión tienen un machos que encajan en las piezas base y soporte, dotando de consistencia la unión. A su vez tienen unos pequeños rebajes en los bordes, que facilitan al usuario su desmontaje. Las piezas de unión encajan totalmente sobre las piezas de madera evitando salientes o irregularidades en la superficie del diseño final.

Las dimensiones generales de los elementos conformados son las siguientes:

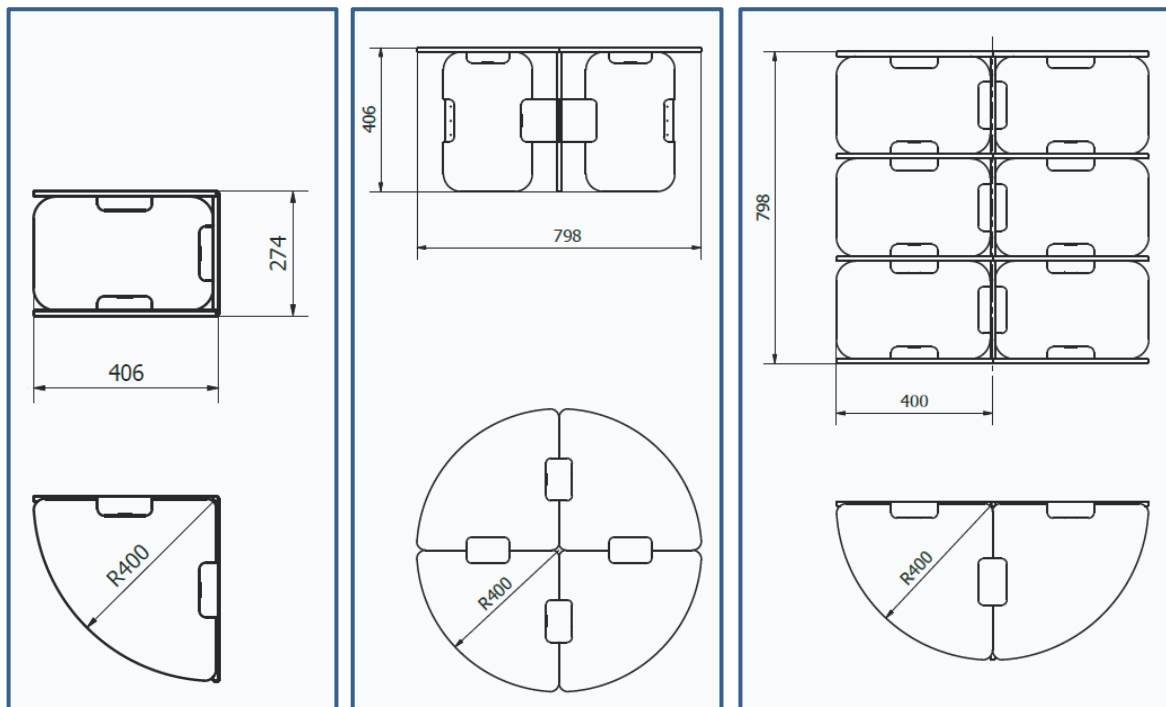


Fig. 57. Propuesta 2, dimensiones. Elaboración propia

### 4.2.3 PROPUESTA 3

La tercera propuesta se compone de 5 tipos de piezas. Como pieza principal encontramos la pieza base, la cual puede personalizar el usuario en cuanto a su forma exterior. Por otro lado se compone de 2 piezas de unión y de dos tipos de patas. La pieza base es de metacrilato, las patas son de madera y las piezas unión de metal.

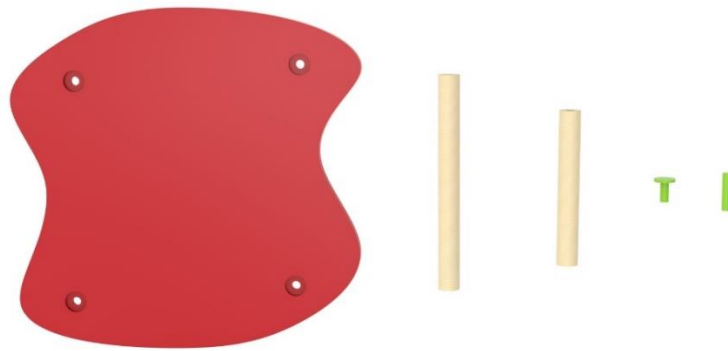


Fig. 58. Propuesta 3. Elaboración propia

Las dimensiones generales de las piezas son las que se muestran a continuación. La pieza base tiene unas dimensiones máximas de 400x400mm, pudiendo el usuario modificar su forma dentro de estos límites. Los taladros que lleva dicha pieza para realizar las uniones siempre van en la misma posición, para que todas las piezas se puedan ensamblar correctamente.

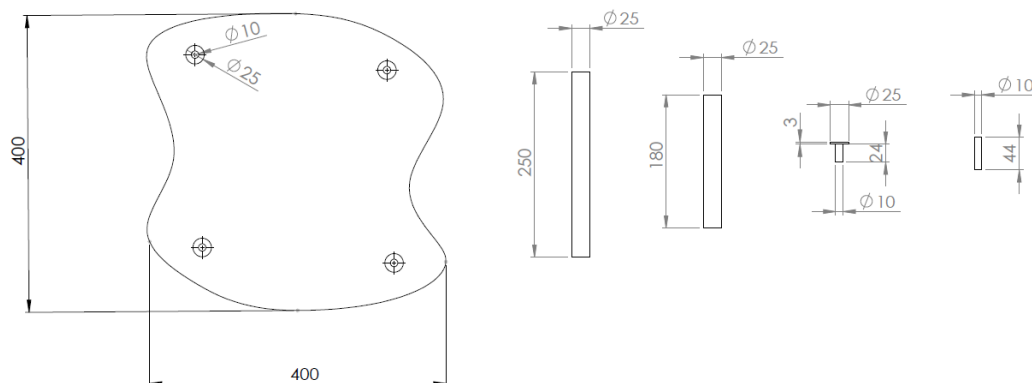


Fig. 59. Propuesta 3, dimensiones. Elaboración propia

El sistema de ensamblaje de las piezas se realiza utilizando dos tipos de piezas de unión, dependiendo del tipo de ensamblaje, y dos tipos de patas de largo diferente. Las uniones posibles que se presentan son entre la base y una pata, con un final al otro extremo, o una base con patas a ambos lados y una pieza de unión en su interior.

Combinando las piezas de diferentes formas y posiciones, se pueden obtener varios modelos.



Fig. 60. Propuesta 3. Elaboración propia

La pieza llamada base, se podría personalizar por el usuario en cuanto a su forma exterior. Dentro de unos límites generales, el usuario podría diseñar a geometría exterior de la pieza. Esto es posible, ya que es una pieza que sería de metacrilato y se fabricaría mediante corte por láser, obteniendo una gran precisión en el corte y con libertad en cuanto a forma.

Las dimensiones generales de algunos de los modelos que se podrían formar con este diseño son las que se muestran a continuación:

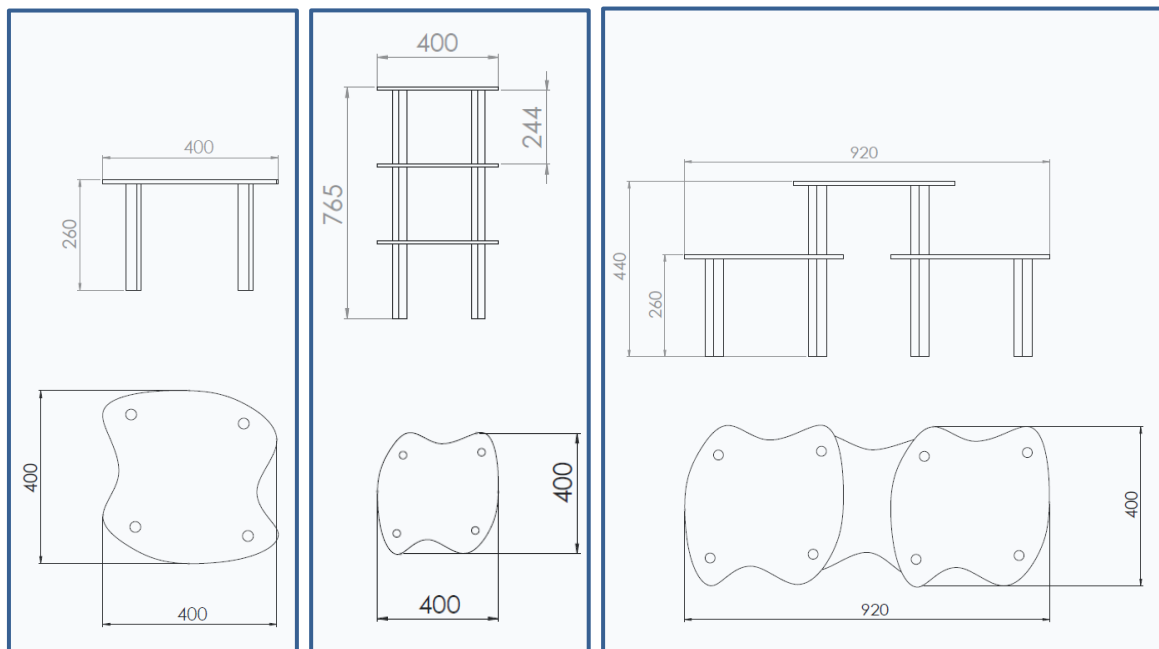


Fig. 61. Propuesta 3, dimensiones. Elaboración propia

## 4.3 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

### 4.3.1 MATRIZ DE EVALUACIÓN

Para poder decidir cuál de todas las propuestas es la más adecuada, se ha realizado una matriz de evaluación. En ella se evalúan aspectos funcionales, ergonómicos y formales de los tres diseños realizados. Cada uno de ellos se puntuará del 1 al 3. Al final de la evaluación, el diseño con mayor puntuación será el elegido, puesto que será el que mejor cumple con las especificaciones de diseño establecidas.




		PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
				
FUNCIÓN	Versatilidad	2	3	1
	Resistencia	3	3	2
	Facilidad fabricación	1	2	3
ERGONOMÍA	Comodidad	1	3	2
	Facilidad montaje	3	2	2
	Seguridad	1	3	2
FORMA	Estética y diseño	2	3	3
	Personalización	1	3	2
	Geometría y proporciones	2	2	2
PUNTUACIÓN TOTAL		16	24	19

Tabla 5. Matriz comparativa. Elaboración propia

La propuesta elegida es la número 2, ya que es la que ha obtenido una mejor puntuación, y por tanto es la que mejor satisface las especificaciones de diseño establecidas. En los siguientes apartados se desarrollara el proceso de diseño en profundidad.



### 4.3.2 VALIDACIÓN DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

Para poder validar el diseño se ha decidido realizar el estudio de resistencia, para el que se ha elegido la silla como elemento de ensayo. Debido a que es la combinación del mueble que más peso debe soportar. Para ello se ha utilizado el programa Autodesk Inventor.

Como el mueble infantil está pensado para niños de entre 5 y 10 años, se ha buscado el percentil 95 del peso de los niños de 10 años, que sería el caso más desfavorable. Dicho peso es de aproximadamente 50 kg. Para realizar el ensayo se ha aumentado el peso al extremo de 80 kg, ya que es necesario tener un margen por seguridad.

Se ha establecido como elemento fijo y apoyado sobre el suelo la pieza A y sobre la pieza B se ha aplicado una fuerza de 800 N.

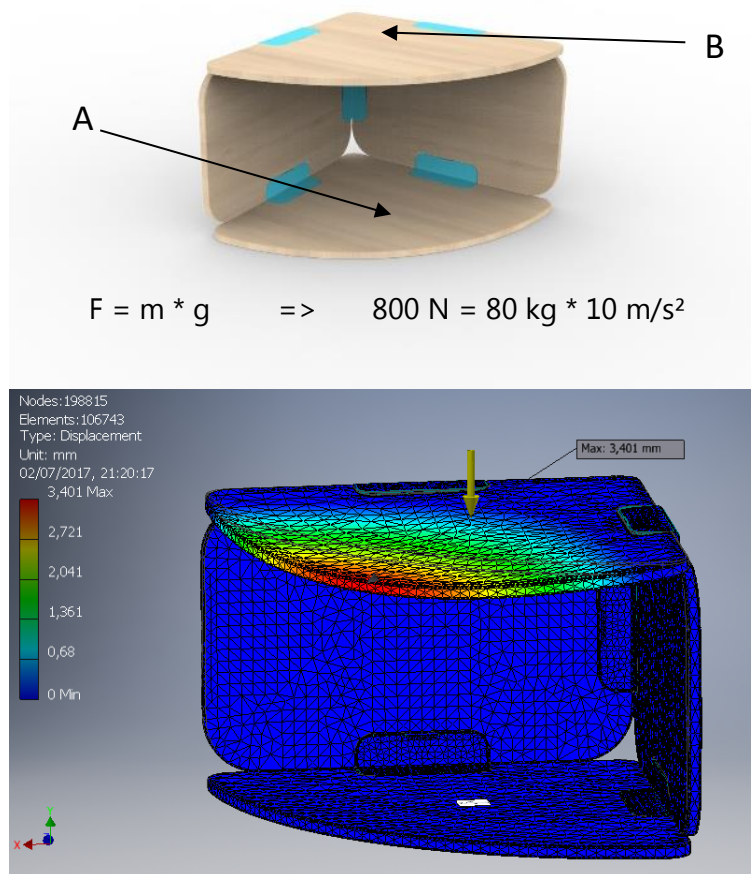


Fig. 62. Estudio de resistencia. Elaboración propia

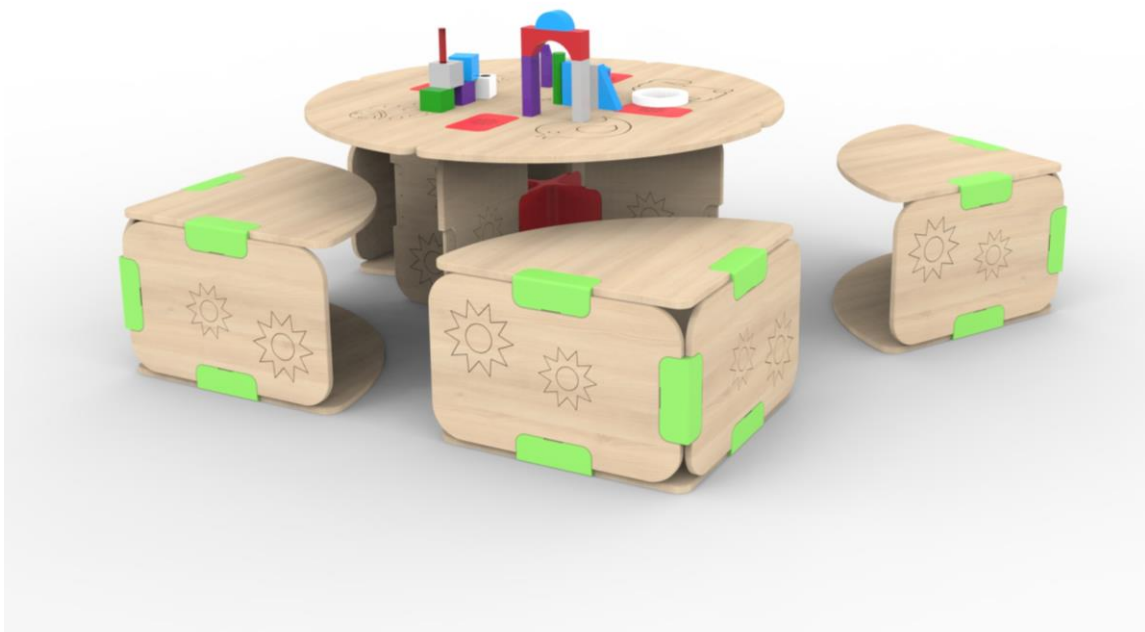
Tras realizar el ensayo se obtiene como resultado que el desplazamiento máximo de la pieza superior es de 3,401 mm. El resultado es un desplazamiento insignificante y teniendo las condiciones extremas establecidas para el ensayo, el resultado es satisfactorio y el diseño se da como válido.

## 4.4 DISEÑO FINAL

### 4.4.1 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El resultado tras realizar el proceso de investigación y diseño, es un mueble infantil multifuncional y personalizable llamado **fit in fun**.

**fit in fun** es un mueble que posee gran versatilidad e innovación, satisfaciendo con éxito las necesidades de los usuarios. Tiene gran personalidad y además de ser multifuncional, permite que los usuarios participen en el proceso de diseño, afianzando la relación entre el usuario y el producto durante todo el proceso creativo. Este proceso comienza con el diseño y personalización y se puede decir que no termina nunca, ya que el usuario puede cambiar la posición de las piezas tantas veces desee, creando nuevos modelos, encajando las diferentes piezas entre sí como si de un juego se tratara.



*Fig. 63. Fit in fun, mesa y sillas. Elaboración propia*

El producto se compone por siete tipos de piezas diferentes: dos bases y cinco piezas de unión. Las piezas denominadas como bases son de madera contrachapada y las piezas de unión son de plástico.



Fig. 64. Fit in fun, piezas. Elaboración propia

Combinando los componentes mencionados, se pueden obtener diferentes modelos de mueble, algunos de ellos son por ejemplo, una silla, una mesa o una estantería. Pero es el usuario el encargado de diseñar cada uno de los modelos según su imaginación.

El sistema de unión que se utiliza para ensamblar las piezas es sencillo, sin utilizar adhesivos ni elementos auxiliares, para facilitar al usuario el montaje y desmontaje de cada una de las combinaciones.

Las piezas de unión llevan unos cilindros salientes, tres en cada cara que encaja con las piezas soporte, y estas llevan el negativo de los cilindros para que se ajusten correctamente. Solo es posible ensamblar el mueble utilizando las piezas denominadas como piezas de unión.



Fig. 65. Fit in fun, unión. Elaboración propia

Además de realizar el proceso de diseño del mueble cambiando para ellos las diferentes piezas disponibles, el usuario puede personalizar cada una de las piezas que desee.

Las piezas soporte son de madera contrachapada y el usuario podrá elegir si desea grabar en ellas dibujos, letras o imágenes. Para realizar este proceso se utiliza un láser de grabado en madera, que no presenta límites en cuanto a las formas que se deseen realizar y obteniendo excelentes resultados.

En cuanto a las piezas de unión, serán fabricadas mediante impresión 3D y por ello es posible que el usuario personalice cada una eligiendo su color y pudiendo personalizarlas con letras o dibujos.

El resultado es un producto infantil pensado para que los niños con ayuda de sus padres desarrollen su creatividad y puedan disfrutar de un mueble con personalidad.

Una vez concluido el proceso de diseño y personalización del mueble, el proceso creativo no finaliza ahí, sino que cada vez que lo desee el usuario puede desmontar el mueble y combinar las piezas a su gusto conformando un diseño diferente cada vez.

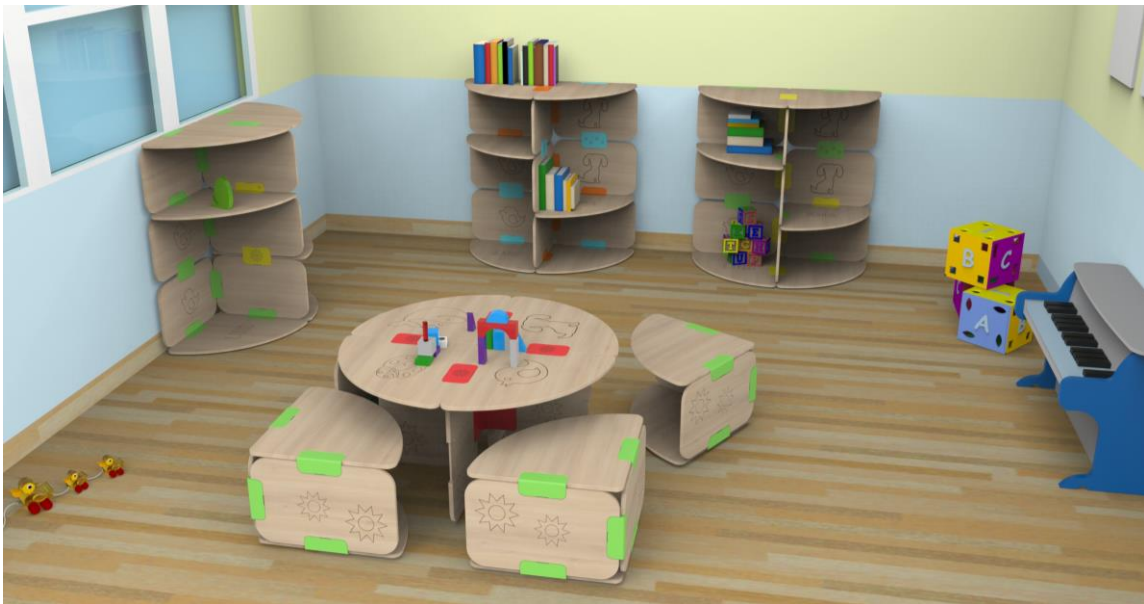


Fig. 66. Fit in fun. Elaboración propia

## 4.4.2 DESCRIPCIÓN DE USO

### 4.4.2.1 PERSONALIZACIÓN

En este apartado se explica en que consiste el proceso de personalización del mueble.

El primer paso que debe dar el usuario es diseñar su mueble. Combinando los siete tipos de piezas disponibles de la forma que más le guste, podrá conformar su diseño propio. Las piezas denominadas unión sirven para ensamblar las piezas soporte que dan la forma y consistencia del modelo. También es posible seleccionar un diseño ya existente, para ello se han creado algunos modelos que permitan al usuario utilizar modelos base ya diseñados.

A continuación se le ofrecerá la posibilidad de personalizar cada una de las piezas. Para ello se comenzará con las piezas de unión. Se podrá elegir el color de cada una de las piezas, entre una selección de seis colores posibles que se muestran a continuación.



Fig. 67. Colores personalización. Elaboración propia

Tras elegir el color, la siguiente opción que se presenta es personalizar la pieza añadiendo dibujos. Para ello se le ofrecerá a usuario una serie de dibujos prediseñados entre los que podrá elegir los que más le gusten. A continuación se muestran algunos de los dibujos posibles, todos ellos pensados para un público infantil.

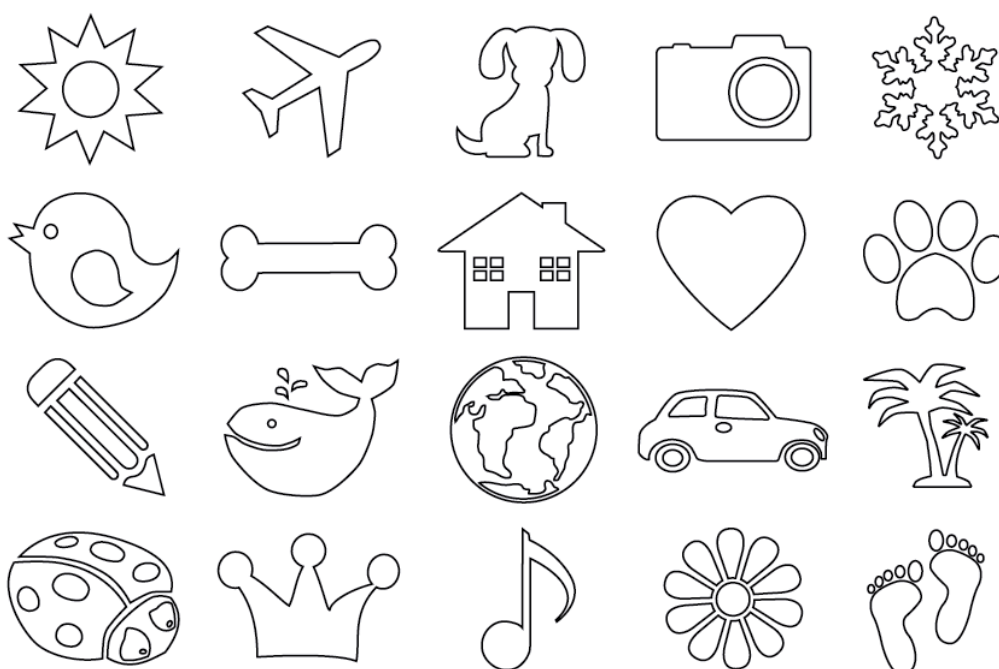


Fig. 68. Dibujos personalización. Elaboración propia

También es posible añadir texto en las piezas de unión, pudiendo seleccionar el tipo de letra y ajustar el tamaño dentro de los límites permitidos para que el diseño final sea adecuado. Es posible añadir palabras o nombres, por ejemplo, para señalar que partes de una estantería están destinadas para que tipo de objetos o a quien pertenece cada silla.

En las siguientes imágenes hay ejemplos de piezas de unión personalizadas, algunas de ellas tienen imágenes, otras palabras, letras o nombres y algunas la forma original cambiando únicamente su color.



Fig. 69. Fit in fun, piezas unión. Elaboración propia



Por otro lado se presentará la posibilidad de personalizarán las piezas de tipo soporte. Como son piezas de madera, no es posible modificar su color. Se podrán añadir dibujos prediseñados, como los que se ofrecen para las piezas de unión y también texto, permitiendo modificar los parámetros antes mencionados de tipografía y tamaño. Pero en este caso cabe la posibilidad de personalizar utilizando imágenes que elija el usuario, como pueden ser dibujos o fotografías, siempre teniendo en cuenta que no aparecerán diferentes colores en el resultado final.



Soporte tipo 1



Soporte tipo 1



Soporte tipo 2



Soporte tipo 2



Soporte tipo 2



Soporte tipo 1

Fig. 70. Fit in fun, piezas soporte. Elaboración propia

Con las piezas finales el usuario podrá formar el mueble diseñado inicialmente u otro totalmente diferente según le permitan las combinaciones de las piezas de las que dispone. Podrá colocar las piezas personalizadas cada vez en una posición diferente según le guste, modificando sutilmente el modelo.

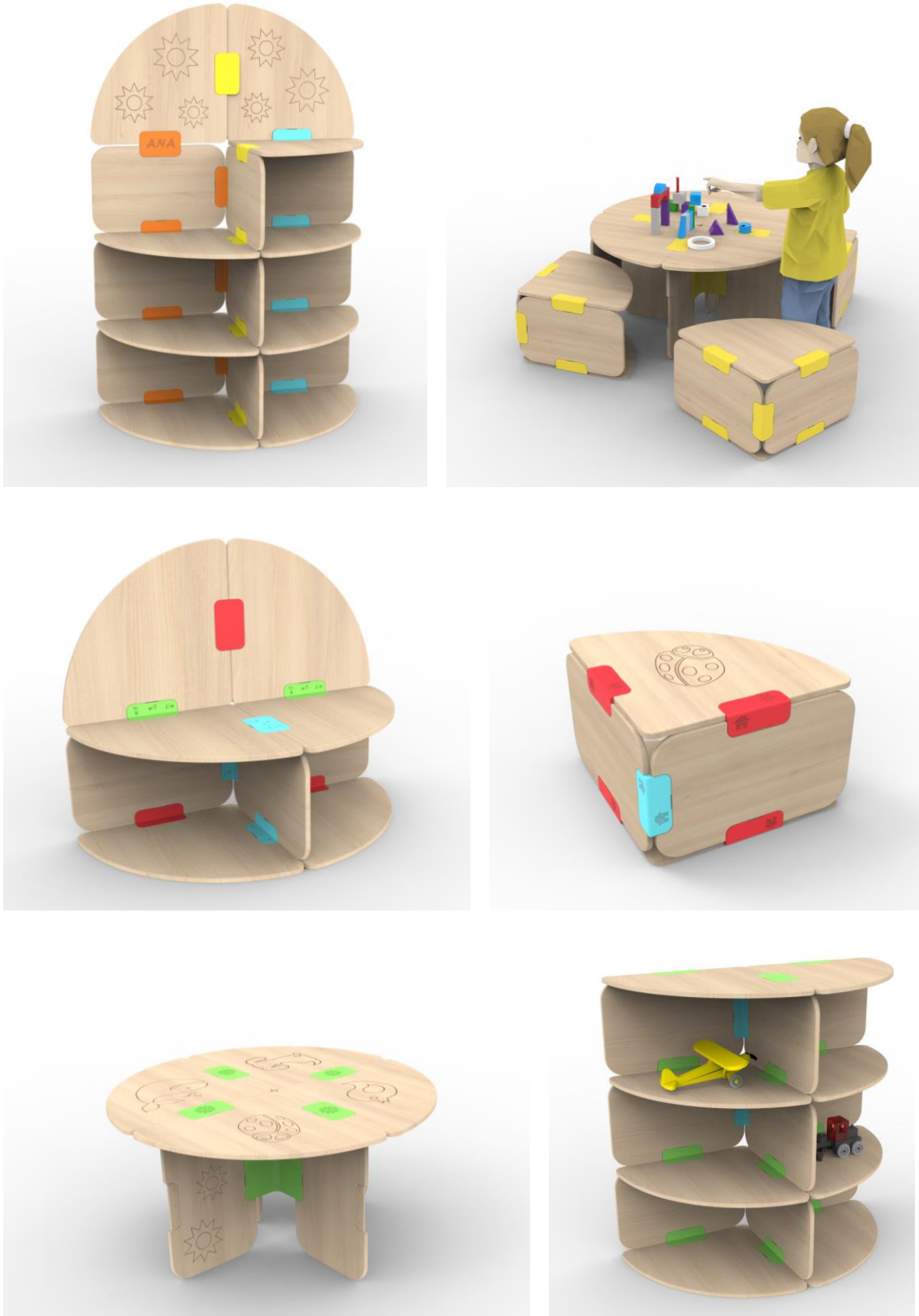
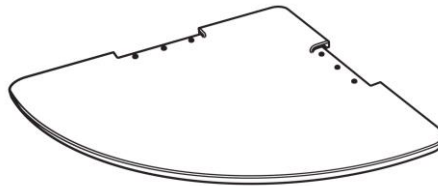


Fig. 71. Fit in fun, ejemplos muebles. Elaboración propia

#### 4.4.2.2 MONTAJE: INSTRUCCIONES

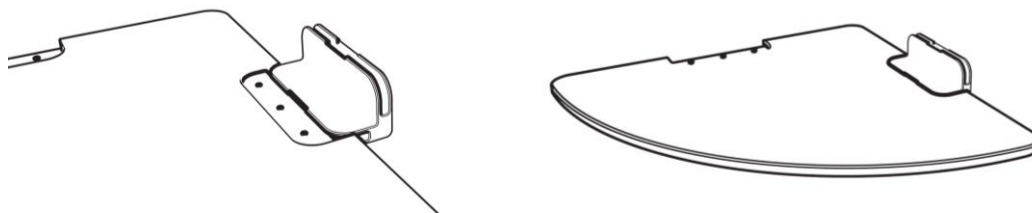
Al realizar la compra del producto se le entregará al usuario un pequeño manual de instrucciones, en el que se indica como montar el mueble.

En primer lugar se comenzará a montar el mueble por la parte inferior, subiendo progresivamente a las zonas superiores. Es recomendable colocar las piezas sobre una superficie plana y estable.



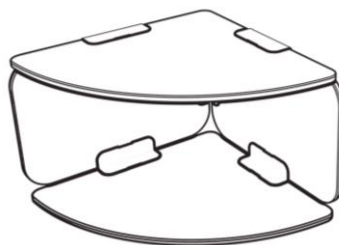
*Fig. 72. Detalle instrucciones. Elaboración propia*

Una vez situada la primera pieza soporte sobre la superficie plana, se le ensamblarán las piezas de unión correspondientes y en fijándose que estén en la posición adecuada en cada caso. Las piezas de unión se ensamblan en los huecos de las piezas soporte, se encajan a presión hasta hacer clic, comprobado que quedan fijados correctamente.



*Fig. 73. Detalle instrucciones. Elaboración propia*

El proceso se repite con todas las piezas hasta finalizar el proceso colocando las últimas piezas pertenecientes a la zona superior del modelo.



*Fig. 74. Detalle instrucciones. Elaboración propia*

Para desmontar el mueble se realiza el proceso inverso. Se comienza quitando las piezas de la parte superior y se va desmontando el mueble progresivamente de arriba abajo.

Para desmontar las piezas de unión de las piezas soporte, es necesario utilizar un destornillador de punta plana. Se introducirá la punta del destornillador en el hueco que hay en la pieza de unión, presionando hacia afuera ligeramente para desencajar los cilindros. Se realizara en cada una de las caras de la pieza y finalmente se extraerá de la pieza de unión.

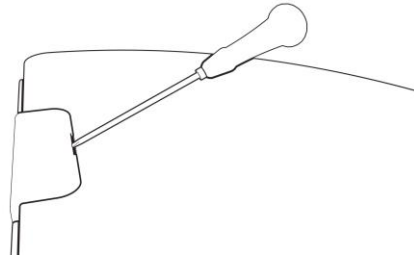
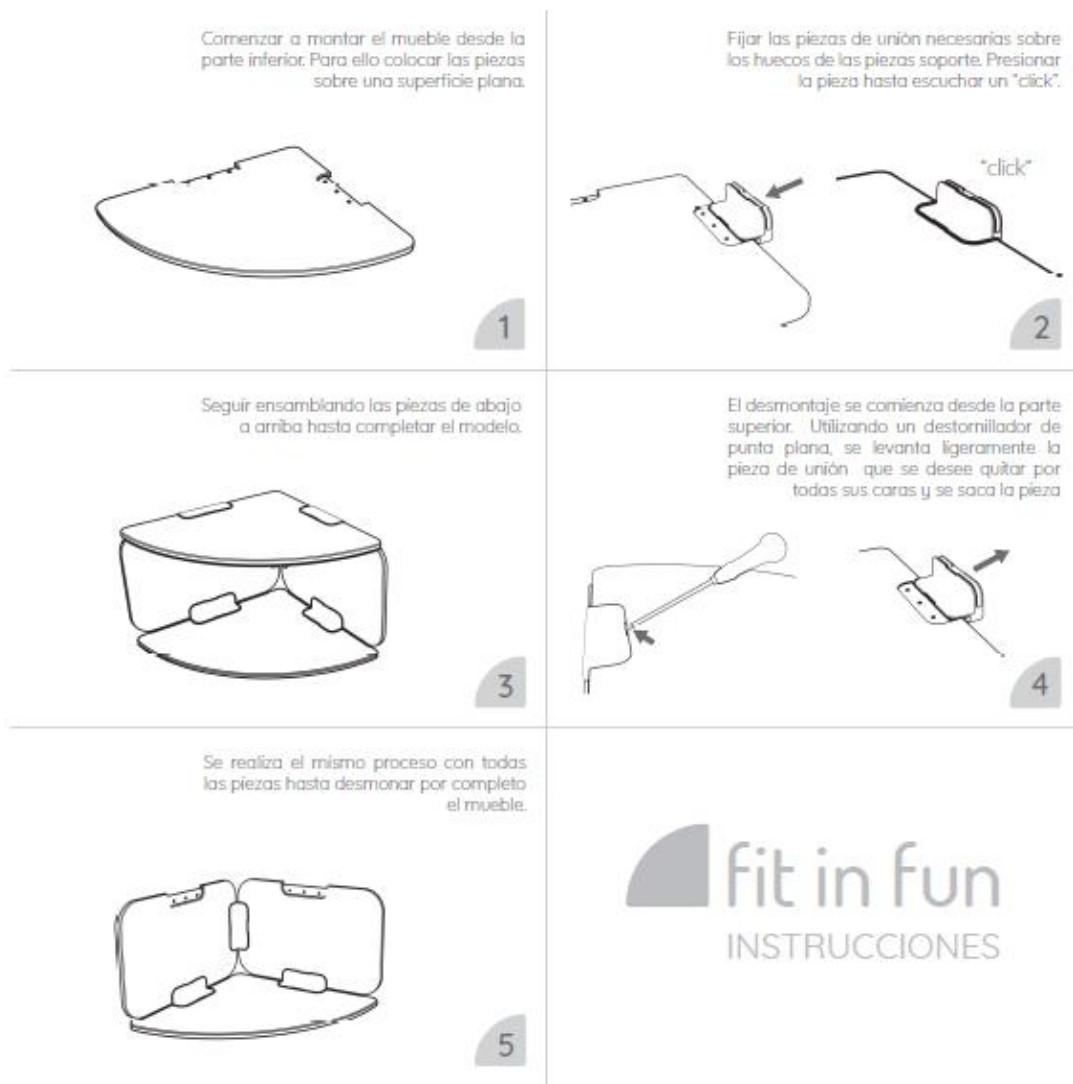


Fig. 75. Detalle instrucciones. Elaboración propia

El mismo proceso se repetirá con todas las piezas que componen el modelo hasta finalizar quitando las últimas piezas de la parte inferior. En la siguiente imagen se puede observar una imagen de las instrucciones.



### 4.4.3 DESARROLLO DE LA MARCA

El nombre con el que se ha decidido bautizar al producto es **fit in fun**. La imagen que se desea transmitir es la de un producto infantil, versátil y divertido.



Fig. 77. Marca. Elaboración propia

El nombre surge de la combinación de dos palabras en inglés, *fit in*, que significa encajar o adaptarse y *fun* que significa divertirse. La unión de los dos da como resultado el mensaje de encajar divirtiéndose, de lo que trata el producto. Encajar diferentes piezas para formar diferentes modelos. Es un proceso de montaje y juego a la vez.

Analizando más en profundidad el logo creado, se forma de un símbolo y letras. El mensaje que desean transmitir las letras es el que se ha explicado, y el símbolo utilizado es la silueta simplificada de una de las piezas más representativas del producto.



Fig. 78. Análisis Marca. Elaboración propia

La tipografía utilizada es dosis. Como logotipo principal se ha decidido utilizar el color azul para el símbolo y el color gris para las letras. Pero se ha creado una versión del logo con cada uno de los colores disponibles para personalizar el producto.



Fig. 79. Marca. Elaboración propia



Fig. 80. Imagen publicitaria. Elaboración propia



#### 4.4.4 USUARIO Y ÁREA DE MERCADO

El usuario al que va destinado el producto son niños de entre 5 y 10 años. Pero está pensado para que el proceso creativo del mueble sea un proceso colaborativo entre padres e hijos. Juntos podrán divertirse diseñando y personalizando el producto, y más adelante montándolo e innovando nuevos diseños o cambiando de lugar las piezas.

Está pensado para cualquier tipo de familia, pero especialmente para familias con viviendas pequeñas, ya que una de las características principales del producto es que cambiando sus piezas de posición o cambiándolas de diferente manera, se pueden obtener diferentes modelos de mueble. Por lo tanto el usuario que dispone de poco espacio en casa no tiene que elegir un solo modelo de mueble, puede adaptar el mismo a diferentes situaciones. Una vez desmontado ocupa muy poco espacio y es posible guardarlo fácilmente.



Fig. 81. Niños jugando. Fuente: Unsplash

Se ha tenido en cuenta que aun que el usuario final son niños, quienes van a comprar realmente el producto son los padres u otros familiares, pero en cualquier caso son los adultos.

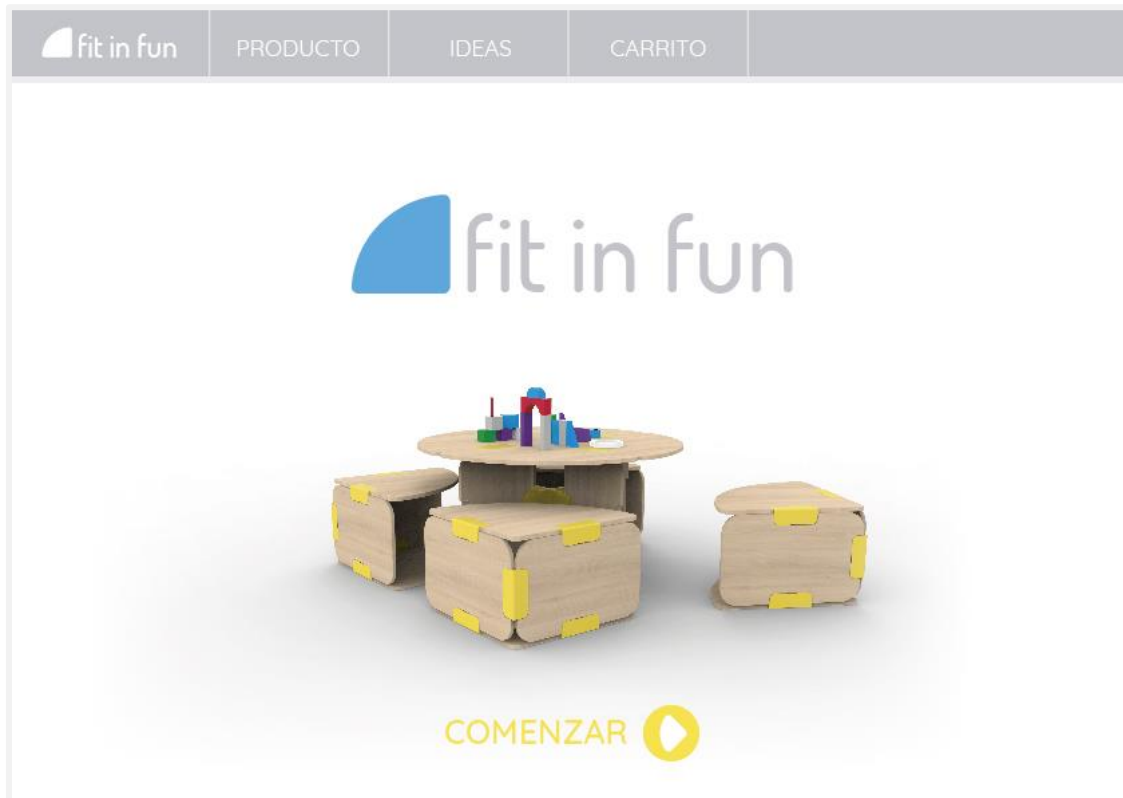
Por ello diseñando el producto se han considerado los aspectos de ellos tendrían en cuenta a la hora de comprarlo. Como por ejemplo que sea fácil de desmontar y que ocupe poco espacio cuando se guarde. Ayuda a desarrollar la creatividad de los niños, además de necesitar un proceso de diseño y montaje colaborativo en el que tanto los niños como los adultos pasarán un rato divertido y en familia.

La idea de personalizar el producto se presenta como un valor añadido, que hace que el usuario se sienta más unido e identificado con él, al haber participado en su creación. Pero además puede ser un aspecto atractivo para guarderías o centros infantiles, que pueden colocar el logo del centro en el mueble para mejorar su imagen corporativa de cara al público.

#### 4.4.5 PLATAFORMA DE VENTA

En un principio el producto está pensado para venderse de forma on-line, sin descartar que se pueda vender en tiendas físicas y grandes almacenes.

El diseño web es sencillo y pensado para el público al que va destinado, los niños.



*Fig. 82. Página Web. Elaboración propia*

La página principal que aparece, se compone de un menú principal, colocado en la zona superior. Las opciones que presenta son "producto", "ideas" y "carrito". El icono del logo que aparece en el menú vuelve a llevar a la página de inicio.

En la pantalla principal se muestra una imagen del producto y un botón que dice "comenzar". Al hacer clic en este botón se comienza el proceso de diseño del mueble. Este proceso está pensado para que lo realice un niño con ayuda de un adulto.

El paso número uno es diseñar el mueble, en el que el usuario podrá crear los modelos que desee utilizando su imaginación. Para ello en la parte inferior aparecen las piezas disponibles, compuestas por cinco tipos de uniones y dos tipos de bases. Pinchando sobre cada pieza y arrastrando hacia el centro de la pantalla se va creando el modelo.

Utilizando las flechas de la zona superior derecha de la zona de creación se pueden rotar y mover cada una de las piezas seleccionadas y así colocar en la posición adecuada. Al acercar las piezas unión a las piezas soporte, estas se ensamblan automáticamente, hay que tener en cuenta que para ensamblar los soportes son necesarias piezas de unión.

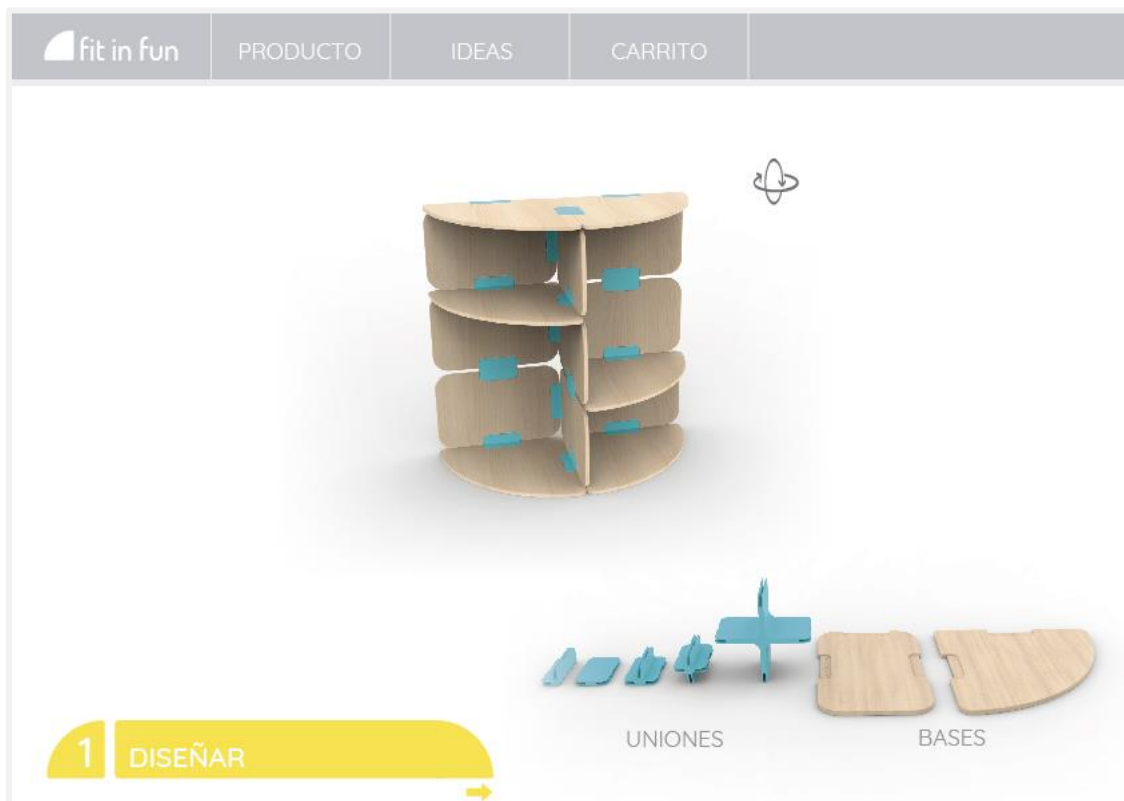


Fig. 83. Página Web. Elaboración propia

Una vez finalizada la forma del mueble se continuará con el proceso hacia el siguiente paso. El paso número dos es personalizar uniones.

En primer lugar aparecerán todas las uniones que se han utilizado para formar el mueble que el usuario acaba de diseñar en la zona inferior derecha de la pantalla. Para personalizar cada una de ellas el usuario hace clic sobre ella y un rectángulo aparecerá sobre la pieza, indicando que se ha seleccionado para personalizar. La pieza aparece en la zona central de la pantalla, y a su izquierda un menú con tres opciones. La primera de las opciones es elegir el color de la pieza. El usuario puede elegir entre seis colores diferentes: amarillo, azul, rojo, verde, naranja y blanco.

A continuación se encuentra el apartado dibujos, en el que el usuario puede elegir si desea añadir un dibujo a la pieza para darle un toque más personal. Hay un menú con todos los dibujos disponibles. Para seleccionar uno de ellos se hace clic sobre él y se arrastra hacia la zona central y se coloca en la parte que se desee de la pieza. Se podrá manipular girándolo y cambiando su tamaño, teniendo en cuenta que la aplicación solo deja un rango de tamaños máximos y mínimos para que el dibujo entre correctamente en la superficie de la pieza.

La tercera opción que se presenta es añadir texto. Debido al pequeño tamaño de la pieza solo se podrá añadir un número determinado de caracteres. Una vez introducido el texto se puede modificar tanto su tipografía como su tamaño y colocarlo sobre la superficie de la pieza. No es posible superponer varias figuras o texto. El proceso se repetirá con cada una de las piezas de unión que se deseen personalizar. El usuario decidirá si solo desea modificar el color o si desea añadir también dibujos o texto.



Fig. 84. Página Web. Elaboración propia

Una vez finalizado este paso, el siguiente es el número tres, personalizar soportes. En él se podrán personalizar los dos tipos de piezas soportes.

Al igual que en el paso anterior, las piezas de tipo soporte necesarias para formar el mueble diseñado en el paso número uno, aparecerán en la parte inferior derecha y haciendo clic sobre cada una de ellas se podrá personalizar.



Fig. 85. Página Web. Elaboración propia

En este caso todas las piezas de tipo soporte son de madera, por lo tanto no es posible modificar su color. El primer paso disponible es añadir dibujos. Su funcionamiento es igual que en el apartado anterior, dentro del menú de imágenes disponibles, se selecciona la imagen, se coloca en el lugar que se desee y se ajusta en posición y tamaño.

A continuación se podrá añadir texto, introduciendo en primer lugar el texto que se pretende añadir y cambiando después su tipografía y tamaño.

Por último se encuentra la opción de añadir una imagen que suba el usuario. Se puede añadir un dibujo o una fotografía y ajustarlo en posición y tamaño sobre la superficie de la pieza. Solo es posible añadir imágenes o texto sobre las caras grandes de las piezas soporte, no es posible añadir en los cantos, debido al reducido espacio.

Cuando se haya finalizado el proceso de personalización de las piezas soporte, se continuará con el siguiente paso, la validación del diseño.

En la zona central de la pantalla aparecerá el mueble diseñado en el primer paso del proceso, con las piezas que se han personalizado. Estas aparecerán colocadas de forma aleatoria, por lo que será posible que el usuario las modifique hasta obtener el diseño que más le agrade.

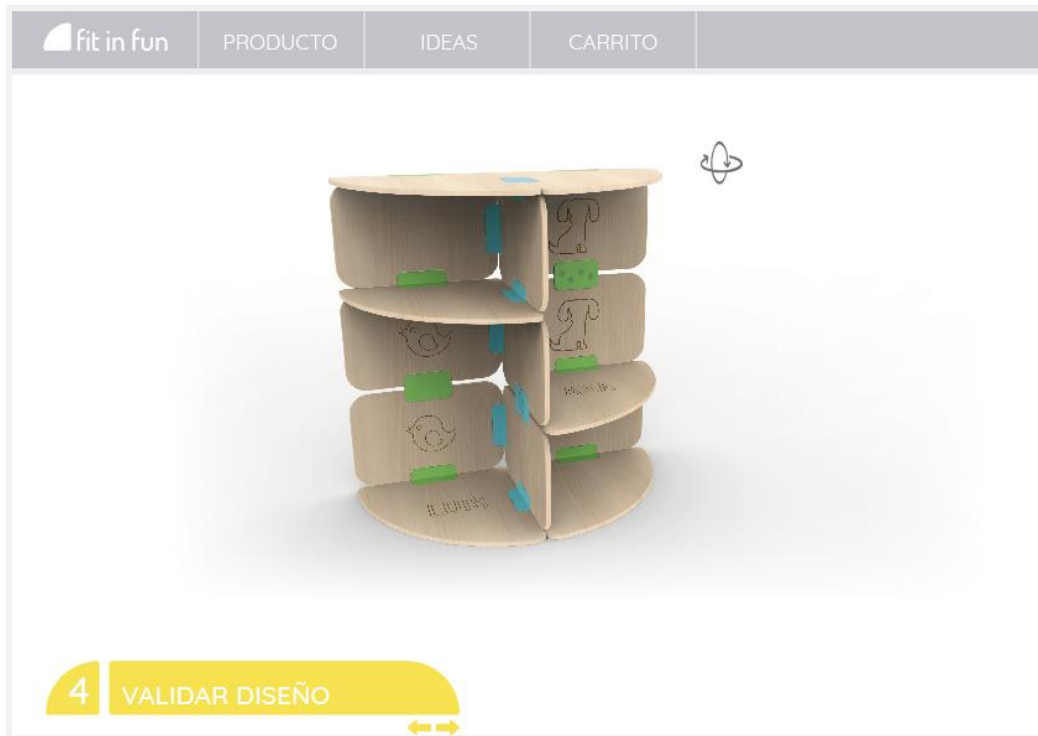
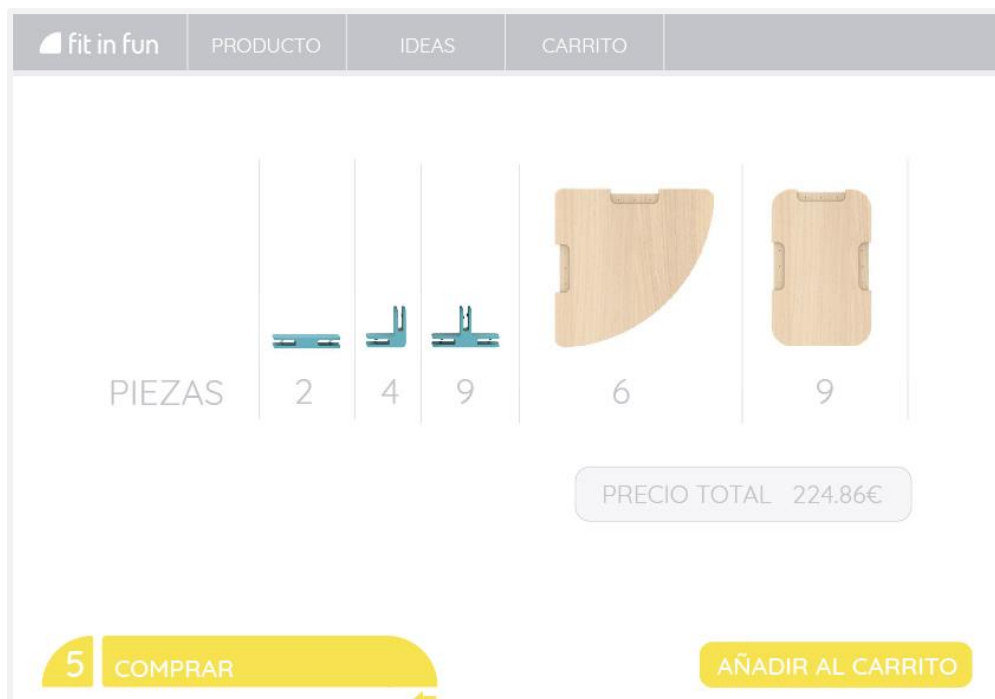


Fig. 86. Página Web. Elaboración propia

Por último se continuará hacia el último paso, comprar. Se mostrarán las cantidades de cada tipo de piezas necesarias para formar el mueble y el precio total del conjunto. Si el usuario desea comprarlo se añadirá al apartado carrito.





En cuanto al resto de opciones disponibles en la página web, el apartado producto, muestra todas las piezas disponibles por separado, para presentar la posibilidad de compararlas sin realizar todo el proceso de diseño y personalización.

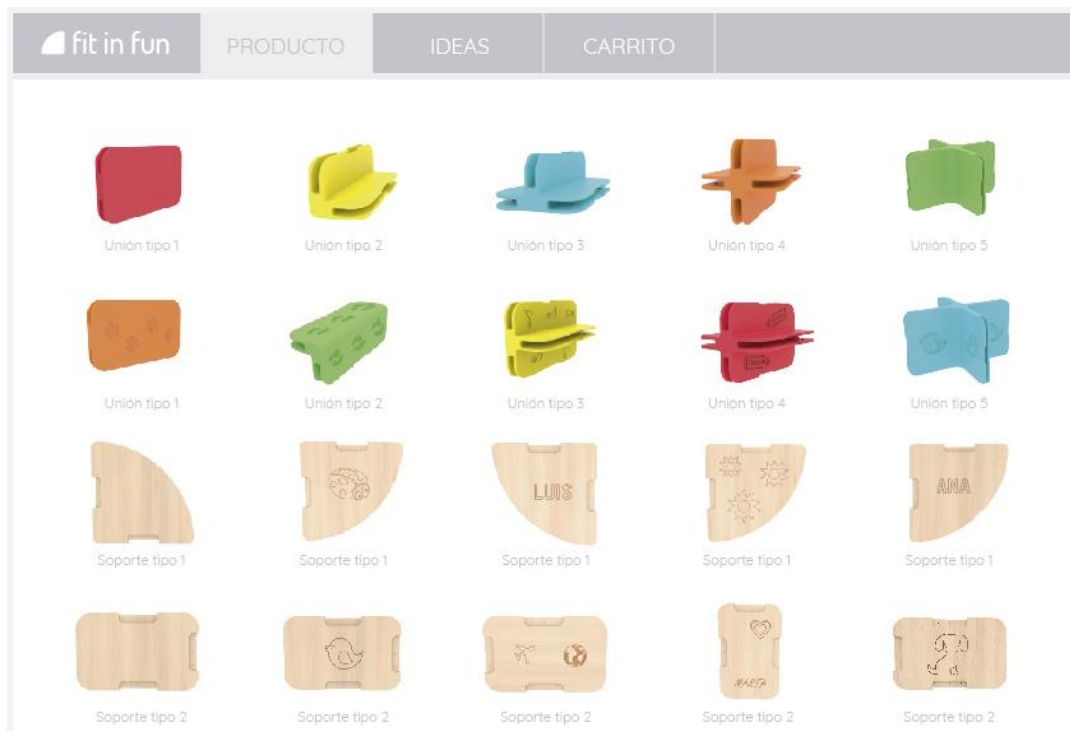


Fig. 88. Página Web. Elaboración propia

También habrá una galería de diseños base para los usuarios que no deseen diseñar ellos mismos el mueble. Esto se encuentra en el apartado ideas, en el que aparecerán algunos ejemplos de muebles que servirán al usuario para inspirarse.



Fig. 89. Página Web. Elaboración propia

## 4.4.6 MATERIALES Y PROCESO DE FABRICACIÓN

El producto se compone por diferentes piezas, divididas en dos grandes grupos. Por un lado encontramos las pizas soporte, de las cuales hay dos tipos, y por otro lado encontramos las piezas unión, formado por cinco tipos de piezas.

En primer lugar se explicarán las piezas soporte, tanto material como procesos de fabricación para su obtención, y a continuación las piezas de unión.

### PIEZAS SOPORTE: MATERIAL

Las piezas soporte son de madera contrachapada de pino.

La madera contrachapada está formada por capas de madera, obtenidas mediante el desenrollo de la madera en tronco y encoladas entre sí. El número de capas ha de ser siempre impar, para mantener la simetría, siendo tres el número mínimo de capas, por ello cada capa se coloca perpendicular a la anterior.

Los tableros contrachapados se rigen según la norma UNE-EN636 y existen tres tipos en función del ambiente. Tipo 1 para ambiente seco, tipo 2 para ambiente húmedo y tipo 3 para ambiente exterior.



*Fig. 90. Contrachapado pino. Fuente: Gabarró*

La variedad de madera elegida es el pino. La madera de pino es generalmente considerada como de tipo blando. Una de las ventajas que presenta es que se trata muy bien, gracias a su composición resulta un tipo de madera muy receptiva a los tratamientos protectores, contra insectos, hongos, etc. Es muy fácil de obtener, es uno de los árboles más abundantes y por tanto, un punto a favor es la facilidad y cantidad con que podemos disponer del pino frente a otras especies más restringidas, esto hace que su precio no sea muy elevado. Es una madera con la que es fácil trabajar, ya que al ser una madera blanda no es complicado clavar tornillos o clavos y resulta fácil trabajarla en las máquinas de mecanizado o plegado. En cuanto a su aspecto estético, presenta un color claro que resulta muy atractivo y luminoso.

## PIEZAS SOPORTE: FABRICACIÓN

### 1 OBTENCIÓN DE MATERIA PRIMA

La materia prima de la que se parte para fabricar las piezas soporte son planchas de madera contrachapada de pino de espesor 12mm.

Referencia del material: tablero contrachapado C+/C 5CHAPA FENOLICO 2500x1250x12.

Las dimensiones de las planchas son 2500mm x 1250mm x 12mm.

### 2 DIVISIÓN DE LAS PLANCHAS

Utilizando una seccionadora, se divide el tablero en piezas con tolerancia suficiente para posteriormente ser mecanizadas por CNC. Para poder saber las dimensiones de los cortes que realizará la seccionadora, hay que tener en cuenta las dimensiones generales de las piezas soporte y como se distribuirán en el tablero.

Las dimensiones generales de los soportes tipo 1 son 400mm x 400mm y las del soporte tipo 2 son 400mm x 250mm.

Tras estudiar las diferentes opciones se han realizado dos tipos de colocación que optimizan tanto el número de cortes como el aprovechamiento de la materia prima. En ellos se mezclan los dos tipos de piezas, teniendo en cuenta que en cada opción predomina un tipo de pieza, para igualar la fabricación.

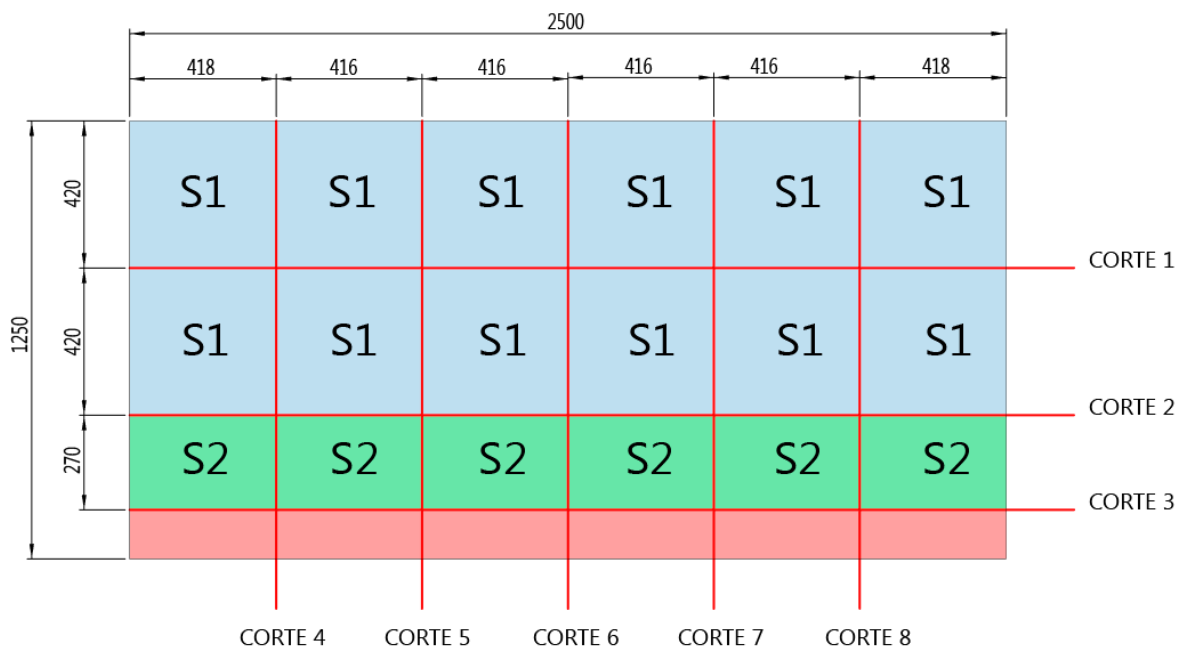


Fig. 91. Distribución 1 corte tablero. Elaboración propia

En la distribución Tipo 1. Se realizan 8 cortes y del tablero se obtienen 12 piezas Soporte 1 y 6 piezas Soporte 2. Y con un desperdicio de material de 2500mm x 140mm.

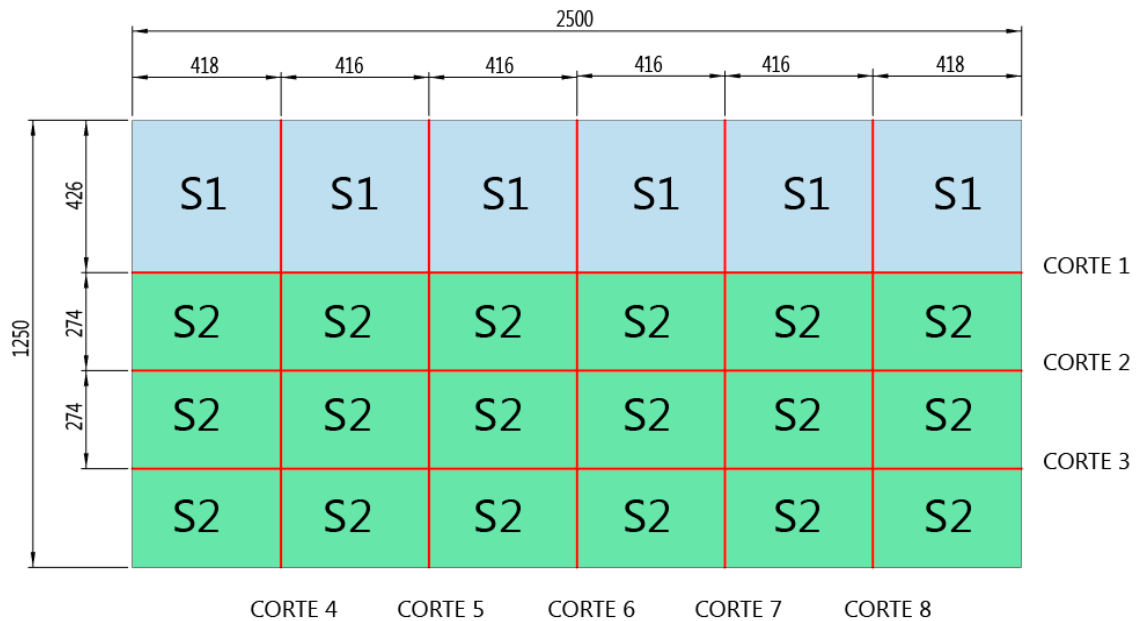


Fig. 92. Distribución 2 corte tablero. Elaboración propia

Distribución tipo 2. Se realizan 8 cortes y se obtienen 6 piezas de Soporte 1 y 18 piezas de Soporte 2, sin desperdicio de material.

Es necesario utilizar los dos tipos de distribución, para poder igualar la producción de los dos tipos de piezas soporte.

### 3 MECANIZADO CNC

El siguiente paso es mecanizar cada una de las piezas. Para realizar este proceso se utilizara una máquina de mecanizado CNC para obtener un acabado lo más preciso posible. El mecanizado se dividirá en dos partes, mecanizado de la cara A y mecanizado de la cara B.

Mecanizado de la cara A: Una vez colocada la pieza en la posición adecuada se realizará el rebaje del lugar en el que encajan las uniones y posteriormente los talados.

Mecanizado de la cara B: Se vuelve a colocar la pieza, esta vez por el lado contrario, y se realiza en rebaje de las uniones y los taladros, al igual que en la cara anterior. A continuación se realiza un perfilado de desbaste, para dar la forma exterior a la pieza, y por último se realiza un perfilado de acabado, incluyendo lijado para mejorar el resultado final.

#### 4 BARNIZADO

Se aplica sobre cada una de las piezas un barniz, para cerrar los poros que pueda presentar el material. Tras esperar a que seque se lija toda la superficie y se vuelve a aplicar otra capa de barniz y se deja secar, para obtener un acabado superficial con cierto brillo.



*Fig. 93. Barnizado. Fuente: Hogarmania*

Ahí terminaría el proceso de fabricación de las piezas soporte. En caso de que las piezas llevaran algún motivo personalizado el proceso continuaría.

#### 5 PERSONALIZACIÓN: GRABADO LÁSER

El primer paso sería preparar la imagen con la que se desea personalizar la pieza. Para ello es necesario vectorizarla. En caso de ser una de las imágenes que se le ofrecen al usuario prediseñadas, este paso solo se realizaría una vez. Se colocaría la pieza sobre el soporte y se introduciría la información de la imagen a la máquina de grabado, modificando los parámetros correspondientes.

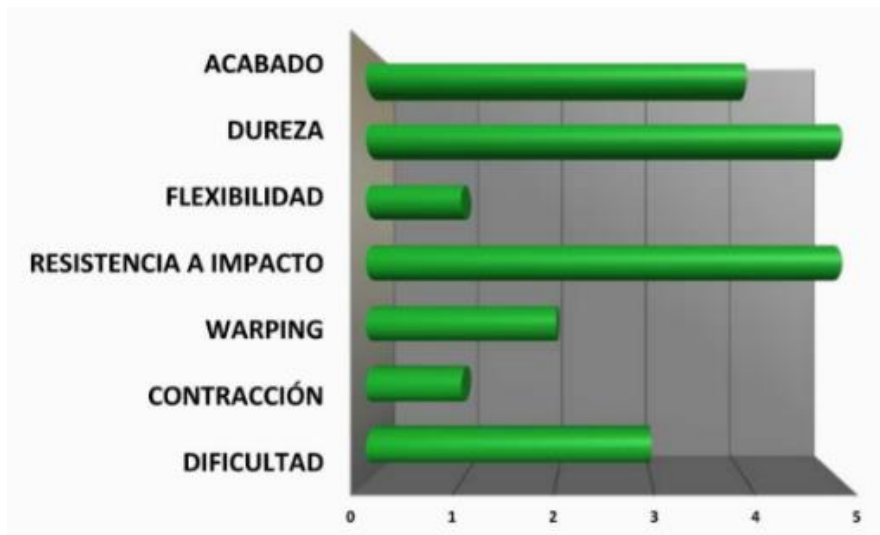
Se ha tenido en cuenta que la madera de pino es de tipo blanda y estas maderas necesitan un nivel de potencia láser menor y se pueden grabar más rápido, un factor beneficioso para el proceso.

## PIEZAS UNIÓN: MATERIAL

Para las piezas unión se ha seleccionado como materia prima el PLA (Ácido Poliláctico o Poliláctido) es uno de los materiales más utilizados en impresión 3D, es un plástico biodegradable debido a su origen natural. Está disponible en muchos colores y las piezas que se obtienen como resultado tienen un acabado brillante y con gran calidad en las zonas con ángulos o esquinas.

Comparándolo con el ABS (otro polímero muy empleado en impresión 3D) el PLA es mucho más fácil de procesar, ya que necesita temperaturas inferiores para su fabricación. También permite emplear velocidades de desplazamiento mayores, lo que permite aumentar el ratio de producción.

### *PROPIEDADES: ABS DE ALTO IMPACTO*



### *PROPIEDADES: PLA*

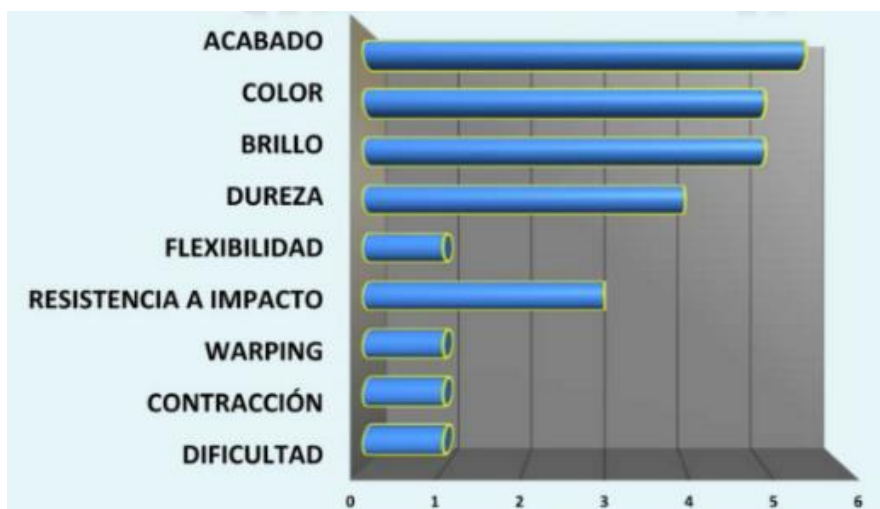


Fig. 94. Comparación ABS vs PLA. Fuente: Materials 3D



## PIEZAS UNION: FABRICACIÓN

Debido a la posible personalización de las piezas, un sistema de fabricación aditiva como es la deposición por hilo fundido (FDM) nos permite flexibilizar el proceso.

Para hacer el proceso efectivo, se podría montar una granja de impresoras 3D de tal forma que se distribuyeran los diferentes tipos de unión teniendo en cuenta que en una bandeja de fabricación solo podrían ir piezas del mismo color.



Fig. 95. Granja de impresoras 3D. Fuente: 3dprintnt

El proceso comienza importando el modelo 3D al software de capeado Cura, si la pieza se ha personalizado habría que editar el modelo previamente al capeado.

Para incrementar la resistencia de las piezas y disminuir la cantidad de materia prima a consumir y el tiempo de fabricación, se ha realizado una optimización de parámetros, aumentando el grosor de pared de tal forma que las aletas que empalman con las piezas soporte serán en todo momento 100% densas.

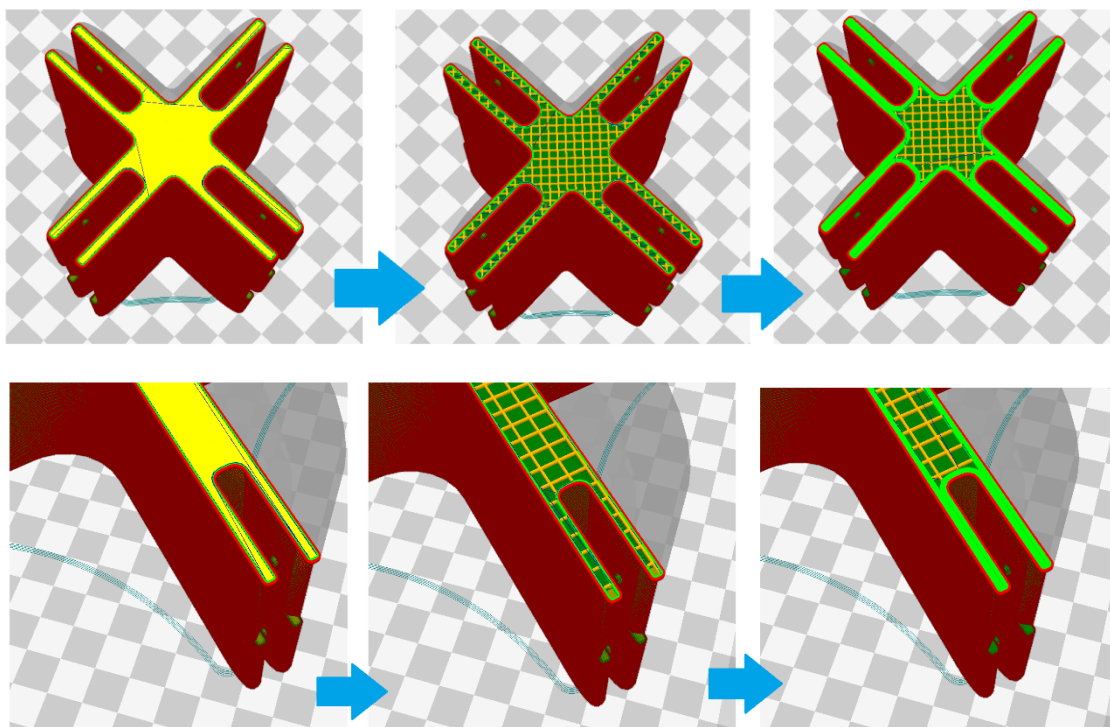
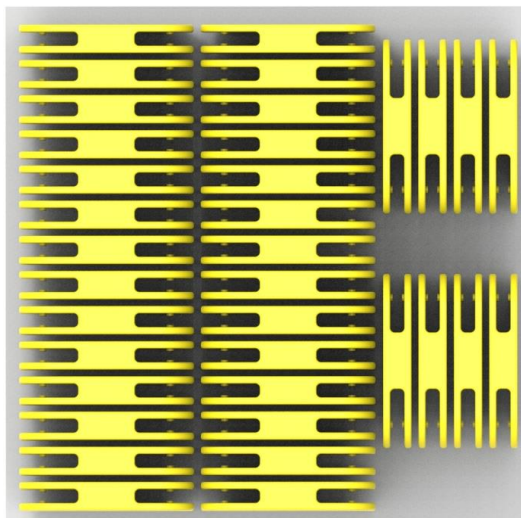


Fig. 96. Optimización proceso impresión 3D. Elaboración propia

En la imagen anterior, se observa como se ha reducido la cantidad de material en un 49% (de 627g a 322g) y el tiempo un 70% (de 65,5h a 19,5h) abaratando en gran medida el coste de la pieza.

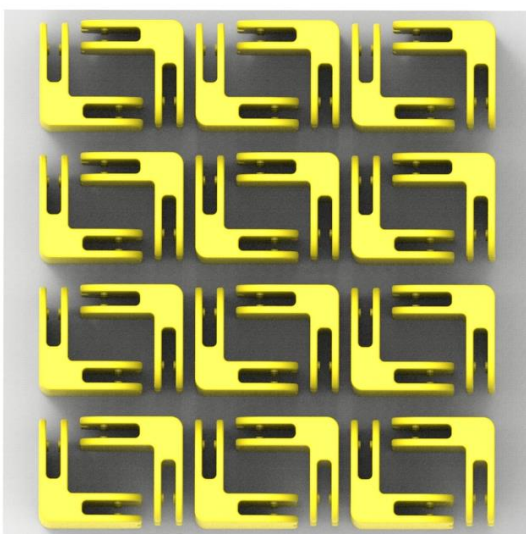
Para realizar el presente trabajo, se ha empleado una impresora 3D con un sistema de extrusión Bowden, lo que aligera en gran parte el carro de desplazamiento XY y nos permite incrementar la velocidad de desplazamiento, pudiendo reducir tiempos de fabricación.

Puesto que el sistema nos da una gran flexibilidad, nos permitirá disponer diferentes piezas en una misma bandeja, disponer una sola pieza o llenar una bandeja de piezas del mismo tipo. Para ello, se ha diseñado una distribución ideal según la tipología, de tal que forma que nos permitiría realizar una preparación de máquina y un solo proceso de capeado para producir mayor número de piezas. Las distribuciones ideales según los diferentes tipos de piezas de unión, serían las siguientes.



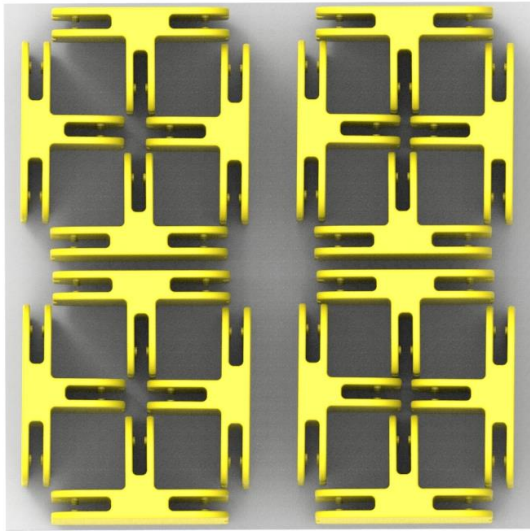
En la bandeja de piezas unión tipo 1, se podrían fabricar a la vez 36 piezas.

*Fig. 97. Piezas unión tipo 1. Elaboración propia*



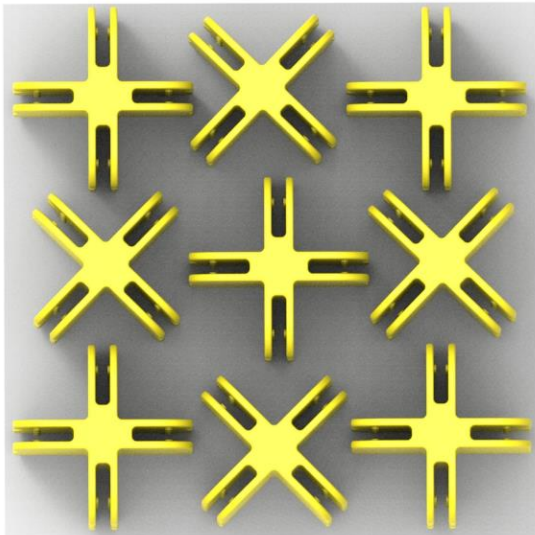
En la bandeja de piezas unión tipo 2, se podrían fabricar a la vez 24 piezas.

*Fig. 98. Piezas unión tipo 2. Elaboración propia*



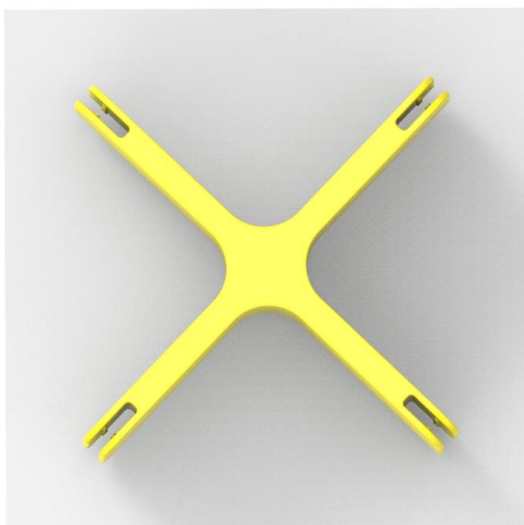
En la bandeja de piezas unión tipo 3, se podrían fabricar a la vez 16 piezas.

*Fig. 99. Piezas unión tipo 3. Elaboración propia*



En la bandeja de piezas unión tipo 4, se podrían fabricar a la vez 9 piezas.

*Fig. 100. Piezas unión tipo 4. Elaboración propia*



En la bandeja de piezas unión tipo 5, se podría fabricar solamente una pieza cada vez, debido a que es la de mayor tamaño.

*Fig. 101. Piezas unión tipo 5. Elaboración propia*



Esto sería un supuesto, la forma más eficiente de fabricar sería agrupar las piezas por colores, independientemente del tipo de unión que sea, y optimizar cada bandeja para que el operario emplee el menor tiempo posible en ajustar los parámetros y poner en marcha la máquina.

A continuación se ha realizado el proceso de fabricación completo de una de las piezas y describe paso por paso el mismo:

El primer paso del proceso es importar el modelo 3D de la pieza que se va a fabricar, en formato .STL al programa CURA. Para ello se ha realizado el modelo 3D de la pieza, pero como este paso solo se realiza una vez no se incluirá en la explicación del proceso habitual de fabricación. En este caso se ha elegido la pieza de unión tipo 2 para realizar el proceso.

Una vez importada la pieza, se colocará en la posición más adecuada para la impresión.

Posteriormente se ajustarán los parámetros, teniendo en cuenta que serán los mismos cada vez que se fabrique una pieza.

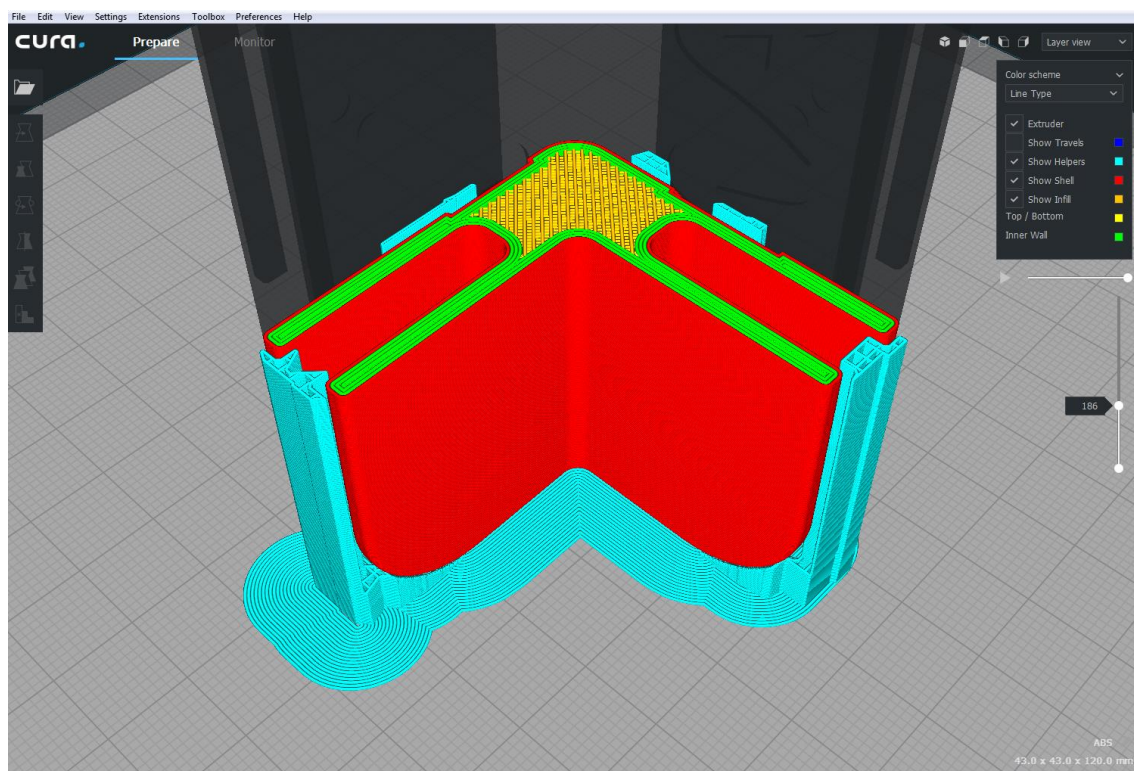


Fig. 102. Programa Cura. Elaboración propia

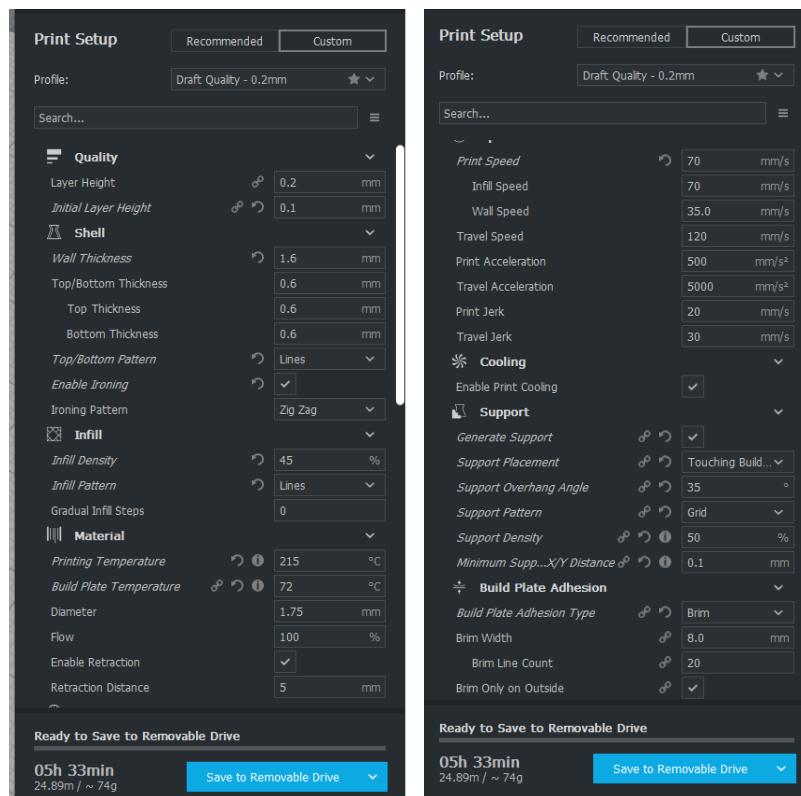
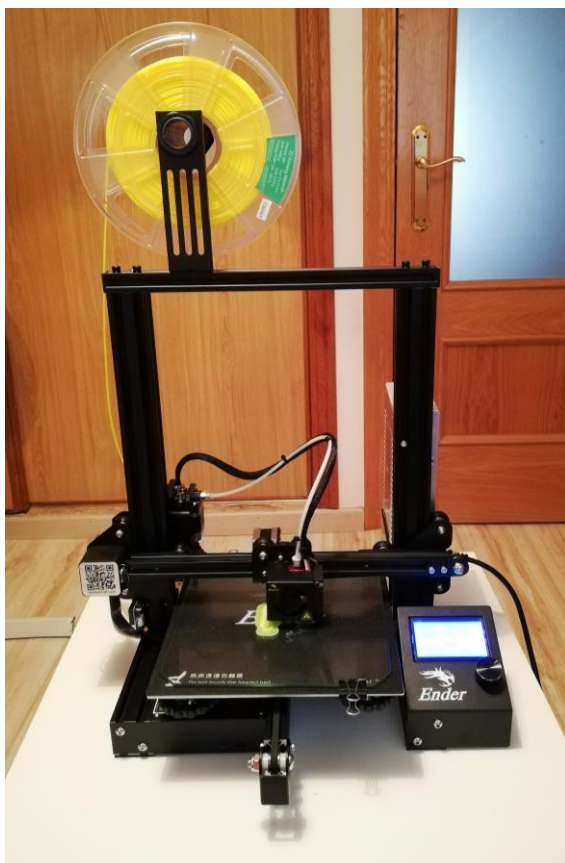


Fig. 103. Parámetros de impresión. Elaboración propia

Se introducirán los datos en una tarjeta de memoria para poder introducirlos en la impresora. La impresora que se ha utilizado es la Ender 3 Creativity.

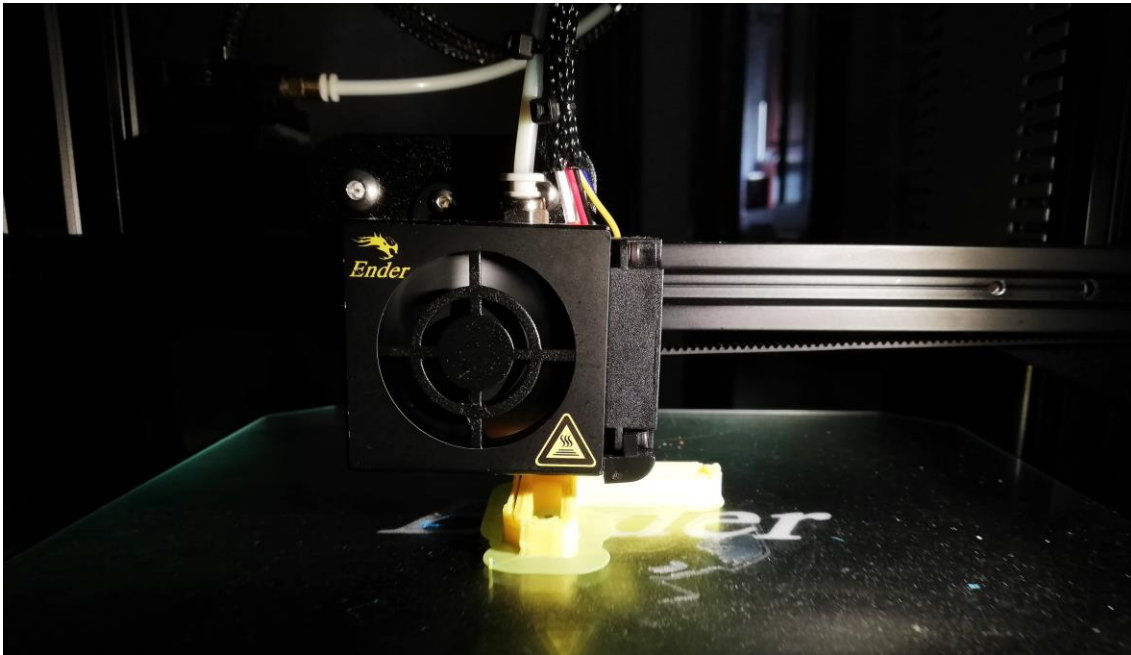


Tras introducir la tarjeta de memoria, se pone a calentar la base hasta una temperatura de unos 70°. Se coloca la bobina de material en el soporte, introduciendo uno de sus extremos de hilo en la zona de extrusión.

Se pulveriza la base con una pequeña capa de laca para evitar que la pieza se levante cuando comience la impresión.

Una vez este todo listo y la mesa de trabajo colocada en el punto 0,0 de XY se puede comenzar a imprimir.

Fig. 104. Impresora 3D Ender 3. Elaboración propia



*Fig. 105. Proceso impresión 3D. Elaboración propia*

Durante el proceso no es necesario realizar ninguna acción, simplemente esperar a que el proceso se complete y obtener la pieza final. En este caso la duración del proceso es de unas cinco horas y media aproximadamente. Lo ideal sería realizar varias pruebas ajustando los parámetros para obtener una pieza con un buen acabado y a su vez reduciendo al máximo el tiempo del proceso de fabricación.

Una vez finalizado el proceso, el siguiente paso es quitar los soportes sobrantes de la pieza, que eran necesarios para poder fabricarla. Como el proceso de deposición de hilo fundido se realiza depositando material capa a capa, es necesario que se genere geometría que posteriormente será retirada, en zonas con voladizos.



*Fig. 106. Pieza unión tipo 2. Elaboración propia*



#### 4.4.7 PACKAGING

El tipo de packaging elegido para embalar las piezas han sido las cajas de cartón. Se han estudiado los diferentes tamaños estándar y el que mejor se adapta a las dimensiones de las piezas que se quieren embalar, son las cajas de 490mm x 490mm x 300mm.

Las piezas de madera, denominadas soporte irían protegidas con plástico de burbujas, al igual que las piezas de unión, para asegurar una mayor protección de la pieza y que el producto llegue en perfectas condiciones al consumidor.



Fig. 107. Packaging. Elaboración propia

Se ha hecho un reparto tipo, de cómo irían colocadas las piezas dentro de las cajas, y así saber el número aproximado de piezas que entran en cada una.

La distribución en base de la caja, que tiene unas dimensiones de 490mm x 490mm sería la que se muestra en la imagen. Se podrían colocar una pieza de tipo soporte y aproximadamente ocho piezas de tipo soporte, teniendo en cuenta que las piezas soporte son diferentes y variaría el número de piezas que entran dependiendo del tipo.

Por otro lado, en la distribución vista desde el alzado, se podrían colocar doce piezas de tipo soporte apiladas unas encima de otras y aproximadamente tres de tipo unión, teniendo en cuenta que este número no es fijo. Por tanto en la colocación tipo que se ha estudiado entrarían doce piezas soporte y veinticuatro piezas unión.

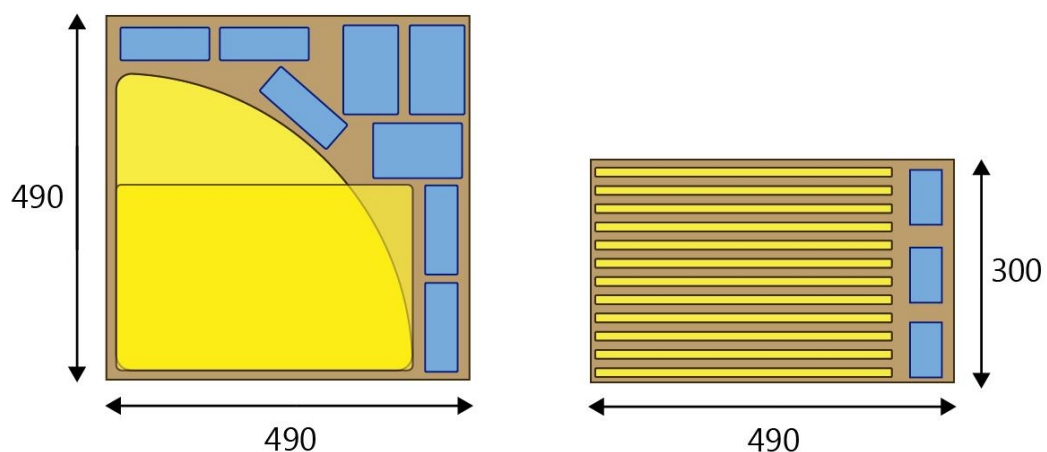


Fig. 108. Distribución de las piezas en el packaging. Elaboración propia

## 4.4.8 COSTES

Para realizar el presupuesto del producto, se ha dividido por cada tipo de pieza, ya que se realizan mediante procesos de fabricación diferentes.

### COSTE PIEZAS SOPORTE

Como el proceso de fabricación es el mismo para las piezas de soporte tipo 1 y 2, y la cantidad de material empleada no varía demasiado, se considerará que el coste de ambas piezas es el mismo. A continuación se detalla el coste de una pieza soporte.



*Fig. 109. Piezas soporte tipo 1 y 2. Elaboración propia*

Materia prima:

El coste del Tablero contrachapado C+/C 5CHAPA FENOLICO 2500x1250x12 es de 45€ y teniendo en cuenta que hay dos tipos de colocación y en cada una de ellas salen 24 o 18 piezas, se considerará que de media por tablero se pueden fabricar 21 piezas.

Por tanto el coste de madera por pieza es de 2.15€

Se ha estimado que el coste por pieza de barniz que se aplica es 0.5€.

Fabricación:

1 División de las planchas. Se emplean 15 minutos de máquina seccionadora y 15 minutos de operario, y para realizar el proceso son necesarios 2 operarios. Se tendrá en cuenta que de cada tablero salen 21 piezas.

2 Mecanizado de las piezas. Se emplean 15 minutos de máquina CNC y 3 minutos de operario por cada pieza.

3 Barnizado. Primer barnizado 1,5 minutos de operario. Lijado 5 minutos de operario. Segundo barnizado 1,5 minutos de operario.

4 Grabado láser, para las piezas que lo lleven. 10 minutos de operario para la preparación y el tiempo de grabado dependerá de cada dibujo, pero de media se considerarán 20 minutos.

Considerando el coste de tiempo empleado por el operario de 30€/h.

Coste materia prima: madera 2,14€ y barniz 0,5€. Total: 2,64€

Costes directos: 31,5 minutos tiempo de operario empleado por pieza. Coste 6,25€.

Coste total de una pieza soporte: 8.89€

Las piezas personalizadas con grabado costarán un 15% más, por tanto, el coste de las piezas soporte personalizadas: 10.22€

Considerando un beneficio del 30%, el coste de venta al público sería:

Pieza soporte tipo1 y tipo 2: 11.55€/pieza

Pieza soporte tipo 1 y tipo 2 personalizadas: 13.30€/pieza

## COSTE PIEZAS UNIÓN

Cada uno de los diferentes tipos de piezas de unión tienen un precio diferente, debido a su variedad en tamaño y formas, lo que supone variaciones en la cantidad de materia prima empleada así como el tiempo que tarda en fabricar.

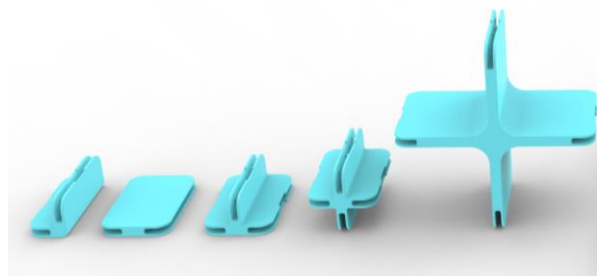


Fig. 110. Piezas unión tipo 1, 2, 3, 4 y 5. Elaboración propia

La materia prima son bobinas de PLA. El precio de un kilogramo de material es de 15€.

En primer lugar se ha calculado la cantidad de material empleada para fabricar cada tipo de pieza.

Se ha tenido en cuenta que aunque aparentemente en el proceso no se desperdicia material, eso no es así. Hay que tener en cuenta un margen de pérdidas, ya que algunas veces las piezas pueden salir defectuosas. Por ello se ha añadido al coste de material un 20% más, teniendo en cuenta tanto el material que se puede perder, como la electricidad consumida y el tiempo de operarios.

Después se ha calculado el tiempo que emplearía cada operario en fabricar una pieza, entendiendo por ello, el ajuste de parámetros, colocación de las piezas y puesta en marcha de la máquina.

Para realizar el cálculo, se ha supuesto que cada pieza se fabricaría con piezas de su mismo tipo y con la forma optimizada de colocación de la bandeja. Debido a que la cantidad de piezas es variable, el tiempo que emplee el operario con cada una será también diferente.

Piezas de tipo 1, se dedicarán 20 minutos por bandeja, en cada bandeja se fabrican a la vez 36 unidades. Por lo tanto el tiempo dedicado por el operario a fabricar piezas unión tipo 1 es de 0.55 minutos.

Piezas de tipo 2, se dedicarán 16 minutos por bandeja, en cada bandeja se fabrican a la vez 24 unidades. Por lo tanto el tiempo dedicado por el operario a fabricar piezas unión tipo 2 es de 0.66 minutos.

Piezas de tipo 3, se dedicarán 12 minutos por bandeja, en cada bandeja se fabrican a la vez 16 unidades. Por lo tanto el tiempo dedicado por el operario a fabricar piezas unión tipo 3 es de 0.75 minutos.

Piezas de tipo 4, se dedicarán 10 minutos por bandeja, en cada bandeja se fabrican a la vez 9 unidades. Por lo tanto el tiempo dedicado por el operario a fabricar piezas unión tipo 4 es de 1.11 minutos.

Piezas de tipo 5, se dedicarán 5 minutos por bandeja, en cada bandeja se fabrica a la vez una unidad. Por lo tanto el tiempo dedicado por el operario a fabricar piezas unión tipo 5 es de 5 minutos.

Suponiendo que el coste de trabajo de un operario es de 30€ la hora, el precio del minuto es de 0.5€.

Teniendo en cuenta estos datos, se han recopilado en una tabla para realizar el cálculo total del coste de las piezas. Por último, para establecer el precio de venta, se ha establecido un beneficio del 30%.

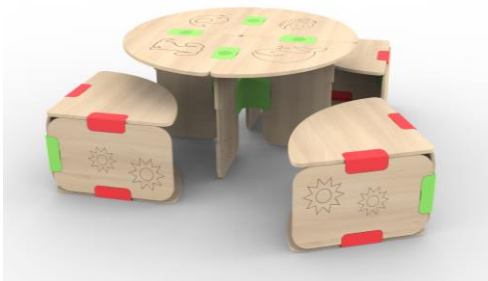
PIEZA	MATERIA PRIMA	FACTOR PERDIDA	TIEMPO OPERARIO	COSTE OPERARIO	COSTE FABRICACIÓN	PRECIO VENTA
Unión T. 1	1.15€	1.38€	0.55min	0.27€	1.65€	2.15€
Unión T. 2	1.15€	1.38€	0.66min	0.33€	1.71€	2.22€
Unión T. 3	1.6€	1.92€	0.75min	0.37€	2.29€	2.97€
Unión T. 4	2.03€	2.44€	1.11min	0.55€	2.99€	3.88€
Unión T. 5	5.8€	6.96€	5min	2.5€	9.46€	12.3€

Tabla 6. Coste piezas de unión. Elaboración propia

En cuanto a las piezas de unión que lleven personalización, su precio será un 15% más que las piezas sin personalizar. Esto se ha establecido teniendo en cuenta que su coste de materia prima y fabricación es el mismo, solo cambia el tiempo que tiene que emplear el operario para ajustar con el programa CAD la pieza.

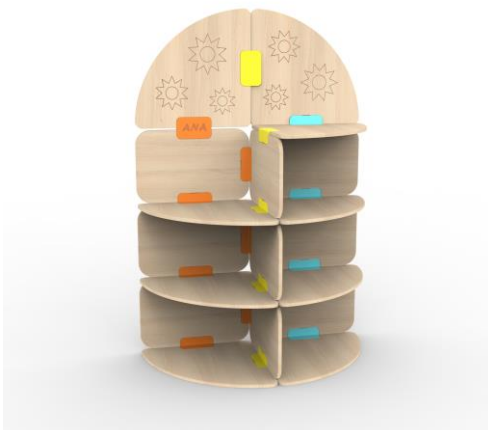
El precio de venta de las piezas de unión es el siguiente:

Pieza unión tipo 1: 2.15€	Pieza unión tipo 1 personalizada: 2.45€
Pieza unión tipo 2: 2.22€	Pieza unión tipo 2 personalizada: 2.55€
Pieza unión tipo 3: 2.97€	Pieza unión tipo 3 personalizada: 3.42€
Pieza unión tipo 4: 3.88€	Pieza unión tipo 4 personalizada: 4.5€
Pieza unión tipo 5: 12.3€	Pieza unión tipo 5 personalizada: 14.14€



El siguiente conjunto de cuatro sillas y una mesa tendría el precio de 361.32€.

*Fig. 111. Mesa y sillas. Elaboración propia*



El siguiente conjunto de cuatro sillas y una mesa tendría el precio de 260.2€

*Fig. 111. Estantería. Elaboración propia*

El precio de cada una de las piezas que componen el producto sería el siguiente:



Pieza soporte tipo 1  
11.55€



Pieza soporte tipo 1  
personalizada  
13.3€



Pieza soporte tipo 2  
11.55€



Pieza soporte tipo 2  
personalizada  
13.3€



Pieza unión tipo 1  
2.15€



Pieza unión tipo 1  
personalizada  
2.45€



Pieza unión tipo 2  
2.22€



Pieza unión tipo 2  
personalizada  
2.55€



Pieza unión tipo 3  
2.97€



Pieza unión tipo 3  
personalizada  
3.42€



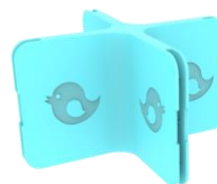
Pieza unión tipo 4  
3.88€



Pieza unión tipo 4  
personalizada  
4.5€



Pieza unión tipo 5:  
12.3€



Pieza unión tipo 5  
personalizada:  
14.14€

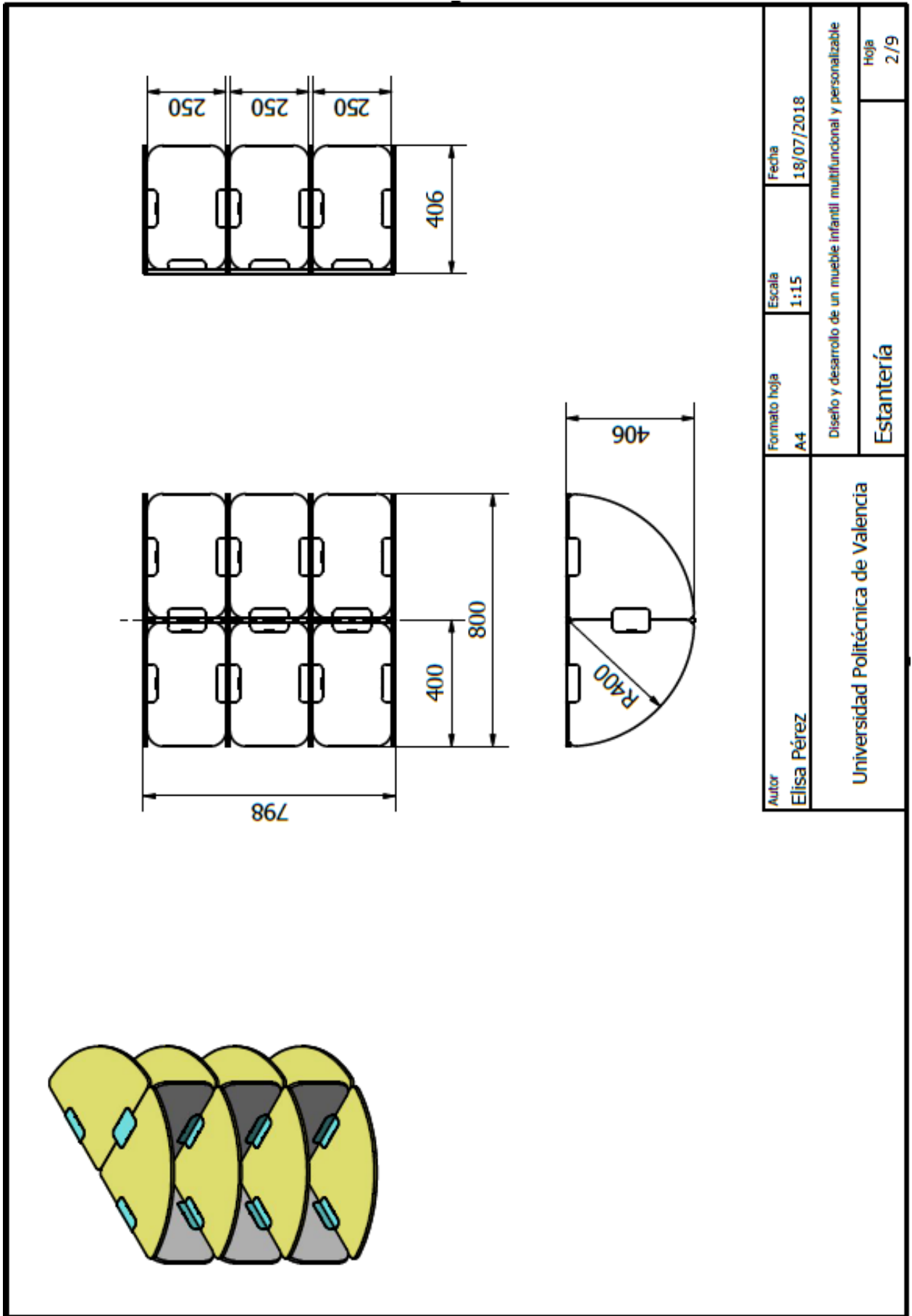




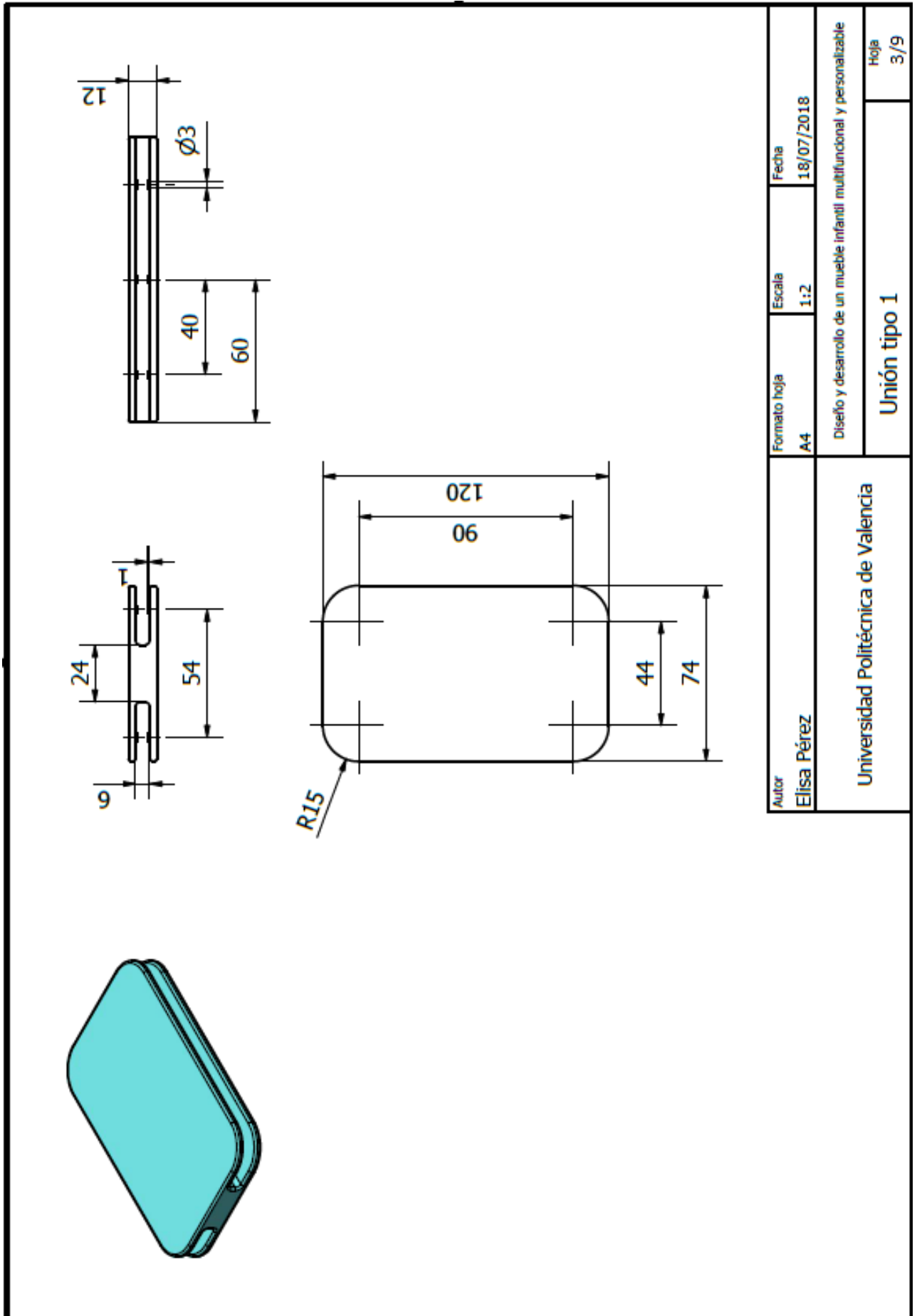
# 5.1 PLANOS

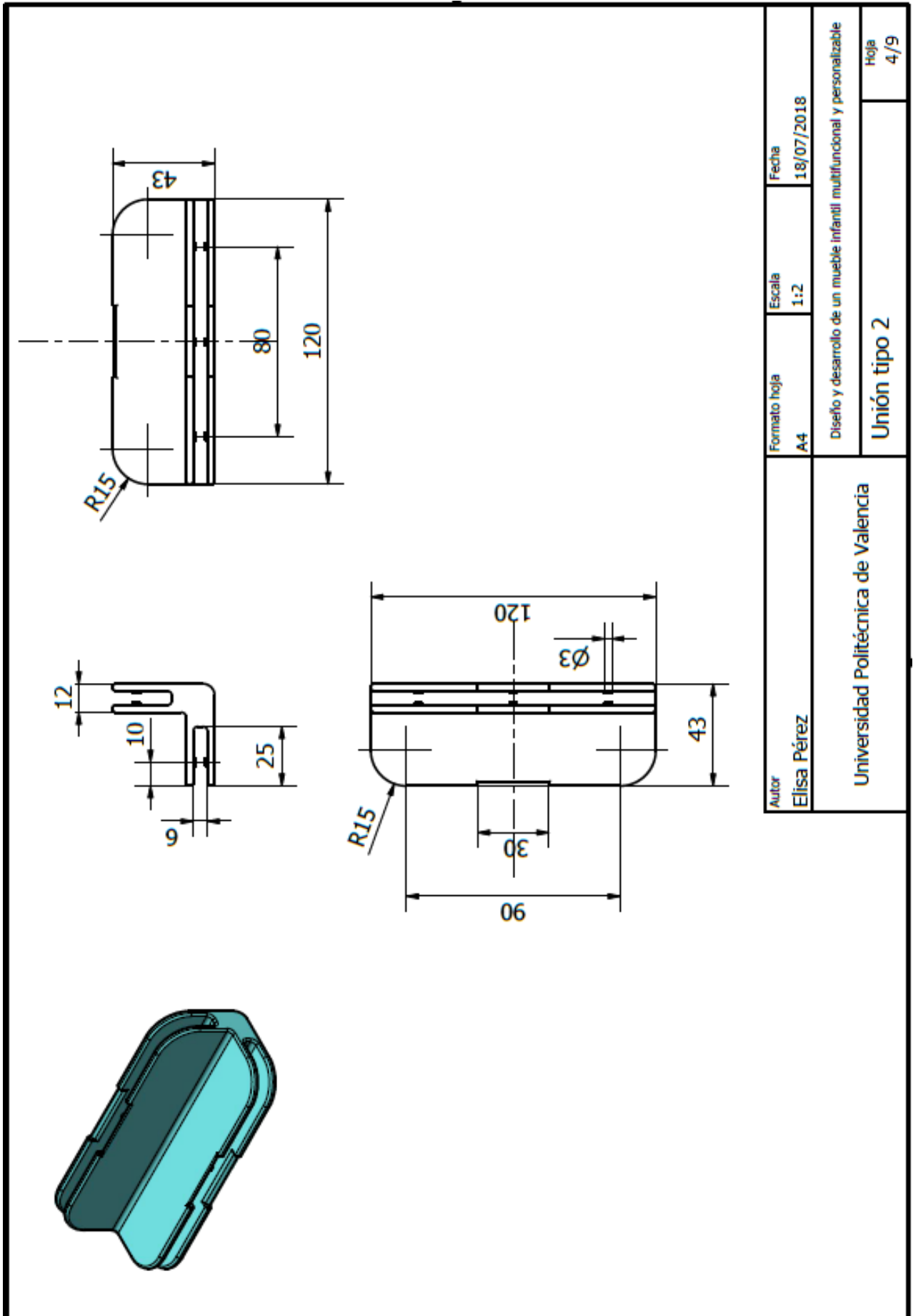
<b>Autor</b> Elisa Pérez	<b>Formato hoja</b> A4	<b>Escala</b> 1:15	<b>Fecha</b> 18/07/2018
<b>Universidad Politécnica de Valencia</b>			
<b>Silla y mesa</b>			<b>Hoja</b> 1/9

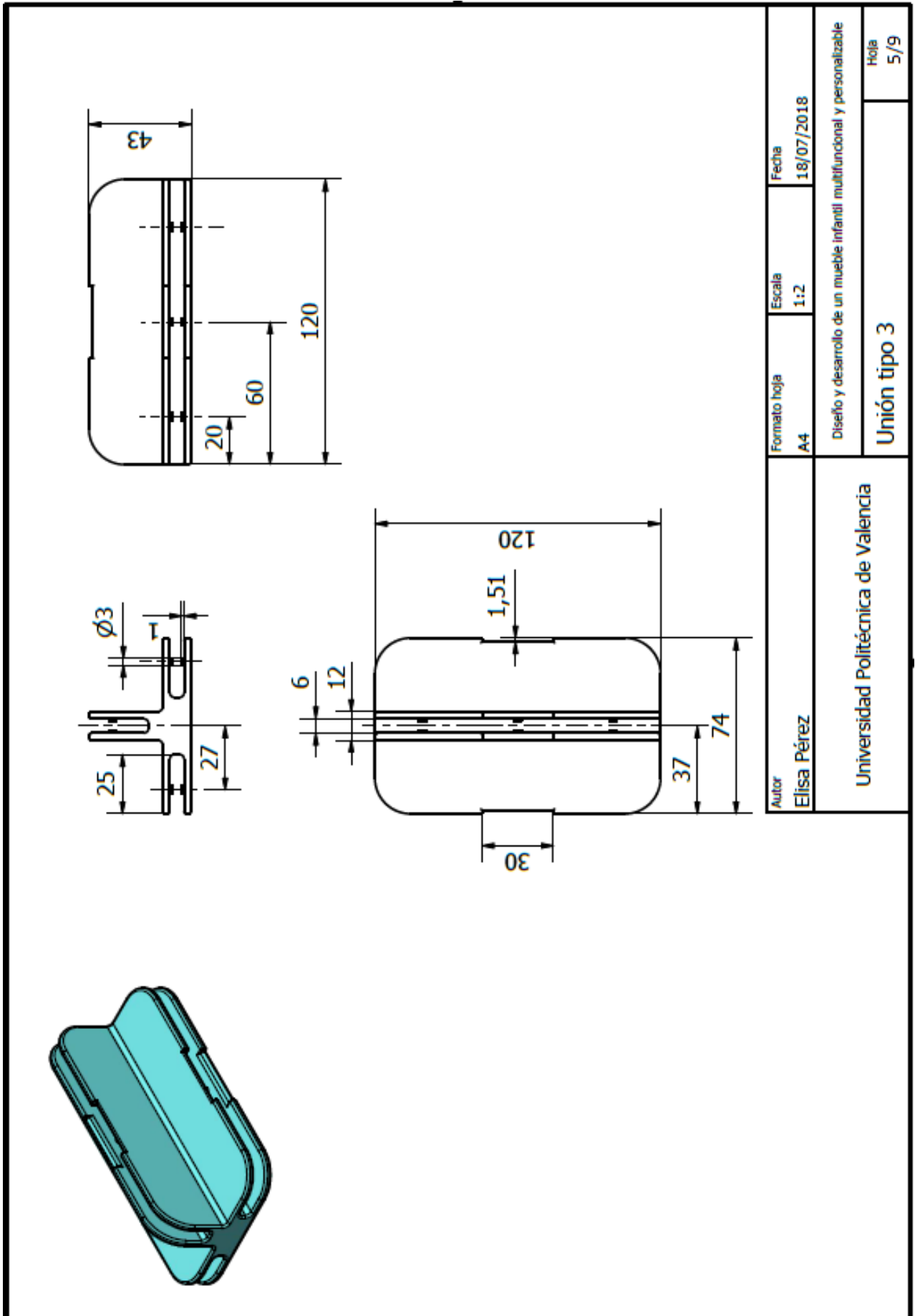
Diseño y desarrollo de un mueble infantil multifuncional y personalizable



Autor Elisa Pérez	Formato hoja A4	Escala 1:15	Fecha 18/07/2018
Universidad Politécnica de Valencia		Diseño y desarrollo de un mueble infantil multifuncional y personalizable Estantería	
			Hoja 2/9

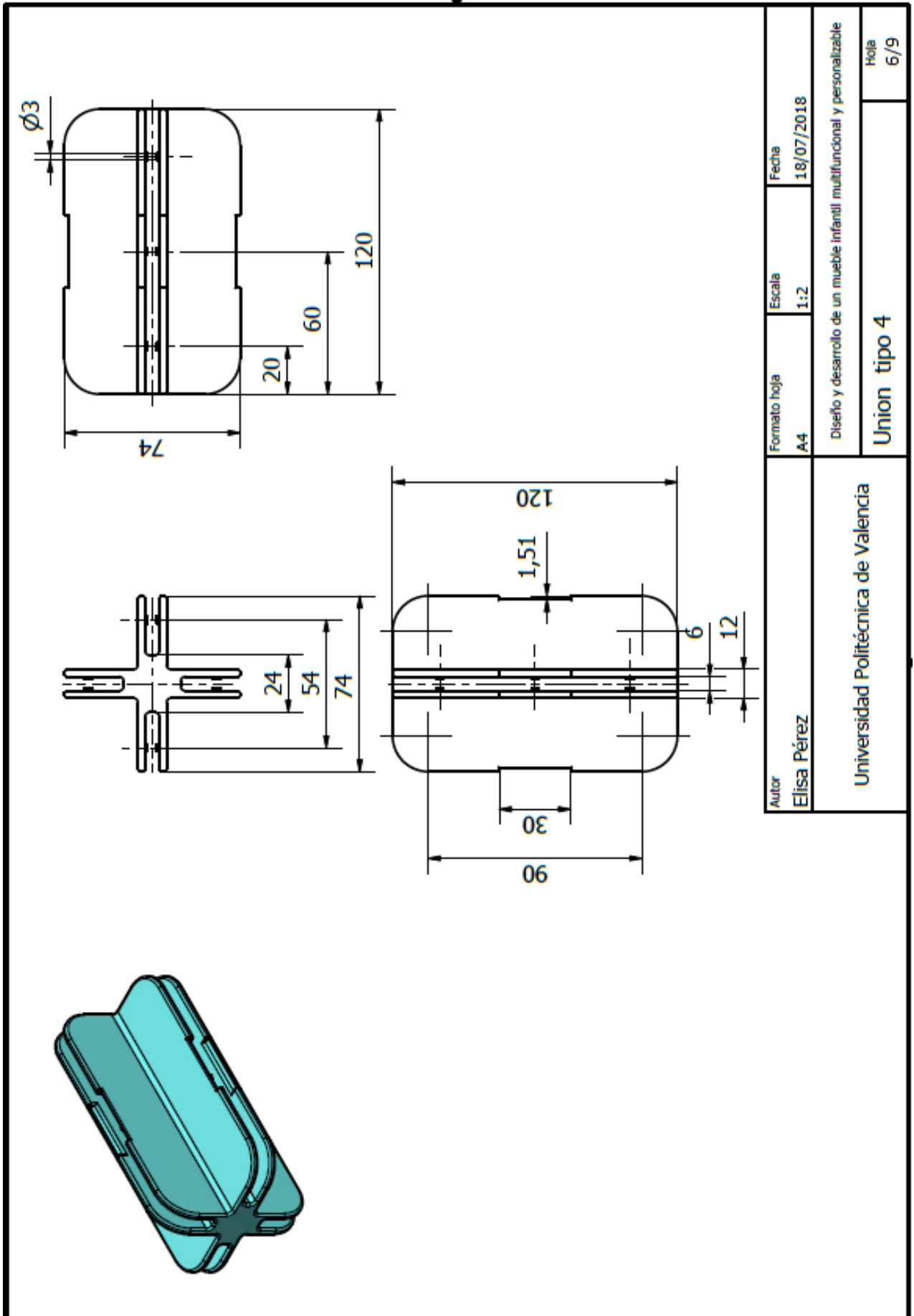




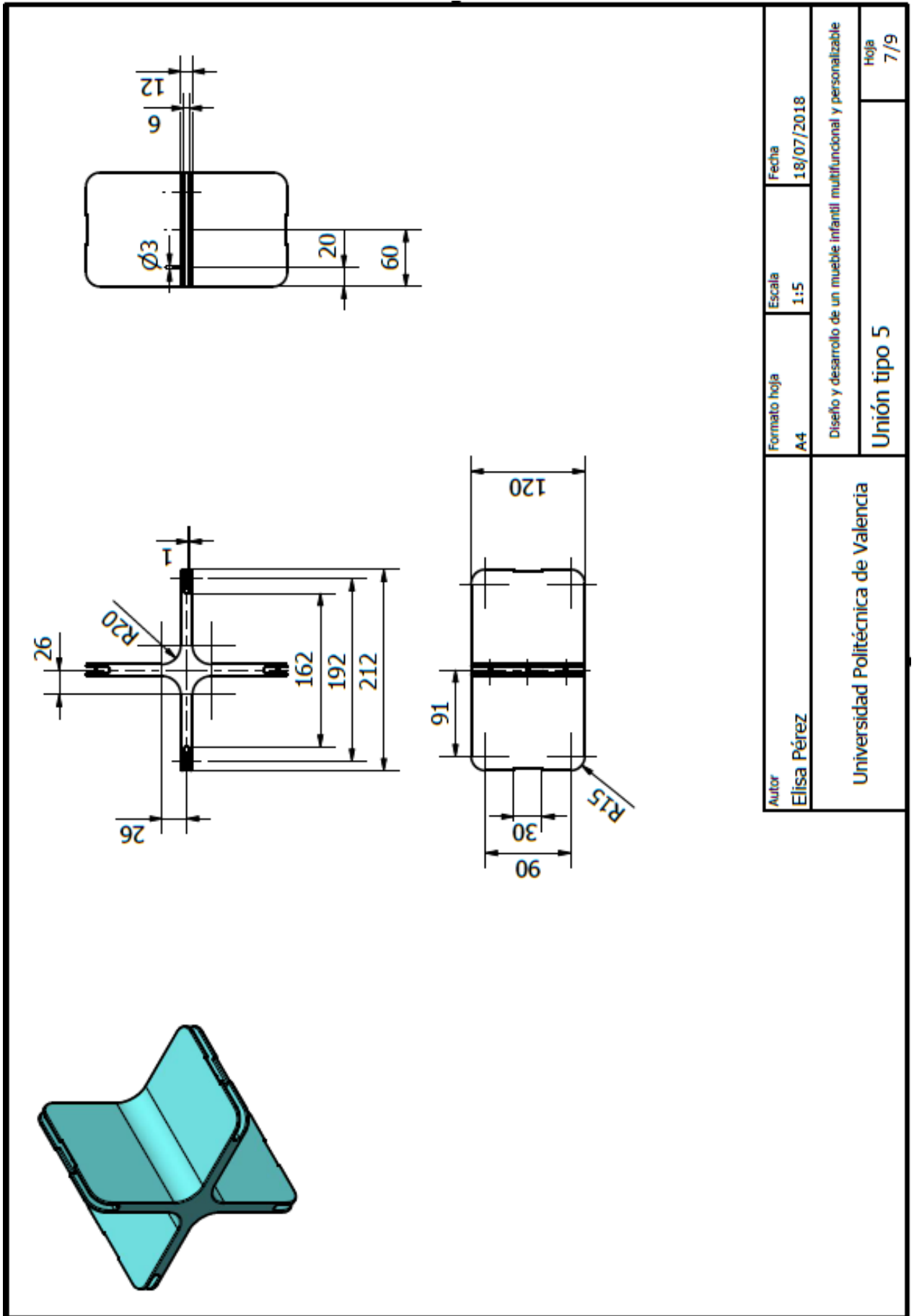


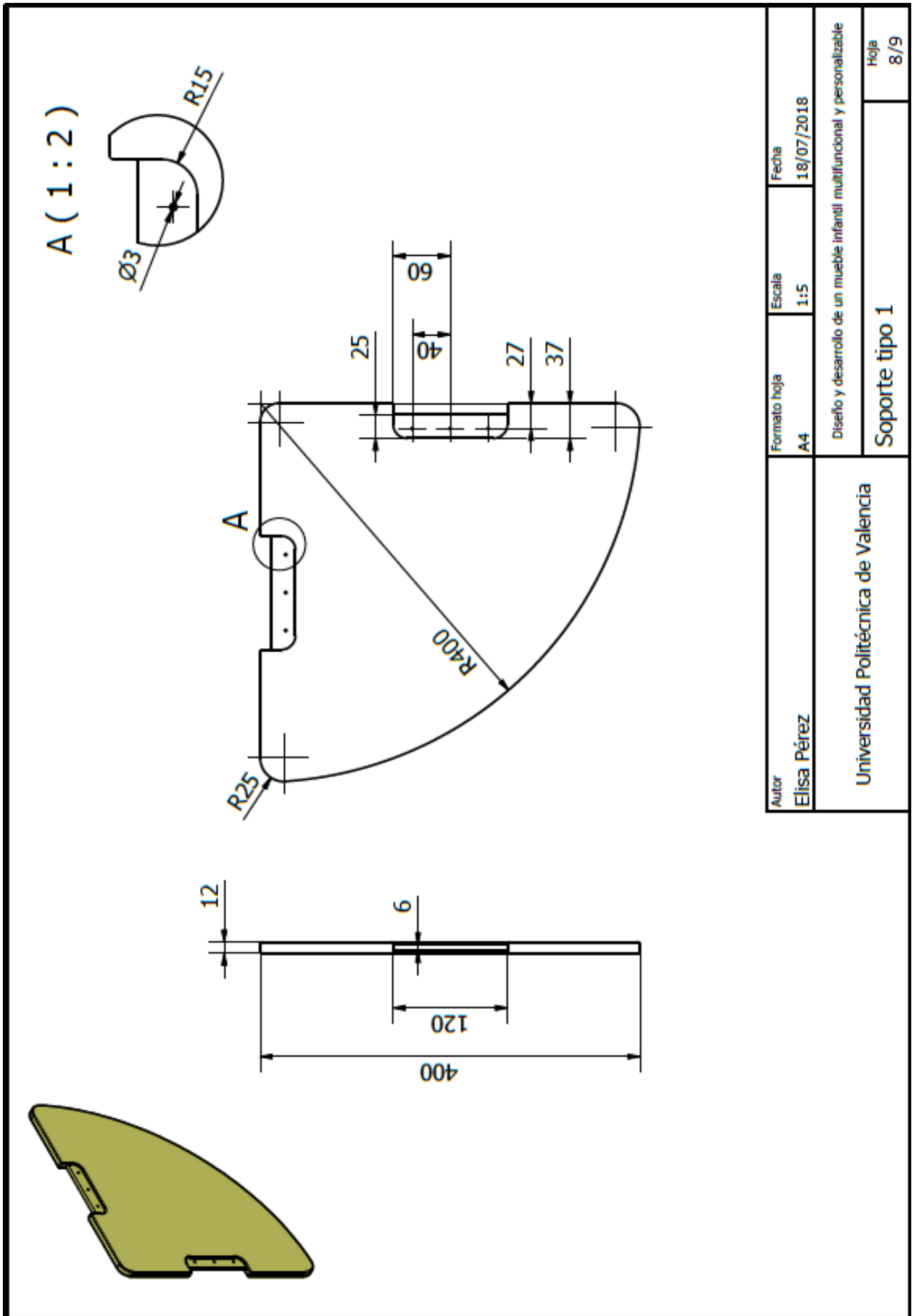
Autor Elisa Pérez	Formato hoja A4	Escala 1:2	Fecha 18/07/2018
Universidad Politécnica de Valencia		Diseño y desarrollo de un mueble infantil multifuncional y personalizable	
Unión tipo 3			Hoja 5/9

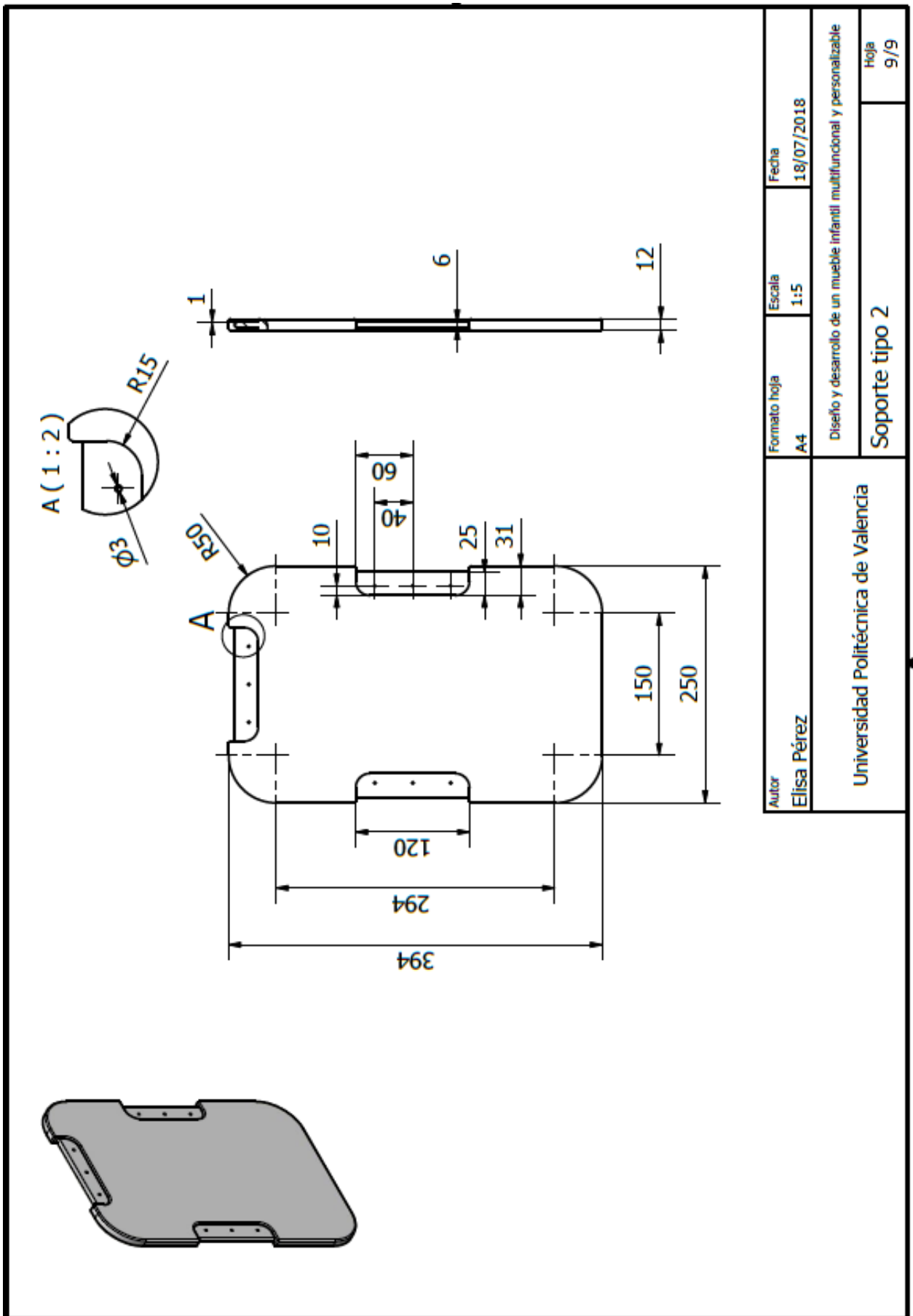




Autor Elisa Pérez	Formato hoja A4	Escala 1:2	Fecha 18/07/2018
Diseño y desarrollo de un mueble infantil multifuncional y personalizable			
Union tipo 4			Hoja 6/9







# 5.2 PANELES MODELO SISTÉMICO

ELISA PÉREZ AGÚNDEZ

Nº GRUPO

MUEBLE INFANTIL MULTIFUNCIONAL



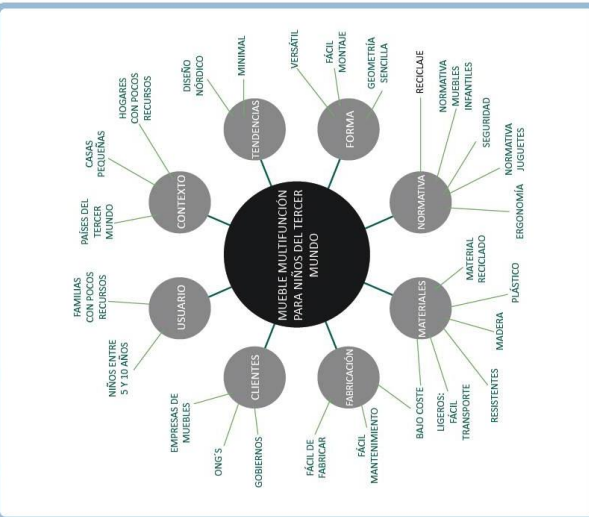
## 01 SISTEMA EXTERIOR

### EXTRACCIÓN DEL CONOCIMIENTO

01a Explorando conceptos: Briefing / Brainstorming / Googlestorming



01b Explorando conceptos: Mapa conceptual



01c Explorando conceptos: Matriz comparativa

Concepto	Definición	Características	Aplicación
Forma	Diseño atractivo	Proporciones en contexto	Simplicidad de formas
Forma	Colores y texturas adecuados para niños	Modular	Packaging
Ergonomía	Usuarios: niños entre 5 y 10 años	Fácil de manipular	Fácil montaje
Ergonomía	Cómodo	Fácil de transportar	Seguridad
Función	Servidor de asiento y almacenamiento	Versátil	Baño coste
Función	Configurable	Resistente	Reciclable
Función	Fácil mantenimiento		

### 01d SÍNTESIS DEL CONOCIMIENTO : Listado de atributos / Variables de diseño

**FORMA**  
 DISEÑO ATRACTIVO  
 PROPORCIONES EN CONTEXTO  
 SIMPLICIDAD DE FORMAS  
 COLORES Y TEXTURAS ADECUADOS PARA NIÑOS  
 MODULAR  
 PACKAGING

**ERGONOMÍA**  
 USUARIOS: NIÑOS ENTRE 5 Y 10 AÑOS  
 FÁCIL DE MANIPULAR  
 FÁCIL MONTAJE  
 CÓMODO  
 FÁCIL DE TRANSPORTAR  
 SEGURIDAD

**FUNCIÓN**  
 SERVIDOR DE ASIENTO Y ALMACENAJE  
 VERSÁTIL  
 BAJO COSTE  
 CONFIGURABLE  
 RESISTENTE  
 RECICLABLE  
 FÁCIL MANTENIMIENTO

**03** **ve** **↓**

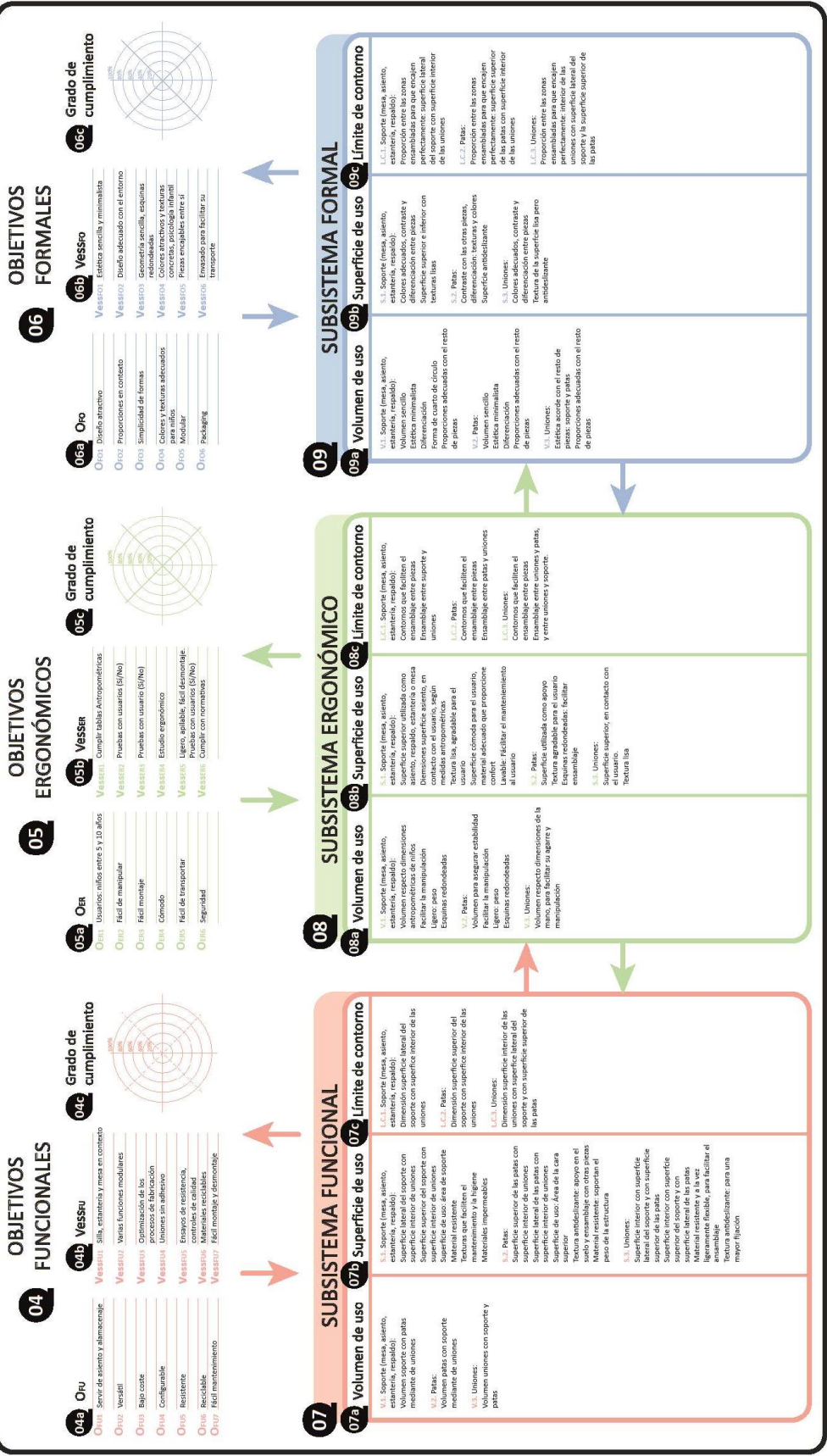
**ERGONOMÍAS**  
Usarios: niños entre 5 y 10 años  
Diseño atractivo  
Proporciones en contexto  
Simplicidad de formas  
Formas para niños  
Compartible  
Resistente  
Reciclable  
Fácil mantenimiento

**02** **SISTEMA EN ESTUDIO: MUEBLE MULTIFUNCIÓN PARA NIÑOS**

**FORMALES**  
Diseño atractivo  
Proporciones en contexto  
Simplicidad de formas  
Formas para niños  
Compartible  
Resistente  
Reciclable  
Fácil mantenimiento

**10** **Vs** **↑**

**Mueble Multifunción**  
Usarios: Niños entre 5 y 10 años  
Minimalista  
Configurable  
Incluye en su uso  
Resistente  
Uniones sin adhesivo  
Fácil de transportar







Una vez finalizado el presente trabajo final de máster, se ha llegado a la conclusión de que los resultados finales han sido satisfactorios y por tanto, se han cumplido los objetivos establecidos inicialmente.

Por una parte, ha sido una gran experiencia a nivel personal, en la que he podido poner en práctica muchos de los conocimientos adquiridos durante la realización del máster. Ha servido tanto para afianzarlos, como para ampliar muchos de ellos, y darme cuenta que con esfuerzo y dedicación todo es posible. Un aspecto importante ha sido la capacidad adquirida para organizar el trabajo, puesto que un trabajo final de master es muy completo y se han de abarcar muchos campos, por ello es importante saber organizar todo el trabajo para que el resultado sea el mejor posible.

En cuanto al producto final al cual se ha llegado tras realizar una investigación, y posteriormente todo el proceso de diseño y desarrollo, se puede considerar que el resultado ha sido satisfactorio. Se cumple con los requisitos de diseño obtenidos tras realizar el modelo sistémico del Doctor Bernabé Hernandis.

Se ha creado un producto innovador y versátil, en el que el usuario es el protagonista, pudiendo participar de forma activa en el proceso de creación del producto. En este proceso se fomenta la creatividad del usuario y se obtiene como resultado una relación afianzada entre usuario y producto, ya que habrá creado un diseño único y personal.

Como aspectos a tener en cuenta, si en un futuro se decidiera seguir desarrollando el producto, se estudiaría en mayor profundidad algunos detalles formales de las piezas, para poder optimizar el proceso de fabricación y así reducir los costes y hacer el producto más competitivo.



# 7 REFERENCIAS



## 7.1 LIBROS

ASHBY M. & JOHNSON K. *Materials and Design The Art and Science of Material Selection in Product Design*, 2009. Butterworth-Heinemann.

BENEDICT, G.F. *Nontraditional Manufacturing Processes*, 1987. Marcel Dekker.

BÖRNSEN-HOLTMANN, NINA *Italian Design*, 1994. Benedikt Taschen.

BÜRDEK, BERNHARD E. *Diseño: Historia, teoría y práctica del diseño industrial*, 1994. Gustavo Gili.

CAMPOS CURA, CRISTIAN *Diseñar con plástico*, 2006. Mao Mao.

FAVATA, IGNAZIA *Joe Colombo and Italian Design of the Sixties*, 1988. The MIT Press.

FIELL, CHARLOTTE & PETER *Diseño del Siglo XX*, 2012. Benedikt Taschen.

INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA *Guía de recomendaciones para el diseño de mobiliario ergonómico*, 1992.

INSTITUTO DE BIOMECANICA DE VALENCIA *Guía de recomendaciones para la selección de mobiliario de uso doméstico*, 1992.

MCGEOUGH, J.A *Advanced Methods of Machining*, 1988. Chapman and Hall.

SPARKE, PENNY *El diseño en el siglo XX: Los Pioneros del siglo*, 2000. Blume.

YUDINA, ANNA *Furniture. Furniture that transform space*, 2015. Thames and Hudson.

## 7.2 RECURSOS DE INTERNET

3D Natives, impresión 3D, <https://www.3dnatives.com/es/plastif-reciclando-plasticos-030420182/> Fecha consulta: 24/06/2018

Aboutespanol, maderas duras. <https://www.aboutespanol.com/maderas-duras-tipos-y-caracteristicas-2441741> Fecha consulta: 16/08/2018

Arquigráfico: Architecture, engineering and construction, <https://arquigrafico.com/tipos-de-maderas-para-la-construccion-y-ebanistera/> Fecha consulta: 15/08/2018

Arquitectura y empresa, <https://www.arquitecturayempresa.es/noticia/las-diferentes-caras-de-un-mueble-la-coleccion-dice-de-torafu-architects> Fecha consulta: 13/04/2018

B-Line, <http://www.b-line.it/es/designer-studio-joe-colombo.php> Fecha consulta: 12/05/2018

Design Boom, <https://www.designboom.com/readers/gypsy-modular-clark-davis/> Fecha consulta: 13/04/2018

Joe Colombo Design, <http://www.joecolombo.it> Fecha consulta: 12/05/2018

Trotec láser, <https://www.troteclaser.com/es/aplicaciones/madera/> Fecha consulta: 15/08/2018

Láser marking systems, <https://www.lasitlaser.es/marcado-laser-madera/> Fecha consulta: 15/08/2018

Decoestilo, tipos de maderas para muebles, <http://www.decoestilo.com/articulo/tipos-de-madera-para-muebles/> Fecha consulta: 15/08/2018

Embalaje, Estalki, <http://www.estalki.com/embalaje/cajas-carton-estandar/> Fecha consulta: 27/08/2018

Hive, modern design furniture, <https://hivemodern.com/pages/product11598/tube-chair-joe-colombo-cappellini> Fecha consulta: 12/05/2018

Italian ways, <http://www.italianways.com/joe-colombos-multichair-the-future-is-here/> Fecha consulta: 12/05/2018

Jhon Green Designs, <https://www.johngreendesigns.co.uk/shop/embrace-oak>, Fecha consulta: 27/03/2018

KiBiSi, <http://kibisi.com/projects/slice> Fecha consulta: 13/04/2018

Maderas Gabarró, <http://www.gabarro.com/es/tableros/tableros-contrachapados/garnica-plywood/tablero-contrachapado-pino-cc/> Fecha consulta: 16/08/2018

Mami decora, ideas decoración infantil, <http://www.mamidecora.com/juguetes.%20educativos%20-momoll.html> Fecha consulta: 03/04/2018

Miller Goodman Design, <https://www.millergoodman.com/creations/playshapes/> Fecha consulta: 06/04/2018

Minimoi, <https://www.minimoi.com/es/sofa-para-ninos-modular-puzzle-fun.html> Fecha consulta: 06/04/2018

Mon Petit Art, <https://monpetitart.com/es/construccion-cabanas/13-habitadule-voyageur-interstellar.html> Fecha consulta: 06/04/2018

Nils Holger Moormann, [https://www.moormann.de/vk3\\_en/magnetique.html](https://www.moormann.de/vk3_en/magnetique.html) Fecha consulta: 06/04/2018

Nuun Kids Design, <https://nuunkidsdesign.com/es/muebles-evolutivos/4-mesas-infantiles-evolutivas-8436549870156.html> Fecha consulta: 13/04/2018

Peter Marigold, <http://www.petermarigold.com/split> Fecha consulta: 10/04/2018

Plyroom, <https://www.plyroom.com.au/products/ava-cot-junior-bed-desk> Fecha consulta: 10/04/2018

Revista M&M, Polímeros, <https://revista-mm.com/blog/secciones-tema/disenio/polimeros-influencia-evolucion-mobiliario/> Fecha consulta: 06/04/2018

Sanghyeok Lee Design, <http://leesanghyeok.com/projects/useful-projects.html> Fecha consulta: 10/04/2018

Sebastian Burga, <https://bastianbestia.wordpress.com/2012/03/20/minimals/> Fecha consulta: 10/04/2018

Smart Materials 3D, <https://smartmaterials3d.com/es/> Fecha consulta: 20/07/2018

Studio Mieke Meijer, <https://miekemeijer.com/frameworks/> Fecha consulta: 10/04/2018

Torafu Architects, <https://www.araucosoluciones.com/mexico/blog/2015/02/casa-de-munecas-multifuncional-de-torafu-architects> Fecha consulta: 10/04/2018





8 ANEXOS



## 8.1 TABLAS ANTROPÓMETRICAS DE LA POBLACIÓN INFANTIL ESPAÑOLA ENTRE 5 Y 10 AÑOS

EDAD DE LA POBLACIÓN: 5 AÑOS (dimensiones en mm)						
	VARONES			HEMBRAS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Estatura	1046	1118	1190	1038	1110	1181
Altura de los ojos	928	1002	1075	912	999	1085
Altura de codos	620	674	728	610	666	721
Altura de ojos, sentado	468	508	548	462	504	546
Altura de hombros, sentado	348	382	417	338	373	408
Altura de codos, sentado	135	166	196	130	156	181
Espesor de los muslos	77	91	104	75	91	106
Altura de la rodilla	307	337	367	304	333	361
Altura del hueco poplíteo	247	271	296	250	272	294
Distancia nalga-hueco poplíteo	258	282	305	272	297	323
Distancia nalga-rodilla	318	347	376	322	353	384
Anchura de hombros	253	277	300	250	272	294
Anchura de caderas	190	211	232	190	211	233

EDAD DE LA POBLACIÓN: 6 AÑOS (dimensiones en mm)						
	VARONES			HEMBRAS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Estatura	1096	1178	1260	1091	1191	1251
Altura de los ojos	975	1057	1139	959	1055	1150
Altura de codos	649	710	770	640	701	763
Altura de ojos, sentado	486	528	571	484	530	575
Altura de hombros, sentado	353	392	432	343	383	423
Altura de codos, sentado	136	171	205	117	161	205
Espesor de los muslos	78	96	113	80	96	111
Altura de la rodilla	328	362	396	328	358	388
Altura del hueco poplíteo	266	297	327	270	292	315
Distancia nalga-hueco poplíteo	278	307	336	284	313	341
Distancia nalga-rodilla	338	372	406	337	373	409
Anchura de hombros	255	287	318	259	287	316
Anchura de caderas	187	216	245	195	222	249

EDAD DE LA POBLACIÓN: 7 AÑOS (dimensiones en mm)						
	VARONES			HEMBRAS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Estatura	1146	1232	1318	1147	1230	1313
Altura de los ojos	1029	1116	1204	1021	1114	1207
Altura de codos	684	746	807	682	741	800
Altura de ojos, sentado	507	550	593	514	559	605
Altura de hombros, sentado	364	405	447	361	398	435
Altura de codos, sentado	144	175	205	144	171	198
Espesor de los muslos	85	105	125	88	105	124
Altura de la rodilla	342	380	419	345	378	410
Altura del hueco poplíteo	286	315	344	283	312	342
Distancia nalga-hueco poplíteo	284	325	366	299	337	376
Distancia nalga-rodilla	358	395	432	366	403	440
Anchura de hombros	266	300	334	263	297	331
Anchura de caderas	193	225	257	204	237	269

EDAD DE LA POBLACIÓN: 8 AÑOS (dimensiones en mm)						
	VARONES			HEMBRAS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Estatura	1200	1290	1379	1204	1285	1366
Altura de los ojos	1085	1174	1262	1090	1170	1249
Altura de codos	718	786	853	720	778	836
Altura de ojos, sentado	528	574	620	538	582	626
Altura de hombros, sentado	387	428	468	377	411	446
Altura de codos, sentado	150	181	212	149	175	201
Espesor de los muslos	90	110	131	92	110	128
Altura de la rodilla	365	403	440	363	396	429
Altura del hueco poplíteo	300	327	354	303	331	358
Distancia nalga-hueco poplíteo	309	342	375	319	356	393
Distancia nalga-rodilla	380	418	455	385	421	457
Anchura de hombros	281	312	343	278	311	344
Anchura de caderas	206	236	266	214	246	277

EDAD DE LA POBLACIÓN: 9 AÑOS (dimensiones en mm)						
	VARONES			HEMBRAS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Estatura	1252	1340	1428	1242	1339	1436
Altura de los ojos	1029	1118	1208	1128	1223	1319
Altura de codos	756	826	896	739	820	902
Altura de ojos, sentado	543	589	635	552	599	646
Altura de hombros, sentado	403	443	484	393	433	473
Altura de codos, sentado	158	191	225	145	181	216
Espesor de los muslos	95	115	136	94	115	137
Altura de la rodilla	385	423	461	384	423	461
Altura del hueco poplíteo	310	342	374	308	342	376
Distancia nalga-hueco poplíteo	333	367	402	338	382	427
Distancia nalga-rodilla	407	443	479	405	448	491
Anchura de hombros	290	322	354	293	322	350
Anchura de caderas	213	246	280	218	256	295

EDAD DE LA POBLACIÓN: 10 AÑOS (dimensiones en mm)						
	VARONES			HEMBRAS		
	5%	50%	95%	5%	50%	95%
Estatura	1298	1389	1481	1294	1399	1503
Altura de los ojos	1188	1274	1361	1179	1283	1387
Altura de codos	777	859	942	783	865	948
Altura de ojos, sentado	556	599	643	568	619	669
Altura de hombros, sentado	413	454	496	409	453	496
Altura de codos, sentado	163	194	226	155	191	227
Espesor de los muslos	100	119	139	98	120	143
Altura de la rodilla	401	439	478	402	442	483
Altura del hueco poplíteo	331	359	388	331	367	403
Distancia nalga-hueco poplíteo	342	379	417	360	402	444
Distancia nalga-rodilla	419	459	500	426	473	519
Anchura de hombros	294	334	375	287	332	377
Anchura de caderas	218	259	301	223	266	310

DIMENSIONES RECOMENDADAS PARA SILLAS ESCOLARES (dimensiones en mm)						
Estatura de referencia	105	120	135	150	165	180
Altura del plano del asiento	26	30	34	38	42	46
Profundidad del asiento	26	29	33	36	38	40
Ancho min. del asiento	25	27	29	32	34	36
Altura del respaldo	16	17	19	20	21	22
Ancho min. del respaldo	25	25	25	28	30	32

