

**Estantería de
cajones extraíbles,
intercambiables
y agrupables,
fabricada con
material
proviniente
de residuos
agrícolas.**



**Blanquer
Pérez,
Josep**

**Julio
2022**

**Tutor:
Julio Serrano Mira**

**Grado en Ingeniería
de Diseño Industrial y
Desarrollo de Productos**



ÍNDICE GENERAL.

Volumen 1: *Memoria*

1.1 Hoja de identificación	8
1.2 Objeto	9
1.3 Justificación	10
1.4 Alcance	12
1.5 Antecedentes	13
1.6 Normativa y referencias	21
1.7 Definiciones y abreviaturas	25
1.8 Requisitos de diseño	26
1.9 Análisis de soluciones	28
1.10 Resultados finales	35
1.11 Presupuesto	50
1.12 Viabilidad	51
1.13 Orden de prioridad de los documentos	52

Volumen 2: *Anexos*

2.1 Búsqueda de Información	58
2.2 Diseño Conceptual	76
2.3 Diseño de detalle	95
2.4 Composite de de poda de palmera	112
2.5 Definición del producto	129
2.6 Imagen corporativa	133
2.7 Renders	135
2.8 Bio	136

Volumen 3: *Planos*

3.1 Conjunto Estantería	143
3.2 Base 1 Estantería	144
3.3 Lateral 1 Estantería	145
3.4 Base 2 Estantería	146

3.5 Lateral Izquierdo 2 Estantería	147
3.6 Lateral Derecho 2 Estantería	148
3.7 Base 3 Estantería	149
3.8 Lateral 3 Estantería	150
3.9 Base Derecha 4 Estantería	151
3.10 Base Izquierda 4 Estantería	152
3.11 Listón Central Estantería	153
3.12 Base 5 Estantería	154
3.13 Lateral 5 Estantería	155
3.14 Base 6 Estantería	156
3.15 Lateral 6 Estantería	157
3.16 Base 7 Estantería	158
3.17 Lateral 7 Estantería	159
3.18 Base Voladizo 8 Estantería	160
3.19 Lateral Voladizo 8 Estantería	161
3.20 Fondo Estructura Estantería	162
3.21 Conjunto Cajón 1	163
3.22 Base Cajón 1	164
3.23 Fondo Cajón 1	165
3.24 Lateral Bisagra Cajón 1	166
3.25 Lateral Simple Cajón 1	167
3.26 Puerta Cajón 1	168
3.27 Conjunto Cajón 2	169
3.28 Fondo Cajón 2	170
3.29 Lateral Bisagra 2	171
3.30 Lateral Simple Cajón 2	172
3.31 Puerta Cajón 2	173
3.32 Conjunto Cajón 3	174
3.33 Base Cajón 3	175
3.34 Fondo Cajón 3	176
3.35 Puerta Cajón 3	177
3.36 Conjunto Cajón 4	178
3.37 Base Cajón 4	179
3.38 Fondo Cajón 4	180
3.39 Puerta Cajón 4	181
3.40 Conjunto Cajón 5	182
3.41 Fondo Cajón 5	183

3.42 Lateral Bisagra Cajón 5	184
3.43 Lateral Simple Cajón 5	185
3.44 Puerta Cajón 5	186
3.45 Conjunto Cajón 6	187
3.46 Fondo Cajón 6	188
3.47 Puerta Cajón 6	189

Volumen 4: *Pliego de Condiciones*

4.1 Condiciones Generales	193
4.2 Descripción de los elementos fabricados y los comerciales	195
4.3 Cálculos Mecánicos	199
4.4 Fabricación	209
4.5 Pruebas y ensayos	223
4.6 Bio	225

Volumen 5: *Estado de mediciones*

5.1 Lista de piezas y dimensiones	230
5.2 Cálculo de tiempos	232

Volumen 6: *Presupuesto*

6.1 Coste materia prima	261
6.2 Costes elementos comerciales	263
6.3 Coste herramientas	265
6.4 Coste fabricación	267
6.5 Coste montaje	269
6.6 Coste total del producto y coste de venta al público	270
6.7 Estudio de viabilidad	272

**Estantería de
cajones extraíbles,
intercambiables
y agrupables,
fabricada con
material
proviniente
de residuos
agrícolas.**

**Blañquer
Pérez,
Josep**



**Grado en Ingeniería
de Diseño Industrial y
Desarrollo de Productos**

**Tutor:
Julio Serrano Mira**

**Julio
2022**





Volumen 1:

Memoria

ÍNDICE.

1.1 Hoja de identificación	8
1.2 Objeto	9
1.3 Justificación	10
1.4 Alcance	12
1.5 Antecedentes	13
1.5.1 Historia	13
1.5.2 Influencias	13
1.5.2.1 Movimientos	14
1.5.2.2 Autores	15
1.5.2.3 Polivalencia	17
1.5.3 Competencia	18
1.5.4 Precio de mercado	19
1.6 Normativa y referencias	21
1.6.1 Estudio de la normativa	21
1.6.2 Bibliografía	23
1.6.3 Programas	24
1.7 Definiciones y abreviaturas	25
1.8 Requisitos de diseño	26
1.9 Análisis de soluciones	28
1.9.1 Propuestas de diseño	28
1.9.2 Desarrollo y elección de la solución final	31
1.10 Resultados finales	35
1.10.1 Descripción detallada del producto	35
1.10.3 Descripción del proceso de fabricación	40



1.10.4 Descripción del proceso de acabado	47
1.10.5 Embalaje	48
1.10.6 Ambientación del producto	48
1.11 Presupuesto	50
1.12 Viabilidad	51
1.13 Orden de prioridad de los documentos	52



1.1 Hoja de identificación

- Autor del proyecto:
 - Nombre: Josep Blanquer Pérez
 - DNI: 21698592R
 - Titulación: Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos
 - Facultad: Escuela Técnica Superior de Ciencias Experimentales (ETSCE)
 - Dirección: Calle Rafael Satorre 16, Muro de Alcoy, 03830, Alicante, España
 - Teléfono: 638741987
 - Correo electrónico: al364560@uji.es / josepblkr@gmail.com

- Entidad destinataria del proyecto:
 - Universidad Jaume I
 - CIF: Q-6250003-H
 - Dirección: Av. Vicent Sos Banyat, s/n 12071, Castelló de la Plana, España
 - Teléfono: (+34) 96 472 80 00
 - Fax: (+34) 96 472 90 16



1.2 Objeto

El objetivo del presente trabajo de final del grado, consiste en el diseño de una estantería con cajones, funcional, atractiva, medioambientalmente sostenible y económica, aplicando los conocimientos adquiridos por las asignaturas cursadas a lo largo de los años en el Grado de Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos en la Universidad Jaume I.

Para dotar de una mayor funcionalidad a las estanterías del mercado, el diseño es un pilar básico del proyecto. Gracias a la configuración de la estructura y a las posibles distribuciones de los cajones, se logran obtener múltiples posibilidades de organización y almacenaje, gracias a sus cajones extraíbles, con posibilidad de agruparse y formar por ellos solos una cajonera. Esto también permite jugar con el atractivo de la estantería según el criterio de los usuarios, gracias al diseño que se le ha concedido.

La sostenibilidad y el ciclo de vida de los productos son términos indispensables a la hora de producir en un mercado donde cada vez más, la importancia de la procedencia de los materiales a emplear y su postconsumo es de carácter prioritario. En el presente proyecto se estudian dos residuos agrícolas, las propiedades de estos y los procesos de fabricación para ser utilizados como material principal de la estantería. La procedencia de los residuos es cercana, minimizando así la huella de carbono, y con su habitual fin de vida no se obtienen beneficios. Los residuos estudiados son el alga posidonia oceánica y la poda de palmera, los cuales se encuentran en abundancia en la Comunidad Valenciana.

En todas las etapas anteriores de diseño, estudio y procesos de fabricación de los residuos agrícolas se tiene en cuenta el factor económico, para poder abaratar los mayores costes posibles, para que la estantería tenga un precio más accesible.



1.3 Justificación

El objetivo principal es llevar a cabo el diseño de una estantería de la cual se pueda variar su organización y almacenaje en conveniencia del usuario, según sus necesidades, incluso para formar una cajonera externa a la estantería.

La fabricación de la estantería debe de ser lo más sencilla posible, desde sus partes y procesos, hasta las uniones y anclajes para poder reducir los tiempos y a su vez los costes de producción, con el objetivo de obtener el precio más bajo para que la estantería sea todo lo competitiva posible.

Dentro del campo del mobiliario, el almacenaje tiene una singular particularidad, ya que se utilizan varios objetos diferentes según lo que se pretenda almacenar. Las estanterías son las principales y comúnmente utilizadas para poder organizar los objetos almacenados en ellas. Según su contenido puede haber estanterías especializadas, como las que se utilizan en la industria, donde prima su funcionalidad, ya que deben soportar normalmente mucho peso. En otros casos su función recae en el objeto a contener, para que este quede expuesto debidamente, por el contrario también puede quedar oculto, mediante unas puertas, o combinar ambas, estar protegido pero a la vista, mediante unas puertas de cristal por ejemplo.

Si se presta atención a la distribución de los estantes de las estanterías comunes en el mercado, rara vez va a ser compleja, suelen presentar un estante por fila y todos ellos de la misma anchura y altura. En algunas ocasiones la altura puede ser variable según la disposición de los estantes, cuyo sistema es el de desmontar y volver a montar en una posición distinta, y se suelen necesitar herramientas. La disposición visual de los estantes suele estar simétrica y organizada. Pero no todas las estanterías se pueden describir así, hay muchas donde se renueva el diseño y los materiales empleados, dando mayor importancia al aspecto estético que lo que se da comúnmente, pero con la pega que este tipo de estanterías no suelen ser económicas para un usuario de perfil medio-bajo.

Los materiales comúnmente empleados en el ámbito del mobiliario son principalmente la madera y todas sus variantes. Según se emplee un material u otro, esto derivará directamente en sus propiedades, como resistencia y fin de vida, como en el aspecto económico especialmente. Las opciones más económicas serán los diferentes formatos de conglomerados, formados por fibras de distintos tamaños según se elija, las cuales se obtienen de los residuos de distintas operaciones y procesos de tratamiento de la madera. Por lo que este tipo de madera de conglomerado es mucho más sostenible que la madera virgen. Estos aspectos medioambientales cada vez tienen mayor importancia ya que la producción de madera virgen es limitada y ha de estar bien regulada, para que no se



produzcan deforestaciones incontroladas. Durante todos los procesos de obtención y tratamiento de la madera se desechan cantidades inmensas de residuos, los cuales no se suelen utilizar para ningún fin de grandes aptitudes, por lo que se queman o se utilizan como fertilizante, pero no llega a cubrir ni un cuarto de los residuos producidos.

Dentro de la población, un gran porcentaje de esta se clasificaría dentro de un perfil medio-bajo, económicamente hablando. Esta gran parte de la población tiene siempre presente el aspecto económico a la hora de realizar compras de todo tipo, ya que se tiene que ajustar a lo que sus capacidades le permitan y lograr cubrir sus necesidades, las cuales muchas veces quedan al descubierto. Actualmente en este 2022 hay muchos servicios como la luz, el gas, el agua, la gasolina, etc, que aumentan su precio y no hay modo de elegir entre marcas como ocurre en un supermercado, que dos productos iguales de diferentes marcas varían notablemente su precio, y según tu nivel económico puedes elegir entre los productos que vas a consumir. A causa de estas subidas en los servicios, los productos aumentan sus costes de fabricación y a su vez los precios de venta, perjudicando en concreto y entre otros a esta población de nivel económico medio-bajo, los sueldos de las cuales no varían y cada vez más se encuentran en una situación más difícil.



1.4 Alcance

El planteamiento del proyecto abarca desde el primer instante de conceptualización y motivación, realizando una búsqueda de información según los objetivos elegidos y las justificaciones planteadas, obteniendo así un estudio de mercado y sus tendencias, para estar debidamente informado del actual ámbito del proyecto. Se realizará una conceptualización mediante diferentes propuestas, analizadas y comparadas entre ellas según una metodología establecida por expectativas y objetivos exigidos por el autor. Para la selección de materiales a utilizar, se procederá con un cribado según las características y prestaciones que se deseen, para poder obtener el producto final deseado y analizar sus funciones, estructura y mecanismos, mediante la caracterización de los prototipos realizados experimentalmente. La obtención de planos técnicos será necesaria para dejar definido el producto por completo, para poder tener claro sus piezas para que se puedan realizar los procesos de fabricación y montaje, incluyendo un modelado de tres dimensiones para poder realizar un análisis dimensional, funcional y estético de la mejor manera posible. Tanto el coste de producción como su viabilidad y presupuesto, es parte fundamental que también debe incluirse en la presentación final, como todo lo nombrado anteriormente.

Los usuarios a los cuales va destinado el producto, es más acertado clasificarlos según su estatus económico, en este caso un perfil medio-bajo, que por ejemplo clasificarlos según su edad, ya que el producto está destinado a cubrir unas necesidades presentes en personas jóvenes, adultas y ancianas. Tampoco atiende a clasificaciones como de género, estado civil, localización o tipo de vivienda ya que es completamente indiferente.



1.5 Antecedentes

Para comprender tanto la idea, el diseño y las propuestas desarrolladas en el proyecto, se debe conocer los precedentes de todos ellos. Para ello, se muestra a continuación una breve historia, así como las influencias destacables, tanto actuales como pasadas, a la hora de diseñar y elaborar la propuesta de este proyecto.

Se realizará también una pequeña contextualización del mercado actual, donde posteriormente se amplía con más detalle, para poder posicionarse dentro de este, comparando y valorando el producto estudiado en este proyecto.

1.5.1 Historia

El origen de las estanterías se remonta casi al inicio de la humanidad, donde las personas de la prehistoria ya construían sus primeros asentamientos con pequeños huecos en las paredes, para poder almacenar sus enseres, a modo de estantería.

En Egipto y en Roma preservaron esta técnica para almacenar sus objetos, pero no es hasta la Edad Media donde cobran mayor importancia, gracias a entonces las llamadas alacenas. Eran muebles con puertas donde la gente guardaba de todo, pero destacaba el almacenaje de la comida en esta época.

Cuando los libros cobraron mayor importancia, estos pasaron a exhibirse para denotar el nivel de cultura y educación, por lo que las puertas de las alacenas se eliminaron, dando paso a la actual estantería. Este mueble dejó de ser un elemento que se escondía en las paredes para ahora exhibirse y tener protagonismo como pieza clave en las estancias.

1.5.2 Influencias

A la hora de buscar tanto la idea como el diseño del producto de este proyecto, se tenían varias directrices claras, que corresponden o coinciden con movimientos pasados en la historia del diseño, como ideas o técnicas que utilizaban distintos diseñadores. Las influencias destacables que se aprecian en este proyecto son:



1.5.2.1 Movimientos

Los movimientos que han servido de inspiración para alguna parte del diseño, como para la construcción del presente proyecto son los mostrados a continuación:

Neoplasticismo

El neoplasticismo es un estilo de 1917, característico por regirse por las reglas matemáticas, simplificando la geometría y excluyendo las emociones. Este estilo se considera un arte desarrollado dentro del movimiento artístico de lo abstracto, el cual lleva la expresión artística a su estado más primitivo.

Dentro del estilo neoplástico, hay ciertas características notables, como la utilización del lenguaje plástico, objetivo y universal; la renovación estética, el hecho de plasmar solamente lo más elemental; el racionalismo de este arte; la utilización de componentes fundamentales, como son las líneas, los cubos y los planos; o la armonía que se logra con las líneas y los colores.

Para el diseño del presente proyecto, se ha hecho hincapié en la utilización de componentes fundamentales, como son las líneas, los cubos y los planos, a la hora de realizar el diseño.

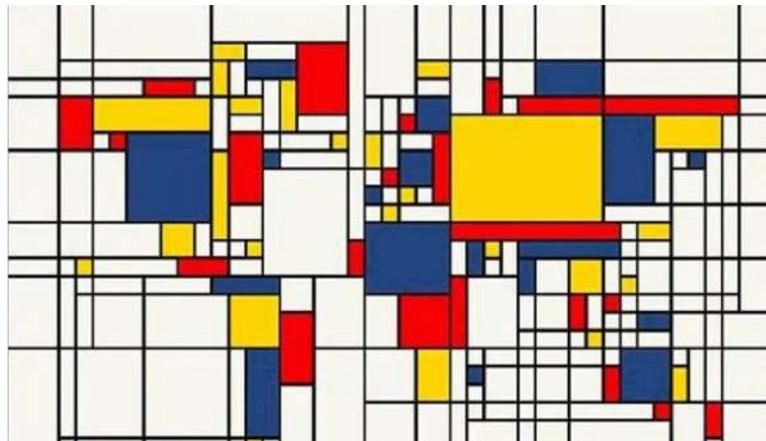


Imagen 1. Obra del neoplasticismo

Bauhaus

La Staatliche Bauhaus (casa de la construcción estatal), conocida por el nombre a secas de Bauhaus, fundada en 1919 por Walter Gropius en Weimar, Alemania, fue la escuela de artesanía diseño, arte y arquitectura que buscaba la unión de la industria con la artesanía, unir el arte con la utilidad.



En el presente proyecto, ya se ha mencionado anteriormente la voluntad de crear un diseño funcional, pero sin dejar de lado el aspecto estético, el arte en sí. Esta idea tan clara que mostraba la escuela Bauhaus.



Imagen 2. Edificio de la Bauhaus

Sustentabilidad del diseño

Este término fue definido en 1998, por dos hombres influyentes, el primero de ellos, Gilpin, que definía este término como “un desarrollo que considera las necesidades actuales sin comprometer los recuerdos de las futuras generaciones”, a lo que Charter añadió, “además, refiere a tres componentes esenciales, que son el social, ambiental y económico”.

Se puede observar similitudes claras con el presente proyecto, a la hora de hablar de componentes esenciales, como son el ambiental y económico, ya que estos son claves a la hora de realizar cualquier elección en el presente proyecto.

1.5.2.2 Autores

Los autores que han influenciado por sus obras y estilos en el presente proyecto son los siguientes:

Marcel Breuer, 1922, Slatted Chair



Imagen 3. Marcel Breuer

Se convirtió en uno de los seis aprendices para unirse al nuevo taller de muebles de la Bauhaus. Aquí el aspecto completamente nuevo y vistoso de los muebles radicaba en su análisis y estudio de la funcionalidad.

Breuer bajo la influencia por la estética abstracta de De Stijl y el movimiento de arte holandés, desarrolló una silla de listones de



madera, donde sus principales exigencias fueron el poder estar cómodamente sentado, y la construcción más simple de la silla.

Construida a partir de secciones rectangulares de madera, recurriendo a las formas simplistas, carentes de excesiva ornamentación, da la sensación de ser un producto artesanal, pero estaba pensado para ser producido en masa y fuera asequible, con el lema, “un asiento cómodo y un diseño simple”.

Como el lema de la silla de Breuer, la estantería de este proyecto pretende ser funcional con un diseño sencillo. Las partes de esta, se obtendrán de secciones rectangulares, con formas simples y sin ornamentación, donde el propio diseño es el atractivo. El coste de la estantería también deberá ser asequible para las clases más bajas de la sociedad.



Imagen 4. Silla Breuer

Dieter Rams, 1960, 606 Shelving System



Imagen 5. Dieter Rams

El destacado diseñador alemán propuso una estantería tanto como contra la pared, como divisoria de espacios. El autor decía, “una estantería para libros debe ser neutral, su vida viene de los libros que contiene”.

El sistema empleado en la estantería mediante la utilización de piezas estándares, combinando los estantes y cajones en las guías que servían como soporte, para proporcionar mucha flexibilidad para adaptarse a distintas necesidades que tuvieran los usuarios.

Este sistema modular, permite lograr variaciones de una misma unidad, como se ha pretendido que hagan los usuarios de la estantería de este proyecto, gracias a el diseño capaz de proporcionar al usuario infinidad de posibilidades de ubicar sus objetos en la estantería.

Coincidiendo con el pensamiento de Rams, la estandarización de las piezas, convierten las estanterías en un mueble multiuso que se adapta al estilo de vida y necesidades del usuario, sino que también están pensadas desde su producción y almacenamiento.



Imagen 6. Estantería de Dieter Rams



Ettore Sottsass, 1981, Estantería Carlton



Imagen 7. Ettore Sottsass

Diseñador y arquitecto italiano, perteneciente a la segunda mitad del siglo veinte, fue el fundador del Grupo Memphis. Con la estantería Carlton, fue el inicio de este grupo, donde rompe con todas las formas típicas de lo que se concibe como estante. Existe claramente un afán colorista muy claro. Este grupo de diseñadores militantes del diseño radical, promovía el lema de “la emoción antes que la función”.

En esta estantería, claramente se aprecia el lema del grupo Memphis; en el presente proyecto, la funcionalidad no se puede dejar tan de lado, pero si donar a la emoción, con toda la fuerza posible, mediante un diseño rompedor, poco común y atractivo, capaz de despertar esas emociones en los usuarios que tanto perseguían entonces.



Imagen 8. Librería Carlton

1.5.2.3 Polivalencia

Hoy en día, se pueden agrupar bajo el nombre de muebles polivalentes, todos aquellos diseños que nos permiten darles más de una función. Cualquier mueble puede ser diseñado para dar una función en concreto, y tener un plus como el de almacenaje, en nuestro caso, sin que ello suponga tener que aumentar su tamaño, o que deje de tener un diseño en concreto.



Imagen 9. Mesa polivalente

En referencia al presente proyecto, se ha buscado obtener ese plus en la estantería a diseñar, con la incorporación de los cajones extraíbles, capaces de colocarlos de múltiples formas, gracias al diseño y según la voluntad del usuario.



Imagen 11. Aprovechamiento del espacio



Imagen 10. Sofá polivalente

En las imágenes adjuntas se pueden observar varios ejemplos de muebles polivalentes, que en este caso su plus es el de proporcionar un almacenamiento extra, o aprovechar el espacio utilizado al máximo.



1.5.3 Competencia

Las empresas que por los productos que ofrece al mercado y el perfil ecoómico de sus clientes pueden ser rivales directos para este proyecto son las siguientes:

Ikea

La multinacional holandesa conocida en el mundo entero por la fabricación y venta de mobiliario y productos para el hogar, logra ofrecer a los usuarios un extenso catalogos de cualquier tipo de mueble, siempre a un precio muy competitivo.



Imagen 12. Logo Ikea

AR Shelving

Empresa española fundada en 1940 que se dedica única y exclusivamente a la fabricación de estanterías metálicas para el hogar, el comercio y la industria.



Imagen 13. Logo AR Shelving

Andreu World

Esta compañía internacional de mobiliario de diseño, de tradición carpintera, nacida en España, consigue triunfar gracias al amor al detalle, a la excelencia y al buen diseño.



Imagen 14. Logo Andreu Word

Revolución Limo

Joven empresa española, la cual es la única firma de mobiliario de diseño de plástico reciclado, que fabrica sus propios productos.



Imagen 15. Logo Revolución Limo

Hannun

Hempresa española de diseño y fabricación de muebles artesanales con maderas recicladas y de origen sostenible.



Imagen 16. Logo Hannun

Slowdeco

Empresa valenciana que apuesta por una producción local, que fabrica únicamente con carpinterías y proveedores de materia prima de la ciudad de Valencia y alrededores.



Imagen 17. Logo SlowDeco



1.5.4 Precio de mercado

Modelo	Dimensiones	Material	Peso	Precio
	140 x 40 x 206 cm	fibras de madera laminada, con un acabado a roble dorado	105,3 kg	579,99€
	50,2 x 39,1 x 171,3 cm	conglomerado de madera	29,3 kg	204€
	140 x 35 x 173,6 cm	metal y conglomerado de madera	109 kg	374€
	100 x 30 x 180 cm	hierro y madera de pino reciclada	24,4 kg	998€
	200 x 31,7 x 162,45 cm	metal y conglomerado de madera	76 kg	576,44€

Imagen 18. Estantería Stevie

Imagen 19. Estantería BR

Imagen 20. Estantería 140G

Imagen 21. Estantería Bern

Imagen 22. Estantería Kub



150 x 35 x 200
cm

madera de
Sheesham

92,7 kg

1349€

Imagen 23. Estantería Stockholm



80 x 35 x 190 cm

metal y peneles
de fibra de
madera

52,9 kg

629€

Imagen 24. Estantería Arty



Ø 120 cm 24,5
cm

metal y madera
de abeto

13,28 kg

229€

Imagen 25. Estantería Orlando



105 x 30 x 150
cm

roble, chapa de
roble, madera de
fresno y cable de
acero

11,7 kg

92,20€

Imagen 26. Estantería Pensile



200 x 50 x 200
cm

madera prensada

198 kg

1996€

Imagen 27. Escalera Rangement

Tabla 1. Comparativa estanterías del mercado



1.6 Normativa y referencias

En este apartado se expone la normativa aplicada al proyecto, las fuentes de información que se han consultado y los programas utilizados para la realización de este.

1.6.1 Estudio de la normativa

En este apartado se ha realizado una recopilación de la normativa referente a las diferentes partes del presente proyecto, las cuales han de tenerse en cuenta.

Dibujo Técnico

- UNE 1032:1982. Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- UNE 1135:1989. Dibujos técnicos. Lista de elementos.
- UNE 1149:1990. Dibujos técnicos. Principio de tolerancias fundamentales.
- UNE 1039:1994. Dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales.
- UNE 1027:1995. Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE 1035:1995. Dibujos técnicos. Cuadro de rotulación.
- UNE-EN ISO 1660:1996. Dibujos técnicos. Acotación y tolerancias de perfiles.
- UNE-EN ISO 5455:1996. Dibujos técnicos. Escalas.
- UNE-EN ISO 5456-3:2000. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 3: Representaciones axonométricas.
- UNE-EN ISO 5457:2000. Documentación técnica del producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.
- UNE-EN ISO 5845-1:2000. Dibujos técnicos. Representación simplificada del montaje de piezas mediante elementos de fijación. Parte 1: Principios generales. (ISO 5845-1:1995).
- UNE-EN ISO 7200:2004. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos.

Aseguramiento de Calidad y documentación del proyecto

- UNE-EN ISO9001. Modelos de Calidad para el aseguramiento de la calidad, el desarrollo, la producción, la instalación y el servicio postventa.
- UNE-EN ISO 9004-1. Gestión de la calidad y elementos del sistema de la calidad. Parte 1: Directrices.
- UNE-EN ISO 5455:1996. Dibujos técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).



- UNE-EN ISO 3098-0:1998. Documentación técnica de productos. Escritura. Requisitos generales.
- UNE-EN 157001:2002. “Criterios generales para la elaboración de proyectos”.

Ergonomía

- UNE-EN ISO 15537:2005. Principios para la selección y empleo de personas en el ensayo de aspectos antropométricos de productos y diseños industriales.
- UNE-EN ISO 26800:2011. Ergonomía. Enfoque general, principios y conceptos.
- UNE-EN ISO 15535:2012. Requisitos generales para el establecimiento de bases de datos antropométricos.
- UNE-EN ISO 6385:2016. Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.
- UNE-EN ISO 9241-11:2018. Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 11: Usabilidad. Definiciones y principios generales.
- UNE-EN 17161:2020. Diseño para todas las personas. Accesibilidad a través de un enfoque de diseño para todas las personas en productos, bienes y servicios. Ampliando la diversidad de usuarios.

Estantería

- UNE-EN 16122. Mobiliario de almacenamiento de uso doméstico y no doméstico. Método de ensayo para la determinación de la resistencia, la durabilidad y la estabilidad.

Caracterización Prototipos

- UNE-EN 310:1994. Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad.
- UNE-EN 319:1994. Resistencia a la tracción perpendicular a las caras.
- UNE-EN 322:1994. Determinación del contenido en humedad.
- UNE-EN 323:1994. Determinación de la densidad.

Ensayo de rigidez estructural

- UNE-EN 14073-3:2005. Mobiliario de oficina. Mobiliario de archivo. Parte 3: Métodos de ensayo para la determinación de la estabilidad y la resistencia estructural
- UNE-EN 14073-2:2005. Mobiliario de oficina. Mobiliario de archivo. Parte 2: Requisitos de seguridad.



1.6.2 Bibliografía

En este apartado se enumeran las diferentes fuentes de información empleadas para en la realización del presente proyecto:

Apuntes y libros de las asignaturas

- Materiales I
- Materiales II
- Diseño para Fabricación: Procesos y Tecnologías I
- Diseño para Fabricación: Procesos y Tecnologías II
- Sistemas móviles y articulados en el producto
- Proyectos de diseño
- Metodologías del diseño
- Diseño conceptual
- Ergonomía
- Mecánica y resistencia de materiales
- Expresión gráfica I
- Expresión gráfica II
- Historia del diseño industrial
- Diseño asistido por ordenador I
- Diseño asistido por ordenador II
- Sistemas mecánicos
- Producto y medioambiente

Páginas Web

Los links de las páginas web quedan reflejados en el último apartado de los “Anexos y Pliego de condiciones”.



1.6.3 Programas



Imagen 28. Logo Word



Imagen 29. Logo Excel



Imagen 30. Logo Drive



Imagen 31. Logo Photoshop



Imagen 32. Logo Illustrator



Imagen 33. Logo In Design



Imagen 34. Logo KeyShot



Imagen 35. Logo SketchUp



Imagen 36. Logo Pixlr

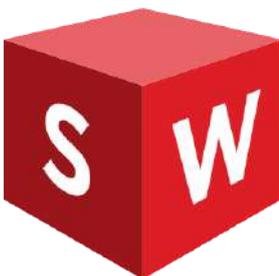


Imagen 37. Logo SolidWorks



Imagen 38. Logo Chrome

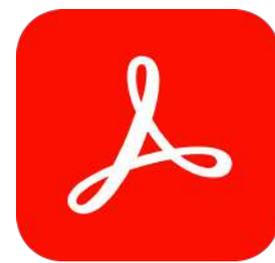


Imagen 39. Logo Adobe Acrobat



1.7 Definiciones y abreviaturas

Abreviaturas	Definiciones
∅	diametro
m	metro
cm	centímetro
mm	milímetro
h	hora
min	minuto
s	segundo
kg	kilogramo
g	gramo
N	newtoon
MPa	megapascales
rmp	revoluciones por minuto
%	porcentaje
€	euro
Nº	número
p/p	polímero partícula
°C	grados centígrados
comp.	composite
unds	unidades
und	unidad
est.	estertería
dim.	dimensiones
av.	avenida
UNE	una norma española
ISO	International Organization for Standardization

Tabla 2. Abreviaturas y definiciones



1.8 Requisitos de diseño

Este proyecto tiene como finalidad el diseño de una estantería, la cual debe de cumplir unos objetivos específicos impuestos para lograr alcanzar las expectativas esperadas, así pues el proyecto se considerará un éxito en todos sus aspectos.

La idea predominante en el proyecto es crear una estantería de diseño atractivo e innovador, con el menor presupuesto posible y que sea responsable con el medio ambiente. Para lograr dichos objetivos, se deben tener en cuenta previamente los deseos y las necesidades de los usuarios, como las circunstancias que rodean al diseño y los recursos de los cuales se dispone para sacar adelante el proyecto.

A continuación se muestran más detalladamente los requisitos de diseño que se deben de lograr para cumplir con la idea del proyecto y sus expectativas, alcanzando así el éxito comercial. Los requisitos son los siguientes:

1. Que el producto tenga el menor grado de impacto ambiental.
2. Que el producto sea lo más ergonómico posible.
3. Que se utilicen materiales lo más sostenibles posible.
4. Que el producto sea de la mayor calidad posible.
5. Que el producto sea lo más económico posible.
6. Que el producto sea lo más atractivo posible.
7. Que el producto ofrezca algo distinto a su mercado.
8. Que el producto tenga un amplio alcance en el mercado.
9. Que se obtengan los mayores beneficios posibles con el producto.
10. Que se obtengan el mayor número de ventas del producto.
11. Que el producto sea seguro a la hora de utilizarlo.
12. Que el producto tenga la mayor vida útil posible.
13. Que el producto sea lo más atractivo posible.
14. Que al producto se le defina del estilo de la Bauhaus, por la estética de este, que corresponda a los canones característicos de dicho estilo.
15. Que el producto contenga una estructura rígida.
16. Que el producto contenga el mayor número posible de ubicaciones para el almacenaje.
17. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de las ubicaciones para el almacenaje.
18. Que el producto ocupe el menor espacio posible en la vivienda.
19. Que el producto sea lo más resistente a esfuerzos posible.
20. Que la estructura del producto sea lo más resistente posible.
21. Que el material principal del producto sea algún tipo de madera o similar.



22. Que el diseño del producto sea claro e intuitivo.
23. Que el producto contenga el mayor número de tamaños de cajones.
24. Que el producto disponga de cajones extraíbles y agrupables.
25. Que el montaje y desmontaje del producto sea lo más sencillo posible.
26. Que el producto tenga los elementos de construcción estandarizados.
27. Que el peso del producto sea el menor posible.
28. Que las piezas del producto sean lo menos complejas posible.
29. Que el producto sea lo más sencillo de fabricar posible.
30. Que durante la fabricación del producto se optimicen los procesos de fabricación para abaratar los máximos costes posibles.
31. Que el producto tenga una buena relación calidad/precio entre sus materiales y elementos.
32. Que el producto sea lo más fácil de ensamblar posible.
33. Que para la fabricación del producto se utilice listones de un material con propiedades similares a la madera.
34. Que el material empleado para fabricar el producto se pueda o ya sea reciclado.
35. Que el proceso de fabricación del producto sea lo más sostenible posible.
36. Que el producto sea viable técnicamente.
37. Que las uniones utilizadas en el producto sean sencillas y fiables.
38. Que los espacios del producto sean verdaderamente útiles.
39. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de sus espacios/ubicaciones.
40. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de los cajones.
41. Que el producto sea lo más ergonómico posible.
42. Que el producto sea verdaderamente útil para las necesidades del usuario.
43. Que el producto sea lo más fácil de mantener posible.
44. Que el producto tenga la posibilidad de que sus cajones se extraigan y se apilen.
45. Que el producto tenga facilidad a la hora de ser manejado.

*Para más información sobre los requisitos de diseño consultar en “Anexos, apartado 2.2.2”.



1.9 Análisis de soluciones

En este apartado se analizan las primeras propuestas de diseño que se han realizado para solucionar el problema planteado. Según los requisitos de diseño establecidos anteriormente, se han elaborado estas primeras propuestas.

A continuación se muestran las propuestas seleccionadas y el criterio de evaluación de las mismas para obtener la solución final.

1.9.1 Propuestas de diseño

Para una información más amplia sobre las propuestas de diseño consultar en "Anexos, apartado 2.2.3".

Propuesta 1

Estantería de diseño cerrado y con fondo, de geometría más bien cuadrada y dimensiones medias, sobre el metro y medio de altura. Su geometría permite la utilización de diferentes tamaños de cajones, pudiendo distribuirlos por sus diferentes estantes, aunque las posibilidades sean bastante reducidas. Gracias a sus dimensiones se podría ubicar en diferentes estancias de la casa, utilizándose como aparador o incluso como mueble para la tele, aparte de utilizarse como estantería corriente.

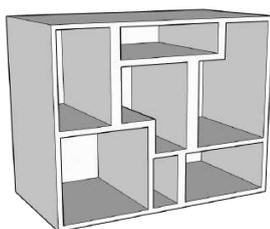


Imagen 40. Modelo A perfil izquierdo

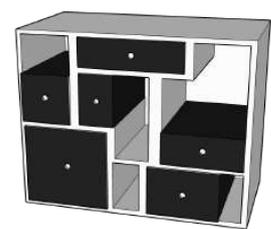


Imagen 41. Modelo A perfil derecho con cajones

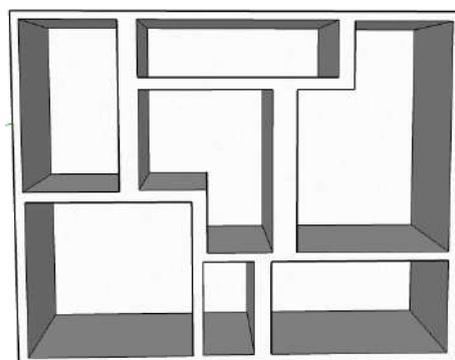


Imagen 42. Modelo A alzado

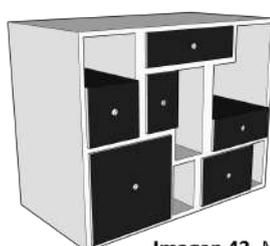


Imagen 43. Modelo A perfil izquierdo con cajones

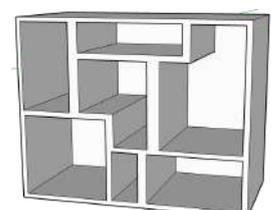


Imagen 44. Modelo A perfil derecho



Propuesta 2

De nuevo este diseño es cerrado y con fondo, en cambio de geometría mucho más rectangular. A primera vista encaja perfectamente con las dimensiones de una estantería, en este caso bastante estrecha; por la geometría de sus estantes la posibilidad de ubicar los cajones en estos es muy reducida, pero se compensa por su estética rompedora y la facilidad de uso que le proporciona las dimensiones reducidas de su base, que la capacitan a poder colocarla en cualquier sitio ubicado en la casa.

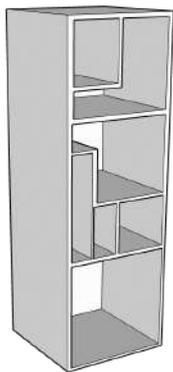


Imagen 45. Modelo C perfil izquierdo

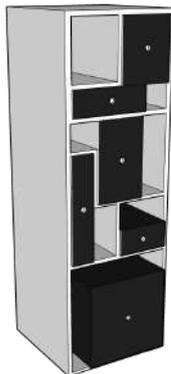


Imagen 48. Modelo C perfil izquierdo con cajones

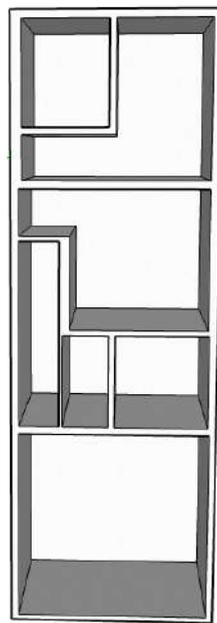


Imagen 47. Modelo C alzado

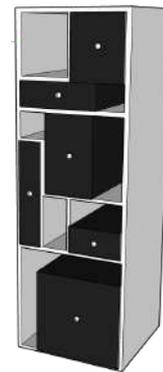


Imagen 46. Modelo C perfil derecho con cajones

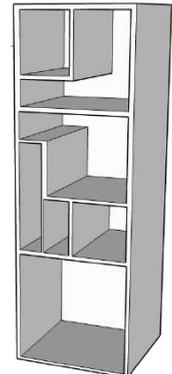


Imagen 49. Modelo C perfil derecho

Propuesta 3

Estantería de diseño abierto, pero con muchas de sus estancias cerradas, logra mediante esta combinación un diseño atractivo y lleno de posibilidades para la ubicación de los distintos cajones. Este aspecto es favorecido gracias a sus grandes dimensiones, con un fondo que cubre toda la superficie rectangular. Este diseño está limitado por estas mismas dimensiones, a la hora de ubicarlo en la casa, pero la capacidad de agrupar los cajones fuera de esta compensa de cierta manera este déficit. Esta propiedad la tienen los cajones de todas las propuestas, en mayor o menor medida según la cantidad de cajones utilizados.

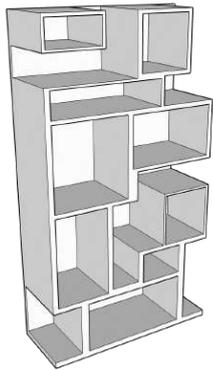


Imagen 50. Modelo 3 perfil izquierdo

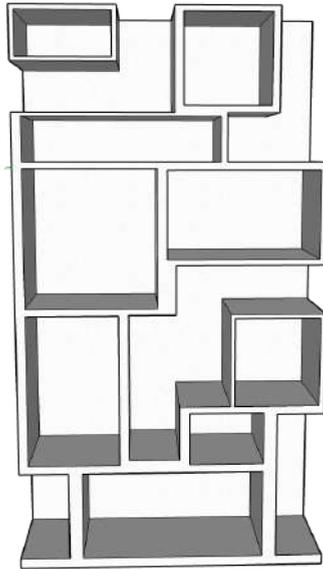


Imagen 52. Modelo 3 alzado

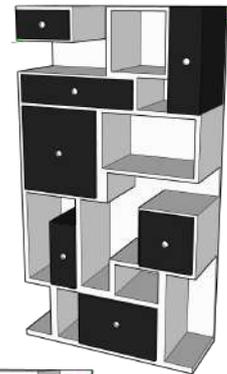


Imagen 51. Modelo 3 perfil derecho con cajones

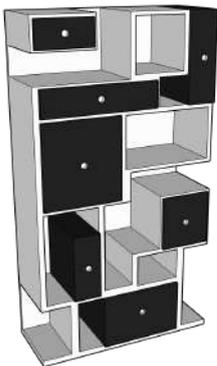


Imagen 53. Modelo 3 perfil izquierdo con cajones

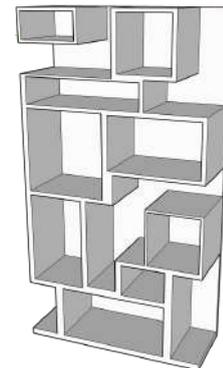


Imagen 54. Modelo 3 perfil derecho

Propuesta 4

Para el diseño de esta propuesta se ha optado por un diseño horizontal, para aumentar sus funciones a las del aparador, pero conservando las propias de las estanterías, gracias a sus dimensiones entre otras. El diseño es abierto y con fondo irregular, ya que se excede de su perímetro. Las ubicaciones para los cajones son amplias, como es su estructura, pensada para albergar diferentes objetos como las estanterías, pero con las posibilidades que ofrecen un mueble de tele o un aparador.

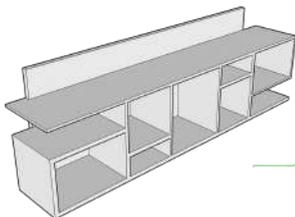


Imagen 55. Modelo 5 perfil izquierdo

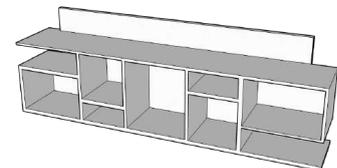


Imagen 56. Modelo 5 perfil derecho

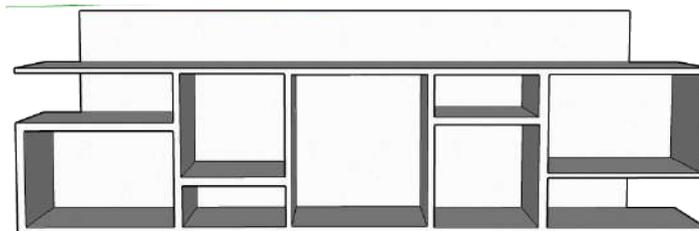


Imagen 57. Modelo 5 alzado

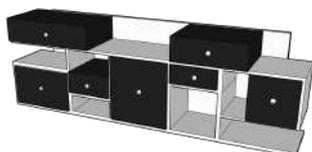


Imagen 58. Modelo 5 perfil derecho con cajones

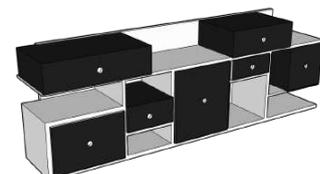


Imagen 59. Modelo 5 perfil izquierdo con cajones



1.9.2 *Desarrollo y elección de la solución final*

En este apartado se va a describir resumidamente el proceso seguido para la elección final de la propuesta de diseño según el método elegido. Para ver de manera más detallada el proceso de elección consultar en “Anexos, apartado 2.2.4”.

Para obtener una elección fiable, se van a utilizar dos métodos de evaluación diferentes. Uno de ellos la evaluación se hará de manera cualitativa, siguiendo el método Datum en este caso. El otro método se evaluará de manera cuantitativa, según la técnica de los objetivos ponderados.

Para estos dos métodos de evaluación, se evalúa el nivel de adaptación de las especificaciones del proyecto a cada una de las propuestas seleccionadas. Estas son:

1. Que se tenga el menor grado de impacto ambiental posible.
2. Que contamine lo menos posible.
3. Que sea lo más económico posible.
4. Que sea lo más duradero posible.
5. Que sea lo más atractivo posible.
6. Que tenga la mayor capacidad de almacenaje posible.
7. Que tenga el menor área en el suelo posible.
8. Que tenga el mayor número de cajones.
9. Que sea lo menos pesado posible.
10. Que sea lo más fácil de fabricar posible.
11. Que sea lo más fácil de ensamblar posible.
12. Que tenga el mayor número de cajones de diferentes tamaños.
13. Que sea lo más sencillo de mantener posible.

DATUM (método cualitativo)

Para la evaluación de las alternativas mediante este método cualitativo se debe realizar una matriz que relacione las propuestas de diseño seleccionadas con las especificaciones que se quieran evaluar. La especificación número 1 y 2 quedan fuera de evaluación, por su inexactitud a la hora de medirlas. Se establece una propuesta de referencia para evaluar según el siguiente criterio:

- Si la propuesta evaluada cumple mejor con la especificación que la propuesta de referencia, se calificará con un “+”.
- Si la propuesta evaluada cumple peor con la especificación que la propuesta de referencia, se calificará con un “-”.
- Si la propuesta evaluada cumple de igual manera con la especificación que la propuesta de referencia, se calificará con un “=”.

Cuando se hayan evaluado y comparado todas las propuestas con aquella tomada como



referencia, se realiza una suma de los valores para cada propuesta, otorgando al signo “+” el valor de 1, para el signo “-” el valor de -1, y para el signo “=” el valor de 0.

ESPECIFICACIONES	PROPUESTAS			
	P1	P2	P3	P4
3	+	+	DATUM	-
4	=	=		=
5	-	-		-
6	-	-		=
7	-	=		-
8	-	-		=
9	=	=		=
10	=	=		=
11	=	=		+
12	-	-		-
13	+	=		+
$\Sigma(+)$	2	1		2
$\Sigma(-)$	5	4		4
$\Sigma(=)$	4	6	5	
TOTAL	-3	-3	-2	

Tabla 3. Comparativa DATUM

Tras el sumatorio de los resultados, se observa que todos los resultados obtenidos de las propuestas evaluadas frente la referencia han sido negativos, por lo que esta propuesta de referencia número 3, considerada como DATUM, es la propuesta que mejor cumple con las especificaciones según este método cualitativo.

Objetivos ponderados (método cuantitativo)

Esta técnica de evaluación cuantitativa, contrasta los resultados que se hayan obtenido en el método DATUM, para así asegurar que la propuesta seleccionada es la que mejor se adapta. Para ello se realiza una tabla comparativa de las especificaciones, para averiguar la prioridad de estas, una frente a las otras. Para la puntuación de la tabla, se utiliza la siguiente terminología:

- Un 1 si la especificación de la fila tiene prioridad sobre la especificación de la columna.
- Un 0 si la especificación de la fila tiene menos prioridad que la especificación de la columna.
- Un 0 si la especificación de la fila tiene la misma prioridad que la especificación de la columna.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	-	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4
2	0	-	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4
3	1	1	-	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	7
4	1	1	0	-	0	0	1	1	1	0	1	0	1	7
5	1	1	0	1	-	0	1	1	1	1	1	0	1	9
6	1	1	1	0	0	-	1	1	1	1	1	0	1	9
7	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	1	0	0	1	-	1	0	1	0	1	7
9	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	0	1
10	1	1	0	1	0	0	1	1	1	-	0	0	1	7
11	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-	0	1	3
12	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-	1	8
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Suma Total														66

Tabla 4. Objetivos ponderados

Una vez comparadas las especificaciones se realiza la suma, para ver el orden de prioridad de cada una y poder realizar el reparto de pesos en forma de porcentaje sobre cada una de las especificaciones, para saber la importancia de estas sobre el resto:

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	Total
6.06%	6.06%	10.61%	10.61%	13.63%	13.63%	0%	10.61%	1.51%	10.61%	4.55%	12.12%	0%	100%

Tabla 5. Porcentajes de prioridad para cada especificación

Ahora se van a dar los valores de adaptación de las propuestas sobre cada especificación, según el criterio siguiente:

La propuesta se adapta muy bien a la especificación	100%
La propuesta se adapta bien a la especificación	75%
La propuesta se adapta normal a la especificación	50%
La propuesta se adapta mal a la especificación	25%
La propuesta se adapta muy mal a la especificación	0%

Tabla 6. Criterios de adaptación



Ahora con estos valores de adaptación se pasa a valorar la adaptación de las propuestas a cada una de las especificaciones:

ESPECIFICACIONES	PROPUESTAS			
	1	2	3	4
E1	75%	75%	75%	75%
E2	100%	100%	100%	100%
E3	100%	100%	75%	75%
E4	50%	50%	50%	50%
E5	50%	50%	100%	75%
E6	50%	50%	75%	75%
E7	50%	100%	75%	25%
E8	50%	50%	100%	75%
E9	50%	50%	50%	50%
E10	100%	100%	100%	100%
E11	75%	75%	75%	100%
E12	50%	25%	100%	75%
E13	75%	50%	50%	75%

Tabla 7. Valoración de las especificaciones por porcentajes

Para finalizar, se realiza el cálculo de puntuaciones para cada propuesta según la valoración de la importancia de las especificaciones y el grado de adaptación de cada una de ellas:

- Propuesta 1: 66.295 puntos
- Propuesta 2: 63.2625 puntos
- **Propuesta 3: 85.2275 puntos**
- Propuesta 4: 77.275 puntos

Al realizar los cálculos, la propuesta número 3 es la que ha alcanzado la puntuación más elevada en este estudio cuantitativo, por lo que es la que mejor se adapta a las especificaciones establecidas.

Conclusión

Como conclusión después de haber realizado el estudio cualitativo según el método DATUM, y el estudio cuantitativo según los objetivos ponderados, la elección de la propuesta número 3 es clara y evidente, ya que ambos estudios así lo revelan.



1.10 Resultados finales

Después de la realización del diseño conceptual y su posterior evaluación de propuestas, se derivó en una propuesta final; en este apartado se muestran los resultados finales de esta propuesta en el proyecto.

*Para una información más detallada sobre los resultados finales obtenidos consultar en "Anexos, apartado 2.3".

1.10.1 Descripción detallada del producto

La idea del presente proyecto era una estantería de diseño atractivo e innovador, con el menor presupuesto posible y que sea responsable con el medio ambiente. Se pretende llegar a un usuario de perfil medio bajo, gracias a un sencillo proceso de fabricación y bajo coste de las materias primas.

Imagen 60. Cajones apilados

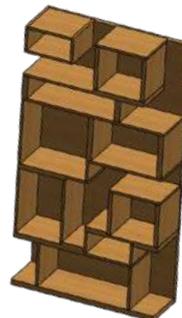


Imagen 61. Estantería sin cajones

Sobre el diseño, la estantería goza de una geometría precisa, para que los cajones puedan ser ubicados en diferentes posiciones, pero encajando a la perfección con la estructura. Esto capacita al usuario a poder realizar múltiples combinaciones con los cajones, colocando estos según le interese, para liberar y delimitar los espacios de los estantes, para conseguir la configuración deseada y que mejor se adapte a cada necesidad, ya sea funcional o estética.



Imagen 62. Estantería con configuración de cajones 1



Imagen 63. Estantería con configuración de cajones 2



Imagen 64. Estantería con configuración de cajones 3



Los cajones permiten ocultar los objetos que estos guardan, por si el usuario así lo desea. Para poder contener distintos tamaños de objetos, se diseñan a partir de un bloque seis tipos de cajones capaces de albergar cualquier tipo de objetos que el usuario desee, sin una limitación física notable. Si el usuario así lo deseara, los cajones podrían ser retirados por completo de la estantería, para formar, gracias a su geometría, una estructura nueva según el uso o la estancia donde se ubiquen.



Imagen 65. Configuración cajones sueltos 1



Imagen 66. Configuración cajones sueltos 2



Imagen 67. Configuración cajones sueltos 3

Por la compleja geometría de la estantería, entre sus baldas y listones laterales se han utilizado ciertos elementos para asegurar la estabilidad dimensional y estructural de esta. Por su diseño tan característico, el fondo de la estantería lleva unas ranuras para que cada uno de los elementos que se unen a ella se coloque exactamente donde debe ir. Algunos de estos elementos por su ubicación necesitan un refuerzo estructural que les brindan unos tornillos de largo recorrido, para soportar los esfuerzos y las cargas que inciden en estos puntos. Los cajones, para una correcta estabilidad, cuentan con un mínimo de dos bisagras y un imán, para que el movimiento de la puerta sea suave y correcto y quede cerrada y sujeta.

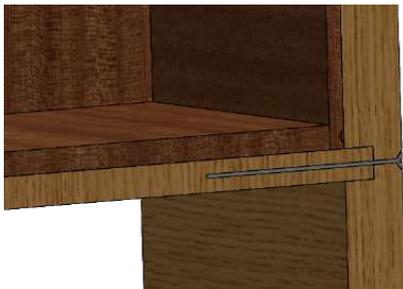


Imagen 68. Posición tornillo 2



Imagen 69. Cajeadado en el fondo de la estantería

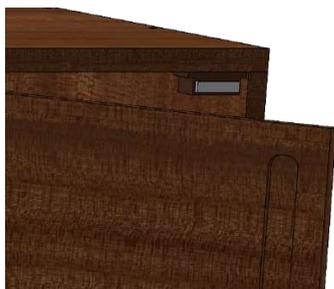


Imagen 70. Posición del imán

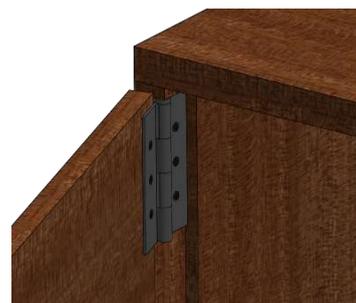


Imagen 71. Posición de la bisagra



Las partes de la estantería se unen entre sí de la misma manera que se unen las partes de los cajones, mediante tacos de madera (tarugo), siendo estos de mayor longitud en las partes de la estantería. Para completar la unión, se atornillan al fondo de la estructura o del fondo de cada cajón. Cuando se está realizando el montaje de piezas, en cada junta se esparce pegamento sellador, para obtener una unión fuerte.



Imagen 72. Posición de los tacos de madera cortos en los cajones



Imagen 73. Posición de los tornillos 1 en los cajones

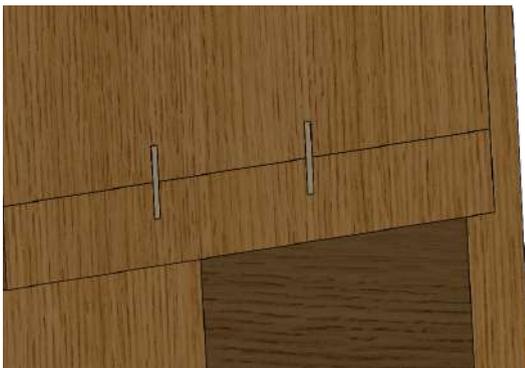


Imagen 74. Posición de los tacos de madera largos en la estantería



Imagen 75. Posición de los tornillos 1 en la estantería

1.10.2 *Características de los materiales*

Para la selección de materiales se realizó una búsqueda de los más comúnmente utilizados para el mobiliario, comparando las propiedades de cada uno. Pero antes de indagar más en las características de cada uno de ellos para la elección del material definitivo, se tuvo en cuenta una de las bases del diseño en este proyecto, la responsabilidad medioambiental. Para profundizar más en este tema, se realizaron tanto perfiles medioambientales como socioeconómicos, para lograr obtener alternativas sostenibles.

La conclusión obtenida tras los estudios y los perfiles fué la revalorización de residuos, materiales ya es su fin de vida, devueltos al mercado con procesos de producción industrial. Para el presente proyecto, se estudiaron los residuos generados en la península, para



evaluar sus posibles características. Se destacaron por encima del resto los residuos agrícolas, por la obtención y la cantidad de estos, el método de fin de vida y las propiedades de los materiales que lo componían, hacia a esta clase de residuos potencialmente positivos para lograr un material apto para el mobiliario.

Una vez dentro de los residuos agrícolas, la búsqueda quedó delimitada dentro de la comunidad valenciana por cercanía, sobresaliendo tres residuos agrícolas en concreto: la paja de arroz, la alga posidonia y la poda de palmera. Para la correcta evaluación de los residuos se contactó con un centro tecnológico donde se tenía acceso, para obtener una opinión sobre cada uno de los residuos.



Imagen 76. Poda de palmera



Imagen 77. Alga posidonia



Imagen 78. Paja de arroz

La experiencia del centro tecnológico y trato previo con estos materiales, aconsejó la utilización del residuo de poda de palmera, por el éxito de anteriores estudios realizados con este tipo de residuo. Para un correcto estudio del material, el centro tecnológico brinda sus instalaciones para realizar pruebas con el residuo elegido.

Para comprobar si el residuo es apto para utilizarse en el mobiliario, se decidió realizar diferentes tipos de composites, para evaluar sus propiedades, a ver si alguno de ellos resultaba apto. El composite estaría formado por el mayor porcentaje de residuo de poda de palmera, con la típica resina utilizada en estos casos, concretamente el fenol-formaldehído.

Para la realización del composite, se utilizará la tecnología Glue-Blender, mediante la encoladora donde se mezclará el residuo con la resina de forma homogénea, para posteriormente introducirla dentro de un molde de la termocompresores, donde mediante temperatura y presión se obtendrá el composite.



Imagen 79. Encoladora

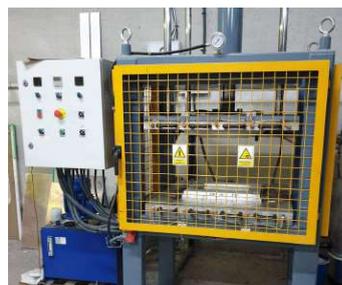


Imagen 80. Termocompresora



Se realizó una matriz de pruebas, variando la presión, la temperatura y el tiempo para obtener distintos resultados en los prototipos según los procedimientos que dictaminó el proveedor de la resina. Esta matriz se divide básicamente en tres, variando el porcentaje de resina utilizado, entre un 15%, un 10% y un 5%. Los resultados fueron prometedores, por lo que se llevaron al laboratorio para que se les realizaron varias pruebas.



Imagen 81. Composite 5% resina



Imagen 82. Composite 10% resina



Imagen 83. Composite 15% resina

Las pruebas que se les realizaron fueron la determinación de su densidad, la determinación del contenido de humedad, resistencia a flexión y módulo de elasticidad, por último su resistencia a la tracción perpendicular a las caras.



Imagen 84. Báscula de precisión



Imagen 85. Horno de composites



Imagen 86. Ensayo de flexión

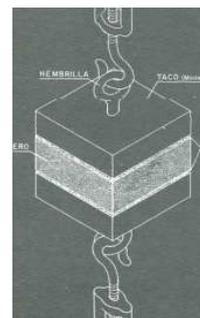


Imagen 87. Ensayo tracción perpendicular a las caras

Al realizar las pruebas para cada uno de los prototipos, se obtuvieron resultados muy similares entre los tres, el factor clave para decidir la composición del composite fue la misma que llevó al presente estudio a utilizar un residuo agrícola, el medioambiental. Se escogió por tanto el composite con menos porcentaje de resina, para favorecer a este. Los resultados que se obtuvieron fueron similares a los del OSB del mercado, por lo tanto apto para ser utilizado como material para mobiliario.

*Para más información sobre los materiales empleados en el proyecto consultar en “Anexos, apartado 2.4”.



1.10.3 Descripción del proceso de fabricación

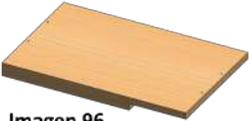
En este apartado se van a describir las distintas operaciones que se realizan para obtener las piezas que conformarán la estantería del proyecto. En la siguiente tabla se enumera dentro de cada una de las piezas, las operaciones que se realizan para obtenerla, con qué máquina se realiza cada operación y con qué herramienta.

Operaciones:

- Tronzado: mediante la sierra escuadradora se realizan cortes en el tablero del material en las dimensiones especificadas en los planos.
- Contorneado: mediante el router CNC se realiza para que el mecanizado tenga un mejor acabado.
- Lijado: a todas las superficies de la pieza para dejar un acabado óptimo al tacto y listo para ser barnizado.
- Ranurado: mediante el router CNC se realizan cambios de sección cuadrada a la profundidad que indican los planos.
- Cajado: mediante el router CNC se realiza una especie de vaciado interior a la profundidad que marcan los planos.
- Taladrado: se puede realizar mediante la taladradora de columna o el router CNC, dependiendo de la localización de estos, se vacía el material de una pasada con las dimensiones de la broca.
- Avellanado: se puede realizar mediante la taladradora de columna o el router CNC, dependiendo de la localización de estos, el acabado es una incisión cónica en el material, de las dimensiones de la fresa.

Piezas	Operación	Máquina	Herramienta
Base 1 Estantería  Imagen 88.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Router CNC	fresa de corte recto
Lateral 1 Estantería  Imagen 89.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Base 2 Estantería	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte



 <p>Imagen 90.</p>			helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Taladrado	Router CNC	fresa de corte recto
<p>Lateral Izquierdo 2 Estantería</p>  <p>Imagen 91.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
<p>Lateral Derecho 2 Estantería</p>  <p>Imagen 92.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
<p>Base 3 Estantería</p>  <p>Imagen 93.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Taladrado	Router CNC	fresa de corte recto
<p>Lateral 3 Estantería</p>  <p>Imagen 94.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
<p>Base Derecha 4 Estantería</p>  <p>Imagen 95.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Router CNC	fresa de corte recto
<p>Base Izquierda 4 Estantería</p>  <p>Imagen 96.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150



	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Taladrado	Router CNC	fresa de corte recto
<p>Listón Central Estantería</p>  <p>Imagen 97.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Taladrado	Taladradora de columna	fresa de corte recto
<p>Base 5 Estantería</p>  <p>Imagen 98.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Router CNC	fresa de corte recto
	Avellanado	Router CNC	fresa de avellanado cónico
<p>Lateral 5 Estantería</p>  <p>Imagen 99.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
<p>Base 6 Estantería</p>  <p>Imagen 100.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Router CNC	fresa de corte recto
<p>Lateral 6 Estantería</p>  <p>Imagen 101.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
<p>Base 7 Estantería</p>  <p>Imagen 102.</p>	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo



	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
Lateral 7 Estantería  Imagen 103.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Base Voladizo 8 Estantería  Imagen 104.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
Lateral Voladizo 8 Estantería  Imagen 105.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Avellanado	Taladradora de columna	Fresa de avellanado cónico
Fondo Estructura Estantería  Imagen 106.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Fresado CNC	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Avellanado P.	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
	Avellanado G.	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
Base Cajón 1  Imagen 107.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Router CNC	Fresa de corte recto
Fondo Cajón 1  Imagen 108.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Cotorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Avellanado	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular



Lateral Bisagras Cajón 1  Imagen 109.	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Lateral Simple Cajón 1  Imagen 110.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Puerta Cajón 1  Imagen 111.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Cajeado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal
Fondo Cajón 2  Imagen 112.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Cotorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Avellanado	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
	Avellanado	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
Lateral Bisagra Cajón 2  Imagen 113.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Lateral Simple Cajón 2  Imagen 114.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Puerta Cajón 2	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular



 Imagen 115.	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Cajeado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal
Base Cajón 3  Imagen 116.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Router CNC	Fresa de corte recto
Fondo Cajón 3  Imagen 117.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Cotorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Avellanado	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
Puerta Cajón 3  Imagen 118.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Cajeado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal
Base Cajón 4  Imagen 119.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Router CNC	Fresa de corte recto
Fondo Cajón 4  Imagen 120.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Cotorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Avellanado	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
Puerta Cajón 4	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo



 Imagen 121.	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Cajeado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal
Fondo Cajón 5  Imagen 122.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Cotorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Avellanado	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
Lateral Bisagra Cajón 5  Imagen 123.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Ranurado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Lateral Simple Cajón 5  Imagen 124.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Taladrado	Taladradora de columna	Fresa de corte recto
Puerta Cajón 5  Imagen 125.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Cajeado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal
Fondo Cajón 6  Imagen 126.	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Cotorneado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Avellanado	Router CNC	Fresa de avellanado cónico
	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
Puerta Cajón 6	Tronzado	Sierra escuadradora	Hoja de sierra circular
	Contoreado	Router CNC	Fresa de corte



 Imagen 127.			helicoidal positivo
	Lijado	Lijadora Turbo GET	Lija de 150
	Cajeado	Router CNC	Fresa de corte helicoidal

Tabla 8. Operaciones y herramientas por pieza fabricada

*Para más información sobre los materiales empleados en el proyecto procesos de fabricación consultar en “*Pliego de condiciones, apartado 4.2*” y en “*Planos*”.

1.10.4 Descripción del proceso de acabado

Las operaciones de acabado que se realizan en todas las piezas, previamente al tratamiento superficial, se debe realizar una operación de lijado que realiza la lijadora, como se ha descrito anteriormente. Al producirse ya esta operación, en este caso no hay que volver a repetirla, pero si por el contrario no se hubiese realizado, previamente a cualquier tratamiento de acabado superficial se convendría realizar.

En este caso el tratamiento que se le aplica es un barnizado de dos capas a cada una de las piezas. Para dotar de personalidad al proyecto, se va a utilizar el mismo barniz pero con dos tonos diferentes, uno oscuro para las piezas de los cajones y el otro más claro para las piezas que forman la estructura de la estantería. A continuación se describen las características de este barniz a utilizar:

Para realizar el barnizado sobre el material, se ha elegido un tipo de barniz en base agua de poliuretano, por sus características de durabilidad, adherencia, resistencia y medioambientales.

Estos tipos de barniz presentan características estáticas, provenientes del poliuretano. Su alta adherencia evita que la capa protectora se pierda, así como su resistencia a la abrasión permite su limpieza y mantenimiento.

Estos tipos de barniz resaltan el tono natural del material, pero en el caso del presente proyecto, se utilizará un tipo de aglutinante de pintura para barnices, para darle un tono más claro a la estructura de la estantería, y otro de tono más oscuro para los cajones.



Imagen 128. Bote de barniz



Imagen 129. Pigmentos de barniz



1.10.5 Embalaje



Imagen 130. Lateral caja de cartón



Imagen 131. Frente caja de cartón

Las partes fabricadas del proyecto se envolverán en papel de burbujas para proteger y conservar el estado de las piezas, introduciendo de manera ordenada en las distintas cajas de cartón, junto con bolsitas con los herrajes necesarios para su montaje. Dentro de esta se incluirá un manual de instrucciones y recomendaciones.

1.10.6 Ambientación del producto



Imagen 131. Estantería ambientada en la cocina



Imagen 132. Estantería ambientada en el dormitorio



Imagen 133. Estantería ambientada en el salón



1.11 Presupuesto

En este apartado se muestra un resumen de los cálculos realizados en referencia a los costes totales sobre el producto diseñado:

Costes	Precios
Coste de la materia prima	80,31 €
Coste de las herramientas	11,44 €
Coste del proceso de fabricación	57,11 €
Coste de los elementos comerciales	53,03 €
Coste del montaje	7,72 €
Coste del embalaje	10,00 €
Costes Directos	219,61 €
Costes Indirectos	32,94 €
Coste Total del Producto	252,55 €
Beneficio Industrial	75,77 €
IVA	53,07 €
PVP	381,35 €

Tabla 9. Presupuesto

Si sacamos balance del precio de venta al público obtenido y se compara con el precio de otros modelos de estantería del mercado, se ve claramente que el objetivo de tener el menor precio posible siendo este competente se ha logrado con total éxito.

*Para más información sobre los materiales empleados en el proyecto procesos de fabricación consultar en “Presupuesto”.



1.12 Viabilidad

Después de obtener el precio de venta al público y los demás cálculos realizados del presupuesto para el producto fabricado, se realiza el estudio pertinente de viabilidad, para averiguar si de verdad el producto diseñado y fabricado es viable económicamente en los cinco primeros años:

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión (€)	100000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00
Unidades Vendidas	-	2000,00	1500,00	1500,00	1000,00	1000,00
Gastos (€)	-	504800,00	378600,00	378600,00	252400,00	252400,00
Ingresos (€)	-	762260,00	571695,00	571695,00	381130,00	381130,00
Beneficios (€)	-	257460,00	193095,00	193095,00	128730,00	128730,00
Flujo Caja (€)	-100000,00	255460,00	191095,00	191095,00	126730,00	126730,00
VAN (€)	-100000,00	143295,24	316624,04	481699,08	585960,17	685256,44

Tabla 10. Viabilidad

Se observa claramente que ya solo al primer año de realizar la inversión se recupera este por completo, por lo que se puede afirmar que el proyecto es viable económicamente.

Para más información sobre los materiales empleados en el proyecto procesos de fabricación consultar en “Presupuesto, apartado 6.7”.



1.13 Orden de prioridad de los documentos

Para una correcta y clara comprensión entre todos los documentos de este proyecto y en caso de posibles contradicciones e incompatibilidades entre ellos, se establece la siguiente jerarquía de preferencia entre los documentos:

- Dimensiones: como preferencia frente a los otros documentos de este proyecto nombrados a continuación, se prioriza las dimensiones de cada una de las piezas del producto definidas por el documento “3. Planos”.
- Materiales y ejecución: como preferencia frente a los otros documentos de este proyecto nombrados a continuación, se prioriza los materiales y la ejecución de los mismos por el documento “4. Pliego de condiciones”.
- Contabilidad: como preferencia frente a los otros documentos de este proyecto nombrados a continuación, se prioriza la contabilidad económica y de los tiempos de ejecución por los documentos “6. Presupuestos” y “5. Estado de mediciones” respectivamente.
- Resumen: en este documento se agrupan y resumen los puntos más importantes y decisivos para poder comprender y seguir los pasos ejecutados para llevar a cabo el proyecto desde el principio hasta el final, expuesto en el documento “1. Memoria”.

**Estantería de
cajones extraíbles,
intercambiables
y agrupables,
fabricada con
material
proviniente
de residuos
agrícolas.**

**Blañquer
Pérez,
Josep**



**Grado en Ingeniería
de Diseño Industrial y
Desarrollo de Productos**

**Tutor:
Julio Serrano Mira**

**Julio
2022**



**UNIVERSITAT
JAUME·I**



Volumen 2:

Anexos

ÍNDICE.

2.1 Búsqueda de Información	58
2.1.1 Empresas Competidoras	58
2.1.1.1 <i>Mobiliario General</i>	58
2.1.1.2 <i>Mobiliario Especializado</i>	59
2.1.1.3 <i>Mobiliario de Diseño</i>	59
2.1.1.4 <i>Materiales Reciclados</i>	60
2.1.1.5 <i>Maderas Sostenibles</i>	60
2.1.1.6 <i>Mobiliario de proximidad</i>	61
2.1.2 Estudio de mercado	61
2.1.2.1 <i>Estanterías con fondo</i>	61
2.1.2.2 <i>Estanterías sin fondo</i>	65
2.1.2.3 <i>Estanterías de pared</i>	68
2.1.2.4 <i>Estanterías colgantes</i>	69
2.1.2.5 <i>Estanterías polivalentes</i>	71
2.1.2.6 <i>Estanterías industriales</i>	72
2.1.3 Selección de Materiales	73
2.2 Diseño Conceptual	76
2.2.1 Introducción	76
2.2.2 Clasificación y definición del problema	76
2.2.2.1 <i>Estudio de las Expectativas</i>	77
2.2.2.2 <i>Lista de Objetivos</i>	78
2.2.2.3 <i>Análisis y arbol de los Objetivos</i>	80
2.2.2.4 <i>Lista de Especificaciones</i>	85
2.2.3 Primeras soluciones	86
2.2.4 Evaluación de soluciones	89
2.2.4.1 <i>Método cualitativo. DATUM</i>	90
2.2.4.2 <i>Método cuantitativo. Objetivos Ponderados</i>	91
2.2.4.3 <i>Conclusiones</i>	94



2.3 Diseño de detalle	95
2.3.1 Estudio ergonómico	95
2.3.1.1 <i>Requisitos del producto</i>	95
2.3.1.2 <i>Perfil de usuario</i>	95
2.3.1.3 <i>Medidas y estudio antropométrico</i>	96
2.3.2 Estudio de Materiales	104
2.3.2.1 <i>Perfil Medioambiental</i>	104
2.3.2.2 <i>Perfil Socioeconómico</i>	105
2.3.2.3 <i>Alternativas Sostenibles</i>	106
2.3.2.4 <i>Residuos al alcance</i>	107
2.3.2.5 <i>Centro de investigación e innovación</i>	110
2.4 Composite de de poda de palmera	112
2.4.1 Tecnología Glue-Blender y Termoconformado	112
2.4.2 Componentes y características del Composite	113
2.4.3 Procedimiento de Encolado y Termoconformado	115
2.4.4 Prototipos realizados	117
2.4.5 Conclusiones de las pruebas	121
2.4.6 Caracterización de los Prototipos	121
2.4.6.1 <i>Determinación de la densidad (UNE-EN 323:1994)</i>	122
2.4.6.2 <i>Determinación del contenido en humedad (UNE-EN 322:1994)</i>	123
2.4.6.3 <i>Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad (UNE-EN 310:1994)</i>	124
2.4.6.4 <i>Resistencia a la tracción perpendicular a las caras (UNE-EN 319:1994)</i>	125
2.4.7 Resultados obtenidos cuantificados y valorados	126
2.4.8 Prototipo definitivo polímero-partícula	127
2.4.8.1 <i>Comparativa en el mercado del composite seleccionado</i>	128
2.5 Definición del producto	129
2.6 Imagen corporativa	133
2.7 Renders	135
2.8 Bio	136



2.1 Búsqueda de Información

En este apartado se ha hecho una búsqueda y posterior selección de tipos de estanterías, agrupándolas según las características que las diferencian, pero todas ellas relacionadas estrechamente con el presente proyecto y su mercado. Todo ello para estar al corriente de las tendencias actuales, la competencia existente, los materiales comúnmente empleados y las técnicas utilizadas.

2.1.1 Empresas Competidoras

Para estudiar a la competencia, hay que analizar los productos que estos ofrecen y ver qué relación tienen con el producto propio, para saber así qué errores se pueden evitar o qué estrategias se deben de seguir, para que el producto propio sea competitivo y triunfe en el mercado.

Si se analizan los puntos fuertes del producto que se quiere desarrollar en el presente proyecto, se pretende que este sea económico, con materiales nuevos y sostenibles, con un diseño atractivo para el usuario y con un sistema nuevo e innovador de almacenaje. Conforme a estos puntos, se buscarán empresas que sean punteras en alguno de estos campos, ya que serán los principales competidores en el mercado. Según los puntos fuertes de cada empresa competidora, estas se han agrupado según qué características interesan frente al presente producto estudiado, y se clasifican en las siguientes:

2.1.1.1 Mobiliario General

Ikea: La multinacional holandesa conocida en el mundo entero por la fabricación y venta de mobiliario y productos para el hogar, logra ofrecer a los usuarios un extenso catálogos de cualquier tipo de mueble, siempre a un precio muy competitivo. Basa sus diseños en el estilo escandinavo, con diseños minimalistas y utilización de la madera en la gran mayoría de sus productos. Con sus diseños de tonos claros y neutros logra llegar a una gran variedad de tipos de usuarios, que recurren habitualmente a esta empresa para obtener mobiliario de cualquier clase.



Imagen 1. Logo Ikea



2.1.1.2 **Mobiliario Especializado**

AR Shelving: Empresa española fundada en 1940 que se dedica única y exclusivamente a la fabricación de estanterías metálicas para el hogar, el comercio y la industria. Centrados en detectar las principales necesidades de los usuarios así como las tendencias, logran muy buenos resultados gracias al soporte ofrecido y a su consultoría, que deja a sus clientes cubiertos y satisfechos.



Imagen 2. Logo AR Shelving

2.1.1.3 **Mobiliario de Diseño**

Moycor: Empresa española que diseña, produce y distribuye su mobiliario; controla exhaustivamente cada uno de sus departamentos, para estudiar y preservar a la vez la autenticidad y esencia del mueble colonial desde un punto de vista contemporáneo. Gracias a esta fórmula ha logrado marcar la diferencia en sus diseños dentro del mercado.



Imagen 3. Logo Moycor

Andreu World: Esta compañía internacional de mobiliario de diseño, de tradición carpintera, nacida en España, consigue triunfar gracias al amor al detalle, a la excelencia y al buen diseño. Sirven de inspiración e innovación a todos los diseñadores de interior del mundo, con sus productos innovadores, sostenibles y duraderos.

Andreu World

Imagen 4. Logo Andreu Word

Treku: Empresa española con marca internacional de mobiliario de estilo contemporáneo. Con tradición familiar, esta empresa diseña, fabrica y exporta sus productos a más de cincuenta países. Sus diseños generan espacios personales y agradables, con productos funcionales con mucha presencia pero con delicadeza, con líneas modernas pero a su vez clásicas, elegantes y frescas.

TREKU

Imagen 5. Logo Treku



2.1.1.4 **Materiales Reciclados**

L'estoc: Pequeña empresa española dedicada principalmente al reciclaje de muebles y a la recuperación de materiales en desuso, crean mobiliario de diseño propio. La empresa promueve el consumo responsable y de alto impacto social, trabajando por encargo, con la posibilidad de aprendizaje para los clientes a recuperar los muebles en sus talleres formativos.



Imagen 6. Logo L'estoc

Revolución Limo: Joven empresa española, la cual es la única firma de mobiliario de diseño de plástico reciclado, que fabrica sus propios productos. El material es plástico 100% reciclado y reciclable, con acabados que dependen de su origen. La estética de sus diseños conquista a sus usuarios y por su naturaleza eco.



Imagen 7. Logo Limo Revolución

2.1.1.5 **Maderas Sostenibles**

Hannun: Empresa española de diseño y fabricación de muebles artesanales con maderas recicladas y de origen sostenible. Solo trabajan con madera recuperada, esta ya ha sido utilizada, pero después de aplicarle un tratamiento puede volver a usarse, manteniéndose en perfecto estado. La utilización de esta madera, disminuye la demanda de madera virgen, por lo que preserva los ecosistemas.



Imagen 8. Logo Hannun

Alki: Esta empresa española, es un taller artesanal de mobiliario, que más que eso es un proyecto creativo, que impulsa el cooperativismo para ofrecer lo mejor a su sector. La sostenibilidad no es una opción, sino el único camino hacia el futuro, utilizando en su caso madera de roble de forma racional y sostenible, con certificado PEFC, que representa una tala por una planta.



Imagen 9. Logo Alki



2.1.1.6 **Mobiliario de proximidad**

Slowdeco: Empresa valenciana que apuesta por una producción local, que fabrica únicamente con carpinterías y proveedores de materia prima de la ciudad de Valencia y alrededores. Solo utilizan maderas con certificados FSC y PEFC, para mantener los bosques sostenibles, y trabajan responsablemente con una producción limitada.

SLOWDECO

Imagen 10. Logo SlowDeco

2.1.2 **Estudio de mercado**

En este estudio se analizan diversos tipos de estanterías, el criterio según el cual se ha realizado los distintos grupos es el estructural, ya que en el mercado y según la función que pueda realizar así se clasifican.

Se resume brevemente la función de cada una, como en la vertiente de diseño en la que se encuentre. Se citan los materiales predominantes y las dimensiones totales de la estantería. Como punto final sería el precio de venta al público.

2.1.2.1 **Estanterías con fondo**

Tectake Estantería Stevie



Imagen 11. Estantería Stevie

Se trata de una estantería donde se pueden almacenar objetos a diferentes alturas, gracias a sus siete estantes, de alturas muy similares. La estantería está diseñada para albergar colecciones de CDs o DVDs, como libros de texto.

El diseño está basado en la simetría y las intersecciones entre estantes y baldas laterales, orientado a poder almacenar gran cantidad de objetos, a diferentes alturas, gracias a sus dimensiones, pero con total seguridad gracias a su sistema antivuelco.



Imagen 12. Estantería Stevie

El material utilizado en la construcción de la estantería es la madera MDF con revestimiento plástico de melamina, para aportar resistencia frente a los arañazos.

Las medidas de la estantería son 105,5 x 19 x 136,5 cm, con un peso total aproximado de 24 kg, es capaz de soportar una carga total de 54 kg, unos 3 kg por estante.

El precio de la estantería con iva incluido es de 79,90€, sin contar el envío de esta.

Librería EPURE



Imagen 13. Librería Epure

Se trata de una estantería capaz de almacenar una gran cantidad de objetos, como libros o de diferentes ámbitos, ya sean decorativos o como vestidor, por sus grandes dimensiones, sobre todo por su profundidad.

El diseño juega con una estructura escueta de líneas básicas, con esquinas a tope, pero con una disposición de las baldas laterales no alineadas, que le confieren un toque de distinción en su parte interna, que le ofrece un punto atractivo al cliente.

El material utilizado en la construcción de la estantería son paneles de fibras de madera laminada, con un acabado a roble dorado.

Las medidas de la estantería son 140 x 40 x 206 cm, con un peso total entre todas sus partes de 105,3 kg.

El precio de la estantería con iva incluido es de 579,99€, con envío gratuito.



Imagen 14. Librería Epure



Imagen 15. Estantería BR

Estantería BR

Se trata de una estantería con dos cajones, una puerta con estante completo, todos ellos sin tiradores, y en la parte superior un estante regulable en altura. Se sostiene por cuatro patas inclinadas que elevan considerablemente el mueble.



El diseño pretende enfocar un estilo moderno, con una sola columna y jugando con los colores claros del roble y el blanco principal del mueble. Cabe destacar la disposición de los agujeros de los cajones, que rompe con el carácter simétrico del mueble.

El material utilizado en la construcción de la estantería es el conglomerado de madera, con acabado en blanco mate y roble.

Las medidas de la estantería son 50,2 x 39,1 x 171,3 cm, con un peso total de 29,3 kg y capaz de soportar 4 kg por cajón y 8 kg por estante.

El precio de la estantería con iva incluido es de 204€, con el envío de esta incluido.



Imagen 16. Estantería BR

Estantería 140G



Imagen 17. Estantería 140G

Se trata de una estantería de con fondo, dos cajones y una puerta con solapa, además de ocho compartimentos abiertos y toda ella elevada por patas metálicas ajustables en altura.

El diseño y disposición de los distintos compartimentos, pretende atribuir a la estantería un estilo moderno, jugando con las posiciones de los cajones y compartimentos junto con los dos tonos oscuros que se utilizan.

El material utilizado en la construcción de la estantería es el conglomerado de madera, con acabado en gris y roble, con las patas y las asas metálicas y pintadas.

Las medidas de la estantería son 140 x 35 x 173,6 cm, con un peso total entre todas sus partes de 109 kg.

El precio de la estantería con iva incluido es de 374€, con el envío de esta incluido.



Imagen 18. Estantería 140G



Vitrina Alen



Imagen 19. Vitrina Alen

Se trata de una vitrina con un cajón central de doble asa, con dos puertas con cristal, con sistema de cierre suave ubicadas de manera opuesta tanto de manera vertical como horizontal. Está elevada del suelo por cuatro patas regulables situadas en las esquinas de ésta.

El diseño rústico colonial de la estantería con tonos suaves, favorece la luminosidad y sensación de amplitud en las estancias. Con un estilo austero pero de disposición inversa, centralizado por el cajón que divide el mueble.

El material utilizado es madera maciza de acacia con acabado de cepillado y pátina blanca, proviene de bosques sostenibles con tala controlada. El tablero de MDF y el cristal para las puertas también están presentes en su composición.

Las medidas de la estantería son 110 x 40 x 166 cm, con un peso total entre todas sus partes de 64 kg, es capaz de soportar una carga máxima total de 60 kg, repartidos por los cajones que soportan 5 kg y los estantes, capaces de soportar hasta 10 kg.

El precio total de la estantería con iva y gastos de envío incluidos, es de 1099€.



Imagen 20. Vitrina Alen

Estantería INGRID



Imagen 21. Estantería Ingrid

Esta estantería tiene los compartimentos organizados de una forma atípica, puede almacenar objetos que estén a la vista, o disponerlos de manera oculta mediante los compartimentos con puertas. El almacenamiento es muy práctico, gracias a sus diferentes dimensiones.

El diseño de la estantería refleja toques de modernidad, a la hora de no haber simetría en la disposición de sus compartimentos, como a la hora de disponer las puertas en ellos. El tono blanco de las puertas resalta frente al marrón claro de la estantería. Toda ella elevada del suelo para darle ese punto de distinción.



El material utilizado en la construcción de la estantería es el conglomerado de madera, con acabado en blanco y roble, con las patas de un tono más claro.

Las medidas de la estantería son 150 x 35,5 x 208,5 cm, con un peso total entre todas sus partes de 72 kg.

El precio de la estantería con iva incluido es de 719,99€, con el envío de esta incluido, pero viene desmontada.



Imagen 22. Estantería Ingrid

2.1.2.2 Estanterías sin fondo



Imagen 23. Estantería Kallax

Estantería KALLAX

Se trata de una estantería sin fondo de cuatro alturas, todas ellas de las mismas dimensiones, la cual está dividida por una balda vertical central, que proporciona a la estantería de ocho espacios de almacenamiento con posibilidad de utilizar cajones externos.

El diseño de la estantería es escueto pero funcional, variando en el espesor de sus baldas interiores y exteriores, para no dar una imagen de total regularidad y ser más atractiva para los usuarios.

La estantería está compuesta por diversos materiales, tableros de partículas para su estructura externa, tableros de fibras para las baldas internas, cartón de abeja para la balda vertical, recubierta de láminas de papel y todos los bordes de plástico.

Las medidas de la estantería son 77 x 39 x 147 cm, con una separación entre baldas horizontales de 33 cm, capaces de soportar 13 kg de peso máximo.

El precio de la estantería con iva incluido es de 59 €, con el envío de esta no incluido y viene desmontada.



Imagen 24. Estantería Kallax



Estantería BERN



Imagen 25. Estantería Bern

Estantería sin fondo, diferenciada por su estructura maciza por un lado, y por otro los estantes. En sus cinco diferentes alturas, se puede acceder a ellas indistintamente por cada lado de la estantería, exceptuando dos de las alturas, la más baja y la segunda más alta.

El diseño de carácter industrial, es claramente visible por su combinación de materiales. Una estructura compuesta principalmente por las patas, que rodean todos los estantes de manera elegante, y se unen ambas por dos entrecruzamientos.

Los materiales empleados son, para su estructura el hierro, pintado posteriormente de negro, y la madera de pino reciclado, para los estantes.

Las medidas de la estantería son 100 x 30 x 180 cm, con un peso total de 24,4 kg.

El precio de la estantería con iva incluido es de 998 €, con el envío de esta incluido.



Imagen 26. Estantería Bern

Estantería KUB

Estantería compuesta por distintos módulos, baldas y cajones que el usuario puede organizar a su gusto, conforme sus necesidades para crear la mejor distribución para cada usuario con 28 compartimentos.

El diseño es sencillo, utilizando una misma tonalidad de gris, para todas sus partes, exceptuando los tiradores en marrón de los cajones. Pero destaca en esta estantería la posibilidad de combinaciones diferentes que el usuario es capaz de hacer.

Los materiales empleados son el metal para las puertas, y la madera de aglomerado para el resto de elementos. Dicha madera viene con certificado de gestión sostenible y respetuosa.



Imagen 27. Estantería Kub



Las medidas de la estantería son 200 x 31,7 x 162,45 cm, con un peso total entre todos sus elementos de 76 kg.

El precio de la estantería con iva incluido es de 576,44 €, con el envío de esta incluido, pero viene desmontada con herramientas.



Imagen 28. Estantería Kub

Estantería STOCKHOLM



Imagen 29. Estantería Stockholm

Esta estantería cuenta en la parte inferior con tres compartimentos de gran tamaño, todos ellos con puerta para guardar su contenido. La parte superior está compuesta por cuatro niveles, dos a dos interpuestos, uno de ellos con simetría y los otros contrapuestos.

El diseño nórdico escandinavo de la estantería, con la combinación y disposición de las estancias, le confiere un toque de modernidad en una estructura tan sensata.

El material principal por el que está compuesta la estantería es la madera de Sheesham, de tonos dorados a pardos, con toques sutiles de púrpura.

Las dimensiones generales de la estantería son 150 x 35 x 200 cm, con un peso total de 92.7 kg.

El precio total de la estantería con todo incluido es de 1349 €.



Imagen 30. Estantería Stockholm

Estantería ARTIC



Imagen 31. Estantería Arty

Estantería compuesta por diversos tipos de almacenamiento, con cajones, puertas y estantes sin fondo. Puede almacenar todo tipo de objetos gracias a esta diversidad, como a la de sus dimensiones.



Imagen 32. Estantería Arty

Diseño nuevamente industrial por la combinación de materiales, con un aire vintage, conseguido por la unión de diferentes tonos oscuros de negros y marrones, con un toque característico y llamativo de naranja.

La estructura de metal con acabado de pintura nitrocelulósica, asociado con paneles de fibra de madera, recubierta de pintura acrílica.

Las dimensiones de la estantería son 80 x 35 x 190 cm, con un peso total de 52,9 kg.

El precio total de la estantería es de 629 €, sin contar el envío.

2.1.2.3 Estanterías de pared

Estantería ORLANDO



Imagen 33. Estantería Orlando

Estantería de pared compuesta por una estructura circular y dos estantes longitudinales, que le ofrece tres espacios distintos de almacenaje.

Su diseño se asemeja al industrial, solo por la combinación de materiales, por su estructura busca la atracción de las miradas, por salirse de lo común.

Los materiales utilizados son el metal para su estructura y madera de abeto tratada para los estantes.

Las dimensiones generales de la estantería son 120 cm de diámetro y 24,5 cm de profundidad. El peso total con todos los elementos es de 13,28 kg.

El precio total de la estantería es de 229 €, sin contar el envío.



Imagen 34. Estantería Orlando



Estantería EKET

Estantería de pared compuesta por siete módulos cuadrados de idénticas dimensiones, dos de los cuales vienen con puerta, para poder ocultar su contenido.

El diseño asimétrico de esta estantería, permite la personalización de esta según los objetos que almacene y la disposición de sus siete módulos por el espacio de la pared.



Imagen 36. Estantería Eket

La estantería está compuesta por tableros de partículas y tableros de fibras para los paneles, y acero galvanizado para el riel.

Las dimensiones de cada módulo son 35 x 23 x 35 cm, tanto el que tiene puerta como no. La estructura modelo mide 87,5 x 23 x 210 cm. El peso capaz de soportar la estantería dependerá del material de la pared.

El precio de la estantería con iva incluido es de 180 €, con el envío de esta no incluido y viene desmontada.



Imagen 35. Estantería Eket

2.1.2.4 Estanterías colgantes

Librería PENSILE

Estantería colgante de pared compuesta por cuatro estantes rectangulares con las esquinas redondeadas, unidos y sujetos por un cable que los atraviesa desde la parte superior central.

Diseño que busca reducir la estructura de la estantería al mínimo absoluto, colgando los estantes con nudos en dos cables fijos en un solo punto de la pared.

Los materiales que se han utilizado para los diferentes componentes de la estantería son el roble, la chapa de roble, la madera de fresno y el cable de acero.



Imagen 37. Librería Pensile



Imagen 38. Librería Pensile

Las dimensiones de la estantería son 105 x 30 x 150 cm, y puede resistir según el material de la pared, entre 2 kg si se trata de yeso, hasta 20 kg si la pared es de hormigón.

El precio total de la estantería con todo incluido es de 992,20 €.

Estantería LH-BF

Estantería colgante del techo, compuesta por dos alturas en forma de ele, sujeta por diferentes perfiles que unen ambas alturas con el techo.

Diseño retro moderno industrial, con la combinación de madera y metal, utiliza líneas rectas para mostrar sencillez y funcionalidad.



Imagen 39. Estantería LH-BF

Los materiales utilizados son el aluminio, para todo su perfil cuadrado de la estructura, pintada en negro metalizado, y madera de pino, con un recubrimiento de barniz para un acabado fino.



Imagen 40. Estantería LH-BF

Las dimensiones de cada lado de la estantería, son 120 x 80 x 100 cm, pesando toda ella unos 6 kg de peso, y es capaz de soportar de 5 a 20 kg por estante, dependiendo del material del techo.

Su precio está en 346,68 €, con posibilidad de financiación y envío incluido.



2.1.2.5 Estanterías polivalentes

VARV Estante Multifuncional

Estantería multifuncional de cinco estantes, capaz de convertirse en mesa gracias a su estructura móvil, compuesta por una base y la estructura que sujeta los propios estantes, que a su vez también es móvil.

El carácter de la propia es puramente industrial, por la elección de materiales y cómo estos son utilizados. Los colores refuerzan este carácter tan apreciable.

Los materiales, como comúnmente en este estilo se utilizan, son la madera, en este caso tablero de fibra de densidad media, junto con una estructura de metal de color negro.



Imagen 41. Estantería VBARV



Imagen 42. Estantería VBARV

Las dimensiones de la estructura son, como estantería 70 x 49 x 132 cm, y como mesa 140 x 64 x 75 cm; capaz de soportar en ambas opciones hasta los 80 kg de peso.

El precio de la estantería, con el envío incluido, pero estando desmontada es de 866,99 €, con opciones de financiación.

Escalier Cube de Rangement

Estantería multifuncional gracias a su diseño en forma de escalera, es capaz de albergar objetos por su parte frontal y por su lateral tiene la opción de utilizarse como escalera para subir a la estancia superior.

Tiene un diseño sencillo, en el cual utiliza módulos para los cajones, que a su vez son los propios escalones. Su acabado es del todo personalizable, gracias a su amplio abanico de tonalidades.



Imagen 43. Escalera Rangement



Imagen 44. Escalera Rangement

El material principal de la estantería es la madera prensada, la cual tiene distintos acabados; también utiliza metal en las guías de los cajones.

Las dimensiones de la estantería son 200 x 50 x 200 cm, con un peso total de 198 kg.

El precio de la estantería, con el envío incluido, pero estando desmontada es de 1996 €, con opciones de financiación.

2.1.2.6 Estanterías industriales

Estantería Stocker Classic



Imagen 45. Estantería Stocker

Estantería metálica de uso profesional de carga pesada y baldas regulables en altura. Está pensada para organizar y almacenar todo tipo de objetos en garajes, trasteros, almacenes, talleres, industrias y otros muchos negocios.

Su diseño se basa en la funcionalidad y comodidad. Su estructura metálica se monta sin utilizar tornillos; los estantes de madera en tono claro, le dan el aire industrial que le pertenece.

La estantería metálica cuenta con refuerzos a cada nivel, y con la utilización de la madera de alta densidad, con los bordes protegidos, proporciona una estabilidad dimensional hasta los 600 kg de carga soportable.

Las medidas de la estantería son 200 x 170 x 60 cm, con un peso de 78 kg. El precio de venta al público de esta estantería es de 342,78 €.



Imagen 46. Estantería Stocker



Estantería Kunna

Estantería alta para oficinas, destinada a cumplir con su utilidad. Dispone de cinco estantes no regulables en altura

El diseño de esta se basa en la simplificación del diseño, utilizando líneas rectas, atendiendo a su función y dejando de lado lo atractivo.

La estantería está compuesta por melamina de material principal, con disponibilidad de dos tonos para su acabado.

Las dimensiones de esta son 90 x 200 x 45 cm, con un grosor de 25 mm.

El precio de venta al público es de 230 €.



Imagen 47. Estantería Kunna

2.1.3 Selección de Materiales

En el diseño de mobiliario predomina la madera como material más utilizado, en todas sus formas. Se va a realizar una búsqueda, partiendo de las maderas más comunes y utilizadas, analizando sus características y aplicabilidad, para poder estrechar las posibilidades a la hora de elegir el material más adecuado en global, para este proyecto.

A continuación se enumeran las maderas más comúnmente utilizadas en el mercado del mobiliario, con una pequeña descripción para poder entender sus aplicaciones según las características de cada una de ellas.

Pino

Se trata de una madera blanda, relativamente elástica y sólida, con buena resistencia mecánica, sobre todo con los esfuerzos de tracción y flexión. Es ligera y fácil de trabajar, aguanta bien a la intemperie y no necesita cuidados excesivos de mantenimiento. Tiene muy buena relación calidad precio.



Imagen 48. Pino



Roble

Esta madera es densa, pesada, dura y fuerte, pero algo difícil de trabajar, aunque con buena resistencia mecánica y aceptación de acabados superficiales. Con apenas mantenimiento, buena apariencia y fabricabilidad, su precio es medianamente elevado.



Imagen 49. Roble

Abeto

La madera de abeto es algo más dura que la de pino, pero no mucho más, pesa algo más que esta, pero está considerada como madera ligera. Es elástica, maciza y se puede trabajar bien con ella, aunque no tenga una excelente resistencia mecánica ni acepte todas las operaciones de acabado, y que no oponga resistencia a la intemperie. Sin embargo tiene buena fabricabilidad y es relativamente económica.



Imagen 50. Abeto

Nogal

Madera semidura, semipesada con buena resistencia mecánica. Destaca su estabilidad dimensional que proporciona facilidad de trabajo, acepta cualquier acabado y tiene muy buena fabricabilidad sin operaciones de mantenimiento concretas, pero su mayor defecto es su precio tan elevado.



Imagen 51. Nogal

Teca

Esta madera se considera dura, semipesada y con buena resistencia mecánica. Aunque sea una madera estable dimensionalmente, su fabricabilidad es moderada y no acepta operaciones de acabado que no sea con su resina o sus aceites. No requiere de mucho mantenimiento, pero sí adquirirla por su precio tan elevado.



Imagen 52. Teca

Caoba

Madera muy versátil y de alta calidad, clasificada como semiblanda y muy ligera, pero con muy buena resistencia mecánica, estabilidad dimensional y facilidad para fabricar. Apta para cualquier operación de acabado, pero no es compatible con el poliéster. Requiere de unos cuidados especiales de mantenimiento y su precio es muy elevado.



Imagen 53. Caoba

Haya

Madera dura, pesada y con buena resistencia mecánica. Es duradera, tiene un comportamiento excelente con todas las operaciones de acabado y de fácil tratamiento, por lo que tiene alta fabricabilidad. No soporta bien la intemperie, pero no precisa tampoco de operaciones de mantenimiento específicas. Su precio es moderadamente económico.



Imagen 54. Haya



Cedro

Considerada una madera duradera, se clasifica dentro de las maderas blandas y ligeras, por lo que tiene alta fabricabilidad. Con una resistencia mecánica media, no precisa de operaciones de mantenimiento ni problemas a la hora de realizar operaciones de acabado. Es una madera bastante económica con grandes cualidades frente a la intemperie.



Imagen 55. Cedro

Fresno

Madera semidura, semipesada, flexible y de buena resistencia mecánica, por lo que tiene buena fabricabilidad. Esta no precisa de operaciones de mantenimiento específicas y tiene buen comportamiento frente a cualquier operación de acabado. Se considera una madera muy versátil de precio moderadamente económico.



Imagen 56. Fresno

Contrachapado

Esta madera se forma con finas chapas de madera reforzada, pegadas con las fibras transversalmente una sobre otras, con resinas mediante temperatura y presión. Las prestaciones mecánicas del contrachapado varían según la calidad del producto, como varía el precio de estos.



Imagen 57. Contrachapado

Aglomerado

Esta madera se obtiene de distintos residuos de carpintería, se trituran en distintos tamaños para su posterior aglomerado y termoconformado. Es una madera de peso elevado, de buena fabricabilidad pero de textura basta y porosa, que se comercializa a modo de tableros.



Imagen 58. Aglomerado

D.M.

Esta madera se forma a partir de fibras de maderas que se encolan y se prensan. Las siglas corresponden a densidad media, que entendemos por la cantidad de material que se utiliza para crear una plancha. Pesa más que los aglomerados, pero son menos porosos, por lo que aguantan mejor la humedad.



Imagen 59. D.M.



2.2 *Diseño Conceptual*

En este apartado del proyecto se trata la primera fase del diseño, en la cual se establecen los hitos que se pretenden alcanzar, se analizan los bocetos preliminares mediante las técnicas y métodos pertinentes, para que se obtengan las soluciones de diseño adecuadas.

En este caso se va a estudiar el diseño conceptual de una estantería que contiene cajones extraíbles, intercambiables y agrupables, con la función básica de almacenar objetos en ella, pero con un plus mediante la funcionalidad de los cajones y el diseño de esta. Se establecerán los objetivos del producto, para posteriormente realizar los primeros bocetos de estanterías según estos objetivos. Se aplicarán las técnicas para evaluar estos diseños, para obtener el mejor y más adecuado de ellos al problema planteado.

2.2.1 *Introducción*

Se empieza estableciendo el problema que se pretende tratar, para así realizar un estudio de objetivos que se deben alcanzar para llegar a una solución. Una vez ya se tengan los objetivos y ya se hayan evaluado, se pasa a la realización de los bocetos de cada propuesta, para llegar a diferentes soluciones. Estas soluciones se someten a un proceso de evaluación mediante las técnicas adecuadas. Una vez evaluadas, se obtendrá la más adecuada, la cual se desarrollará más en profundidad, en la fase posterior del diseño de detalle.

2.2.2 *Clasificación y definición del problema*

Previamente a la realización del diseño conceptual, se debe definir el problema principal por el cual se va a realizar dicho proyecto. En este caso, el problema se puede dividir en dos problemáticas, las cuales se podrán resolver por diferentes enfoques.

En el mercado del mobiliario, hay claramente un material por excelencia, la madera, de muchos tipos, colores, texturas, precios, etc. Por una de las grandes problemáticas en el mundo, la utilización de materiales reciclables y reciclados es primordial a la hora de producir cualquier producto. En el caso de la madera, este aspecto está a la orden del día, ya que la madera se recicla, el residuo de esta se aprovecha para tableros de conglomerado, pero se ha detenido el avance en mejorar el aspecto ecológico y del reciclaje en el mobiliario, por la facilidad que ofrece la madera en este conjunto, ya que su reciclaje, su vida útil, su ciclo de vida, etc, están tan estudiados que ya se controlan perfectamente. Por ello se



ha detenido el avance ecológico, por el simple hecho de “como ya se está haciendo bien”; por lo que uno de los problemas que se quieren abarcar en este proyecto es la poco aprovechamiento de residuos que no se utilizan y se podrían utilizar, por ejemplo en el mundo del mobiliario, donde no se saca provecho de ello y se pierden.

A sabiendas que el problema anterior no es posible solucionarlo del todo con el diseño de producto, sino con la elección y tratamientos del material a emplear; el segundo problema que se trata en el presente proyecto es la simplicidad y poca polivalencia que hay en el mercado de las estanterías, donde lo común es encontrar productos alejados de lo estético, únicamente centrados en la parte funcional de los mismos. No se pretende decir que las estanterías comunes en el mercado no sean estéticamente bonitas o aceptables por que si lo son. El tema que se critica en este proyecto es la falta de ingenio e imaginación, y la conformidad que existe en este tipo de mobiliario por parte de sus diseñadores, siempre hablando desde el ámbito general, siempre se pueden encontrar excepciones donde sus diseñadores sean exquisitamente maravillosos en sus diseños. En el aspecto funcional ocurre más de lo mismo, como la estantería más simple cumple con su función, no se innova ni se avanza con su funcionalidad, está de nuevo atascada.

2.2.2.1 Estudio de las Expectativas

En el diseño de la estantería, como principal aspecto se pretende que esta cumpla con las necesidades del usuario, ofreciendo una versatilidad extra gracias a las combinaciones posibles que se pueden realizar con los cajones extraíbles.

Otro aspecto muy importante, como el anterior, es que si ya cumple con la necesidad que pide el usuario, ahora que llegue a la gran mayoría de ellos, gracias a que la estantería sea ergonómicamente adecuada para el mayor número posible de usuarios que vayan a utilizarla.

Como uno de los problemas principales que se abordan en el proyecto, el aspecto estético que tan de lado se está dejando últimamente en este tipo de mobiliario, es un factor muy importante en el presente proyecto, ya que se considera que el atractivo de la estantería juega un papel fundamental en la decisión del usuario.

La resistencia que sea capaz de soportar la estantería es otro de los factores que se tiene en cuenta, ya que esto dependerá de los materiales utilizados como de los herrajes seleccionados, y conferirá la garantía de uso del producto como su durabilidad en el tiempo.

En todos los procesos y elecciones que se lleven a cabo en el proyecto, la sostenibilidad juega un papel muy importante a la hora de elegir las opciones que se barajan, ya que en la



actualidad, para que el producto diseñado se pueda producir, y una de las claves para que sea rentable y triunfe, es lo mucho sostenible que puede llegar a ser.

Si las piezas que componen la estantería, su diseño es sencillo, su fabricación y montaje lo suele ser también, factor que interesa mucho al económico. Por lo que se puede concluir, que entre este y las demás expectativas generadas, por orden de prioridad son:

- Funcionalmente útil
- Ergonómicamente accesible
- Estéticamente atractivo
- Resistente a los esfuerzos
- Alto grado de sostenibilidad
- Facilidad de fabricación y montaje

2.2.2.2 Lista de Objetivos

En este apartado se van a enumerar los objetivos que se pretende que cumpla el producto a diseñar, para lograr erradicar los problemas que se han mencionado anteriormente. Los objetivos que se han establecido, para mitigar con dichos problemas, se clasifican en función del grupo al cual vayas a satisfacer:

- Objetivos de la empresa / del promotor
- Objetivos de diseño
- Objetivos de fabricación
- Objetivos del usuario

Cada uno de los objetivos pertenecientes a una de estas categorías, se clasificara a su vez según responda cada objetivo en:

- Restricciones (R): Objetivos no escalables
- Especificaciones (E): Objetivos escalables
- Deseos (D): Objetivos no indispensables pero que pueden mejorar el diseño del producto.

A continuación se enumera la lista de objetivos clasificados según al grupo que satisfacen, y a su vez, por el tipo de objetivo que son:



· OBJETIVOS DE LA EMPRESA ·

1. Que el producto tenga el menor grado de impacto ambiental (R,E)
2. Que el producto sea lo más ergonómico posible (R)
3. Que se utilicen materiales lo más sostenibles posible (E)
4. Que el producto sea de la mayor calidad posible (R)
5. Que el producto sea lo más económico posible (R,E)
6. Que el producto sea lo más atractivo posible (D)
7. Que el producto ofrezca algo distinto a su mercado (R)
8. Que el producto tenga un amplio alcance en el mercado (D)
9. Que se obtengan los mayores beneficios posibles con el producto (D)
10. Que se obtengan el mayor número de ventas del producto (D)

· OBJETIVOS DE DISEÑO ·

11. Que el producto sea seguro a la hora de utilizarlo (R)
12. Que el producto tenga la mayor vida útil posibles (E)
13. Que el producto sea lo más atractivo posible (E)
14. Que al producto se le defina del estilo de la Bauhaus, por la estética de este, que corresponda a los cánones característicos de dicho estilo (D)
15. Que el producto contenga una estructura rígida (R)
16. Que el producto contenga el mayor número posible de ubicaciones para el almacenaje (R,E)
17. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de las ubicaciones para el almacenaje (R)
18. Que el producto ocupe el menor espacio posible en la vivienda (R,E)
19. Que el producto sea lo más resistente a esfuerzos posible (R)
20. Que la estructura del producto sea lo más resistente posible (R)
21. Que el material principal del producto sea algún tipo de madera o similar (R)
22. Que el diseño del producto sea claro e intuitivo (R)
23. Que el producto contenga el mayor número de tamaños de cajones (R,E)
24. Que el producto disponga de cajones extraíbles y agrupables (R)
25. Que el montaje y desmontaje del producto sea lo más sencillo posible (R,E)
26. Que el producto tenga los elementos de construcción estandarizados (R)
27. Que el peso del producto sea el menor posible (E)

· OBJETIVOS DE FABRICACIÓN ·

28. Que las piezas del producto sean lo menos complejas posible (E)
29. Que el producto sea lo más sencillo de fabricar posible (E)



30. Que durante la fabricación del producto se optimicen los procesos de fabricación para abaratar los máximos costes posibles (E)
31. Que el producto tenga una buena relación calidad/precio entre sus materiales y elementos (E)
32. Que el producto sea lo más fácil de ensamblar posible (E)
33. Que para la fabricación del producto se utilice listones de un material con propiedades similares a la madera (R)
34. Que el material empleado para fabricar el producto se pueda o ya sea reciclado (R,E)
35. Que el proceso de fabricación del producto sea la más sostenible posible (E)
36. Que el producto sea viable técnicamente (R)
37. Que las uniones utilizadas en el producto sean sencillas y fiables (R)

· OBJETIVOS DEL USUARIO ·

38. Que los espacios del producto sean verdaderamente útiles (R)
39. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de sus espacios/ubicaciones (R,E)
40. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de los cajones (R,E)
41. Que el producto sea lo más ergonómico posible (R,E)
42. Que el producto sea verdaderamente útil para las necesidades del usuario (R)
43. Que el producto sea lo más fácil de mantener posible (E)
44. Que el producto tenga la posibilidad de que sus cajones se extraigan y se apilen (R)
45. Que el producto tenga facilidad a la hora de ser manejado (R)

2.2.2.3 Análisis y árbol de los Objetivos

Al tener los objetivos definidos, clasificados según el grupo al que pertenezcan y por su categoría, se procede a su análisis, donde se establecerá un objetivo principal, al cual los objetivos secundarios responderán con el fin de alcanzar las metas preestablecidas. Puntualizamos, en que los objetivos de la empresa no se vayan a estudiar, ya que se da por hecho que estos se deben de cumplir obligatoriamente, por lo que quedan excluidos del análisis.

Este proceso que se va a realizar para dividir los objetivos en diferentes grupos, servirá para su organización según el aspecto de diseño, desechando los que puedan estar repetidos o de significado idéntico.



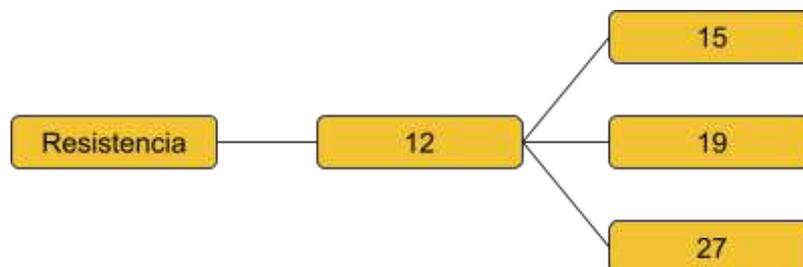
Los objetivos posteriormente enumerados se van a agrupar según los siguientes:

- Resistencia
- Funcionamiento
- Seguridad
- Estética
- Montaje
- Fabricación

Al estar formados los grupos, se procede a realizar el análisis de estos objetivos y la construcción del árbol de objetivos:

· RESISTENCIA ·

- 12. Que el producto tenga la mayor vida útil posibles (E)
- 15. Que el producto contenga una estructura rígida (R)
- 19. Que el producto sea lo más resistente a esfuerzos posible (R)
- ~~20. Que la estructura del producto sea lo más resistente posible (R)~~
- 27. Que el peso del producto sea el menor posible (E)



· SEGURIDAD ·

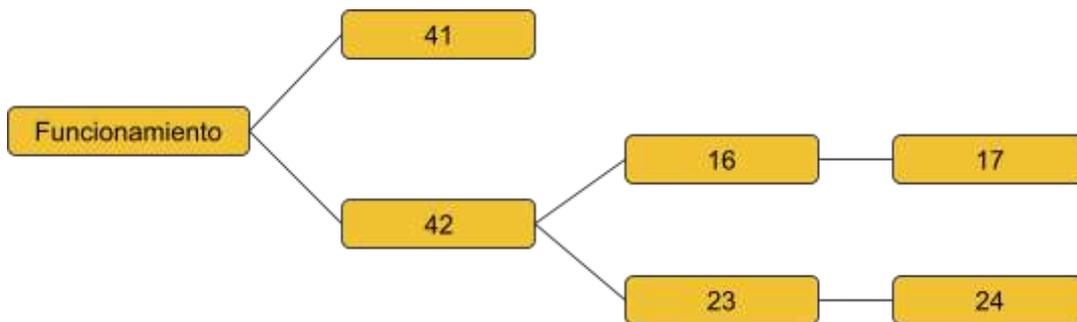
- 11. Que el producto sea seguro a la hora de utilizarlo (R)
- 45. Que el producto tenga facilidad a la hora de ser manejado (R)





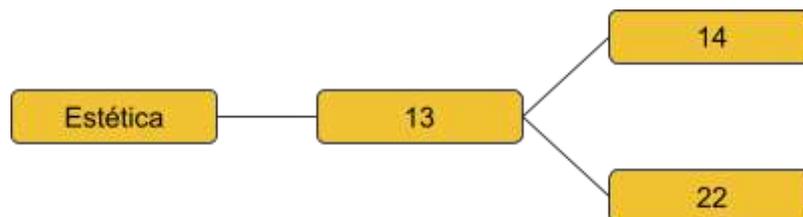
· FUNCIONAMIENTO ·

- 16. Que el producto contenga el mayor número posible de ubicaciones para el almacenaje (R,E)
- 17. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de las ubicaciones para el almacenaje (R)
- 18. Que el producto ocupe el menor espacio posible en la vivienda (R,E)
- 23. Que el producto contenga el mayor número de tamaños de cajones (R,E)
- 24. Que el producto disponga de cajones extraíbles y agrupables (R)
- ~~38. Que los espacios del producto sean verdaderamente útiles (R)~~
- ~~39. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de sus espacios/ubicaciones (R,E)~~
- ~~40. Que el producto tenga la mayor diversidad posible en el tamaño de los cajones (R,E)~~
- 41. Que el producto sea lo más ergonómico posible (R,E)
- 42. Que el producto sea verdaderamente útil para las necesidades del usuario (R)
- ~~44. Que el producto tenga la posibilidad de que sus cajones se extraigan y se apilen®~~



· ESTÉTICA ·

- 13. Que el producto sea lo más atractivo posible (E)
- 14. Que al producto se le defina del estilo Bauhaus, por la estética de este, que corresponda a los cánones característicos de dicho estilo (D)
- 22. Que el diseño del producto sea claro e intuitivo (R)

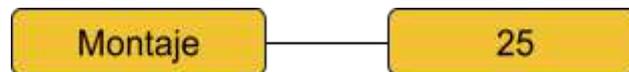




· MONTAJE ·

25. Que el montaje y desmontaje del producto sea lo más sencillo posible (R,E)

~~32. Que el producto sea lo más fácil de ensamblar posible (E)~~



· FABRICACIÓN ·

21. Que el material principal del producto sea algún tipo de madera o similar (R)

26. Que el producto tenga los elementos de construcción estandarizados (R)

28. Que las piezas del producto sean lo menos complejas posible (E)

29. Que el producto sea lo más sencillo de fabricar posible (E)

30. Que durante la fabricación del producto se optimicen los procesos de fabricación para abaratar los máximos costes posibles (E)

31. Que el producto tenga una buena relación calidad/precio entre sus materiales y elementos (E)

~~33. Que para la fabricación del producto se utilice listones de un material con propiedades similares a la madera (R)~~

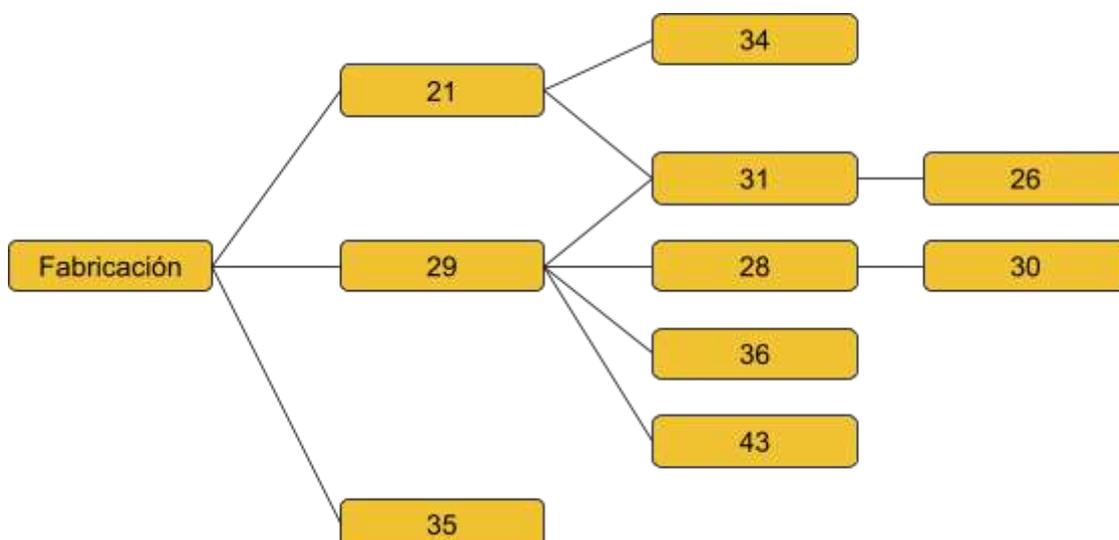
34. Que el material empleado para fabricar el producto se pueda o ya sea reciclado (R,E)

35. Que el proceso de fabricación del producto sea la más sostenible posible (E)

36. Que el producto sea viable técnicamente (R)

~~37. Que las uniones utilizadas en el producto sean sencillas y fiables (R)~~

43. Que el producto sea lo más fácil de mantener posible (E)





Al finalizar con el análisis de los objetivos y haber realizado el árbol de cada uno de los grupos, se puede realizar el árbol de todos los objetivos del proyecto:





2.2.2.4 Lista de Especificaciones

Esta es la lista de los objetivos considerados como especificaciones, donde se van a escalar y calificar para poder medirlos con los métodos de medición pertinentes, para que se vuelvan más concretos.

Tabla 1. Especificaciones de diseño

OBJETIVO	ESPECIFICACIÓN	CRITERIO	VARIABLE	ESCALA
1. Bajo impacto ambiental	Que se tenga el menor grado de impacto ambiental posible	Que contamine muy poco	Grado de impacto ambiental	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)
2. Sostenible	Que contamine lo menos posible	Que sea poco contaminante	Grado de sostenibilidad	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)
3. Económico	Que sea lo más económico posible	Que sea económico	Precio	Proporcional en €
4. Duradero	Que sea lo más duradero posible	Que sea muy duradero	Vida útil	Proporcional en años
5. Atractivo	Que sea lo más atractivo posible	Que sea muy atractivo	Nivel de atracción	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)
6. Gran capacidad de almacenaje	Que tenga la mayor capacidad de almacenaje posible	Que pueda almacenar muchos objetos	Volumen albergado	Proporcional en volumen (cm ³)
7. Ocupe poco espacio	Que tenga el menor área en el suelo posible	Que ocupe poco espacio	Área en el suelo	Proporcional en area (m ²)
8. Muchos cajones	Que tenga el mayor número de cajones	Que tenga muchos cajones	Número de cajones	Proporcional en unidades
9. Ligero	Que sea lo menos pesado posibles	Que sea ligero	Peso	Proporcional en Kg
10. Sencillo de fabricar	Que sea lo más fácil de fabricar posible	Que tenga piezas y procesos sencillos	Facilidad de fabricación	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)
11. Sencillo de ensamblar	Que sea lo más fácil de ensamblar posible	Que tenga uniones sencillas y cómodas	Facilidad de ensamblaje	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)
12. Diversos tamaños de cajones	Que tenga el mayor número de cajones de diferentes tamaños	Que tenga muchos tamaños de cajones	Número de cajones diferentes en tamaño	Proporcional en unidades
13. Fácil de mantener	Que sea lo más sencillo de mantener posible	Que sea fácil de limpiar	Dificultad de limpieza	Ordinal (Muy alto, Alto, Normal, Bajo, Muy bajo)



2.2.3 Primeras soluciones

En este apartado se van a mostrar los primeros diseños de soluciones, una vez ya se han establecido los objetivos y las especificaciones de diseño. En estas propuestas, al diseñarlas, se han tenido presente las expectativas que se tenían al inicio del estudio conceptual.

Se van a diferenciar entre todas las propuestas dos grandes grupos, definidos como estanterías cerradas y abiertas. Estos términos hacen referencia, a que las estanterías pertenecientes al grupo de las cerradas, están totalmente definidas por una estructura de cuatro paredes exteriores, que limitan la configuración interior que forman los estantes de estas. En cambio las estanterías pertenecientes al grupo de las abiertas, su estructura exterior no estará siempre limitada por una pieza, sino que habrá huecos libres.

· ESTANTERÍAS CERRADAS ·

Modelo A

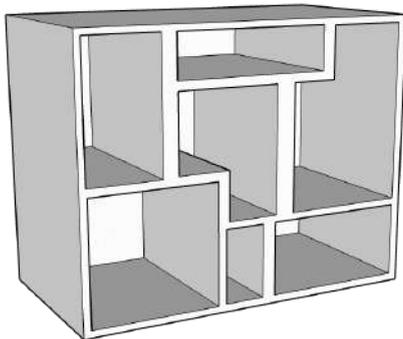


Imagen 60. Modelo A

Este modelo A, de dimensiones no muy grandes, contiene varios estantes capaces de albergar cajones de diferentes tamaños. La variedad de configuraciones que se pueden obtener no es muy elevada, pero por sus dimensiones podría utilizarse como mueble de tele, aunque esta estaría algo más elevada de lo normal.

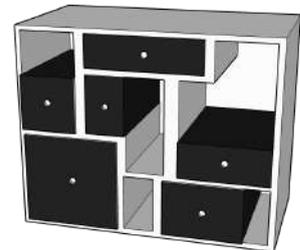


Imagen 61. Modelo A

Modelo B

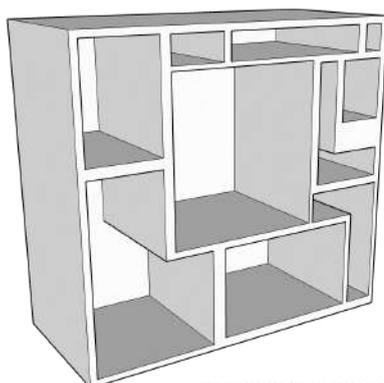


Imagen 62. Modelo B

En este modelo B, se aprecia un estante cuadrado en su centro, con la posibilidad de albergar varios cajones, donde las dimensiones de los estantes son mayores en su parte inferior izquierda, al contrario de lo que ocurre en su opuesto, en la parte superior derecha.

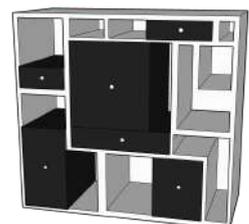


Imagen 63. Modelo B



Modelo C

Esta vez, el modelo C ofrece un diseño estrecho pero alto, donde su base está configurada por el estante más grande. Esta estantería no ofrece una gran cantidad de opciones para colocar los cajones, pero lo contrarresta con su estética y capacidad para ser utilizada en una vivienda, por sus dimensiones reducidas en su base.

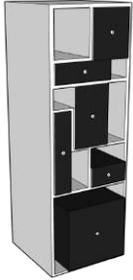


Imagen 64. Modelo C

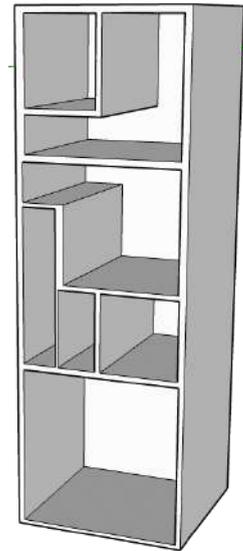


Imagen 65. Modelo C

Modelo D

Esta propuesta del modelo D, las dimensiones de la cual se asimilan a las de la A, pero esta más larga, ofrece bastantes estantes para decidir dónde colocar los cajones. Como particularidad en su diseño, se aprecia un reflejo espejo invertido en la mitad derecha sobre izquierda.

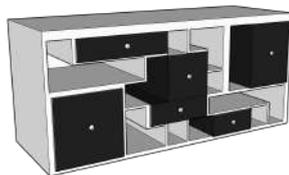


Imagen 67. Modelo D

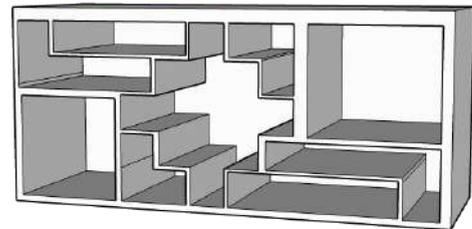


Imagen 66. Modelo D

· ESTANTERÍAS ABIERTAS ·

Modelo 1

Destaca en el diseño de este modelo 1, su gran estante en la parte inferior derecha, como de igual manera destaca su parte superior, totalmente descubierta, con la posibilidad de almacenar objetos de grandes dimensiones. Sus posibilidades de variar los cajones son bastante limitadas.

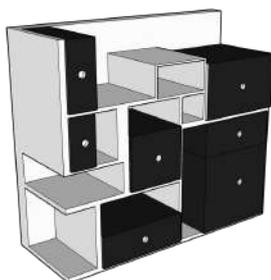


Imagen 68. Modelo 1

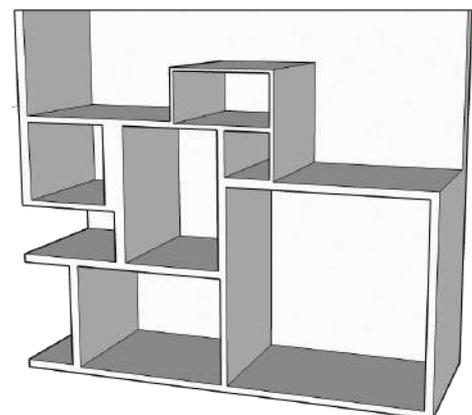


Imagen 69. Modelo 1



Modelo 2

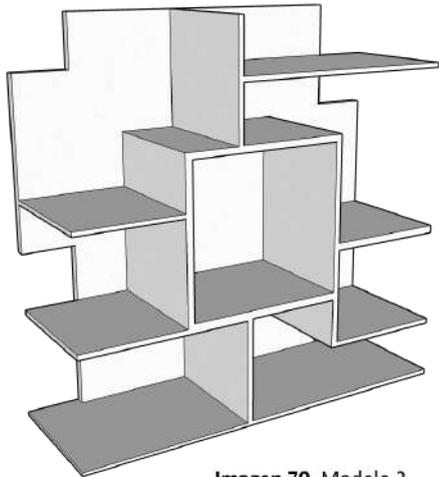


Imagen 70. Modelo 2

Este modelo 2 ofrece una estructura central, con el estante cuadrado en su centro, donde todo el resto de la estructura, tanto en sus lados derecho e izquierdo, como en la parte superior, carece de limitaciones. Sus posibilidades con los cajones son superiores en comparación con el modelo anterior.

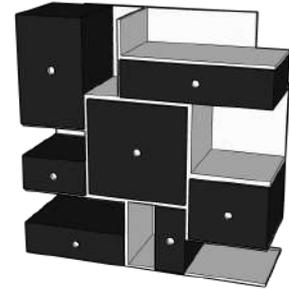


Imagen 71. Modelo 2

Modelo 3

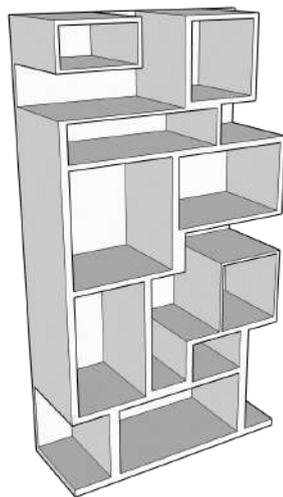


Imagen 72. Modelo 3

La propuesta referente al modelo 3, a la vista está que goza de amplias posibilidades para la ubicación de los distintos cajones. Su estructura parece bastante compacta, pero goza de numerosas partes sin limitaciones. Es una propuesta de grandes dimensiones, destinada a ocupar una pared en su vertical.

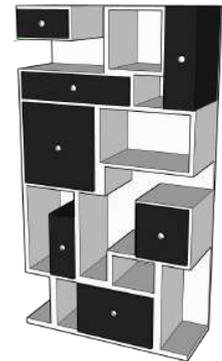


Imagen 73. Modelo 3

Modelo 4

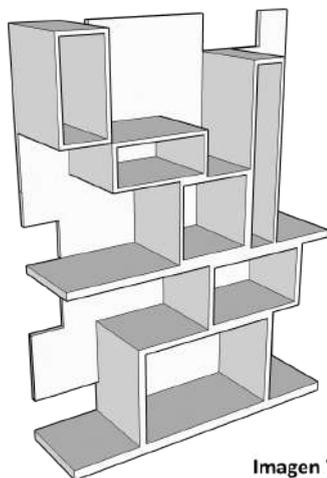


Imagen 74. Modelo 4

Este modelo número 4, por su diseño atrae la vista de los usuarios de primera, gracias a su fondo irregular, ya que no cubre en su totalidad, junto de nuevo con una estructura central, sin limitaciones a los tres extremos, superior, derecho e izquierdo.

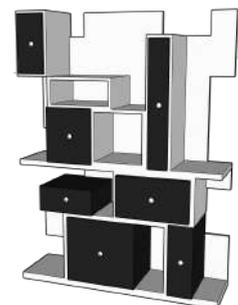


Imagen 75. Modelo 4



Modelo 5

La propuesta 5 va enfocada ya de primeras a ser una estantería, pero a su vez el mueble para la tele, ya que goza de una repisa suficientemente larga y ancha, incluso para albergar altavoces extra. Se vuelve a ver en el diseño, la inversión en espejo en su vertical, por el lado derecho izquierdo.

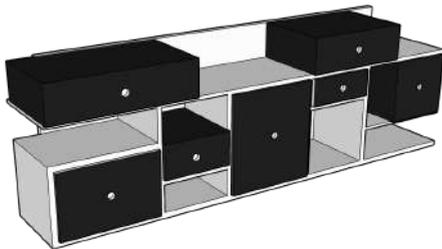


Imagen 76. Modelo 5

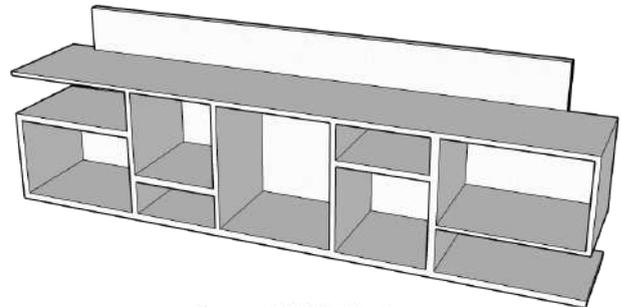


Imagen 77. Modelo 5

Modelo 6

Este último modelo número 6, de primera ya con su diseño totalmente en espejo vertical central, se asemeja a una cara o conjunto de altavoces, por lo que su destino también podría ser el de mesa de televisión. No tiene gran versatilidad a la hora de intercambiar los cajones.

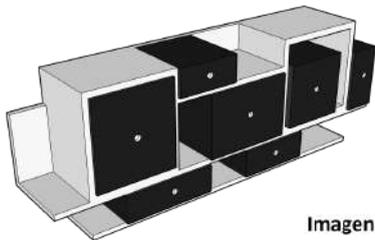


Imagen 79. Modelo 5

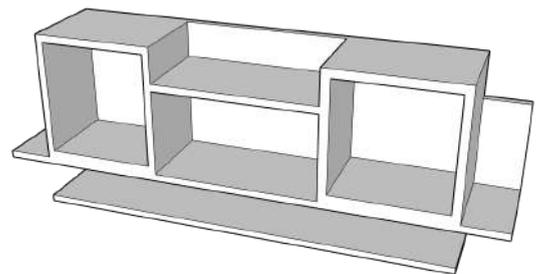


Imagen 78. Modelo 6

**Se eligen para ser analizadas las estanterías: Cerradas (Modelo A y C) y Abiertas (Modelo 3 y 5).*

2.2.4 Evaluación de soluciones

En este apartado se realiza una evaluación sobre las soluciones propuestas anteriormente, para averiguar cuál de ellas se adapta mejor a las especificaciones que se enumeraron en apartados anteriores.



Especificaciones establecidas:

1. Que se tenga el menor grado de impacto ambiental posible.
2. Que contamine lo menos posible.
3. Que sea lo más económico posible.
4. Que sea lo más duradero posible.
5. Que sea lo más atractivo posible.
6. Que tenga la mayor capacidad de almacenaje posible.
7. Que tenga el menor área en el suelo posible.
8. Que tenga el mayor número de cajones.
9. Que sea lo menos pesado posible.
10. Que sea lo más fácil de fabricar posible.
11. Que sea lo más fácil de ensamblar posible.
12. Que tenga el mayor número de cajones de diferentes tamaños.
13. Que sea lo más sencillo de mantener posible.

Entre todas las propuestas, tanto las estanterías cerradas como las abiertas, se tienen diez modelos diferentes para analizar, por lo que se hace una criba de todas ellas, reduciendo la lista a cuatro modelos para poder analizar estos de mayor forma. Los modelos elegidos son para las estanterías cerradas el modelo A y C, para las abiertas el modelo 3 y 5.

Las técnicas que se van a utilizar para analizar estos cuatro modelos son, primero mediante un método cualitativo la técnica DATUM, y segundo mediante un método cuantitativo la técnica de los objetivos ponderados.

2.2.4.1 Método cualitativo. DATUM

Para la evaluación de las alternativas mediante este método cualitativo se debe realizar una matriz que relacione las propuestas de diseño seleccionadas con las especificaciones que se quieran evaluar. La especificación número 1 y 2 no se utilizarán para evaluar los modelos, ya que no se podría ponderar correctamente por su inexactitud a la hora de medirlas.

En la matriz es necesario que se elija una propuesta como referencia, la cual será llamada DATUM, la cual se utiliza como referencia para comparar las otras propuestas. Las propuestas de la primera a la cuarta, pertenecen a los modelos A, C, 3 y 5; se elige como propuesta de referencia la número 3. Para evaluar en comparación con la propuesta de referencia, se utiliza el siguiente criterio:

- Si la propuesta evaluada cumple mejor con la especificación que la propuesta de referencia, se calificará con un “+”.
- Si la propuesta evaluada cumple peor con la especificación que la propuesta de referencia, se calificará con un “-”.
- Si la propuesta evaluada cumple de igual manera con la especificación que la propuesta de referencia, se calificará con un “=”.



Cuando se hayan evaluado y comparado todas las propuestas con aquella tomada como referencia, se realiza una suma de los valores para cada propuesta, otorgando al signo “+” el valor de 1, para el signo “-” el valor de -1, y para el signo “=” el valor de 0.

ESPECIFICACIONES	PROPUESTAS			
	P1	P2	P3	P4
3	+	+	DATUM	-
4	=	=		=
5	-	-		-
6	-	-		=
7	-	=		-
8	-	-		=
9	=	=		=
10	=	=		=
11	=	=		+
12	-	-		-
13	+	=		+
$\Sigma(+)$	2	1		2
$\Sigma(-)$	5	4		4
$\Sigma(=)$	4	6	5	
TOTAL	-3	-3	-2	

Tabla 2. Matriz DATUM

Tras el sumatorio de los resultados, se observa que todos los resultados obtenidos de las propuestas evaluadas frente la referencia han sido negativos, por lo que esta propuesta de referencia número 3, considerada como DATUM, es la propuesta que mejor cumple con las especificaciones según este método cualitativo.

2.2.4.2 Método cuantitativo. Objetivos Ponderados

Esta técnica de evaluación cuantitativa, contrasta los resultados que se hayan obtenido en el método DATUM, para así asegurar que la propuesta seleccionada es la que mejor se adapta. Para ello se realiza una tabla comparativa de las especificaciones, para averiguar la prioridad de estas, una frente a las otras. Para la puntuación de la tabla, se utiliza la siguiente terminología:

- Un 1 si la especificación de la fila tiene prioridad sobre la especificación de la columna.
- Un 0 si la especificación de la fila tiene menos prioridad que la especificación de la columna.
- Un 0 si la especificación de la fila tiene la misma prioridad que la especificación de la columna.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total
1	-	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4
2	0	-	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	1	4
3	1	1	-	0	0	0	1	1	1	0	1	0	1	7
4	1	1	0	-	0	0	1	1	1	0	1	0	1	7
5	1	1	0	1	-	0	1	1	1	1	1	0	1	9
6	1	1	1	0	0	-	1	1	1	1	1	0	1	9
7	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	0	1	0	0	1	-	1	0	1	0	1	7
9	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	0	0	0	1
10	1	1	0	1	0	0	1	1	1	-	0	0	1	7
11	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	-	0	1	3
12	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	-	1	8
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0
Suma Total														66

Tabla 3. Comparativa de las especificaciones

Una vez comparadas las especificaciones se realiza la suma, para ver el orden de prioridad de cada una y poder realizar el reparto de pesos en forma de porcentaje sobre cada una de las especificaciones, para saber la importancia de estas sobre el resto:

Especificación 1

$$E1 = 4 * 100/66 = 6.06\%$$

Especificación 2

$$E2 = 4 * 100/66 = 6.06\%$$

Especificación 3

$$E3 = 7 * 100/66 = 10.61\%$$

Especificación 4

$$E4 = 7 * 100/66 = 10.61\%$$

Especificación 5

$$E5 = 9 * 100/66 = 13.63\%$$

Especificación 6

$$E6 = 9 * 100/66 = 13.63\%$$

Especificación 7

$$E7 = 0 * 100/66 = 0\%$$

Especificación 8

$$E8 = 7 * 100/66 = 10.61\%$$



Especificación 9

$$E9 = 1 * 100/66 = 1.51\%$$

Especificación 10

$$E10 = 7 * 100/66 = 10.61\%$$

Especificación 11

$$E11 = 3 * 100/66 = 4.55\%$$

Especificación 12

$$E12 = 8 * 100/66 = 12.12\%$$

Especificación 13

$$E13 = 0 * 100/66 = 0\%$$

E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	Total
6.06%	6.06%	10.61%	10.61%	13.63%	13.63%	0%	10.61%	1.51%	10.61%	4.55%	12.12%	0%	100%

Tabla 4. Valoración de las especificaciones por porcentajes

Ahora se van a dar los valores de adaptación de las propuestas sobre cada especificación, según el criterio siguiente:

La propuesta se adapta muy bien a la especificación	100%
La propuesta se adapta bien a la especificación	75%
La propuesta se adapta normal a la especificación	50%
La propuesta se adapta mal a la especificación	25%
La propuesta se adapta muy mal a la especificación	0%

Tabla 5. Valores de adaptación

Ahora con estos valores de adaptación se pasa a valorar la adaptación de las propuestas a cada una de las especificaciones:

ESPECIFICACIONES	PROPUESTAS			
	1	2	3	4
E1	75%	75%	75%	75%
E2	100%	100%	100%	100%
E3	100%	100%	75%	75%
E4	50%	50%	50%	50%
E5	50%	50%	100%	75%
E6	50%	50%	75%	75%
E7	50%	100%	75%	25%



E8	50%	50%	100%	75%
E9	50%	50%	50%	50%
E10	100%	100%	100%	100%
E11	75%	75%	75%	100%
E12	50%	25%	100%	75%
E13	75%	50%	50%	75%

Tabla 6. Valoración de las propuestas por porcentajes

Para finalizar, se realiza el cálculo de puntuaciones para cada propuesta según la valoración de la importancia de las especificaciones y el grado de adaptación de cada una de ellas:

Propuesta 1

$$6.06*0.75 + 6.06*1 + 10.61*1 + 10.61*0.5 + 13.63*0.5 + 13.63*0.5 + 0*0.5 + 10.61*0.5 + 1.51*0.5 + 10.61*1 + 4.55*0.75 + 12.12*0.5 + 0*0.75 = \mathbf{66.295 \text{ puntos}}$$

Propuesta 2

$$6.06*0.75 + 6.06*1 + 10.61*1 + 10.61*0.5 + 13.63*0.5 + 13.63*0.3 + 0*1 + 10.61*0.5 + 1.51*0.5 + 10.61*1 + 4.55*0.75 + 12.12*0.25 + 0*0.5 = \mathbf{63.2625 \text{ puntos}}$$

Propuesta 3

$$6.06*0.75 + 6.06*1 + 1.61*0.75 + 10.61*0.5 + 13.63*1 + 13.63*0.75 + 0*0.75 + 10.61*1 + 1.51*0.5 + 10.61*1 + 4.55*0.75 + 12.12*1 + 0*0.5 = \mathbf{85.2275 \text{ puntos}}$$

Propuesta 4

$$6.06*0.75 + 6.06*1 + 10.61*0.75 + 10.61*0.5 + 13.63*0.75 + 13.63*0.75 + 0*0.25 + 10.61*0.75 + 1.51*0.5 + 10.61*1 + 4.55*1 + 12.12*0.75 + 0*0.75 = \mathbf{77.275 \text{ puntos}}$$

Al realizar los cálculos, la propuesta número 3 es la que ha alcanzado la puntuación más elevada en este estudio cuantitativo, por lo que es la que mejor se adapta a las especificaciones establecidas.

2.2.4.3 Conclusiones

Como conclusión después de haber realizado el estudio cualitativo según el método DATUM, y el estudio cuantitativo según los objetivos ponderados, la elección de la propuesta número 3 es clara y evidente, ya que ambos estudios así lo revelan.

Esta propuesta número 3 será la desarrollada con mayor detalle durante todo el proyecto, ya que es la que ofrece mayor seguridad respecto a las otras propuestas.



2.3 Diseño de detalle

2.3.1 Estudio ergonómico

La Ergonomía es a la vez una disciplina ingenieril y una ciencia aplicada. La Ergonomía aplicada al diseño de productos es la ciencia que invierte sus esfuerzos de diseño en crear productos que se adapten a las capacidades y necesidades de la persona. La Ergonomía se enfoca, pues, en el usuario del producto y sus principales objetivos son asegurar que los productos sean fáciles de usar, fáciles de aprender a manejar, seguros y adaptados a las características del usuario. Los ergonomistas son las personas que se encargan de evaluar estas necesidades, capacidades y características de los posibles usuarios de los productos a desarrollar y concretar los criterios de diseño.

2.3.1.1 Requisitos del producto

En este proyecto la ergonomía se aplica en sentido antropológico, ya que se establecerán y estudiarán las relaciones dimensionales entre el producto y los usuarios. El estudio ergonómico se centra en cubrir las funciones que tiene el producto diseñado, focalizando en la adaptación de las dimensiones para los usuarios.

La estantería diseñada tiene como función principal proporcionar almacenaje de los objetos elegidos por los usuarios, dándoles una capacidad de organización innovadora o fuera de lo común en el mundo del mobiliario, en concreto en el de las estanterías; gracias a la ubicación de sus cajones extraíbles.

2.3.1.2 Perfil de usuario

Los usuarios que van a utilizar el producto del presente proyecto, son adultos de entre 19 y 65 años, sin importar el sexo de estos, ni la raza o su nacionalidad. Se estudiará enfocando a este perfil de usuario, con características antropométricas y capacidades funcionales normales, pero sin impedimentos físicos. No se ha diseñado de manera inclusiva, ya que se ha antepuesto su funcionalidad y diseño ante la adaptación a todo tipo de usuario.

Se ha elegido a este perfil de usuario, por ser potencialmente factible para utilizar este tipo de producto, cumpliendo con las características esperadas para su correcto funcionamiento.



2.3.1.3 Medidas y estudio antropométrico

En el siguiente apartado se van a realizar los cálculos que se necesitan para comprobar si las medidas de la estantería y sus cajones son óptimas para la gran mayoría de los posibles usuarios.

Como ya se ha nominado anteriormente, los usuarios a la cual va destinada la estantería son la población adulta, comprendida entre 19 y 65 años, que es el rango que se utiliza en la tabla de medidas antropométricas, la cual se va a utilizar como referencia.

Para realizar los cálculos pertinentes se utilizan las siguientes medidas antropométricas:

- Nº 3. Altura de los hombros
- Nº 33. Longitud del dedo índice
- Nº 34. Anchura proximal del dedo índice
- Nº 36. Longitud del pie
- Nº 46. Longitud hombro-agarre
- Nº 47. Longitud codo-agarre

Por razones de diseño, la estantería ya tiene valores dimensionales, previos a realizar el estudio ergonómico. Estas dimensiones están dentro del rango estándar utilizado en el mercado (Imágenes X), pero con el presente estudio, se va a comprobar el porcentaje de usuarios, tanto femenino como masculino, que dichas medidas les vienen favorable, ergonómicamente hablando.

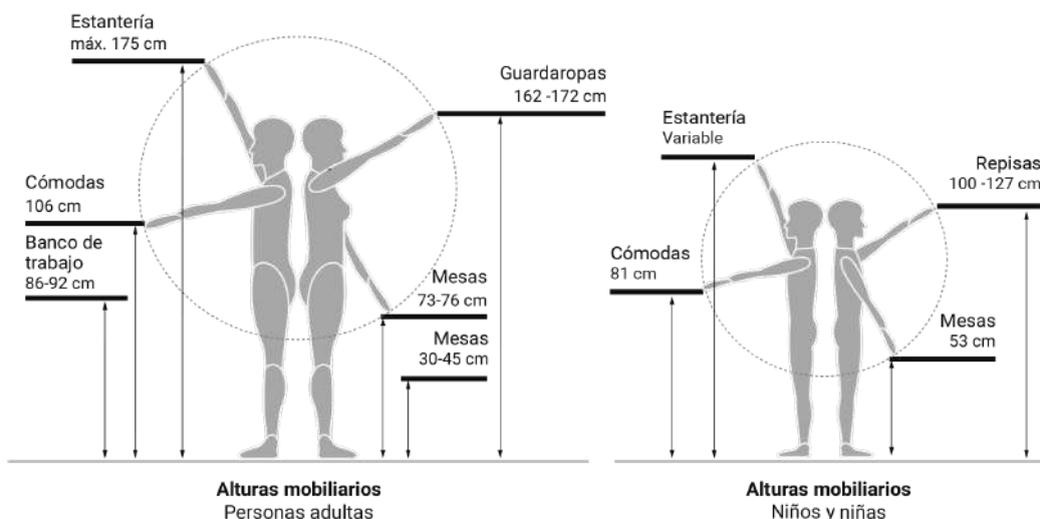


Imagen 80. Medidas antropométricas

Como restricción principal de la estantería, la medida más crítica es la altura del último estante, donde se va a comprobar qué porcentaje de los usuarios llegaría a esta altura. Las



dimensiones generales de la estantería son de alto 2070 mm, con un ancho de 1120mm y de fondo 400 mm. No obstante, este valor de la altura no se va a elegir, ya que no es funcionalmente apto. El estante más alto se encuentra a 1880 mm del suelo, a los cuales se les añade otros 20 mm, para que el usuario a la hora de dejar cualquier objeto, tenga un mínimo de comodidad.

Las medidas antropométricas que se van a utilizar en los siguientes cálculos son la altura hasta los hombros y la longitud hombro-agarre:

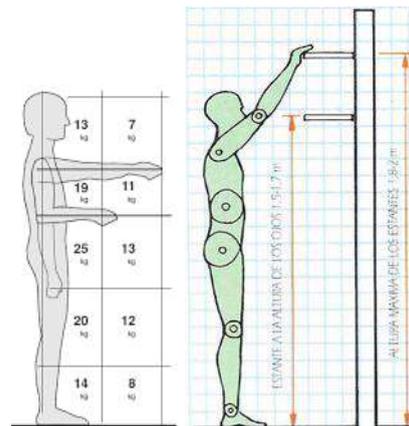


Imagen 81. Medidas antropométricas

Primeramente, para hacer una primera aproximación, se va a calcular la altura media que llegan tanto los hombres como las mujeres, al estante más alto de una estantería, con el brazo totalmente estirado formando un ángulo de 60º con la horizontal, para así tener una idea de cuáles serán las mayores restricciones, y así poder calcularlas. Para obtener dicha altura, habrá que realizar los siguientes cálculos trigonométricos:

$$\text{Altura Estante} = (\text{Altura Hombros}) + (\text{Hombro-Agarre}) \times \text{sen}60^\circ$$

Esta fórmula se va a completar con los datos sacados de la tabla antropométrica de entre 19 y 65 años, y son los siguientes:

HOMBRES			MUJERES		
tablas (mm)	Nº 3	Nº 46	tablas (mm)	Nº 3	Nº 46
X5	1326	595	X5	1227	555
m	1439	655	m	1329	608
X95	1552	715	X95	1430	660
s	69	36,6	s	61,9	32

Tabla 7. Valores antropométricos para la medida 3 y 46



Sustituyendo los valores en la fórmula calculada, se va a obtener la altura media y la desviación media, para los hombres y mujeres llegar al estante superior.

·Hombres·

$$Hmh = 1439 + 655 \cdot \text{sen } 60^\circ = 2006,25 \text{ mm}$$

$$Sh = 69 + 36,6 \cdot \text{sen } 60^\circ = 100,69 \text{ mm}$$

·Mujeres·

$$Hmm = 1329 + 608 \cdot \text{sen } 60^\circ = 1855,54 \text{ mm}$$

$$Sm = 61,9 + 32 \cdot \text{sen } 60^\circ = 89,61 \text{ mm}$$

Si se analizan estos valores, se puede comprobar ya que la media de las mujeres solo llegaría a una altura de 1855,54 mm, frente a los 1900 mm que se pretende llegar como mínimo. La media de los hombres llega sin problema, habiendo salido con 2006,25 mm.

Como se sabe ya que hay un porcentaje de usuarios que va a estar por debajo de la dimensión mínima requerida, los 1900 mm, se va a utilizar las dimensiones más restrictivas, tanto pa hombre como para mujer, que son los percentiles X5, aplicándolos a la fórmula se obtiene:

·Hombres·

$$HX5h = 1326 + 595 \cdot \text{sen } 60^\circ = 1841,28 \text{ mm}$$

·Mujeres·

$$HX5m = 1227 + 555 \cdot \text{sen } 60^\circ = 1707,64 \text{ mm}$$

Al realizar los cálculos con estos percentiles, como ya se sabía, hay un porcentaje de mujeres que está por debajo de la altura requerida para el estante, pero ahora se ha podido apreciar que también hay un porcentaje de hombres que no llega a dicha altura, aunque es menor que el de las mujeres.

Mediante la fórmula de los percentiles y la tabla de conversión para poblaciones normales, se pretende calcular el porcentaje de hombres y mujeres que no llegaría al estante de arriba del todo de la estantería, al este estar a una altura de 1900 mm sobre el suelo. La fórmula de los percentiles es la siguiente:

$$Xp = m + Zp \cdot s$$



·Hombres·

$$1900 = 2006,25 + Z_p \cdot 100,69$$

$$Z_p = -1,055 \rightarrow P = 15\%$$

·Mujeres·

$$1900 = 1855,54 + Z_p \cdot 89,61$$

$$Z_p = 0,496 \rightarrow P = 68\%$$

Se ha obtenido que el 15% de los hombres y el 68% de las mujeres no llegaron a colocar ningún objeto en el estante de arriba de la estantería si éste estuviere a una altura de 1900 mm.

Antes de realizar ninguna modificación en las dimensiones de la estantería, se va a comprobar si los usuarios se pusiera de puntillas, qué porcentaje de ellos sería capaz de llegar al último estante, y así comparar ambos resultados.

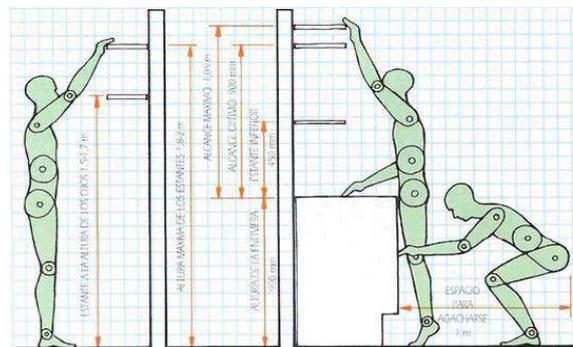


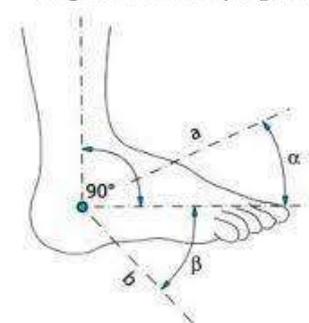
Imagen 82. Medidas antropométricas

Para poder hacer los cálculos, se necesitan las dimensiones del pie, con su media y desviación típica, como el ángulo que forma con la vertical:

Tabla 8. Valores antropométricos para la medida 36

HOMBRES		MUJERES	
Nº 36			
X5	240	X5	220
m	264	m	241
X95	287	X95	262
s	14,3	s	12,9

Imagen 83. Medidas y ángulos del pie



α : 20°-30°
 β : 40°-50°



Para calcular la altura, se debe rehacer la fórmula, añadiendo el parámetro de la altura que eleva el pie de puntillas, utilizando un ángulo de 45°. La fórmula quedaría de la siguiente manera:

$$\text{Altura Estante} = (\text{Altura Hombros}) + (\text{Hombro-Agarre}) \cdot \text{sen} 45^\circ + (\text{Long Pie}) \cdot \text{sen} 45^\circ$$

·Hombres·

$$\text{HMh} = 2006,25 + 264 \cdot \text{sen} 45^\circ = 2192,93 \text{ mm}$$

$$\text{SH} = 100,69 + 14,3 \cdot \text{sen} 45^\circ = 110,80 \text{ mm}$$

·Mujeres·

$$\text{HMm} = 1855,54 + 241 \cdot \text{sen} 45^\circ = 2025,95 \text{ mm}$$

$$\text{SM} = 89,61 + 12,9 \cdot \text{sen} 45^\circ = 98,73 \text{ mm}$$

Al obtener las medias y las desviaciones ya con los usuarios de puntillas, vemos que tanto la media de los hombres como la de las mujeres es superior a los 1900 mm que está situado el estante, esto nos quiere decir que por lo menos el 50% de los usuarios van a llegar. Ahora se va a calcular exactamente qué porcentaje de los usuarios tampoco llegará al estante haciendo puntillas, con la tabla de coeficientes de conversión y la fórmula anteriormente utilizada:

$$X_p = m + Z_p \cdot s$$

·Hombres·

$$1900 = 2192,93 + Z_p \cdot 110,8$$

$$Z_p = -2,64 \rightarrow P = 0,5\%$$

·Mujeres·

$$1900 = 2025,95 + Z_p \cdot 98,73$$

$$Z_p = -1,28 \rightarrow P = 10\%$$

Tras realizar este estudio sobre la altura máxima del estante superior de la estantería del presente proyecto, se puede deducir que a pesar de que solo tan el 32% de las mujeres llegaron a dicho estante, pero si se ponen de puntillas, el resultado cambia notoriamente a



favor, ya que el 90% de ellas sí que llegaron esta vez a la altura del estante para depositar el objeto deseado. En el caso de los hombres, ya desde un inicio, sin estar de puntillas, el 85% de estos ya sería capaz de llegar al estante superior, pero si además hacen puntillas, esto lo lograrían el 99,5% de ellos. Por lo que se decide mantener la altura de 1900 mm del estante más elevado de la estantería, ya que los porcentajes salen a favor de mantener dicha dimensión.

Al haberse evaluado ya la medida más crítica, se va a analizar ahora otra dimensión a tener en cuenta, que es la profundidad de los estantes, donde esta se ha determinado en unos 350 mm tras haber estudiado el mercado y haber comparado medidas de los competidores.

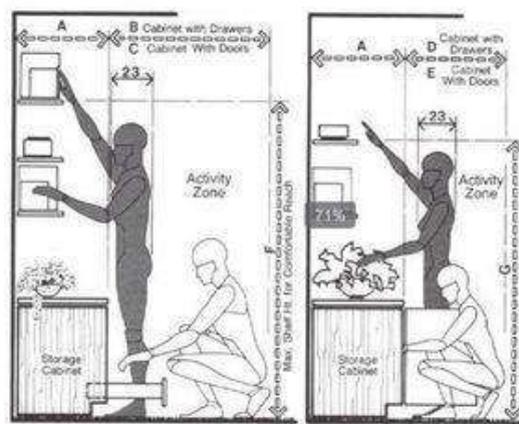


Imagen 84. Medidas antropométricas

Las dimensiones de la tabla antropométrica que se van a utilizar son la longitud hombro-agarre y la del codo-agarre, que tienen los siguientes valores:

HOMBRES			MUJERES		
tablas (mm)	Nº 47	Nº 46	tablas (mm)	Nº 47	Nº 46
X5	326	595	X5	290	555
m	361	655	m	325	608
X95	397	715	X95	360	660
s	21,8	36,6	s	21,1	32

Tabla 9. Valores antropométricos para la medida 47 y 46

Se procede a calcular el porcentaje de hombres y mujeres que sean capaces de llegar al final del estante con el codo flexionado a 90°. Para ello solo se necesita la dimensión del codo al agarre, los coeficientes de conversión y la fórmula de los percentiles, obteniendo lo siguiente:

$$Xp = m + Zp \cdot s$$



·Hombres·

$$350 = 361 + Z_p \cdot 21,8$$

$$Z_p = 0,50 \rightarrow P = 31\%$$

·Mujeres·

$$350 = 325 + Z_p \cdot 21,1$$

$$Z_p = 1,18 \rightarrow P = 88\%$$

Solo el 12% de las mujeres y el 69% de los hombres llegaron al fondo del cajón, manteniendo el codo con un ángulo de 90°. Aunque parezca un porcentaje bastante bajo, si se analiza el movimiento de dejar un objeto en un estante, flexionando el cuerpo se puede introducir más el brazo, flexionando el codo de manera horizontal, por lo que se va a estudiar dicha posibilidad.

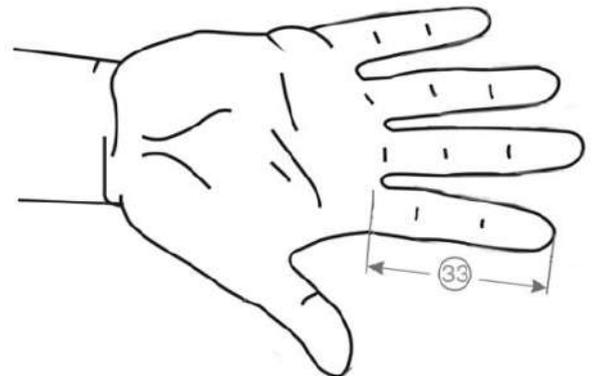
Para ello, con la medida anteriormente estudiada ya, la longitud del hombro-agarre, a simple vista en los valores de la tabla antropométrica se puede observar que ya con el percentil más bajo, las dimensiones dadas son bastante superiores a los 350 mm de profundidad del cajón, por lo que se puede asumir, sin realizar ningún cálculo, que el valor estimado para el fondo de la estantería no dará problemas para ningún usuario, ya sea hombre o mujer.

En conclusión, se pueden mantener las dimensiones previamente determinadas de la estantería, su altura de 2070 mm, su anchura de 1120 mm y su profundidad de 400 mm, ya que el estudio ergonómico ha determinado que estas dimensiones son acertadas funcionalmente para sus usuarios.

Por último queda estudiar las dimensiones de la ranura de las puertas de los cajones, para que el usuario pueda introducir su dedo y abrir la puerta. Para dicho estudio se va a utilizar la dimensión de la tabla antropométrica número 33, perteneciente a la longitud del dedo índice, que tiene los valores:

HOMBRES		MUJERES	
Nº 33			
X5	66	X5	62
m	75	m	69
X95	84	X95	76
s	5,5	s	4,4

Imagen 85. Largo del dedo índice





Como **Tabla 10.** Valores antropométricos para la medida 33, también se utilizará la dimensión número 34 de la tabla antropométrica, perteneciente a la anchura proximal del dedo índice, que tiene los siguientes valores:

HOMBRES		MUJERES	
Nº 34			
X5	18	X5	16
m	21	m	18
X95	23	X95	20
s	1,4	s	1,2



Tabla 11. Valores antropométricos para la medida 34

Imagen 86. Ancho del dedo índice

La ranura de la puerta del cajón tiene las siguientes dimensiones a estudiar, su anchura de 25 mm y su profundidad de 15 mm. Para este estudio no se necesitan cálculos, ya que analizando lógicamente los valores de las tablas se pueden sacar conclusiones válidas.

Atendiendo primero a la profundidad de la ranura, esta tiene una dimensión de 15 mm; si se compara con el valor más crítico de la tabla para el número 33, longitud del dedo índice, en este caso la suma del percentil x95 más la desviación típica en los hombres, no llega a los 90 mm, que si los dividimos entre tres falanges que tiene el de dedo índice, se obtiene un valor de 30 mm, el cual es el que se va a estudiar. Los 15 mm de profundidad de la ranura equivalen a la mitad de la falange más grande que podemos encontrar en los usuarios que van a utilizar el producto del presente proyecto, en este caso el más restrictivo, por lo que con esta longitud de como mínimo media falange se podrá abrir la puerta del cajón. Se puede concluir que los 15 mm de profundidad permiten a la totalidad de los usuarios poder abrir la puerta del cajón.

Otra de las dimensiones que intervienen en la acción de abrir la puerta del cajón es la número 34, anchura del dedo índice, ya que se tiene que estudiar el porcentaje de dedos que podrían caber en la ranura de la puerta para poder abrirla. Para estudiar dicha posibilidad, se escoge el valor más crítico, en este caso también el percentil x95 más la desviación típica en los hombres, a lo sumo dá un valor que no llega a los 25 mm de anchura que tiene la ranura, por lo que si el caso más restrictivo cumple sin problema, se puede afirmar que la totalidad de los usuarios no tendrá problemas con la anchura de 25 mm de la ranura a la hora de abrir la puerta del cajón.



p	z	p	z	p	z	p	z
0,01	-3,72	24	-0,71	51	0,03	78	0,77
0,1	-3,09	25	-0,67	52	0,05	79	0,81
0,5	-2,58	26	-0,64	53	0,08	80	0,84
1	-2,33	27	-0,61	54	0,1	81	0,88
2	-2,05	28	-0,58	55	0,13	82	0,92
2,5	-1,96	29	-0,55	56	0,15	83	0,95
3	-1,88	30	-0,52	57	0,18	84	0,99
4	-1,75	31	-0,5	58	0,2	85	1,04
5	-1,64	32	-0,47	59	0,23	86	1,08
6	-1,55	33	-0,44	60	0,25	87	1,13
7	-1,48	34	-0,41	61	0,28	88	1,18
8	-1,41	35	-0,39	62	0,31	89	1,23
9	-1,34	36	-0,36	63	0,33	90	1,28
10	-1,28	37	-0,33	64	0,36	91	1,34
11	-1,23	38	-0,31	65	0,39	92	1,41
12	-1,18	39	-0,28	66	0,41	93	1,48
13	-1,13	40	-0,25	67	0,44	94	1,55
14	-1,08	41	-0,23	68	0,47	95	1,64
15	-1,04	42	-0,2	69	0,5	96	1,75
16	-0,99	43	-0,18	70	0,52	97	1,88
17	-0,95	44	-0,15	71	0,55	97,5	1,96
18	-0,92	45	-0,13	72	0,58	98	2,05
19	-0,88	46	-0,1	73	0,61	99	2,33
20	-0,84	47	-0,08	74	0,64	99,5	2,58
21	-0,81	48	-0,05	75	0,67	99,9	3,09
22	-0,77	49	-0,03	76	0,71	99,99	3,72
23	-0,74	50	0	77	0,74	99,999	4,26

Tabla 12. Percentiles antropométricos

2.3.2 Estudio de Materiales

Anteriormente se ha hecho una selección de materiales que comúnmente se pueden utilizar en el mobiliario, clasificándose por sus propiedades mecánicas. Este estudio pretende enfocar de una manera diferente la búsqueda y selección de los materiales que se pueden llegar a utilizar. Se van a tener en cuenta diferentes perfiles y alternativas, que normalmente no se tendrán en cuenta, pero que esta vez interesa destacar.

2.3.2.1 Perfil Medioambiental

Los consumidores valoran más que nunca que el producto que van a adquirir tenga ciertas características en materia de sostenibilidad. Cada vez más se exige por parte de los



mercados, productos que puedan ser reciclados o tengan en su composición materiales reciclados, para de esta forma, poder dar una segunda vida a los residuos en cuestión.

En el caso de un producto fabricado con madera, su ciclo de vida es mucho más largo que el de otros materiales, por sus numerosas posibilidades de reutilización. Desde utilizarlos como elementos decorativos sin necesidad de transformación o simplemente su utilización para otros usos. Ahora bien, aplicando métodos de transformación como el triturado, se puede utilizar el material de nuevo en distintos campos como la arquitectura o la industria, en forma de partículas, para hacer aglomerados, utilizarlo para valorización energética o fabricación compost. Estos dos últimos serían finales de vida, pero si se utilizan las partículas para los aglomerados, estos se pueden volver a utilizar para otro fin, alargando su vida útil y disminuyendo la huella de carbono.

El uso de maderas recicladas disminuye la tala de árboles y consigo, una disminución del consumo de energía, de combustibles fósiles, se generará menos CO₂ y por tanto, habrá menos consecuencias climáticas adversas. Esto se refleja en la huella de carbono de los materiales y procesos; la madera en este caso, cuando más se haya reciclado y menos consumo de energía se haya utilizado para obtenerla, mejor puntuación tendrá.

En el sector del mobiliario que interesa a este proyecto, las maderas vírgenes van a ser siempre peores en el ámbito medioambiental que las recicladas, como puedan ser los aglomerados y los DM, por lo que a la hora de seleccionar los materiales esto se tendrá muy en cuenta.

2.3.2.2 Perfil Socioeconómico

Una persona a la hora de realizar una acción, la ejecuta bajo unas condiciones impuestas por ella misma, pero otras ya le vienen impuestas de antemano. En el caso de este proyecto, la acción a realizar sería la de comprar una estantería. Esta persona, simplificando, su condición impuesta de antemano sería la económica, aunque esta pudiera elegir una de mayor o menor precio, este factor le limita más directamente en su acción de comprar la estantería. La condición impuesta por ella misma, por otro lado, podría ser la social, en concreto la socioambiental.

Si se enfatiza en la conciencia socioambiental de las personas, es fácil darse cuenta que desde hace ya unos años atrás, la preocupación por el medio ambiente se está extendiendo entre las personas, cada vez más solidarizadas en ayudar a la buena gestión del medio natural. En el presente proyecto, relacionándolo con lo anterior, la acción que se debe tener en cuenta a la hora de elegir el material a utilizar, la realiza el usuario, cada vez más



concienciado, al ir a comprar una estantería, donde la procedencia como el impacto ambiental del producto le condicionan en su elección.

El perfil económico al cual va dirigido el producto de este proyecto, es el medio-bajo, por lo que esta condición que tiene la persona ya impuesta de antemano, como se puntualizó anteriormente, la limita considerablemente a la hora de elegir, en este caso, una estantería. Por lo que esto desemboca a la selección de materiales para la construcción de la estantería, donde se ha de tener muy presente el perfil económico de las personas a la cual va dirigido el producto.

2.3.2.3 Alternativas Sostenibles

En España, los residuos generados en mayor proporción son, empezando por el mayor con un 31%, perteneciente a los residuos alimenticios, con el 14,2% el papel y cartón, un 9,8% los desechos de jardinería, el vidrio un 6,6% y el plástico un 5,8%. El porcentaje restante pertenece a residuos que no se especifican.

De la totalidad de los residuos generados, sólo el 77% de estos se recolecta oportunamente, y dentro de éstos, únicamente el 50% se recicla de manera segura. El resto de basura queda abandonada a cielo abierto en cañadas, caminos, tiraderos clandestinos, todos ellos inadecuados para los residuos.

Para el ámbito del mobiliario, de todos estos residuos generados en mayor proporción, el que puede aportar alguna solución alternativa al material tradicional son los residuos de jardinería. Como erróneamente se puede pensar, estos residuos no pertenecen a los producidos por las zonas urbanizadas, sino que mayoritariamente se obtienen de trabajos agrícolas y forestales.

La gran mayoría de los residuos agrícolas y forestales se utilizan para diferentes aplicaciones, como obtener calor, electricidad o fuerza motriz, aunque muchos de ellos no llegan a recolectarse, se quedan esparcidos y al no ser contaminantes no se recogen, pero esto no significa que no sean perjudiciales para el medio natural. Todas las aplicaciones habituales de estos residuos implican su final de vida, se van a buscar otras posibilidades para según qué residuos, en concreto para obtener alguna alternativa viable sustitutiva a la madera para la estantería.

De todos estos residuos que se obtienen en el sector agrario y forestal, se van a buscar residuos que no se utilicen ya para obtener un símil madera. Todo esto derivará en una reducción de la huella de carbono, por utilizar un material considerado como residuo, que no tiene una salida industrial, otra que sea su combustión. Para disminuir todavía más la huella de carbono, se va a limitar la búsqueda de estos residuos a la Comunidad Valenciana, para que el transporte sea lo más corto posible.



Para utilizar un material lo más sostenible posible, destinado a un público de nivel económico medio-bajo, se ha reducido la búsqueda con los siguientes parámetros. El material tiene que ser un residuo agrario o forestal, que se produzca en grandes cantidades y que su único destino fuese su combustión para obtener energía o el libre esparcimiento. Por proximidad, se ha acotado la Comunidad Valenciana como límite territorial, encontrando tres residuos que cumplen con los requisitos; la poda de palmera, la alga posidonia y la paja de arroz.

2.3.2.4 Residuos al alcance

La utilización de residuos locales significa un gran ahorro tanto en medios de transporte como en el impacto ambiental, ya que se da una solución a la excesiva cantidad de residuos. Además, el uso de materiales locales previene otro posible problema como la bio invasión, pues la transferencia de materiales de una región a otra introduce especies autóctonas invasoras, sin que nos demos cuenta de ello.

Estos tres residuos presentan similitudes en cuanto a su naturaleza lignocelulósica y que representan una gran problemática al entorno por la contaminación que puede generar su eliminación mediante el quemado, que es el proceso de eliminación más común. Estos residuos se generan todos los años en grandes cantidades.

Residuo de poda de palmera

En las zonas turísticas y urbanas, especialmente del sur y el sureste español y las áreas insulares, existe una mayor profusión de especies palmáceas siendo las hojas de éstas, los residuos más problemáticos ya que sus fibras se enredan en las trituradoras y disminuyen su rendimiento. Tradicionalmente en la jardinería española se han venido utilizando hasta hace un par de décadas ocho o diez especies de palmeras, dominando ampliamente como destacando la *Phoenix canariensis* Chabaud y la *Phoenix dactylifera* L. Actualmente se ha llegado a casi 300 especies diferentes cultivadas con fines ornamentales.



Imagen 87. Palmera típica de parques y jardines



La generación de restos de poda y de jardinería se debe, mayoritariamente, a las actividades de mantenimiento de las zonas verdes de espacio público. Con la nueva tendencia urbanística enfocada hacia un mayor ratio de parques y jardines municipales por habitante, se ha incrementado progresivamente el volumen generado de estos restos. Además, su incorrecta gestión supone la pérdida de materia orgánica potencialmente valorizable en otros usos.



Imagen 88. Poda de palmera y sus restos

En la Comunidad Valenciana se ha constatado que hay suficiente residuo de palmera, estando garantizada la disponibilidad de este recurso en el presente proyecto. Localidades entre otras cómo Elche, que cuenta con un extenso palmeral, podrán abastecer de residuos suficientes para generar las soluciones deseadas.

Residuo de posidonia.

En el Mediterráneo la mayor cantidad de restos vegetales corresponden a la especie *Posidonia oceánica* (L.) Delile, que es una planta superior y endémica de este mar. En el litoral mediterráneo forma extensas praderas desde las zonas más someras hasta una profundidad variable, en función del límite al que la intensidad lumínica permite su función fotosintética. Las hojas son de forma acintada y surgen de forma dística, formando un haz en cada uno de los rizomas y crecen a partir de un meristemo basal, durante un tiempo variable entre cuatro a once meses; tras este período, las hojas pierden su función, y tras retirar los nutrientes esenciales para la planta, se desprenden, si bien pueden quedar fijadas a la planta durante algún tiempo. La intensidad con la que se dan estos procesos presenta un cierto carácter estacional; la renovación de las hojas se produce a finales de verano y principios de otoño.



Imagen 89. Alga oceánica



Las hojas desprendidas son arrastradas por el mar hasta la orilla generando una acumulación bastante importante en algunas zonas, esto genera grandes problemáticas en las playas turísticas, ya que presenta un impedimento para los bañistas estar en las playas. Este tipo de restos son retirados, pero no tienen ninguna reutilización específica, por lo que normalmente estos residuos son desechados en vertederos o como mucho utilizados como cama de animales.



Imagen 90. Alga en las playas

Nótese que este tipo de residuos vegetales no son considerados como tal por las asociaciones ecologistas, dado que su presencia en las playas de nuestro litoral cumple una labor de protección frente a la erosión causada por el mar. No obstante, la presión turística obliga a su retirada de las playas, especialmente en períodos estivales. Las toneladas de materia vegetal retiradas de nuestras playas no encuentran vía de valorización alguna, siendo la disposición en vertedero su destino final.

Residuo de paja de arroz.

La paja de arroz proviene de la planta de producción de arroz, conocida como *Oryza sativa*. La planta del arroz es una especie perteneciente a la familia de las Poáceas (gramíneas), cuya semilla es comestible y constituye la base de la dieta de casi la mitad de la población mundial.



Imagen 91. Planta de arroz y sus tipologías



La paja de arroz es uno de los residuos más difíciles de gestionar, sobre todo en entornos naturales y con alto valor ecológico, como suelen ser los humedales donde se desarrolla este cultivo. El destino que tradicionalmente se le ha dado a esta paja ha sido la quema. Los agricultores consideran que esta práctica favorece la destrucción de esporas de hongos, como la *Pyricularia oryzae*, así como algunas bacterias y semillas de malas hierbas. Además, facilita la reincorporación al suelo de determinados nutrientes. Pero esta práctica, muy generalizada entre los arroceros por su facilidad de realización y por sus efectos fitosanitarios, puede producir también serios problemas de salubridad en las zonas circundantes a las zonas de cultivo. Como alternativas a la quema de la paja, existen principalmente dos opciones de gestión: el triturado e incorporación al suelo de la misma, y la retirada del campo en vertederos.



Imagen 92. Restos de paja de arroz

En la Comunidad Valenciana se ha constatado que hay suficiente residuo de paja de arroz, estando garantizada la disponibilidad de este recurso en el presente proyecto. Localidades entre otras cómo Valencia, que cuenta con su albufera, podrán abastecer de residuos suficientes para generar las soluciones deseadas.

2.3.2.5 Centro de investigación e innovación

Para poder estudiar más en profundidad los residuos seleccionados, se ha contactado con Aitex, un centro tecnológico de investigación, donde se realizan ensayos de caracterización y certificación de artículos y materiales con aplicación a muy diversos sectores. Su objetivo fundamental es generar conocimiento tecnológico y transferirlo a las empresas, para que sean más competitivas, creen más valor, y tengan acceso a nuevas oportunidades de negocio. Por este motivo, desde el Instituto se fomenta la modernización y la introducción de las tecnologías emergentes y nuevas mediante la realización de proyectos de I+D y, en general, de actuaciones que contribuyen al progreso industrial.

Bajo su experiencia, Aitex recomienda para el presente trabajo el estudio de la poda de la palmera y rechaza las posibilidades de utilizar la alga posidonia o la paja de arroz como



material base. Estudios previos realizados les validan para certificar que la paja de arroz ha sido estudiada con fines estructurales, para obtener composites, y solamente combinándola con plásticos se ha podido lograr la obtención de estos composites. Con la alga posidonia los resultados de los estudios fueron más decepcionantes, ya que ni con aglomerantes los composites lograban tener la estabilidad dimensional suficiente, como para aguantar mecánicamente los esfuerzos requeridos.

Con el residuo de poda de palmera, los resultados fueron contrarios a los anteriores, estos salieron del todo prometedores. Una de las utilidades fué la construcción de paneles acústicos, mediante poda de palmera aglomerada con otros residuos de jardinería, agua y un sustrato natural. Con todo ello combinado se logró obtener unos paneles aptos tanto estructuralmente como funcionalmente, para la reducción de ruido.

El centro tecnológico Aitex se presta a dejar sus instalaciones y brindar sus conocimientos para la investigación del residuo de la poda de palmera, para obtener un composite similar a la madera, que cumpla con las características necesarias para ser utilizado en la industria del mobiliario.



2.4 Composite de de poda de palmera

En este apartado se va a describir la tecnología utilizada y el método experimental empleado en la fabricación y caracterización del material a estudiar, así como los resultados obtenidos.

2.4.1 Tecnología Glue-Blender y Termoconformado

En el apartado de *Estudio de Materiales*, se llegó a la decisión de utilizar el material de poda de palmera, bajo estudio para utilizarse en el mundo del mobiliario. El centro tecnológico Aitex brinda sus instalaciones para poder realizar el presente estudio, mediante la utilización de la tecnología Glue-Blender y termoconformado, la cual recomienda para dicho estudio por los materiales a emplear y el objetivo a alcanzar.



Imagen 93. Encoladora



Imagen 94. Termocompresora

El objetivo de esta fase es el de desarrollar unos compuestos símil-madera a partir de los residuos de poda de palmera empleando la tecnología de Glue-Blender y termoconformado.

El desarrollo de los materiales compuestos se ha realizado mediante la tecnología glue-blender con procesos de encolado con la resina adecuada y posteriores procesos de termocompresión para formar un compuesto muy similar al conglomerado de madera.

A continuación, se describe el procedimiento seguido, la maquinaria empleada y los parámetros de proceso asociados a las distintas etapas de la que consta el proceso de formación de los materiales símil-madera mediante la tecnología Glue-Blender y termoconformado. Dichas etapas son las siguientes:



- Mezclado de los materiales en el interior del tanque glue-blender.
- Esprayado de la resina en la mezcla dentro del tanque del glue-blender.
- Curado en la termocompresores del compuesto símil-madera.

A continuación, se muestra el proceso de fabricación de los materiales símil-madera mediante el equipo glue-blender.

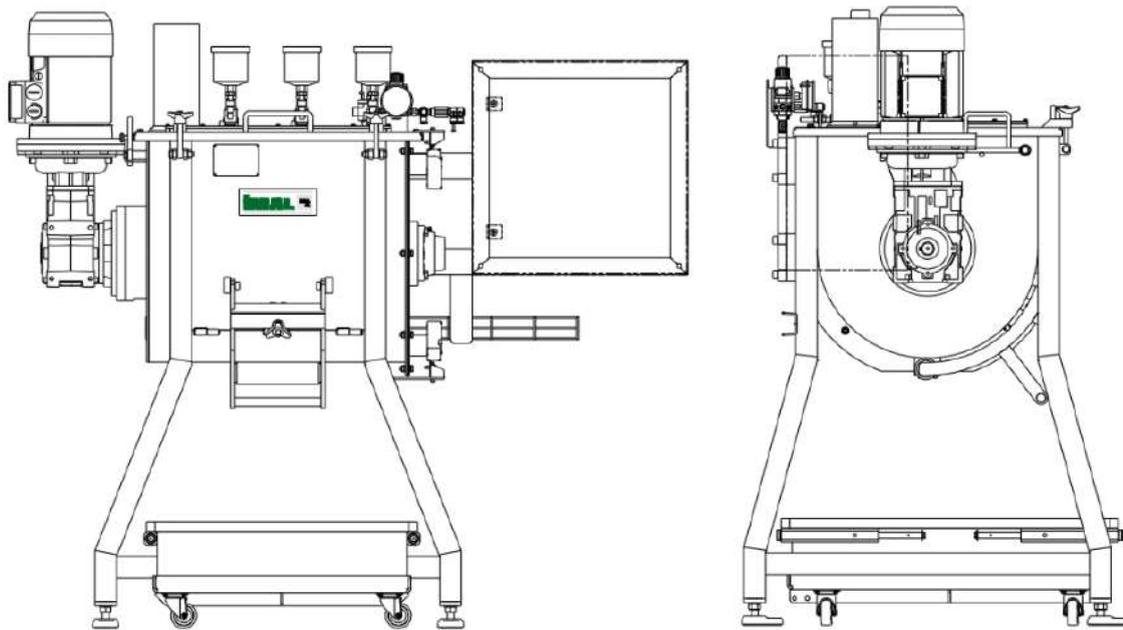


Imagen 95. Vistas encoladora

2.4.2 Componentes y características del Composite

Para el desarrollo de los compuestos símil-madera se necesita la incorporación de resinas en la mezcla de materiales para poder conglomerar la mezcla y obtener un compuesto duro similar al conglomerado de madera. La resina que se ha utilizado en el proyecto es la que se emplea normalmente en la fabricación de aglomerado de madera, denominada fenol-formaldehído. Existen otras resinas que podrían ser utilizadas como la de urea-formaldehído o melamina-formaldehído, no obstante, se ha considerado como la más adecuada la de fenol-formaldehído por características y precio. Esta resina se utiliza normalmente en maderas conglomeradas que estarán mayoritariamente en exteriores, ya que proporciona al material de ciertas propiedades de resistencia a la humedad e intemperie.

Resina de fenol-formaldehído:



La resina de fenol-formaldehído ha sido suministrada por la empresa FORESA con referencia FENÓLICA RES -3055. En la tabla siguiente se muestran algunas de las características de procesado de esta resina.

RESINA FENOL-FORMALDEHÍDO	
Temperatura de prensado	120°C
Tiempo de prensado	1 mm/min
Humedad de las partículas de madera	6%

Tabla 13. Características de la resina de fenol-formaldehído

Residuo de poda de palmera:

En cuanto a los residuos de poda de palmera, se han obtenido por una empresa de poda especializada de la comunidad valenciana, la cual ha entregado ya el material triturado. Los residuos de palmera se muestran en las siguientes imágenes.



Imagen 96. Residuo de poda de palmera

El equipo Glue-Blender puede utilizar materiales con diferentes granulometrías, en este caso se puede identificar una gran diferencia de tamaños en las partículas que componen el residuo. Para la determinación de la viabilidad de estos materiales en la formación de compuestos símil-madera se han realizado diferentes pruebas.



2.4.3 Procedimiento de Encolado y Termoconformado

Mezclado de los materiales en el interior del tanque glue-blender:

El primer paso consiste en el mezclado de los componentes que van a formar el compuesto símil-madera con los porcentajes de cada material considerados previamente. El mezclado se realiza teniendo en cuenta la cantidad mínima de 40% del volumen total del tanque del equipo glue-blender (volumen total de 100 litros). El mezclado se realiza accionando las palas del equipo, lo que proporciona un movimiento de estas que mezcla los materiales depositados en el tanque. Este proceso se realiza durante aproximadamente 5 minutos.



Imagen 97. Residuos en el interior del tanque de la encoladora

Esprayado de la resina en la mezcla dentro del tanque del glue-blender:

Una vez mezclados los materiales se vierte la resina mediante un proceso de esprayado en el interior del propio tanque del glue-blender. La cantidad de resina a verter estará determinada desde el principio teniendo en cuenta la cantidad de material introducido previamente y del porcentaje de resina que se elige que tenga el propio compuesto símil-madera. El esprayado de la resina se realiza mediante boquilla tipo aerógrafo, es decir, el esprayado se produce mediante aire comprimido que arrastra la resina y la boquilla de salida expulsa en forma de abanico toda la mezcla en el interior del tanque glue-blender.

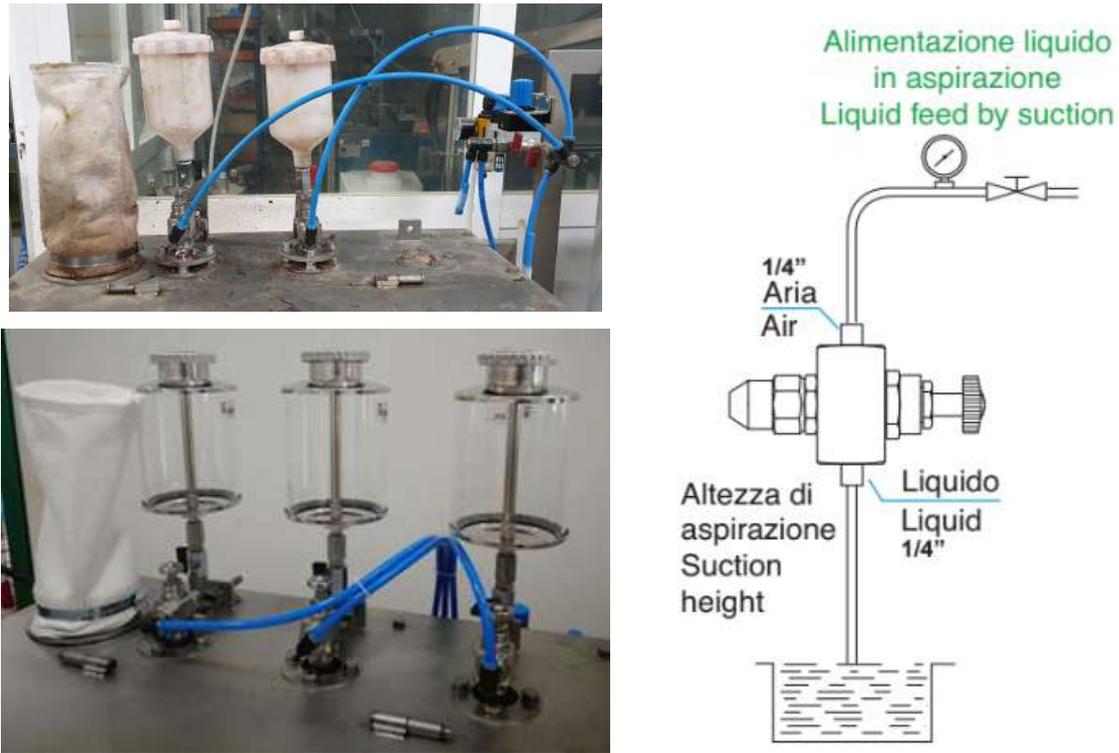


Imagen 98. Elementos de pulverizado de la encoladora

Curado en la termocompresora del compuesto símil-madera:

Tras la realización de la mezcla y del esprayado de la resina en el interior del tanque del glue-blender se procede al vaciado del tanque mediante una puerta de vertido en la parte inferior del propio tanque. Para desarrollar el compuesto de símil-madera, esta mezcla es depositada en la prensa de platos calientes o termocompresora con un molde para poder compactar mejor la mezcla de material y resina. Se le aplica una presión y temperatura determinada según la resina y el material a utilizar. Posteriormente al proceso de curado de la resina, según instrucciones del fabricante, se procede al desmoldeo y extracción de la muestra de símil-madera completamente terminada.

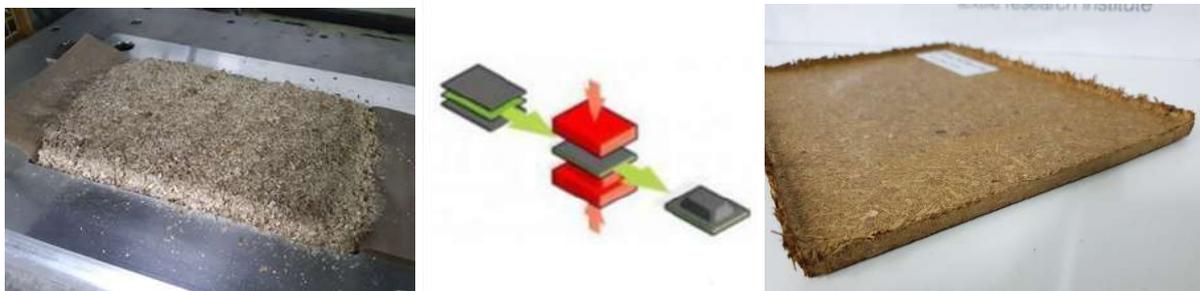


Imagen 99. Termocompresión de la mezcla material y resina



2.4.4 Prototipos realizados

Por la resina de fenol formaldehído, el propio fabricante, como ya se ha visto antes, recomienda su utilización a 120°C y un tiempo de 1 mín/mm, por lo que se seguirán dichas directrices. Con el porcentaje de resina es donde se va a probar con diferentes soluciones, la primera con un 5% de resina, con un 10% y por última con un 15%. Aitex no recomienda las pruebas con un porcentaje mayor de un 15%, ya que no sería viable, ni económicamente ni medioambientalmente; incluso recomienda que para el mercado actual, cuanto menor porcentaje de resina más atractivo será, siempre que alcance los valores deseados.

En referencia a la presión a utilizar en la termocompresora, Aitex bajo su experiencia, recomienda la utilización de 150 bar en esta caso, para utilizar la presión mínima utilizada en estos procesos industriales en el mundo laboral, para así adaptarse a ellos.

F (R5%)

MATERIAL	COMPOSICIÓN p/p (%)	ESPESOR (mm)
Poda de Palmera	95	8
Resina fenol-formaldehído	5	

Tabla 14. Características prototipo F(5%)

En el desarrollo de este compuesto símil-madera se ha contemplado la utilización de un 5% de resina de fenol-formaldehído frente el 95% restante de poda de palmera, obteniendo un prototipo de 8 mm de espesor.

La realización de la mezcla y el vertido de la resina se realizó correctamente sin ninguna problemática, produciendo una mezcla perfectamente homogénea. Tras el mezclado se vertió la mezcla en un molde con tamaño 300x250 mm (tamaño DIN A4) y se procedió a la termocompresión del compuesto símil-madera. En las siguientes imágenes se puede mostrar en mayor detalle la incorporación de la mezcla en el molde.



Imagen 100. Vertido de la mezcla F(5%) para la termocompresión



El proceso de termocompresión se siguió con los parámetros de procesado que se indica en la ficha técnica del fabricante de la resina de fenol-formaldehído. La presión de procesado se situó en unos 150 bar, con una temperatura de 120°C en la superficie del molde y un tiempo de termocompresión de unos 8 minutos. Tras la realización de este procesado y la extracción de la muestra, se pudo obtener este compuesto símil-madera.



Imagen 101. Composite símil-madera F(5%)

F (R10%)

MATERIAL	COMPOSICIÓN p/p (%)	ESPESOR (mm)
Poda de Palmera	90	10
Resina fenol-formaldehído	10	

Tabla 15. Características prototipo F(10%)

En el desarrollo de este compuesto símil-madera se ha contemplado la utilización de un 10% de resina de fenol-formaldehído y de una proporción del 90% del residuo de poda de palmera.



La realización de la mezcla y el vertido de la resina se realizó correctamente sin ninguna problemática produciendo una mezcla perfectamente homogénea. Tras el mezclado se vertió la mezcla en un molde con tamaño 300x250 mm (tamaño DIN A4) y se procedió a la termocompresión del compuesto símil-madera. En las siguientes imágenes se puede mostrar en mayor detalle la incorporación de la mezcla en el molde.



Imagen 102. Vertido de la mezcla F(10%) para la termocompresión

Al igual que en el prototipo anterior el proceso de termocompresión siguió los parámetros de procesado que se indica en la ficha técnica del fabricante de la resina de fenol-formaldehído. La presión de procesado se situó en unos 150 bar, con una temperatura de 120°C en la superficie del molde y un tiempo de termocompresión de unos 10 minutos. Tras la realización de este procesado y la extracción de la muestra, se pudo obtener este compuesto símil-madera. El símil-madera obtenido presenta una tipología de aspecto similar al OSB, pero con las virutas de madera más pequeñas, como se puede ver en las siguientes imágenes.



Imagen 103. Composite símil-madera F(10%)



F (R15%)

MATERIAL	COMPOSICIÓN p/p (%)	ESPESOR (mm)
Poda de Palmera	85	8
Resina fenol-formaldehído	15	

Tabla 16. Características prototipo F(15%)

En el desarrollo de este compuesto símil-madera se ha contemplado la utilización de un 15% de resina de fenol-formaldehído y de una proporción del 85% del residuo de poda de palmera.

La realización de la mezcla y el vertido de la resina se realizó correctamente sin ninguna problemática produciendo una mezcla perfectamente homogénea. Tras el mezclado se vertió la mezcla en un molde con tamaño 300x250 mm (tamaño DIN A4) y se procedió a la termocompresión del compuesto símil-madera. En las siguientes imágenes se puede mostrar en mayor detalle la incorporación de la mezcla en el molde.

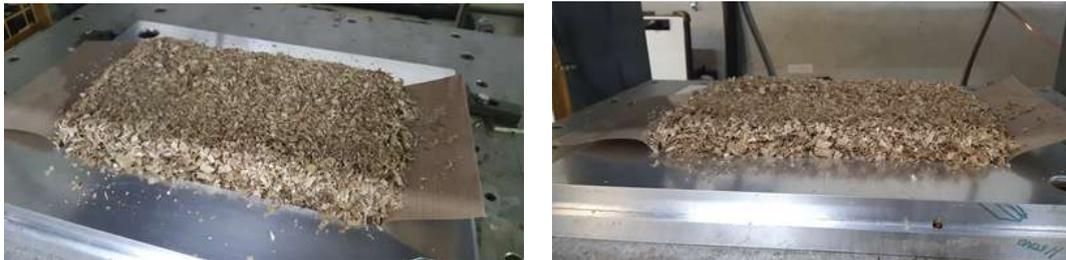


Imagen 104. Vertido de la mezcla F(15%) para la termocompresión

Al igual que en el prototipo anterior el proceso de termocompresión siguió los parámetros de procesado que se indica en la ficha técnica del fabricante de la resina de fenol-formaldehído. La presión de procesado se situó en unos 150 bar, con una temperatura de 120°C en la superficie del molde y un tiempo de termocompresión de unos 8 minutos. Tras la realización de este procesado y la extracción de la muestra, se pudo obtener este compuesto símil-madera.





Imagen 105. Composite simil-madera F(15%)

2.4.5 Conclusiones de las pruebas

Teniendo en cuenta cada uno de los desarrollos realizados de compuestos símil-madera, se puede considerar que la realización de los procesos en el glue-blender son perfectamente viables para la obtención de un material bastante similar a un conglomerado de madera e incluso a un material OSB. Es por ello que el desarrollo de compuestos símil-madera a partir de los residuos de poda de palmeras es perfectamente viable.

En cuanto a las posibles aplicaciones de estos tipos de desarrollos realizados, puede que sí sirvan para utilizarlos en el campo del mobiliario. Cuando se realicen los ensayos se comprobará realmente si son aptos o no.

2.4.6 Caracterización de los Prototipos

En esta última fase se ha tenido por objetivo la caracterización de todos los materiales desarrollados en el proyecto para poder validar las capacidades de los mismos.

El objetivo es la realización de la caracterización de los diferentes prototipos desarrollados en el proyecto. En este caso se han considerado los ensayos más habituales de caracterización de cada una de las tipologías de material polímero-partícula desarrollado.

- Resistencia a la tracción de tablero conglomerado (EN 310).
- Resistencia a la flexión de tablero conglomerado (EN 319).



Mediante estos ensayos se podrá evaluar que la resistencia obtenida es similar a los tableros y productos similares que se pueden encontrar comercialmente, como el conglomerado de madera y el OSB.

2.4.6.1 Determinación de la densidad (UNE-EN 323:1994)

El ensayo de densidad se lleva a cabo mediante la relación entre la masa y el volumen de cada probeta. Las probetas son de forma cuadrada de 50 mm de lado. La densidad ρ de cada probeta (en Kg/m³) se calcula mediante la fórmula:



Imagen 106. Báscula de precisión

$$\rho = \frac{m}{b_1 \times b_2 \times t} \times 10^6$$

donde m es la masa de la probeta en g; b_1 , b_2 y t son las dimensiones en milímetros.

La densidad del tablero se obtiene calculando la media aritmética de la densidad de las probetas ensayadas, expresada en Kg/m³, con aproximadamente de tres cifras.

PROTOTIPO	CARACTERÍSTICA	RESULTADO
F (R5%)	Densidad	810 Kg/m ³
F (R10%)		812 Kg/m ³
F (R15%)		815 Kg/m ³

Tabla 17. Resultados del ensayo de la densidad

La densidad que se ha obtenido presenta un resultado más elevado que los aglomerados de madera o las tablas de OSB que están en torno a los 600-700 Kg/m³. Por tanto, presenta una densidad más elevada que los tableros comerciales.



2.4.6.2 Determinación del contenido en humedad (UNE-EN 322:1994)

El contenido de humedad del tablero se ha determinado por desecación en estufa a $(103 \pm 2)^\circ\text{C}$ hasta peso constante. Dicho valor (H) se calcula de la pérdida de masa referida a la masa de la probeta seca y expresada en tanto por ciento:



Imagen 107. Horno de composites

$$H = \frac{m_H - m_0}{m_0} \times 100$$

donde, m_H es la masa inicial de la probeta en gramos y m_0 es la masa de la probeta después del secado en gramos.

La humedad de un tablero se obtiene calculando la media aritmética de la humedad de todas las probetas extraídas expresadas en tanto por ciento con aproximación de un decimal.

PROTOTIPO	CARACTERÍSTICA	RESULTADO
F (R5%)	Contenido en humedad	8,5 %
F (R10%)		8,7 %
F (R15%)		8,6 %

Tabla 18. Resultados del ensayo de humedad

El contenido de humedad obtenido es muy similar a los tableros de aglomerado, de OSB y DM que se pueden encontrar comercialmente los cuales se sitúan en torno al 9% de humedad.



2.4.6.3 Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad (UNE-EN 310:1994)

La resistencia a la flexión se determina aplicando una carga en el centro de la probeta de ensayo, que se encuentra apoyada en dos puntos.

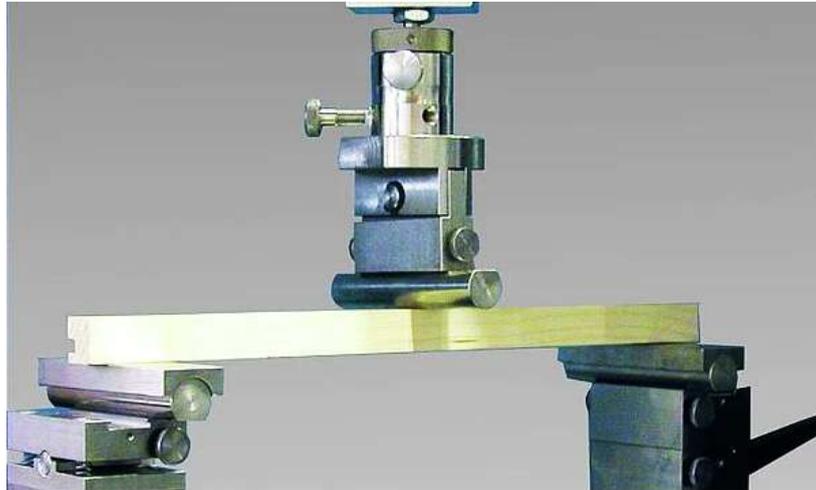


Imagen 108. Ensayo a flexión

El módulo de elasticidad se calcula utilizando la pendiente del tramo lineal de la curva carga-deformación (módulo aparente).

La resistencia a la flexión de cada probeta se calcula determinando la relación entre el momento flector M , correspondiente a la carga máxima $F_{máx}$ y el módulo resistente de la sección transversal. Tanto la resistencia a la flexión como el módulo de elasticidad se calculan como la media aritmética del conjunto de los resultados obtenidos en todas las probetas ensayadas. El resultado se expresa en N/mm^2 .

PROTOTIPO	RESISTENCIA A FLEXIÓN	RESULTADO
F (R5%)	Longitudinal	31,6 N/mm^2
	Transversal	32,6 N/mm^2
F (R10%)	Longitudinal	32,1 N/mm^2
	Transversal	32,7 N/mm^2
F (R15%)	Longitudinal	32,4 N/mm^2
	Transversal	32,9 N/mm^2

Tabla 19. Resultados del ensayo de flexión



PROTOTIPO	MÓDULO ELASTICIDAD	RESULTADO
F (R5%)	Longitudinal	3.495 N/mm ²
	Transversal	3.370 N/mm ²
F (R10%)	Longitudinal	3.570 N/mm ²
	Transversal	3.390 N/mm ²
F (R15%)	Longitudinal	3.690 N/mm ²
	Transversal	3.510 N/mm ²

Tabla 20. Resultados del ensayo del módulo de elasticidad

En cuanto a la resistencia a la flexión los resultados obtenidos son superiores a los OSB comerciales, y están en torno a los valores de los DM. En cuanto a la resistencia a la flexión longitudinal, los OSB comerciales están en torno a 31 N/mm², y los DM sobre los 35N/mm². En la transversal se ha obtenido de nuevo un mejor resultado que los tableros comerciales OSB que están del orden de 16 N/mm². No obstante, en tableros aglomerados se han obtenido resultados muy inferiores, según fabricantes, teniendo una resistencia a la flexión tanto longitudinal como transversal de alrededor de 11-14 N/mm², la mitad que se ha obtenido con los ensayos de residuos de poda de palmeras.

En el módulo de elasticidad se ha podido identificar que se consiguen resultados similares a los tableros comerciales de OSB, donde el módulo de elasticidad longitudinal está alrededor de los 3500 N/mm², igual que los DM. Comparado con los tableros de aglomerado comerciales se ha obtenido un mejor resultado, ya que los tableros comerciales de aglomerado están entorno a los 1800-1900 N/mm² de módulo de elasticidad.

2.4.6.4 Resistencia a la tracción perpendicular a las caras (UNE-EN 319:1994)

La resistencia a la tracción perpendicular a las caras, se determina mediante la aplicación de un esfuerzo de tracción a probetas dadas, previamente acondicionadas a (20±2)°C y (65±5) % H.R. Éstas se encolan con cola termofusible a bloques metálicos compatibles con el dispositivo de fijación, y sobre este conjunto y a velocidad constante, se aplica la tracción hasta rotura.

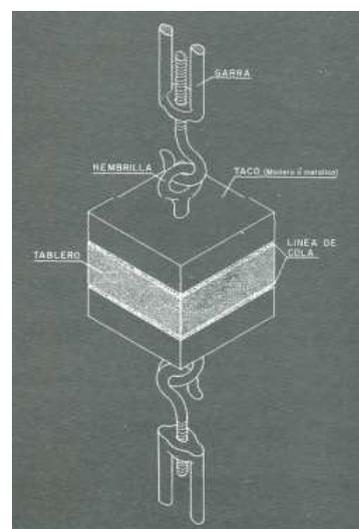


Imagen 109. Ensayo a tracción a las caras



Se registra la carga máxima soportada con precisión del 1% calculando la resistencia a la tracción ($f_{t\perp}$) como:

$$f_{t\perp} = \frac{F_{m\acute{a}x}}{a \times b}$$

siendo, $F_{m\acute{a}x}$ la carga de rotura en Newton (N), a y b la longitud y ancho de la probeta en milímetros (mm).

La resistencia a la tracción perpendicular de un tablero es la media aritmética de todas las probetas tomadas del tablero expresado en N/mm² con dos decimales.

PROTOTIPO	CARACTERÍSTICA	RESULTADO
F (R5%)	Tracción perpendicular a las caras	0,66 N/mm ²
F (R10%)		0,68 N/mm ²
F (R15%)		0,69 N/mm ²

Tabla 21. Resultado del ensayo perpendicular a las caras

Los resultados que se pueden ver en la tabla son mayores a los resultados que se tienen en los tableros de aglomerado y OSB, 0,40 N/mm² y 0,48 N/mm² respectivamente. Por tanto, en este aspecto se está por encima de las propiedades de los tableros comerciales, pero se quedan lejos de los valores pertenecientes a los DM.

2.4.7 Resultados obtenidos cuantificados y valorados

En el presente proyecto se ha realizado el desarrollo de nuevos materiales a partir de los residuos de poda de palmeras. Estos materiales desarrollados han sido fabricados a partir de tecnologías de procesos de termocompresión y de tecnologías glue-blender. Mediante la utilización de estas tecnologías se han desarrollado materiales compuestos de símil-madera de similares características a tableros de aglomerado de madera, OSB y DM comerciales.

Los diferentes materiales obtenidos y desarrollados correctamente y viables técnicamente se muestran a continuación en forma de resumen de los lo obtenido.

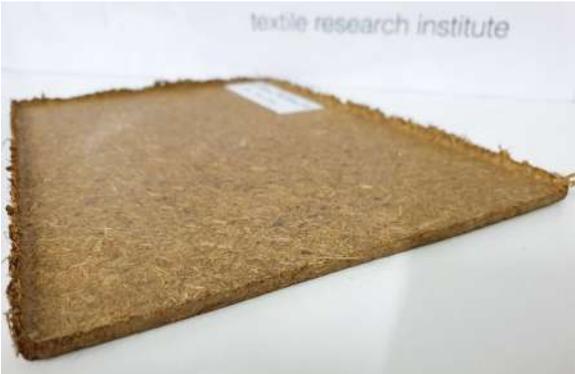
F (R5%)	 <p data-bbox="979 600 1241 622">Imagen 110. Prototipo F(5%)</p>
F (R10%)	 <p data-bbox="963 1048 1241 1070">Imagen 111. Prototipo F(10%)</p>
F (R15%)	 <p data-bbox="970 1496 1241 1518">Imagen 112. Prototipo F(15%)</p>

Tabla 22. Prototipos realizados

2.4.8 *Prototipo definitivo polímero-partícula*

Una vez obtenidos los resultados de los ensayos para los tres prototipos, analizando y valorando cada uno de ellos hacia el mercado del mobiliario, se observa que el prototipo con un mayor porcentaje de resina tiene valores un tanto superiores que los otros. Sin embargo, un factor ya nominado anteriormente, el cual es muy atractivo y decisivo, es el utilizar el



menor porcentaje de resina posible; ya que para el proceso de fabricación, costes y responsabilidad frente el medio ambiente es clave.

Como los valores entre los tres prototipos no varían de manera notable, los valores obtenidos para el prototipo F (R5%) son suficientes para cumplir con los procesos de fabricación y cálculos mecánicos, ya que se han comparado con materiales funcionales; y el porcentaje de resina utilizado es el menor de todos, lo que favorece varios aspectos del proyecto.

2.4.8.1 Comparativa en el mercado del composite seleccionado

Determinación de la densidad (UNE-EN 323:1994):

En la determinación de la densidad del prototipo seleccionado F (R5%) se pudo obtener un valor que está ligeramente por encima de los materiales similares comerciales como el tablero de aglomerado y tablero OSB, obteniendo un resultado de densidad de 810 Kg/m³.

Determinación del contenido de humedad (UNE EN 322:1994):

En la medición del contenido de humedad se ha obtenido un resultado de 8,5 %, que es prácticamente igual a los tableros comerciales de aglomerado, de OSB y DM que es del orden del 9%.

Resistencia a la flexión y módulo de elasticidad (UNE EN 310:1994)

En cuanto a la resistencia a la flexión se han logrado obtener resultados de longitudinal y transversal de 31,6 y 32,6 N/mm², respectivamente, que son valores superiores a los tableros de aglomerado de madera (11-14 N/mm²) que se pueden encontrar comercialmente, y son valores prácticamente idénticos a los tableros de OSB (31 N/mm²) y DM (35 N/mm²). En cuanto al módulo de elasticidad se obtuvieron valores de longitudinal y transversal de 3.495 y 3.370 N/mm², respectivamente, que son valores superiores a los tableros de aglomerado de madera (1800-1900 N/mm²), pero muy poco inferiores a los tableros de OSB y DM (3500 N/mm²).

Resistencia a la tracción perpendicular a las caras (UNE EN 319:1994)

Los resultados de resistencia a la tracción perpendicular se han logrado obtener valores de 0,66 N/mm². Siendo estos valores superiores tanto en los tableros de aglomerado de madera (0,40 N/mm²) y tableros de OSB (0,48 N/mm²).



2.5 Definición del producto

La estantería diseñada del presente proyecto presenta variedad de detalles ocultos, que no se perciben a simple vista, ya que o no son visibles a la vista o són parte de la geometría de la estantería, la cual como ya se ha dicho es especial. También se mostrarán las capacidades que tiene el diseño como los elementos fabricados.

Empezando por la propia estructura de la estantería, la parte de forma el fondo de esta, tiene unas hendiduras hechas a propósito para que al montar las piezas vayan colocadas exactamente en el lugar que le corresponden. Gracias a esta pequeña incisión de las piezas en el fondo, la estabilidad dimensional y estructural aumenta.



Imagen 113. Perfil izquierdo estantería con cajones

La geometría de esta estantería es sumamente compleja, con alturas desiguales y algunas de las partes que la componen en situaciones difíciles mecánicamente hablando. Todas las partes de la estructura de la estantería están sujetas entre ellas mediante tacos de madera y sujetas al fondo de la estructura mediante tornillos, pero hay alguna de las piezas que por su disposición, llevan tornillos más largos para que soporten mejor los esfuerzos, estas piezas son las que se encuentran en voladizo y la base de la estantería, la cual se encarga del equilibrio estructural de la misma.

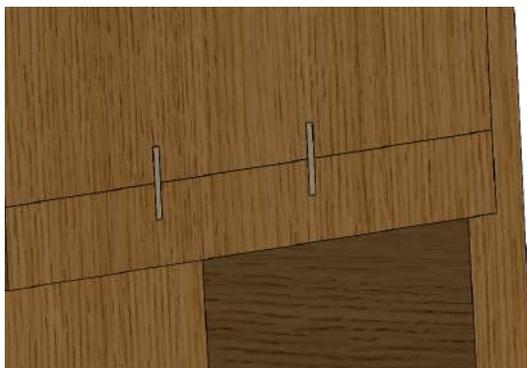


Imagen 114. Tacos de madera largos en estantería



Imagen 115. Tornillos 1 en estantería



Imagen 116. Tornillos 2 en estantería

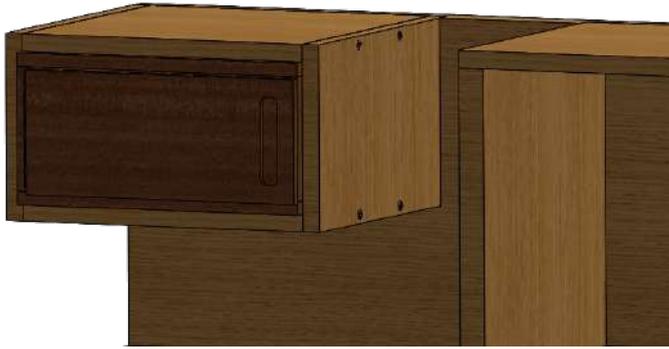


Imagen 117. Estante en voladizo

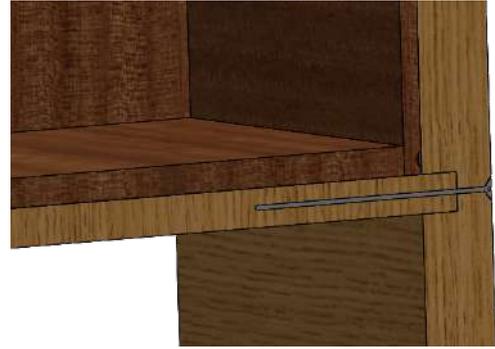


Imagen 118. Tornillo 2 en estantería

Por la geometría especial, hay un par de piezas de la estantería que sí que van unidas entre sí por tornillos, como sujeción extra para resistir los esfuerzos y las cargas. Únicamente son las piezas en voladizo, las superiores tienen los tornillos horizontalmente, y las piezas inferiores de manera vertical.



Imagen 119. Localización atípica de tornillos 1

Los cajones están formados por seis piezas fabricadas y algunos elementos comerciales, como los imanes, las bisagras y sus tornillos, que son exclusivos para ellos. Cada cajón cuenta con dos bisagras de triple sujeción menos el cajón 5, el cual dispone de tres bisagras por sus dimensiones. Cada uno de ellos en la parte superior derecha tiene el imán para que las puertas se queden sujetas al cerrarlas. Como pasa en las partes de la estantería, las partes de la estructura de los cajones van unidas entre ellas mediante tacos de madera, pero estos de menores dimensiones, y todas ellas atornilladas al fondo de cada cajón.

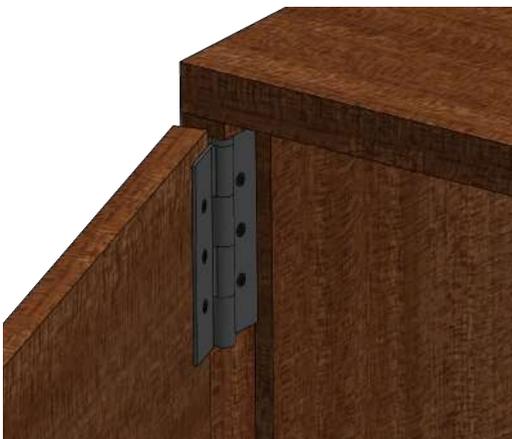


Imagen 120. Bisagra en el cajón



Imagen 121. Imán en el cajón



Imagen 122. Tacos de madera cortos en el cajón



Imagen 123. Tornillos 1 en el cajón

La estantería tiene un diseño el cual la dota de versatilidad, a la hora de su organización, tanto con o sin cajones. Los cajones hay diversas posiciones para cada uno de ellos, pudiendo elegir el usuario la configuración que más le guste o mejor se adapte a sus necesidades.

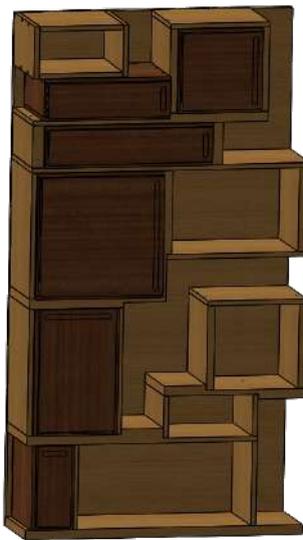


Imagen 124. Organización 1 de los cajones en la estantería

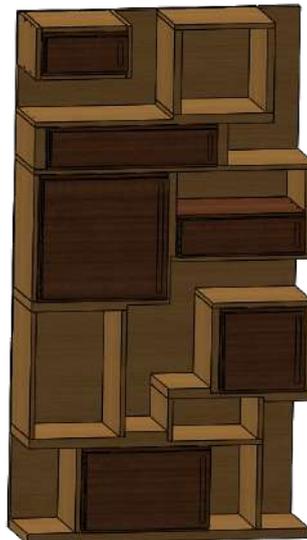


Imagen 125. Organización 2 de los cajones en la estantería

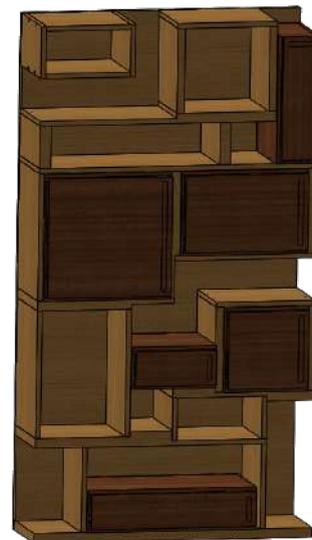


Imagen 126. Organización 3 de los cajones en la estantería

Ahora bien, si el usuario no quiere los cajones en la estantería, con ellos los puede organizar de diferentes maneras para poder crear otro mueble aparte, que cubra sus necesidades. Los cajones por sus dimensiones, ofrecen multitud de posibilidades de agrupación, para así contentar al máximo de usuarios posibles. Pueden agruparse formando un conjunto perfectamente alineado, o formar una estructura más bien irregular o simétrica si se requiere. Estas son algunas de las combinaciones posibles.



Imagen 127. Agrupación 1 de los cajones sueltos



Imagen 128. Agrupación 2 de los cajones sueltos



Imagen 129. Agrupación 3 de los cajones sueltos



Imagen 130. Agrupación 4 de los cajones sueltos

Las piezas que forman el proyecto se agrupan en siete diferentes, la estantería y los seis cajones, cada uno de ellos de diferentes dimensiones, para ofrecer más variedad y posibilidades, a continuación se muestran por separada cada uno de ellos junto con la estantería:

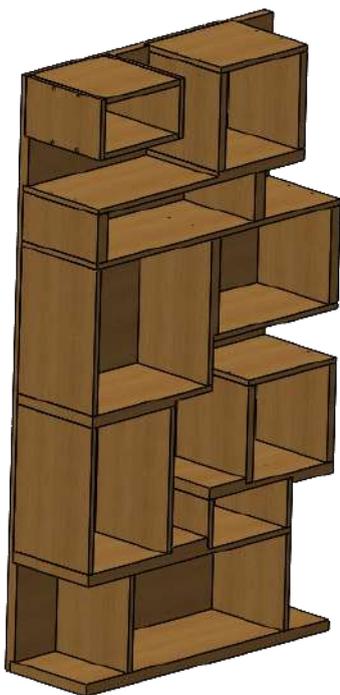


Imagen 135. Estantería



Imagen 131. Cajón 1



Imagen 132. Cajón 2



Imagen 133. Cajón 3



Imagen 134. Cajón 4



Imagen 136. Cajón 5



Imagen 137. Cajón 6



2.6 Imagen corporativa

Para representar visualmente la estantería, se crea el logotipo propio de esta para que sea reconocida con un golpe de vista. Los logotipos tienen este tipo de función, lograr reconocer un concepto o algo tangible inmediatamente gracias a ellos.

Para abordar esta idea se busca por un lado un dibujo muy visual, representativo de la estantería, en este caso la hoja de palmera. Es capaz de ser identificada a bastante distancia por los usuarios, por lo que es perfecta para la función que se ha elegido.

El nombre ha sido elegido para que vaya totalmente de la mano con lo que es el producto, por lo que se se ha utilizado la lengua inglesa para llegar a un mayor público, pero describiendo exactamente de qué se trata, sin tapujos, una estantería de palmera, "Palm Shelf".

Los colores para el logotipo son muy importantes, por lo que se ha obtenido por la sencillez, base de los colores neutros, el blanco y el negro, con un color que destaque, en este caso un tono entre amarillo y ocre, que recuerda al material de la estantería.

En el diseño se del prototipo no se ha buscado esa clarividencia para saber a qué objeto está representado, se han buscado líneas clásicas, en este caso círculos concéntricos de los colores elegidos. Se han realizado varias muestras, contraponiendo los colores, jugando solo con los neutros, para llegar al definitivo:



Imagen 138. Diseño 1



Imagen 139. Diseño 2



Imagen 140. Diseño 3

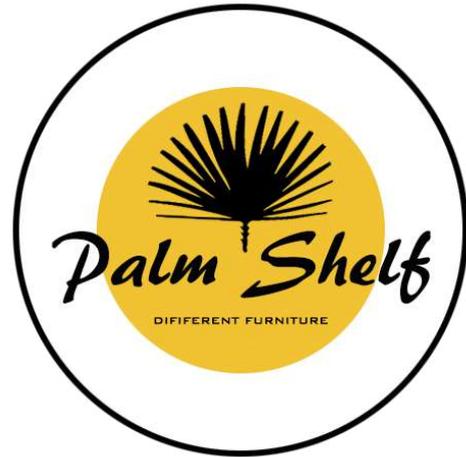


Imagen 141. Diseño 4



Imagen 142. Diseño 5



Imagen 143. Diseño 6

El logotipo elegido para utilizar en la estantería es el siguiente, aunque los neutros simples se utilizan en ciertos casos concretos.



Imagen 144. Imagen corporativa



2.7 Renders



Imagen 145. Estantería con cajones vista 1



Imagen 146. Estantería con cajones vista 2



Imagen 147. Estantería con cajones vista 3



2.8 Bio

Empresas

- <https://www.ikea.com/es/es/>
- <https://www.ar-shelving.es/>
- <https://www.moycor.com/>
- <https://andreuworld.com/es/>
- <https://www.treku.com/>
- <http://www.lestoc.com/>
- <https://revolucionlimo.com/>
- <https://hannun.com/>
- <https://alki.fr/es/nosotros/>
- <https://slowdeco.es/>
- <https://www.revistaad.es/diseño/articulos/esta-empresa-espanola-convierte-los-residuos-plastico-muebles/28854>
- <https://www.libremercado.com/2016-10-28/lestoc-muebles-recicladosporcarpinteros-muy-especiales-1276585486/>
- <https://www.residuosprofesional.com/7-premios-producto-plastico-reciclado/>
- <https://www.lobostudio.es/mejores-marcas-de-muebles-de-diseño-en-espana/>

Modelos estanterías

- https://www.makro.es/marketplace/product/57c6c1d0-c7f6-4318-bde3-4b65982f3890?gclid=CjwKCAjwopWSBhB6EiwAjxmQDX1rRMWLX-UKdliFPCC5_N7gQOwXeUym8r73cuekAjl6d1d9azCGHhoCH7MQAvD_BwE
- https://www.miliboo.es/libreria-de-diseño-acabado-roble-140cm-epure-51638.html?vmst_id=180-1169-1648713008931-520888023-ibkjrqqunll6fpg3m93k-B7BCOHWCVS6SNAHG7MSN-124&part=208&LGWCODE=51638;80713;621&vmtrack_id=es-1CPGI6N6N0#technique
- <https://www.manomano.es/catalogue/p/estanteria-171-cm-blanco-mate-y-roble-con-dos-cajones-y-una-puerta-roble-y-blanco-34029926>
- <https://www.manomano.es/p/estanteria-140-cm-dos-cajones-una-puerta-abatible-y-ocho-compartimentos-abiertos-acabado-roble-y-gris-roble-y-gris-37240923>
- <https://kavehome.com/es/es/p/vitrina-alen-de-madera-maciza-de-acacia-110-x-166-cm>
- https://www.miliboo.es/biblioteca-moderna-con-puertas-blanca-roble-ingrid-44759.html?vmst_id=180-1169-1648724478683-510097610-fmzzq7o2xcco5dj9nq8-XH70WBC1A9OOANLDQJFI-107&part=208&LGWCODE=44759;80713;621&vmtrack_id=es-1CPGI6N6N0#ectrans=1
- <https://www.ikea.com/es/es/p/kallax-estanteria-efecto-roble-tinte-blanco-00324518/>
- <https://naturshome.es/producto/estanteria-bern-2/>
- https://www.leroymerlin.es/fp/82260372/estanteria-kub-con-cajones-gris-de-28-compartimentos?utm_source=awin&utm_medium=afiliacion&awc=20598_1648718404_84eb802e019306dafee570a3b8509eae
- <https://www.maisonsdumonde.com/ES/es/p/estanteria-con-3-puertas-de-madera-de-sheesham-stockholm-116519.htm>
- <https://www.maisonsdumonde.com/ES/es/p/estanteria-1-cajon-1-puerta-de-metal-y-mangotricolor-arty-155714.htm>
- <https://www.maisonsdumonde.com/ES/es/p/repisa-mural-redonda-de-metal-negro-y-abetorlando-165559.htm>



- <https://www.ikea.com/es/es/p/eket-estanteria-cubos-blanco-gris-oscuro-gris-claro-s59189132/>
- <https://www.domesticoshop.com/libreria-pensile.html>
- <https://www.amazon.es/dp/B07ZRX4HGC?tag=estantespara-21&linkCode=ogi&th=1>
- https://www.amazon.es/dp/B09G2NQZLL/ref=asc_df_B09G2NQZLL1649692800000/?tag=li0n08-21&creative=24646&creativeASIN=B09G2NQZLL&linkCode=df0&th=1
- https://abc-meubles.com/fr/meuble-escalier/98-escalier-cube-200cm.html?gclid=CjwKCAjwu_mSBhAYEiwA5BBmfzFg9A7mo_9H0KkvrdonHIZDUa3MwSuT46Ygg-IXIC-hF9fdyTzRxoCUqoQAuD_BwE
- <https://www.ar-shelving.es/shelves/stocker-classic/>
- <https://www.oficinasmontiel.com/estanterias-y-librerias-de-oficina/6315-estanteria-alta-para-oficina-de-kunna.html>

Materiales

- <https://www.decoestilo.com/articulo/tipos-de-madera-para-muebles/>
- <https://www.vipreformas.es/blog/mejores-maderas-para-muebles-cuales-son/?gclid=EAAlQobChMIy8bigu756wIVeRoGAB2DPgxbEAAAYiAAEgJWoPD>
- <http://www.maderaydecoracion.com/tableros/tableros-mdf>
- <https://maderame.com/>
- <https://maderame.com/enciclopedia-madera/>

Estudio de materiales

- <https://www.abc.com.py/edicion-impres/suplementos/escolar/beneficios-de-reciclar-la-madera-390718.html>
- <https://www.maderasportu.com/es/blog/2021/5-razones-por-las-que-utilizar-tablero-aglomerado>
- <https://www.recytrans.com/blog/reciclaje-de-madera/>
- <https://www.desdelared.com.mx/noticias/2012/2-opinion/0604-albino-0706141224.html>
- <https://aemahispanica.com/servicios-de-jardineria/gestion-residuos-vegetales>
- <https://ecoembesdudasreciclaje.es/donde-puedo-tirar-ramas-de-arboles/>
- https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/energia/residuos_agricolas_y_forestales.asp
- <https://www.residuosprofesional.com/pantalla-acustica-residuos-vegetales/>
- <https://www.mestizostore.com/product/mesa-auxiliar-madera-de-palmera-a/>
- <https://www.residuosprofesional.com/valencia-merenderos-plasticos-reciclados/>
- <https://www.residuosprofesional.com/valencia-aprovechamiento-paja-arroz/>
- <https://www.residuosprofesional.com/aprovechamiento-de-la-paja-de-arroz-como-materia-prima-de-interes-industrial/>

Composites

- <http://www.tablerosmartinez.com/usuario/PDF/dm.pdf>
- <https://greemap.es/tableros/contrachapado-madera/>
- https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/48300/TFM_Joaqu%C3%ADn_LaTorre_Aguilera.pdf?sequence=1
- <https://www.convertunits.com/from/kg/cm2/to/n/mm2>
- https://oa.upm.es/30465/1/MADERAS_CONIFERAS.pdf
- https://infomadera.net/uploads/articulos/archivo_1380_17247.pdf

**Estantería de
cajones extraíbles,
intercambiables
y agrupables,
fabricada con
material
proviniente
de residuos
agrícolas.**

**Blañquer
Pérez,
Josep**



**Grado en Ingeniería
de Diseño Industrial y
Desarrollo de Productos**

**Tutor:
Julio Serrano Mira**

**Julio
2022**



**UNIVERSITAT
JAUME·I**



Volumen 3:

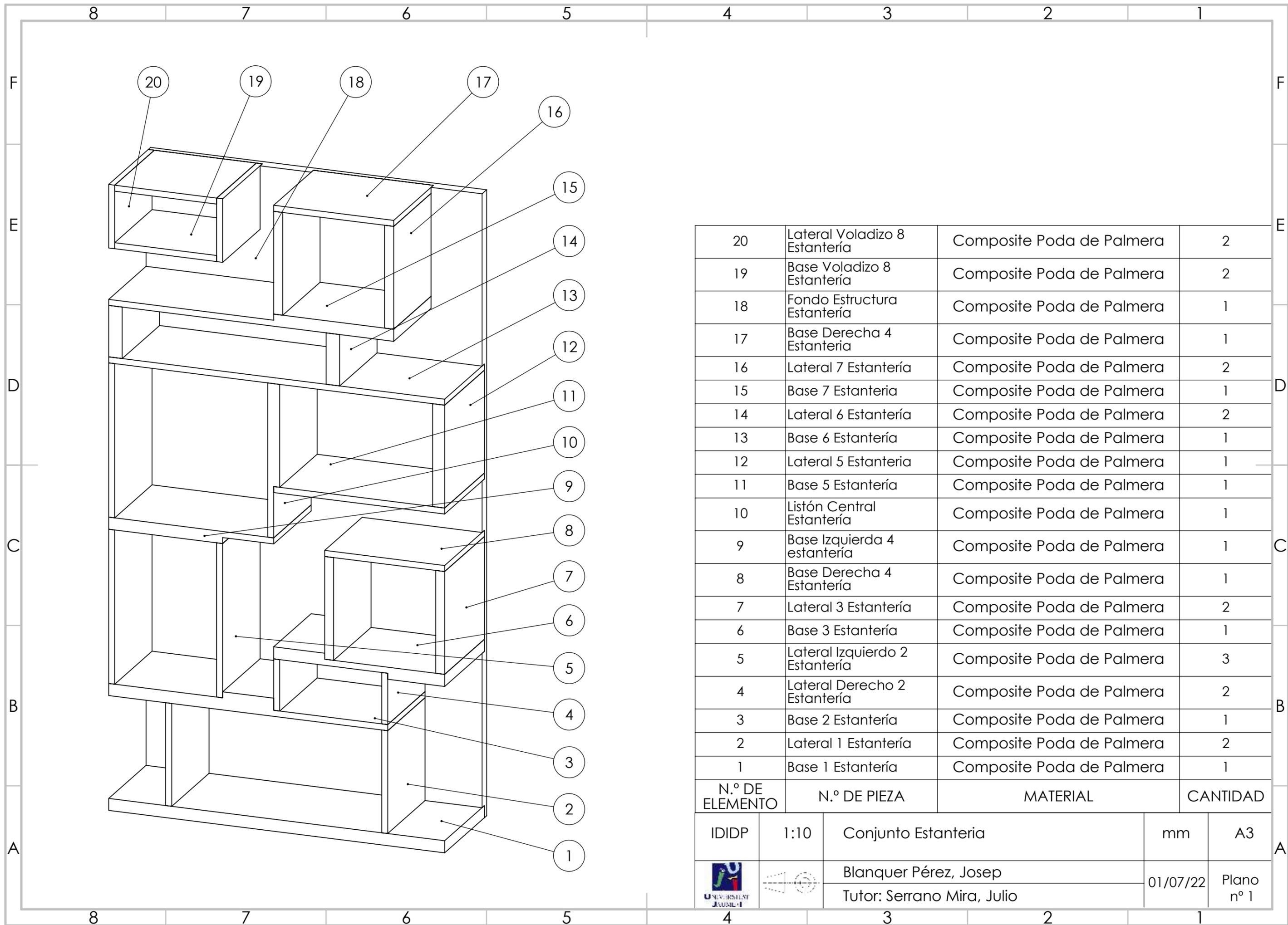
Planos

ÍNDICE.

3.1 Conjunto Estantería	143
3.2 Base 1 Estantería	144
3.3 Lateral 1 Estantería	145
3.4 Base 2 Estantería	146
3.5 Lateral Izquierdo 2 Estantería	147
3.6 Lateral Derecho 2 Estantería	148
3.7 Base 3 Estantería	149
3.8 Lateral 3 Estantería	150
3.9 Base Derecha 4 Estantería	151
3.10 Base Izquierda 4 Estantería	152
3.11 Listón Central Estantería	153
3.12 Base 5 Estantería	154
3.13 Lateral 5 Estantería	155
3.14 Base 6 Estantería	156
3.15 Lateral 6 Estantería	157
3.16 Base 7 Estantería	158
3.17 Lateral 7 Estantería	159
3.18 Base Voladizo 8 Estantería	160
3.19 Lateral Voladizo 8 Estantería	161
3.20 Fondo Estructura Estantería	162
3.21 Conjunto Cajón 1	163

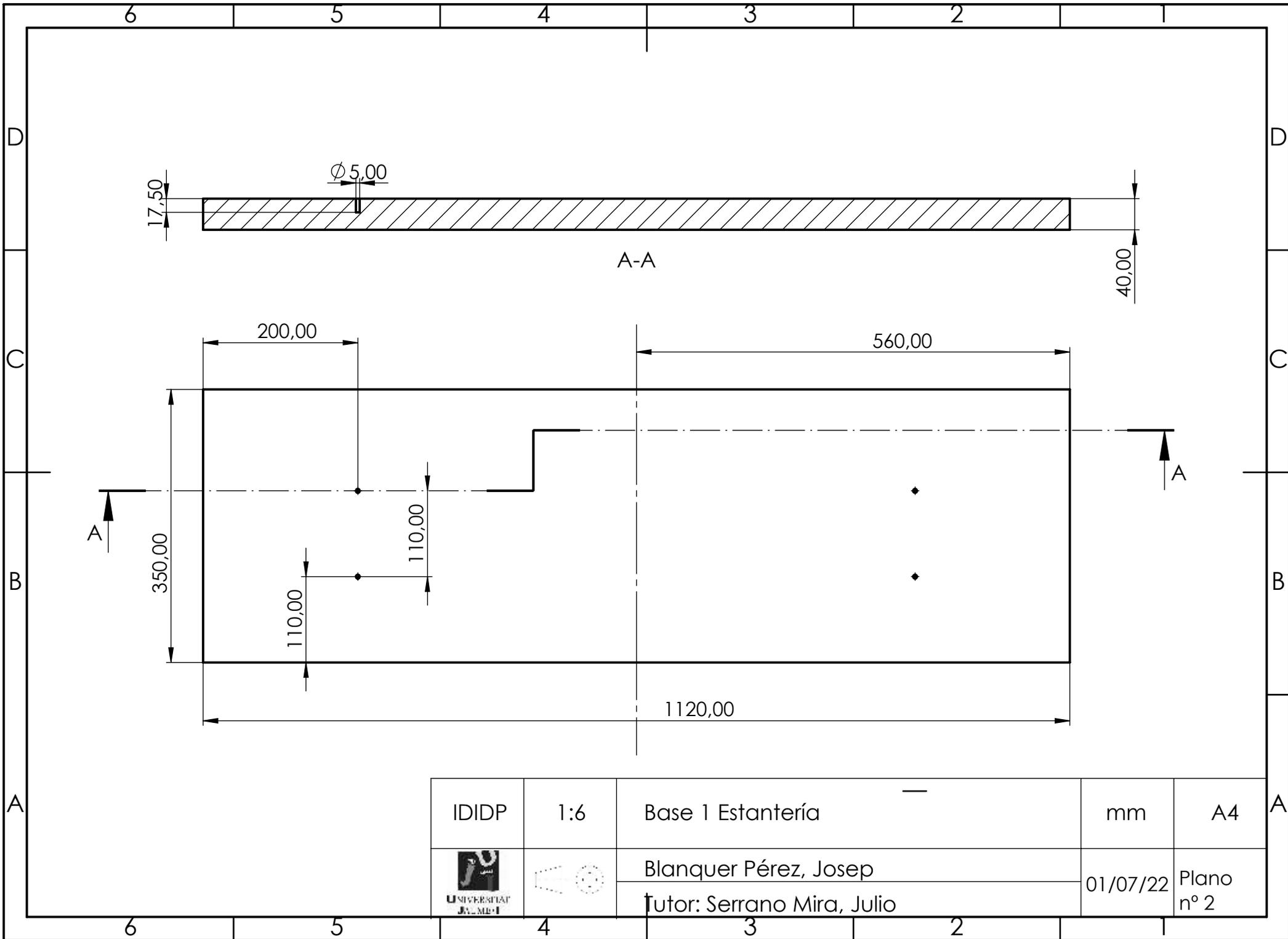


3.22 Base Cajón 1	164
3.23 Fondo Cajón 1	165
3.24 Lateral Bisagra Cajón 1	166
3.25 Lateral Simple Cajón 1	167
3.26 Puerta Cajón 1	168
3.27 Conjunto Cajón 2	169
3.28 Fondo Cajón 2	170
3.29 Lateral Bisagra 2	171
3.30 Lateral Simple Cajón 2	172
3.31 Puerta Cajón 2	173
3.32 Conjunto Cajón 3	174
3.33 Base Cajón 3	175
3.34 Fondo Cajón 3	176
3.35 Puerta Cajón 3	177
3.36 Conjunto Cajón 4	178
3.37 Base Cajón 4	179
3.38 Fondo Cajón 4	180
3.39 Puerta Cajón 4	181
3.40 Conjunto Cajón 5	182
3.41 Fondo Cajón 5	183
3.42 Lateral Bisagra Cajón 5	184
3.43 Lateral Simple Cajón 5	185
3.44 Puerta Cajón 5	186
3.45 Conjunto Cajón 6	187
3.46 Fondo Cajón 6	188
3.47 Puerta Cajón 6	189

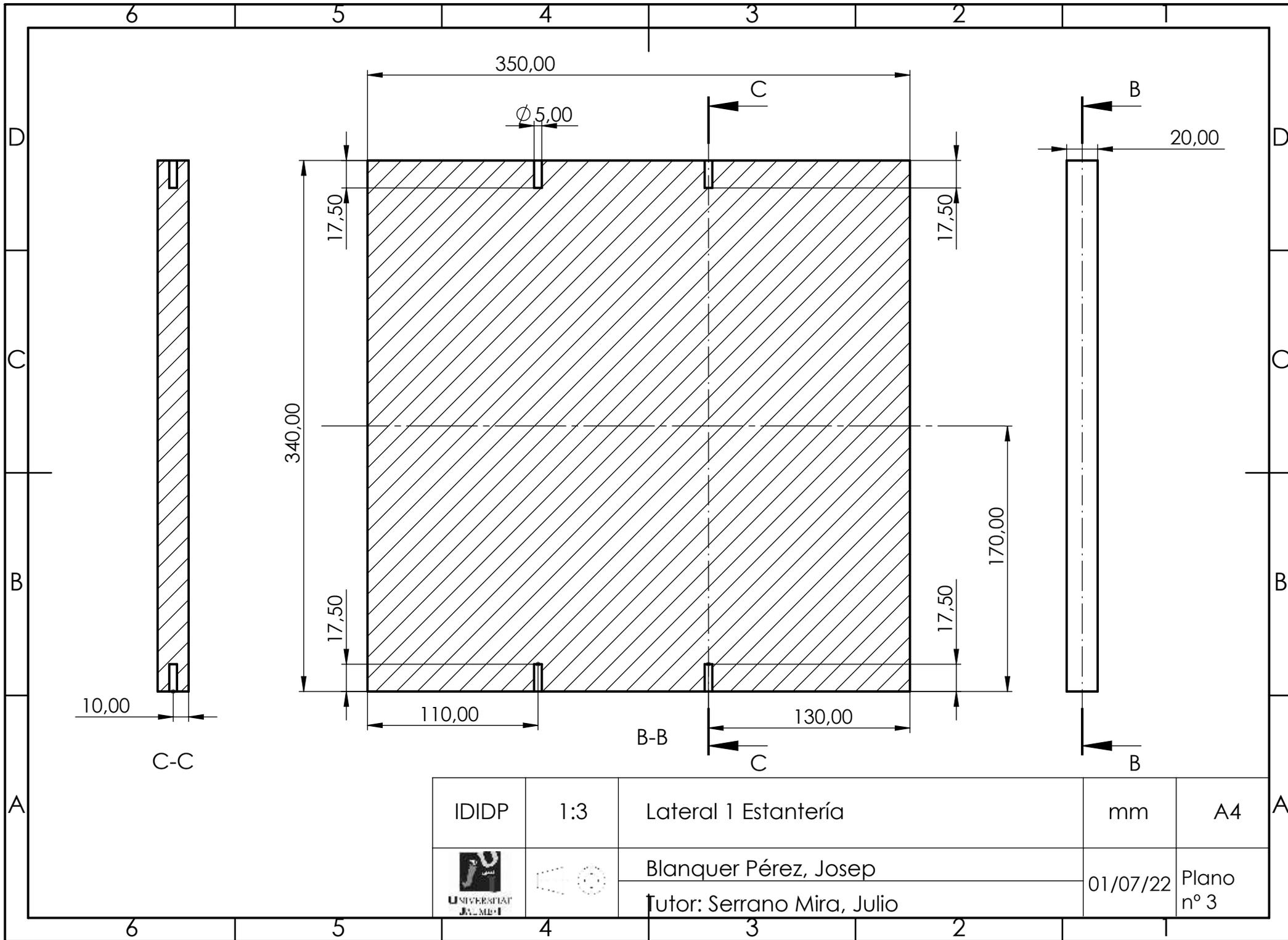


20	Lateral Voladizo 8 Estantería	Composite Poda de Palmera	2
19	Base Voladizo 8 Estantería	Composite Poda de Palmera	2
18	Fondo Estructura Estantería	Composite Poda de Palmera	1
17	Base Derecha 4 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
16	Lateral 7 Estantería	Composite Poda de Palmera	2
15	Base 7 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
14	Lateral 6 Estantería	Composite Poda de Palmera	2
13	Base 6 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
12	Lateral 5 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
11	Base 5 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
10	Listón Central Estantería	Composite Poda de Palmera	1
9	Base Izquierda 4 estantería	Composite Poda de Palmera	1
8	Base Derecha 4 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
7	Lateral 3 Estantería	Composite Poda de Palmera	2
6	Base 3 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
5	Lateral Izquierdo 2 Estantería	Composite Poda de Palmera	3
4	Lateral Derecho 2 Estantería	Composite Poda de Palmera	2
3	Base 2 Estantería	Composite Poda de Palmera	1
2	Lateral 1 Estantería	Composite Poda de Palmera	2
1	Base 1 Estantería	Composite Poda de Palmera	1

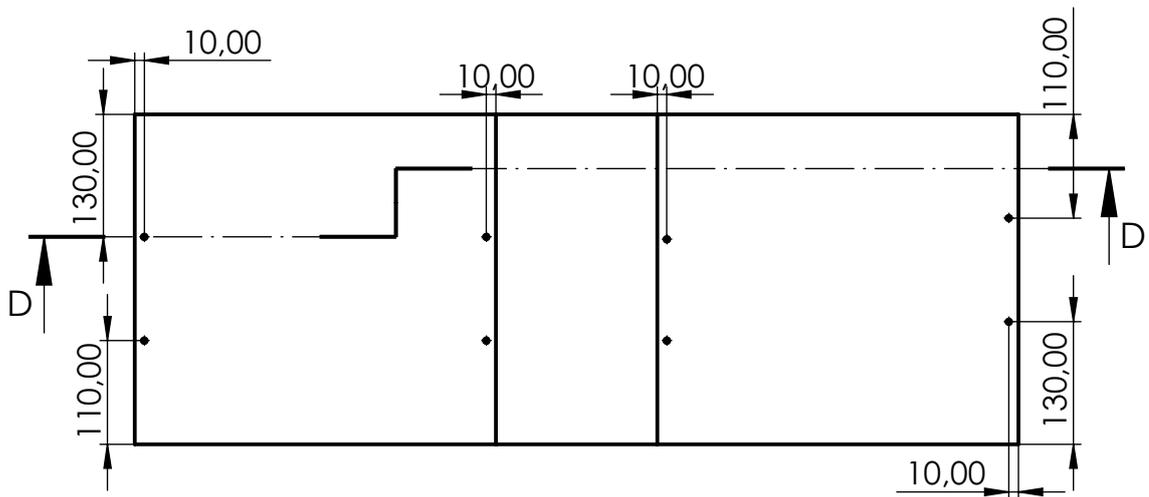
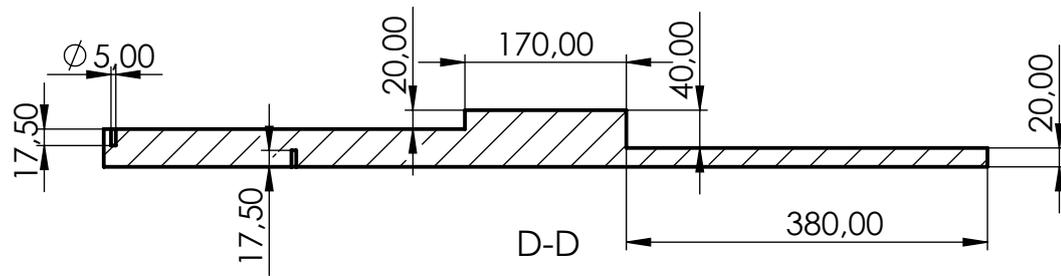
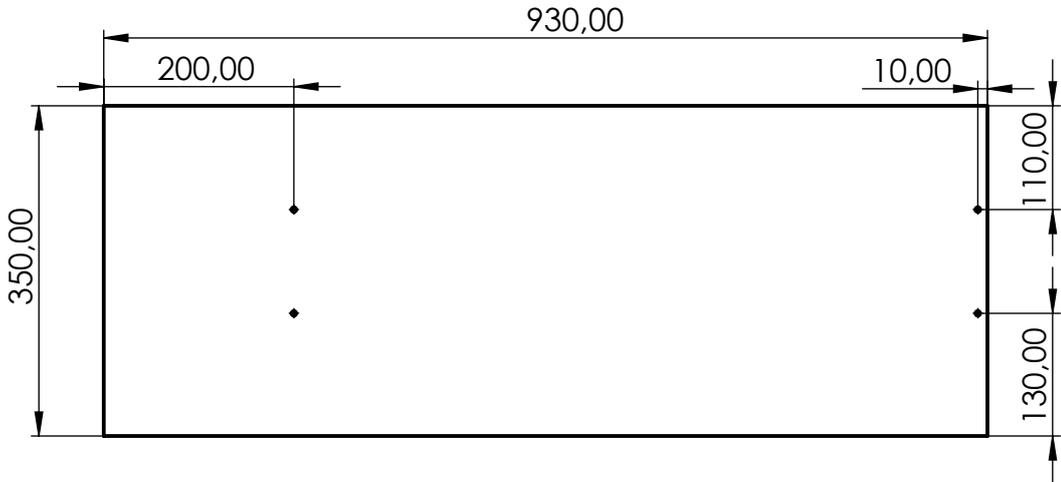
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD	
IDIDP	1:10	Conjunto Estantería	mm	A3
  Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio			01/07/22	Plano nº 1



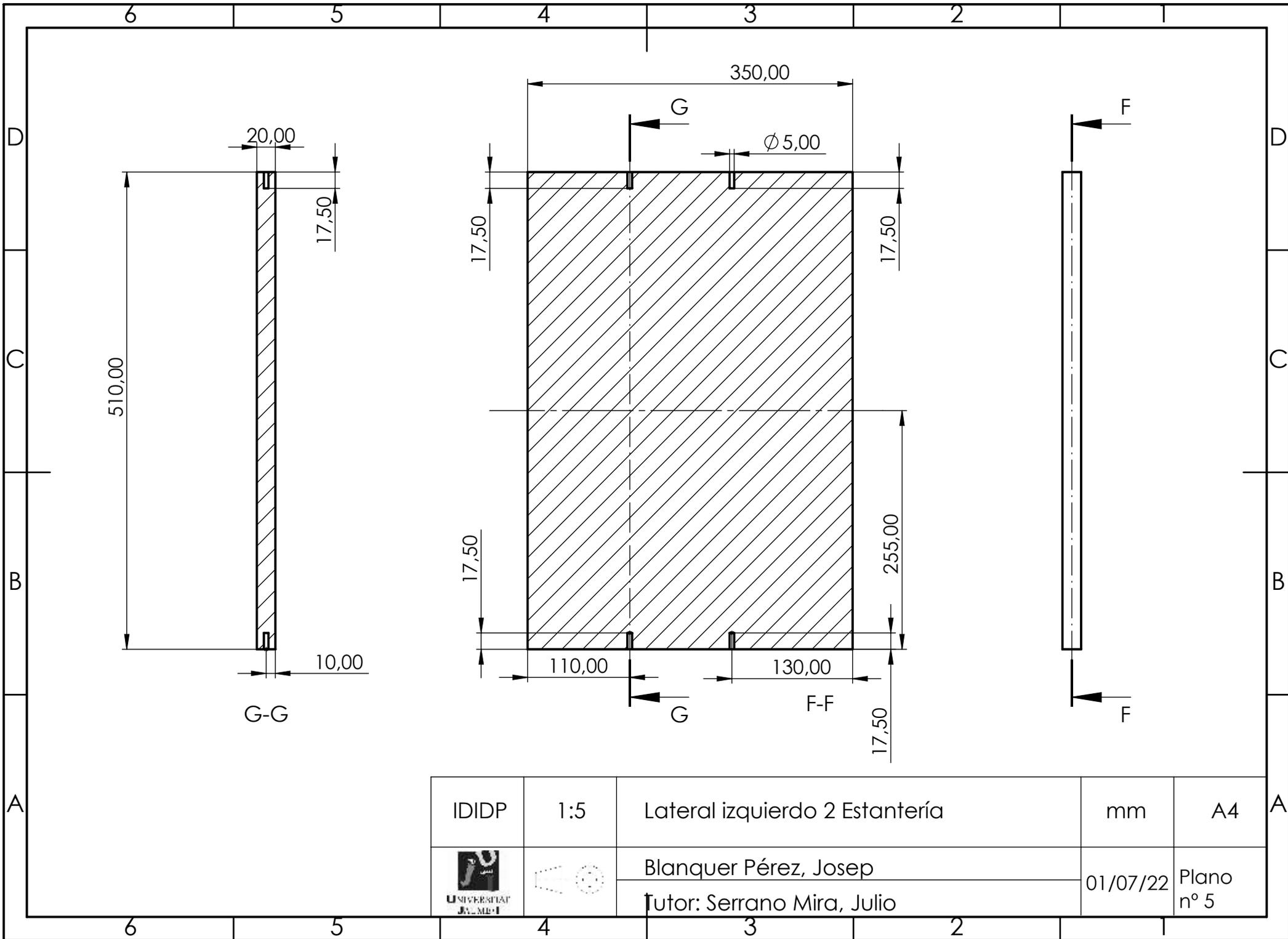
IDIDP	1:6	Base 1 Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 2



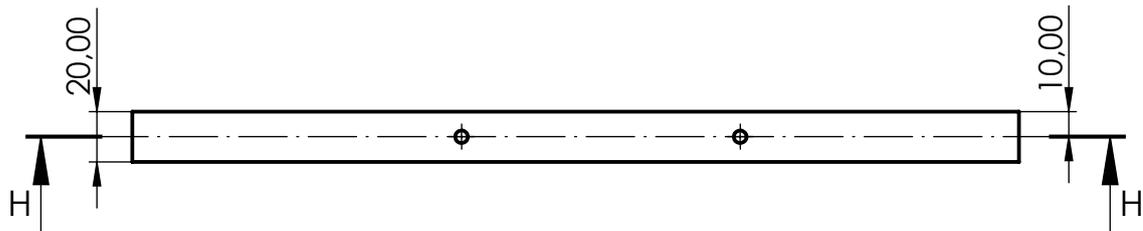
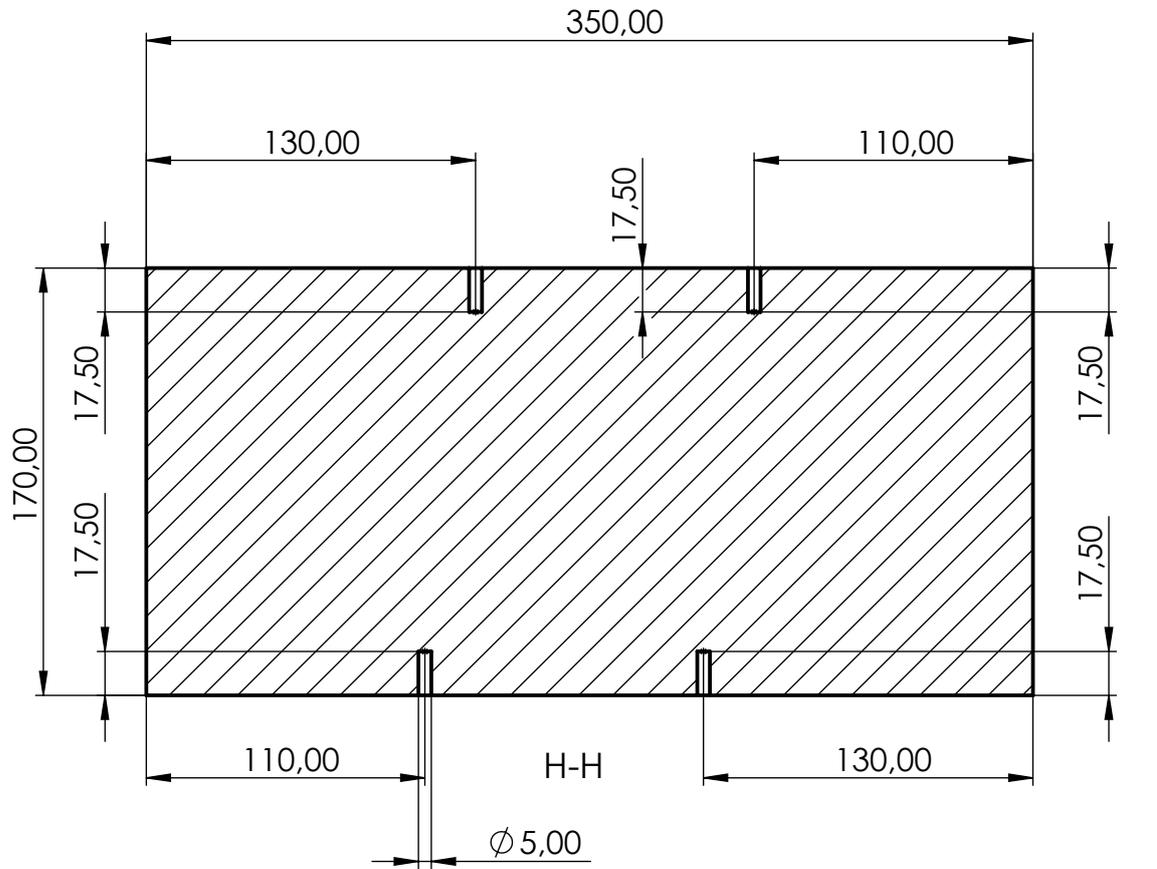
IDIDP	1:3	Lateral 1 Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 3
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



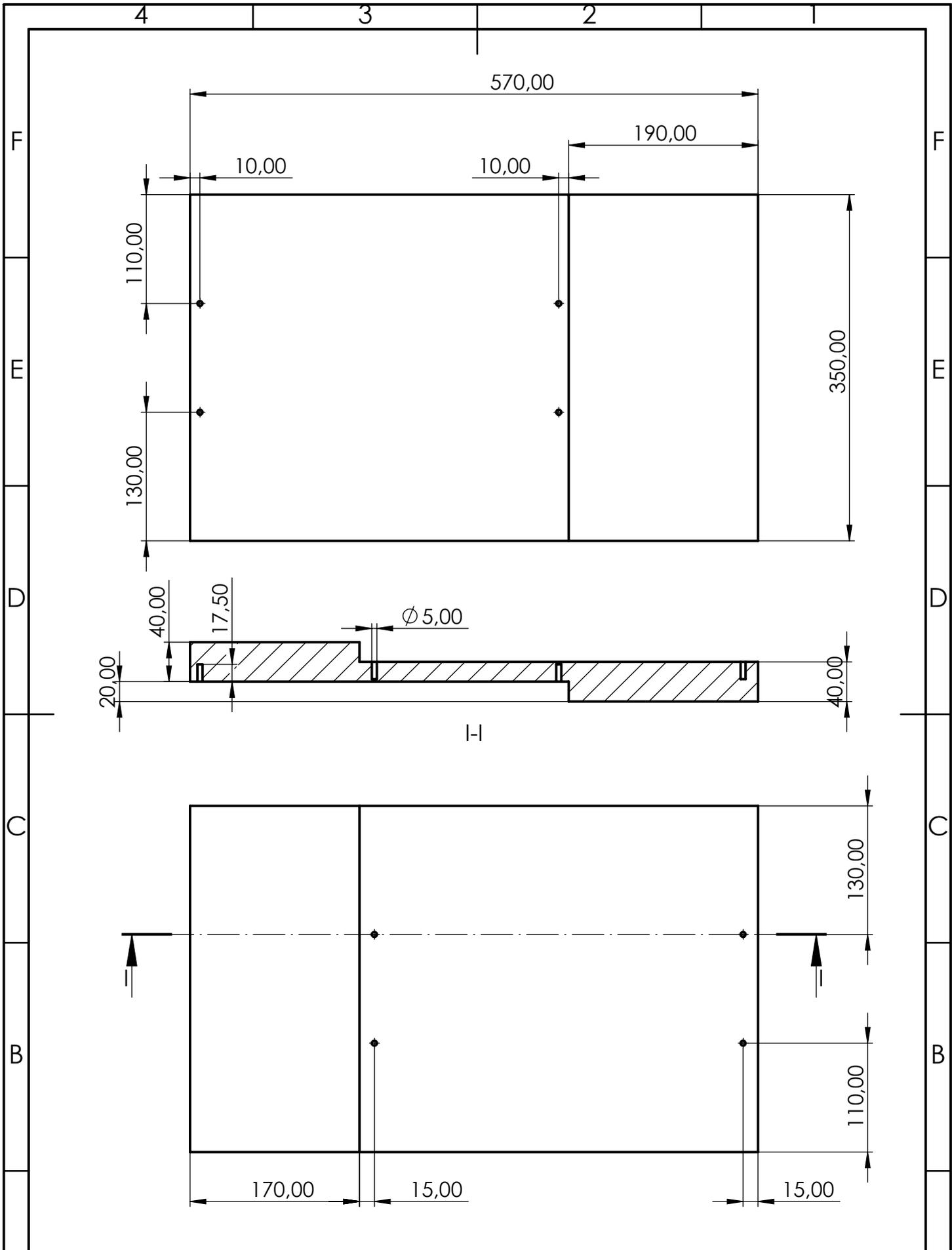
A	IDIDP	1:8	Base 2 Estantería	mm	A4	A
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 4	



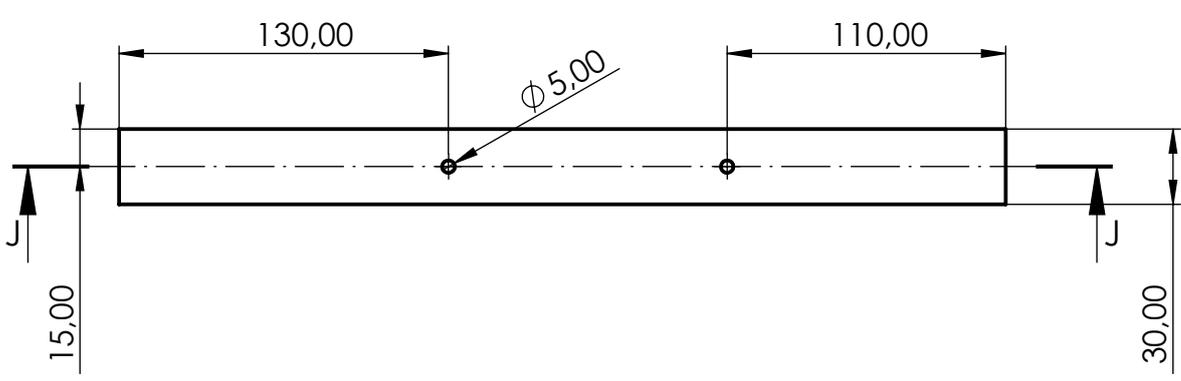
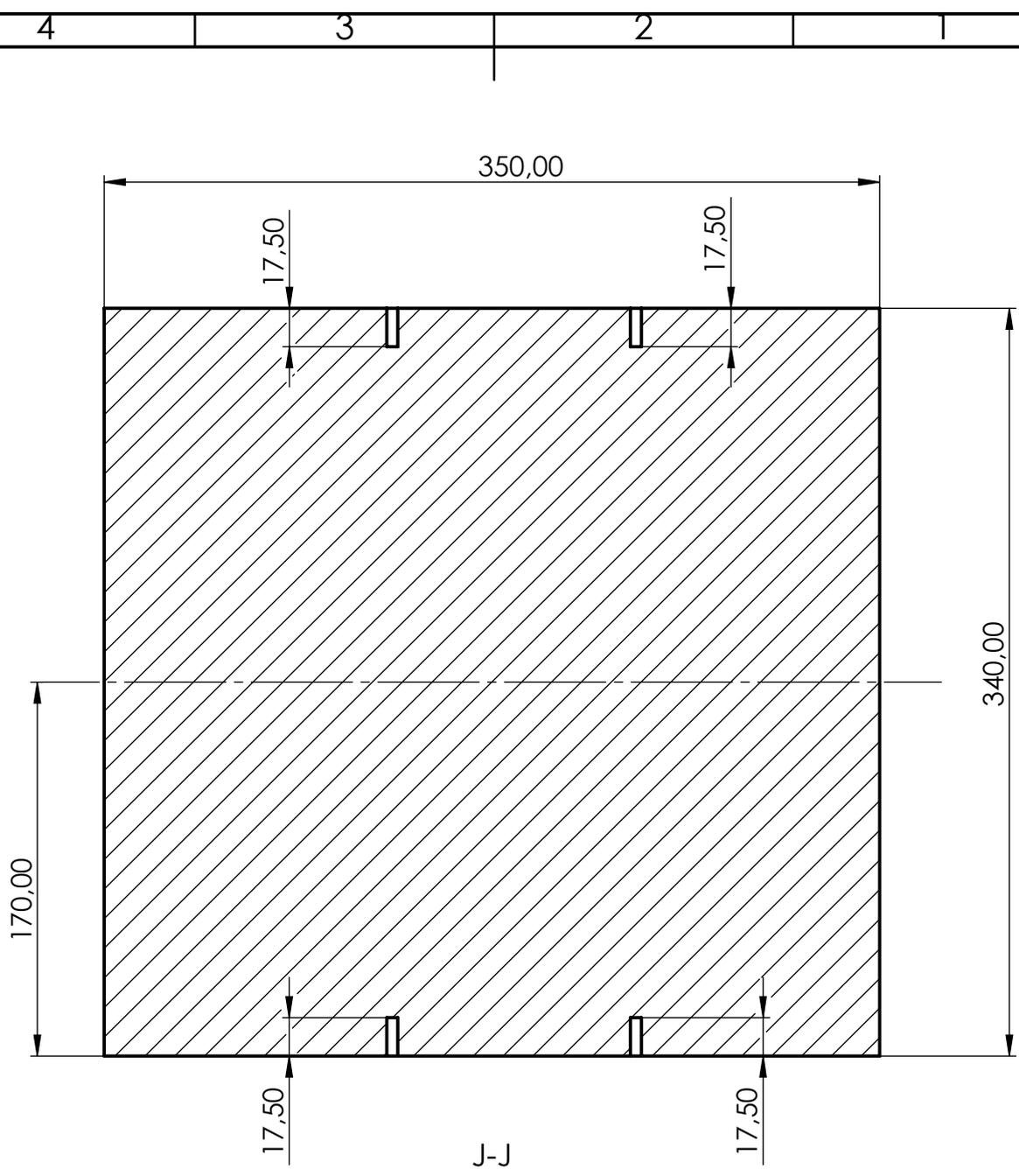
IDIDP	1:5	Lateral izquierdo 2 Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 5
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



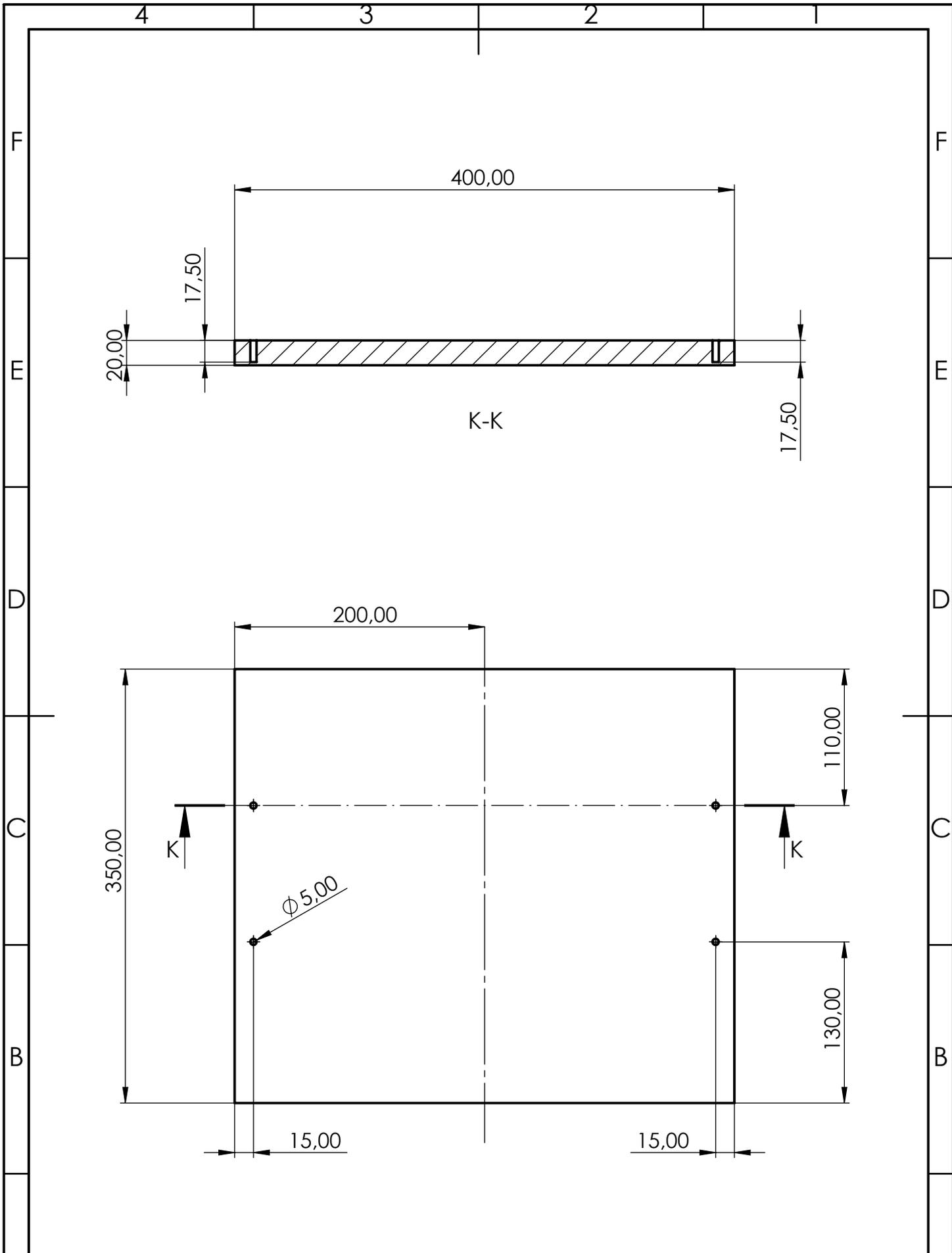
A	IDIDP	1:3	Lateral derecho 2 Estantería	mm	A4	A
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 6	



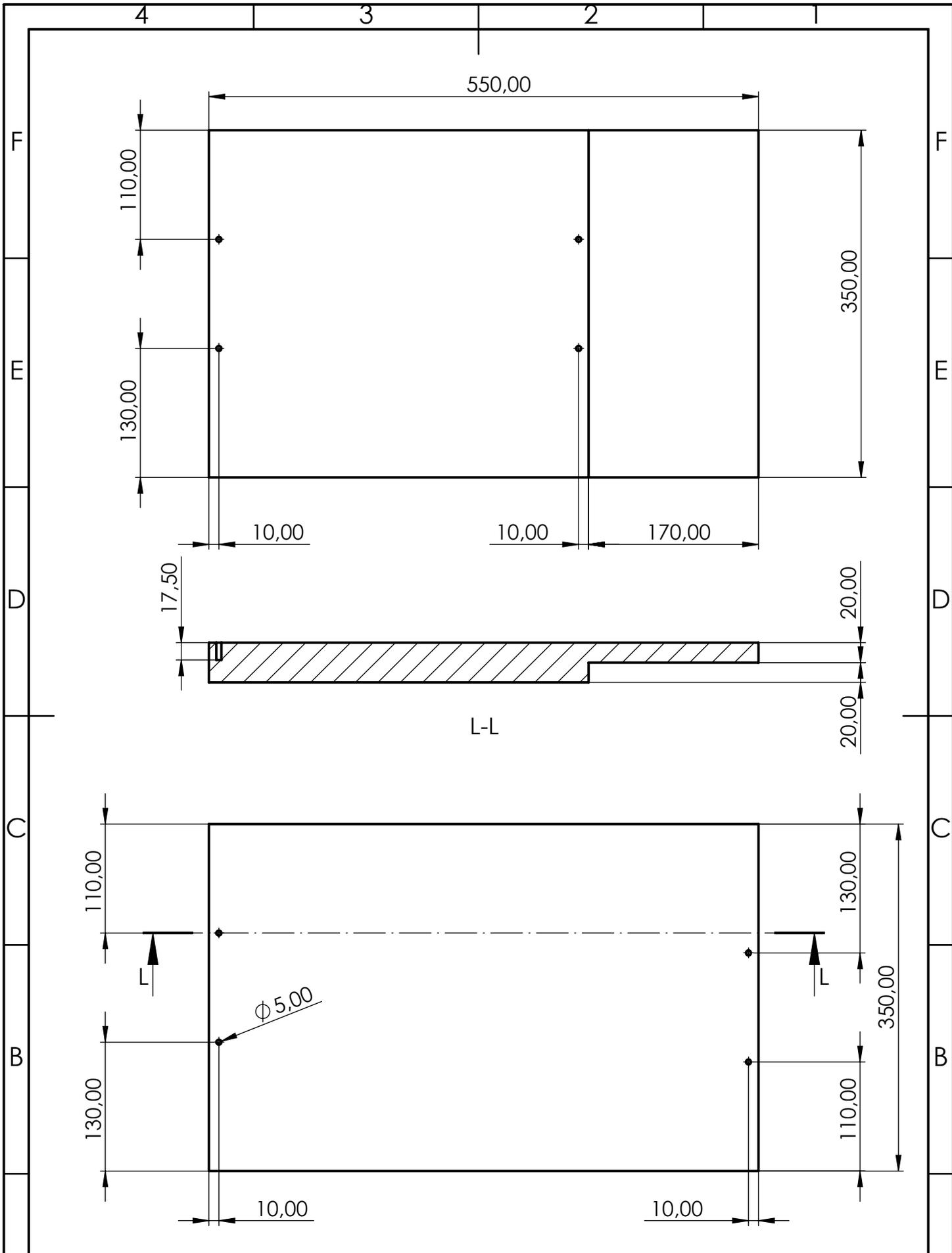
A	IDIDP	1:5	Base 3 Estantería	mm	A4	A
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 7	



A	IDIDP	1:3	Lateral 3 Estantería	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 8



A	IDIDP	1:4	Base derecha 4 Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio		01/07/22	Plano nº 9



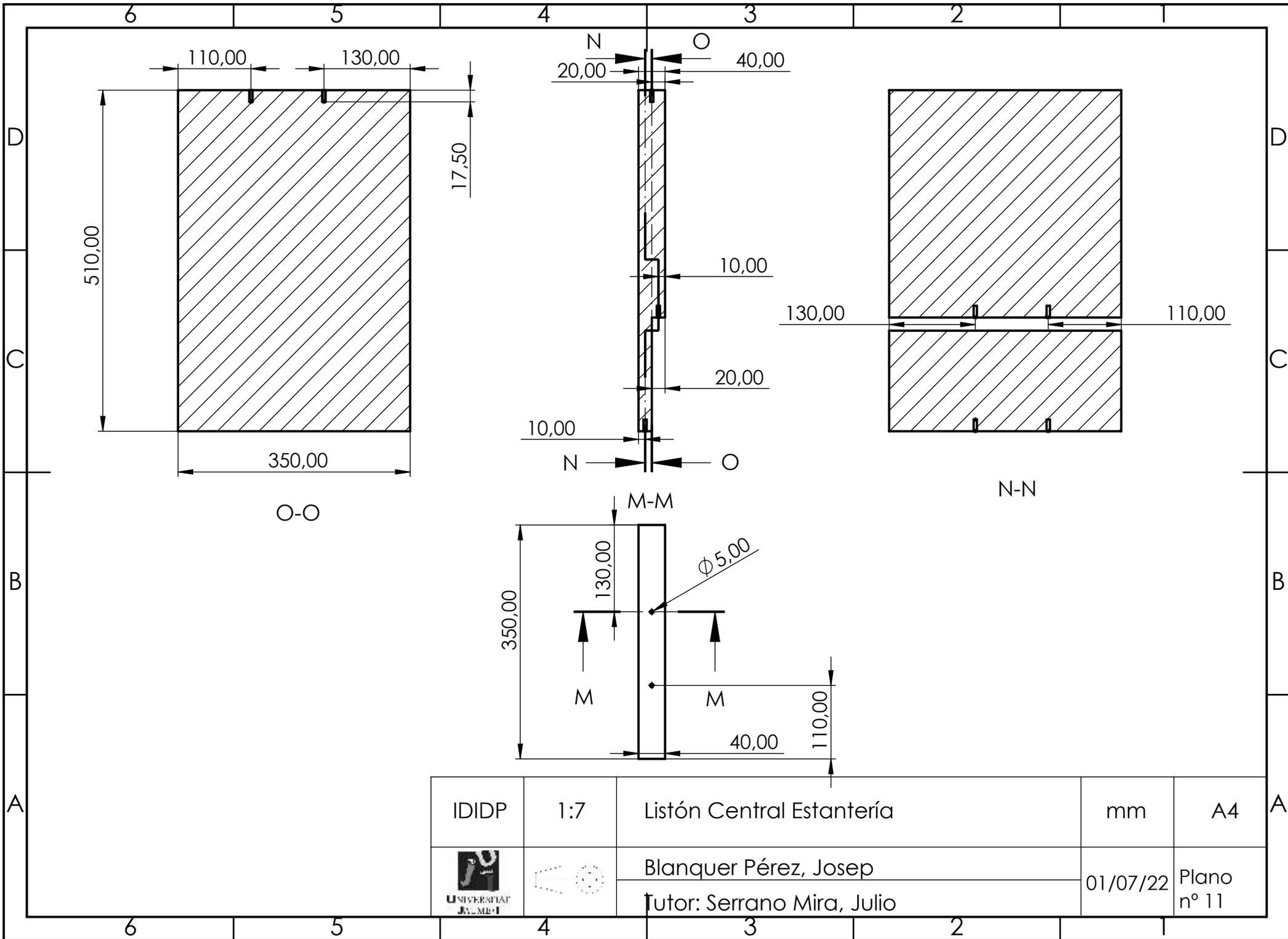
L-L

L

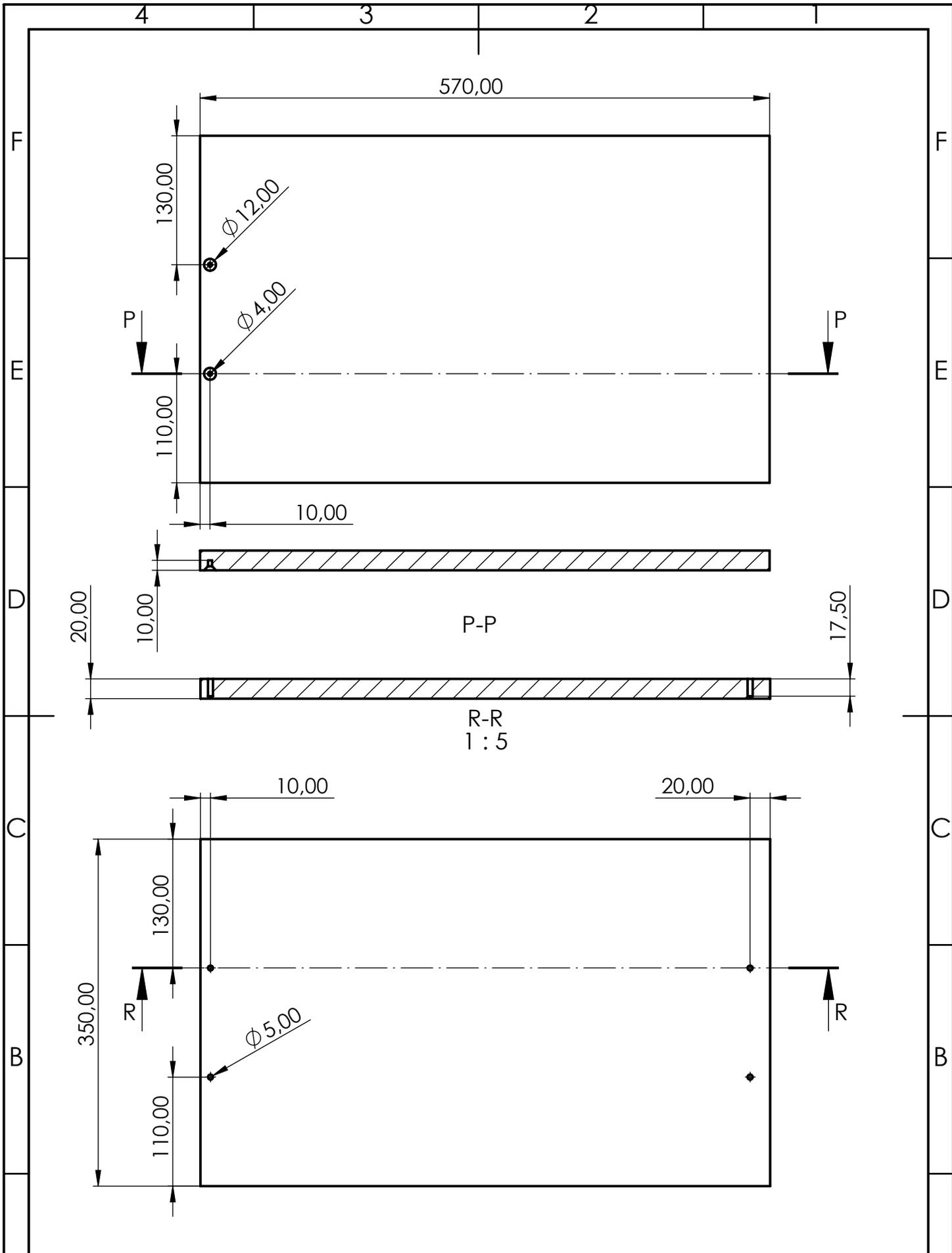
L

$\phi 5.00$

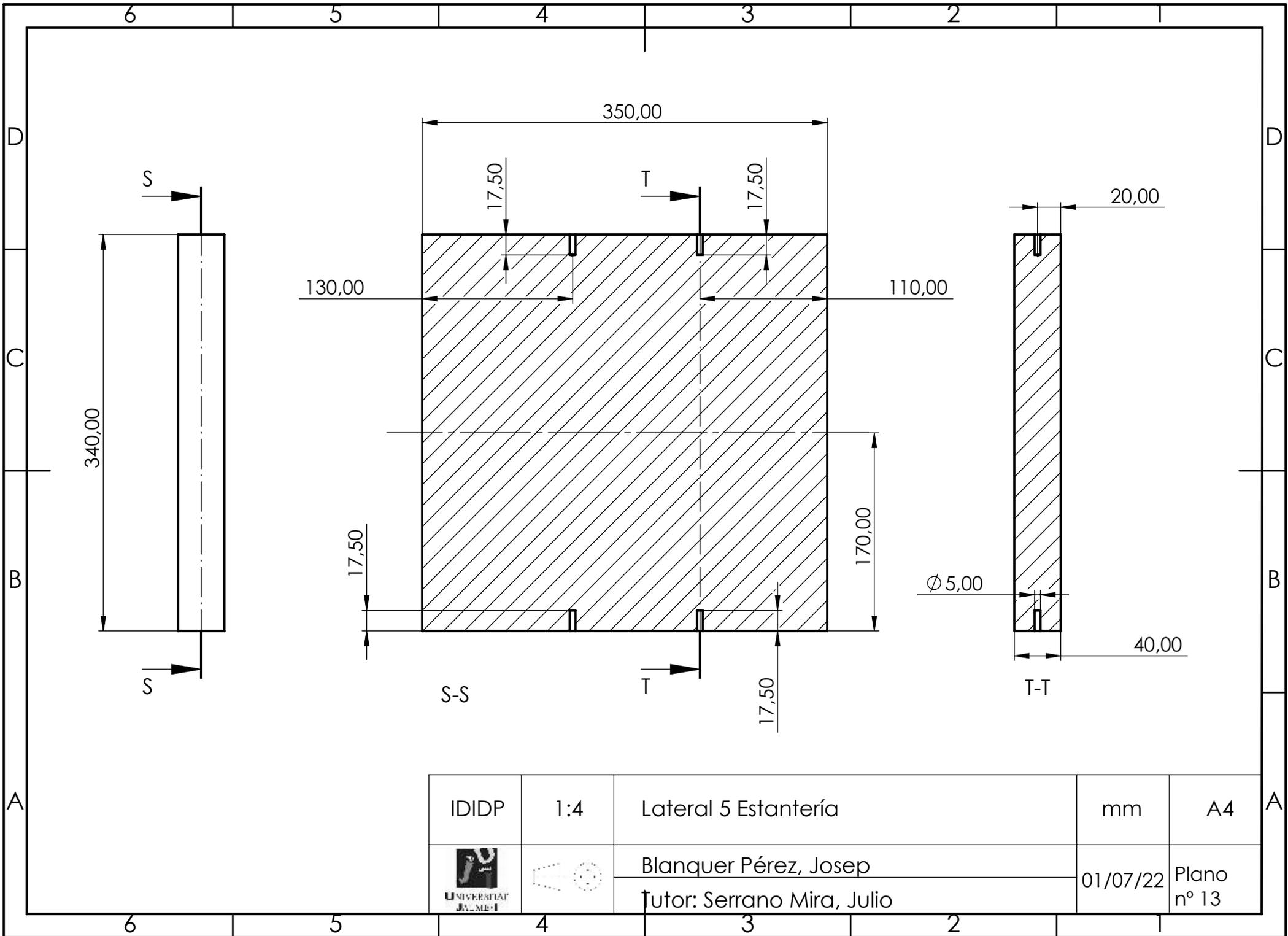
A	IDIDP	1:5	Base Izquierda 4 Estantería	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 10



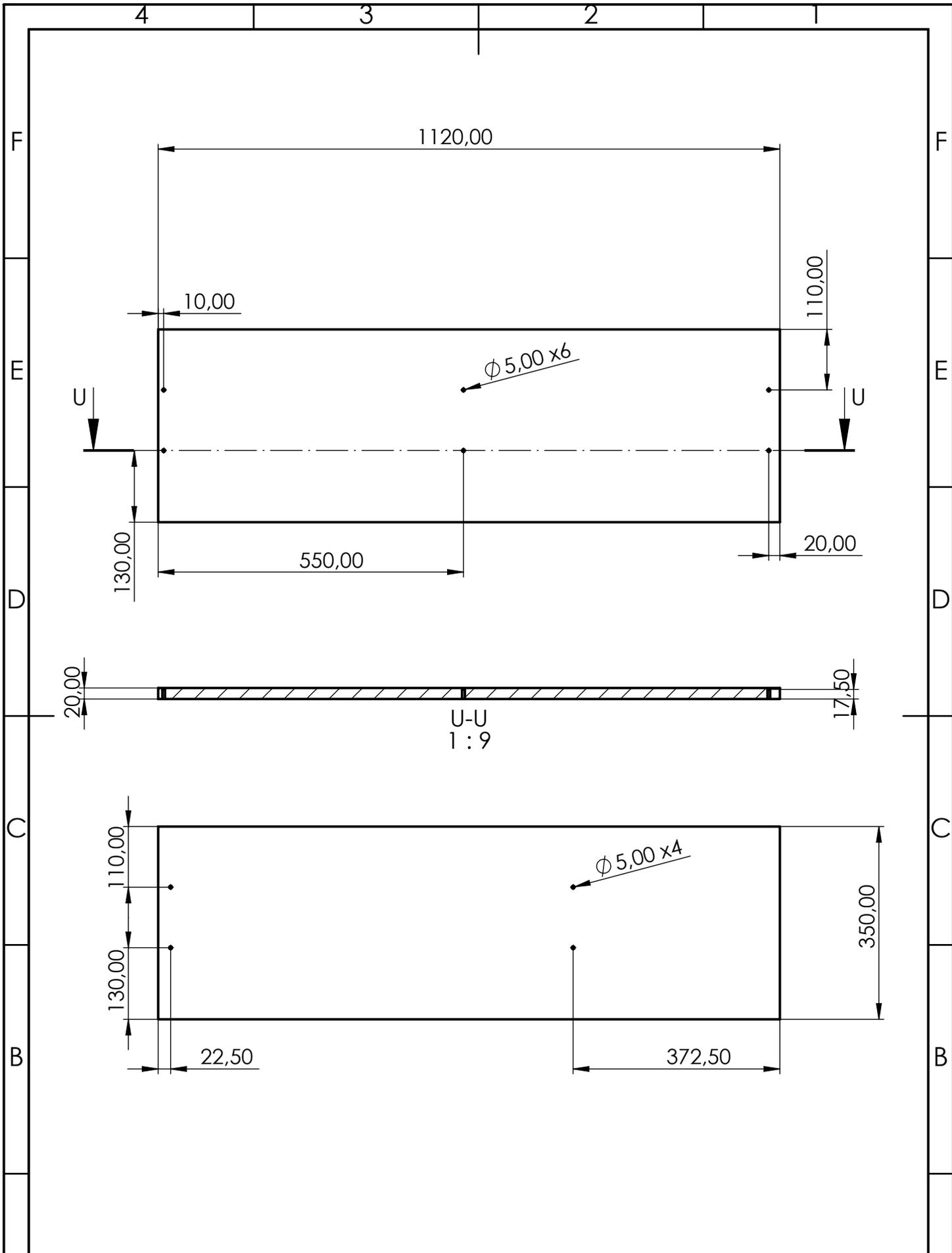
IDIDP	1:7	Listón Central Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 11
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



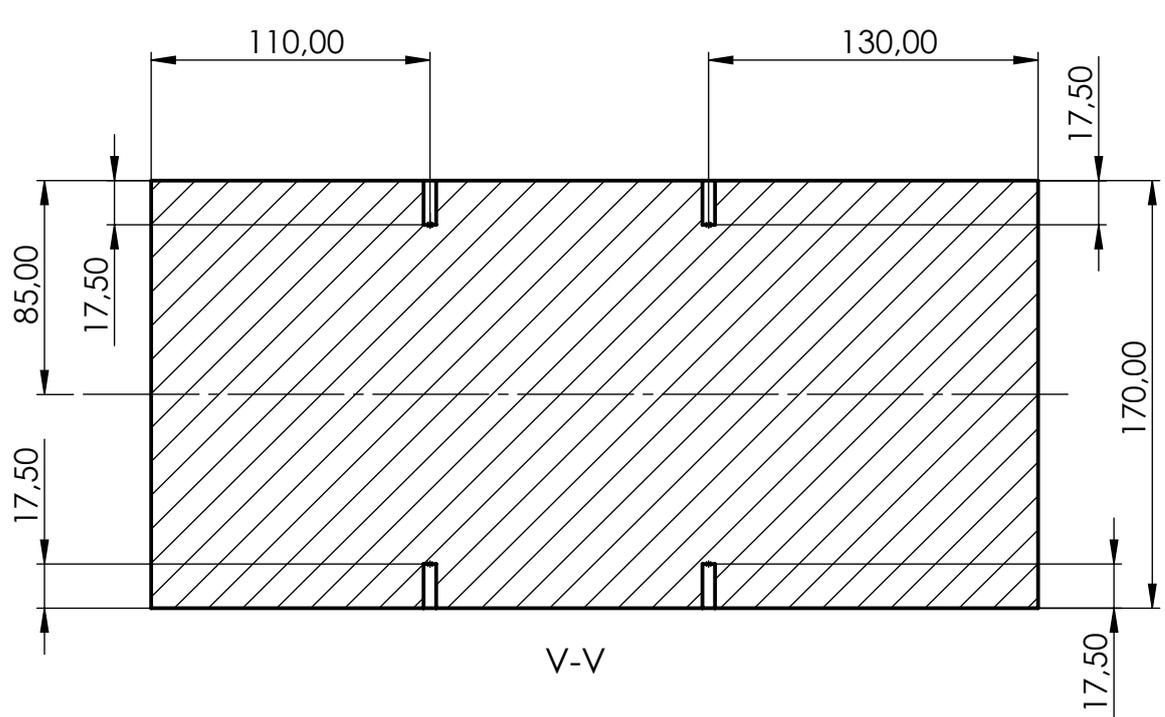
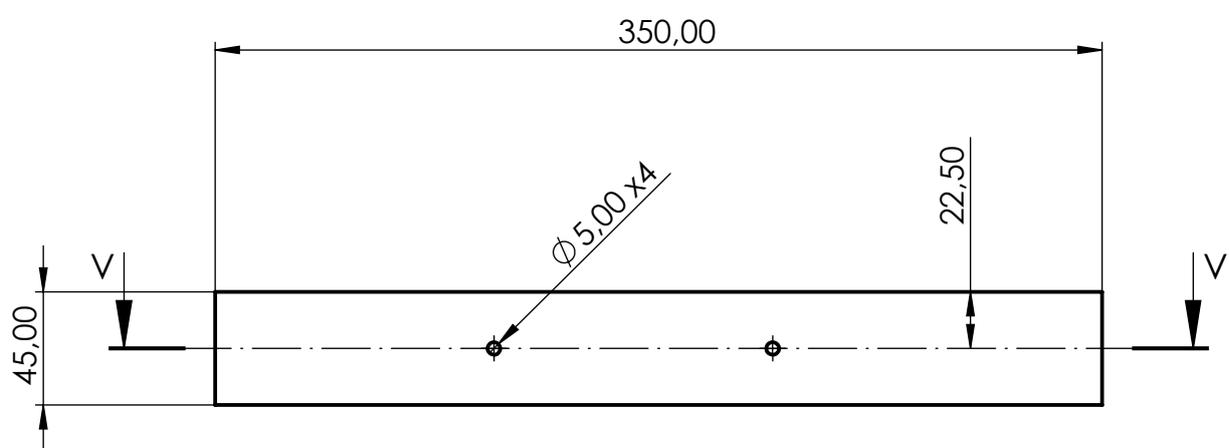
IDIDP	1:5	Base 5 Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 12



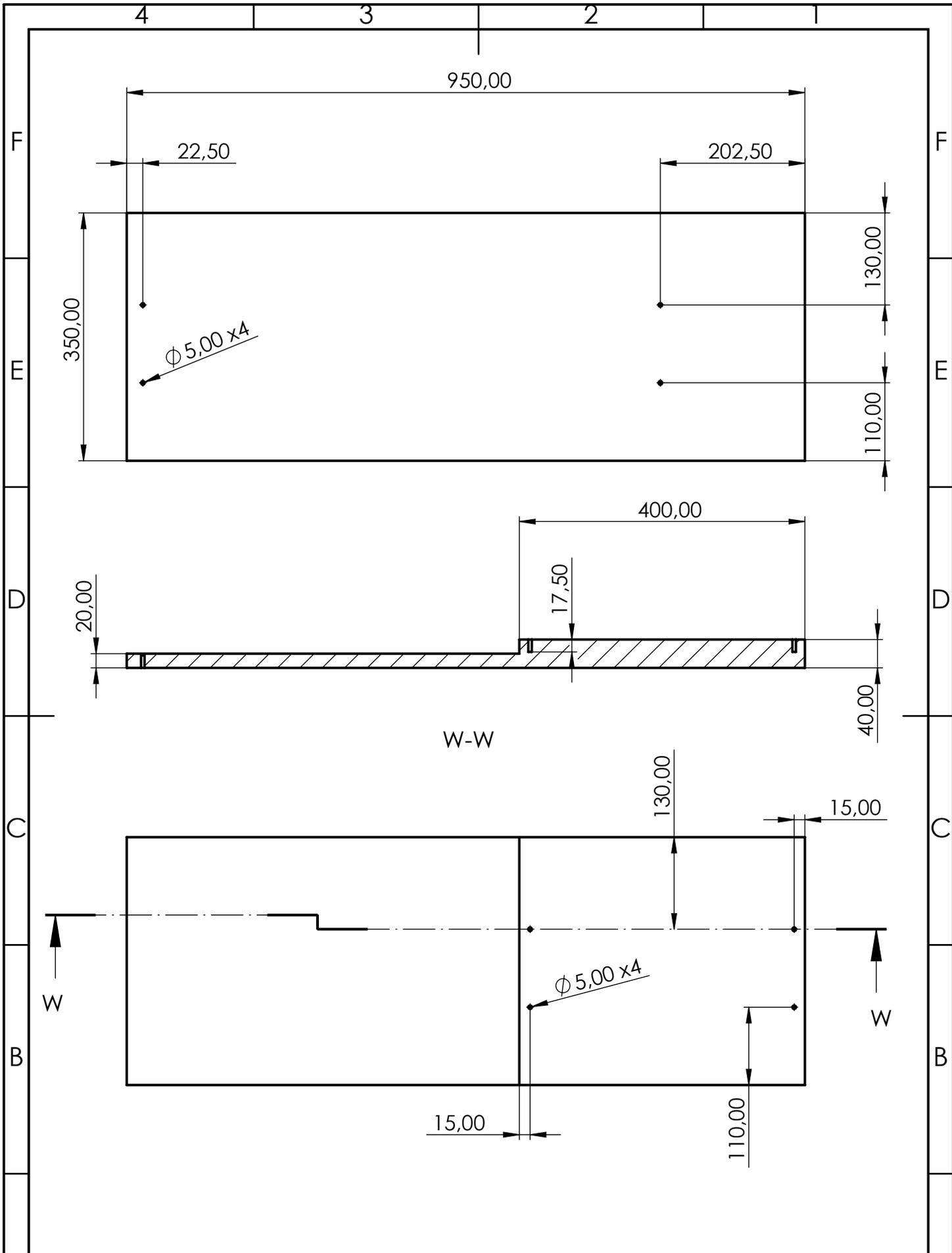
IDIDP	1:4	Lateral 5 Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 13



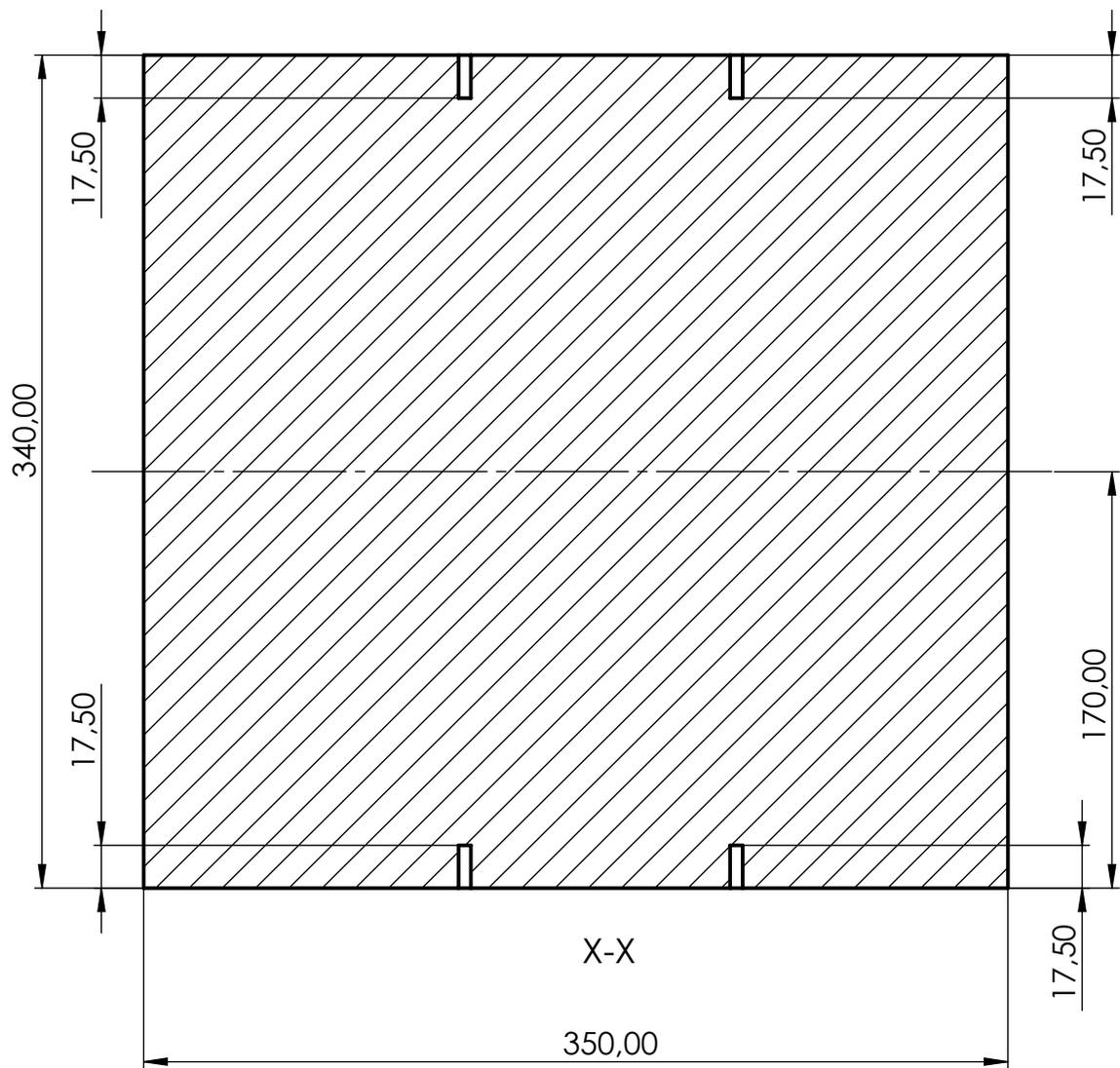
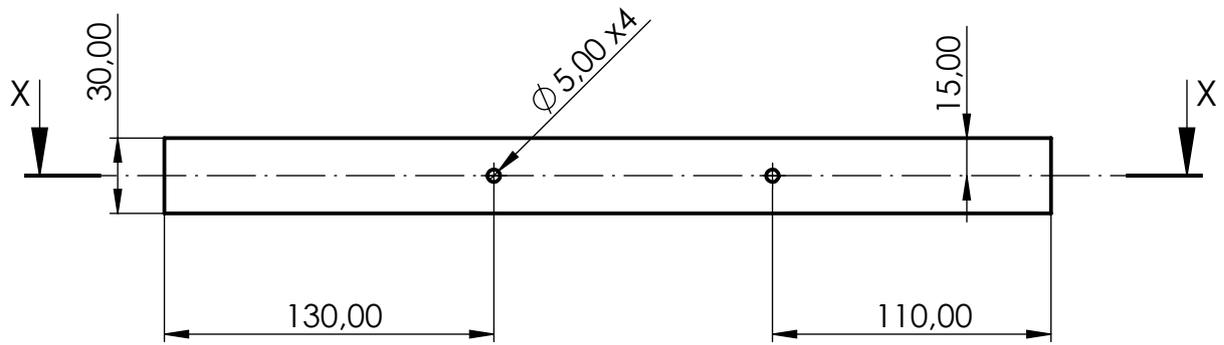
A	IDIDP	1:9	Base 6 Estantería	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 14



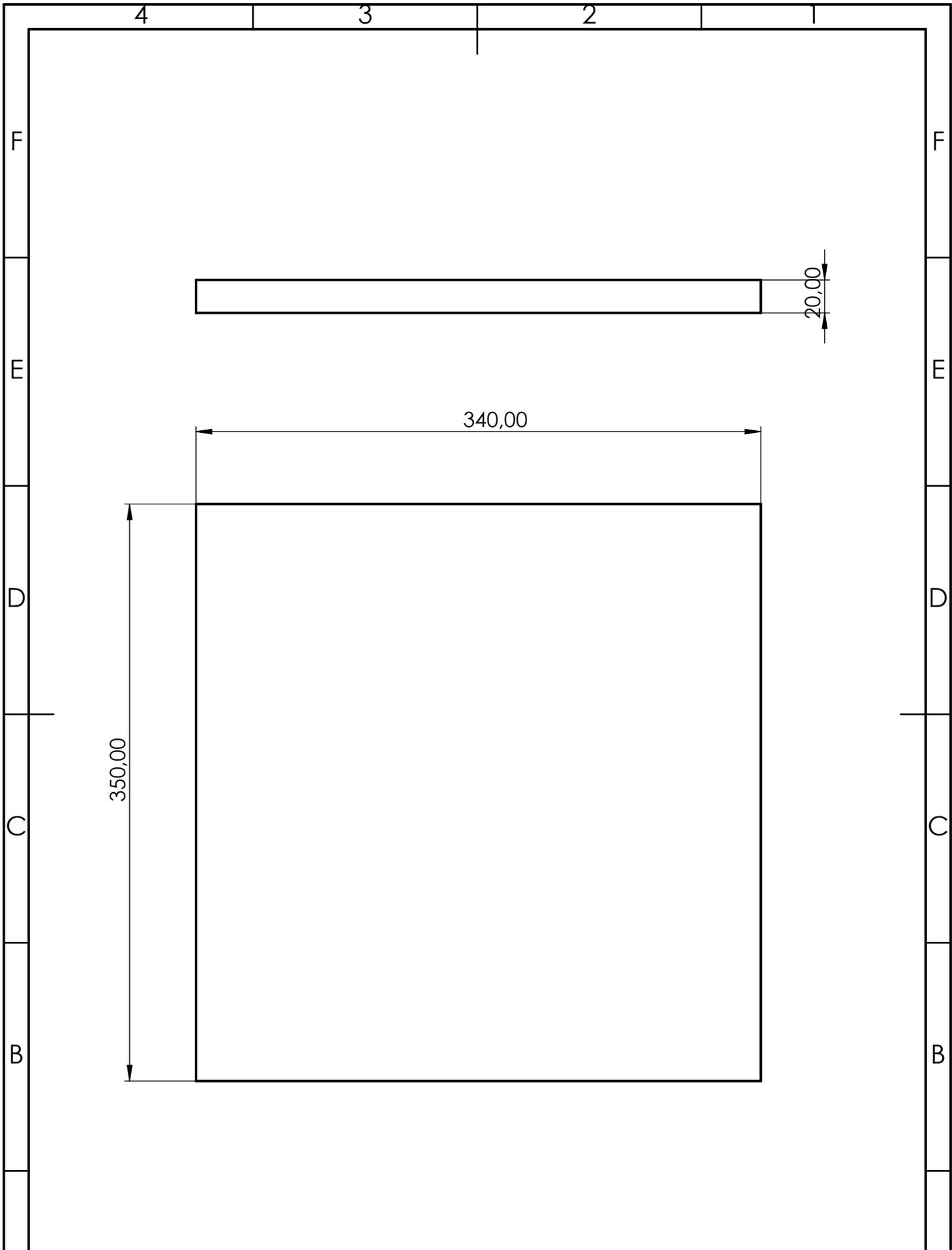
A	IDIDP	1:3	Lateral 6 Estantería	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 15



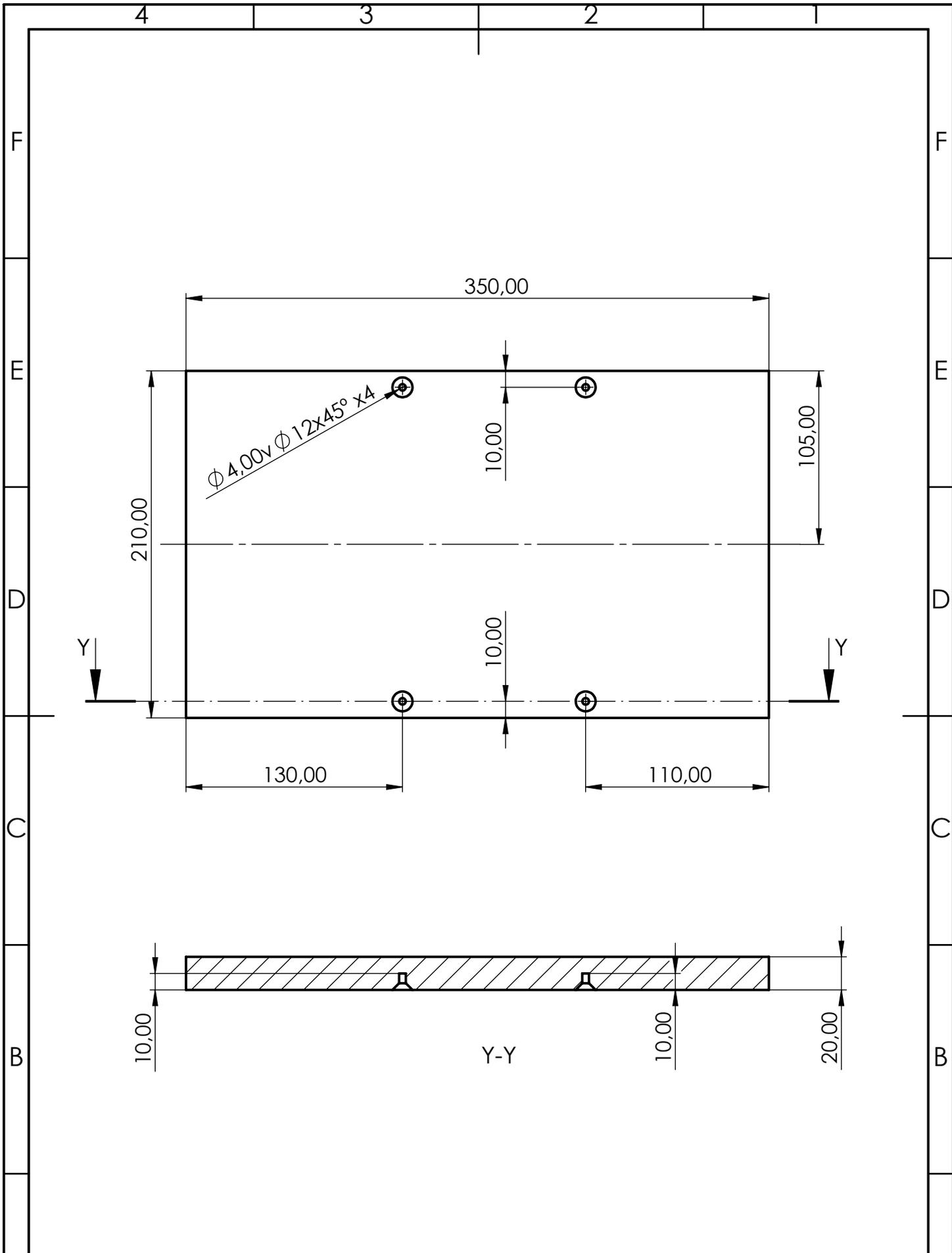
A	IDIDP	1:7	Base 7 Estantería	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 16



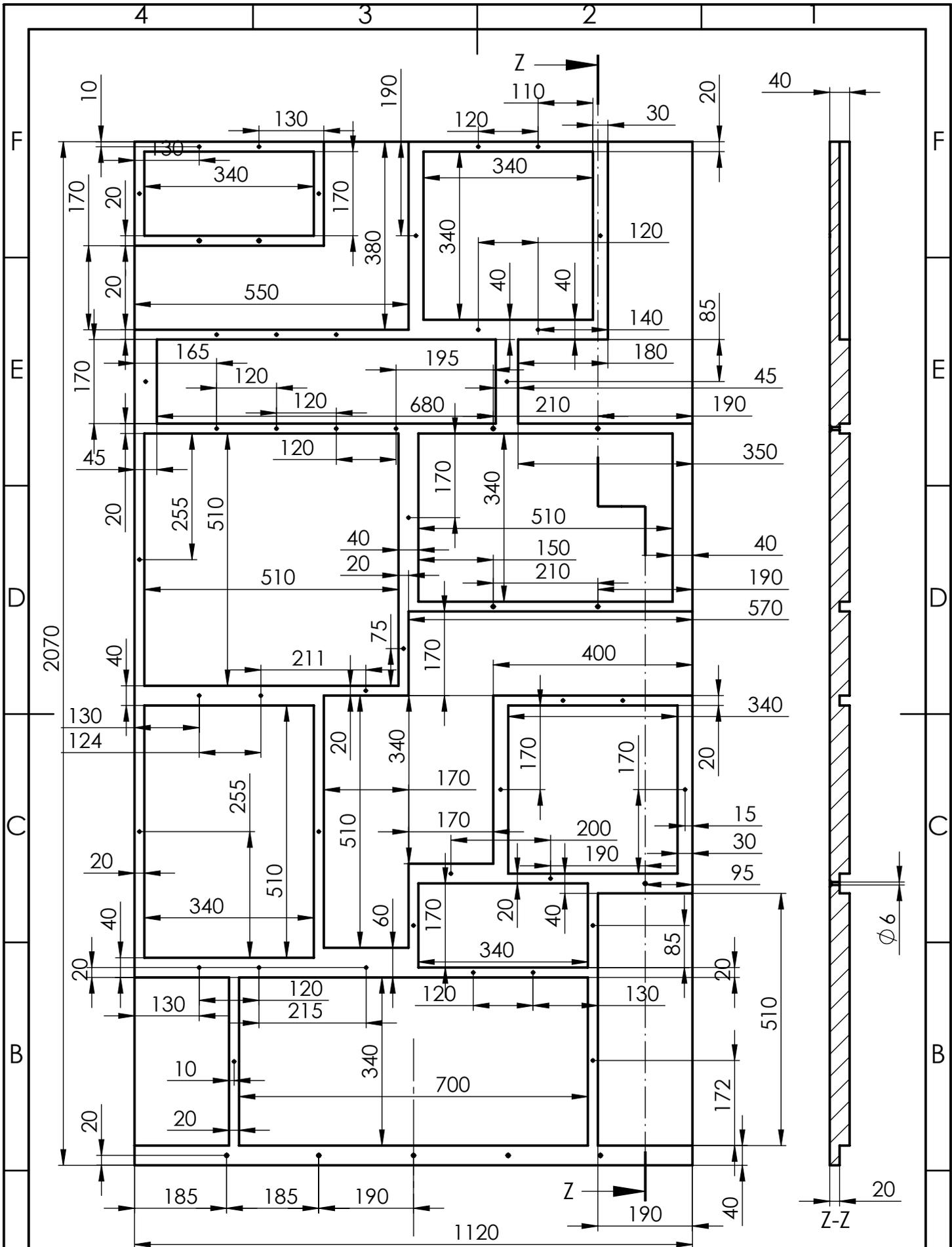
A	IDIDP	1:3	Lateral 7 Estantería	mm	A4	A
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 17	



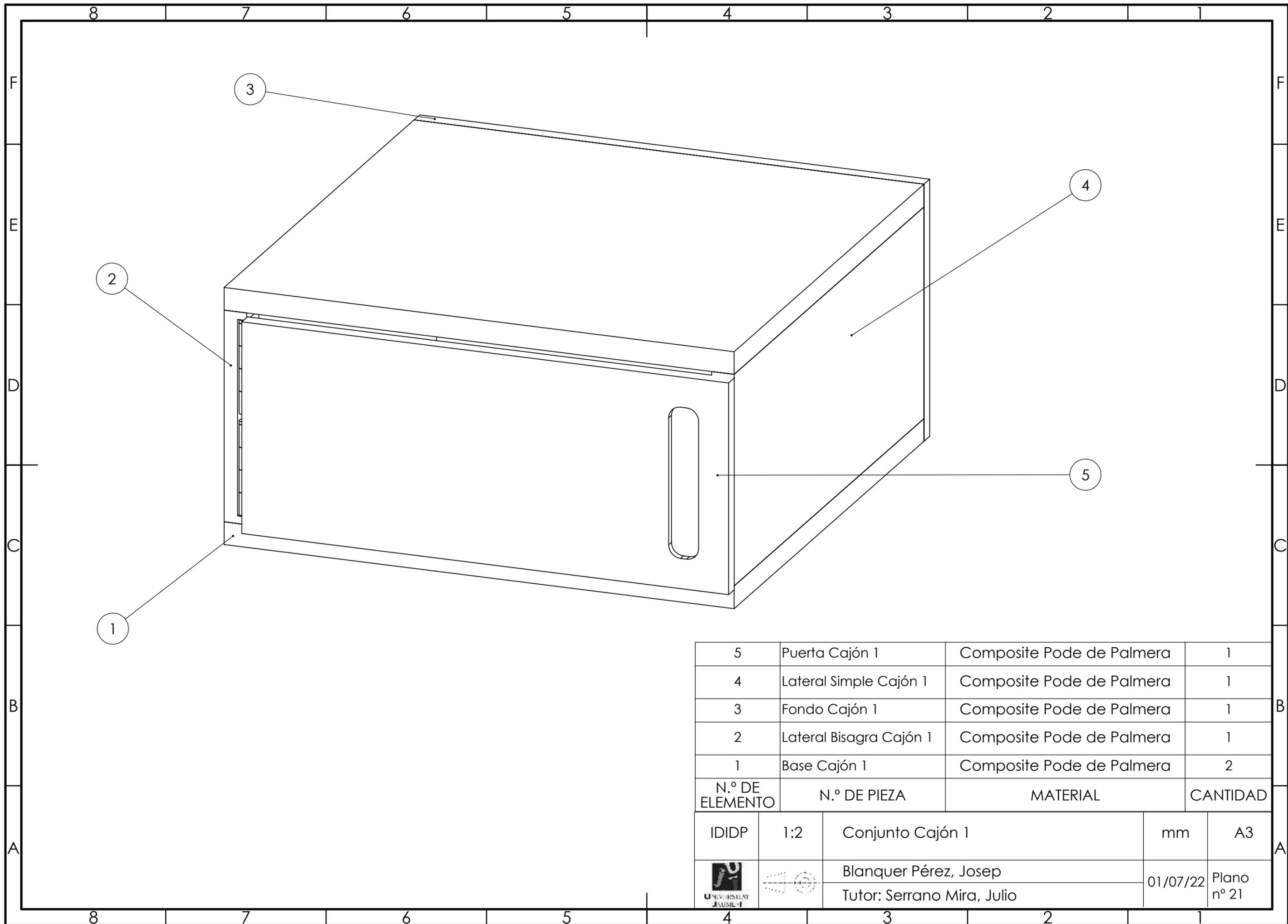
A	IDIDP	1:3	Base Voladizo 8 Estantería	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio		01/07/22	Plano nº 18



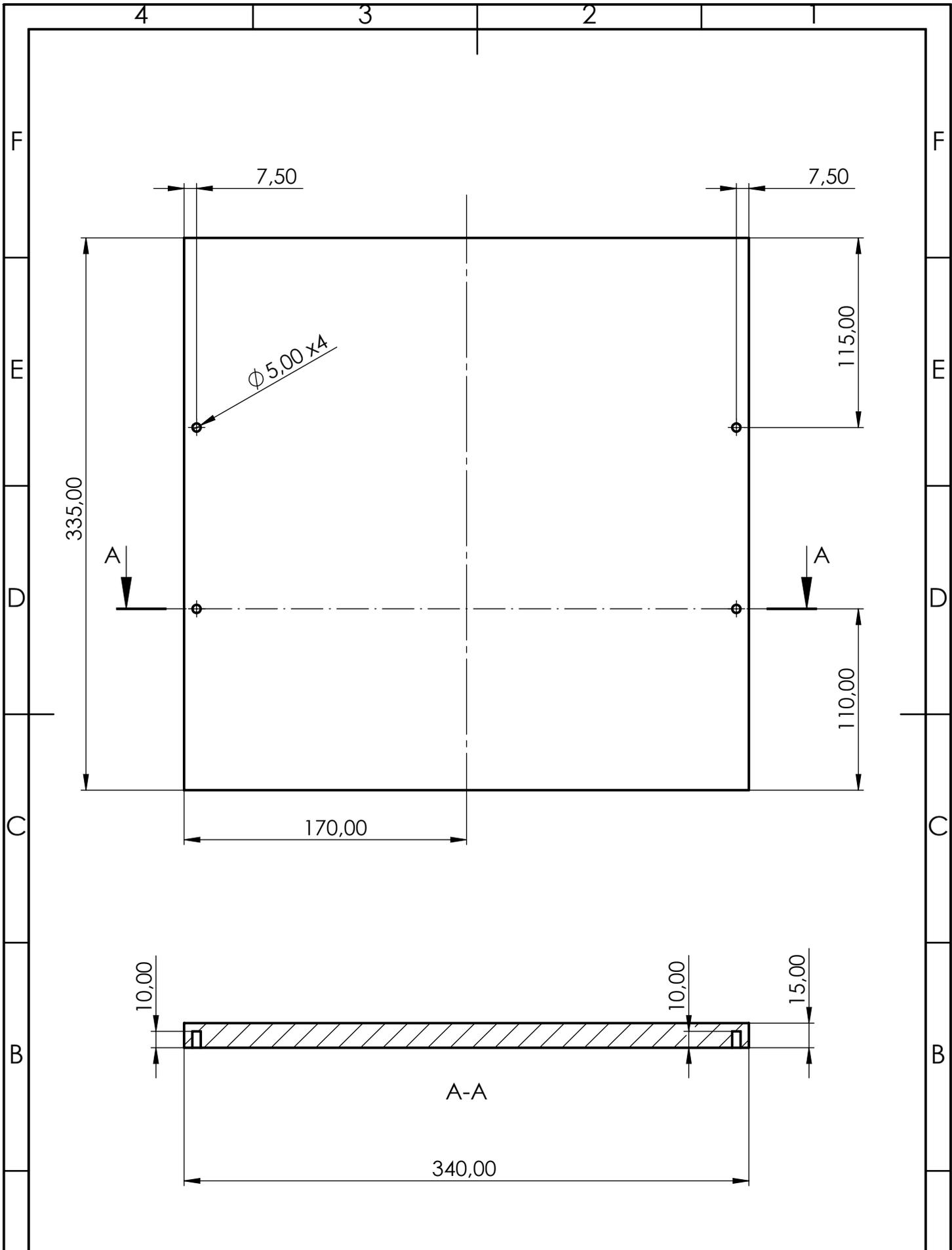
A	IDIDP	1:3	Lateral voladizo 8 Estantería	mm	A4	A
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 19	



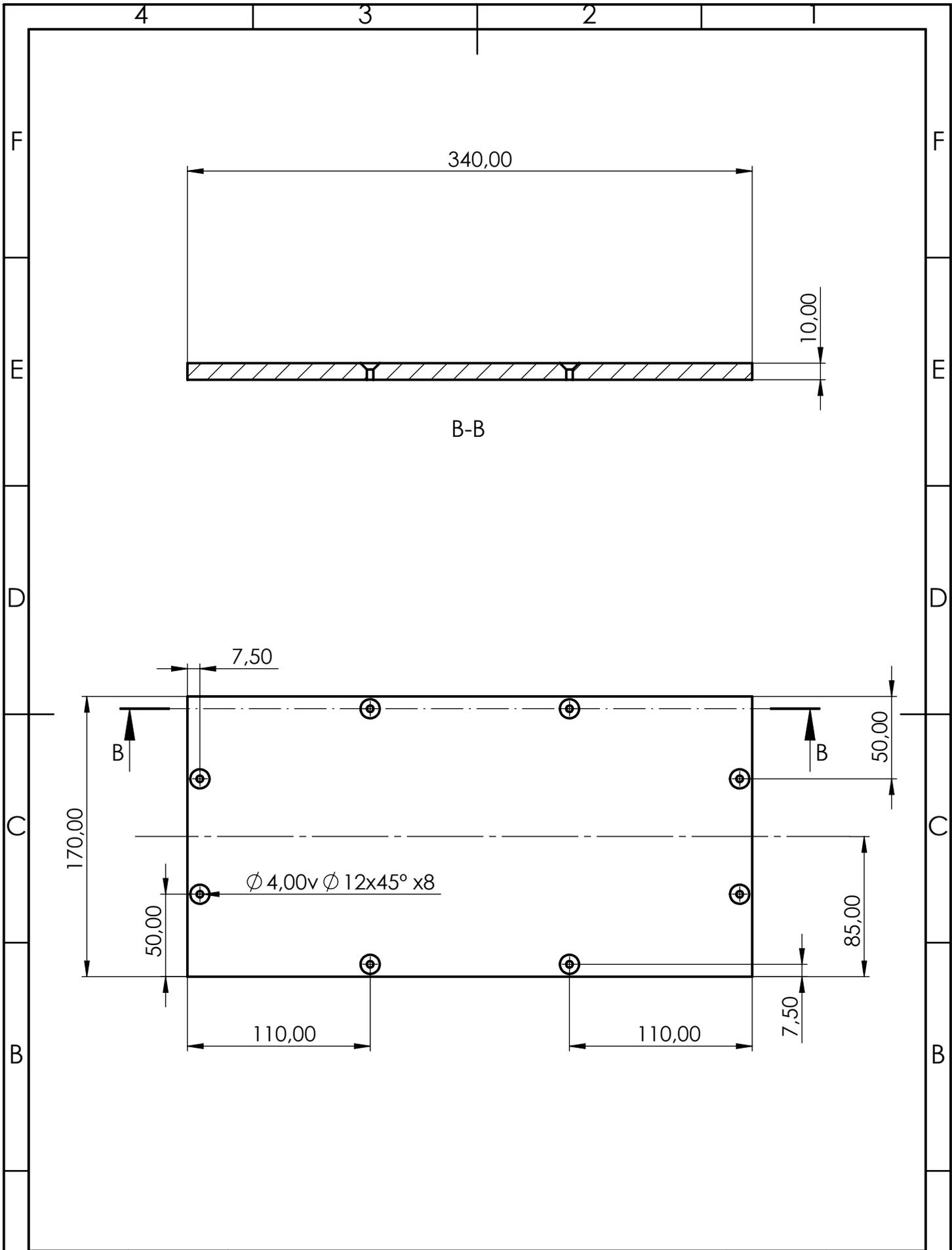
A	IDIDP	1:10	Fondo estructura Estantería	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 20



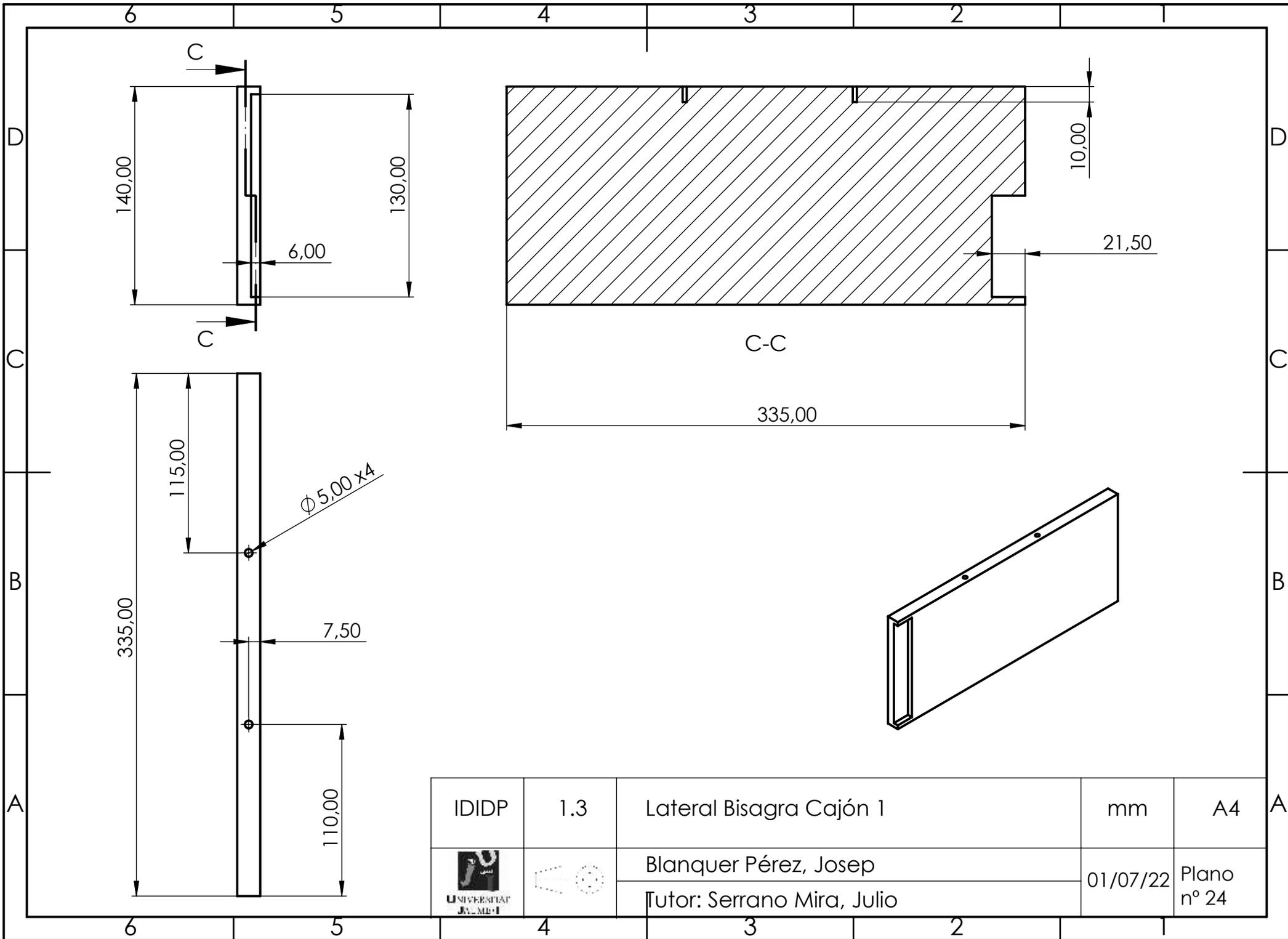
5	Puerta Cajón 1	Composite Pode de Palmera	1
4	Lateral Simple Cajón 1	Composite Pode de Palmera	1
3	Fondo Cajón 1	Composite Pode de Palmera	1
2	Lateral Bisagra Cajón 1	Composite Pode de Palmera	1
1	Base Cajón 1	Composite Pode de Palmera	2
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
IDIDP	1:2	Conjunto Cajón 1	mm A3
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22
		Tutor: Serrano Mira, Julio	Plano nº 21



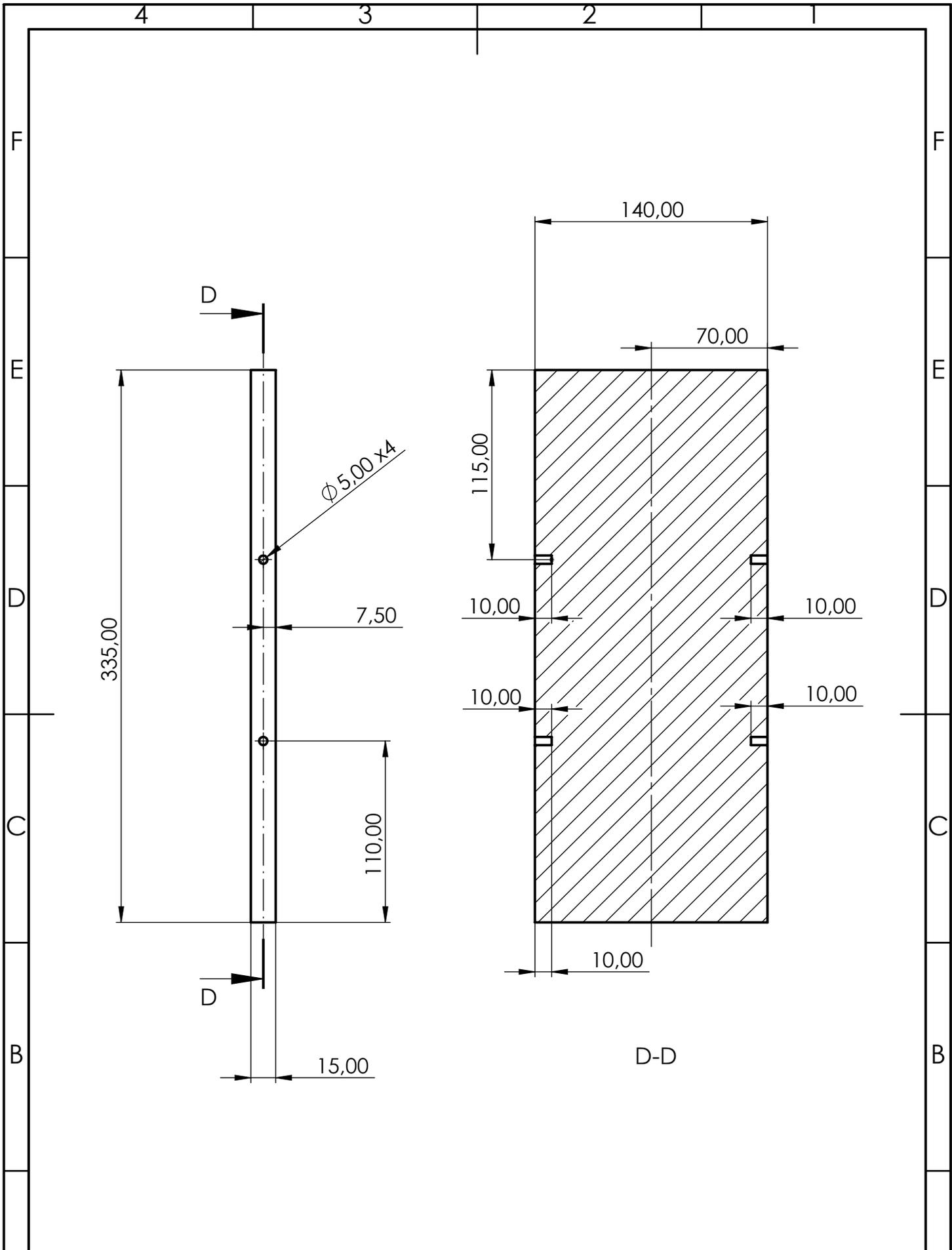
A	IDIDP	1:3	Base Cajón 1	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 22



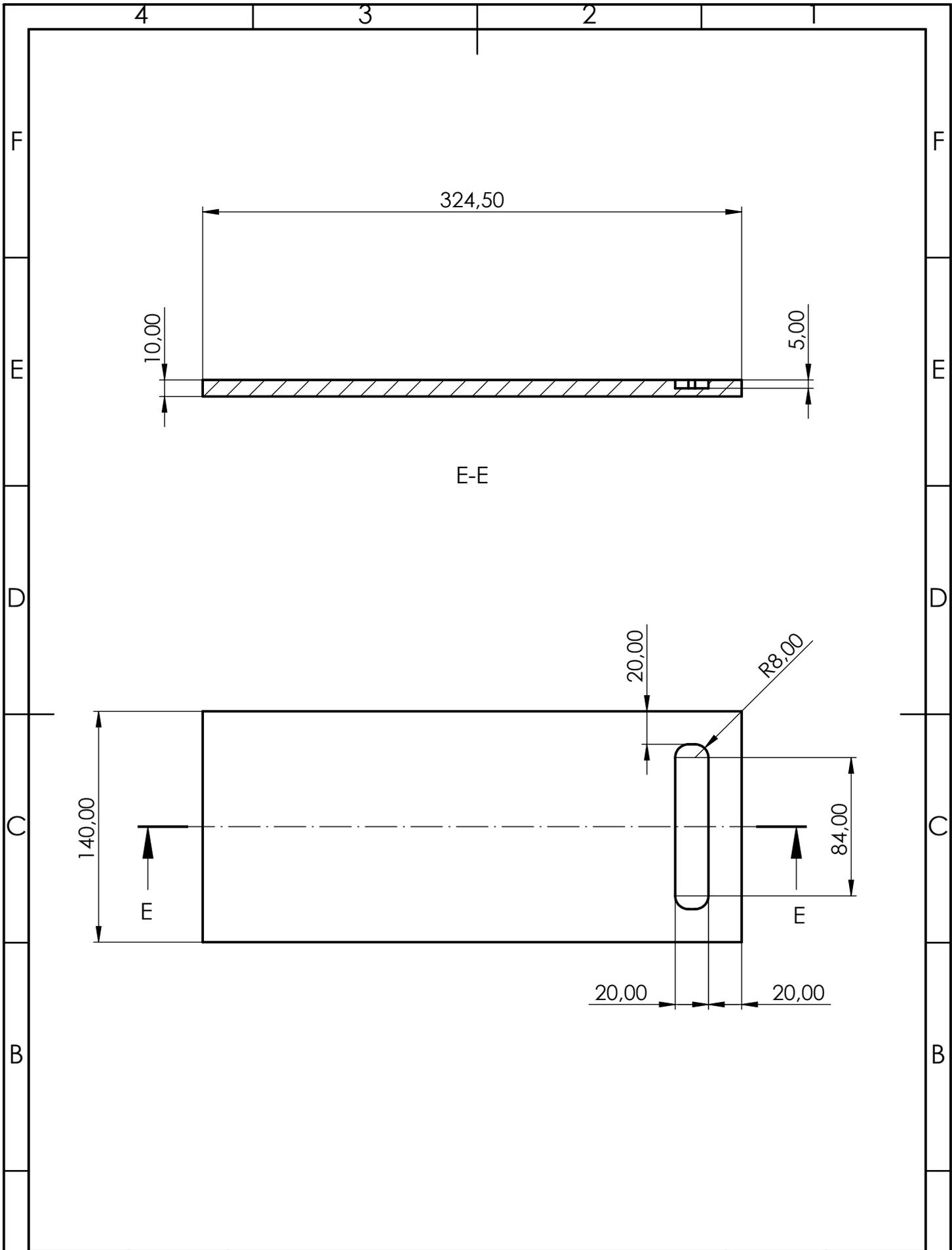
A	IDIDP	1:3	Fondo Cajón 1	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 23



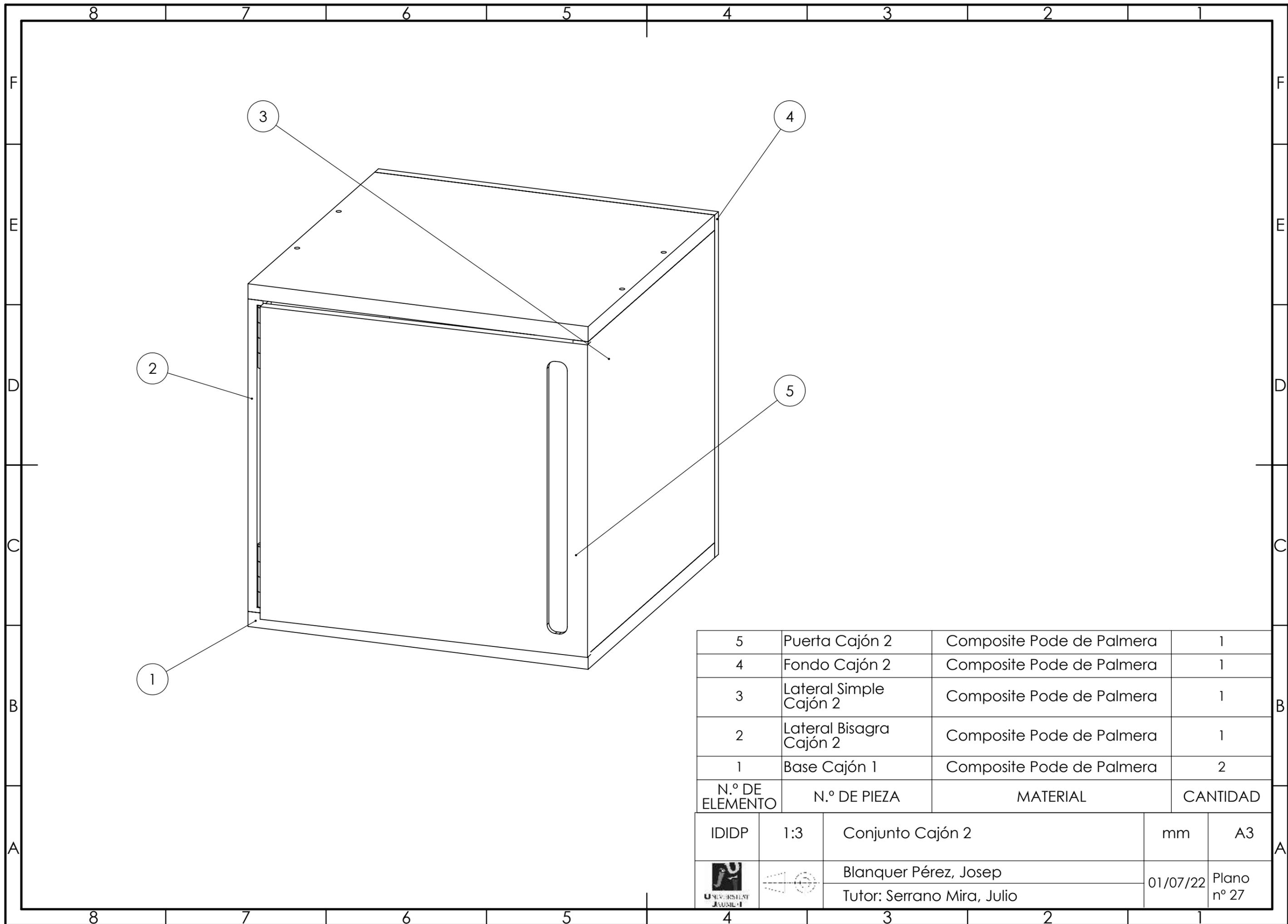
IDIDP	1.3	Lateral Bisagra Cajón 1	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 24
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



A	IDIDP	1.3	Lateral Simple Cajón 1	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 25

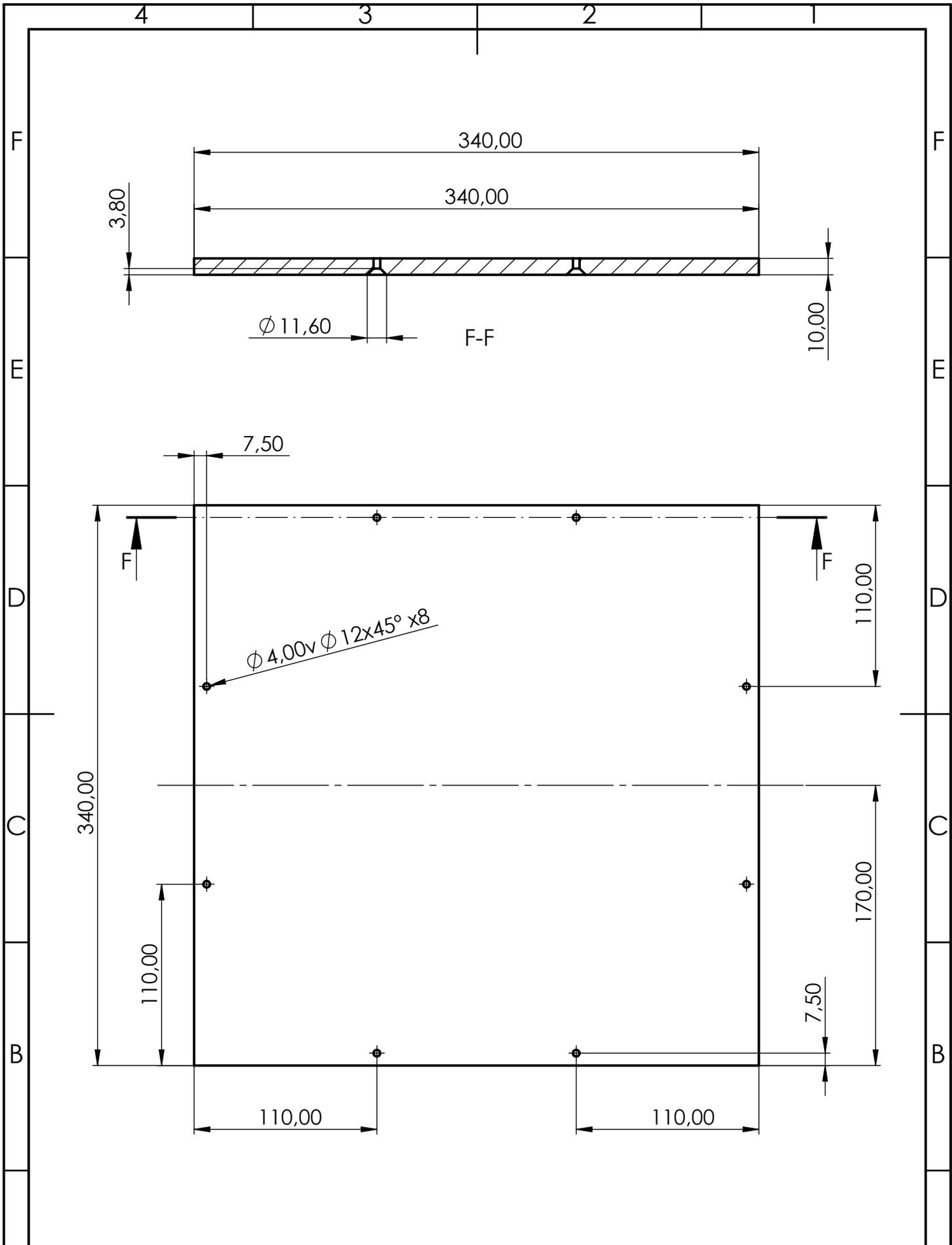


A	IDIDP	1:3	Puerta Cajón 1	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 26

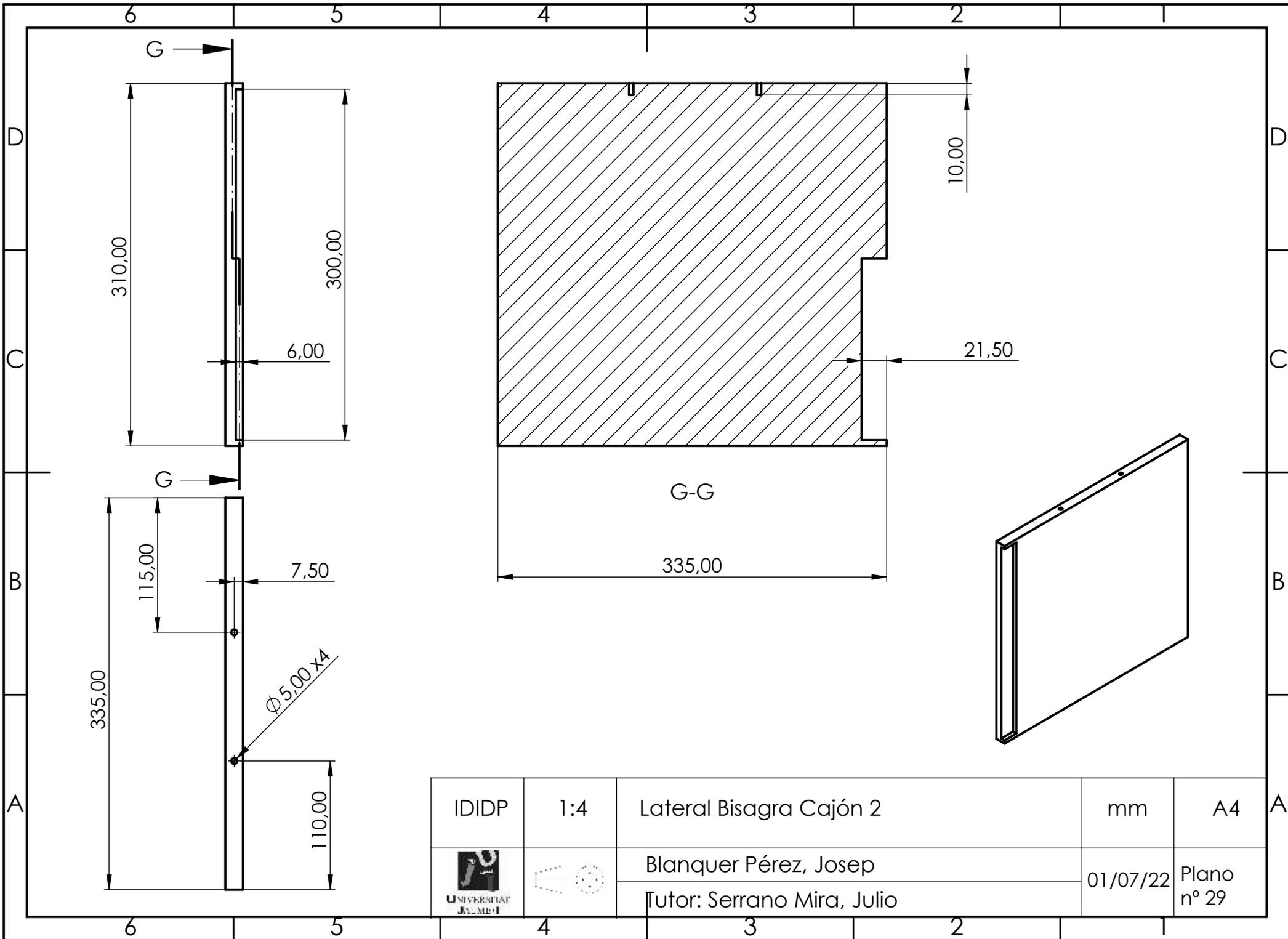


5	Puerta Cajón 2	Composite Poda de Palmera	1
4	Fondo Cajón 2	Composite Poda de Palmera	1
3	Lateral Simple Cajón 2	Composite Poda de Palmera	1
2	Lateral Bisagra Cajón 2	Composite Poda de Palmera	1
1	Base Cajón 1	Composite Poda de Palmera	2
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD

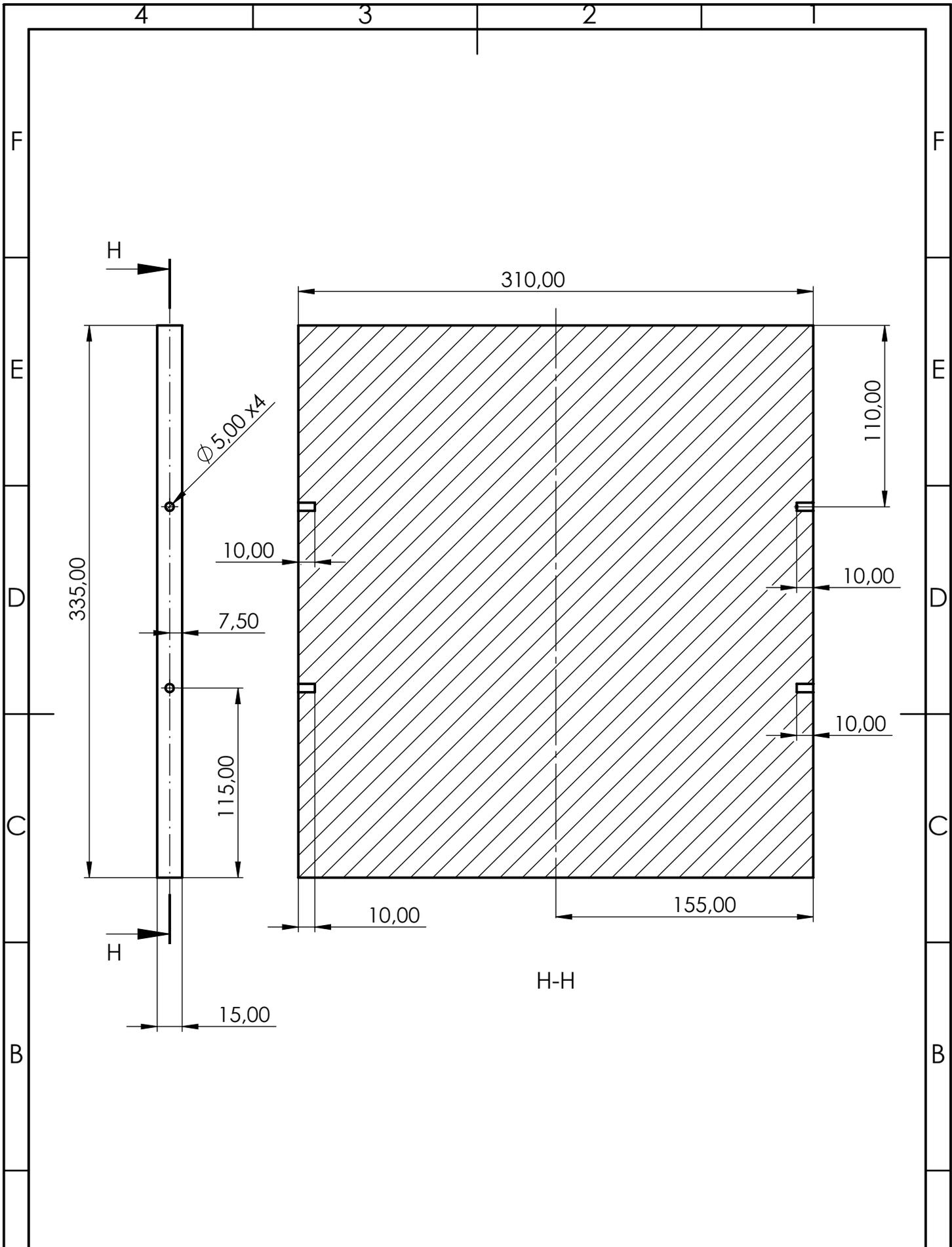
IDIDP	1:3	Conjunto Cajón 2	mm	A3
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 27
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



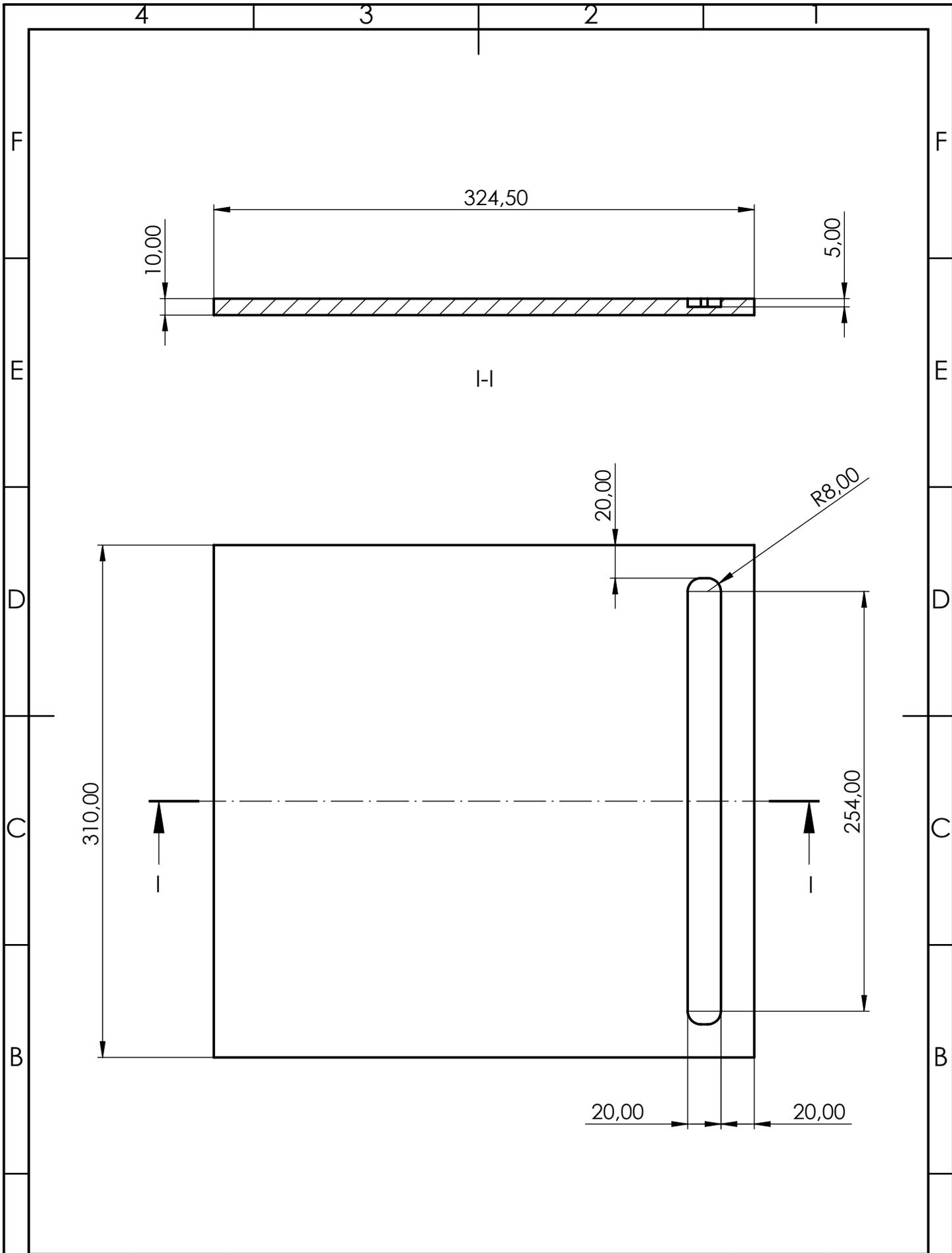
A	IDIDP	1:3	Fondo Cajón 2	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 28



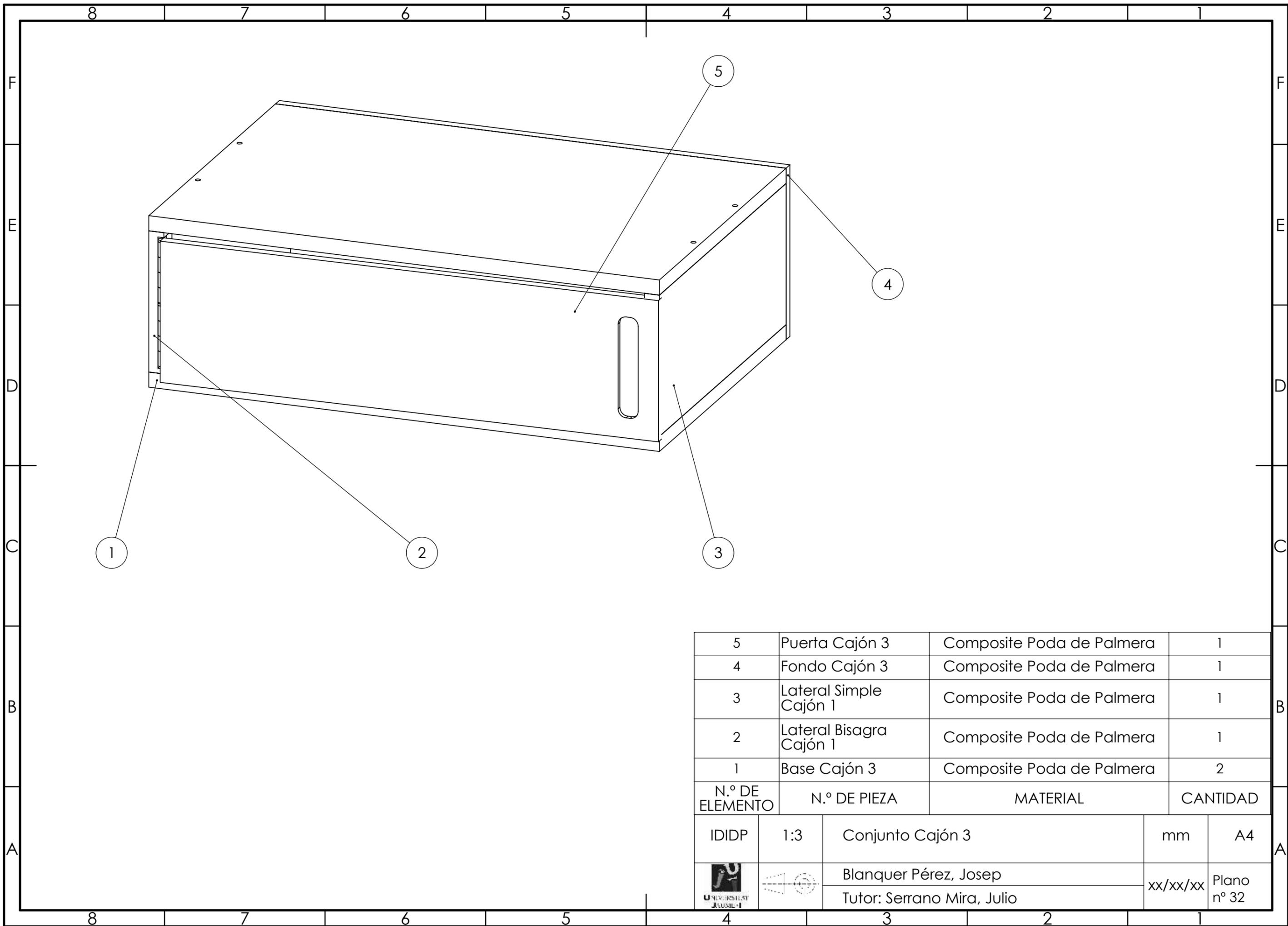
IDIDP	1:4	Lateral Bisagra Cajón 2	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 29
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



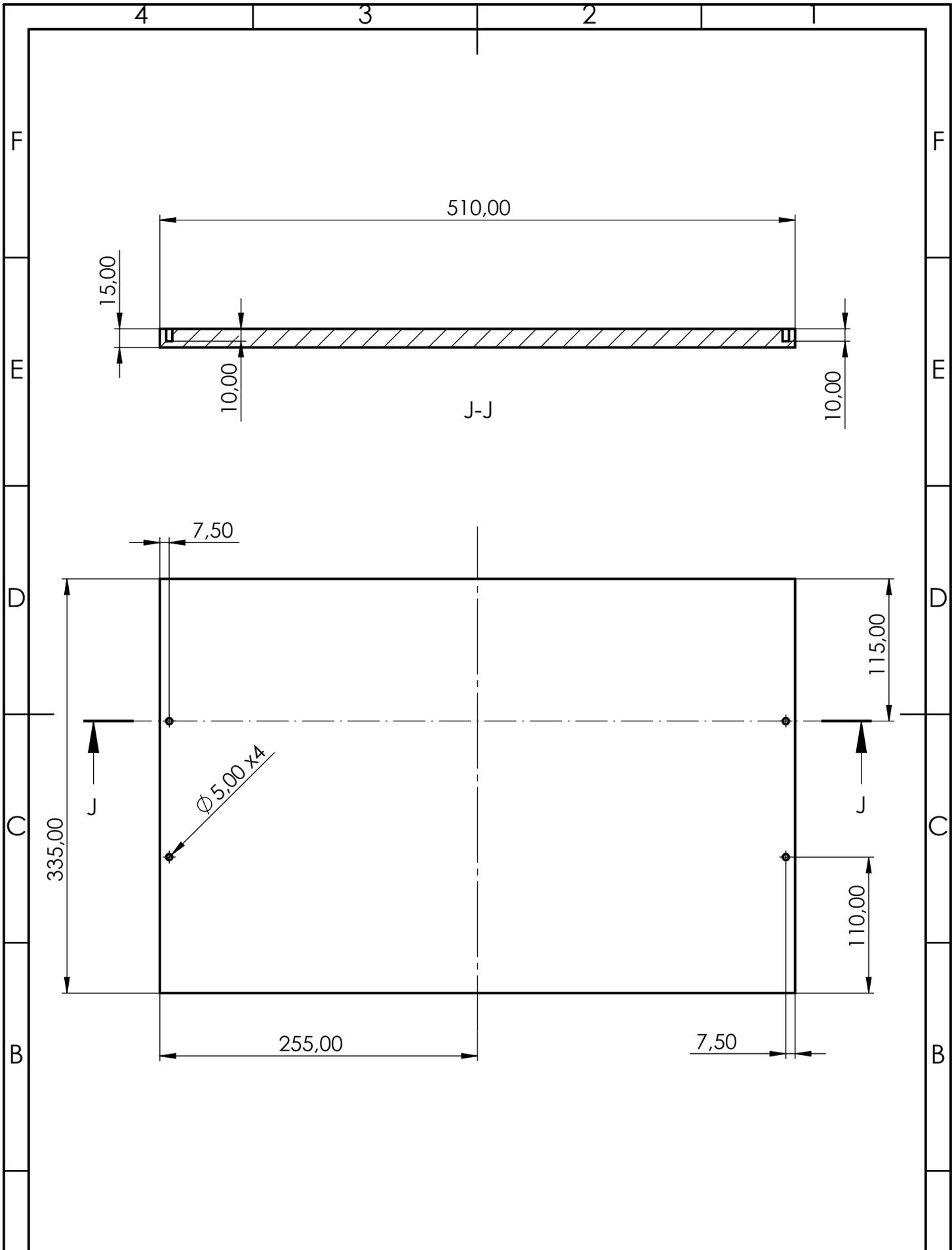
A	IDIDP	1.3	Lateral Simple Cajón 2	mm	A4	A
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 30	



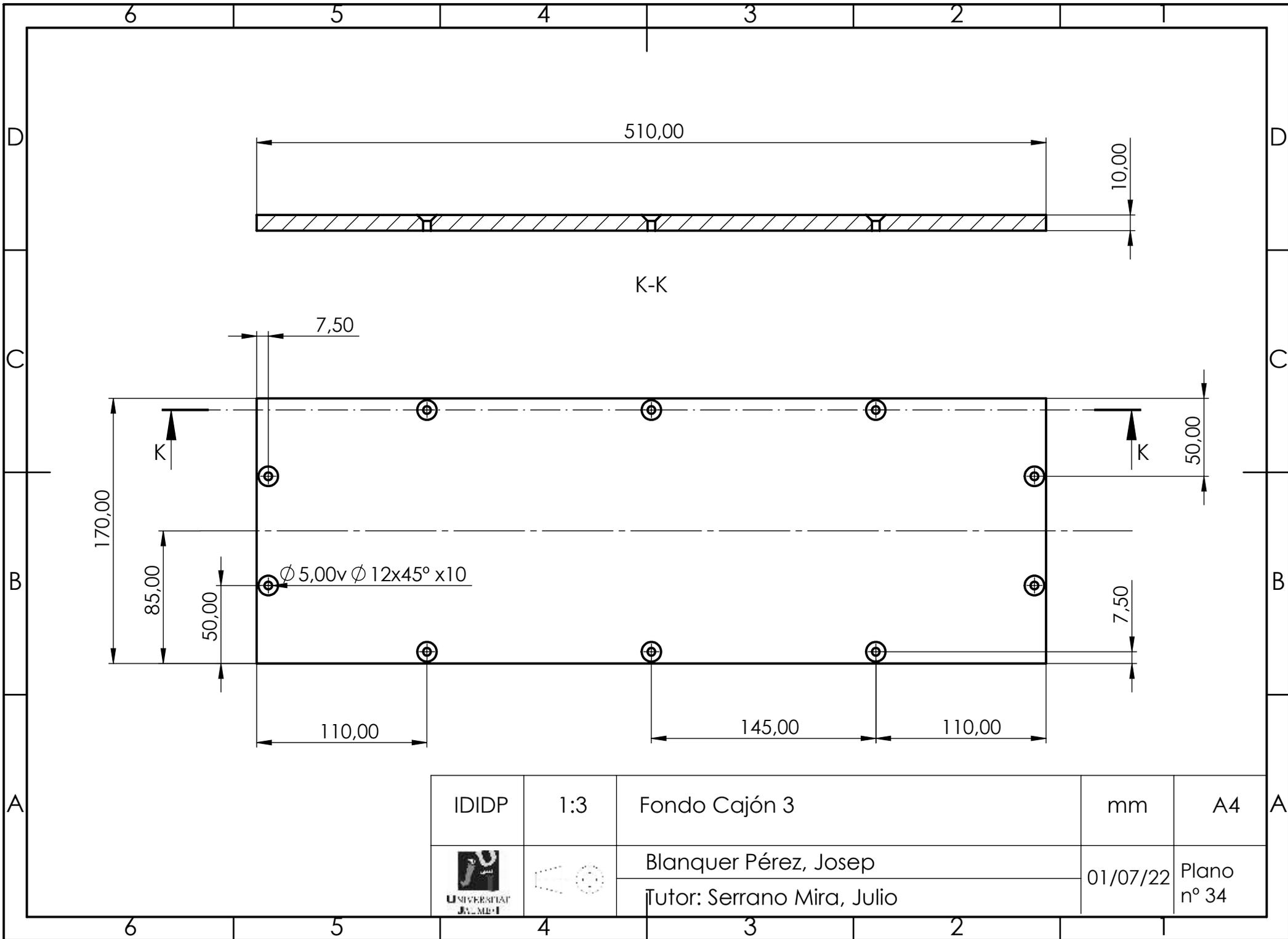
A	IDIDP	1:3	Puerta Cajón 2	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio		01/07/22	Plano nº 31

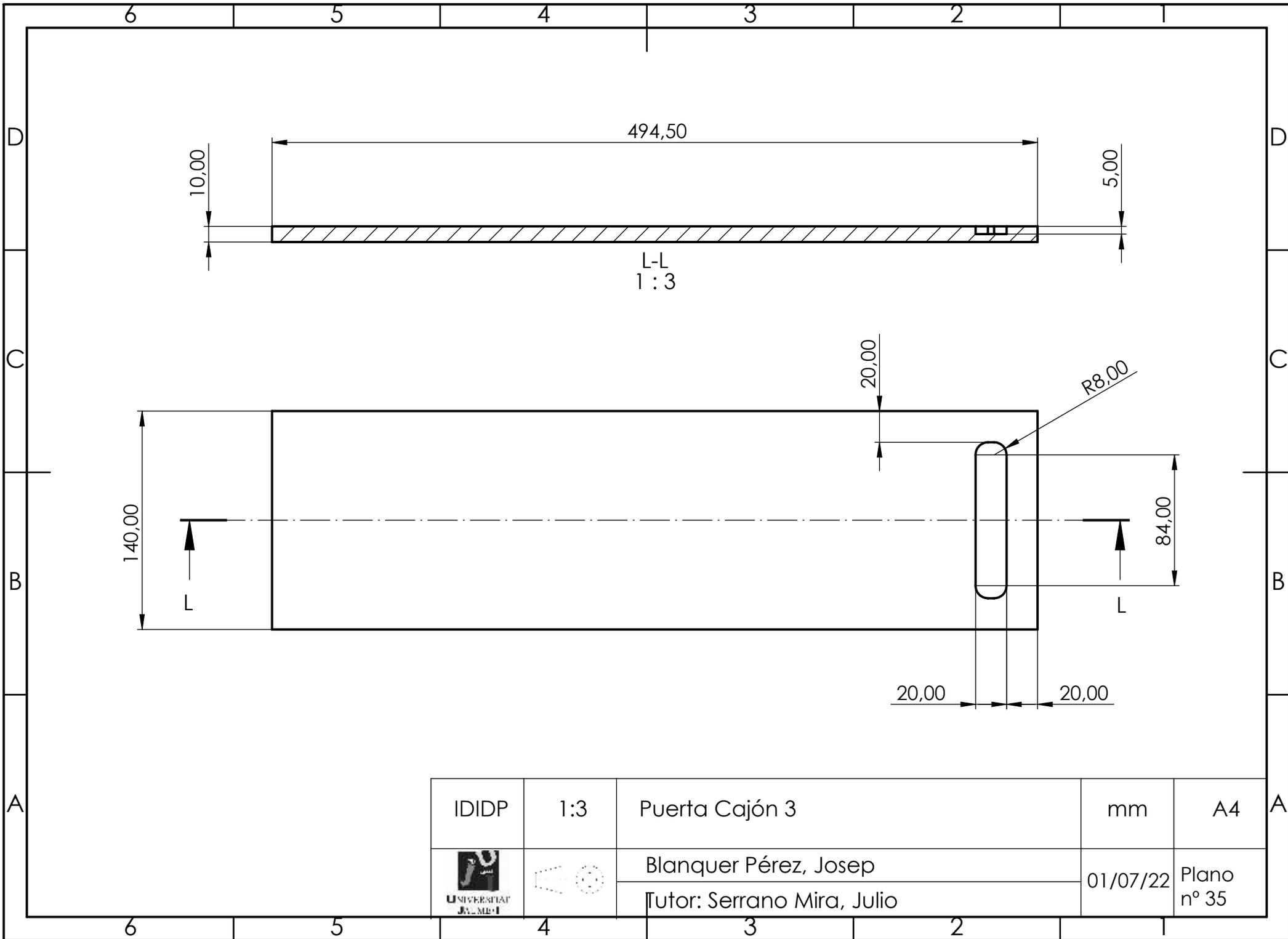


5	Puerta Cajón 3	Composite Poda de Palmera	1
4	Fondo Cajón 3	Composite Poda de Palmera	1
3	Lateral Simple Cajón 1	Composite Poda de Palmera	1
2	Lateral Bisagra Cajón 1	Composite Poda de Palmera	1
1	Base Cajón 3	Composite Poda de Palmera	2
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
IDIDP	1:3	Conjunto Cajón 3	mm A4
		Blanquer Pérez, Josep	xx/xx/xx
		Tutor: Serrano Mira, Julio	Plano nº 32

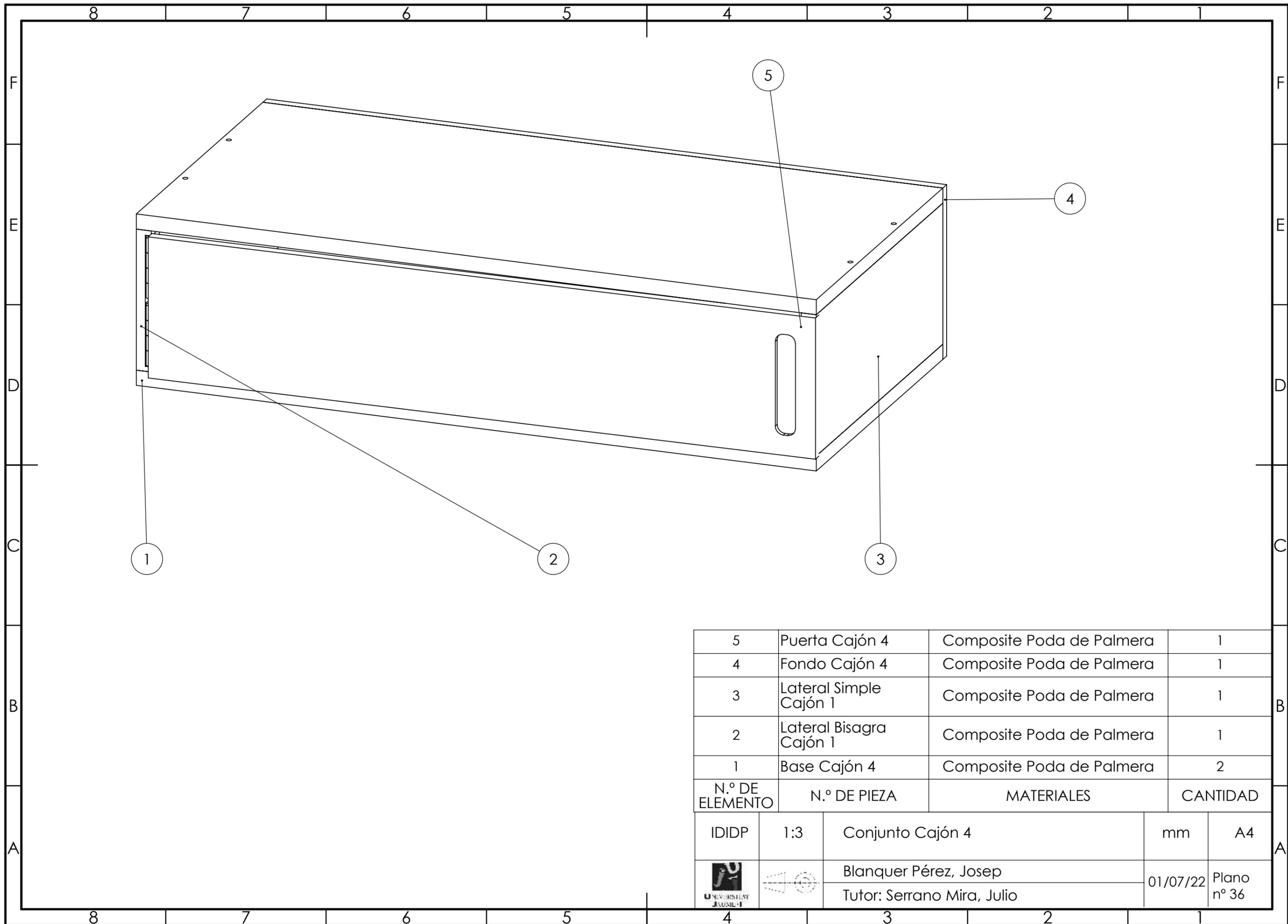


A	IDIDP	1:4	Base Cajón 3	mm	A4
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 33

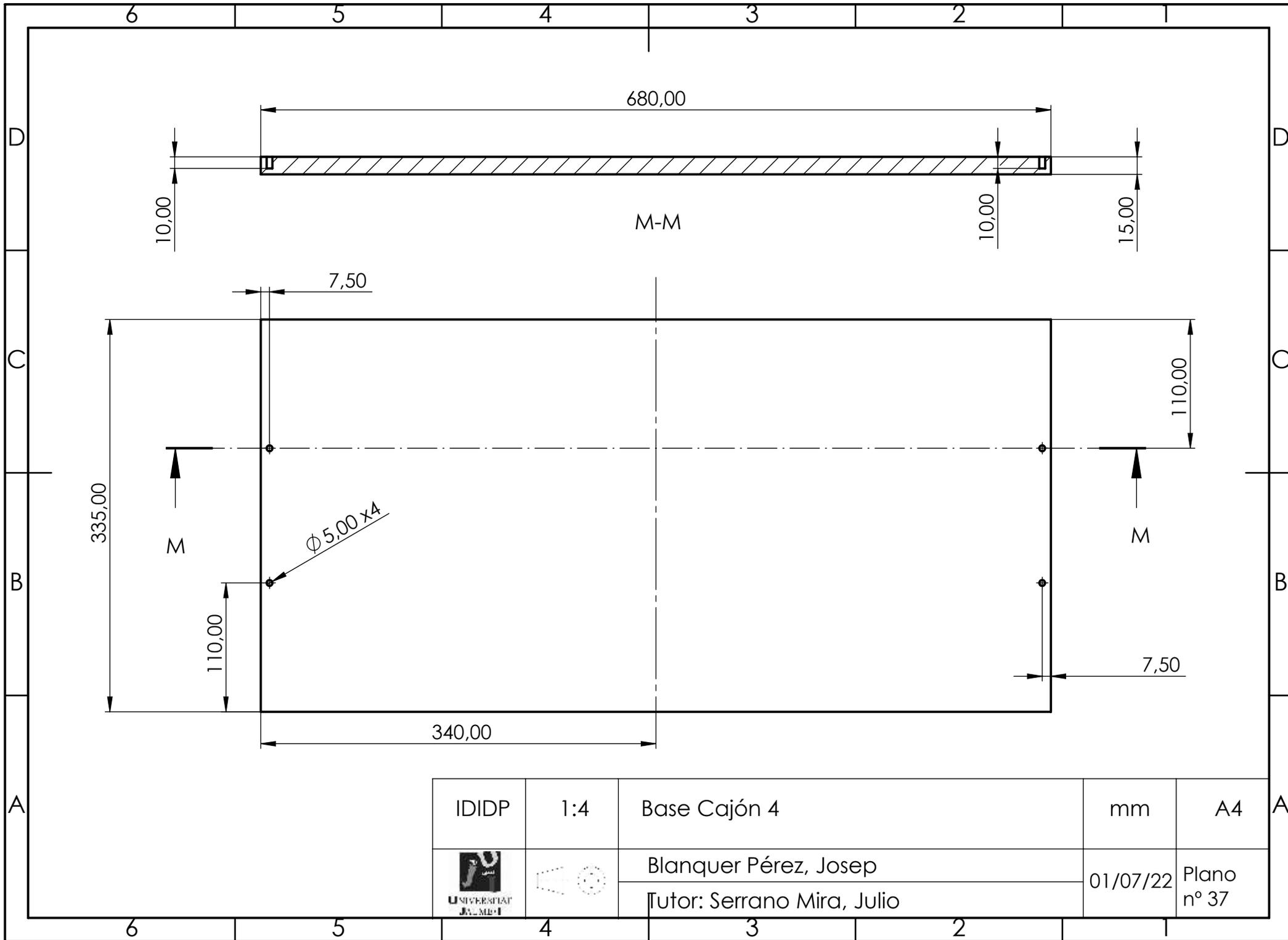




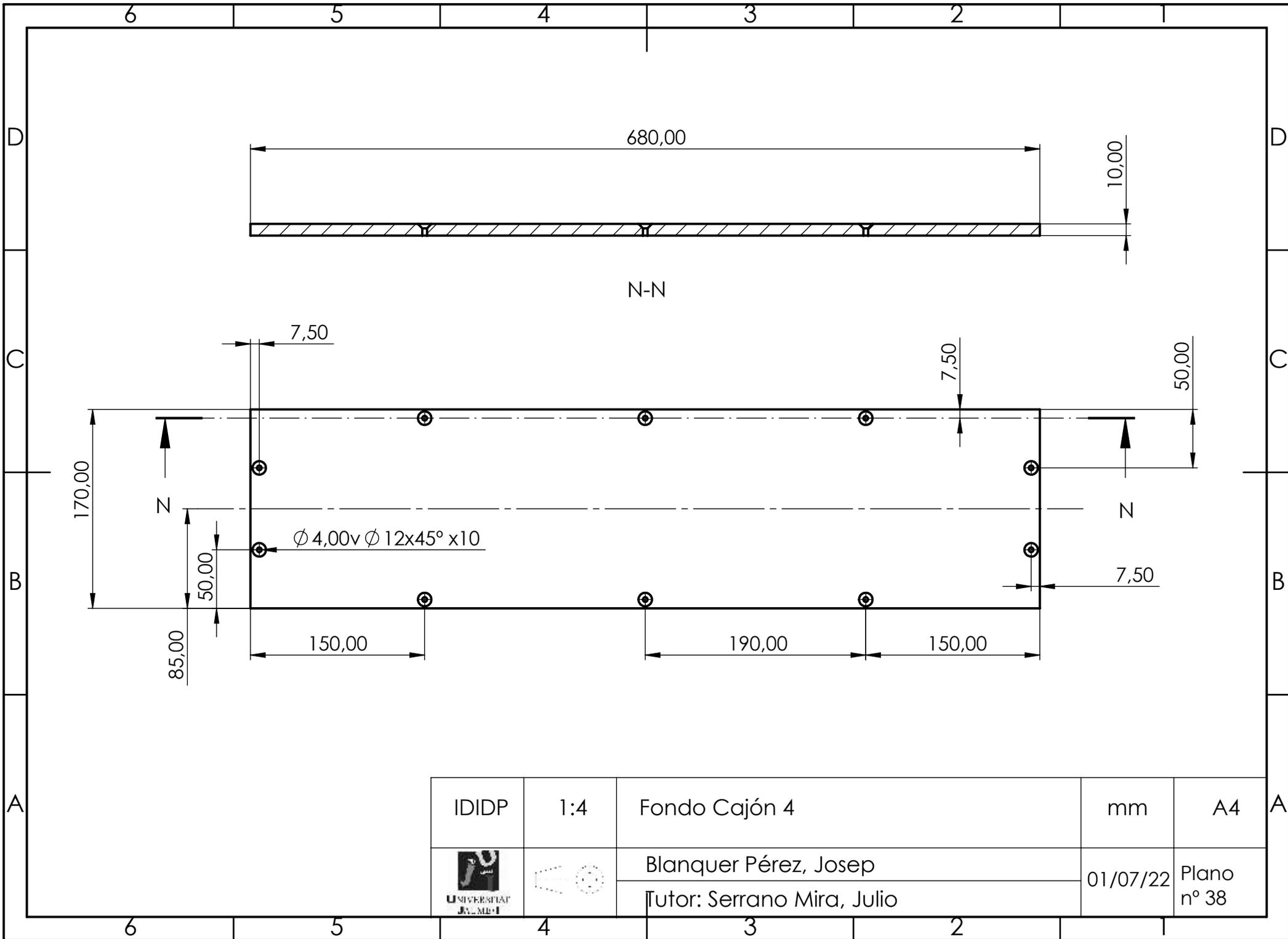
IDIDP	1:3	Puerta Cajón 3	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 35
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



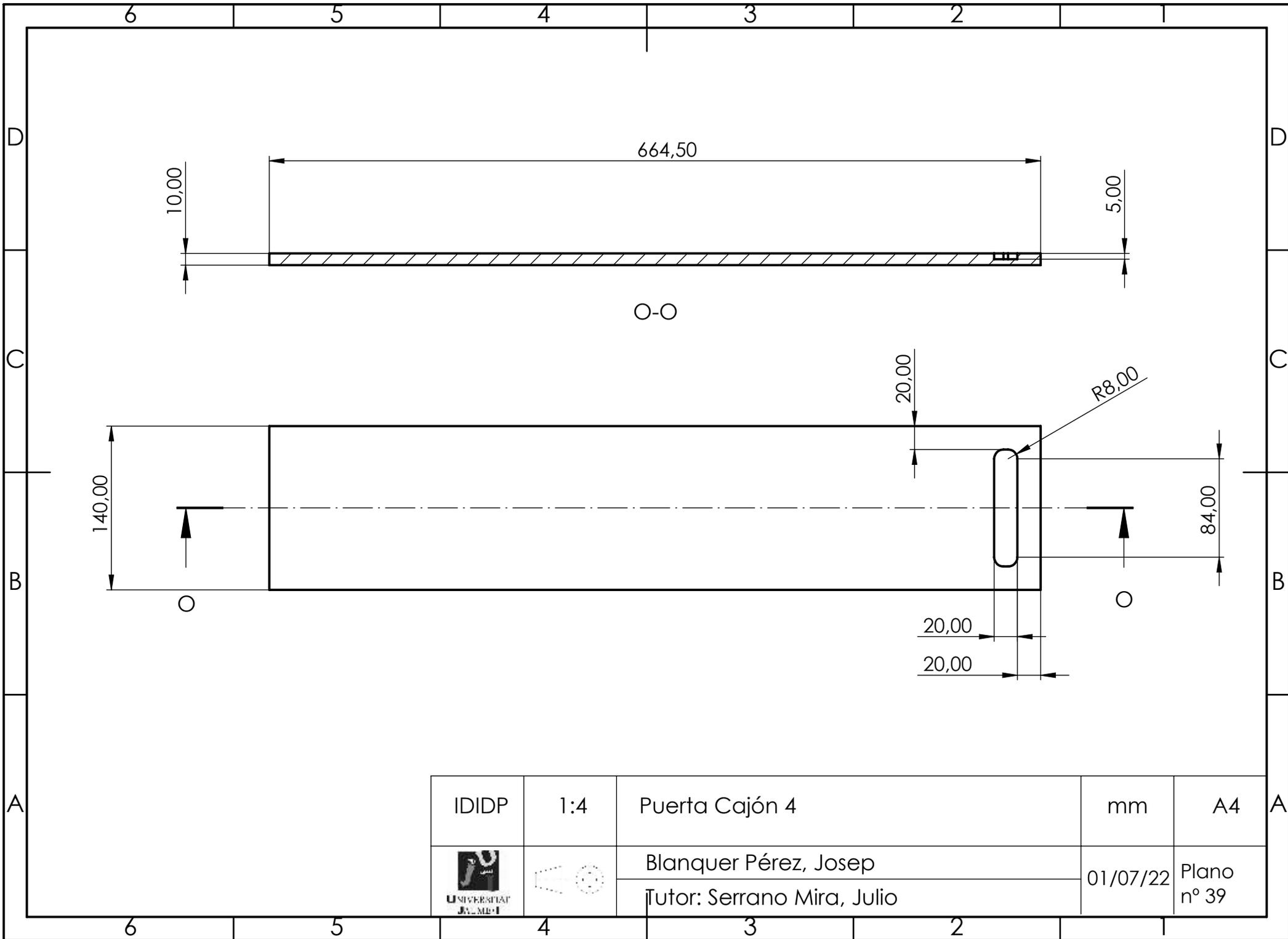
5	Puerta Cajón 4	Composite Poda de Palmera	1
4	Fondo Cajón 4	Composite Poda de Palmera	1
3	Lateral Simple Cajón 1	Composite Poda de Palmera	1
2	Lateral Bisagra Cajón 1	Composite Poda de Palmera	1
1	Base Cajón 4	Composite Poda de Palmera	2
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIALES	CANTIDAD
IDIDP	1:3	Conjunto Cajón 4	mm A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22
		Tutor: Serrano Mira, Julio	Plano nº 36



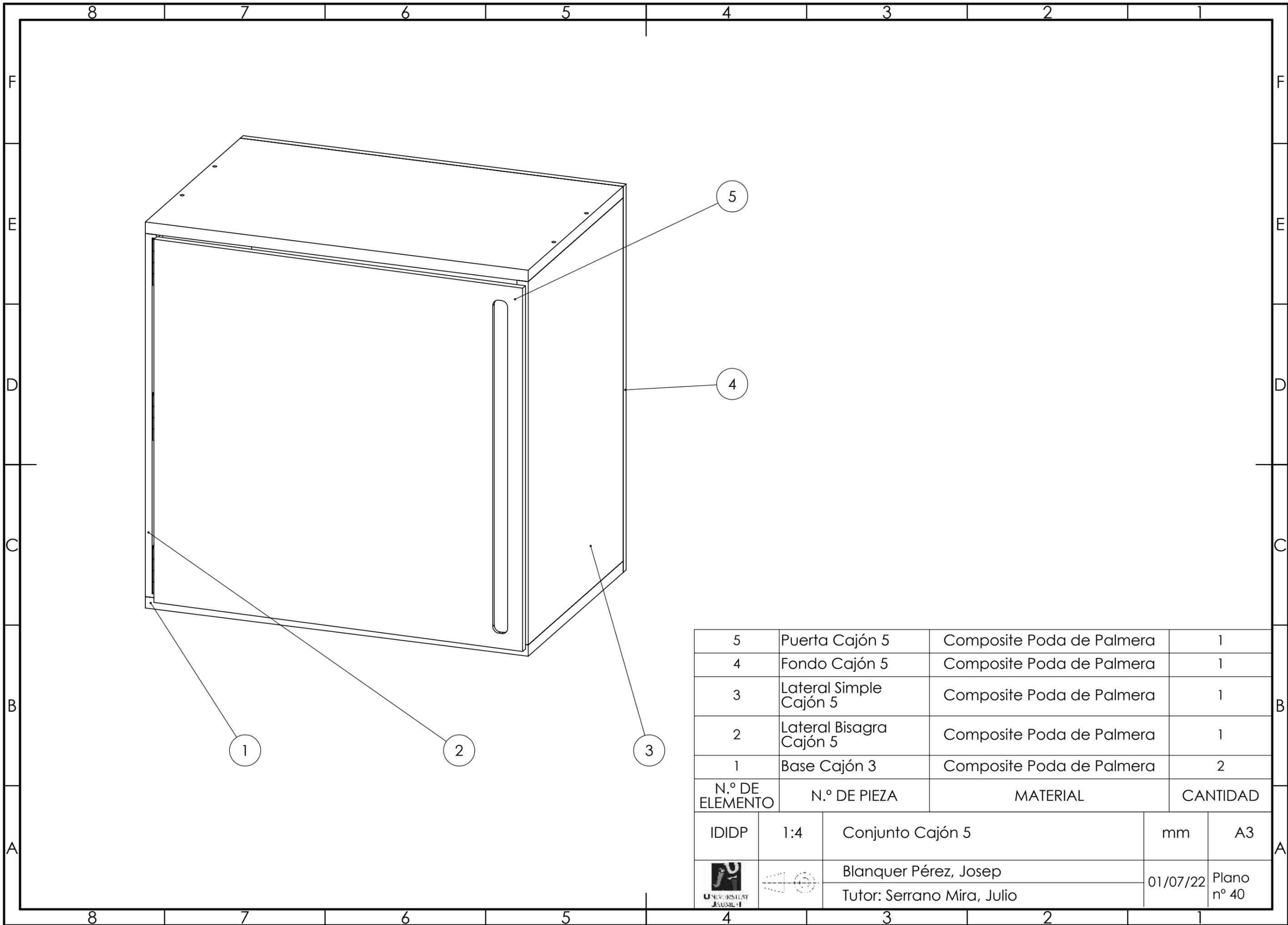
IDIDP	1:4	Base Cajón 4	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 37



IDIDP	1:4	Fondo Cajón 4	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 38
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



IDIDP	1:4	Puerta Cajón 4	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano n° 39
		Tutor: Serrano Mira, Julio		

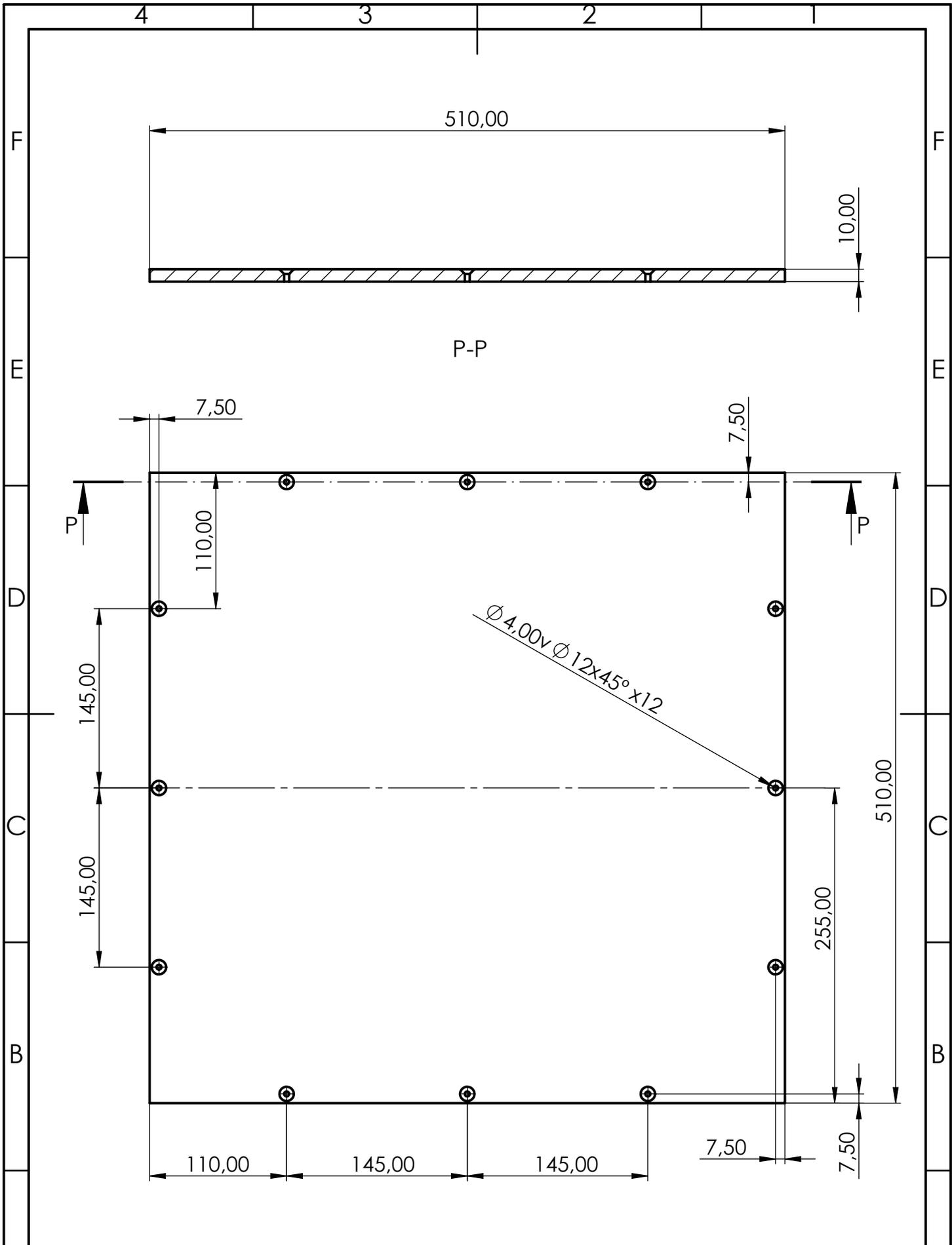


5	Puerta Cajón 5	Composite Poda de Palmera	1
4	Fondo Cajón 5	Composite Poda de Palmera	1
3	Lateral Simple Cajón 5	Composite Poda de Palmera	1
2	Lateral Bisagra Cajón 5	Composite Poda de Palmera	1
1	Base Cajón 3	Composite Poda de Palmera	2

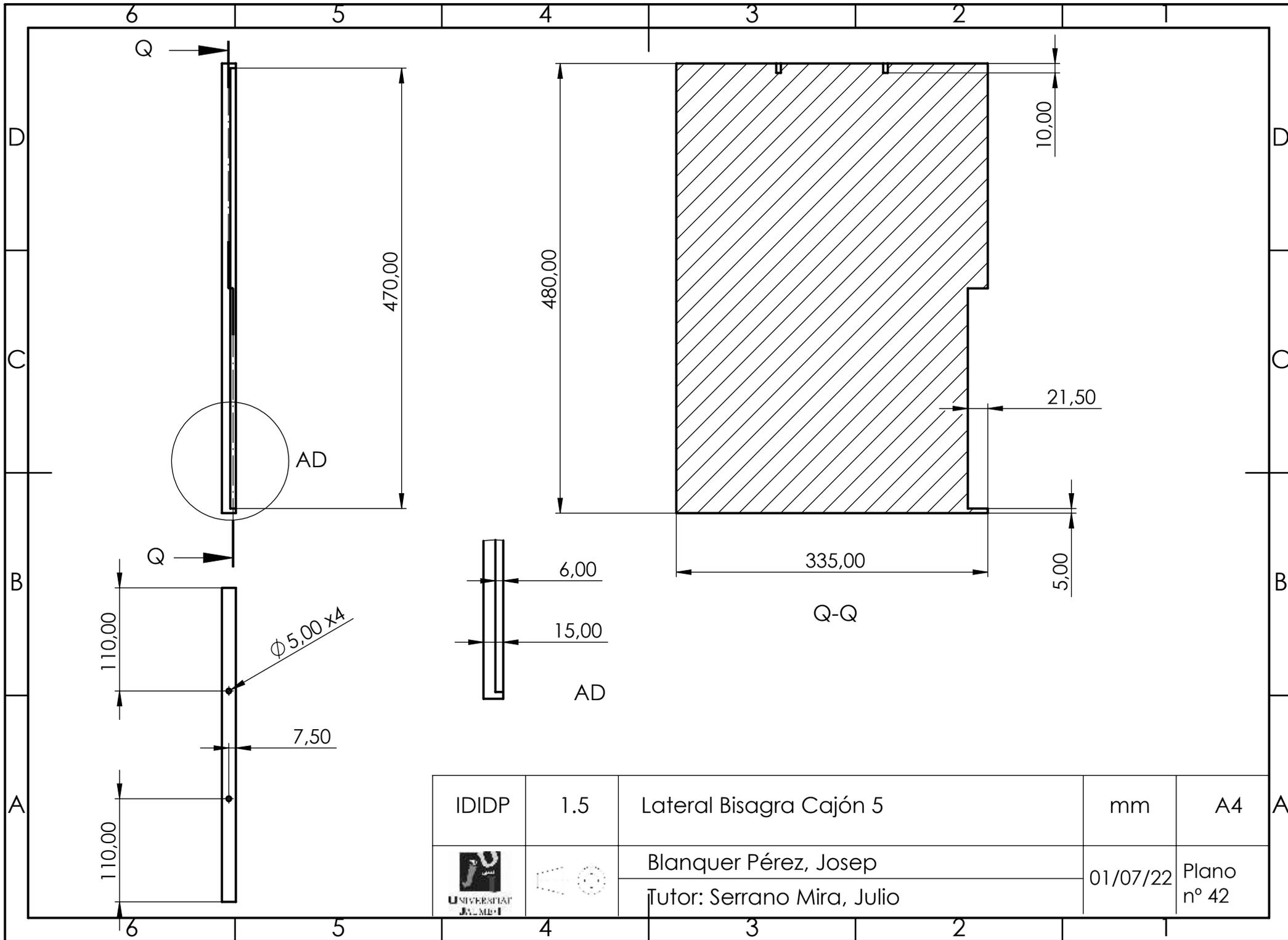
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
-----------------	--------------	----------	----------

IDIDP	1:4	Conjunto Cajón 5	mm	A3
-------	-----	------------------	----	----

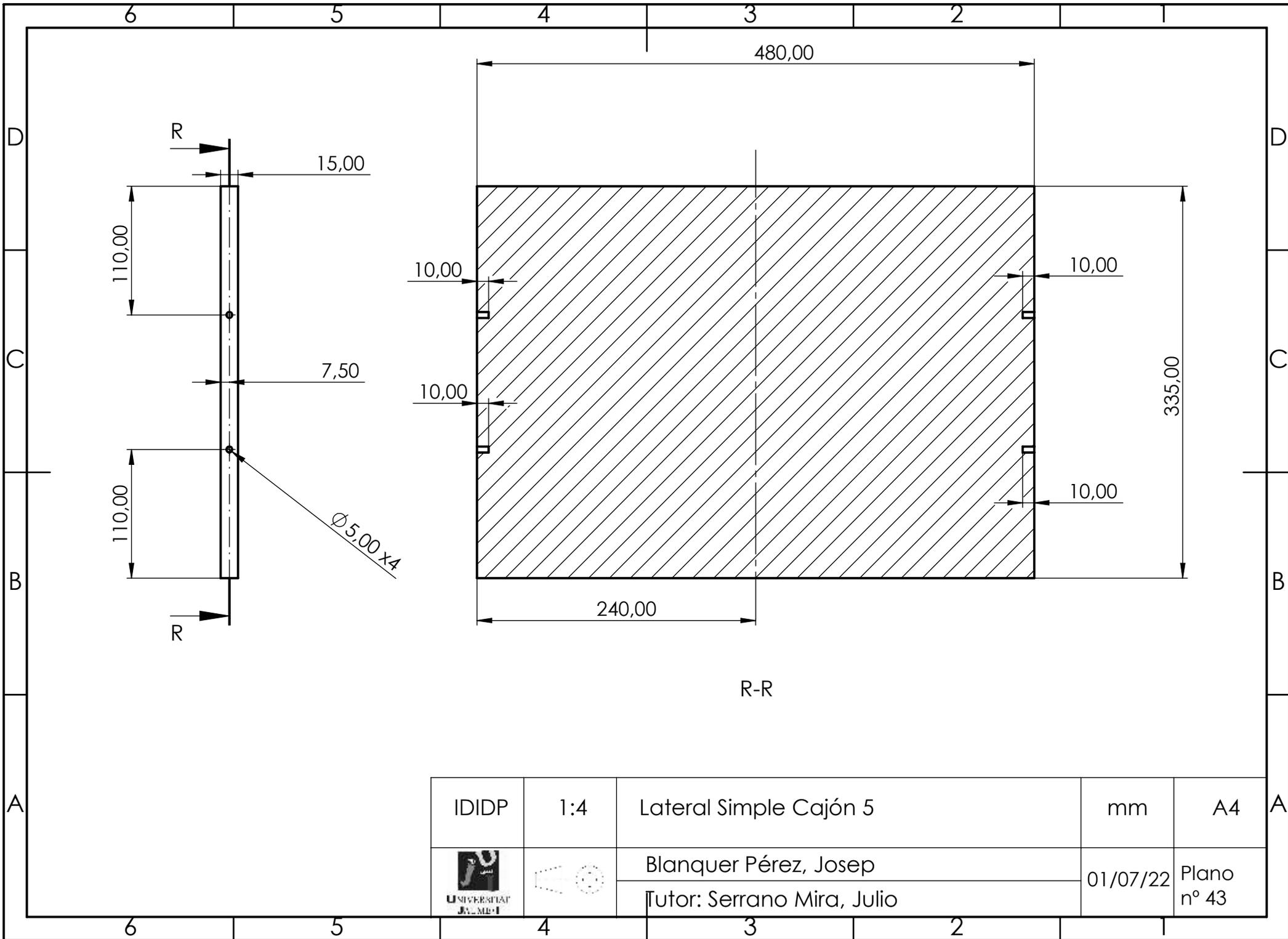
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 40
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



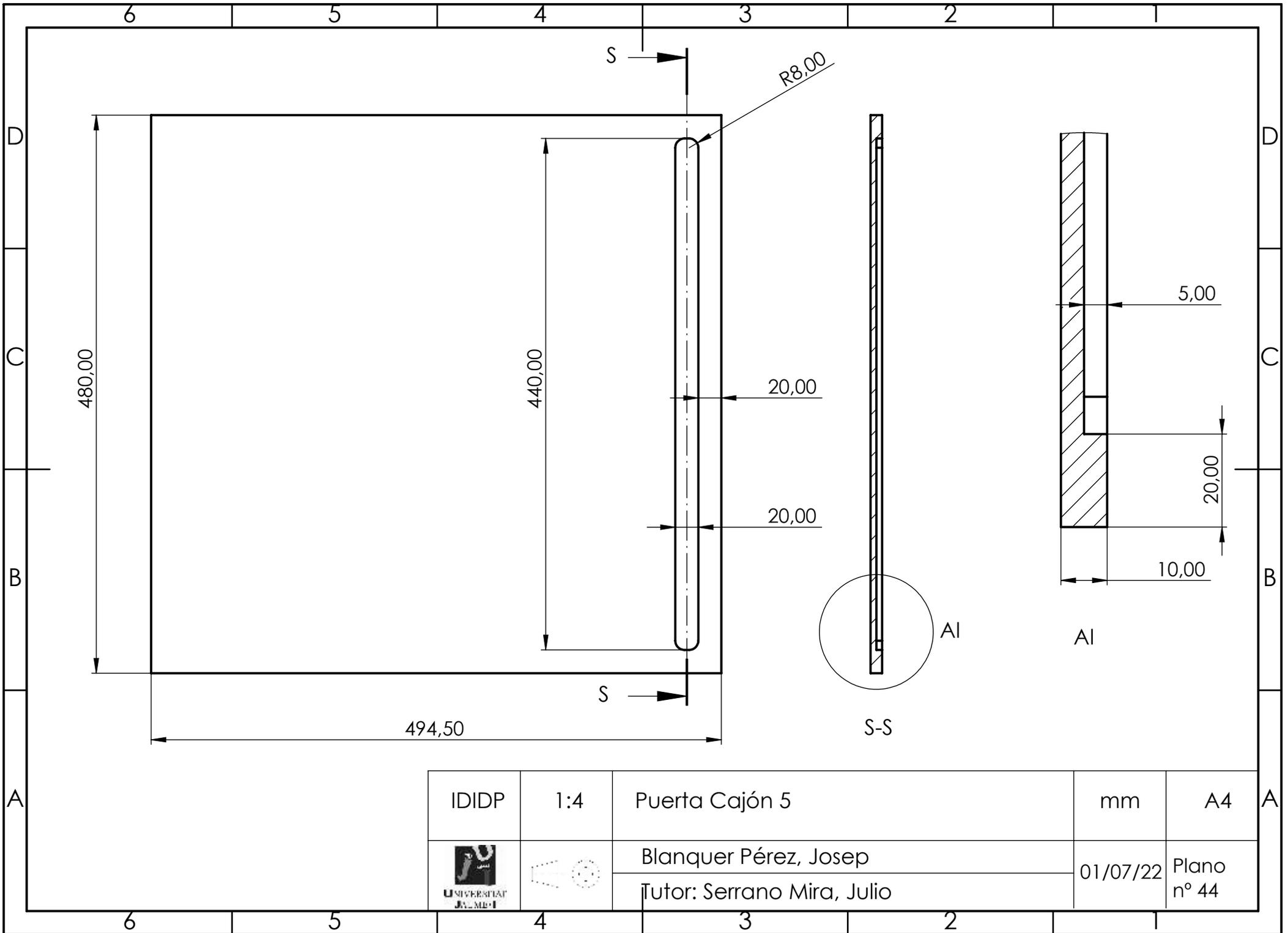
A	IDIDP	1:4	Fondo Cajón 5	mm	A4	A
			Blanquer Pérez, Josep Tutor: Serrano Mira, Julio	01/07/22	Plano nº 41	



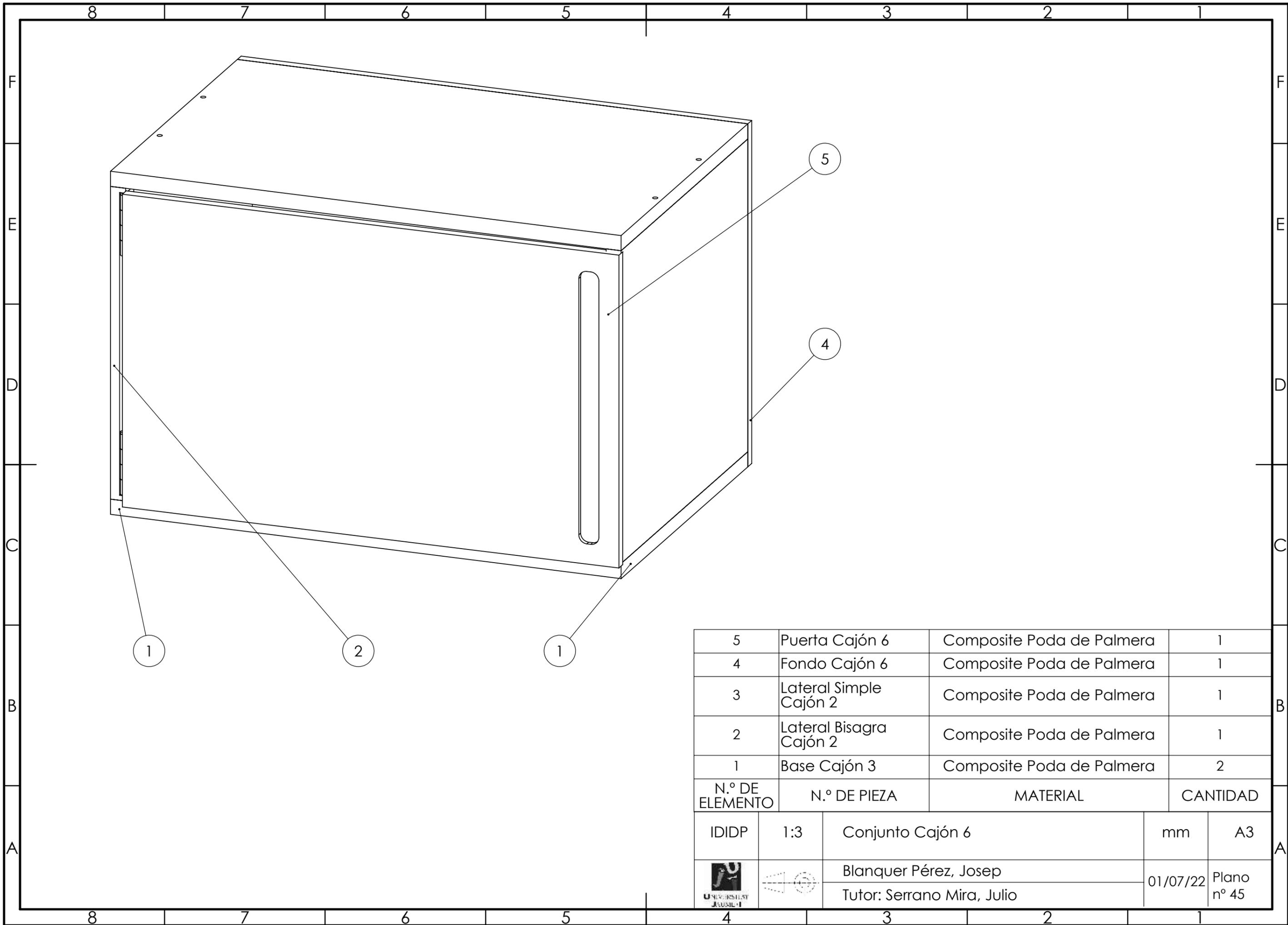
IDIDP	1.5	Lateral Bisagra Cajón 5	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 42
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



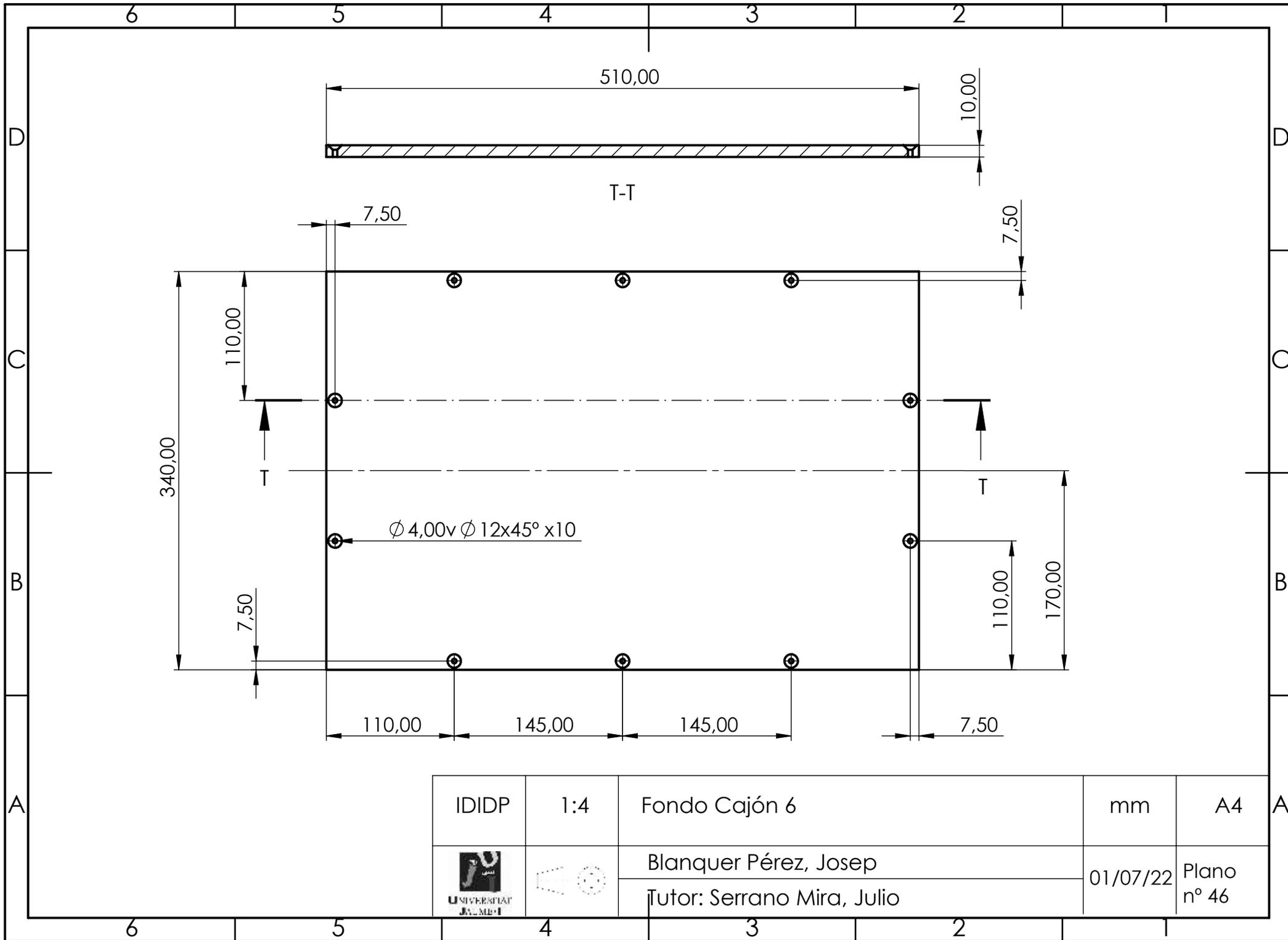
IDIDP	1:4	Lateral Simple Cajón 5	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 43
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



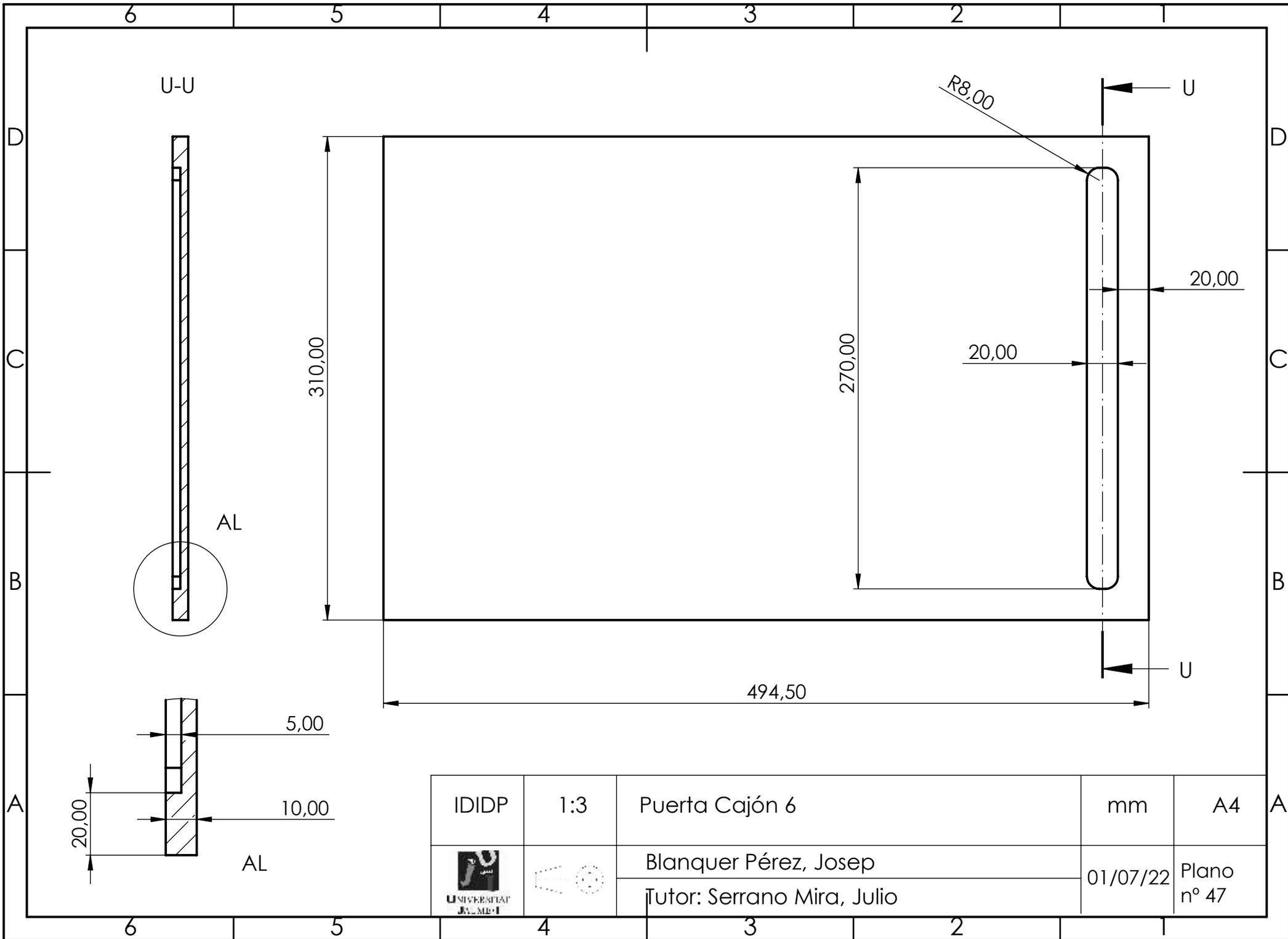
IDIDP	1:4	Puerta Cajón 5	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 44
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



5	Puerta Cajón 6	Composite Poda de Palmera	1
4	Fondo Cajón 6	Composite Poda de Palmera	1
3	Lateral Simple Cajón 2	Composite Poda de Palmera	1
2	Lateral Bisagra Cajón 2	Composite Poda de Palmera	1
1	Base Cajón 3	Composite Poda de Palmera	2
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
IDIDP	1:3	Conjunto Cajón 6	mm A3
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22
		Tutor: Serrano Mira, Julio	Plano nº 45



IDIDP	1:4	Fondo Cajón 6	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 46
		Tutor: Serrano Mira, Julio		



IDIDP	1:3	Puerta Cajón 6	mm	A4
		Blanquer Pérez, Josep	01/07/22	Plano nº 47
		Tutor: Serrano Mira, Julio		

**Blañquer
Pérez,
Josep**

**Estantería de
cajones extraíbles,
intercambiables
y agrupables,
fabricada con
material
proviniente
de residuos
agrícolas.**



**Grado en Ingeniería
de Diseño Industrial y
Desarrollo de Productos**

**Tutor:
Julio Serrano Mira**

**Julio
2022**





Volumen 4:

Pliego de Condiciones

ÍNDICE.

4.1 Condiciones Generales	193
4.1.1 Objeto	193
4.1.2 Preferencias y compatibilidades entre documentos	193
4.1.3 Especificaciones del producto	194
4.2 Descripción de los elementos fabricados y los comerciales	195
4.2.1 Elementos fabricados	195
4.2.2 Elementos comerciales	198
4.3 Cálculos Mecánicos	199
4.4 Fabricación	209
4.4.1 Procesos de fabricación	209
4.4.2 Procesos y tratamientos de acabado	211
4.4.3 Herramientas para el montaje	212
4.4.4 Componentes Fabricados	213
4.4.5 Componentes Comerciales	221
4.5 Pruebas y ensayos	223
4.5.1 Ensayo de rigidez estructural y estabilidad	223
4.5.2 Ensayos de inserción y extracción de cajones	223
4.5.3 Ensayo de agrupamiento de cajones	224
4.6 Bio	225



4.1 Condiciones Generales

4.1.1 Objeto

El objeto del presente pliego de condiciones es definir todas las especificaciones técnicas que sean referentes a los materiales, los equipos y los sistemas de ejecución, con el fin de que se obtenga la mejor calidad posible.

En este documento se establecerán las condiciones generales, sus características principales como los aspectos legales y administrativos referentes a la norma de “Criterios generales para la elaboración de proyecto”, nombrada en el apartado de la “*Memoria, apartado 1.6*”.

4.1.2 Preferencias y compatibilidades entre documentos

Para una correcta y clara comprensión entre todos los documentos de este proyecto y en caso de posibles contradicciones e incompatibilidades entre ellos, se establece la siguiente jerarquía de preferencia entre los documentos:

- Dimensiones: como preferencia frente a los otros documentos de este proyecto nombrados a continuación, se prioriza las dimensiones de cada una de las piezas del producto definidas por el documento *3. Planos*.
- Materiales y ejecución: como preferencia frente a los otros documentos de este proyecto nombrados a continuación, se prioriza los materiales y la ejecución de los mismos por el documento *4. Pliego de condiciones*.
- Contabilidad: como preferencia frente a los otros documentos de este proyecto nombrados a continuación, se prioriza la contabilidad económica y de los tiempos de ejecución por los documentos *6. Presupuestos* y *5. Estado de mediciones* respectivamente.
- Resumen: en este documento se agrupan y resumen los puntos más importantes y decisivos para poder comprender y seguir los pasos ejecutados para llevar a cabo el proyecto desde el principio hasta el final, expuesto en el documento *1. Memoria*.



4.1.3 Especificaciones del producto

La estantería junto los cajones tienen las siguientes características generales:

	Peso (kg)	Dimensiones (m)
Estantería	169,01	1,12 x 2,07 x 0,37
Cajón 1	2,76	0,34 x 0,17 x 0,345
Cajón 2	3,71	0,34 x 0,34 x 0,345
Cajón 3	4,45	0,51 x 0,17 x 0,345
Cajón 4	5,57	0,68 x 0,17 x 0,345
Cajón 5	9,92	0,51 x 0,51 x 0,345
Cajón 6	7,18	0,51 x 0,34 x 0,345

Tabla 1. Especificaciones de los conjuntos



4.2 Descripción de los elementos fabricados y los comerciales

A continuación se enumera la lista de elementos que se han fabricado, puntualizado el material y sus dimensiones; en el caso de los elementos comerciales, se añade el nombre del proveedor.

4.2.1 Elementos fabricados

Pieza	Imagen	Material	Dimensiones (mm)
Base 1 Estantería	 Imagen 1.	Composite Poda de Palmera	1120 x 350 x 40
Lateral 1 Estantería	 Imagen 2.	Composite Poda de Palmera	350 x 340 x 20
Base 2 Estantería	 Imagen 3.	Composite Poda de Palmera	930 x 350 x 40
Lateral Izquierdo 2 Est.	 Imagen 4.	Composite Poda de Palmera	350 x 510 20
Lateral Derecho 2 Est.	 Imagen 5.	Composite Poda de Palmera	350 x 170 x 20
Base 3 Estantería	 Imagen 6.	Composite Poda de Palmera	570 x 350 x 40
Lateral 3 Estantería	 Imagen 7.	Composite Poda de Palmera	350 x 340 x 30
Base Derecha 4 Est.	 Imagen 8.	Composite Poda de Palmera	400 x 350 x 20
Base Izquierda 4 Est.	 Imagen 9.	Composite Poda de Palmera	550 x 350 x 40
Listón Central Est.	 Imagen 10.	Composite Poda de Palmera	350 x 510 x 40



Base 5 Estantería		Imagen 11.	Composite Poda de Palmera	570 x 350 x 20
Lateral 5 Estantería		Imagen 12.	Composite Poda de Palmera	350 x 340 x 40
Base 6 Estantería		Imagen 13.	Composite Poda de Palmera	1120 x 350 x 20
Lateral 6 Estantería		Imagen 14.	Composite Poda de Palmera	350 x 170 x 45
Base 7 Estantería		Imagen 15.	Composite Poda de Palmera	950 x 350 x 40
Lateral 7 Estantería		Imagen 16.	Composite Poda de Palmera	350 x 340 x 30
Base Voladizo 8 Est.		Imagen 17.	Composite Poda de Palmera	340 x 350 x 20
Lateral Voladizo 8 Est.		Imagen 18.	Composite Poda de Palmera	350 x 210 x 20
Fondo Estructura Est.		Imagen 19.	Composite Poda de Palmera	1120 x 2070 x 40
Base Cajón 1		Imagen 20.	Composite Poda de Palmera	340 x 335 x 15
Fondo Cajón 1		Imagen 21.	Composite Poda de Palmera	340 x 170 x 10
Lateral Bisagras Cajón 1		Imagen 22.	Composite Poda de Palmera	335 x 140 x 15
Lateral Simple Cajón 1		Imagen 23.	Composite Poda de Palmera	335 x 140 x 15
Puerta Cajón 1		Imagen 24.	Composite Poda de Palmera	324,5 x 140 x 10
Fondo Cajón 2		Imagen 25.	Composite Poda de Palmera	340 x 340 x 10
Lateral Bisagra Cajón 2		Imagen 26.	Composite Poda de Palmera	335 x 310 x 15



Lateral Simple Cajón 2		Imagen 27.	Composite Poda de Palmera	335 x 310 x 15
Puerta Cajón 2		Imagen 28.	Composite Poda de Palmera	324,5 x 310 x 10
Base Cajón 3		Imagen 29.	Composite Poda de Palmera	510 x 335 x 15
Fondo Cajón 3		Imagen 30.	Composite Poda de Palmera	510 x 170 x 10
Puerta Cajón 3		Imagen 31.	Composite Poda de Palmera	494,5 x 140 x 10
Base Cajón 4		Imagen 32.	Composite Poda de Palmera	680 x 335 x 10
Fondo Cajón 4		Imagen 33.	Composite Poda de Palmera	680 x 170 x 10
Puerta Cajón 4		Imagen 34.	Composite Poda de Palmera	664,5 x 140 x 10
Fondo Cajón 5		Imagen 35.	Composite Poda de Palmera	510 x 510 x 10
Lateral Bisagra Cajón 5		Imagen 36.	Composite Poda de Palmera	335 x 480 x 15
Lateral Simple Cajón 5		Imagen 37.	Composite Poda de Palmera	335 x 480 x 15
Puerta Cajón 5		Imagen 38.	Composite Poda de Palmera	494,5 x 480 x 10
Fondo Cajón 6		Imagen 39.	Composite Poda de Palmera	510 x 340 x 10
Puerta Cajón 6		Imagen 40.	Composite Poda de Palmera	494,5 x 310 x 10



4.2.2 Elementos comerciales

Pieza	Imagen	Proveedor	Material	Dim. (mm)
Tacos de madera cortos	 Imagen 41.	Hafele	Madera de Haya	Ø 5 x 35
Tacos de madera largos	 Imagen 42.	Hafele	Madera de Haya	Ø 5 x 20
Tornillo de madera 1	 Imagen 43.	Spax	Acero bricomato	Ø 4 x 40
Tornillo de madera 2	 Imagen 44.	Fixin Systems	Acero al carbono zincado y galvanizado	Ø 6 x 140
Tornillo de madera 3	 Imagen 45.	Nutrik	Acero	Ø 2.9 x 8
Imán	 Imagen 46.	Esteba	Metal imantado y PLA	46,5 x 15 x 15
Bisagra	 Imagen 47.	Hafele	Acero Galvanizado	42 x 63 x 1,5



4.3 Cálculos Mecánicos

En este apartado se muestran los cálculos de las fuerzas que soportan los elementos de la estantería, los cuales aseguran el buen funcionamiento del producto y la calidad que ofrece.

Para asegurar que el producto soporta las cargas deseadas, se van a someter a distintas fuerzas los elementos más desfavorables, para así asegurar que el producto cumple con las funciones requeridas.

Teniendo en cuenta el tipo de estantería que se está estudiando en este proyecto, el usuario que la utilice no dispondrá en ella objetos que pesen más de 50 kg, pero para asegurar la estabilidad estructural, se van a realizar los cálculos para soportar hasta 100 kg de peso, asegurando así su estabilidad estructural.

A continuación se van a tratar los casos más desfavorables para los siguientes casos:

Cálculos para el estante biapoyado de composite de poda de palmera

A continuación se exponen los datos que se necesitan para poder realizar los cálculos para el límite de resistencia a flexión estática:

- Carga: $Q = 100 \text{ kg}$
- Longitud del listón: $L = 680 \text{ mm}$
- Anchura del listón: $a = 400 \text{ mm}$
- Espesor del listón: $h = 20 \text{ mm}$
- Resistencia a flexión estática del material estudiado:

$$\sigma_{lim} = [31,6 / 32,6] \text{ N/mm}^2$$

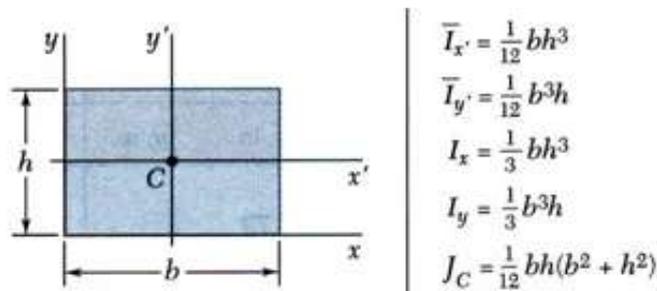


Imagen 48. Momento de inercia rectángulo



Se va a calcular el valor de la flexión estática bajo la carga máxima aplicada, de 100 kg, teniendo en cuenta que se trata de una viga biapoyada, como se muestra en la *imagen 49*. Así, antes que nada se debe pasar de una carga distribuida (Q) a una carga puntual (q) de la manera siguiente:

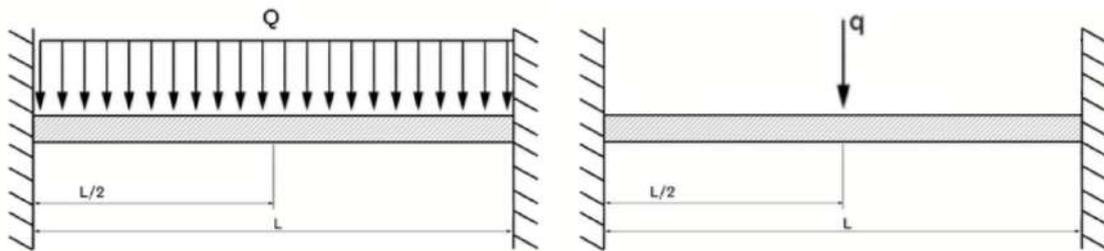


Imagen 49. Carga distribuida y puntual sobre una barra biapollada

$$Q = 100 \text{ kg} = 980 \text{ N/m} = 0,98 \text{ N/mm}$$

$$q = Q \cdot \frac{L}{2} = 0,980 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot \frac{680 \text{ mm}}{2}$$

$$q = 333,2 \text{ N}$$

Una vez ya se tiene calculado la carga puntual q , ahora se tiene que calcular el valor de la resistencia a flexión estática (σ) bajo esta carga, mediante la fórmula:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Para ello, previamente se debe obtener el valor del momento de resistencia a flexión (M), el cual ocurre en los extremos del listón por la carga que se aplica:

$$M = q \cdot \frac{L}{2} = 333,2 \text{ N} \cdot \frac{680 \text{ mm}}{2}$$

$$M = 113288 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

También se debe calcular el momento resistente (W), el cual se emplea en la resistencia a flexión en un prisma mecánico, donde también interviene el momento de inercia (I) de la sección transversal que se vaya a estudiar, como la distancia (y) entre el centro de gravedad y la superficie donde se aplica la carga:

$$W = \frac{I_x}{y} = \frac{\frac{1}{12} a \cdot h^3}{\frac{1}{2} \cdot h} = \frac{a \cdot h^2}{6} = \frac{400 \text{ mm} \cdot 20^2 \text{ mm}}{6}$$

$$W = 26666 \text{ mm}^3$$



Una vez calculados los valores del momento de resistencia a flexión (M) y el momento resistente (W), ya se puede calcular el valor de la resistencia a flexión estática (σ) bajo la carga q :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{113288 \text{ N}\cdot\text{mm}}{26666 \text{ mm}^3} = 4,25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 4,25 \text{ MPa}$$

Comparando el valor obtenido con el valor del límite de resistencia a flexión del material estudiado, se puede afirmar que este valor obtenido es bastante inferior, por lo que el material con las dimensiones estudiadas es capaz de soportar la carga de 100 kg:

$$\sigma_{lim} = [31,6 / 32,6] \text{ MPa} > \sigma = 4,25 \text{ MPa}$$

Cálculos para estante en voladizo de composite de poda de palmera

A continuación se exponen los datos que se necesitan para poder realizar los cálculos para el límite de resistencia a flexión estática:

- Carga: $Q = 100 \text{ kg}$
- Longitud del listón: $L = 400 \text{ mm}$
- Anchura del listón: $a = 340 \text{ mm}$
- Espesor del listón: $h = 20 \text{ mm}$
- Resistencia a flexión estática del material estudiado:

$$\sigma_{lim} = [31,6 / 32,6] \text{ N/mm}^2$$

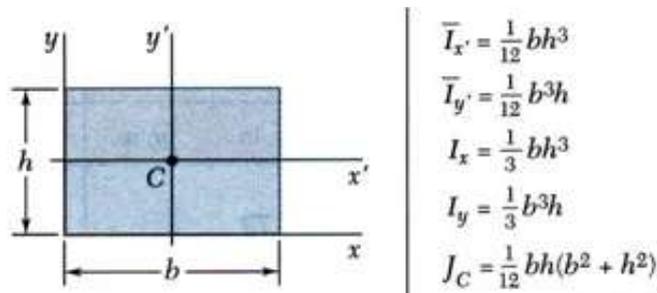


Imagen 50. Momento de inercia rectángulo

Para el cálculo de la flexión estática bajo la carga máxima aplicada de 100kg, en una viga en voladizo como muestra la *imagen 51*, se va a analizar el caso más exigente, cuando tenemos la carga puntual al extremo de la viga:

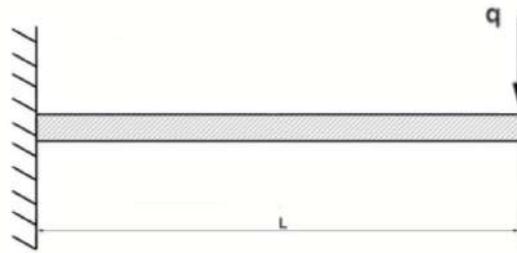


Imagen 51. Carga puntual en el extremo de una barra en voladizo

$$Q = 100 \text{ kg} \rightarrow q = 980 \text{ N}$$

Una vez ya se sabe el valor de la carga puntual q , se tiene que calcular el valor de la resistencia a flexión estática (σ) bajo esta carga, mediante la fórmula:

$$\sigma = \frac{M}{W}$$

Para ello, previamente se debe obtener el valor del momento de resistencia a flexión (M), el cual ocurre en los extremos del listón por la carga que se aplica:

$$M = q \cdot L = 980 \text{ N} \cdot 400 \text{ mm}$$

$$M = 360000 \text{ N}\cdot\text{mm}$$

También se debe calcular el momento resistente (W), el cual se emplea en la resistencia a flexión en un prisma mecánico, donde también interviene el momento de inercia (I) de la sección transversal que se vaya a estudiar, como la distancia (y) entre el centro de gravedad y la superficie donde se aplica la carga:

$$W = \frac{I_x}{y} = \frac{\frac{1}{12} a \cdot h^3}{\frac{1}{2} \cdot h} = \frac{a \cdot h^2}{6} = \frac{340 \text{ mm} \cdot 20^2 \text{ mm}}{6}$$

$$W = 22666,67 \text{ mm}^3$$

Una vez calculados los valores del momento de resistencia a flexión (M) y el momento resistente (W), ya se puede calcular el valor de la resistencia a flexión estática (σ) bajo la carga q :

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{360000 \text{ N}\cdot\text{mm}}{22666,67 \text{ mm}^3} = 15,88 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = 15,88 \text{ MPa}$$

Comparando el valor obtenido con el valor del límite de resistencia a flexión del material estudiado, se puede afirmar que este valor obtenido es inferior, por lo que el material con



las dimensiones estudiadas es capaz de soportar la carga de 100 kg en este tipo de situación:

$$\sigma_{lim} = [31,6 / 32,6] MPa > \sigma = 15,88 MPa$$

Para esta situación, se van a realizar también los cálculos para el límite de la tensión tangencial por esfuerzo cortante. La carga sigue siendo la misma, 100 kg. Los estantes están insertados en la parte posterior de la estructura, por ello se van a realizar dichos cálculos.

A continuación se exponen los datos que se necesitan para poder realizar los cálculos para el límite de tensión tangencial máxima por esfuerzo cortante.

- Carga por estante: $Q = 100 \text{ kg}$
- Longitud del listón: $L = 400 \text{ mm}$
- Anchura del listón: $a = 680 \text{ mm}$
- Espesor del listón: $h = 20 \text{ mm}$
- Módulo de Young del listón: $E = 1600 \text{ MPa}$
- Coeficiente de Poisson del listón: $\nu = 0.20$

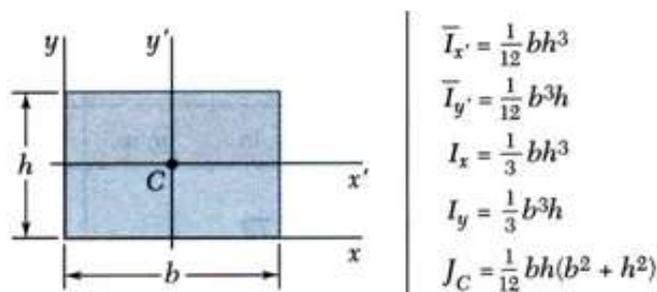


Imagen 52. Momento de inercia rectángulo

Para poder completar los cálculos, se han tomado de referencia los valores del módulo de Young y el coeficiente de Poisson de un tablero aglomerado, ya que los ensayos realizados para el material estudiado, no se han podido obtener, pero por sus semejanzas tanto estructurales como mecánicas se han elegido dichos valores.

Se va a proceder a calcular las tensiones tangenciales (τ) que ha de soportar el estante, pero previamente a estos, se debe recalculer la carga para poder aplicarla correctamente, ya que el punto de estudio ha cambiado:

$$Q = 100 \text{ kg} = 9800 \text{ N/m} = 0,98 \text{ N/mm}$$

$$q = Q \cdot \frac{L}{2} = 0,98 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot \frac{400 \text{ mm}}{2}$$

$$q = 196 \text{ N}$$



Para el cálculo de la tensión tangencial máxima (τ_{max}) que es capaz de soportar el estante bajo un esfuerzo cortante concreto (q), que actúa sobre las dimensiones de dicho estante, en este caso su anchura (a), la expresión que nos permite realizar dicho cálculo es la de Jowrasky-Collignon:

$$\tau_{max} = \frac{q \cdot A' \cdot y'}{I \cdot t}$$

Desglosando la expresión, esta contiene la sección sobre la que actúa el esfuerzo (A'):

$$A' = a \cdot \frac{h}{2} = 340 \text{ mm} \cdot \frac{20 \text{ mm}}{2}$$

$$A' = 3400 \text{ mm}^2$$

La distancia (y') que hay entre los centroides que actúan durante el esfuerzo:

$$y' = \frac{2h - h}{4} = \frac{2 \cdot 20 \text{ mm} - 20 \text{ mm}}{4}$$

$$y' = 5 \text{ mm}$$

El momento de inercia (I) en el cual actúa el esfuerzo, para una sección rectangular:

$$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 340 \text{ mm} \cdot 20^3 \text{ mm}$$

$$I = 226666,65 \text{ mm}^4$$

Y por último la distancia (t), que pertenece a la anchura de la sección en la que se actúa:

$$t = a = 340 \text{ mm}$$

$$t = 340 \text{ mm}$$

Una vez hallados todos los subgrupos de la fórmula de Jowrasky-Collignon, podemos sustituir los valores en ella para obtener la tensión tangencial máxima (τ_{max}):

$$\tau_{max} = \frac{q \cdot A' \cdot y'}{I \cdot t} = \frac{980 \text{ N} \cdot 3400 \text{ mm}^2 \cdot 5 \text{ mm}}{226666,65 \text{ mm}^4 \cdot 340 \text{ mm}} = 0,216 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{max} = 0,216 \text{ MPa}$$



Una vez obtenida la tensión tangencial máxima (τ_{max}), ahora se va a calcular la tensión tangencial media (τ) para poder compararse:

$$\tau = \frac{q}{A}$$

Donde se debe saber la sección del tornillo (A):

$$A = b \cdot h = 340 \text{ mm} \cdot 20 \text{ mm}$$

$$A = 6800 \text{ mm}^2$$

Ahora se sustituye para que se obtenga la tensión tangencial media (τ):

$$\tau = \frac{q}{A} = \frac{980 \text{ N}}{6800 \text{ mm}^2} = 0,144 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau = 0,144 \text{ MPa}$$

Comparando ambas tensiones tangenciales, se acierta al afirmar que la tensión tangencial media (τ) es inferior a la tensión tangencial máxima (τ_{max}), por lo que como se cumple con la teoría, ahora se deberá calcular el módulo cortante máximo (G_{max}) del material para de nuevo compararlos:

$$G_{max} = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = \frac{1600 \text{ MPa}}{2 \cdot (1 + 0,20)}$$

$$G_{max} = 666,67 \text{ MPa}$$

Como se afirma teóricamente, y en este caso práctico se cumple, el módulo cortante máximo del material (G_{max}), debe ser superior a la tensión tangencial máxima (τ_{max}) aplicada al tornillo, que a su vez ha de ser superior a la tensión tangencial media (τ) de este:

$$G_{max} = 666,67 \text{ MPa} > \tau_{max} = 0,216 \text{ MPa} > \tau = 0,144 \text{ MPa}$$



Cálculos para el tornillo Standers

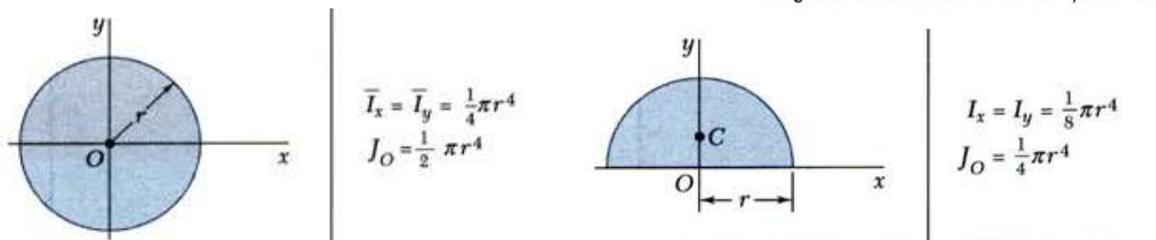
En este apartado se calcula el límite de la tensión tangencial máxima por esfuerzo cortante, pero ahora para el tornillo Standers. Como en el caso anterior, se va a estimar una carga de 100 kg por estante, y el más pequeño de estos tendrá dos tornillos en los que se repartirá dicha carga.

Estos tornillos unen el fondo de la estantería con los estantes, realizando la función de unión entre ambos y gracias a su longitud, también de soporte estructural.

A continuación se exponen los datos que se necesitan para poder realizar los cálculos para el límite de tensión tangencial máxima por esfuerzo cortante.

- Carga por estante: $Q_e = 100 \text{ kg}$
- Carga por tornillo: $Q_t = 50 \text{ kg}$
- Longitud del listón: $L_l = 400 \text{ mm}$
- Anchura del listón: $a_l = 680 \text{ mm}$
- Espesor del listón: $h_l = 20 \text{ mm}$
- Longitud del tornillo: $L_t = 140 \text{ mm}$
- Diámetro del tornillo: $\phi_t = 6 \text{ mm}$
- Radio del tornillo: $R_t = 3 \text{ mm}$
- Módulo de Young del tornillo: $E_t = 190 \text{ GPa}$
- Coeficiente de Poisson del tornillo: $\nu_t = 0.29$

Imagen 53. Momento de inercia círculo y semicírculo



Se va a proceder a calcular las tensiones tangenciales (τ) que ha de soportar el tornillo, pero previamente a estos, se debe recalcular la carga para poder aplicarla correctamente, ya que el punto de estudio ha cambiado:

$$Q_t = 50 \text{ kg} = 490 \text{ N/m} = 0,49 \text{ N/mm}$$

$$q = Q_t \cdot \frac{L_l}{2} = 0,49 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot \frac{400 \text{ mm}}{2}$$

$$q = 98 \text{ N}$$



Para el cálculo de la tensión tangencial máxima (τ_{max}) que es capaz de soportar el tornillo bajo un esfuerzo cortante concreto (q), que actúa sobre las dimensiones del tornillo, en este caso su diámetro (ϕ_t), la expresión que nos permite realizar dicho cálculo es la de Jourasky-Collignon:

$$\tau_{max} = \frac{q \cdot A' \cdot y'}{I \cdot t}$$

Desglosando la expresión, esta contiene la sección sobre la que actúa el esfuerzo (A'):

$$A' = \frac{\pi}{2} \cdot R^2 = \frac{\pi}{2} \cdot 3^2$$

$$A' = 14,14 \text{ mm}^2$$

La distancia (y') que hay entre los centroides que actúan durante el esfuerzo:

$$y' = \frac{4 \cdot R}{3 \cdot \pi} = \frac{4 \cdot 3}{3 \cdot \pi}$$

$$y' = 1,27 \text{ mm}$$

El momento de inercia (I) en el cual actúa el esfuerzo, para una sección circular:

$$I = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot R^4 = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 3^4$$

$$I = 63,62 \text{ mm}^4$$

Y por último la distancia (t), que pertenece a la anchura de la sección en la que se actúa:

$$t = 2 \cdot R = 2 \cdot 3$$

$$t = 6 \text{ mm}$$

Una vez hallados todos los subgrupos de la fórmula de Jourasky-Collignon, podemos sustituir los valores en ella para obtener la tensión tangencial máxima (τ_{max}):

$$\tau_{max} = \frac{q \cdot A' \cdot y'}{I \cdot t} = \frac{98 \text{ N} \cdot 14,14 \text{ mm}^2 \cdot 1,27 \text{ mm}}{63,62 \text{ mm}^4 \cdot 6 \text{ mm}} = 4,61 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau_{max} = 4,61 \text{ MPa}$$



Una vez obtenida la tensión tangencial máxima (τ_{max}), ahora se va a calcular la tensión tangencial media (τ) para poder compararse:

$$\tau = \frac{q}{A}$$

Donde se debe saber la sección del tornillo (A):

$$A = \pi \cdot R^2 = \pi \cdot 3^2 \text{ mm}$$

$$A = 28,27 \text{ mm}^2$$

Ahora se sustituye para que se obtenga la tensión tangencial media (τ):

$$\tau = \frac{q}{A} = \frac{98 \text{ N}}{28,27 \text{ mm}^2} = 3,47 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\tau = 3,47 \text{ MPa}$$

Comparando ambas tensiones tangenciales, se acierta al afirmar que la tensión tangencial media (τ) es inferior a la tensión tangencial máxima (τ_{max}), por lo que como se cumple con la teoría, ahora se deberá calcular el módulo cortante máximo (G_{max}) del material para de nuevo compararlos:

$$G_{max} = \frac{E}{2 \cdot (1 + \nu)} = \frac{190000 \text{ MPa}}{2 \cdot (1 + 0,29)}$$

$$G_{max} = 73.643,41 \text{ MPa}$$

Como se afirma teóricamente, y en este caso práctico se cumple, el módulo cortante máximo del material (G_{max}), debe ser superior a la tensión tangencial máxima (τ_{max}) aplicada al tornillo, que a su vez ha de ser superior a la tensión tangencial media (τ) de este:

$$G_{max} = 73.643,41 \text{ MPa} > \tau_{max} = 4,61 \text{ MPa} > \tau = 3,47 \text{ MPa}$$



4.4 Fabricación

Se va a proceder a la descripción de los procesos que intervienen en la fabricación de las diferentes piezas de la estantería, así como sus posteriores procesos de acabado para lograr obtener el diseño final. Las herramientas utilizadas a la hora del montaje serán descritas y se enumeran las piezas fabricadas como componentes comerciales.

4.4.1 Procesos de fabricación

Los procesos que se han realizado para obtener las piezas de la estantería son los siguientes:

Lijado

Esta operación se realizará en todas las piezas simil-madera, para dejar las superficies pulidas y limpias de impureza como de irregularidades, para que tenga un acabado excelente, y dejar el material listo para que sea barnizado.

Para realizar esta operación, un operario deberá utilizar una lijadora manual de disco, los cuales se intercambian, ya que cada disco tiene una granulometría, un aglomerante, un abrasivo y un tamaño de grano distinto, para según qué función se vaya a utilizar, con mayor o menor arranque de viruta, y qué resultado se pretenda obtener.



Imagen 54. Lijadora manual de disco

Corte de tableros

Para cortar los tableros de material símil-madera que se van a utilizar para las piezas de la estantería, se recurre a una sierra escuadradora, por sus funciones y características.

La sierra escuadradora es un equipo que se emplea para realizar el corte lineal a escuadra de tableros de media densidad, como pueda ser la madera, el acrílico o materiales no ferrosos. Estos cortes pueden realizarse desde una inclinación de 45º hasta los 90º, gracias a su carro inclinable.

Esta sierra consta de dos motores, el primero de mayor potencia, se encarga de mover el disco principal, el segundo motor tiene poca potencia, ya que se encarga de mover el disco



incisor, encargado de rayar el material para proporcionar una guía por donde se realizará el corte con el disco principal. La utilización de este sistema de disco incisor extra, evita que el material se astille o se rompa.



Imagen 55. Sierra escuadradora

Fresado

Para las operaciones de fresado se utiliza un centro de mecanizado CNC, en este caso concreto un Router CNC. Es una máquina controlada por una computadora y su función es realizar cortes de forma automatizada. Las trayectorias de los cortes son controladas mediante un sistema denominado de control numérico, que envía desde el ordenador las coordenadas del corte con una precisión milimétrica.

La posibilidad de diseños que puede realizar un Router CNC es prácticamente infinita, puesto que realiza cortes en los distintos ejes. Para trabajar con esta máquina, tan sólo es necesario crear el diseño deseado en un software compatible con la programación por control numérico.

Gracias a su cambio de herramientas automático, agiliza el proceso de producción, ya que es capaz de realizar distintas operaciones, como los ranurados, las cajas de fondo redondeado, los contorneados o algunos cortes de geometrías complejas, de manera independiente sin la ayuda de los operarios.

El centro de mecanizado dispone de suficientes herramientas para realizar todas las operaciones, como son las herramientas de desbaste, herramientas de acabado, para redondear cantos, tanto exteriores como interiores.



Imagen 56. Centro de mecanizado CNC

Taladrado



Para la mayoría de las operaciones de taladrado, que se realicen perpendicularmente a la superficie principal de cada pieza, se utilizará como anteriormente el centro de mecanizado CNC, ya que se podrán añadir las herramientas necesarias para poder realizar las operaciones pertinentes, ya sean las brocas de diferente diámetro, el avellanador o el llamador.

Para las otras operaciones de taladrado, que por su disposición en la pieza, o posicionamiento para mecanizar, se realizarán en una taladradora radial por su versatilidad a la hora de adaptarse a los tamaños de las piezas y sus geometrías.

Tanto en la taladradora radial como en el centro de mecanizado, se realizarán taladros pasantes como ciegos, llamados y avellanados; pero en este caso tanto el cambio de herramientas como sus operaciones lo realizará un operario.



Imagen 57. Taladro de columna

4.4.2 Procesos y tratamientos de acabado

Las operaciones de acabado que se realizan en las piezas, previamente al tratamiento superficial, se debe realizar una operación de lijado que realiza la lijadora, como se ha descrito anteriormente. Al producirse ya esta operación, en este caso no hay que volver a repetirla, pero si por el contrario no se hubiese realizado, previamente a cualquier tratamiento de acabado superficial se convendría realizar.

Barnizado

Para realizar el barnizado sobre el material simil-madera, se ha elegido un tipo de barniz en base agua de poliuretano, por sus características de durabilidad, adherencia, resistencia y medioambientales.

Estos tipos de barniz presentan características estáticas, provenientes del poliuretano. Su alta adherencia evita que la capa protectora se pierda, así como su resistencia a la abrasión permite su limpieza y mantenimiento.



Estos tipos de barniz resaltan el tono natural del material, pero en el caso del presente proyecto, se utilizará un tipo de aglutinante de pintura para barnices, para darle un tono más claro a la estructura de la estantería, y otro de tono más oscuro para los cajones.



Imagen 58. Barniz y sus pigmentos

4.4.3 Herramientas para el montaje

En este apartado se van a describir las herramientas que utilizan los operarios para el montaje completo de todas las piezas de la estantería.

El material principal con el que se va a trabajar es el composite de poda de palmera, se puede asimilar a los tableros de OSB, lo que la longitud de las fibras en este caso son más cortas. Como el material principal a utilizar es semejante a algunos tipos de madera para la construcción, los operarios se equiparan con las herramientas adecuadas para los materiales pertenecientes a la estantería como a sus cajones.

Para que el operario tarde el menor tiempo posible, debe trabajar con un taladro adecuado para la madera, pudiendo modificar sus velocidades y fuerzas de empuje. El uso del taladro es indispensable, ya que en la totalidad de piezas hay que utilizar un total de 227 tornillos, los cuales se introducen con mayor rapidez y eficiencia con este taladro.



Imagen 59. Taladro manual

Como es habitual en las estructuras de madera de varias piezas, las uniones entre ellas se realizan mediante tacos de madera (tarugos), los cuales deben ser colocados a presión, ya que al ser unos elementos estructurales, deben ir debidamente insertados. Para que el



operario pueda introducir los tacos de manera completa y con precisión, utiliza un martillo de carpintería, adecuado para estas tareas gracias a su geometría.



Imagen 60. Martillo de carpintero

Para que las partes unidas queden de la mejor manera y lo más fuerte posible, se utiliza un pegamento sellador para todas las juntas entre piezas, así una vez montada la estantería y los cajones, les proporciona una seguridad extra.



Imagen 61. Adhesivo para maderas

Para que el operario pueda afianzar la estructura una vez montada, dejando el adhesivo se adhiera y solidifique, para conservar la geometría exacta de la estantería y ejercer presión en toda ella, se utilizan varias clase de sargentos, los cuales mantendrán la estructura bien sujeta, con la presión adecuada para que el operario pueda trabajar correctamente.



Imagen 62. Sargentos

4.4.4 Componentes Fabricados

En este apartado se van a describir brevemente la función de cada una de las piezas fabricadas, especificando las operaciones que se les realiza a cada una, definiendo cuántas unidades se fabrican por pieza y con qué material. Se van a dividir en dos apartados, el primero referente a las partes fabricadas de la estructura de la estantería; el segundo apartado contendrá las piezas fabricadas que forman los diferentes cajones.



Estantería

Base 1 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, taladrado, lijado y barnizado
- **Función:** es la base principal de la estantería, por lo que su espesor es más elevado.

Lateral 1 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, taladrado, lijado y barnizado
- **Función:** permite dividir la altura más baja de la estantería en tres, a la vez sirve de soporte para la altura superior.

Base 2 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, ranurado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** al ser una base, sirve de apoyo para la segunda altura de la estantería; gracias a su geometría, se logra el correcto dimensionado de los estantes.

Lateral Izquierdo 2 Estantería

- **Cantidad:** 3 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado, barnizado
- **Función:** sirve tanto de apoyo para las alturas superiores, como para delimitar la estructura de la estantería.

Lateral Derecho 2 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de sustento para la altura superior y proporciona la geometría adecuada para la estantería.



Base 3 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, ranurado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** al ser una base, sirve de apoyo para la tercera altura de la estantería; gracias a su geometría, se logra el correcto dimensionado de los estantes.

Lateral 3 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de sustento para la altura superior y proporciona la geometría adecuada para la estantería.

Base Derecha 4 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** realiza la función de delimitar la altura superior y la inferior.

Base Izquierda 4 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, ranurado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** al ser una base, sirve de apoyo para la cuarta altura de la estantería; gracias a su geometría, se logra el correcto dimensionado de los estantes.

Listón Central Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, ranurado, lijado, taladrado, barnizado
- **Fusión:** gracias a su geometría, logra separar dos alturas por cada uno de sus lados, guardando las dimensiones específicas de los estantes.

Base 5 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado, avellanado, barnizado
- **Función:** al tratarse de una pieza en voladizo, se le insertan dos tornillos para que aguante el peso que le corresponda aguantar como base.



Lateral 5 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de sustento para la altura superior y proporciona la geometría adecuada para la estantería.

Base 6 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de sustento para la altura y como elemento estructural gracias a sus dimensiones y uniones.

Lateral 6 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve para limitar la altura que le corresponde y afianzar la estructura.

Base 7 Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, ranurado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** al ser una base, sirve de apoyo para la cuarta altura de la estantería; gracias a su geometría, se logra el correcto dimensionado de los estantes.

Lateral 7 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de sustento para la altura superior y proporciona la geometría adecuada para la estantería.

Base Voladizo 8 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado y barnizado
- **Fusión:** por su concreta disposición, es un elemento destacado a la hora de componer la estructura y su geometría.



Lateral Voladizo 9 Estantería

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, avellanado y barnizado
- **Fusión:** por su disposición, se junta de manera diferente al resto de piezas, para que estructuralmente aguante las fuerzas, sirve sobre todo como elemento estructural y limitante de la geometría.

Fondo Estructura Estantería

- **Cantidad:** 1 unidad
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, cajado, avellanado, taladrado y barnizado
- **Función:** es el elemento principal de la estantería, gracias a su cajado permite encajar las demás piezas en ella, para lograr una adhesión perfecta; por su reverso van marcados los puntos donde se atornillan las partes que se unen a ella.

Cajones

Base Cajón 1

- **Cantidad:** 4 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de apoyo para el cajón, donde se unen los tableros laterales; si el cajón se gira puede hacer la función del tablero lateral.

Lateral Bisagra Cajón 1

- **Cantidad:** 3 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, ranurado, taladrado y barnizado
- **Función:** delimita lateralmente la geometría del cajón, este si se gira puede pasar a funcionar como la base.

Lateral Simple Cajón 1

- **Cantidad:** 3 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** delimita lateralmente la geometría del cajón, este si se gira puede pasar a funcionar como la base.



Fondo Cajón 1

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, avellanado y barnizado
- **Función:** cierra la estructura del cajón por detrás, uniéndose mediante tornillos a cada una de las piezas, proporciona estabilidad dimensional.

Puerta Cajón 1

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, cajado y barnizado
- **Función:** permite al usuario poder guardar objetos dentro del cajón y después cerrarlo para que no quede a la vista.

Fondo Cajón 2

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, avellanado y barnizado
- **Función:** cierra la estructura del cajón por detrás, uniéndose mediante tornillos a cada una de las piezas, proporciona estabilidad dimensional.

Lateral Bisagra Cajón 2

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, ranurado, taladrado y barnizado
- **Función:** delimita lateralmente la geometría del cajón, este si se gira puede pasar a funcionar como la base.

Lateral Simple Cajón 2

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** delimita lateralmente la geometría del cajón, este si se gira puede pasar a funcionar como la base.

Puerta Cajón 2

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, cajado y barnizado
- **Función:** permite al usuario poder guardar objetos dentro del cajón y después cerrarlo para que no quede a la vista.



Base Cajón 3

- **Cantidad:** 6 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de apoyo para el cajón, donde se unen los tablonces laterales; si el cajón se gira puede hacer la función del tablero lateral.

Fondo Cajón 3

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, avellanado y barnizado
- **Función:** cierra la estructura del cajón por detrás, uniéndose mediante tornillos a cada una de las piezas, proporciona estabilidad dimensional.

Puerta Cajón 3

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, cajeado y barnizado
- **Función:** permite al usuario poder guardar objetos dentro del cajón y después cerrarlo para que no quede a la vista.

Base Cajón 4

- **Cantidad:** 2 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** sirve de apoyo para el cajón, donde se unen los tablonces laterales; si el cajón se gira puede hacer la función del tablero lateral.

Fondo Cajón 4

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, avellanado y barnizado
- **Función:** cierra la estructura del cajón por detrás, uniéndose mediante tornillos a cada una de las piezas, proporciona estabilidad dimensional.

Puerta Cajón 4

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, cajeado y barnizado
- **Función:** permite al usuario poder guardar objetos dentro del cajón y después cerrarlo para que no quede a la vista.



Lateral Bisagra Cajón 5

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, ranurado, taladrado y barnizado
- **Función:** delimita lateralmente la geometría del cajón, este si se gira puede pasar a funcionar como la base.

Lateral Simple Cajón 5

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, taladrado y barnizado
- **Función:** delimita lateralmente la geometría del cajón, este si se gira puede pasar a funcionar como la base.

Fondo Cajón 5

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, avellanado y barnizado
- **Función:** cierra la estructura del cajón por detrás, uniéndose mediante tornillos a cada una de las piezas, proporciona estabilidad dimensional.

Puerta Cajón 5

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, cajeado y barnizado
- **Función:** permite al usuario poder guardar objetos dentro del cajón y después cerrarlo para que no quede a la vista.

Fondo Cajón 6

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, avellanado y barnizado
- **Función:** cierra la estructura del cajón por detrás, uniéndose mediante tornillos a cada una de las piezas, proporciona estabilidad dimensional.

Puerta Cajón 6

- **Cantidad:** 1 unidades
- **Material:** composite de poda de palmera
- **Operaciones:** tronzado, contorneado, lijado, cajeado y barnizado
- **Función:** permite al usuario poder guardar objetos dentro del cajón y después cerrarlo para que no quede a la vista.



4.4.5 Componentes Comerciales

En este apartado se van a describir brevemente la función de cada una de los componentes comerciales, especificando la función o funciones que realiza cada uno de ellos, como las unidades que se necesitan en la estantería y los cajones. Se nombra también el proveedor que los comercializa, el material de que están hechos y las dimensiones.

Taco de madera corto

- **Cantidad:** 48 unidades
- **Dimensiones:** Ø 5 x 20 mm
- **Material:** Madera de Haya
- **Proveedor:** Hafele
- **Función:** Sirve como elemento estructural y de unión para las partes de la estantería, asegurando la exactitud geométrica que es tan importante en esta estructura.

Taco de madera largo

- **Cantidad:** 62 unidades
- **Dimensiones:** Ø 5 x 35 mm
- **Material:** Madera de Haya
- **Proveedor:** Hafele
- **Función:** Sirve como elemento estructural y de unión para las partes de los cajones, asegurando la exactitud geométrica que es tan importante en estas estructuras.

Tornillo de madera 1

- **Cantidad:** 103 unidades
- **Dimensiones:** Ø 4 x 40 mm
- **Material:** acero bricomato
- **Proveedor:** Spax
- **Función:** Sirve como elemento para fijar las piezas unas con otras de manera tangente. Tanto en la estantería como en los cajones se utiliza el mismo método, la unión entre piezas se realiza desde el fondo.

Tornillo de madera 2

- **Cantidad:** 12 unidades
- **Dimensiones:** Ø 6 x 140 mm
- **Material:** acero al carbono zincado y galvanizado
- **Proveedor:** Fixin Systems
- **Función:** Sirve como elemento para fijar piezas de manera tangente. Las dimensiones y el material ayudan a soportar los esfuerzos de tensión que se dan en estos puntos concretos donde se sitúan estos tornillos.



Tornillo de madera 3

- **Cantidad:** 102 unidades
- **Dimensiones:** Ø 2,9 x 8 mm
- **Material:** acero
- **Proveedor:** Nutrik
- **Función:** Sirve como elemento elemento para fijar las bisagras a las puertas de los cajones y al lateral especial con hueco para estas. Sus dimensiones son determinantes por el espesor mínimo que tienen las piezas a unir.

Imán

- **Cantidad:** 6 unidades
- **Dimensiones:** 46,5 x 15 x 15 mm
- **Material:** metal imantado y PLA
- **Proveedor:** Esteba
- **Función:** Sirve para mantener unidas las puertas de los cajones a su estructura, pero permitiendo al usuario abrir la puerta con facilidad.

Bisagra

- **Cantidad:** 13 unidades
- **Dimensiones:** 42 x 63 x 1,5 mm
- **Material:** acero galvanizado
- **Proveedor:** Hafele
- **Función:** permite el movimiento de apertura de la puerta gracias a su sistema sencillo de tres piezas, dos hebillas que rotan alrededor del cilindro el cual las une.



4.5 Pruebas y ensayos

Para comprobar el buen desempeño de la estantería, se le realizan una serie de pruebas tanto a la estructura, a los cajones como a ambos en conjunto, para comprobar el si el diseño, la fabricación y los cálculos realizados en el proyecto han sido correctos y acertados.

Los ensayos se basan en llevar una situación común de la estantería al extremo, incluso por encima de sus posibilidades para analizar la reacción in situ y su comportamiento a largo plazo. Estos se deben realizar a las condiciones habituales a las que se encontrará la estantería, haciendo referencia a la ubicación, en este caso el mobiliario es de interior, a la temperatura y a la humedad, de las cuales se tomarán los valores medios.

4.5.1 Ensayo de rigidez estructural y estabilidad

Este ensayo se basa en la comprobación de la estabilidad dimensional de la estantería, de los cajones, de la estantería con los cajones en diversas posiciones y por último, en la agrupación de los cajones.

La realización de la prueba consiste en ejercer cargas controladas sobre los distintos estantes y cajones, hasta llegar al máximo calculado. El proceso se repite en unas franjas de tiempo determinadas, con distintas posiciones de los cajones, alterando el número de cargas y su ubicación, para comprobar la estabilidad del conjunto.

Hay cuatro módulos para los ensayos; un módulo para los ensayos realizados únicamente a la estantería, otro módulo para los cajones, otro que agrupa todos los cajones con diferentes posiciones y el último, donde a la estantería se le añaden una serie de cajones determinada, en una ubicación concreta, siempre buscando la situación más crítica.

4.5.2 Ensayos de inserción y extracción de cajones

La finalidad de este ensayo es la comprobación de la facilidad tanto a la hora de insertar los cajones en sus huecos como de extraerlos, y el cambio de ubicación de estos por los distintos usuarios.

Para la realización de la prueba, se escogen sujetos con diferencias morfológicas y de género. Esto se realiza para obtener un abanico amplio de los resultados; aunque ya se haya



hecho un estudio ergonómico, estos ensayos van enfocados al grado de facilidad, no de apto o no apto como ocurre en los estudios ergonómicos.

En el ensayo se le dictamina al sujeto que introduzca y luego extraiga cada uno de los cajones, cambiandolos de ubicación libremente, para analizar las posibilidades que captan los diferentes usuario.

4.5.3 *Ensayo de agrupamiento de cajones*

Este ensayo tiene la finalidad a la par que el anterior, mediante distintos tipos de sujetos, se analiza y estudia la facilidad para agrupar los cajones en una estructura según las geometrías de los cajones y su ubicación en la casa.

La prueba consiste en agrupar todos los cajones en tres estructuras diferentes en un tiempo determinado. Cada estructura se forma con los seis cajones irá destinada a una ubicación diferente, como puede ser el comedor, el cuarto de estar o el desván.



Imagen 63. Estancias del hogar

El fin del ensayo será determinar si las dimensiones y el número de cajones es acertado, para combinar estos y crear un mueble adaptable a diferentes estancias de la casa.



4.6 Bio

Procesos de fabricación y herramientas

- <https://www.bosch-professional.com/es/es/products/get-75-150-0601257100>
- <https://sideco.com.mx/equipos/sierra-escuadradora-sie-2700a/>
- <https://blog.sideco.com.mx/que-es-una-sierra-escuadradora-y-como-funciona>
- <https://sideco.com.mx/equipos/router/router-cnc-sir-1325-atc/>
- <https://sideco.com.mx/que-es-un-router-cnc/>
- <https://www.directindustry.es/prod/knuth-machine-tools/product-27150-1662001.html>
- <https://www.kremer-pigmente.com/es/shop/medios-aglutinantes-colas/797732-barniz-al-oleo-marro-n-rojo-oscuro.html>
- <https://www.sherwinca.com/tienda/madera/barniz-poliuretano-base-agua-interior/>
- https://es.rs-online.com/web/p/taladros-electricos/1716221?cjevent=CjwKCAjwzeqVBhAoEiwAOrEmzTxRS5EsRGzT6zuZPo5ixvMQAFiwnXkv15XP-wLBSS6UVBC7wtO6RoC9j4QAvD_BwE&gclid=CjwKCAjwzeqVBhAoEiwAOrEmzTxRS5EsRGzT6zuZPo5ixvMQAFiwnXkv15XP-wLBSS6UVBC7wtO6RoC9j4QAvD_BwE
- https://www.mytoolstore.es/p/bessey-abrazadera-de-cuerpo-revo-kre-600-95-kre60-2k-244799?sPartner=google_es&utm_campaign=pid244799&utm_source=googlebase&utm_medium=free&utm_content=textanzeige&gclid=Cj0KCOjw8O-VBhCpARIsACMvVLN0DGddsoKkz8wbjEJ6M1eYqtk2cdX2BNuArTwsM7coEOa-V8CJiJsaAntPEALw_wcB
- <https://www.ferreteriaonlinevtc.com/herramienta-manual/7965-martillo-carpintero-bellota-8007-a-350-gr-8414299028225.html>
- <https://www.consumerstore.com/es/industria/pegamentos-y-selladores/colas-para-madera/elmersxacto-elmer-s-de-carpintero-madera-pegamento-16oz-otros-multicolor.html>
- https://sudesa.es/wp-content/uploads/2018/10/aglomerado_estandar.pdf

**Estantería de
cajones extraíbles,
intercambiables
y agrupables,
fabricada con
material
proviniente
de residuos
agrícolas.**

**Blañquer
Pérez,
Josep**



**Grado en Ingeniería
de Diseño Industrial y
Desarrollo de Productos**

**Tutor:
Julio Serrano Mira**

**Julio
2022**





Volumen 5:

Estado de mediciones

ÍNDICE.

5.1 Lista de piezas y dimensiones	230
5.1.1 Componentes diseñados	230
5.1.2 Componentes comerciales	231
5.2 Cálculo de tiempos	232
5.2.1 Mecanizado	232
5.2.2 Cambio de herramienta, giro de pieza y reglaje	249
5.2.3 Acabados superficiales	251
5.2.4 Montaje y embalaje	253



5.1 Lista de piezas y dimensiones

En este apartado se van a enumerar tanto los componentes diseñados como los componentes comerciales que se han utilizado para la fabricación de la estantería. Se van a enumerar por separado, puntualizando el nombre de cada pieza, las unidades de esta, su material, el proveedor, las dimensiones y el peso de cada una de ellas.

5.1.1 Componentes diseñados

La siguiente tabla contiene las especificaciones generales para cada pieza que se ha diseñado y fabricado para el presente proyecto.

Pieza	Unidades	Material	Dimensiones (mm)	Peso Unitario (Kg)
Base 1 Estantería	1	Comp. Poda Palmera	1120 x 350 x 40	12,700
Lateral 1 Estantería	2	Comp. Poda Palmera	350 x 340 x 20	1,927
Base 2 Estantería	1	Comp. Poda Palmera	930 x 350 x 40	9,352
Lateral Izquierdo 2 Est.	3	Comp. Poda Palmera	350 x 510 20	2,891
Lateral Derecho 2 Est.	2	Comp. Poda Palmera	350 x 170 x 20	0,963
Base 3 Estantería	1	Comp. Poda Palmera	570 x 350 x 40	5,271
Lateral 3 Estantería	2	Comp. Poda Palmera	350 x 340 x 30	2,891
Base Derecha 4 Est.	2	Comp. Poda Palmera	400 x 350 x 20	2,267
Base Izquierda 4 Est.	1	Comp. Poda Palmera	550 x 350 x 40	5,271
Listón Central Est.	1	Comp. Poda Palmera	350 x 510 x 40	4,818
Base 5 Estantería	1	Comp. Poda Palmera	570 x 350 x 20	3,230
Lateral 5 Estantería	1	Comp. Poda Palmera	350 x 340 x 40	3,854
Base 6 Estantería	1	Comp. Poda Palmera	1120 x 350 x 20	6,348
Lateral 6 Estantería	2	Comp. Poda Palmera	350 x 170 x 45	2,168
Base 7 Estantería	1	Comp. Poda Palmera	950 x 350 x 40	7,652
Lateral 7 Estantería	2	Comp. Poda Palmera	350 x 340 x 30	2,891
Base Voladizo 8 Est.	2	Comp. Poda Palmera	340 x 350 x 20	1,928
Lateral Voladizo 8 Est.	2	Comp. Poda Palmera	350 x 210 x 20	1,190
Fondo Estructura Est.	1	Comp. Poda Palmera	1120 x 2070 x 40	69,400
Base Cajón 1	4	Comp. Poda Palmera	340 x 335 x 15	1,383
Fondo Cajón 1	1	Comp. Poda Palmera	340 x 170 x 10	0,466
Lateral Bisagras Cajón 1	3	Comp. Poda Palmera	335 x 140 x 15	0,556
Lateral Simple Cajón 1	3	Comp. Poda Palmera	335 x 140 x 15	0,569
Puerta Cajón 1	1	Comp. Poda Palmera	324,5 x 140 x 10	0,360



Fondo Cajón 2	1	Comp. Poda Palmera	340 x 340 x 10	0,935
Lateral Bisagra Cajón 2	2	Comp. Poda Palmera	335 x 310 x 15	1,230
Lateral Simple Cajón 2	2	Comp. Poda Palmera	335 x 310 x 15	1,261
Puerta Cajón 2	1	Comp. Poda Palmera	324,5 x 310 x 10	0,793
Base Cajón 3	6	Comp. Poda Palmera	510 x 335 x 15	2,075
Fondo Cajón 3	1	Comp. Poda Palmera	510 x 170 x 10	0,699
Puerta Cajón 3	1	Comp. Poda Palmera	494,5 x 140 x 10	0,553
Base Cajón 4	2	Comp. Poda Palmera	680 x 335 x 10	2,767
Fondo Cajón 4	1	Comp. Poda Palmera	680 x 170 x 10	0,934
Puerta Cajón 4	1	Comp. Poda Palmera	664,5 x 140 x 10	0,745
Fondo Cajón 5	1	Comp. Poda Palmera	510 x 510 x 10	2,104
Lateral Bisagra Cajón 5	1	Comp. Poda Palmera	335 x 480 x 15	1,904
Lateral Simple Cajón 5	1	Comp. Poda Palmera	335 x 480 x 15	1,953
Puerta Cajón 5	1	Comp. Poda Palmera	494,5 x 480 x 10	1,887
Fondo Cajón 6	1	Comp. Poda Palmera	510 x 340 x 10	1,402
Puerta Cajón 6	1	Comp. Poda Palmera	494,5 x 310 x 10	1,220

Tabla 1. Componentes diseñados

5.1.2 Componentes comerciales

La siguiente tabla contiene las características de los elementos que se adquieren por proveedores.

Pieza	Unidades	Proveedor	Material	Dimensiones (mm)
Tacos de madera cortos	48	Hafele	Madera de Haya	Ø 5 x 35
Tacos de madera largos	62	Hafele	Madera de Haya	Ø 5 x 20
Tornillo de madera 1	103	Spax	Acero bricomato	Ø 4 x 40
Tornillo de madera 2	12	Fixin Systems	Acero al carbono zincado y galvanizado	Ø 6 x 140
Tornillo de madera 3	102	Nutrik	Acero	Ø 2,9 x 8
Imán	6	Esteba	Metal imantado y PLA	46,5 x 15 x 15
Bisagra	13	Hafele	Acero Galvanizado	42 x 63 x 1,5

Tabla 2. Componentes comerciales



5.2 Cálculo de tiempos

En este apartado se va a calcular el tiempo requerido para fabricar la estantería desde cero, partiendo del mecanizado de las piezas con las diferentes máquinas y herramientas, realizando un tratamiento superficial y su posterior montaje.

5.2.1 Mecanizado

Para calcular el tiempo que se emplea en el mecanizado de cada pieza, se tiene que tener en cuenta que máquinas y herramientas se van a utilizar, como también sus útiles y las características de los propios.

Para realizar el mecanizado de las piezas, se utiliza una Lijadora turbo Get 75-150 Professional de Bosch, para realizar los lijados mediante su placa multiperforada de 150 mm de diámetro, con los diferentes tipos de lijas. Para realizar el trazado de los tableros, se utiliza una Sierra Escuadradora de Sideco, con disco principal y secundario, pudiendo ajustar toda clase de parámetros del mecanizado. Para realizar los contorneados, ranurados y algunos taladrados y avellanados, se utilizará el Router CNC de Sideco, la precisión de la cual llega hasta los 0.15 mm. Por último, para una serie de taladros y avellanados será necesario utilizar la Taladradora de columna R100, de la marca Knuth Machine, que cuenta con alta tecnología como cojinetes de precisión para un acabado óptimo.

Estas máquinas tienen distintas herramientas según la operación que se quiere realizar. Cada herramienta tiene unas características determinadas, por las cuales se pueden utilizar en ciertas condiciones. Para el cálculo de los tiempos de mecanizado, se necesitan los valores del avance (S') como la velocidad de corte (V_c) de la herramienta. A continuación se muestran las características de cada herramienta y los cálculos pertinentes.

Hoja de Sierra Circular (Eberth)	
Operación	Tronzado
Utilidad	Para madera
Material	Pastilla de carburo
Diámetro	305 mm
Z (filos/dientes)	42 dientes
RPM m'sx	5000 rpm
Sz (avance/diente)	0,15 mm/diente

Tabla 3. Características hoja sierra circular

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{5000 \cdot \pi \cdot 305}{1000 \cdot 60} = 79,84 \text{ m/s}$$



$$S' = \frac{Z \cdot Sz \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{305 \cdot 0,15 \cdot 5000}{1000 \cdot 60} = 0,525 \text{ m/s}$$

Fresa de punta esférica (Orange Tools)	
Operación	Ranurado
Utilidad	Para madera
Material	Carburo de tungsteno integral
Diametro	15 mm
Z (filos/dientes)	2 filos
RPM m'sx	19000 rpm
Sz (avance/diente)	0,5 mm/filo

Tabla 4. Características fresa punta esférica

$$Vc = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{19000 \cdot \pi \cdot 15}{1000 \cdot 60} = 14,92 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot Sz \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 19000}{1000 \cdot 60} = 0,31 \text{ m/s}$$

Fresa de corte helicoidal positivo (O.T.)	
Operación	Contorneado
Utilidad	Para madera
Material	Metal duro integral
Diametro	12 mm
Z (filos/dientes)	2 filos
RPM m'sx	18000 rpm
Sz (avance/diente)	0,5 mm/filo

Tabla 5. Características fresa corte helicoidal

$$Vc = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{18000 \cdot \pi \cdot 12}{1000 \cdot 60} = 11,31 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot Sz \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 18000}{1000 \cdot 60} = 0,3 \text{ m/s}$$

Fresa de corte recto para canales de 5 mm (O.T.)	
Operación	Taladrado
Utilidad	Para madera
Material	Acero con carburo de tungsteno
Diametro	5 mm
Z (filos/dientes)	2 filos
RPM m'sx	20000 rpm
Sz (avance/diente)	0,5 mm/filo

Tabla 6. Características fresa corte recto

$$Vc = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{20000 \cdot \pi \cdot 5}{1000 \cdot 60} = 5,23 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot Sz \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot 20000}{1000 \cdot 60} = 0,33 \text{ m/s}$$



Fresa de avellanado cónico (Makita)	
Operación	Avellanado
Utilidad	Para madera
Material	Acero HSS
Diametro	15 mm
Z (filos/dientes)	3 filos
RPM m'sx	18000 rpm
Sz (avance/diente)	0,5 mm/filo

Tabla 7. Características fresa avellanado cónico

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{18000 \cdot \pi \cdot 15}{1000 \cdot 60} = 14,14 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot S_z \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{3 \cdot 0,5 \cdot 18000}{1000 \cdot 60} = 0,45 \text{ m/s}$$

Fresa de avellanado cónico (Makita)	
Operación	Avellanado
Utilidad	Para madera
Material	Acero HSS
Diametro	10 mm
Z (filos/dientes)	3 filos
RPM m'sx	18000 rpm
Sz (avance/diente)	0,5 mm/filo

Tabla 8. Características fresa avellanado cónico

$$V_c = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot 60} = \frac{18000 \cdot \pi \cdot 10}{1000 \cdot 60} = 9,42 \text{ m/s}$$

$$S' = \frac{Z \cdot S_z \cdot n}{1000 \cdot 60} = \frac{3 \cdot 0,5 \cdot 18000}{1000 \cdot 60} = 0,45 \text{ m/s}$$

Lija GET 75-150 (Bosch)	
Operación	Lijado / Pulido
Utilidad	Para madera
Material	Disco de lija
Diametro	150 mm
Vc	0,75 m/s

Tabla 9. Características lija

$$V_c = 0,75 \text{ m/s}$$

(proporcionado por el fabricante)

Una vez ya calculados las velocidades de las diferentes herramientas, se van a completar las tablas para cada una de las piezas fabricadas, calculando el tiempo de mecanizado por operación y finalmente la suma de éstas, dando como resultado el tiempo de mecanizado por pieza, sin contar los tiempos que durante la maquina no está mecanizando, los cuales se calcularán y añadirán a posteriori.



En la tabla de tiempos de mecanizados por pieza, se encuentran las diferentes operaciones realizadas a cada pieza, indicando la trayectoria seguida y su avance, el tiempo unitario por operación, el número de operaciones y los tiempos de mecanizado.

La trayectoria es la distancia que realiza la herramienta durante el mecanizado. El avance es la velocidad adquirida por la herramienta durante el mecanizado. Para obtener el tiempo unitario por operación, se dividirá la trayectoria entre el avance. El tiempo de mecanizado por operación se calculará multiplicando el valor obtenido del tiempo unitario por operación, multiplicándose por el número de operaciones realizadas iguales. Para obtener el total, solo se tendrá que sumar los diferentes tiempos del mecanizado de las operaciones.

Al obtenerse este tiempo final de mecanizado por pieza, se le sumará a posteriori como se ha comentado, el tiempo de desplazamiento (T_v) de la herramienta hasta empezar a mecanizar. La velocidad de desplazamiento es mucho mayor a la del avance durante el mecanizado, siendo de $v = 2,13$ m/s, ya que esta se mueve en vacío. Para el cálculo de estos tiempos, es tan simple como calcular la distancia que recorre la herramienta en vacío y dividirla entre la velocidad de vacío.

A continuación se van a mostrar las tablas con los tiempos de mecanizado para cada una de las piezas, desglosados por las operaciones de cada una de ellas:

Base 1 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	2,9400	0,53	5,60	1	5,60
Contorneado	2,9400	0,30	9,80	1	9,80
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	1,9100	0,75	2,55	2	5,09
Total :					20,71

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,2 * 2 + 0,92 * 2 + 0,11}{2,13} = 1,11 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base 1 Estantería**:

$$T_m = 21,82 \text{ s}$$

Lateral 1 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3800	0,53	2,63	1	2,63
Contorneado	1,3800	0,30	4,60	1	4,60
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,5659	0,75	0,75	2	1,51
Total :					8,95



Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,11 * 2 + 0,22) * 2}{2,13} = 0,41 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral 1 Estantería**:

$$T_m = 9,36 \text{ s}$$

Base 2 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	2,5400	0,53	4,84	1	4,84
Contorneado	2,5400	0,30	8,47	1	8,47
Ranurado	0,7300	0,31	2,35	2	4,71
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	12	0,64
Lijado	1,6100	0,75	2,15	2	4,29
Total :					22,94

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,01 * 4 + 0,72 * 2 + 0,11 * 2 + 0,36 * 4 + 0,19 * 2}{2,13} = 1,65 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base 2 Estantería**:

$$T_m = 24,59 \text{ s}$$

Lateral Izquierdo 2 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,7200	0,53	3,28	1	3,28
Contorneado	1,7200	0,30	5,73	1	5,73
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,8329	0,75	1,11	2	2,22
Total :					11,44

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,11 * 2 + 0,22) * 2}{2,13} = 0,41 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Izquierdo 2 Estantería**:

$$T_m = 11,85 \text{ s}$$

**Lateral Derecho 2 Estantería**

Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,0400	0,53	1,98	1	1,98
Contorneado	1,0400	0,30	3,47	1	3,47
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,2989	0,75	0,40	2	0,80
Total :					6,46

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,11 * 2 + 0,22) + (0,11 * 2 + 0,13 * 2)}{2,13} = 0,43 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Derecho 2 Estantería**:

$$T_m = 6,89 \text{ s}$$

Base 3 Estantería

Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,8400	0,53	3,50	1	3,50
Contorneado	1,8400	0,30	6,13	1	6,13
Ranurado	0,7000	0,31	2,26	2	4,52
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	8	0,42
Lijado	1,0194	0,75	1,36	2	2,72
Total :					17,30

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,2 * 2 + 0,37 * 2 + 0,11) + (0,015 * 2 + 0,37 * 2 + 0,11)}{2,13} = 1 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base 3 Estantería**:

$$T_m = 18,30 \text{ s}$$

Lateral 3 Estantería

Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3800	0,53	2,63	1	2,63
Contorneado	1,3800	0,30	4,60	1	4,60
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,5952	0,75	0,79	2	1,59
Total :					9,03

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,11 * 4 + 0,22) * 2}{2,13} = 0,62 \text{ s}$$



Tiempo total del mecanizado de la **Lateral 3 Estantería:**

$$T_m = 9,65 \text{ s}$$

Base Derecha 4 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,5000	0,53	2,86	1	2,86
Contorneado	1,5000	0,30	5,00	1	5,00
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,6602	0,75	0,88	2	1,76
Total :					9,83

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,015 * 2 + 0,37 * 2 + 0,11}{2,13} = 0,41 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base Derecha 4 Estantería:**

$$T_m = 10,24 \text{ s}$$

Base izquierda 4 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,8000	0,53	3,43	1	3,43
Contorneado	1,8000	0,30	6,00	1	6,00
Ranurado	0,5200	0,31	1,68	1	1,68
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	8	0,42
Lijado	0,9619	0,75	1,28	2	2,57
Total :					14,10

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,18 * 2 + 0,36 * 2 + 0,11}{2,13} = 0,56 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base Izquierda 4 Estantería:**

$$T_m = 14,66 \text{ s}$$

Listón Central Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,7200	0,53	3,28	1	3,28
Contorneado	1,7200	0,30	5,73	1	5,73
Ranurado	0,5200	0,31	1,68	1	1,68
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	6	0,32
Lijado	0,8926	0,75	1,19	2	2,38
Total :					13,39



Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,13 * 2 + 0,11 * 2) * 3}{2,13} = 0,67 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Listón Central Estantería**:

$$T_m = 14,06 \text{ s}$$

Base 5 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,8400	0,53	3,50	1	3,50
Contorneado	1,8400	0,30	6,13	1	6,13
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	6	0,32
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	2	0,02
Lijado	0,9276	0,75	1,24	2	2,47
Total :					12,45

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,02 * 2 + 0,55 * 2 + 0,11) + (0,56 * 2 + 0,11)}{2,13} = 1,16 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base 5 Estantería**:

$$T_m = 13,61 \text{ s}$$

Lateral 5 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3800	0,53	2,63	1	2,63
Contorneado	1,3800	0,30	4,60	1	4,60
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,6245	0,75	0,83	2	1,67
Total :					9,11

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,11 * 4) * 2}{2,13} = 0,41 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral 5 Estantería**:

$$T_m = 9,52 \text{ s}$$



Base 6 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	2,9400	0,53	5,60	1	5,60
Contorneado	2,9400	0,30	9,80	1	9,80
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	10	0,53
Lijado	1,7943	0,75	2,39	2	4,78
Total :					20,72

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,01 * 2 + 1,11 * 2 + 0,11) + (0,3725 * 2 + 0,7475 * 2 + 0,11)}{2,13} = 2,21 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base 6 Estantería**:

$$T_m = 22,92 \text{ s}$$

Lateral 6 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,0400	0,53	1,98	1	1,98
Contorneado	1,0400	0,30	3,47	1	3,47
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,3542	0,75	0,47	2	0,94
Total :					6,60

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,13 * 2 + 0,11 * 2) * 2}{2,13} = 0,45 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral 6 Estantería**:

$$T_m = 7,05 \text{ s}$$

Base 7 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	2,6000	0,53	4,95	1	4,95
Contorneado	2,6000	0,30	8,67	1	8,67
Ranurado	0,9000	0,31	2,90	1	2,90
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	8	0,42
Lijado	1,5898	0,75	2,12	2	4,24
Total :					21,19

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,2025 * 2 + 0,7475 * 2 + 0,11) + (0,015 * 2 + 0,385 * 2 + 0,11)}{2,13} = 2,92 \text{ s}$$



Tiempo total del mecanizado de la **Base 7 Estantería:**

$$T_m = 24,11 \text{ s}$$

Lateral 7 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3800	0,53	2,63	1	2,63
Contorneado	1,3800	0,30	4,60	1	4,60
Taladrado	0,0175	0,33	0,05	4	0,21
Lijado	0,5952	0,75	0,79	2	1,59
Total :					9,03

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,11 * 4) * 2}{2,13} = 0,41 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral 7 Estantería:**

$$T_m = 9,44 \text{ s}$$

Base Voladizo 8 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3800	0,53	2,63	1	2,63
Contorneado	1,3800	0,30	4,60	1	4,60
Lijado	0,5636	0,75	0,75	2	1,50
Total :					8,73

Tiempo total del mecanizado de la **Base Voladizo 8 Estantería:**

$$T_m = 8,73 \text{ s}$$

Lateral Voladizo 8 Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,1200	0,53	2,13	1	2,13
Contorneado	1,1200	0,30	3,73	1	3,73
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	4	0,04
Lijado	0,3605	0,75	0,48	2	0,96
Total :					6,86

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,22 * 4}{2,13} = 0,41 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Voladizo 8 Estantería:**

$$T_m = 7,27 \text{ s}$$



Fondo Estructura Estantería					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	6,3800	0,53	12,15	1	12,15
Contorneado	6,3800	0,30	21,27	1	21,27
Cajeado	12,8100	0,31	41,32	8	330,58
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	55	0,49
Lijado	11,1126	0,75	14,82	2	29,63
Total :					394,12

Tiempo total del mecanizado de la **Fondo Estructura Estantería**:

$$T_m = 394,12 \text{ s}$$

Base Cajón 1					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3500	0,53	2,57	1	2,57
Contorneado	1,3500	0,30	4,50	1	4,50
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,5277	0,75	0,70	2	1,41
Total :					8,60

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,0075 * 2 + 0,325 * 2 + 0,11}{2,13} = 0,36 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base Cajón 1**:

$$T_m = 8,96 \text{ s}$$

Fondo Cajón 1					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,0200	0,53	1,94	1	1,94
Contorneado	1,0200	0,30	3,40	1	3,40
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	8	0,07
Lijado	0,2685	0,75	0,36	2	0,72
Total :					6,13

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,0075*2 + 0,0425*4 + 0,1025*4 + 0,12*2 + 0,07}{2,13} = 0,42 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Fondo Cajón 1**:

$$T_m = 6,55 \text{ s}$$



Lateral Bisagra Cajón 1					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	0,9500	0,53	1,81	1	1,81
Contorneado	0,9500	0,30	3,17	1	3,17
Ranurado	0,4545	0,31	1,47	1	1,47
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,2312	0,75	0,31	2	0,62
Total :					7,18

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{(0,115 * 2 + 0,11 * 2) * 2}{2,13} = 0,42 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Bisagra Cajón 1**:

$$Tm = 7,60 \text{ s}$$

Lateral Simple Cajón 1					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	0,9500	0,53	1,81	1	1,81
Contorneado	0,9500	0,30	3,17	1	3,17
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,2306	0,75	0,31	2	0,61
Total :					5,71

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{(0,112 * 2 + 0,11 * 2) * 2}{2,13} = 0,42 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Simple Cajón 1**:

$$Tm = 6,13 \text{ s}$$

Puerta Cajón 1					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	0,9290	0,53	1,77	1	1,77
Contorneado	0,9290	0,30	3,10	1	3,10
Cajeado	0,3000	0,31	0,97	1	0,97
Lijado	0,2149	0,75	0,29	2	0,57
Total :					6,41

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,1 * 2 + 0,02 * 2}{2,13} = 0,11 \text{ s}$$



Tiempo total del mecanizado de la **Puerta Cajón 1:**

$$T_m = 6,52 \text{ s}$$

Fondo Cajón 2					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3600	0,53	2,59	1	2,59
Contorneado	1,3600	0,30	4,53	1	4,53
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	8	0,07
Lijado	0,5210	0,75	0,69	2	1,39
Total :					8,58

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,0075 * 2 + 0 * 1025 * 4 + 0,11 * 4 + 0,12 * 3}{2,13} = 0,58 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Fondo Cajón 2:**

$$T_m = 9,16 \text{ s}$$

Lateral Bisagra Cajón 2					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,2900	0,53	2,46	1	2,46
Contorneado	1,2900	0,30	4,30	1	4,30
Ranurado	0,9000	0,31	2,90	1	2,90
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,4837	0,75	0,64	2	1,29
Total :					11,07

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{(0,115 * 2 + 0,11 * 2) * 2}{2,13} = 0,42 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Bisagra Cajón 2:**

$$T_m = 11,49 \text{ s}$$

Lateral Simple Cajón 2					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,2900	0,53	2,46	1	2,46
Contorneado	1,2900	0,30	4,30	1	4,30
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,4831	0,75	0,64	2	1,29
Total :					8,17



Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{(0,112 * 2 + 0,11 * 2) * 2}{2,13} = 0,42 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Simple Cajón 2:**

$$Tm = 8,59 \text{ s}$$

Puerta Cajón 2					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,2690	0,53	2,42	1	2,42
Contorneado	1,2690	0,30	4,23	1	4,23
Cajeado	0,9000	0,31	2,90	1	2,90
Lijado	0,4599	0,75	0,61	2	1,23
Total :					10,78

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,1 * 2 + 0,02 * 2}{2,13} = 0,11 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Puerta Cajón 2:**

$$Tm = 10,89 \text{ s}$$

Base Cajón 3					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,6900	0,53	3,22	1	3,22
Contorneado	1,6900	0,30	5,63	1	5,63
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,7802	0,75	1,04	2	2,08
Total :					11,05

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,0075 * 2 + 0,495 * 2 + 0,11}{2,13} = 0,52 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base Cajón 3:**

$$Tm = 11,57 \text{ s}$$

Fondo Cajón 3					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,3600	0,53	2,59	1	2,59
Contorneado	1,3600	0,30	4,53	1	4,53
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	10	0,09
Lijado	0,3990	0,75	0,53	2	1,06
Total :					8,28



Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,00425*4 + 0,1025*4 + 0,145*4 + 0,07}{2,13} = 0,51 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Fondo Cajón 3**:

$$Tm = 8,79 \text{ s}$$

Puerta Cajón 3					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,2690	0,53	2,42	1	2,42
Contorneado	1,2690	0,30	4,23	1	4,23
Cajeado	0,3900	0,31	1,26	1	1,26
Lijado	0,3232	0,75	0,43	1	0,43
Total :					8,34

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,1*2 + 0,02*2}{2,13} = 0,11 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Puerta Cajón 3**:

$$Tm = 8,45 \text{ s}$$

Base Cajón 4					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	2,0300	0,53	3,87	1	3,87
Contorneado	2,0300	0,30	6,77	1	6,77
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	1,0328	0,75	1,38	2	2,75
Total :					13,51

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,0075*2 + 0,665*2 + 0,22}{2,13} = 0,73 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Base Cajón 4**:

$$Tm = 14,24 \text{ s}$$



Fondo Cajón 4					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,7000	0,53	3,24	1	3,24
Contorneado	1,7000	0,30	5,67	1	5,67
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	10	0,09
Lijado	0,5286	0,75	0,70	2	1,41
Total :					10,40

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,0075*2 + 0,0425*4 + 0,1425*4 + 0,19*4 + 0,07}{2,13} = 0,74 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Fondo Cajón 4**:

$$Tm = 11,14 \text{ s}$$

Puerta Cajón 4					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,6090	0,53	3,06	1	3,06
Contorneado	1,6090	0,30	5,36	1	5,36
Cajeado	0,3900	0,31	1,26	1	1,26
Lijado	0,4314	0,75	0,58	2	1,15
Total :					10,84

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,1*2 + 0,02*2}{2,13} = 0,11 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Puerta Cajón 4**:

$$Tm = 10,95 \text{ s}$$

Fondo Cajón 5					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	2,0400	0,53	3,89	1	3,89
Contorneado	2,0400	0,30	6,80	1	6,80
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	12	0,11
Lijado	1,1495	0,75	1,53	2	3,07
Total :					13,86

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,0075*2 + 0,1025*8 + 0,145*8}{2,13} = 0,94 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Puerta Cajón 5**:

$$Tm = 14,80 \text{ s}$$

**Lateral Bisagra Cajón 5**

Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,6900	0,53	3,22	1	3,22
Contorneado	1,6900	0,30	5,63	1	5,63
Ranurado	1,5000	0,31	4,84	1	4,84
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,7362	0,75	0,98	2	1,96
Total :					15,78

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{(0,115 * 2 + 0,11 * 2) * 2}{2,13} = 0,42 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Bisagra Cajón 5**:

$$Tm = 16,2 \text{ s}$$

Lateral Simple Cajón 5

Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,6900	0,53	3,22	1	3,22
Contorneado	1,6900	0,30	5,63	1	5,63
Taladrado	0,0100	0,33	0,03	4	0,12
Lijado	0,7357	0,75	0,98	2	1,96
Total :					10,94

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{(0,112 * 2 + 0,11 * 2) * 2}{2,13} = 0,42 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Lateral Simple Cajón 5**:

$$Tm = 11.36 \text{ s}$$

Puerta Cajón 5

Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,9490	0,53	3,71	1	3,71
Contorneado	1,9490	0,30	6,50	1	6,50
Cajeado	1,4100	0,31	4,55	1	4,55
Lijado	1,0584	0,75	1,41	2	2,82
Total :					17,58

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$Tv = \frac{0,1 * 2 + 0,02 * 2}{2,13} = 0,11 \text{ s}$$



Tiempo total del mecanizado de la **Puerta Cajón 5:**

$$T_m = 17,69 \text{ s}$$

Fondo Cajón 6					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,7000	0,53	3,24	1	3,24
Contorneado	1,7000	0,30	5,67	1	5,67
Avellanado	0,0040	0,45	0,01	10	0,09
Lijado	0,7739	0,75	1,03	2	2,06
Total :					11,06

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,0075*2 + 0,1025*8 + 0,145*4 + 0,12}{2,13} = 0,72 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Fondo Cajón 6:**

$$T_m = 11,78 \text{ s}$$

Puerta Cajón 6					
Operación	Trayectoria (m)	Avance (m/s)	Tiempo Unitario (s)	Nº Operaciones	Tiempo Mecanizado (s)
Tronzado	1,6090	0,53	3,06	1	3,06
Contorneado	1,6090	0,30	5,36	1	5,36
Cajeado	0,9000	0,31	2,90	1	2,90
Lijado	0,6908	0,75	0,92	2	1,84
Total :					13,17

Tiempo de desplazamiento de la herramienta en vacío:

$$T_v = \frac{0,1*2 + 0,02*2}{2,13} = 0,11 \text{ s}$$

Tiempo total del mecanizado de la **Puerta Cajón 6:**

$$T_m = 13,28 \text{ s}$$

5.2.2 Cambio de herramienta, giro de pieza y reglaje

Para seguir con los cálculos de tiempos, ahora se estudian para los cambios de herramienta, el giro de las piezas y el reglaje de las máquinas. Estos tiempos que se van a calcular no son de exactitud milimétrica, ya que no hay valores precisos, porque como interviene el factor



humano, estos tiempos ya van a depender del operario en cuestión, entre otros factores. No obstante, se van a utilizar valores estándares para que se asemejen lo máximo posible a la realidad.

Para el cálculo del cambio de herramienta, se precisa que una máquina CNC cambia de herramienta en un tiempo de 5 s. Para obtener el tiempo total por cambios, se deberá multiplicar este valor por la cantidad de cambios que se realicen por pieza.

El tiempo estimado que puede tardar un operario en girar una pieza, oscila entre los 3 y 7 segundos de tiempo, según las dimensiones de la pieza. Estos valores se asignan de manera orientativa según los criterios del autor.

El reglaje de las máquinas es el tiempo de mantenimiento que se utiliza para revisarlas cada cierto tiempo, o mejor dicho cada cierto lote de producción. Para añadirlo a los tiempos, se debe calcular el tiempo de reglaje por pieza, dividiendo el tiempo de reglaje de la máquina por sesenta, entre el número de piezas por lote. Se va a estimar un lote de producción de 2000 unidades, siendo el tiempo de reglaje de 10 minutos para la taladradora de columna, 5 minutos para la lijadora, 15 minutos para la sierra escuadradora y 20 minutos para el centro de mecanizado CNC.

Sumando estos tres tiempos (tiempo cambio de herramienta, giro de pieza y reglaje por pieza) al calculado anteriormente (tiempo mecanizado por pieza), se obtendrá el tiempo total de mecanizado para cada una de las piezas diseñadas.

Pieza	Tiempo mecanizado (s)	Tiempo cambio herramienta (s)	Tiempo giro de pieza (s)	Tiempo reglaje (s)	Tiempo total mecanizado (s)
Base 1 Estantería	21,82	25	7	1,2	55,02
Lateral 1 Est.	9,36	25	3	1,5	38,86
Base 2 Estantería	24,59	30	7	1,2	62,79
Lateral Izquierdo 2 Est.	11,85	25	5	1,5	43,35
Lateral Derecho 2 Est.	6,89	25	3	1,5	36,39
Base 3 Estantería	18,3	30	6	1,2	55,5
Lateral 3 Estantería	9,65	25	3	1,5	39,15
Base Derecha 4 Est.	10,24	25	4	1,2	40,44
Base Izquierda 4 Est.	14,66	30	6	1,2	51,86
Listón Central Est.	14,06	30	6	1,5	51,56
Base 5 Estantería	13,61	30	4	1,2	48,81
Lateral 5 Estantería	9,52	25	3	1,5	39,02
Base 6 Estantería	22,92	25	7	1,2	56,12



Lateral 6 Estantería	7,05	25	3	1,5	36,55
Base 7 Estantería	24,11	30	7	1,2	62,31
Lateral 7 Estantería	9,44	25	3	1,5	38,94
Base Voladizo 8 Est.	8,73	20	3	1,2	32,93
Lateral Voladizo 8 Est.	7,27	25	3	1,2	36,47
Fondo Estructura Est.	394,12	35	20	1,5	450,62
Base Cajón 1	8,96	25	3	1,2	38,16
Fondo Cajón 1	6,55	25	3	1,2	35,75
Lateral Bisagras Cajón 1	7,6	30	3	1,5	42,1
Lateral Simple Cajón 1	6,13	25	3	1,5	35,63
Puerta Cajón 1	6,52	25	3	1,2	35,72
Fondo Cajón 2	9,16	25	3	1,2	38,36
Lateral Bisagra Cajón 2	11,49	30	3	1,5	45,99
Lateral Simple Cajón 2	8,59	25	3	1,5	38,09
Puerta Cajón 2	10,89	25	3	1,2	40,09
Base Cajón 3	11,57	25	4	1,2	41,77
Fondo Cajón 3	8,79	25	4	1,2	38,99
Puerta Cajón 3	8,45	25	4	1,2	38,65
Base Cajón 4	14,24	25	4	1,2	44,44
Fondo Cajón 4	11,14	25	4	1,2	41,34
Puerta Cajón 4	10,95	25	4	1,2	41,15
Fondo Cajón 5	14,8	25	4	1,2	45
Lateral Bisagra Cajón 5	16,2	30	6	1,5	53,7
Lateral Simple Cajón 5	11,36	25	6	1,5	43,86
Puerta Cajón 5	17,69	25	5	1,2	48,89
Fondo Cajón 6	11,78	25	5	1,2	42,98
Puerta Cajón 6	13,28	25	4	1,2	43,48

Tabla 10. Tiempos mecanizado, cambio herramienta, giro de pieza y reglaje

5.2.3 Acabados superficiales

Las operaciones de acabado superficial no se incluyen dentro del mecanizado, por lo que los tiempos de estos se calculan aparte.

Se va a realizar una única operación de acabado, el barnizado. Se dispone de dos barnices iguales, donde solo cambia el pigmento, ya que la estructura de la estantería va con tonos más claros que los de los cajones, que van más oscurecidos, para que haya un contraste notorio.



Para un buen acabado, se deben realizar dos pasadas de barniz, para que este asiente como es debido. Este factor se tendrá en cuenta a la hora de realizar el cálculo de los tiempos, como también la velocidad de barnizado, que es de unos $90 \text{ m}^2/\text{h}$, pasados a las unidades que se utilizan, de unos $0,25 \text{ m}^2/\text{s}$.

Pieza	Superficie (m^2)	Barnizado (m^2/s)	Pasadas	Tiempo total (s)
Base 1 Estantería	12,700	0,25	2	7,22
Lateral 1 Estantería	1,927	0,25	2	2,13
Base 2 Estantería	9,352	0,25	2	6,10
Lateral Izquierdo 2 Estantería	2,891	0,25	2	3,14
Lateral Derecho 2 Estantería	0,963	0,25	2	1,13
Base 3 Estantería	5,271	0,25	2	3,84
Lateral 3 Estantería	2,891	0,25	2	2,24
Base Derecha 4 Estantería	2,267	0,25	2	2,49
Base Izquierda 4 Estantería	5,271	0,25	2	3,63
Listón Central Estantería	4,818	0,25	2	3,37
Base 5 Estantería	3,230	0,25	2	3,50
Lateral 5 Estantería	3,854	0,25	2	2,35
Base 6 Estantería	6,348	0,25	2	6,76
Lateral 6 Estantería	2,168	0,25	2	1,34
Base 7 Estantería	7,652	0,25	2	5,99
Lateral 7 Estantería	2,891	0,25	2	2,24
Base Voladizo 8 Estantería	1,928	0,25	2	2,12
Lateral Voladizo 8 Estantería	1,190	0,25	2	1,36
Fondo Estructura Estantería	69,400	0,25	2	41,89
Base Cajón 1	1,383	0,25	2	1,99
Fondo Cajón 1	0,466	0,25	2	1,01
Lateral Bisagras Cajón 1	0,556	0,25	2	0,87
Lateral Simple Cajón 1	0,569	0,25	2	0,87
Puerta Cajón 1	0,360	0,25	2	0,81
Fondo Cajón 2	0,935	0,25	2	1,96
Lateral Bisagra Cajón 2	1,230	0,25	2	1,82
Lateral Simple Cajón 2	1,261	0,25	2	1,82
Puerta Cajón 2	0,793	0,25	2	1,73
Base Cajón 3	2,075	0,25	2	2,94
Fondo Cajón 3	0,699	0,25	2	1,50
Puerta Cajón 3	0,553	0,25	2	1,22
Base Cajón 4	2,767	0,25	2	3,89



Fondo Cajón 4	0,934	0,25	2	1,99
Puerta Cajón 4	0,745	0,25	2	1,63
Fondo Cajón 5	2,104	0,25	2	4,33
Lateral Bisagra Cajón 5	1,904	0,25	2	2,78
Lateral Simple Cajón 5	1,953	0,25	2	2,77
Puerta Cajón 5	1,887	0,25	2	3,99
Fondo Cajón 6	1,402	0,25	2	2,92
Puerta Cajón 6	1,220	0,25	2	2,60

Tabla 11. Tiempos acabados superficiales

5.2.4 Montaje y embalaje

En este apartado se calculan los tiempos de montaje de la estantería y su embalaje. Estos no se van a realizar con total exactitud, ya que los valores para su cálculo exacto no se pueden determinar, por ello se desprecian valores como el de manipulación o posicionamiento a la hora de ensamblar. Esto se realiza de tal manera para obtener tiempos lo más realistas posibles.

Se van a distinguir dos tipos de inserciones, las que realice el operario con sus manos y herramientas, y otras clases de inserciones que se utilice maquinaria, que agiliza las operaciones. A continuación se especifica qué elementos se insertan de qué manera:

Inserción manual:

- tacos de madera cortos
- tacos de madera largos
- bisagras
- imanes
- cola

Inserción a máquina:

- tornillos de madera 1
- tornillos de madera 2
- tornillos de madera 3

Para realizar las operaciones de montaje, se utilizan las herramientas nombradas en el apartado “4.5.4 Herramientas de montaje”. Dichos procesos se resumen en la siguiente tabla, nombrando los elementos a los que se hace referencia, el tiempo unitario y la cantidad, para poder calcular los tiempos totales.



Proceso	Elemento	Tiempo Unitario (s)	Cantidad	Tiempo total (s)
Posicionamiento e inserción	Tacos de madera cortos	6	48	288
Posicionamiento e inserción	Tacos de madera largos	8	62	496
Atornillado	Tornillos de madera 1	3,5	103	360,5
Atornillado	Tornillos de madera 2	7	12	84
Atornillado	Tornillos de madera 3	1,5	102	153
Encolado	Cola	5	59	295
Posicionamiento y sujeción	Bisagras	2	13	26
Posicionamiento y sujeción	Imanes	2	6	12
Posicionamiento y retirada	Sargentos	12	17	204
Total:				1918,5

Tabla 12. Tiempos montaje

Para los tiempos de embalaje se van a realizar dos acciones diferentes a cada una de las piezas fabricadas, ya que los componentes comerciales vienen ya listos para ser almacenados.

A cada pieza fabricada se la va a envolver con plástico, mediante una máquina retráctiladora para que las piezas no sufran ningún daño cuando se estén transportando. Esta operación se le estima un tiempo por pieza de 30 segundos de media, ya que algunas piezas por sus dimensiones, podrían tardar más o menos en ser retráctiladas.

Para guardar cada pieza en la caja de cartón, que será con la que se envíe, se estima un tiempo de inserción por pieza de 20 segundos, de igual forma que la anterior, habrá piezas que se introduzcan más rápido y otras con más dificultad, por ello se estima un tiempo medio.

**Blañquer
Pérez,
Josep**

**Estantería de
cajones extraíbles,
intercambiables
y agrupables,
fabricada con
material
proviniente
de residuos
agrícolas.**



**Grado en Ingeniería
de Diseño Industrial y
Desarrollo de Productos**

**Tutor:
Julio Serrano Mira**

**Julio
2022**





Volumen 6:

Presupuesto

ÍNDICE.

6.1 Coste materia prima	261
6.2 Costes elementos comerciales	263
6.3 Coste herramientas	265
6.4 Coste fabricación	267
6.5 Coste montaje	269
6.6 Coste total del producto y coste de venta al público	270
6.7 Estudio de viabilidad	272



6.1 Coste materia prima

Para el cálculo del coste de la materia prima utilizada en la fabricación de la estantería, se ha contactado con la empresa Tabsal, por su experiencia en el sector y los servicios que ofrece, ya que en el presente proyecto cabe recordar que no se utiliza una madera común, sino un composite obtenido de residuos de poda de palmera.

Esta empresa al ofrecer composites al mercado, ha podido servir de guía para estimar un precio por metro cúbico del composite que se va a utilizar. Al no tratarse de maderas macizas, el precio disminuye; de igual forma al estar compuesta por residuos y no materiales vírgenes, el valor de esta también decae.

En el proyecto se estima a la hora de analizar su viabilidad en el mercado, realizar una cantidad bastante grande de estanterías en serie, por lo que al tener que fabricarse muchas unidades, la madera se adquirirá al por mayor, en grandes cantidades, factor muy influyente a la hora de fijar un precio de venta.

Después de estudiar los diferentes productos del mercado, analizar sus capacidades comparándolas con la materia prima utilizada en el proyecto, se llega a la decisión estimada de un precio por metro cúbico para el composite de poda de palmera utilizado, siendo de 300 euros por metro cúbico, incluyendo en el precio el IVA y todas las condiciones específicas nombradas anteriormente de este proyecto.

Para la realización de los cálculos, se va a establecer el coste unitario por pieza, junto con el precio total por piezas. Estos valores se obtendrán gracias a los volúmenes de cada una de las piezas, las unidades de estas y el precio establecido de la materia prima.

Pieza	Unidades	Volumen (m^3)	Precio materia prima ($\text{€}/m^3$)	Coste Unitario	Coste total/piezas
Base 1 Estantería	1	0,01567863	300	4,70 €	4,70 €
Lateral 1 Estantería	2	0,00237863	300	0,71 €	1,43 €
Base 2 Estantería	1	0,01154588	300	3,46 €	3,46 €
Lateral Izquierdo 2 Est.	3	0,00356863	300	1,07 €	3,21 €
Lateral Derecho 2 Est.	2	0,00118863	300	0,36 €	0,71 €
Base 3 Estantería	1	0,00650725	300	1,95 €	1,95 €
Lateral 3 Estantería	2	0,00356863	300	1,07 €	2,14 €
Base Derecha 4 Est.	2	0,00279863	300	0,84 €	1,68 €
Base Izquierda 4 Est.	1	0,00650725	300	1,95 €	1,95 €



Listón Central Estantería	1	0,00594794	300	1,78 €	1,78 €
Base 5 Estantería	1	0,00398804	300	1,20 €	1,20 €
Lateral 5 Estantería	1	0,00475863	300	1,43 €	1,43 €
Base 6 Estantería	1	0,00783656	300	2,35 €	2,35 €
Lateral 6 Estantería	2	0,00267613	300	0,80 €	1,61 €
Base 7 Estantería	1	0,00944725	300	2,83 €	2,83 €
Lateral 7 Estantería	2	0,00356863	300	1,07 €	2,14 €
Base Voladizo 8 Est.	2	0,00238	300	0,71 €	1,43 €
Lateral Voladizo 8 Est.	2	0,00146883	300	0,44 €	0,88 €
Fondo Estructura Est.	1	0,08567901	300	25,70 €	25,70 €
Base Cajón 1	4	0,00170771	300	0,51 €	2,05 €
Fondo Cajón 1	1	0,00057581	300	0,17 €	0,17 €
Lateral Bisagras Cajón 1	3	0,00068594	300	0,21 €	0,62 €
Lateral Simple Cajón 1	3	0,00070271	300	0,21 €	0,63 €
Puerta Cajón 1	1	0,00044457	300	0,13 €	0,13 €
Fondo Cajón 2	1	0,00115381	300	0,35 €	0,35 €
Lateral Bisagra Cajón 2	2	0,00151826	300	0,46 €	0,91 €
Lateral Simple Cajón 2	2	0,00155696	300	0,47 €	0,93 €
Puerta Cajón 2	1	0,00097922	300	0,29 €	0,29 €
Base Cajón 3	6	0,00256196	300	0,77 €	4,61 €
Fondo Cajón 3	1	0,00086333	300	0,26 €	0,26 €
Puerta Cajón 3	1	0,00068257	300	0,20 €	0,20 €
Base Cajón 4	2	0,00341621	300	1,02 €	2,05 €
Fondo Cajón 4	1	0,00115326	300	0,35 €	0,35 €
Puerta Cajón 4	1	0,00092027	300	0,28 €	0,28 €
Fondo Cajón 5	1	0,00259771	300	0,78 €	0,78 €
Lateral Bisagra Cajón 5	1	0,00235058	300	0,71 €	0,71 €
Lateral Simple Cajón 5	1	0,00241121	300	0,72 €	0,72 €
Puerta Cajón 5	1	0,00232987	300	0,70 €	0,70 €
Fondo Cajón 6	1	0,00173126	300	0,52 €	0,52 €
Puerta Cajón 6	1	0,00150622	300	0,45 €	0,45 €

Tabla 1. Costes de la materia prima por piezas

El coste total de la materia prima para la suma de todas las piezas fabricadas es de 80,31 € .



6.2 Costes elementos comerciales

Anteriormente se han descrito los elementos comerciales que contiene la estantería. Estos se obtienen de proveedores, los cuales suelen vender al por mayor y no al por menor. En este proyecto al estudiarse la viabilidad para un lote elevado de piezas, estos elementos comerciales se adquieren al por mayor, por lo que su coste como pasa con la materia prima, se reduce al comprar grandes cantidades.

Para cada elemento comercial, se ha podido conseguir los siguientes precios, ya sea por lote o por unidad, a sabiendas de la necesidad de fabricar un número elevado de unidades:

- Tacos de madera cortos (diámetro 5 mm y con longitud 20 mm)
 - Proveedor: Hafele
 - Precio por lote: 4 € x 200 unds
 - Precio por unidad: 0,02 €

- Tacos de madera largos (diámetro 5 mm y con longitud 35 mm)
 - Proveedor: Hafele
 - Precio por lote: 5 € x 200 unds
 - Precio por unidad: 0,025 €

- Tornillo de madera 1 (4 mm x 40 mm con cabeza cónica de 8 mm)
 - Proveedor: Spax
 - Precio por lote: 35 € x 1000 unds
 - Precio por unidad: 0,035 €

- Tornillo de madera 2 (6 mm x 140 mm con cabeza cónica de 12 mm)
 - Proveedor: Fixin Systems
 - Precio por unidad: 0,30 €

- Tornillo de madera 3 (1,5 mm x 9 mm con cabeza cónica de 3,5 mm)
 - Proveedor: Nutrik
 - Precio por lote: 123 € x 1000 unds
 - Precio por unidad: 0,123 €

- Imán para cajón (46,5 mm x 15 mm x 15 mm)
 - Proveedor: Esteba
 - Precio por unidad: 0,6 €



- Bisagras para madera (36,5 mm x 60 mm)
 - Proveedor: Hafele
 - Precio por lote: 418 € x 200 unds
 - Precio por unidad: 2,09 €

Los elementos comerciales se han elegido específicamente por alguna de sus cualidades o propiedades, como el material, características mecánicas, etc. A continuación la tabla con cada uno de ellos y las unidades utilizadas por estantería, con los precios finales por elemento:

Elemento	Precio unitario (€/und)	Cantidad	Coste total (€)
Tacos de madera cortos	0,02	48	0,96
tacos de madera largos	0,025	62	1,55
Tornillos de madera 1	0,035	103	3,605
tornillos de madera 2	0,3	12	3,6
Tornillos de madera 3	0,123	102	12,546
Imán	0,6	6	3,6
Bisagra	2,09	13	27,17

Tabla 2. Costes de los elementos comerciales

El coste total de la suma de los elementos comerciales empleados en la estantería es de 53,03 €.



6.3 Coste herramientas

Para estimar el coste de las herramientas es necesario conocer, o en este caso estimar alguno de los valores, ya que no se pueden averiguar con exactitud.

Un factor determinante a la hora de realizar los cálculos, es la duración de la herramienta que se vaya a utilizar. Este dato en concreto no se pudo obtener, por lo que se estima un valor para su desgaste, para poder realizar los cálculos. Se fijó un valor de 0,2% de desgaste por operación para todas las herramientas, menos para la lija, que atendiendo a sus características, este valor se ha aumentado hasta los 0,5% por operación.

En este apartado se pretende calcular el coste de las herramientas al fabricar la estantería del presente proyecto. Por ello, se define el coste total de las herramientas como el precio de cada una de ellas multiplicado por el desgaste de cada una y por el número de operaciones en total que realizan para fabricar la estantería.

Para poder obtener los cálculos, se necesitan ciertos parámetros de cada herramienta:

- Hoja de sierra circular (305 mm de diámetro con 42 dientes)
 - Proveedor: Eberth
 - Precio por unidad: 135,90 €

- Fresa de punta esférica (15 mm de diámetro con 2 filos)
 - Proveedor: Orange Tools
 - Precio por unidad: 24,80 €

- Fresa de corte helicoidal positivo (12 mm de diámetro con 2 filos)
 - Proveedor: Orange Tools
 - Precio por unidad: 57,40 €

- Fresa de corte rectos para canales de 5 mm (5 mm de diámetro con 2 filos)
 - Proveedor: Orange Tools
 - Precio por unidad: 20,19 €

- Fresa de avellanado cónico (15 mm con 3 filos)
 - Proveedor: Makita
 - Precio por unidad: 10,63 €



- Fresa de avellanado cónico (10 mm con 3 filos)
 - Proveedor: Makita
 - Precio por unidad: 7,44 €
- Lija Get 75-150 (150 mm de diámetro)
 - Proveedor: Bosch
 - Precio por lote: 32 € x 40 unds
 - Precio por unidad: 0,80 €

En la siguiente tabla se muestran las herramientas empleadas en la fabricación de la estantería, como su precio unitario, su desgaste y el número de operaciones que realizan en total.

Herramienta	Precio Unidad (€/und)	Desgaste (%)	Nº Operaciones	Coste herramientas
Hoja de sierra circular	135,9	0,2	11	2,9898 €
Fresa de punta esférica	24,8	0,2	6	0,2976 €
Fresa de corte helicoidal positivo	57,4	0,2	55	6,314 €
Fresa de corte rectos para canales 5 mm	20,19	0,2	18	0,72684 €
Fresa de avellanado cónico 15 mm	10,63	0,2	12	0,25512 €
Fresa de avellanado cónico 10 mm	7,44	0,2	43	0,63984 €
Lija Get 75-150	0,8	0,5	55	0,22 €

Tabla 3. Costes de las herramientas

En conclusión, el coste total de las herramientas para fabricar la estantería es de 11,44 €, sabiendo que para una sola estantería el coste sería mucho mayor, pero al tratarse de un lote este sería el coste real de las herramientas por estantería.



6.4 Coste fabricación

Para este apartado, se van a realizar los cálculos para cada una de las piezas que forman parte de la estantería. Se va a obtener el coste de fabricación para cada una de ellas, donde se van a diferenciar dos áreas, el coste de mecanizado por un lado y el coste de acabado por otro.

El coste del mecanizado se define como la suma de la tasa horaria de la máquina o máquinas (T.H.Maq) que se utilicen, con la mano de obra (M.O.) empleada por los operarios. Dicha suma se multiplica por el tiempo que tarda en realizarse las operaciones, definido como el tiempo de mecanizado (T.Mec). La ecuación que se forma es de igual manera para los procesos de acabado, simplemente se sustituye el tiempo de mecanizado por el tiempo de acabado (T.Acab).

En el proceso de fabricación se emplean diferentes máquinas, cada una de ellas con una tasa horaria distinta; a continuación se muestran los valores de dichas tasas para cada una de las máquinas o equipos que se emplean en la fabricación:

- Sierra Escuadradora (Sideo): 19 €/h
- Router CNC (Sideco): 37 €/h
- Taladradora de columna R100 (Knuth Machine): 18 €/h
- Lijadora Turbo GET 75-150 (Bosch): 12 €/h
- Atornilladora XR Li-Ion (DeWalt): 8 €/h

Los precios varían significativamente, ya que dependiendo de la máquina a utilizar, el operario debe estar más o menos especializado, ya que hay maquinaria con alto nivel de complejidad. La tasa de la mano de obra (T.O.) también es afectado por este factor, pero se simplifica al pensar que todos los operarios están especializados, por lo que el coste de la mano de obra es de 12 €/h. A continuación se muestra la tabla donde se agrupan todos estos valores, para obtener el coste de fabricación del total de las piezas de la estantería.

Pieza	T.Mec (h)	T.Acab (h)	T.H.Maq (€/h)	T.O (€/h)	C.Fab.Pza (€)	Unds	C.Tot.Fab (€)
Base 1 Estantería	0,0153	0,0020	68	12	1,06	1	1,06
Lateral 1 Est.	0,0108	0,0006	67	12	0,73	2	1,46
Base 2 Estantería	0,0174	0,0017	49	12	0,87	1	0,87
Lateral Izquierdo 2 Est.	0,0120	0,0009	67	12	0,82	3	2,45
Lateral Derecho 2 Est.	0,0101	0,0003	67	12	0,68	2	1,36
Base 3 Estantería	0,0154	0,0011	49	12	0,77	1	0,77



Lateral 3 Estantería	0,0109	0,0006	67	12	0,74	2	1,47
Base Derecha 4 Est.	0,0112	0,0007	86	12	0,97	2	1,95
Base Izquierda 4 Est.	0,0144	0,0010	49	12	0,72	1	0,72
Listón Central Est.	0,0143	0,0009	67	12	0,97	1	0,97
Base 5 Estantería	0,0136	0,0010	49	12	0,68	1	0,68
Lateral 5 Estantería	0,0108	0,0007	67	12	0,73	1	0,73
Base 6 Estantería	0,0156	0,0019	68	12	1,08	1	1,08
Lateral 6 Estantería	0,0102	0,0004	67	12	0,68	2	1,37
Base 7 Estantería	0,0173	0,0017	49	12	0,87	1	0,87
Lateral 7 Estantería	0,0108	0,0006	67	12	0,73	2	1,46
Base Voladizo 8 Est.	0,0091	0,0006	49	12	0,46	2	0,91
Lateral Voladizo 8 Est.	0,0101	0,0004	37	12	0,38	2	0,76
Fondo Estructura Est.	0,1252	0,0116	86	12	10,90	1	10,90
Base Cajón 1	0,0106	0,0006	68	12	0,73	4	2,91
Fondo Cajón 1	0,0099	0,0003	49	12	0,49	1	0,49
Lateral Bisagras Cajón 1	0,0117	0,0002	67	12	0,79	3	2,36
Lateral Simple Cajón 1	0,0099	0,0002	67	12	0,67	3	2,00
Puerta Cajón 1	0,0099	0,0002	49	12	0,49	1	0,49
Fondo Cajón 2	0,0107	0,0005	49	12	0,53	1	0,53
Lateral Bisagra Cajón 2	0,0128	0,0005	67	12	0,86	2	1,72
Lateral Simple Cajón 2	0,0106	0,0005	67	12	0,71	2	1,43
Puerta Cajón 2	0,0111	0,0005	49	12	0,55	1	0,55
Base Cajón 3	0,0116	0,0008	68	12	0,80	6	4,79
Fondo Cajón 3	0,0108	0,0004	49	12	0,54	1	0,54
Puerta Cajón 3	0,0107	0,0003	49	12	0,53	1	0,53
Base Cajón 4	0,0123	0,0011	49	12	0,62	2	1,24
Fondo Cajón 4	0,0115	0,0006	49	12	0,57	1	0,57
Puerta Cajón 4	0,0114	0,0005	67	12	0,77	1	0,77
Fondo Cajón 5	0,0125	0,0012	49	12	0,63	1	0,63
Lateral Bisagra Cajón 5	0,0149	0,0008	67	12	1,01	1	1,01
Lateral Simple Cajón 5	0,0122	0,0008	67	12	0,83	1	0,83
Puerta Cajón 5	0,0136	0,0011	49	12	0,68	1	0,68
Fondo Cajón 6	0,0119	0,0008	49	12	0,59	1	0,59
Puerta Cajón 6	0,0121	0,0007	49	12	0,60	1	0,60

Tabla 4. Costes de fabricación de las piezas

Si se suma el total de los costes dentro del proceso de fabricación, para todas las piezas que forman la estantería, se obtiene un valor de 57,11 €.



6.5 Coste montaje

En este apartado se calcula el coste que supone el montaje de la estantería, una vez ya se tengan todas las piezas que la componen. Dentro de los cálculos se tiene en cuenta el operario y si éste utiliza o no algún tipo de herramienta en los procesos que tienen que llevar a cabo.

A continuación se muestra la tabla donde se agrupan todas las variables que entran en juego, como los procesos que lleva a cabo el operario, qué elementos se ven afectados y el tiempo que les ocupa. Se tiene en cuenta si hay alguna máquina que intervenga, determinando la tasa horaria de esta máquina (T.H.Maquina) que se ha acordado de 8 €/h y la tasa del operario (T.Oper) acordada en 12 €/h. Finalmente se obtiene:

Proceso	Elemento	Tiempo total (h)	T.H. Maq (€/h)	T. Oper (€/h)	Coste Montaje
Posicionamiento e inserción	Tacos de madera cortos	0,080	0	12	0,96 €
Posicionamiento e inserción	Tacos de madera largos	0,138	0	12	1,65 €
Atornillado	Tornillos de madera 1	0,100	8	12	2,00 €
Atornillado	Tornillos de madera 2	0,023	8	12	0,47 €
Atornillado	Tornillos de madera 3	0,043	8	12	0,85 €
Encolado	Cola	0,082	0	12	0,98 €
Posicionamiento y sujeción	Bisagras	0,007	0	12	0,09 €
Posicionamiento y sujeción	Imanes	0,003	0	12	0,04 €
Posicionamiento y retirada	Sargentos	0,057	0	12	0,68 €

Tabla 5. Costes de montaje

Si se suman el coste total de los montajes de cada uno de los procesos, se llega al coste total del montaje de la estantería, que es de 7,72 €.



6.6 Coste total del producto y coste de venta al público

En este apartado se van a realizar los cálculos pertinentes para obtener el coste total del producto y el precio que tendrá la estantería en el mercado.

Para obtener el coste total del producto, se deben calcular previamente los costes directos e indirectos, ya que el coste total del producto es la suma de ambos.

Los costes directos es la suma de los costes que intervienen directamente con el proceso de fabricación y obtención del producto final, estos son los costes de la materia prima, los costes de las herramientas, los costes de fabricación, los costes de los elementos comerciales, el coste del montaje y el del embalaje.

Todos estos costes se han calculado a excepción del coste de embalaje, el cual es relativo, pero se le pondrá un coste de 10 €, ya que hay un gran número de piezas y se quiere que se guarden bien y con buenos materiales.

Los costes directos de la estantería son los siguientes:

Costes Directos	
Coste de la materia prima	80,31 €
Coste de las herramientas	11,44 €
Coste del proceso de fabricación	57,11 €
Coste de los elementos comerciales	53,03 €
Coste del montaje	7,72 €
Coste del embalaje	10,00 €
Total:	219,61 €

Tabla 6. Costes directos

Una vez obtenidos los costes directos, ya se pueden obtener los indirectos; estos son aquellos que de manera involuntaria forman parte del coste total, como puedan ser gastos de gestión, los costes de marketing y publicidad, al igual que los costes de comercialización. Para el cálculo de estos costes, se ha generalizado una manera de obtenerlos, son el 15% de los costes directos. Así que, los costes indirectos de la estantería son:



Costes Indirectos	32,94 €
-------------------	---------

Como ya se ha explicado anteriormente, el coste total del producto, en nuestro caso la estantería, está formado por los gastos directos más los indirectos, así que el coste total de la estantería es de:

Coste Total del Producto	252,55 €
--------------------------	----------

Para el cálculo del precio de venta al público (PVP) de la estantería, se le debe de sumar al coste total ya calculado, el beneficio industrial (BI) que obtiene la empresa que comercializa la estantería, así como el impuesto sobre el valor añadido (IVA).

Para obtener el valor del beneficio industrial de la empresa, se debe de saber el porcentaje de este beneficio que se pretende obtener con la venta de la estantería, en este caso será de un 30% para la empresa. Así que, el beneficio industrial ganado por la empresa con la venta de las estanterías será el coste total del producto multiplicado por el 30%, obteniendo una cifra de:

Beneficio Industrial	75,77 €
----------------------	---------

Para el cálculo sobre el valor añadido, normalmente llamado IVA, se tiene que recurrir otra vez al coste total del producto. Hoy en día este impuesto está en un 21% respecto a este coste total del producto, por lo que el IVA asciende a un valor de:

IVA	53,07 €
-----	---------

Finalmente obtenidos ya el precio total del producto, con el beneficio industrial i el impuesto de valor añadido, se puede obtener el precio de venta al público (PVP) de la estantería, ya que este precio se obtiene de la suma de estos tres, siendo la cifra de:

PVP	381,35 €
-----	----------



6.7 Estudio de viabilidad

El estudio de viabilidad permite analizar el precio de venta que se ha obtenido para la estantería, para determinar si su comercialización será viable a lo largo de 5 años, que es el tiempo que se ha dispuesto.

En el estudio de viabilidad se analiza el valor actual neto (VAN) de la empresa para un producto en este caso, el cual determina si la inversión que se ha efectuado para comercializar la estantería va a generar beneficios o pérdidas, permitiendo evaluar si este será o no rentable económicamente. Para el cálculo del valor actual neto se emplea la siguiente fórmula:

$$VAN: \sum_{j=1}^n = \frac{\Delta \text{Flujo Caja}_i}{(1+i)^j} - \text{Inversión inicial}$$

El valor de la inflación (i), se ha de suponer ya que es cambiante, en este caso se le va a dar un valor de 0,05%. Para el inicio del proyecto, se ha contado con una inversión anual de 100.000 €, y por cada año transcurrido se invertirá de nuevo la cantidad de 2000 €. La progresión prevista de unidades vendidas por año, será inicialmente de 2000 unidades en el primer año, de 1500 unidades en los dos siguientes años y 1000 unidades en los últimos dos años pertenecientes al estudio.

En la siguiente tabla se van a mostrar todos los parámetros para obtener el VAN de cada año transcurrido, como son las inversiones efectuadas, tanto inicial como las anuales, cuántas unidades se estima que se vendrán por año, para así obtener los gastos, los ingresos, los beneficios, el flujo de la caja y consigo el VAN.

Para obtener el cálculo de los gastos por año, solo se debe de multiplicar las unidades vendidas del producto por el coste total de este. En cambio, para obtener los ingresos por año, se deberá multiplicar de nuevo las unidades vendidas, pero en este caso se multiplicará por el precio de venta al público. Los beneficios que gana la empresa es la diferencia entre estas dos cantidades obtenidas anteriormente, la resta entre los ingresos y los gastos.

El flujo de la caja, valor primordial a la hora del cálculo del VAN, se obtiene restando los beneficios obtenidos durante el año y la inversión anual que se haya hecho. En cambio en el VAN influyen otros valores como se ha observado anteriormente en su fórmula matemática.

En el presente estudio, también se analizará el Pay-Back, el cual indica los años necesarios para amortizar las inversiones que se hayan realizado.



La tabla que agrupa todos estos datos es la siguiente:

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión (€)	100000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00	2000,00
Unidades Vendidas	-	2000,00	1500,00	1500,00	1000,00	1000,00
Gastos (€)	-	504800,00	378600,00	378600,00	252400,00	252400,00
Ingresos (€)	-	762260,00	571695,00	571695,00	381130,00	381130,00
Beneficios (€)	-	257460,00	193095,00	193095,00	128730,00	128730,00
Flujo Caja (€)	-100000,00	255460,00	191095,00	191095,00	126730,00	126730,00
VAN (€)	-100000,00	143295,24	316624,04	481699,08	585960,17	685256,44

Tabla 7: Tabla del estudio de la viabilidad

Como se puede observar gracias al VAN, los beneficios se logran ya con el primer año de inversión, en donde se colocaría el Pay-Back, que en este caso no han hecho falta más años que el primero para recuperar la inversión realizada y empezar a obtener beneficios. Gracias al Pay-Back y al VAN se ha logrado predecir que la comercialización de la estantería será rentable.

Josep Blanquer Pérez

