

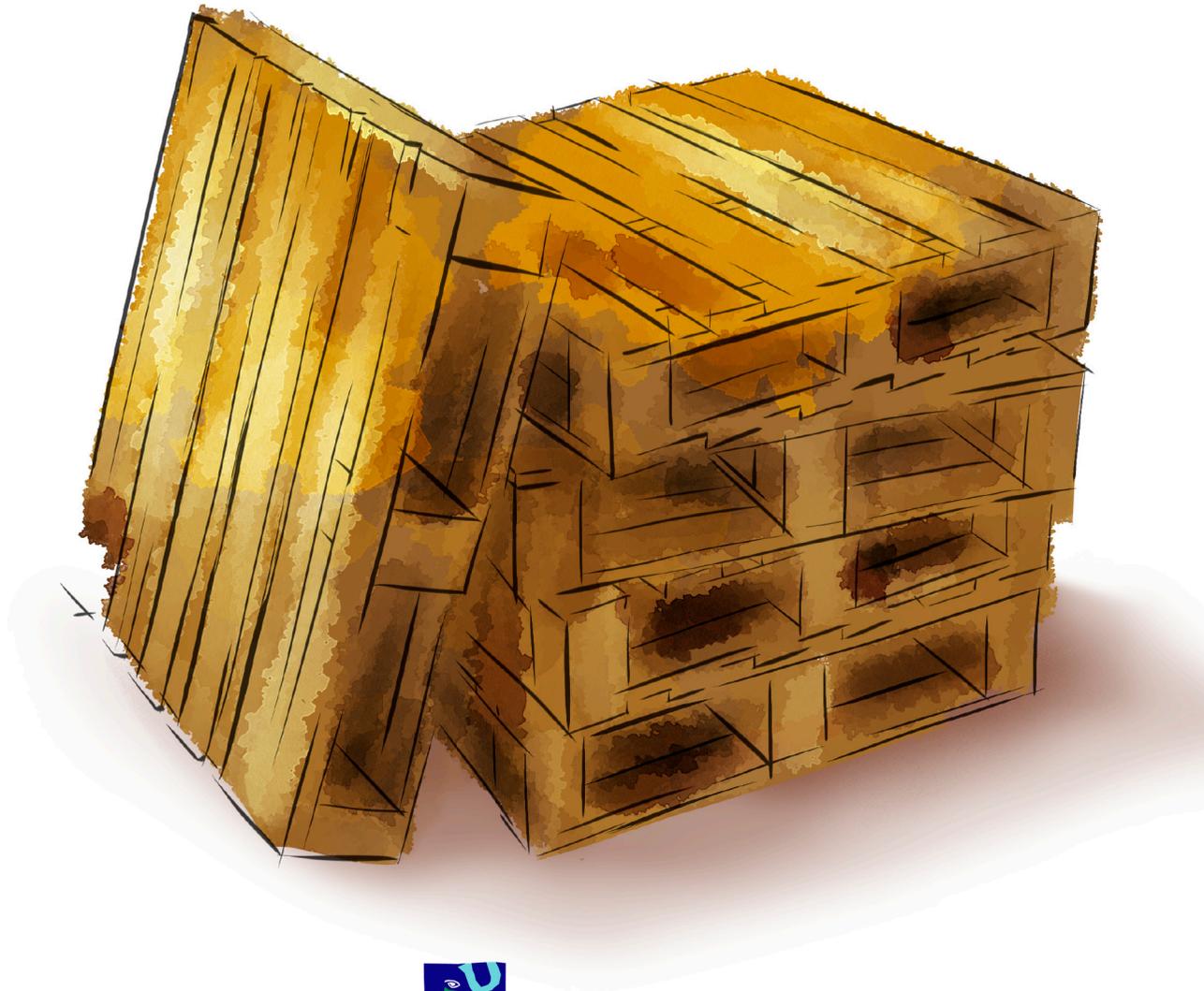
Diseño, fabricación y montaje de mesa modular para la fabricación de pallets

Grado en Ingeniería de Diseño Industrial
y Desarrollo de Productos

JULIO/2022

Autor: Maled Mohamed Salem Ouali

Tutor: Clemente Martin Branchadell



ÍNDICE GENERAL

VOLUMEN 1 - MEMORIA	7
1.1. INTRODUCCIÓN (OBJETO Y JUSTIFICACIÓN)	
1.2. ALCANCE	
1.3. ANTECEDENTES	
1.4. NORMAS Y REFERENCIAS	
1.5. DISEÑO CONCEPTUAL. REQUISITOS DE DISEÑO	
1.6. ANALISIS DE SOLUCIONES	
1.7. SOLUCIÓN FINAL	
1.8. PROYECTO DEL PRODUCTO	
VOLUMEN 2 - ANEXOS	56
2.1. ESTUDIO ERGONÓMICO	
2.2. ESTUDIO MECÁNICO	
VOLUMEN 3 - PLANOS	67
VOLUMEN 4 - PLIEGO DE CONDICIONES	102
4.1. INTRIDUCCIÓN	
4.2. ELEMENTOS CONSTITUYENTES	
4.3. MATERIALES SELECCIONADOS	
4.4. FABRICACIÓN	
4.5. ENSAYOS	
4.6. ENSAMBLAJE	
4.7. CONTROL DE CALIDAD	
VOLUMEN 5 - ESTADO DE MEDICIONES Y PRSUPUESTO	118
5.1. INRODICCIÓN	
5.2. ESTADO DE MEDICIONES	
5.3. PRESUSPUESTO	

MEMORIA

VOLUMEN 1 - MEMORIA

1. INTRODUCCIÓN	9
2. ALCANCE	10
3. ANTECEDENTES	11
3.1. HISTORIA DEL PALLET	11
3.2. PERFIL DE USUARIO	14
3.3. ESTUDIO DEL MERCADO	
4. NORMAS Y REFERENCIAS	17
4.1. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS	17
4.2. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS	17
4.3. PROGRAMAS UTILIZADOS	19
4.4. DOCUMENTOS CONSULTADOS	19
5. DISEÑO CONCEPTUAL. REQUISITOS DE DISEÑO	21
5.1. ANALISIS Y DEFINICION DEL PROBLEMA	21
5.2. OBJETIVOS DE DISEÑO	21
5.3. ANALISIS Y REDUCCIÓN DE OBJETIVOS	23
5.4. ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES	26
6. ANALISIS DE SOLUCIONES	28
6.1. PROPUESTAS DE DISEÑO	28
6.2. EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES	31
6.3. CONCEPTO SELECCIONADO	34
7. SOLUCIÓN FINAL	35
7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	35
7.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS PARTES	38
7.3. DIMENSIONES GENERALES	46
7.4. ESTUDIO MECÁNICO	47
7.5. ESTUDIO ERGONÓMICO	48
7.6. PROCESOS DE FABRICACIÓN	49
7.7. MONTAJE	51
7.8. MATERIALES	53
7.9. RENDERIZADO Y AMBIENTACIONES	54

1. INTRODUCCIÓN

La necesidad de la correcta distribución y ubicación de las mercancías facilita la operativa logística de un centro de distribución o almacén. Sería contraproducente tener una instalación con un sistema de almacenaje industrial adecuado, si la disposición de la carga pueda dificultar la fluidez del trabajo, llegara a causar daños a la mercancía o provocar accidentes con el personal del almacén. Por consiguiente, la unidad de carga se trata de la agrupación homogénea de un conjunto de productos dispuesta sobre un soporte o plataforma que facilite el manejo y traslado de las mercancías.

Con el constante avance industrial, ha ido creciendo la necesidad de optimizar las operaciones logísticas. En consecuencia, a estas necesidades ha surgido el pallet, consisten en armazones rígidos sobre los que se coloca la mercancía distribuida de forma homogénea en altura y superficie. Además, facilitan mover la carga ya que resulta sencillo levantarlos y transportarlos haciendo uso por ejemplo de transpaletas o las carretillas elevadoras.

Centrándonos en el proyecto, su principal finalidad es tener un formato modular que posibilite la fabricación de varios tamaños diferentes de pallets, además de acelerar el proceso de fabricación ahorrando tiempo mediante la automatización. Por otro lado, el objetivo del proyecto es centrarse en gran medida en el usuario, mediante un centro de trabajo ergonómico, pero sobre todo seguro para facilitar así la tarea al usuario.

2. ALCANCE

El primer paso del proyecto es analizar y tener en cuenta todas las necesidades del cliente, abarcando todas las fases de un nuevo proyecto industrial.

Siendo una necesidad real y profesional, la intención es analizar todas las soluciones posibles y analizarlas para diferenciar cual es la más viable con los medios disponibles en el nuestro entorno actual, para solventar dicha necesidad. Por otro lado, considera todos los problemas que puedan surgir en el proceso de diseño.

Después de haber encontrado la mejor solución, se estudiará el mercado y se comenzará, a con el diseño conceptual de dicha solución, definido objetivos y especificaciones, generando soluciones funcionales y evaluándolas. Posteriormente se estudiarán los procesos de fabricación y los costes generales.

Una vez concluido el diseño conceptual, comenzará el desarrollo de dicha solución mediante diseño al detalle, creación de planos, generación de una viabilidad económica y un presupuesto, un pliego de condiciones y un estado de mediciones. Por último, se realizará una planificación completa que tenga en cuenta la elección de los materiales, recursos necesarios y los procesos de fabricación.

El desarrollo del proyecto irá regido a los parámetros de calidad de la norma UNE 157001 "Criterios Generales Para La Elaboración de Proyectos". Esta norma dicta que los documentos básicos del proyecto deben ser: memoria, planos, pliego de condiciones, estado de mediciones y presupuesto, incluidos los anexos.

3. ANTECEDENTES

3.1. HISTORIA DEL PALLET

El palet consiste en una plataforma horizontal ideada para almacenar, distribuir y transportar mercancías de manera compacta, ordenada y eficiente. Es empleado junto a las carretillas elevadoras y ... para el almacenamiento o transporte de mercancías.

El material más utilizado para la fabricación del palet ha sido la madera sin importar la forma, el origen o el destino de la mercancía. Pero hasta los años 20 no había aparecido el antecesor de lo que hoy conocemos como palet, el cual consistían en patines de madera. Este avance fue gracias a la creación de una carretilla elevadora de gran altura en 1915 similar a la maquinaria que se emplea actualmente.



Ilustración 1. Lyft Truck Platform.

Aunque el origen del pallet no fue hasta 1924 cuando registró la primera patente relacionada con esta plataforma por un estadounidense el cual la describió como “Plataforma Elevadora para Camiones (Lyft Truck Platform)”



Ilustración 2. Carretilla elevadora siglo XX.

Pero a pesar de las primeras patentes, no fue hasta la segunda guerra mundial cuando ganaron más popularidad los pallets gracias a la inversión militar, ya que hacia posible el transporte de grandes cantidades de equipos militares, lo que hizo al pallet una herramienta esencial para ciertos momentos de la guerra.

Por último, en cuanto a la fabricación casi siempre ha sido manual, como ayuda para aligerar el proceso se usaban módulos como plantillas para acelerar el proceso, pero el proceso de grapado casi siempre ha sido manual, donde los operarios mediante una pistola de clavos de aire comprimido unían las diferentes piezas del pallet de madera, donde se puede observar en la siguiente imagen.



Ilustración 3. Operarios con pistolas de aire comprimido.

Pero en los últimos años las empresas están invirtiendo en la automatización del proceso de montaje de los pallets, de esta manera se consigue acelerar el proceso de fabricación y minimizar la carga de trabajo físico a los operarios entre otros aspectos.

3.2. PERFIL DE USUARIO

Como este producto es una maquina orientada a la fabricación industrial su público objetivo es principalmente la empresa que la ha hecho el encargo. El único requisito para manejar la maquina es tener las capacidades y habilidades de un técnico de taller cualificado.

3.3. ESTUDIO DEL MERCADO

PRODUCTOS EXISTENTES

En este apartado se va a estudiar productos similares existentes actualmente en el mercado. Se van a exponer las principales características únicamente de las mesas o equivalentes de dichas maquinas ya que es el objetivo del actual proyecto

Producto 1:

Modelo: PM-TPJ-1300MD

Dimensiones palet: pallets estándar (Americano y Euro pallet).

Dimensiones mesa: 2000 x 2800 x 2600mm.

Este formato de mesa está posicionado en diagonal de forma que facilita mucho la posición de trabajo del operario, pero con la desventaja de que limita bastante las dimensiones máximas ya que se centra exclusivamente en la producción del palet americano y del euro pallet.



Ilustración 4. PM-TPJ-1300MD.

Producto 2:

Modelo: MALT1025

Dimensiones palet: desde 800 x 800 mm hasta 1500 x 1500mm.

Dimensiones mesa: 6500 x 2300 x 900mm.

En cuanto a este formato de mesa, podemos observar que emplea un formato horizontal, el más empleado en el mercado, es bastante práctico y funcional. La única desventaja es que el tamaño del palet está muy limitado a las medidas estándar (palet americano y europeo).

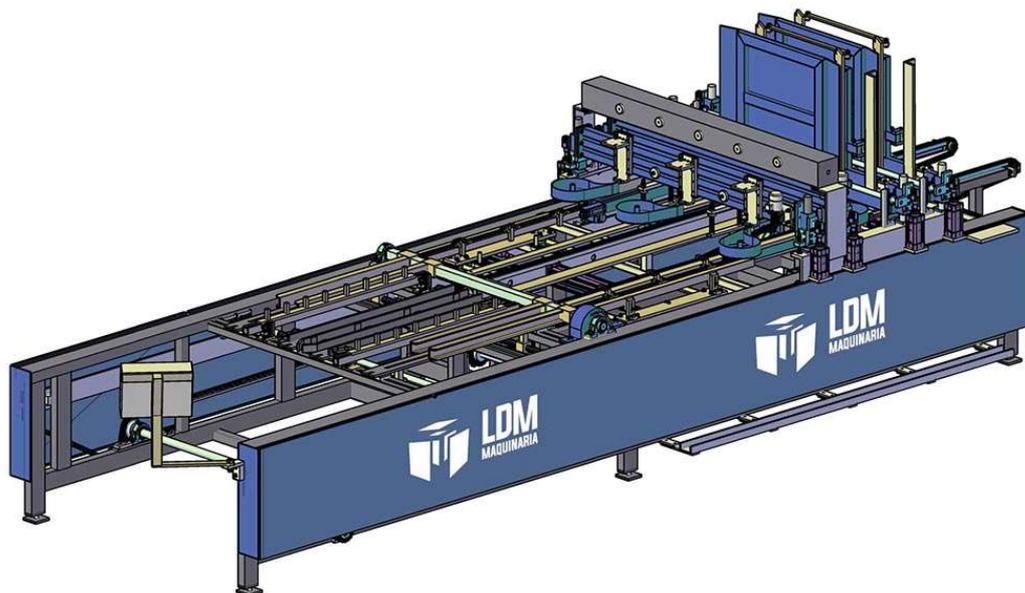


Ilustración 5. MALT1025.

Producto 3:

Modelo: RN4017

Dimensiones palet: 2700 x 1500mm.

Dimensiones mesa: Desconocidas.

Este formato puede considerarse actualmente como ideal, ya que el brazo robótico hace prácticamente todas las funciones y agiliza mucho el funcionamiento y hace que casi ni se requiera de operario. A parte que la medida del palet a montar sigue siendo limitada su principal inconveniente es el coste económico que conllevara únicamente el brazo robótico.

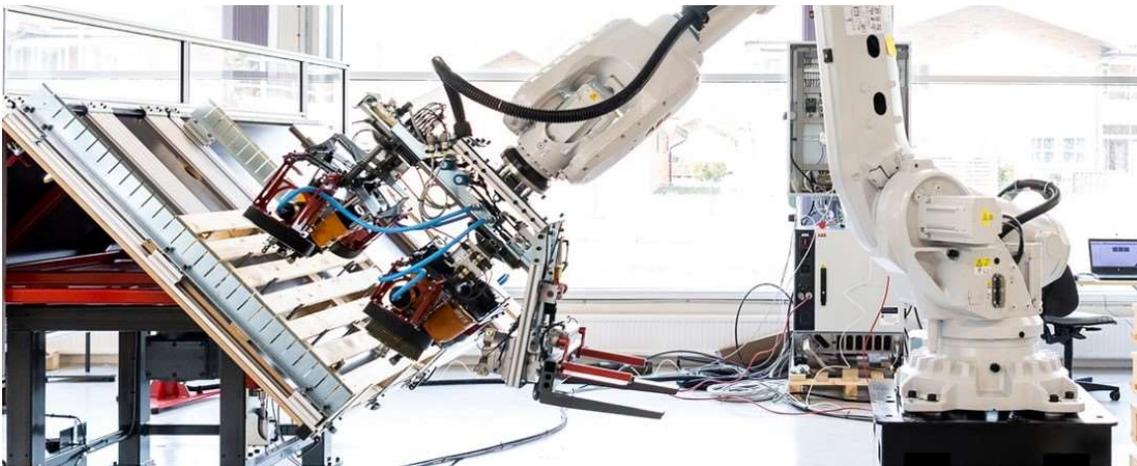


Ilustración 6. RN4017. Brazo robótico.

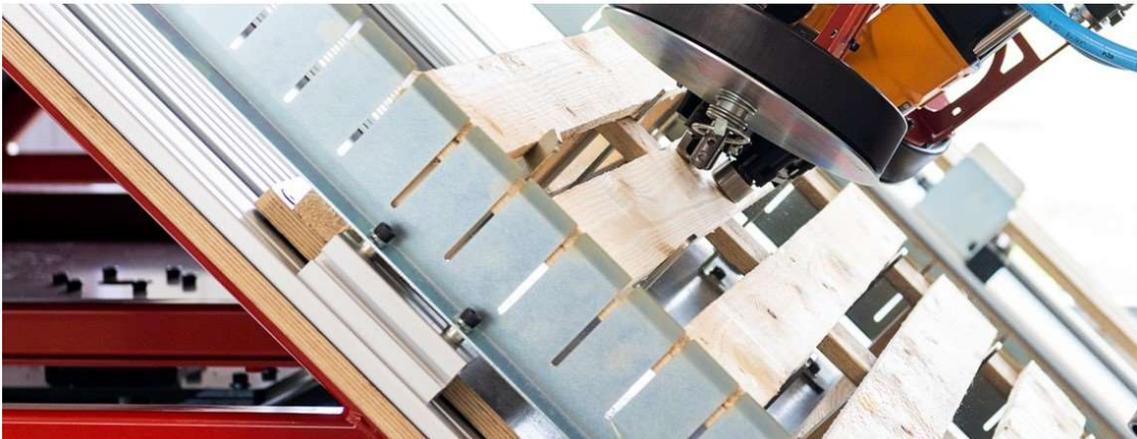


Ilustración 7. RN4017. Grapado.

4. NORMAS Y REFERENCIAS

4.1. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS

Debido a la presencia de distintos bloques con distinta información en el presente proyecto, se deben establecer una jerarquía para evitar discrepancias o contradicciones entre los diferentes bloques, con la finalidad de reflejar un orden de prioridad entre los mismos.

Dicha jerarquía está marcada según la norma UNE 157001 (Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico), por lo que el orden de prioridad será el siguiente:

1. Planos.
2. Pliego de condiciones.
3. Presupuesto.
4. Anexos.
5. Memoria.

4.2. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

En este proyecto se han seguido los requisitos establecidos por la normativa UNE para su correcta realización y garantizar su calidad.

Las mencionadas normas se encuentran a continuación:

Normativa para la elaboración de proyectos:

- UNE 157001:2014. "Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico".
- UNE-EN ISO 62023:2012. "Estructuración de la información y documentación técnicas".
- UNE-EN ISO 11442:2006. "Documentación técnica de productos. Gestión de documentos".

Normativa para la elaboración de planos:

- UNE 1032:1982. "Dibujos técnicos. Principios generales de la representación"
- UNE 1027-95. "Dibujos técnicos. Plegado de planos".
- UNE 1039:1994. "dibujos técnicos. Acotación. Principios generales, definiciones, métodos de ejecución e indicaciones especiales".
- UNE-ES ISO 2553:2020. "Soldeo y representaciones afines. Representación simbólica en los planos. Uniones soldadas".

Normativa para la gestión de calidad:

- UNE-ISO 10006:2018. "Gestión de calidad. Directrices para la gestión de calidad en los proyectos"
- UNE-EN ISO 9001:2000. "Sistemas de gestión de calidad. Requisitos"
- UNE-EN ISO 9000:2015. "Sistemas de gestión de calidad. Fundamentos y vocabulario"
- UNE-EN ISO 9004:2000. "Sistemas de gestión de calidad. Directrices para la mejora del desempeño"

Normativa relacionada con los pallets:

- UNE-EN 13698-1:2003. "Especificación para la producción de paletas. Parte 1: Especificación para la producción de las paletas planas de madera de 800 mm x 1200 mm".
- UNE-EN 13382-2002. "Paletas para la manipulación de mercancías. Dimensiones principales".
- UNE-EN ISO 8611:2013. "Paleta para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 3. Cargas máximas en servicio".
- UNE-EN ISO 12777-1:1997/A1:2009. "Determinación de la resistencia a la flexión de los clavos para paletas, de otros elementos de fijación del tipo estriado y grapas. Modificación 1. (ISO 12777-1:1994/Amd 1:2008)".
- UNE-EN ISO 8611-1:2013. "Paletas para la manipulación de mercancías. Paletas planas. Parte 1: Métodos de ensayo. (ISO 8611-1:2011)".

Normativa para la fabricación y componentes:

- UNE-EN ISO 16090-1:2017. "Seguridad de las máquinas herramienta, centros de mecanizado, centros de fresado, máquinas transfer. Parte 1: requisitos de seguridad"
- UNE-EN 10220:2004. "Tubos de acero soldados y sin soldadura. Dimensiones y masas por unidad de longitud"
- UNE-EN 10266:2007. "Tubos de acero, accesorios y perfiles estructurales de sección hueca. Símbolos y definiciones de los términos utilizados en las normas de producto".
- UNE-EN ISO 14713-2:2020. "Recubrimientos de cinc. Directrices y recomendaciones para la protección frente a la corrosión de las estructuras de hierro y acero. Parte 2: Galvanización en caliente. (ISO 14713-2:2019)".
- UNE-EN ISO 12994-3:2018. "Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura. Parte 3: Consideraciones sobre el diseño. (ISO12994-3:2017)".
- UNE-EN ISO 12994-4:2018. "Pinturas y barnices. Protección de estructuras de acero frente a la corrosión mediante sistemas de pintura. Parte 3: Tipos y preparación de superficies. (ISO12994-4:2017)".

- UNE-EN ISO 888:2019. “Elementos de fijación. Pernos, tornillos y espárragos. Longitudes nominales y longitudes roscadas”
- UNE-EN 1011-2:2001/A1:2005. “Soldeo. Recomendaciones para el soldeo de materiales metálicos. Parte 2: Soldeo por arco de los aceros ferríticos”.

Normativa relacionada con la seguridad de las máquinas:

- UNE-EN 1005-4:2005+A1. “Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 4: Evaluación de las posturas de trabajo y movimientos de trabajo relacionados con las máquinas”.
- UNE-EN ISO 14738. “Seguridad de las máquinas. Requisitos antropométricos para el diseño de puestos de trabajo asociados a las máquinas”.

4.3. PROGRAMAS UTILIZADOS

- Microsoft Word.
- Adobe Photoshop.
- Autodesk Inventor Professional 2022
- Adobe InDesign
- Adobe Illustrator

4.4. DOCUMENTOS CONSULTADOS

Asignaturas:

- Expresión Gráfica II (DI1007).
- Mecánica y Resistencia de Materiales (DI10013).
- Materiales I (DI1010).
- Materiales II (DI1015).
- Diseño Conceptual (DI1014).
- Diseño para la Fabricación: Procesos y Tecnologías I (DI1020).
- Diseño para la Fabricación: Procesos y Tecnologías II (DI1021).
- Metodologías del Diseño (DI1022).
- Ergonomía (DI1023).
- Diseño Asistido por Ordenador II (DI1028).
- Sistemas Mecánicos (DI1029).
- Diseño Gráfico (DI1027).
- Proyectos de Diseño (DI1032).
- Acabados Superficiales de Productos (DI1033).
- Sistemas Móviles y Articulados (DI1034).

Webgrafía:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia>

<https://www.motovario.com/spa/>

<https://www.aenor.com/>

<https://www.ar-racking.com/es/actualidad/blog-soluciones-almacenaaje/calidad-y-seguridad/tipos-de-palets-y-caracteristicas#>

<https://www.ontruck.com/es/blog/origen-del-palet-o-pale-nacimiento-e-historia>

<https://polipalets2000.com/historia-del-palet-un-gran-invento-del-siglo-xx/>

Libros:

- Margarita Vergara, María Jesús Agust. (2015) “Antropometría aplicada al diseño de producto”. Publicaciones de la Universidad Jaume I.
- Serrano, J., Bruscas G., Abellán, V., P. (2018) “Diseño para fabricación: procesos y tecnologías II”. Publicaciones de la Universidad Jaume I.

5. REQUISITOS DE DISEÑO

5.1. ANALISIS Y DEFINICIÓN DE PROBLEMA

En este apartado el objetivo es estudiar el problema propuesto a fondo, con el fin de contar con el mayor número de soluciones viables, para que finalmente se opte por la solución realista en todos los aspectos.

Como se ha indicado en la introducción, el producto es un encargo que consiste en una mesa modular para la fabricación de pallets de madera con la peculiaridad de tener la posibilidad de montar pallets de hasta 3.6 metros.

El objetivo de proyecto es cumplir con las necesidades del cliente, por lo que se han establecido una serie de objetivos, aplicando los conocimientos adquiridos durante el grado, la información proporcionada por el cliente y los conocimientos de la empresa donde he impartido las practicas curriculares de la titulación.

5.2. OBJETIVOS DE DISEÑO

Una vez analizado y definido el problema al que nos encontramos, se procede a definir los objetivos con el fin de analizarlos posteriormente.

Se han dividido los objetivos según el grupo al que pertenecen:

- Cliente/usuario.
- Diseñador/promotor.
- Fabricación/producción.

Una vez divididos se distingue entre tres tipos de objetivos diferentes:

- Restricciones (R).
- Deseos (D).
- Objetivos Optimizables (O).

Cliente/usuario:

1. Económica. (O)
2. Fiable. (O)
3. Rápida. (O)
4. Segura. (R)
5. Modular. (R)
6. Fácil mantenimiento. (O)
7. Fácil limpieza. (O)
8. Resistente a la corrosión. (O)
9. Fácil manejo. (O)
10. Sin zonas puntiagudas. (O)
11. Que no ocupe mucho espacio. (D)
12. Ergonómica para el operario. (R)
13. Estable. (O)

14. Resistente a impactos. (O)

Diseñador/Promotor:

- 15. Que cumpla normativa de seguridad. (R)
- 16. Que cumpla con la normativa de maquinaria industrial. (R)
- 17. Fácil montaje. (O)
- 18. Fácil transporte. (O)
- 19. Resistencia el peso de los pallets. (R)
- 20. Resistencia a los esfuerzos. (O)
- 21. Resistencia a la fatiga. (O)
- 22. Resistencia a la corrosión. (O)
- 23. Ergonómica para el operario. (O)
- 24. Acabado atractivo. (O)
- 25. Acabado minimalista. (O)
- 26. Presupuesto reducido. (O)
- 27. Margen de beneficios. (O)

Fabricación/producción:

- 28. Fabricación con procesos convencionales. (D)
- 29. Fácil fabricación. (O)
- 30. Fabricación rápida. (O)
- 31. Menor cantidad de elementos posible. (O)
- 32. Menor cantidad de materiales posible. (O)
- 33. Menor cantidad de procesos de fabricación posible. (O)
- 34. Evitar piezas muy grandes. (O)
- 35. Fácil transporte. (O)
- 36. Fácil reparación. (O)
- 37. Menor cantidad de uniones diferentes posible. (O)
- 38. Menor coste posible. (O)
- 39. Menor cantidad de uniones por soldadura posible. (O)
- 40. Evitar piezas considerablemente pequeñas. (D)

5.3. ANALISIS Y REDUCCIÓN DE OBJETIVOS

Para reducir la lista de objetivos ya que es amplia, se han eliminado algunos objetivos repetidos o parecidos. Por otro lado, se han agrupados los objetivos en diferentes grupos dependiendo de la característica principal del elemento al que hacen referencia, con la finalidad de reducir los objetivos a la menor cantidad posible.

En esta fase no se tendrá en cuenta a las restricciones y deseos, con el propósito de tener únicamente en cuenta los objetivos optimizables.

Funcional:

1. Fiable
2. Rápida.
3. Estable.

Resistente:

4. Resistente a la corrosión.
5. Resistente a impactos.
6. Resistente a esfuerzos.
- ~~7. Resistente a la fatiga.~~ – Igual que “Resistente a esfuerzos”.
- ~~8. Resistente a la corrosión.~~ – Objetivo repetido.

Ergonómica:

9. Fácil manejo.
10. Ergonómica para el operario.
11. Sin zonas puntiagudas.

Fácil fabricación:

12. Fácil montaje.
13. Fácil transporte.
14. Fácil fabricación.
- ~~15. Fabricación rápida.~~ – Igual que “Fácil fabricación”.
- ~~16. Menor cantidad de elementos posible.~~ – Igual que “Fácil montaje”.
- ~~17. Menor cantidad de materiales posible.~~ – Igual que “Fácil fabricación”.
- ~~18. Menor cantidad de procesos de fabricación posible.~~ – Igual que “Fácil fabricación”.
- ~~19. Evitar piezas muy grandes.~~ – Igual que “Fácil montaje”.
- ~~20. Fácil transporte.~~ Objetivo repetido.
- ~~21. Menor cantidad de uniones diferentes posible.~~ – Igual que “Fácil montaje”.
- ~~22. Menor cantidad de uniones por soldadura posible.~~ – Igual que “Fácil montaje”.
- ~~23. Menor cantidad de uniones por soldadura posible.~~ – Objetivo repetido.

Fácil mantenimiento:

24. Fácil mantenimiento.

25. Fácil limpieza.
26. Fácil reparación.

Diseño atractivo:

27. Acabado atractivo.
28. Acabado minimalista.

Económica:

29. Económica.
- ~~30. Presupuesto reducido.~~ – Igual que “Económica”
31. Margen de beneficios.
- ~~32. Menor coste posible.~~ – Igual que “Económica”.

Una vez eliminados los objetivos repetidos y los objetivos que son parecidos a otros, se consigue la lista final para el diseño preliminar de las propuestas y la elección de la solución más realista y adecuada y la creación del árbol de objetivos:

Funcional:

1. Fiable.
2. Rápida.
3. Estable.

Resistente:

4. Resistente a la corrosión.
5. Resistente a impactos.
6. Resistente a esfuerzos.

Ergonómica:

7. Fácil manejo.
8. Ergonómica para el operario.
9. Sin zonas puntiagudas.

Fácil fabricación:

10. Fácil montaje.
11. Fácil transporte.
12. Fácil fabricación.

Fácil mantenimiento:

13. Fácil mantenimiento.
14. Fácil limpieza.
15. Fácil reparación.

Diseño atractivo:

16. Acabado atractivo.

17. Acabado minimalista.

Económica:

18. Económica.

19. Margen de beneficios.

5.4. ESPECIFICACIONES Y RESTRICCIONES

Una vez concluido el análisis de los objetivos y se haya definido el listado definitivo de los mismos, se procede a diferenciar los objetivos en escalables o no escalables.

En primer lugar, tendremos el listado de las restricciones, las cuales son objetivos que no se pueden modificar bajo ningún concepto.

En segundo lugar, estará el listado de las especificaciones, que consisten en objetivos que añaden valor al producto en función de su grado de cumplimiento.

Restricciones:

1. Segura.
2. Modular.
3. Ergonómica para el operario.
4. Que cumpla normativa de seguridad.
5. Que cumpla con la normativa de maquinaria industrial.
6. Resistencia el peso de los pallets.

Especificaciones:

Especificaciones	Variable	Escala	Criterio
1. Que sea lo más fiable posible.	Grado de fiabilidad	Ordinal	Cuanto más fiable, mejor.
2. Que sea lo más rápida posible.	Velocidad	Metros por segundo al cuadrado	Cuanto más rápida, mejor.
3. Que sea lo más estable posible.	Grado estructural	Ordinal	Cuanto más estable, mejor.
4. Que tenga la mayor resistencia a la corrosión posible.	Grado de corrosión	Ordinal	Cuanta mayor resistencia a la corrosión, mejor.
5. Que sea los más resistente a impactos posible.	Dureza	Vickers (HV)	Cuanta mayor sea la resistencia a los impactos, mejor.
6. Que tenga máxima resistencia frente a esfuerzos posible.	Tensión a rotura	Megapascuales (MPa)	Cuanta mayor resistencia a los esfuerzos, mejor.
7. Que el manejo sea lo más intuitivo posible	Grado de manejo	Ordinal	Cuanto más intuitiva, mejor.
8. Que sea lo más ergonómica posible para el operario.	Grado de ergonomía	Ordinal	Cuanto más ergonómica, mejor.
9. Que tenga las menores zonas puntiagudas posible.	Grado de seguridad	Ordinal	Cuantas menos zonas agudas, mejor.

10. Que el montaje sea lo más fácil posible.	Grado de facilidad	Ordinal	Cuanto más fácil es el montaje, mejor.
11. Que el transporte sea lo más fácil posible.	Grado de facilidad	Ordinal	Cuanto más fácil es el transporte, mejor.
12. Que sea lo más fácil de fabricar posible.	Grado de facilidad	Ordinal	Cuanto más fácil de fabricar es, mejor.
13. Que el mantenimiento sea lo más fácil posible.	Grado de facilidad	Ordinal	Cuanto más fácil es el mantenimiento, mejor.
14. Que sea lo más fácil de limpiar posible.	Tiempo	Minutos (m)	Cuanto más fácil de limpiar, mejor.
15. Que las reparaciones sean lo más fácil posible.	Grado de facilidad	Ordinal	Cuanto más fáciles son las reparaciones, mejor.
16. Que el acabado sea lo más atractivo posible.	Usuario	Valoración positiva	Cuanto más atractiva, mejor.
17. Que el acabado sea lo más minimalista posible.	Usuario	Valoración positiva	Cuanto más minimalista, mejor.
18. Que sea lo más económica posible.	Precio	Euros (€)	Cuanto menos cueste, mejor.
19. Que tenga el mayor margen de beneficios posible.	Coste	Euros (€)	Cuanto más beneficios, mejor.

Tabla 1. Especificaciones.

6. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

Teniendo en cuenta los datos recopilados en el estudio y el análisis del apartado anterior, se procede a representar de forma gráfica las ideas que tenemos en mente para desarrollar soluciones al problema que tenemos en mente.

Una vez representados los posibles modelos en forma de boceto, serán analizados y evaluados empleando dos métodos, los cualitativos y los cuantitativos. El objetivo de este análisis es llegar a la solución final, eligiendo así la solución óptima.

6.1. PROPUESTAS DE DISEÑO

A simple vista las tres propuestas tienen unos conceptos de funcionamiento muy diferentes, pero todos tienen con el objetivo cumplir con las necesidades del cliente y funcionar de manera óptima.

Por otro lado, las propuestas presentadas se definen a partir de los objetivos, deseos y sobre todo por las restricciones, las cuales son de obligatorio cumplimiento.

El objetivo de todas las propuestas es crear una mesa la cual pueda permitir el montaje del palet para su posterior traslado a la siguiente fase del proceso, el grapado. De esta manera, se han estudiado tres conceptos de mesa diferentes.

Propuesta 1:

Es la primera idea que se ha desarrollado, técnicamente es la idea menos compleja. Consiste en una estructura vertical con cierto espacio para facilitar la tarea al operario. Por otro lado, el sistema modular es automático, de manera que con poner los parámetros y el tamaño del palet a realizar se autoajustaba ahorrando así trabajo al operario. Aunque el operario tendría que grapar los palets de manera manual con la pistola de clavos en mano.

Por otro lado, limita bastante las posibilidades de la retirada del palet una vez grapado ya que la idea es que sea de manera automatizada y no manual.

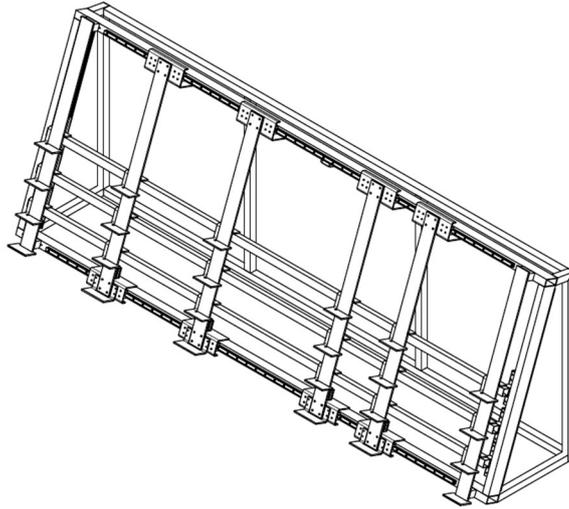


Ilustración 8. Propuesta 1.

Propuesta 2:

Nos encontramos ante la propuesta más compleja técnicamente de todas, pero es la que menos espacio ocuparía una vez añadidos los sistemas de grapado y de apilado.

Es una mesa horizontal modular, el funcionamiento consiste en unas pletinas, en las cuales se montan los patines y los diferentes elementos que componen un palet, unidas a unas cadenas que una vez finalizado el trayecto expulsan el palet ya montado en otro módulo y vuelven por la parte inferior de la mesa para repetir el proceso.

Es una propuesta interesante, pero es complejo adaptarla a las siguientes fases de la máquina. Además, de que conllevara bastante mantenimiento una vez puesta en marcha.

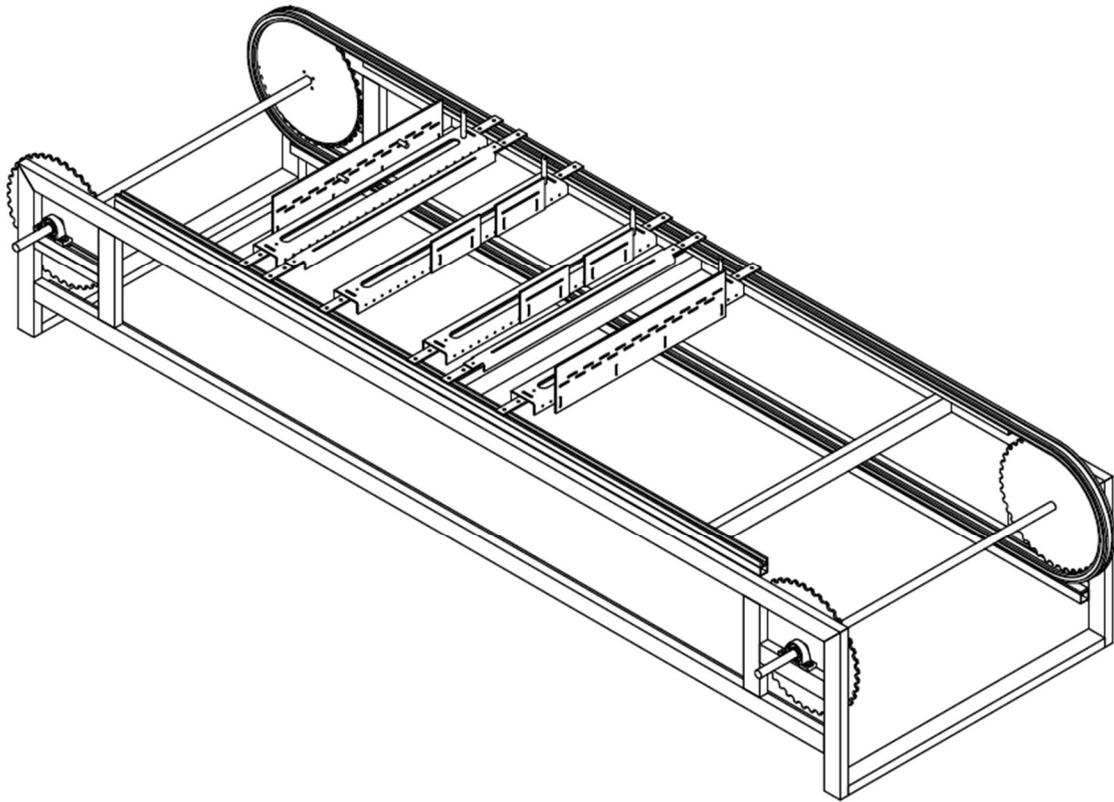


Ilustración 9. Propuesta 2.

Propuesta 3:

Por último, esta propuesta no se autorregula para adaptarse a los diferentes tamaños de palets y tampoco es la propuesta que menos espacio ocupa. Pero es la propuesta que mayor alcance presenta gracias a su concepto más sencillo, el cual permite más facilidades a la hora de adaptar los sistemas de grapado y apilado.

Su funcionamiento se basa en una mesa horizontal modular. En cuanto a los tamaños de palets se puede adaptar a una variedad de tamaños de manera manual. Una vez montado el pallet la mesa avanza sobre unas guías hacia el sistema de grapado y posteriormente hacia el sistema de apilado gracias a una motorización eléctrica.

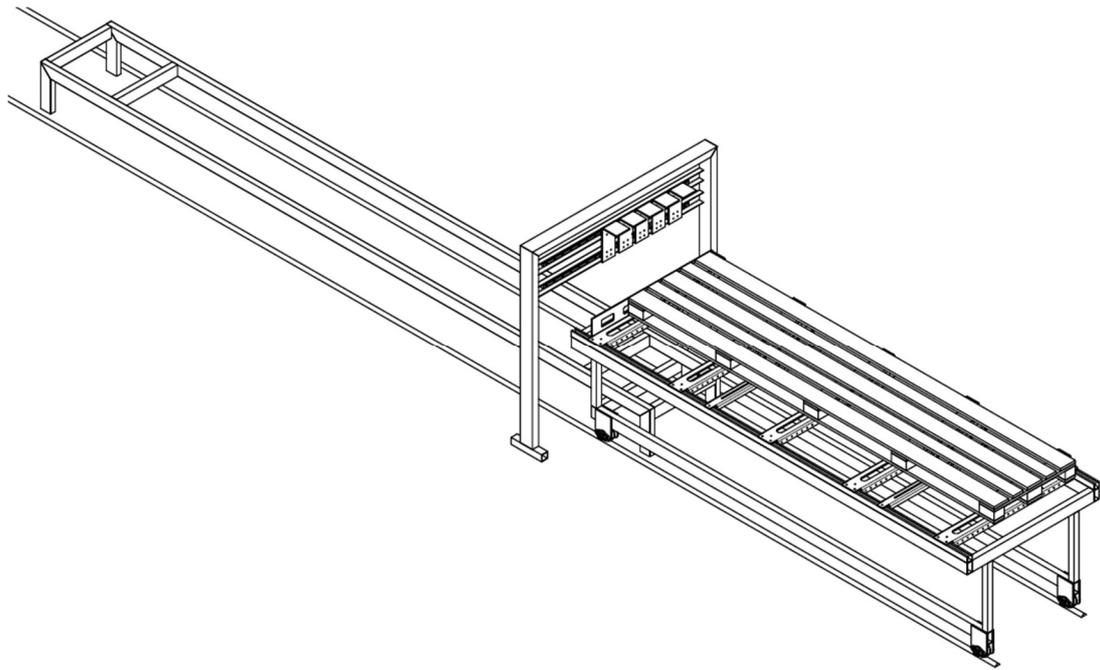


Ilustración 10. Propuesta 3.

6.2. EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES

Tenido ya los conceptos de las tres propuestas desarrolladas en el anterior apartado. A continuación, se procederá con el análisis por medio de un método cualitativo y otro cuantitativo de las propuestas. En los dos métodos el análisis de las propuestas será bajo el criterio de las especificaciones.

Especificaciones las cuales hay que cumplir:

1. Fiable.
2. Rápida.
3. Estable.
4. Resistente a la corrosión.
5. Resistente a impactos.
6. Resistente a esfuerzos.
7. Fácil manejo.
8. Ergonómica para el operario.
9. Sin zonas puntiagudas.
10. Fácil montaje.
11. Fácil transporte.
12. Fácil fabricación.
13. Fácil mantenimiento.
14. Fácil limpieza.
15. Fácil reparación.
16. Acabado atractivo.
17. Acabado minimalista.
18. Económica.
19. Margen de beneficios.

Método cualitativo (DATUM):

El método DATUM consiste en que, partiendo en un modelo de referencia, se emplea un proceso comparativo en las demás propuestas. Esta comparación nos indica si los conceptos comparados cumplen mejor o peor las especificaciones establecidas respecto al modelo de referencia.

Criterios de comparación:

- Si la propuesta estudiada cumple la especificación mejor que la referencia, se califica con un signo "+".
- Si la propuesta estudiada cumple la especificación peor que la referencia, se califica con un signo "-".
- Si la propuesta estudiada cumple la especificación igual que la referencia, se califica con un signo "=".

Ya realizada la comparación, se realiza el sumatorio de los signos donde:

- Si el signo es positivo equivale a "1".
- Si el signo es negativo equivale a "-1".
- Si el signo es igual equivale a "0".

Especificación	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
1		=	=
2		+	+
3	D	=	=
4		=	=
5		=	=
6		=	=
7	A	-	+
8		+	+
9		=	=
10		-	+
11	T	=	-
12		-	+
13		-	=
14		=	=
15	U	-	-
16		+	+
17		-	+
18		-	=
19	M	-	+
"+"		3	8
"_"		8	2
"="		8	9
Total		-5	6

Tabla 2. DATUM.

Método cuantitativo (Ponderación de objetivos):

Este método consiste en la comparación de todas las especificaciones entre ellas, con el objetivo de clasificar las propuestas para ver cuál es más importante. Debido a que hay especificaciones que no están aclaradas con exactitud se ha hecho una selección objetiva de las mismas.

Especificaciones elegidas:

1. Fácil manejo.
2. Ergonómica para el operario.
3. Sin zonas puntiagudas.
4. Fácil montaje.
5. Fácil transporte.
6. Fácil fabricación.
7. Fácil mantenimiento.

8. Fácil limpieza.
9. Fácil reparación.
10. Acabado atractivo.

Este método de análisis se lleva a cabo mediante dos tablas:

En la primera se organizan las especificaciones en columnas y filas para su posterior comparación entre ellas. Por tanto, si la especificación 1 (columna 1) es más importante que la especificación 2 (fila 1), en la casilla se le asigna un (1) y si la especificación 1 es menos importante que la especificación 2, en la casilla se le asignará un (2).

Finalmente se realiza un sumatorio de los resultados, de esta manera quedan las especificaciones ordenadas de mayor a menos importancia, dándole más importancia las de mayor sumatorio obtenido.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	-	0	0	0	0	0	0	0	0	1
3	1	1	-	1	1	1	1	0	1	0	7
4	1	1	0	-	0	1	1	0	1	0	5
5	1	1	0	1	-	1	1	1	1	0	7
6	1	1	0	0	0	-	1	0	1	0	4
7	1	1	0	0	0	0	-	0	0	0	2
8	1	1	1	1	0	1	1	-	1	1	8
9	1	1	0	0	0	0	1	0	-	0	3
10	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-	8

Tabla 3. Importancia de las especificaciones.

El orden de importancia es el siguiente:

$$10 = 8 > 5 = 3 > 4 > 6 > 9 > 7 > 2 > 1$$

En esta tabla, a los objetivos se les asigna un porcentaje acorde con la prioridad obtenida en la anterior tabla, siendo así la suma total de un 100%. El valor asignado a cada una ha sido el siguiente:

Especificación	Porcentaje	Ponderación
1. Manejo	1%	0,01
2. Ergonomía	2%	0,02
3. Zonas puntiagudas	15%	0,15
4. montaje	11%	0,11
5. Transporte	15%	0,15
6. Fabricación	9%	0,09
7. Mantenimiento	4%	0,04
8. Limpieza	18%	0,18
9. Reparación	7%	0,07
10. Estética	18%	0,18
Total	100%	1

Tabla 4. Ponderaciones.

Una vez hecha la ponderación, se procede con la segunda tabla, donde se analizan las propuestas entre ellas, analizando así cuál de ellas cumple mejor las especificaciones.

Cada propuesta se puntúa del 1 al 3, la propuesta que mejor cumpla la especificación se le asigna un valor de 3, si la propuesta cumple la especificación, pero con margen de mejora se le asigna un valor de 2 y si la propuesta no cumple o de manera ineficiente la especificación se le asigna un valor de 1.

Las puntuaciones de cada especificación se multiplicarán por su factor de ponderación calculado anteriormente, posteriormente se realiza un sumatorio de las mismas obteniendo así el resultado final para saber cuál de las propuestas es mejor según este método.

Especificación	Ponderación	Propuesta 1	Propuesta 2	Propuesta 3
1	0,01	1	2	3
2	0,02	3	2	2
3	0,15	3	3	3
4	0,11	2	2	3
5	0,15	2	3	3
6	0,09	2	2	3
7	0,04	2	1	3
8	0,18	2	2	3
9	0,07	2	1	2
10	0,18	2	2	2
Total	1	2,16	2,26	2,73

Tabla 5. Comparación entre propuestas.

Para este método ha resultado ganadora la tercera propuesta como se puede observar la segunda tabla.

Como conclusión podemos sacar que la tercera propuesta es la mejor ya que así ha resultado en ambos métodos.

6.3. CONCEPTO SELECCIONADO

Como se ha mencionado anteriormente, la tercera propuesta es la considerada como la solución de la que partirá el diseño final.

Generalmente se puede considerar como la solución más viable, pero sobre todo la de mayor alcance, aparte de que es la que mejor cumple con las especificaciones. Por otro lado, cabe destacar que la idea sufra algunos cambios durante el diseño preliminar.

7. SOLUCIÓN FINAL

7.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Una vez escogida la tercera propuesta ya que es la que mejor cumple las especificaciones, además de ser la más óptima y viable se ha llegado al diseño definitivo, el cual parte de la tercera propuesta mencionada anteriormente.

Se trata de una mesa que pertenece a una máquina diseñada para el montaje, grapado y apilado de pallets de madera. En este caso solo nos centraremos en la mesa, la parte dedicada al montaje del pallet, debido a que es la parte con la que interactúa el usuario (operario). En general, consiste en una mesa modular para la producción de pallets normalizados y no normalizados, que engloban medidas desde 800 x 800 mm hasta medidas de 3600 x 1200mm. Además, se ha tenido en cuenta a parte de que de que funcione de manera óptima la ergonomía y la seguridad enfocados al operario.

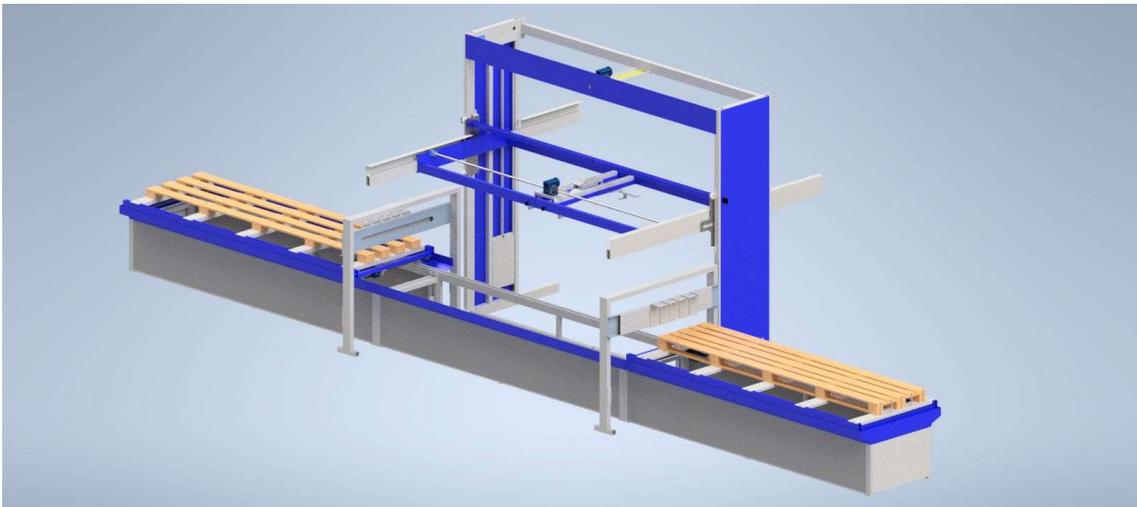


Ilustración 11. Máquina montaje pallets.



Ilustración 12. Mesa para montaje de pallets

La mesa se constituye en dos partes generales:

En primer lugar, la estructura metálica por donde se guían las mesas y van montados el resto de los componentes, la cual tiene unas medidas aproximadas de 12 m x 1,2 m, aunque está dividida en tres sub-chasis debido a su prolongada longitud. Es una estructura conformada por tubos de acero unidos por soldadura tornillos.

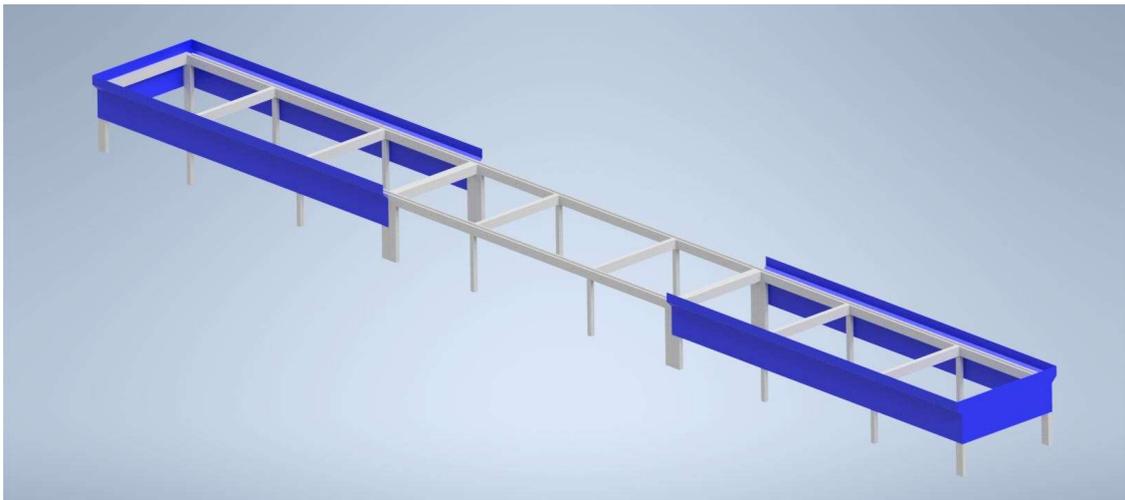


Ilustración 13. Chasis.

En segundo lugar, están las dos mesas modulares para la colocación de los diferentes componentes de un palet (tacos, travesaños, tableros...). Por un lado, está la mesa 1, que consiste en una mesa modular diseñada para la generación de los patines del palet y, por otro lado, está la mesa 2 en la cual se montan los patines y el resto de los listones de madera que componen el palet para su posterior unión mediante clavos.

Cabe destacar que los diferentes componentes del palet ya están cortados a la medida final por un proceso anterior.

Se podrá observar en las siguientes imágenes las dos mesas:

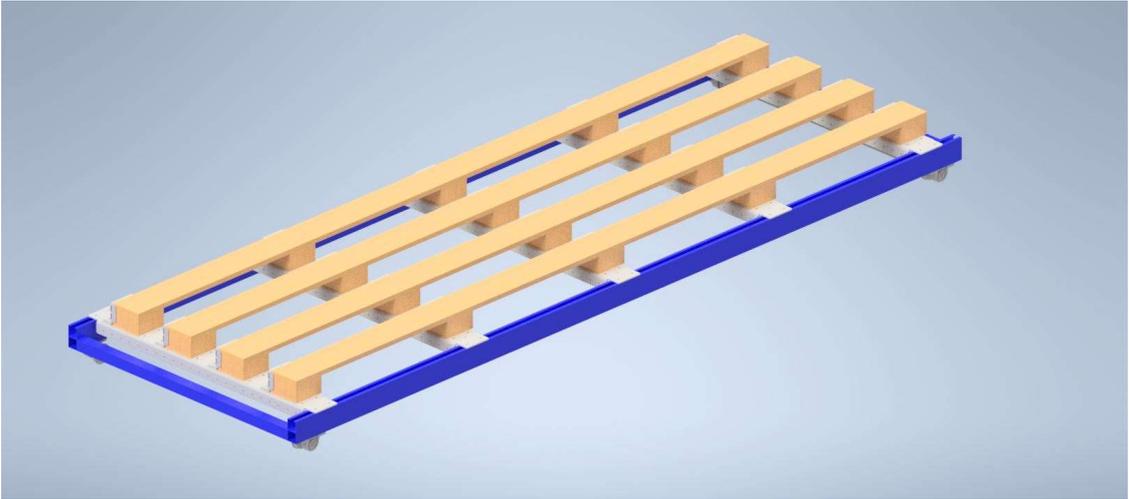


Ilustración 14. Mesa 1.

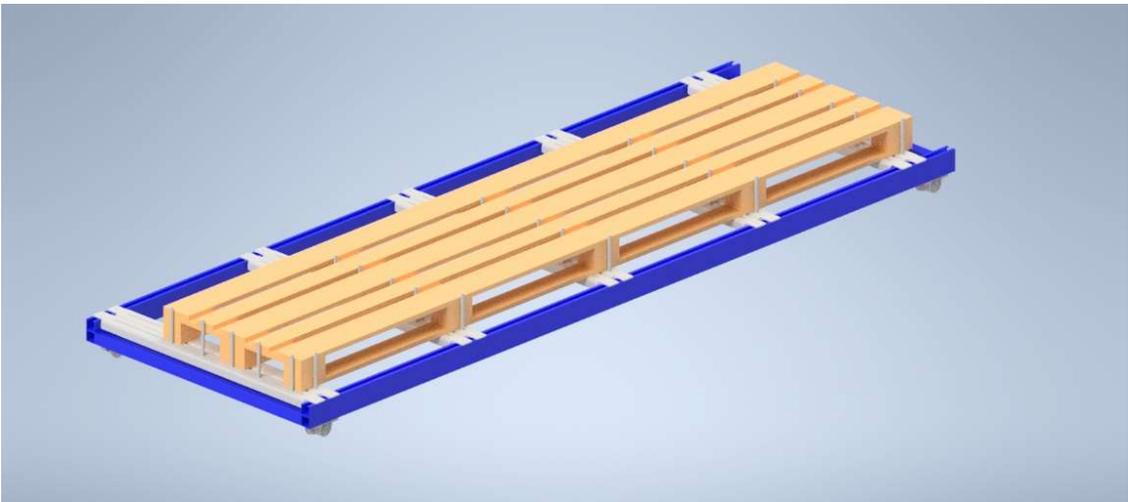


Ilustración 15. Mesa 2.

7.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS PARTES

El diseño final está compuesto por un gran número de piezas, por lo que se mostrará el conjunto en los subensamblajes, para que de esta manera resulte más fácil comprender todos los elementos que componen el proyecto.

La mesa se va a dividir en tres subensamblajes:

- Chasis
- Mesa 1
- Mesa 2

Chasis:

Consiste en una estructura metálica dividida en tres sub-chasis iguales, compuestos por tubos metálicos normalizados de acero y unidas mediante uniones atornilladas.

En la siguiente imagen se puede ver el chasis al completo, el cual está dividido en tres sub-chasis igual como se ha mencionado anteriormente. Es una estructura sencilla pero robusta y rígida.

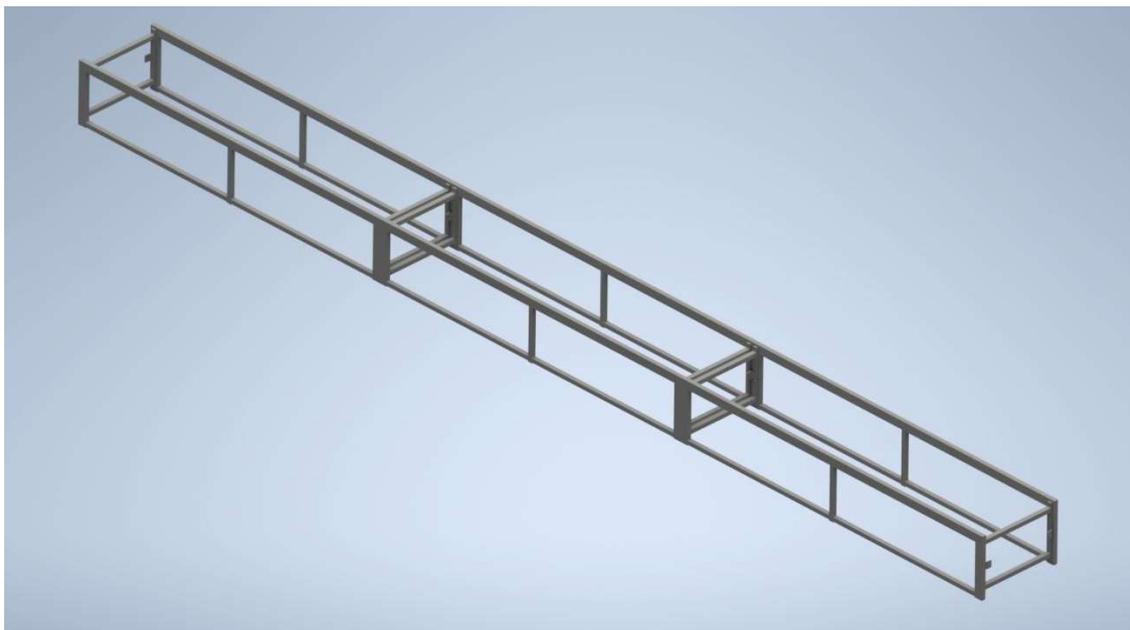


Ilustración 16. chasis.

En cuanto al sub-chasis se puede observar que es una estructura compuesta de tubos de acero normalizados de secciones rectangulares y cuadradas. Cada sub-chasis está compuesto por tipos de marcos, los laterales que son los que soportaran las cargas y los que unen a los primeros mediante tornillos.

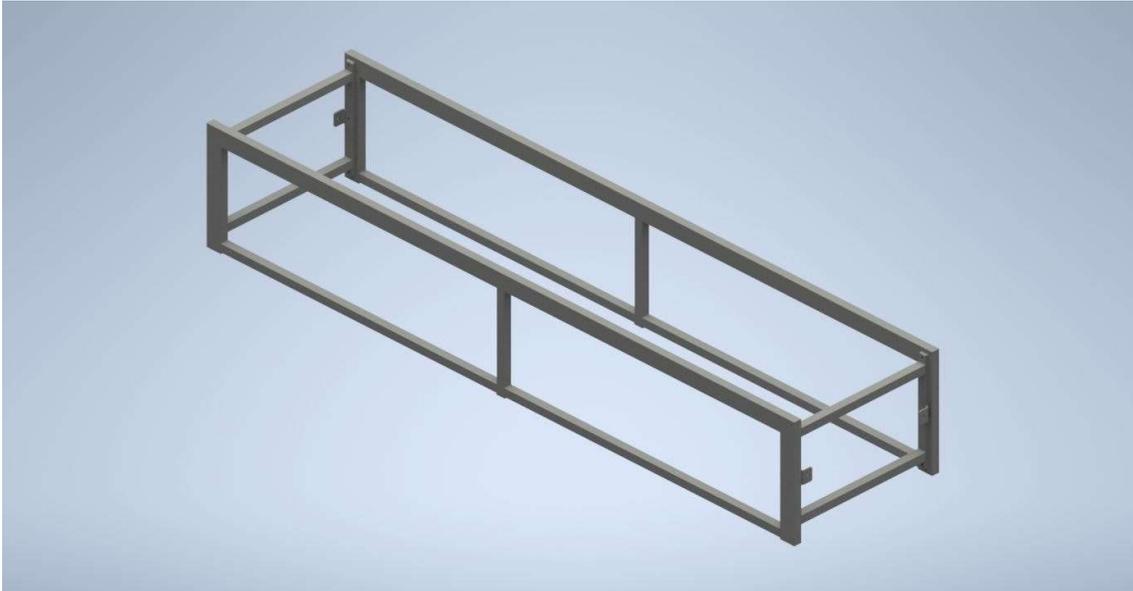


Ilustración 17. Sub-chasis.

En esta imagen se puede ver como es el método de unión entre los sub-chsis. Consiste en unas pestañas con un agujero de diámetro mayor que el de la métrica del tornillo para así facilitar el nivelado respecto al suelo de la estructura.

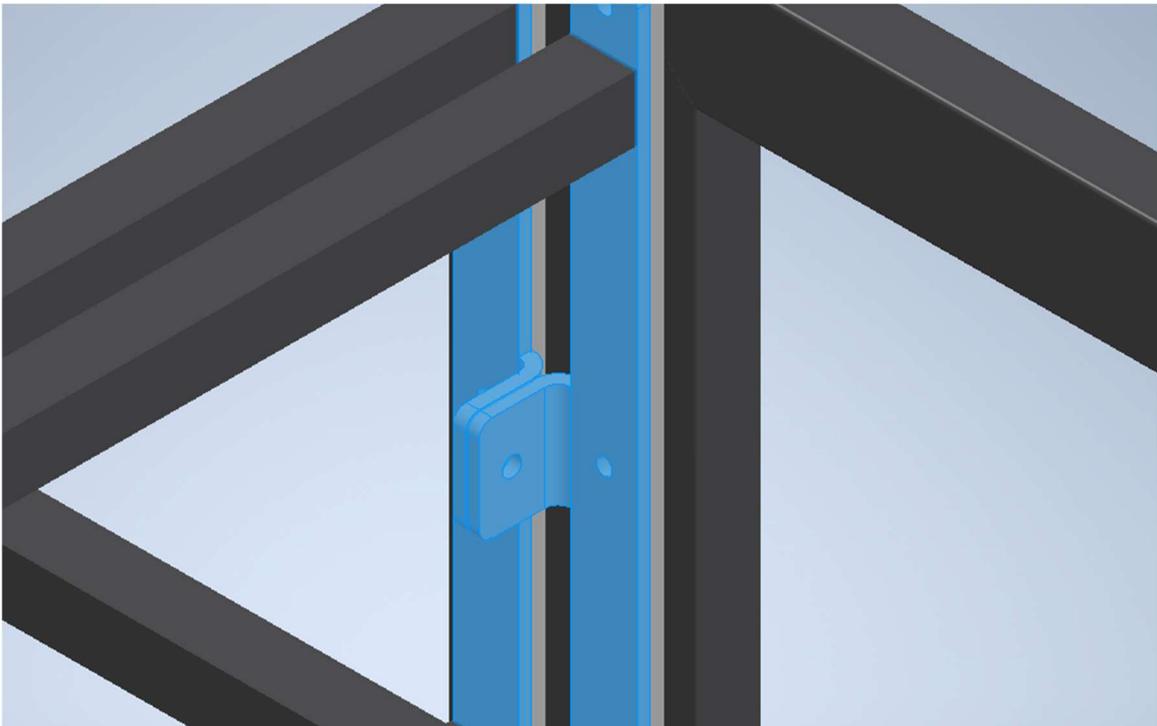


Ilustración 18. Union sub-chasis.

El sub-chasis se compone de tres partes:

1. Marcos laterales.

Es por donde se moverán las mesas y los cuales soportarán las cargas ejercidas por las mesas móviles. Consiste en un marco compuesto por tubos estructurales rectangulares de 100x50x3 de longitudes 4050 mm y 700mm Y tubos estructurales cuadrados de 50x50x3 de longitudes 3850 mm y 600mm unidos mediante soldadura.

El marco también dispone de placas con agujeros roscados de espesor 10mm, unidas con soldadura para permitir la unión (mediante tornillos) del marco con los demás componentes para formar la estructura.

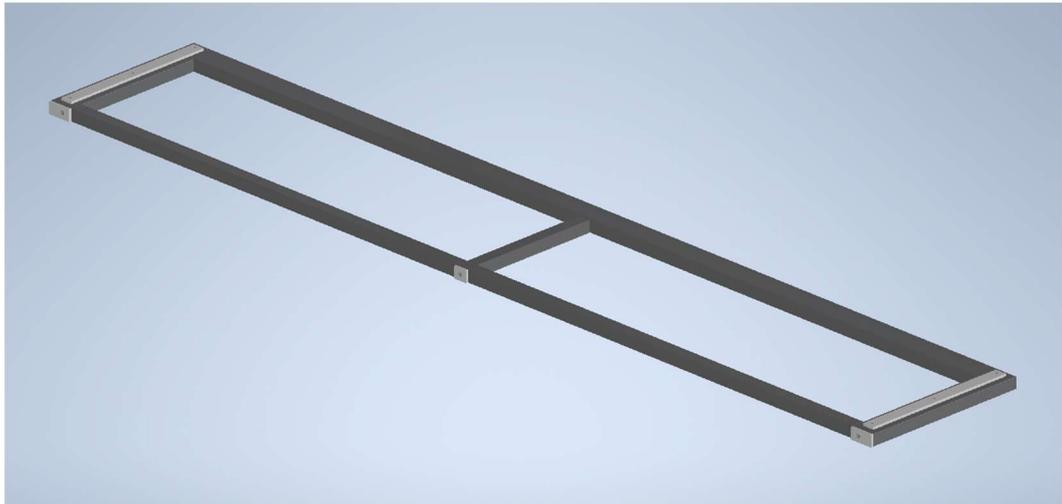


Ilustración 19. Marco lateral.

2. Unión de los marcos de la estructura.

Consiste en el marco que unirá los dos laterales de la estructura. Se trata de un marco que este compuesto por dos placas de espesor 10mm con tres agujeros para una métrica M12 unidos por dos tubos de sección cuadrada de 50x50x3 de longitud 860mm.



Ilustración 20. Marco de unión.

3. Pie riscado regulable.

Se trata de un pie regulable para el correcto nivelado de la estructura. Se dispone de 6 pies roscados de métrica 20. Además, se trata de una pieza comercial suministrada por varios proveedores de la provincia.

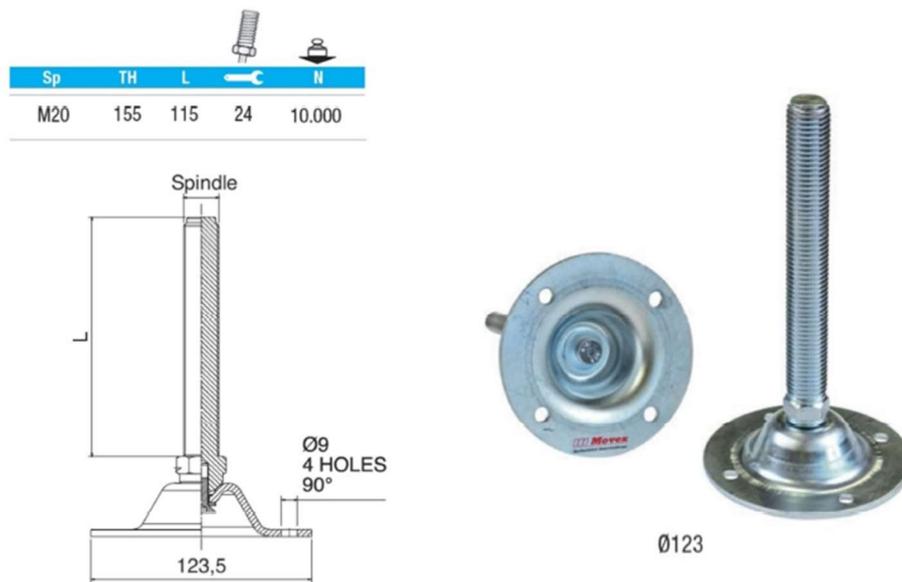


Ilustración 21. Pie roscado plegable.

Mesa 1:

El objetivo de la mesa 1 es la generación de los patines como se ha mencionado anteriormente. Está compuesta de una estructura rectangular compuesta mediante tubos de acero (1) y los apoyos de los patines (2). Esta estructura tiene dos ejes con ruedas dentadas, donde uno de los ejes es el motriz, el cual se verá más adelante.

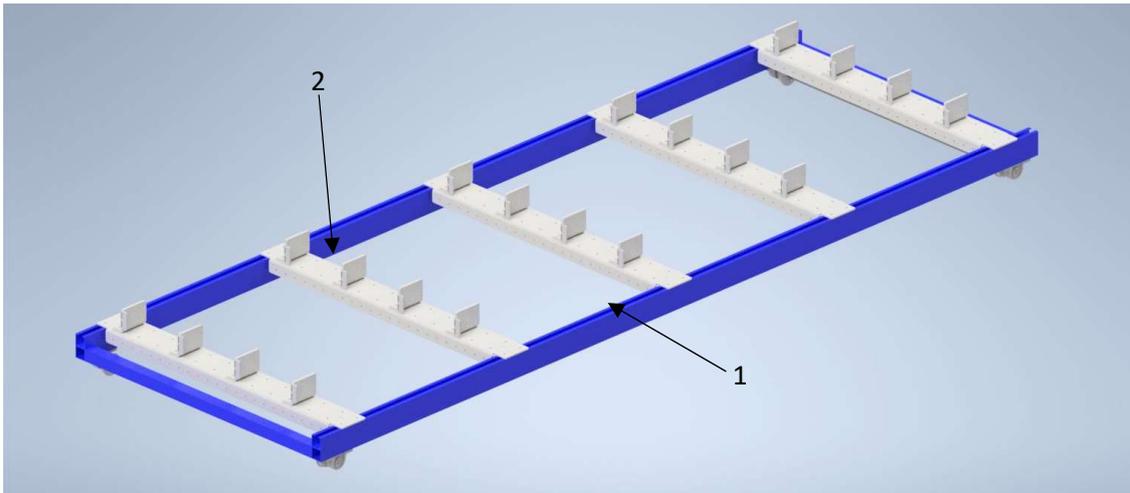


Ilustración 22. Mesa 1.

En cuanto al sistema modular para la generación de los patines, está diseñado para que se puedan fabricar patines para palets de hasta 3600 mm de largo. Para ello la mesa está compuesta por los apoyos inferiores (1) y los apoyos laterales (2) de los patines. Consisten en piezas metálicas que van atornilladas en los laterales de la mesa, de forma que dependiendo del número de estas piezas se puede definir la longitud del patín y el número de entradas laterales del palet.

Los apoyos laterales (3) de los tacos tienen una pieza más pequeña, la cual permite un ajuste en altura, formando un ángulo de 90° donde se colocaría el taco y el listón de madera con el fin de limitar sus movimientos.

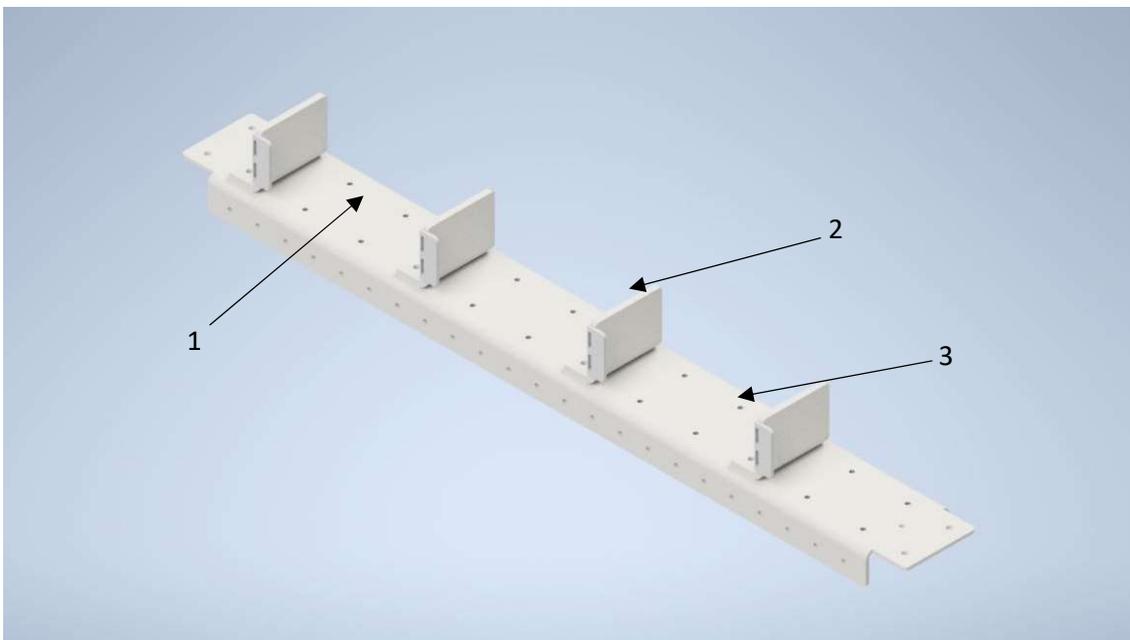


Ilustración 23. Soporte de los tacos.

En la siguiente imagen se pueden ver como estarían colocados los patines:

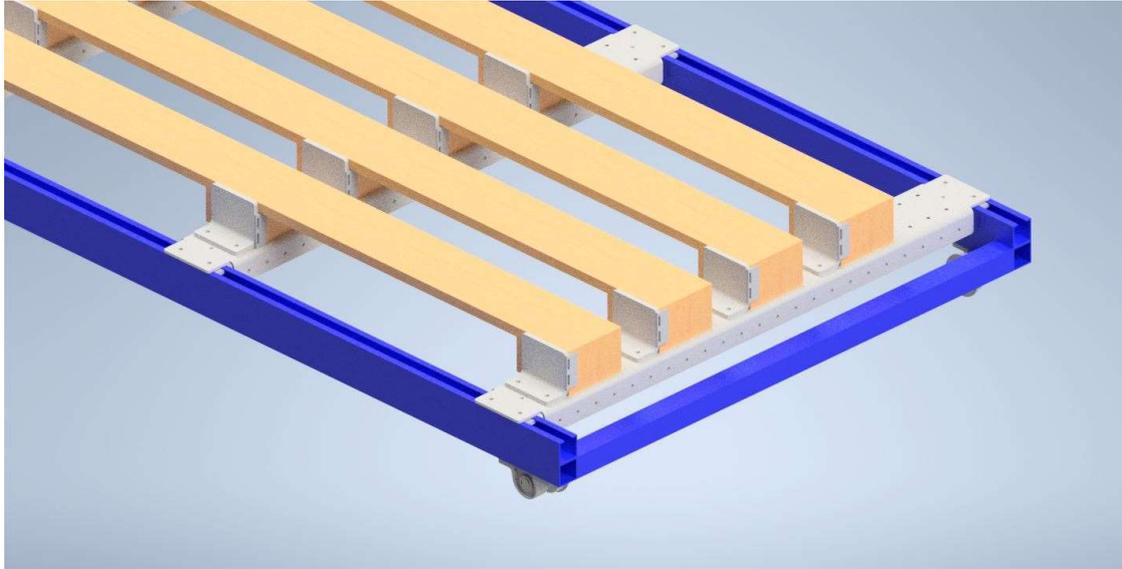


Ilustración 24. Mesa 1 con patines.

Mesa 2:

La mesa 2 esta diseñada para la generación del palet final, donde se emplean los patines empleados en la mesa 1 y el resto de los tablones que conforman al palet. La estructura empleada es la misma que la en la mesa 1.

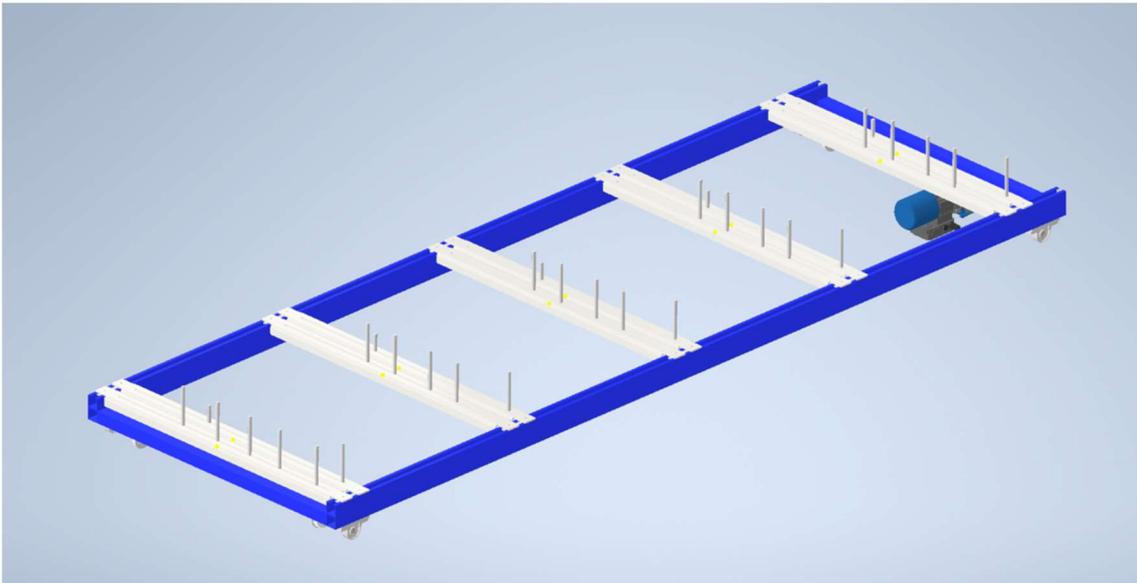


Ilustración 25. Mesa 2.

El sistema modular en este caso consiste al igual que la mesa 1, en unas piezas que sirven como apoyo para los patines generados en la anterior mesa. Van atornilladas a los laterales de la estructura, pero más estrechas y con una ranura a lo largo de la misma. Se posicionan dos apoyos de patines (1) por cada taco en la longitud del palet y para limitar el movimiento de los patines y los listones de madera se emplea una barra de metal maciza (2) atornillada por uno de los extremos al apoyo de los patines.

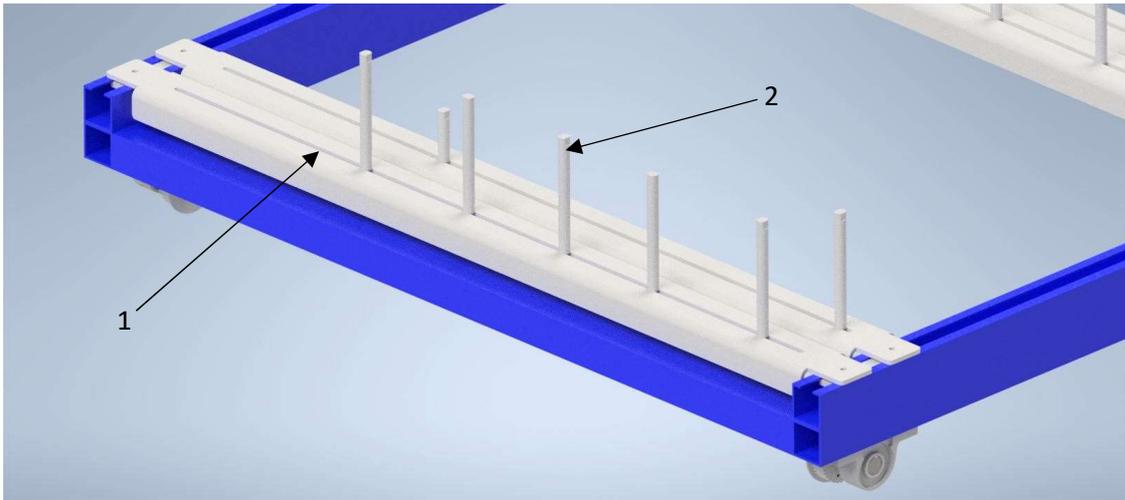


Ilustración 26. Apoyo patines.

Una vez posicionadas las barras a las distancias deseadas para definir lo que sería la anchura del palet, se colocan los patines y el reto de listones del pallet para el grapado y la retirada del palet, estos últimos dos procesos pertenecen a otras fases de la máquina que no se van a estudiar en este proyecto como ya se había mencionado. En la siguiente imagen se puede observar la mesa 2 con el palet ya completo:

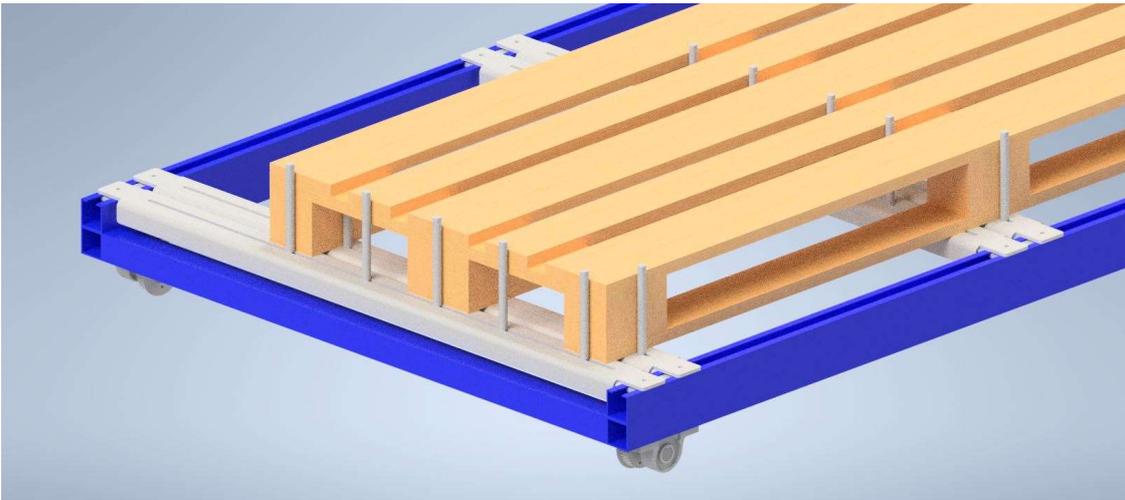


Ilustración 27. Mesa 2 con el palet entero.

Por último, se mostrará en la siguiente imagen, el sistema motriz de las dos mesas. Consiste en dos ejes (1) con ruedas dentadas (2) sujetas a las estructuras de las mesas mediante soportes de rodamientos (3) y movida por un motor con un reductor (4).

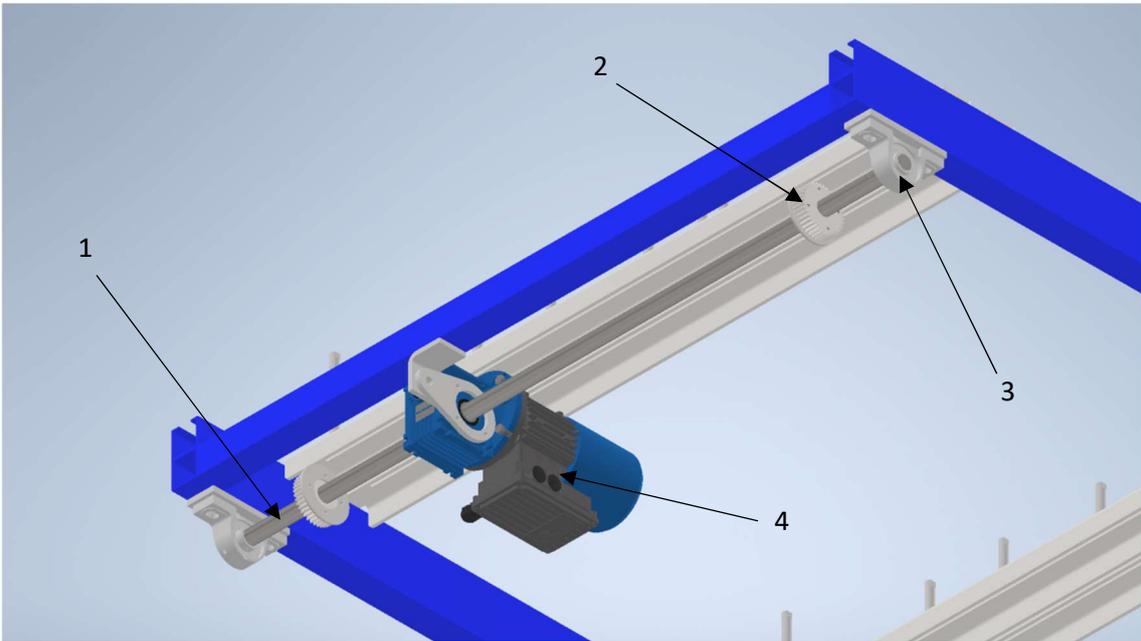


Ilustración 28. Sistema motriz.

7.3. DISEMSIONES GENERALES

El chasis tiene aproximadamente 12 metros de largos, lo que permite que pueda haber dos mesas correderas de 3,8 metros cada una. Según el cliente en su almacén dispone del espacio suficiente para que sin problemas la máquina. Las medidas aproximadas se pueden ver en la siguiente imagen.

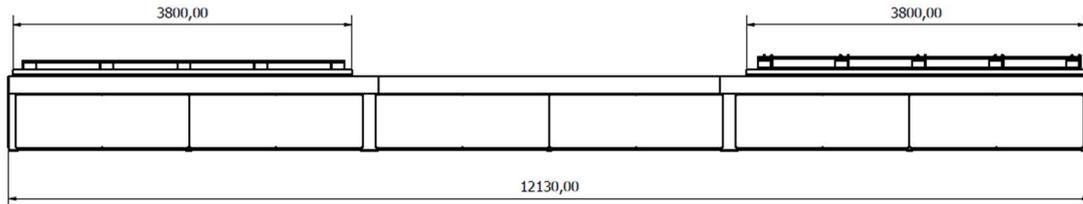


Ilustración 29. Longitud total de la mesa.

En cuanto a la anchura el conjunto tiene una anchura de 1,3 metros y una altura mínima de 0,92 metros, la cual se puede aumentar gracias a los pies roscados regulables. Las medidas aproximadas se pueden ver en la siguiente imagen.

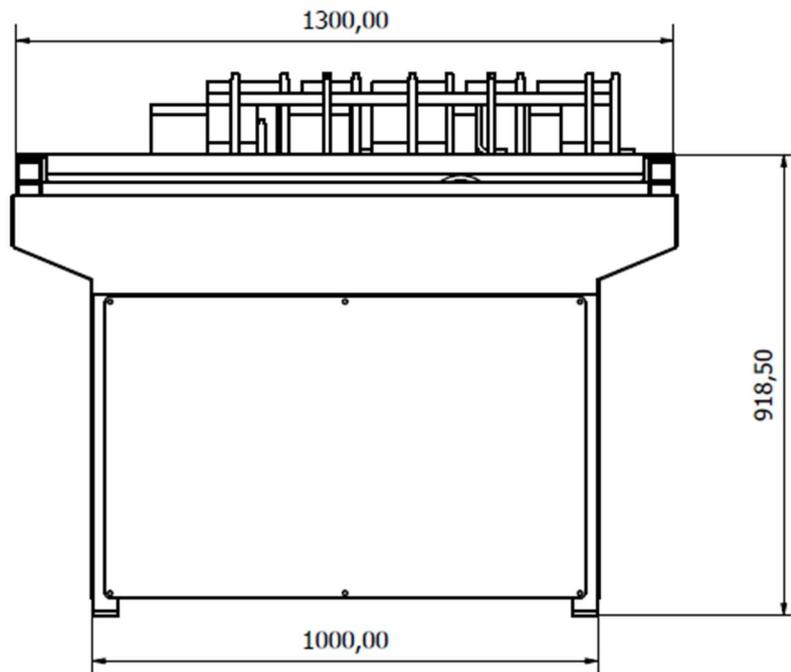


Ilustración 30. anchura y altura de la mesa.

Se pueden consultar las medidas exactas tanto del conjunto como de todas las piezas en los "PLANOS".

7.4. ESTUDIO MECÁNICO

Con el finde poder dimensionar adecuadamente todos los componentes, se realizan los cálculos mecánicos necesarios para todos los componentes puedan soporten los esfuerzos a los que se van ven sometidos.

Para evitar el estudio de todos los componentes, se han realizado los cálculos de los esfuerzos a la parte más crítica, siendo esta la estructura en la que van montados el resto de los elementos. Por lo que se han estudiado los siguientes aspectos mecánicos:

- Fallo por fluencia.
- La rigidez del conjunto.
- Cálculo de la potencia del motor eléctrico.

Cabe destacar, que los cálculos han sido comparados con los resultados obtenidos mediante la simulación en un en trono 3D en el software Autodesk Inventor.

Como conclusión, y viendo los resultados de los cálculos se puede afirmar que la estructura soportará perfectamente todos los esfuerzos a los que se verá sometida.

En cuanto a la elección del motor eléctrico, con los resultados obtenido en el "ANEXO 3: Estudio mecánico", se ha procedido a la selección del motor dentro del catálogo de MOTOVARIO.

Resultados obtenidos:

- $P_{motor} > 97,1 W + P_{perdidas}$

Con esta condición el motor y reductor adecuados para el óptimo funcionamiento son el motor de 1,8 kW y un reductor NMRV040. Tal y como se puede observar en la siguiente imagen.

0,18 kW

n2 [rpm]	M2 [Nm]	fs	l	Reductor	Tamaño Motor	Polos	Fr2 [N]
377,0	4	3,2	7,50	NMRV030	63A	2	542
283,0	5	2,5	10,00	NMRV030	63A	2	597
272,0	6	3,5	5,00	NMRV030	63B	4	597
189,0	8	1,7	15,00	NMRV030	63A	2	683
189,0	8	4,0	15,00	NMRV040	63A	2	1315
181,0	8	2,4	7,50	NMRV030	63B	4	683
141,5	10	1,2	20,00	NMRV030	63A	2	752
141,5	10	2,8	20,00	NMRV040	63A	2	1447
136,0	11	1,8	10,00	NMRV030	63B	4	752
120,0	12	3,8	7,50	NMRV040	71A	6	1524
113,2	12	1,4	25,00	NMRV030	63A	2	810
113,2	12	2,3	25,00	NMRV040	63A	2	1559
94,0	13	1,1	30,00	NMRV030	63A	2	861

Ilustración 31. Catalogo MOTOVARIO.

7.5. ESTUDIO ERGONÓMICO

El objetivo del estudio ergonómico es diseñar un espacio de trabajo cómodo para el operario. Para ello, se han considerado tres dimensiones, la altura de la mesa (A), la profundidad de la mesa (B) y el espacio para los pies (C).

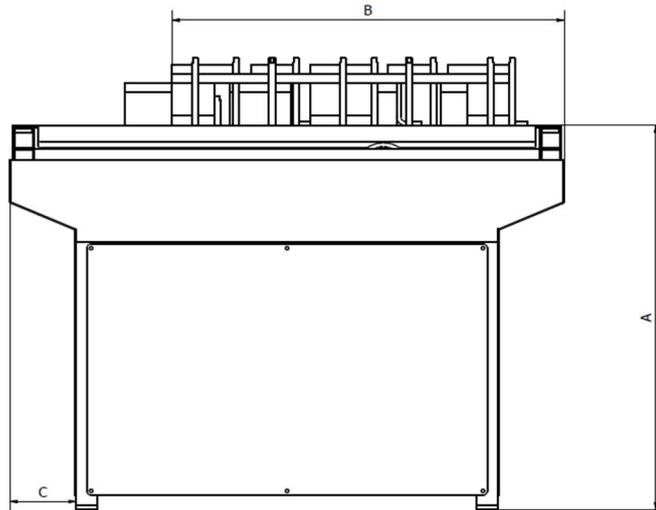


Ilustración 32. Dimensiones E. Ergonómico.

El completo desarrollo del estudio y los cálculos necesarios se pueden consultar en el "ANEXO 1. ESTUDIO ERGONÓMICO".

7.6. PROCESOS DE FABRICACIÓN

Para llevar a cabo el proyecto es necesario haber especificado los procesos de fabricación de todos y cada uno de los componentes. Todos los procesos de fabricación se indican en la siguiente tabla:

Pieza	Proceso
Tubo rectangular estructural de sección 100x50x3 y de longitud 4050mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Tubo rectangular estructural de sección 100x50x3 y de longitud 700mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3850mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 550mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Pletina de 650x50 de 10mm de espesor.	Corte por láser y galvanizado.
Pletina de 100x50 de 10mm de espesor.	Corte por láser y galvanizado.
Pletina de 60x50 de 10mm de espesor.	Corte por láser y galvanizado.
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 860mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Pletina con pestaña de 650x50 de 10mm de espesor.	corte por láser y doblado.
Chapa rectangular de 1950x600 de 3mm de grosor.	Corte mediante sierra y pintado.
Chapa rectangular de 950x600 de 3mm de grosor.	Corte mediante sierra y pintado.
Chapa doblada de 4000mm de longitud.	Corte por láser, doblado y pintado.
Chapa con pestañas de 1300 de longitud.	Corte mediante sierra y pintado.
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3800mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 1200mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Tubo abierto estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3800mm.	Corte mediante sierra y pintado.
Pletina de 145x50 de 10mm de espesor.	Corte por láser y galvanizado.
Eje motriz de Ø19mm y de longitud 1280mm.	Torneado y galvanizado.
Pletina en Angulo.	Corte por láser, doblado y galvanizado.
Anti-giro motor.	Corte por láser y galvanizado.
Chapa doblada galvanizada de longitud 1300mm y de espesor 10mm.	Corte por láser, doblado y galvanizado.

Brida galvanizada de chapa de 140x40 y de 10mm de espesor.	Corte por láser y galvanizado.
Barra galvanizada de Ø15mm y de longitud 160mm.	Corte mediante sierra y galvanizado.
Barra galvanizada de Ø15mm y de longitud 70mm.	Corte mediante sierra y galvanizado.
Chapa doblada galvanizada de longitud 1300mm y de espesor 10mm con agujeros roscados.	Corte por láser, doblado y galvanizado.
Chapa doblada galvanizada de 100mm de altura y de 10mm de espesor.	Corte por láser, doblado y galvanizado.
Pletina galvanizada de 75x30mm y de 5 mm de espesor.	Corte por láser y galvanizado.

Tabla 6. Procesos de fabricación.

Para obtener información más detallada sobre los procesos de fabricación ir al "VOLUMEN 4: Pliego de condiciones".

7.7. MONTAJE

En cuanto al montaje, se ha dividido en tres partes. Por un lado, el montaje del chasis y por otro el montaje de las mesas y por último la posición de las mesas sobre el chasis.

Ensamblaje del chasis:

1. Unir los laterales del sub-chasis con la estructura de unión de los laterales con tres tornillos en cada unión.
2. Unión los tres sub-chasis en línea con dos tornillos entre cada unión.
3. Atornillado de los pies roscados regulables.
4. Atornillas las barras dentadas al chasis.

Ensamblaje de la mesa 1:

5. Colocar las chavetas en el eje.
6. Atornillar el anti-giro del motor en el lateral del reductor.
7. Introducir el reductor unido al motor en el eje.
8. Colocar las ruedas dentadas en el eje.
9. Insertar los soportes de rodamientos en el eje.
10. Atornillar los soportes de rodamientos con el eje, el motor y los piños en la estructura.
11. Fijar mediante un tornillo el anti-giro del motor para que se quede fijo.
12. Colocar el otro eje del mismo procedimiento que el primero, pero sin el motor.
13. Una vez esta lista la estructura, se colocan los soportes de los tacos atornillados mediante una brida en el tubo abierto.
14. Atornillas las pletinas en ángulo en los soportes de los tacos.
15. Atornillar la pletina regulable en el lateral del ángulo.

Ensamblaje mesa 2:

16. Colocar las chavetas en el eje.

17. Atornillar el anti-giro del motor en el lateral del reductor.
18. Introducir el reductor unido al motor en el eje.
19. Colocar las ruedas dentadas en el eje.
20. Insertar los soportes de rodamientos en el eje.
21. Atornillar los soportes de rodamientos con el eje, el motor y los piños en la estructura.
22. Fijar mediante un tornillo el anti-giro del motor para que se quede fijo.
23. Colocar el otro eje del mismo procedimiento que el primero, pero sin el motor.
24. Una vez esta lista la estructura, se colocan los soportes de los patines atornillados mediante una brida en el tubo abierto.
25. Se atornillan las barras por un extremo a los soportes de los patines.

Colocación de las mesas sobre el chasis y el resto de los elementos:

26. Colocar las dos mesas sobre el chasis y que las ruedas dentadas estén alineadas con las barras dentadas.
27. Por último, colocar las chapas protectoras en el chasis.

Siguiendo estos pasos se consigue el montaje de todo el conjunto. Para más detalle del ensamblaje ir al "*VOLUMEN 4: Pliego de condiciones*".

7.8. MATERIALES

Para la elaboración de la mesa se han empleado aceros muy comunes en la industria, lo cual facilita mucho su obtención y su procesado. Además, las propiedades mecánicas de estos aceros son adecuadas para soportar los esfuerzos generados por el funcionamiento de la mesa.

Materiales	Piezas
Acero D11	<ul style="list-style-type: none">- Apoyos de los tacos- Apoyos de los patines- Pletinas- Chapas protectoras
Acero S235JR	<ul style="list-style-type: none">- Tubos normalizados del chasis- Tubos normalizados de las estructuras de las mesas- Pletinas soldadas- Bridas
Acero S275JR	<ul style="list-style-type: none">- Los ejes motrices

Tabla 7. Materiales.

Para más información sobre las características concretas de sobre las propiedades mecánicas y la composición química de los materiales se puede consultar en el "[PLIEGO DE CONDICIONES: Materiales seleccionados](#)".

7.9. RENDERIZADO Y AMBIENTACIONES



Ilustración 33. Ambientación con operario.

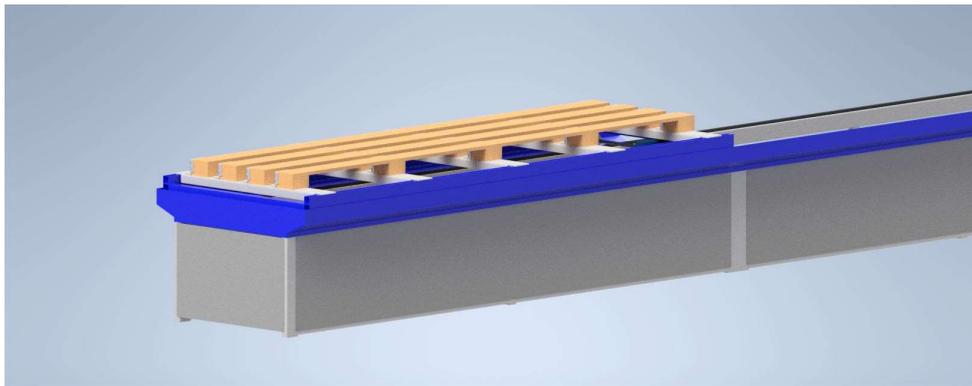


Ilustración 34. Render Mesa1.

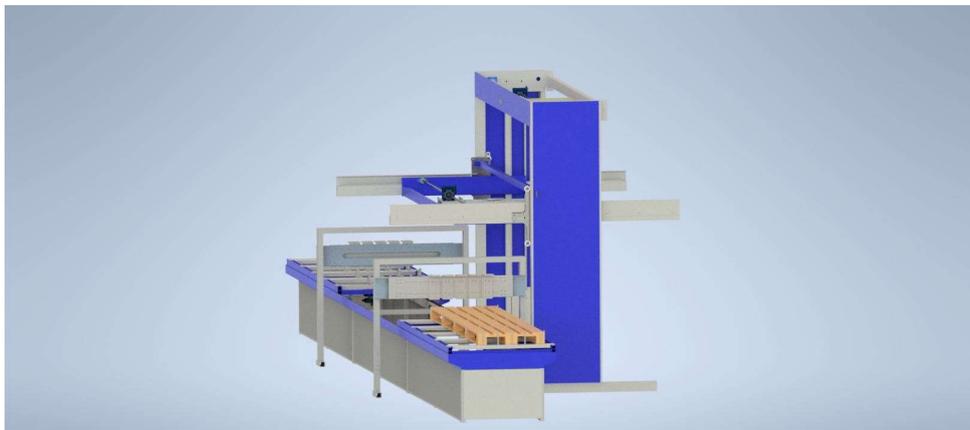


Ilustración 35. Render Maquina.

ANEXOS

VOLUMEN 2 - ANEXOS

1. ESTUDIO ERGONÓMICO	
1.1. INTRODUCCIÓN	58
1.2. ALTURA DE LA MESA	58
1.3. PROFUNDIDAD DE LA MESA	58
2. ESTUDIO MECÁNICO	
3.1. CÁLCULO ESTRUCTURAL	60
3.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR DE LAS MESAS	64

1. ESTUDIO ERGONÓMICO

1.1. INTRODUCCIÓN

Se estima que el 30% de los trabajadores en la Unión europea están a dolores o cansancio durante la jornada laboral afectados por malas posturas durante las tareas que realizan y que aproximadamente la mitad de los trabajadores tienen que realizar tareas repetitivas y de poca duración, las cuales mayoritariamente provocan dolores y cansancio.

El objetivo de este estudio es reducir estos efectos negativos optimizando el diseño, para que los operarios trabajen de forma segura y que no tengan que hacer esfuerzos en posturas que no favorezcan al movimiento natural.

Para los cálculos se van a emplear las tablas antropométricas ya que sus datos corresponden con las medidas de la población española.

1.2. ALTURA DE LA MESA

Para determinar la altura y el espacio para los pies óptimos de la mesa se ha consultado la normativa UNE-EN ISO 14738_1010 (Antropometría puestos trabajo) en la tabla 8 “Postura de pie, alturas de trabajo y requisitos de espacio libre para los pies”.

Para la altura se ha escogido la “Altura de trabajo para tareas con requerimientos visuales o de precisión medios” tomando la dimensión mínima que es de 960mm y donde el espacio de los pies recomendado es de 210mm.

1.3. PROFUNDIDAD DE LA MESA

Sabiendo que el punto extremo de un Europalet colocado en la mesa modular es de $D=930$ mm, por lo que el objetivo es confirmar si la altura de la mesa determinada en el anterior punto puede asegurar que un alto porcentaje de operarios alcanza el extremo del palet para colocar todos los componentes de este, estirando del todo el brazo y son necesidad de inclinar el tronco más de 40° .

Por tanto, consiste en un criterio de *ajustes bilaterales* por lo que se va a comprobar si el percentil x_5 en mujeres adultas ya que es el que más dificultades suele tener en los alcances hacia delante.

Para saber las dimensiones necesarias, se consulta la tabla antropométrica de la población española entre las edades de 19 a 65 años. Se toman las dimensiones de la altura del suelo a la cadera (AC), altura de los hombros (AH), longitud del hombro-agarre (LHA) y la longitud de la mano (LM).

Siguiendo la cadena esquelética vemos que las dimensiones necesarias finales son:

- La altura al suelo del suelo a la cadera, *Altura de la cadera (AC)*.
- La longitud de la cadera al hombro (LCH). Para conseguir dicha altura se aplica la resta entre las dimensiones *Altura de los hombros (AH)* y *Altura de la cadera (AC)*.
- La longitud hombro-yema de los dedos (LHD). Para ello se ha emplea la *Longitud hombro-agarre (LHA)* y *Longitud de la mano (LM)*. Para compensar la diferencia de la longitud del puño cerrado solo se aplica el 60% de (LM): $(LHD) = LHA + 0.6*LM$.
- Como corrección se considera el calzado (30 mm) que se suma únicamente a la dimensión AC.

	AC	AH	LCH = AH - AC	LHA	LM	LHD = LHA + 0.6*LM
X5 MUJERES	748	1227	479	555	159	650

Tabla 8. Datos antropométricos.

Para finalizar se realiza una corrección por postura por medio de una relación trigonométrica que ligue las dimensiones. Teniendo en cuenta que la D son 930 mm, la relación es la siguiente:

$$H = AC + calzado + LCH \times \cos 40^\circ - \sqrt{LHD^2 - (D - LCH \times \sin 40^\circ)^2}$$

Sustituyendo en la fórmula los datos obtenidos:

$$H = 748 + 30 + 479 \times \cos 40^\circ - \sqrt{650^2 - (930 - 479 \times \sin 40^\circ)^2}$$

$$C_{\text{X5 MUJERES para}} = 956 \text{ mm}$$

Por lo que la dimensión coincide aproximadamente con el valor obtenido en el anterior apartado que es de 960mm.

3. ESTUDIO MECÁNICO

En este apartado se van a realizar los cálculos necesarios para dimensionar adecuadamente de los componentes del proyecto, con el objetivo de que soporten los esfuerzos a los que se van ven sometidos.

Se van a realizar, por un lado, el estudio de tensiones y de deformaciones en el chasis y por otro se va a realizar los cálculos para la elección del motor y el reductor adecuados para las mesas.

3.1. CALCULO ESTRUCTURAL

El cálculo estructural se va a realizar sobre el chasis, sobre la cual se mueven los carros (mesas). Como el chasis está compuesto de tres estructuras iguales se va a estudiar solamente una.

El objetivo es evaluar la resistencia de chasis, determinando su estado tensional durante el funcionamiento, por lo que se va a aplicar un criterio de resistencia teniendo en cuenta las propiedades del material empleado (Acero S235JR) y el tipo de carga, en este caso es una carga móvil. En total se van a evaluar dos aspectos mecánicos:

- Fallo por fluencia.
- Rigidez.

En los cálculos estructurales también se suele estudiar el pandeo, pero en este caso como la estructura estudiada no cuenta con elementos esbeltos no se ha visto necesario.

Por último, cabe destacar que como durante el grado no hemos visto el cálculo de los estados tensionales en elementos móviles se ha procedido a hacer los cálculos mediante un software (Autodesk Inventor).

a) Fallo por fluencia:

El criterio de Tresca o de la máxima tensión tangencial establece que el fallo del material por fluencia se produce cuando, para un estado tensional determinado, la tensión tangencial máxima supera la tensión tangencial del ensayo a tracción.

El criterio de Tresca puede verse como una forma de obtener una tensión equivalente (σ_{eq}), para compararla con la tensión admisible.

En este caso se ha tomado como tensión admisible: $\sigma_{adm} = S_y$

Pero ante la incertidumbre existente, sobre el valor exacto de las cargas y de la resistencia del material, se utilizan coeficientes de seguridad. En este caso se emplea el enfoque de minoración de la resistencia, donde el límite elástico o de fluencia (S_y) se reduce, dividiéndose por un coeficiente de seguridad $n_s \geq 1$.

Se sabe que para que el acero tenga vida infinita el módulo de seguridad tiene que ser igual o mayor que 2, $n_s \geq 2$.

La tensión admisible será: $\sigma_{adm} = \frac{S_y}{n_s}$

De esta manera la relación para que no se reproduzca el fallo será:

$$\sigma_{eq} \leq \sigma_{adm} = \frac{S_y}{n_s}$$

Una vez teniendo todos los datos y formulas necesarias se ha procedido a realizar el ensayo en el Inventor:

Datos:

- Módulo elástico del material = 210 MPa
- Masa total de la mesa = 320,48 kg
- Módulo de seguridad, $n_s = 2$

Se han seleccionado cuatro puntos de carga simulando los apoyos de la mesa sobre la estructura, repartiendo la carga entre los cuatro puntos:

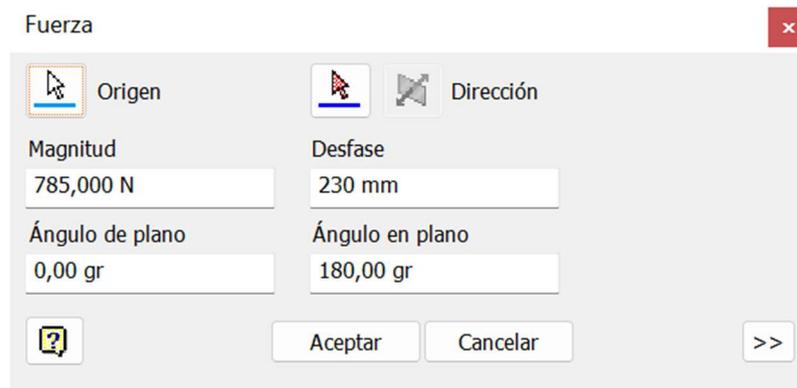


Ilustración 36. Datos introducidos en la simulación.

Viendo los resultados de la simulación vemos que:

$$\sigma_{eq} \ll 105 \text{ MPa} = \frac{210}{2}$$

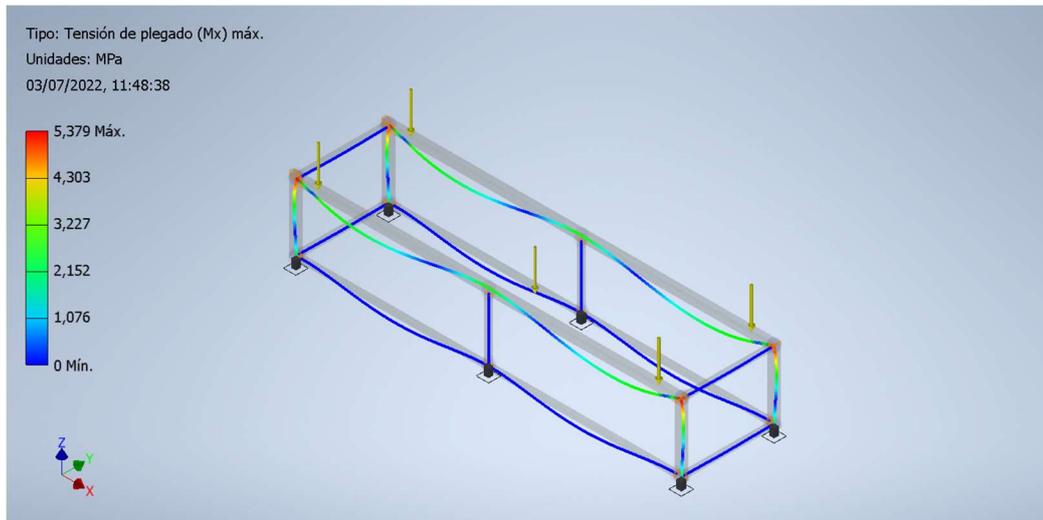


Ilustración 37. Simulación de la tensión.

Por lo tanto, podemos asegurar que la estructura aguantará perfectamente los esfuerzos a los que se verá sometida.

b) Rigidez:

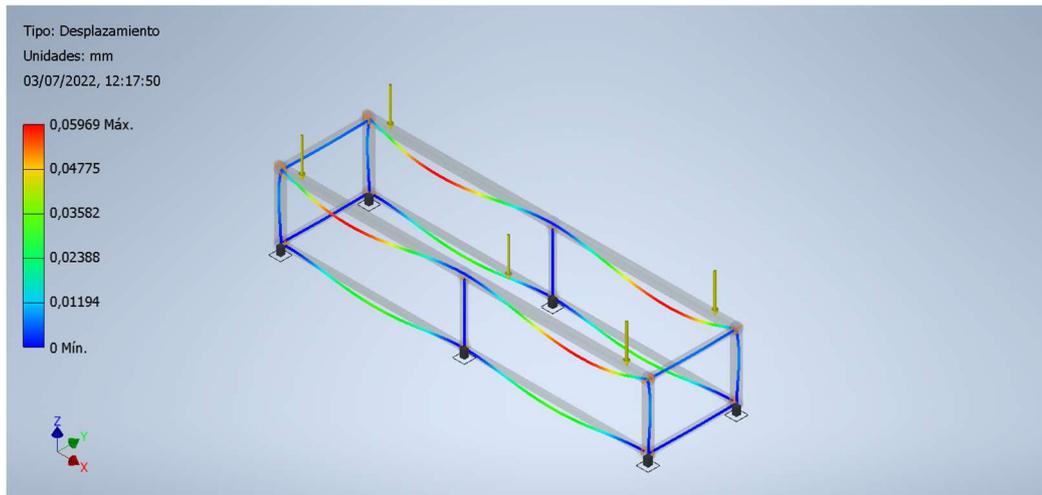
En cuanto a la rigidez, se sabe que la deformación máxima admisible es la siguiente:

$$\lambda = \frac{L}{500 \text{ mm}}$$

Para este caso se ha analizado el tubo rectangular posicionado e manera horizontal, por donde se desplazan las mesas, en el cual la longitud máxima sin apoyo es de 2000mm.

Realizando la simulación se puede ver que la deformación máxima es de 0,05969mm. Aplicando la formula mencionada anteriormente se para comparar la deformación teórica con la del ensayo se puede ver que:

$$\lambda = \frac{2000}{500} = 4 \text{ mm} \gg 0,05969 \text{ mm}$$



Ilustración 38. Simulación de la deformación.

Por lo tanto, la deformación obtenida mediante el ensayo es casi nula en comparación con la deformación teórica admisible.

3.2. CÁLCULO DE LA POTENCIA DEL MOTOR DE LAS MESAS

El tiempo deseado para el desplazamiento de las mesas por el chasis es de 6 segundos. La carrera horizontal de cada mesa es de 3890 milímetros, especificado por el criterio del diseñador.

Partiendo de estos datos se representa un esquema que representa los distintos movimientos que dan lugar al desplazamiento de avance.

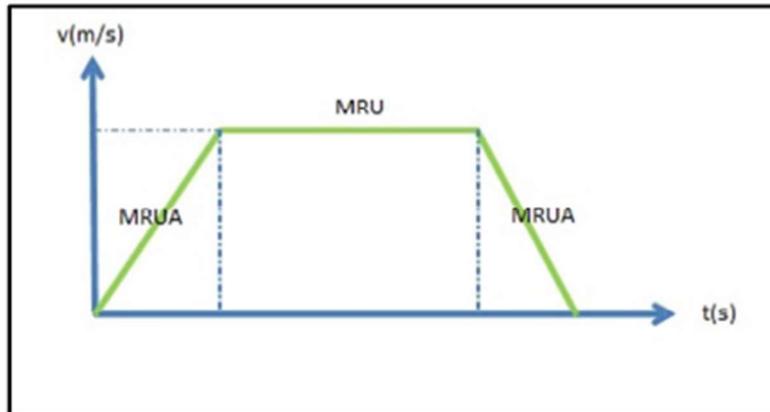


Ilustración 39. Esquema movimientos mesas.

Primero se calcula la velocidad v_1

Tramo 1: MRUA (Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado)

Cálculo de la aceleración y la distancia recorrida en este tramo:

$$v_1 = v_0 + a \times (t_1 - t_0) = a \times 1 \rightarrow a = \frac{v_1}{1}$$

$$s_1 = v_0 \times (t_1 - t_0) + \frac{1}{2} \times a \times (t_1 - t_0)^2 = \frac{1}{2} \times \frac{v_1}{1} \times 1^2 = 0,5 \times v_1$$

Tramo 2: MRU (Movimiento rectilíneo uniforme)

Cálculo de la distancia recorrida en este tramo:

$$s_2 = v_1 \times (t_2 - t_1) = v_1 \times (5 - 1) = 4 \times v_1$$

Tramo 3: MRUA (Movimiento rectilíneo uniformemente decelerado)

Cálculo de la aceleración y la distancia recorrida en este tramo:

$$v_2 = v_1 + a \times (t_3 - t_2) \rightarrow 0 = v_1 + a \times 1 \rightarrow a = \frac{v_1}{1}$$

$$s_1 = v_1 \times (t_3 - t_2) + \frac{1}{2} \times a \times (t_3 - t_2)^2 = v_1 \times \frac{1}{2} \times \frac{v_1}{1} \times 1^2 = 0,5 \times v_1$$

Conocida la carrera horizontal de la mesa,

$$s_1 + s_1 + s_1 = 0,5 \times v_1 + 4 \times v_1 + 1 \times v_1 = 3,890 \text{ m} \rightarrow = \frac{3,890}{5} = 0,778 \text{ m/s}$$

Para poder calcular la potencia y la energía requerida, se tiene que calcular la masa total a desplazar.

$$m_{total} = m_{mesa} + m_{palet} = 245,48 + 75 = 320,48 \text{ kg}$$

Cálculo de la energía y potencia requerida, como se sabe que el tramo de mayor requerimiento de potencia es el primer tramo ya que es el de aceleración, por lo que se ha calculado solo este:

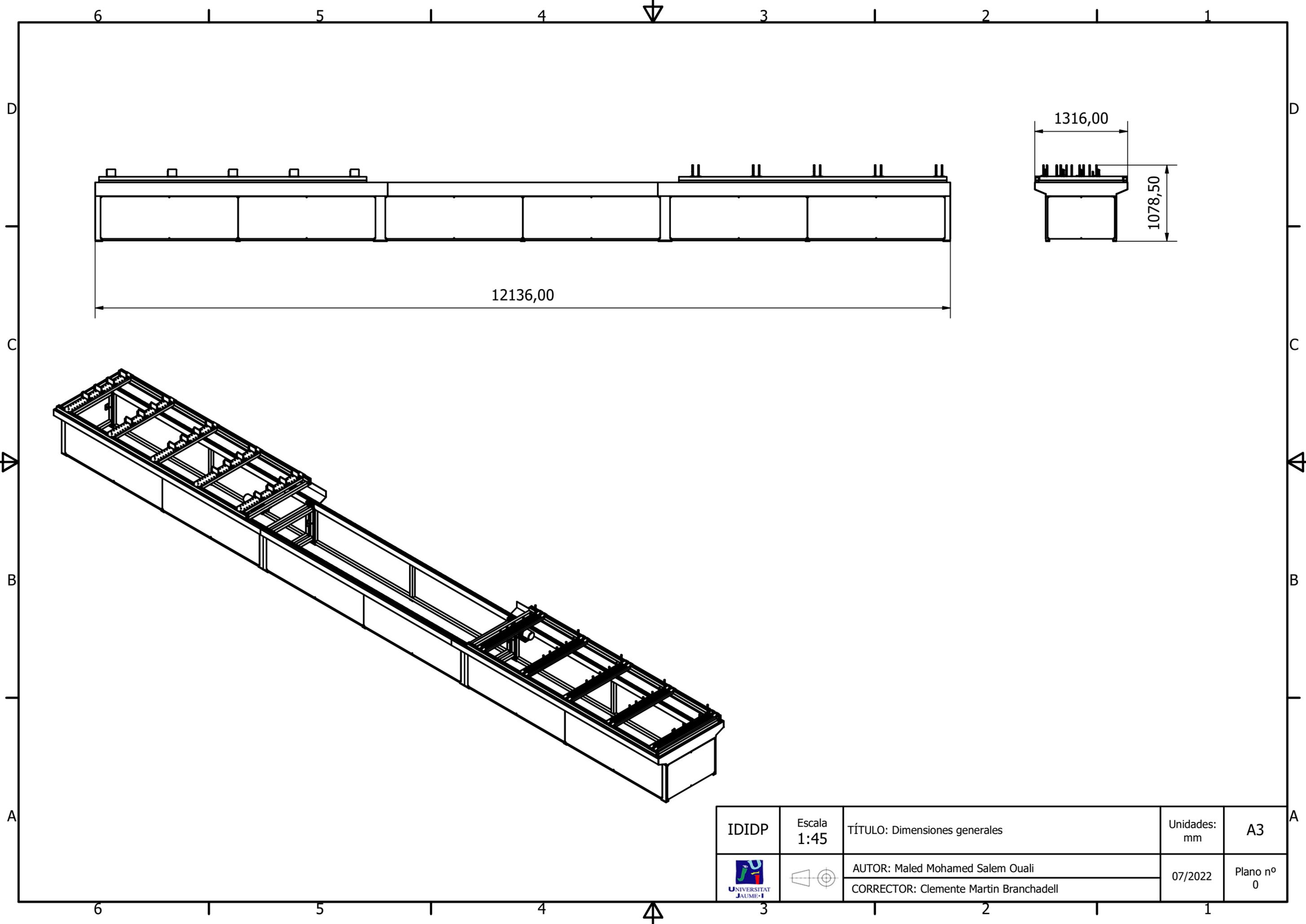
$$E_T = E_{cinética} = \frac{1}{2} \times m \times (v_f - v_0)^2 = \frac{1}{2} \times 320,48 \times 0,778^2 = 97,1 \text{ J}$$

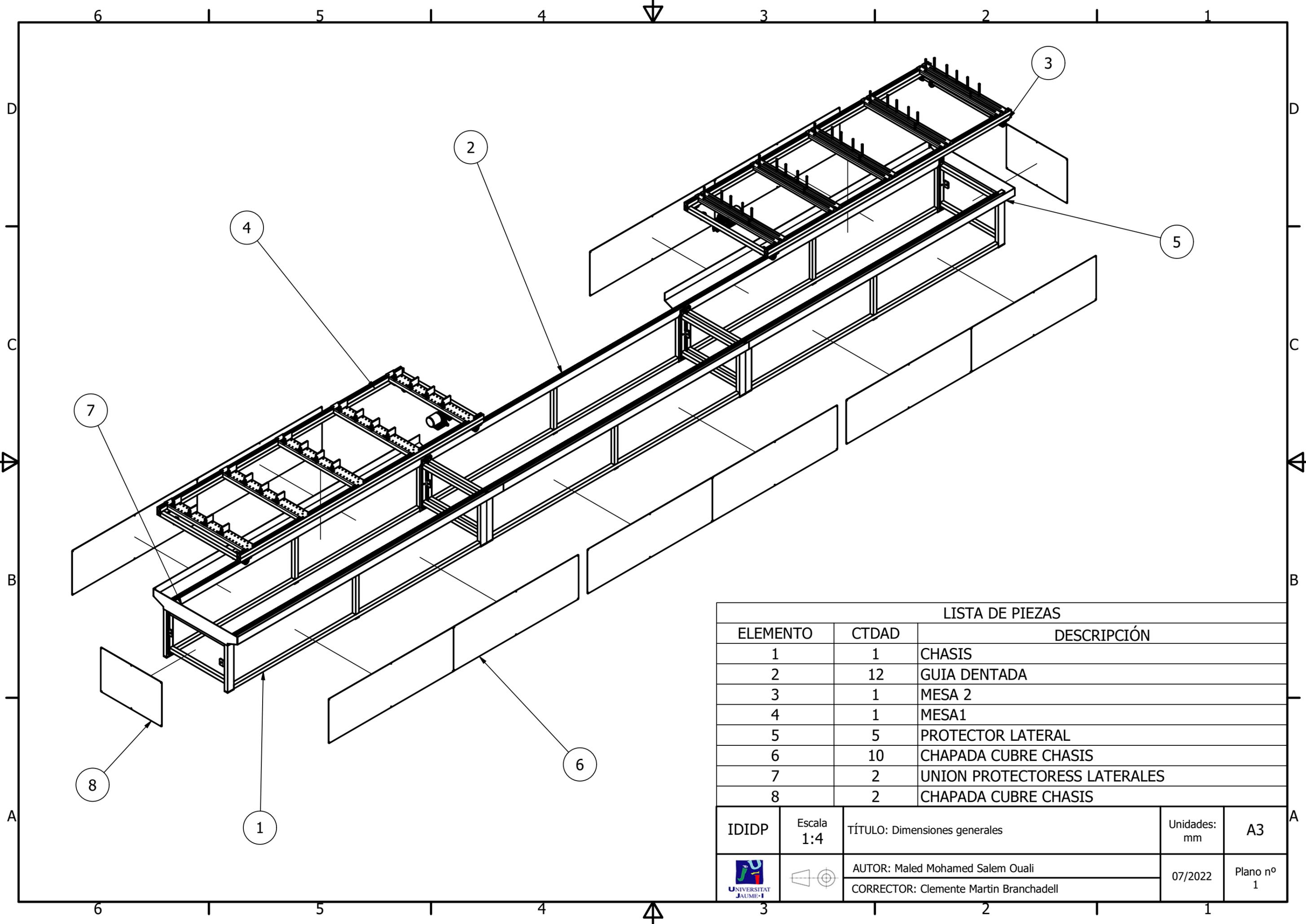
$$E = P \times t \rightarrow P = \frac{E_T}{t} = \frac{97,1}{1} = 97,1 \text{ W}$$

Como conclusión, el motor debe tener una potencia mayor a la calculada contando con las pérdidas mecánicas.

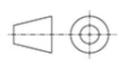
$$P_{motor} > 97,1 \text{ W} + P_{perdidas}$$

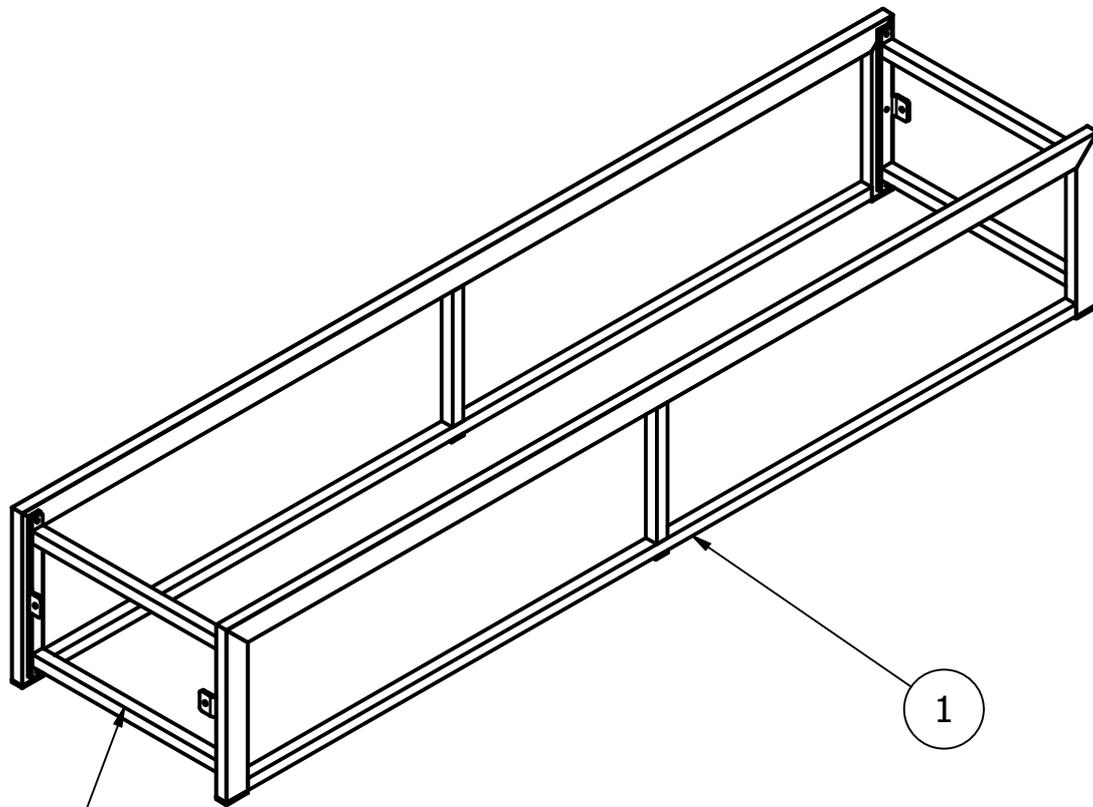
PLANOS





LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	CHASIS
2	12	GUIA DENTADA
3	1	MESA 2
4	1	MESA1
5	5	PROTECTOR LATERAL
6	10	CHAPADA CUBRE CHASIS
7	2	UNION PROTECTORESS LATERALES
8	2	CHAPADA CUBRE CHASIS

IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: Dimensiones generales	Unidades: mm	A3
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 1
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

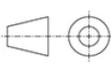


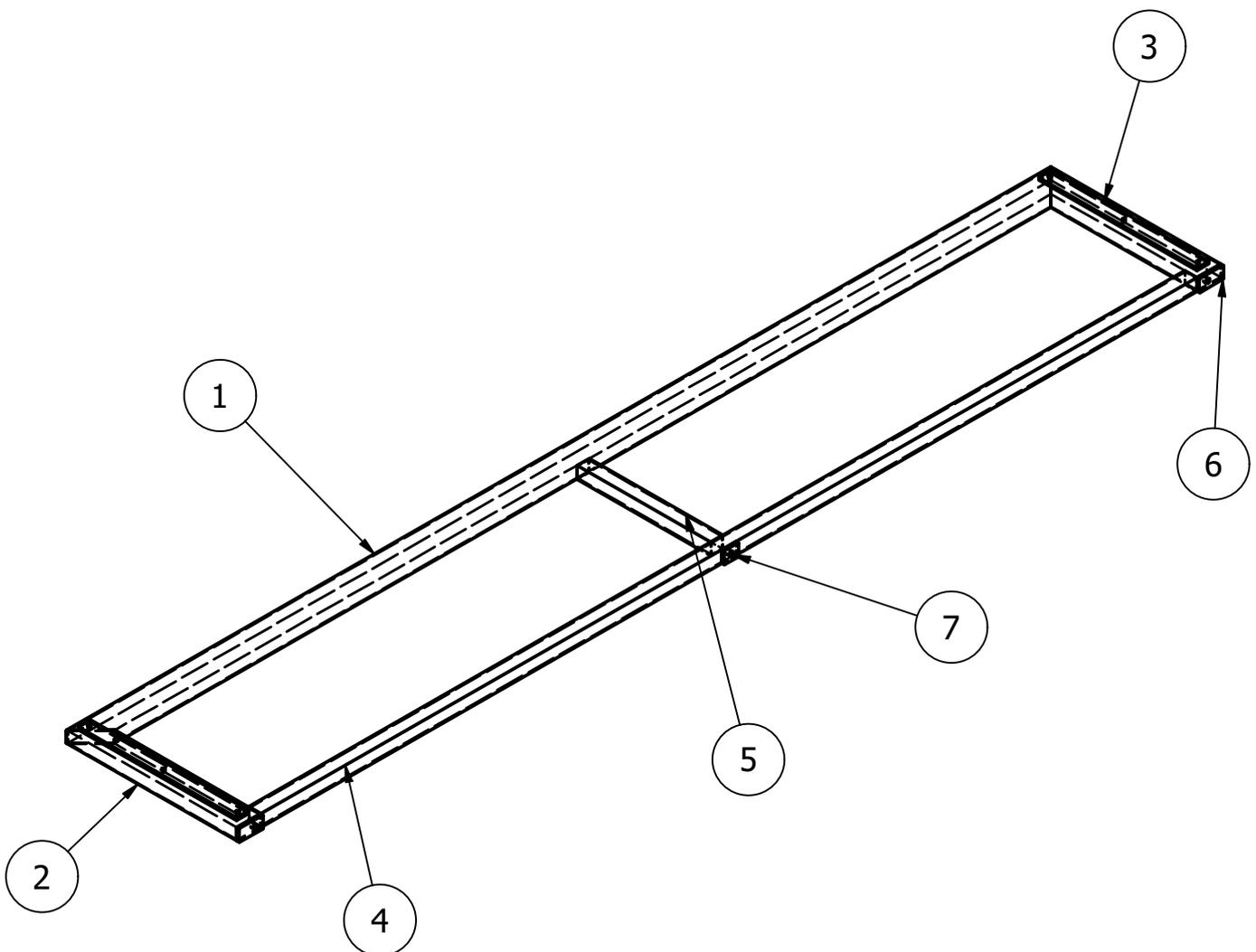
2

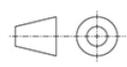
1

LISTA DE PIEZAS

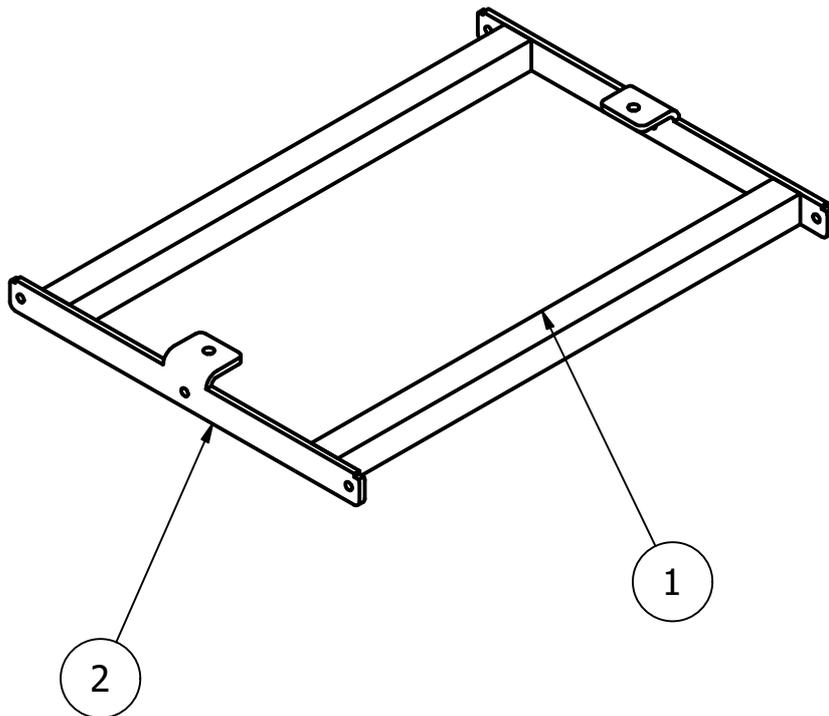
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	2	MARCOS LATERALES
2	2	UNION DE LOS MARCOS LATERALES

IDIDP	Escala 1:15	TÍTULO: Sub-chasis	Unidades: mm	A3
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 2
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

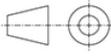


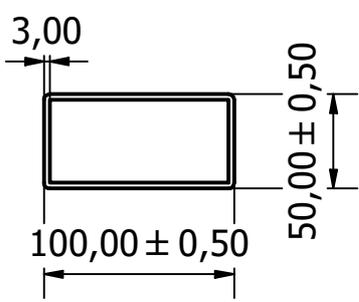
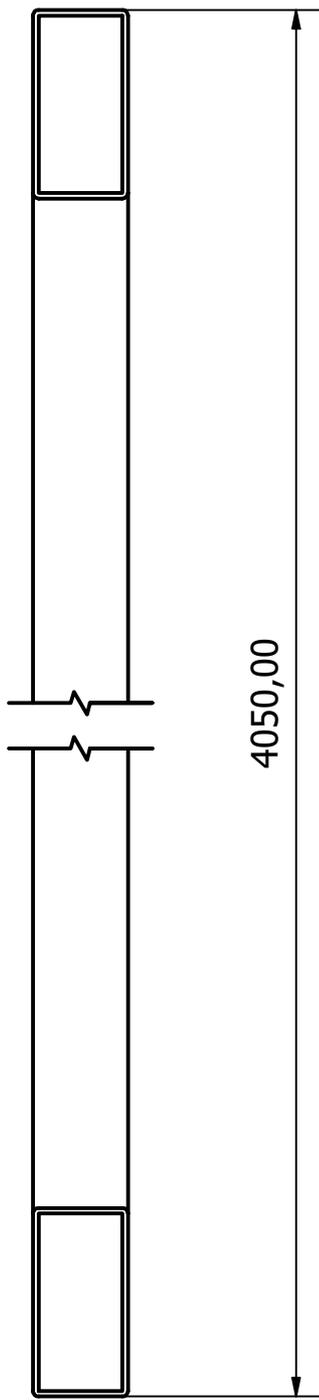
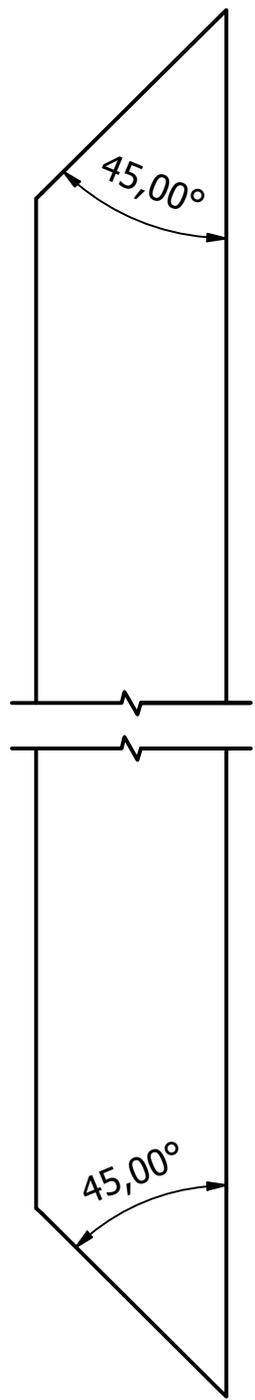
LISTA DE PIEZAS				
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	
1	1	TUBO 50x100x3 L=4050	S235JR	
2	2	TUBO 50x100x3 L=700	S235JR	
3	2	Placa union 650x50. Láser 10mm.	S235JR	
4	1	TUBO 50x50x3 L=3850	S235JR	
5	1	TUBO 50x50x3 L=550	S235JR	
6	2	Placa pie roscado 60x50. Láser 10mm	S235JR	
7	1	Placa pie roscado 60x50. Láser 10mm	S235JR	
IDIDP	Escala 1:20	TÍTULO: Cudro Sub-chasis	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 3
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

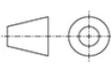


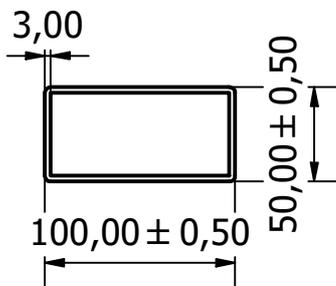
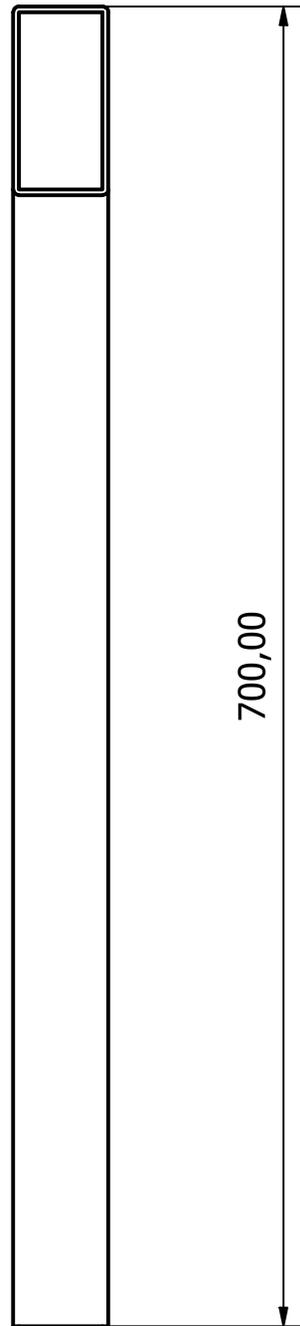
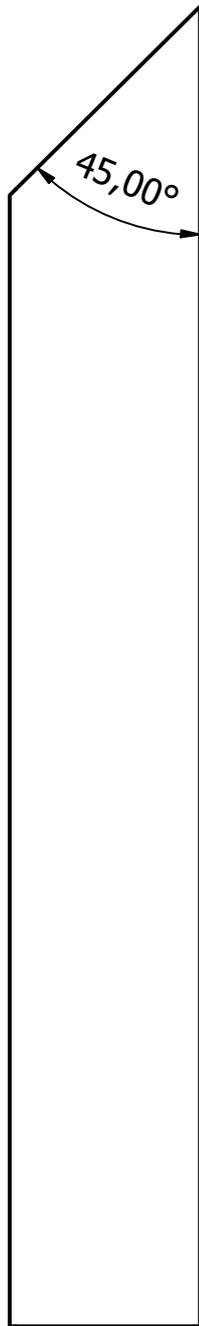


LISTA DE PIEZAS

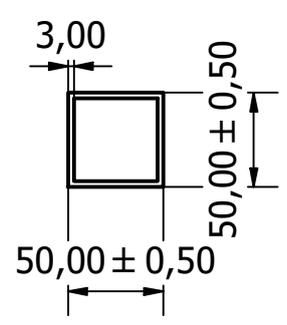
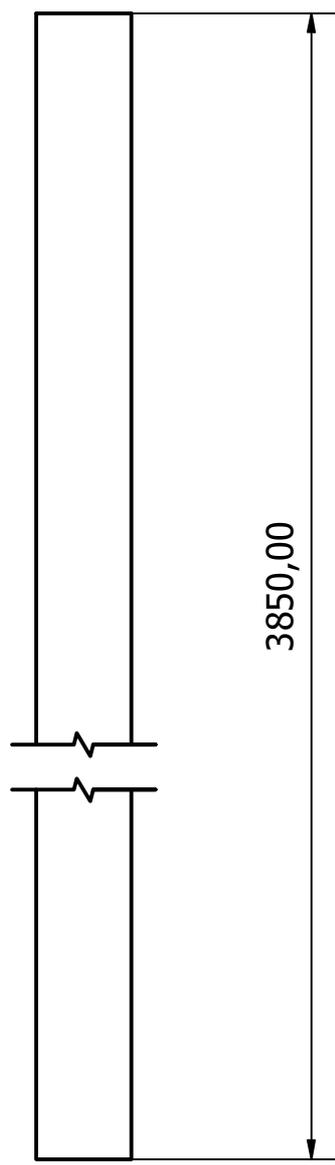
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	
1	2	TUBO 50x50x3 L=860	S235JR	
2	2	Placa union con pestaña	S235JR	
IDIDP	Escala 1:10	TÍTULO: Union marcos laterales sub-chasis	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 4
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

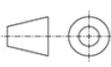


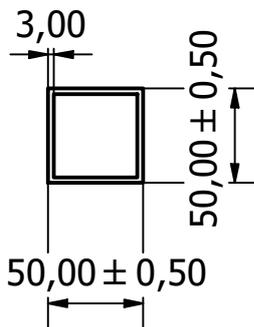
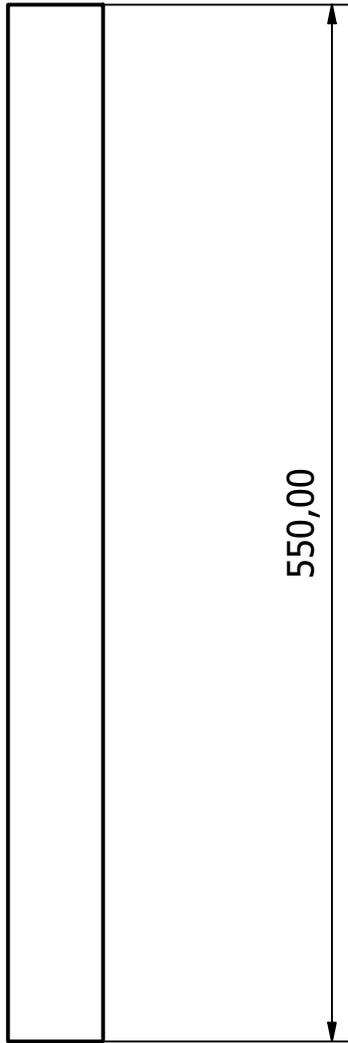
IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: Tubo sección rectangular	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 5



IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: Tubo sección rectangular	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 6

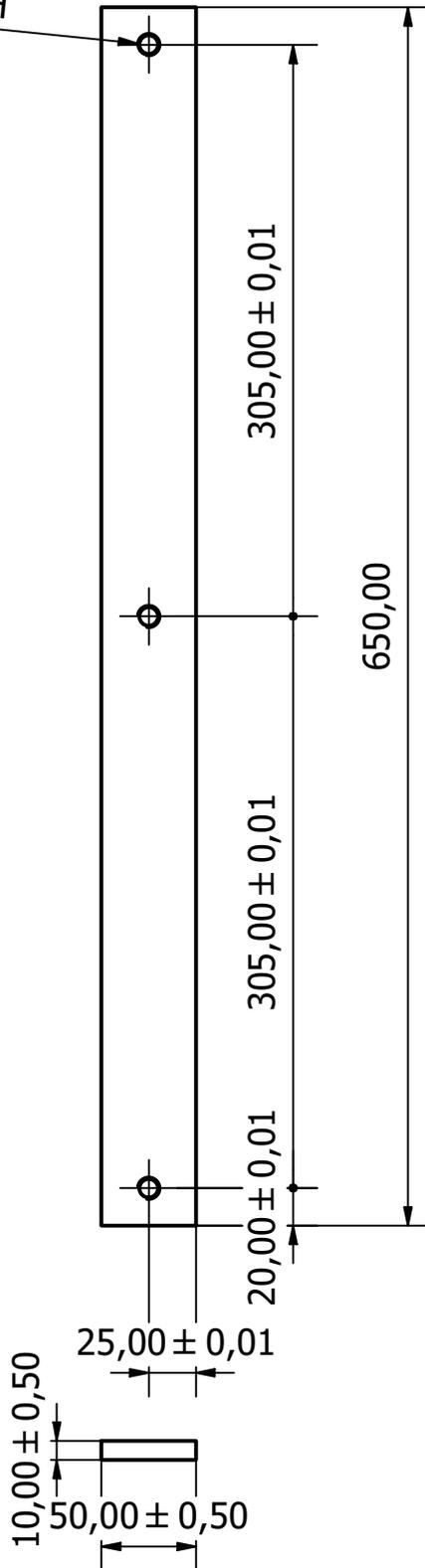


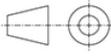
IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: Tubo sección cuadrada	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 7

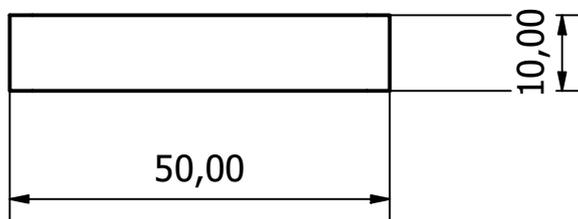
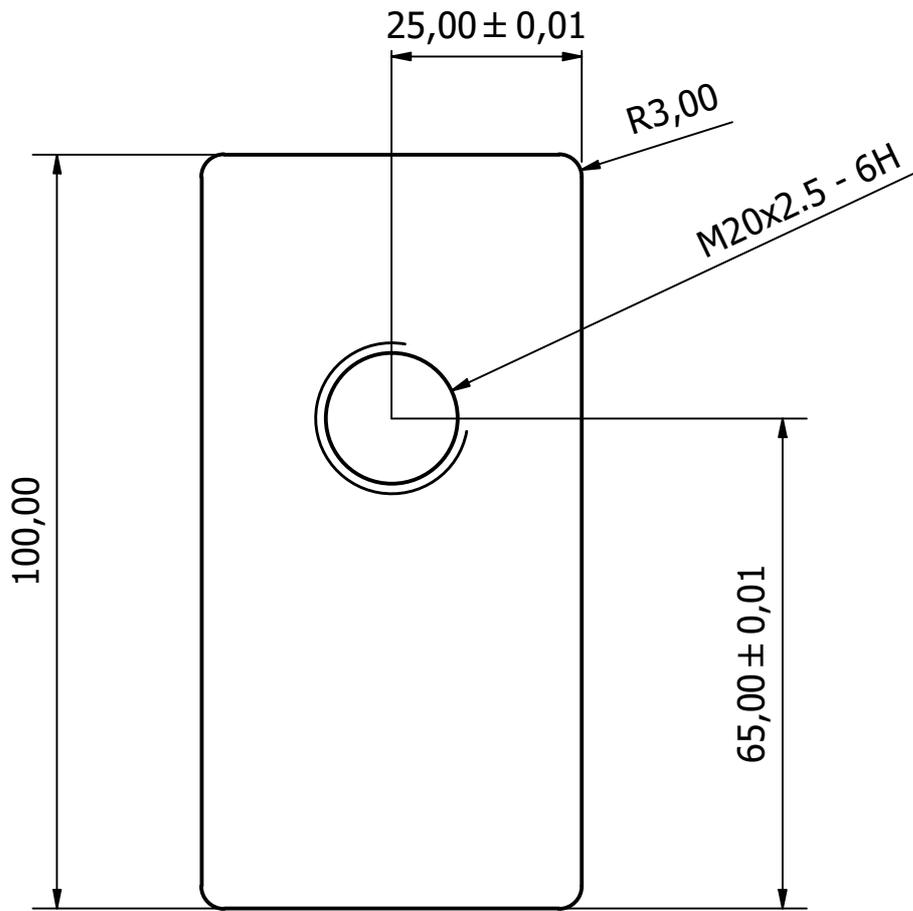


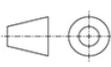
IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: Tubo sección cuadrada	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 8

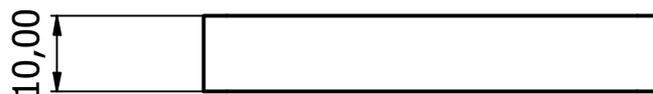
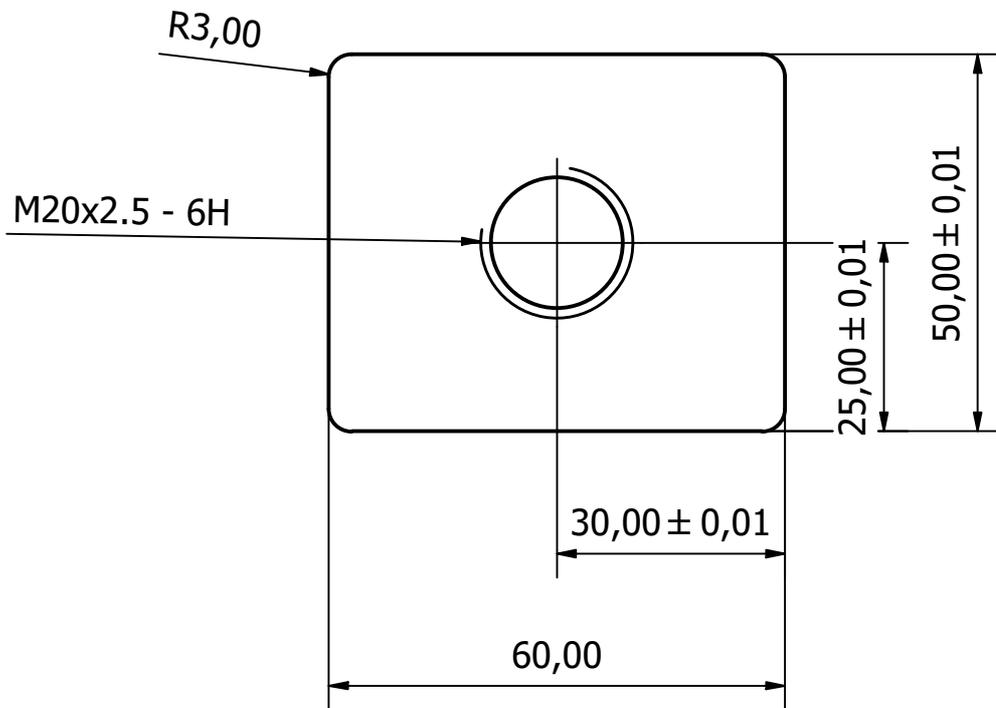
M12x1.75 - 6H

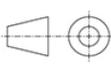


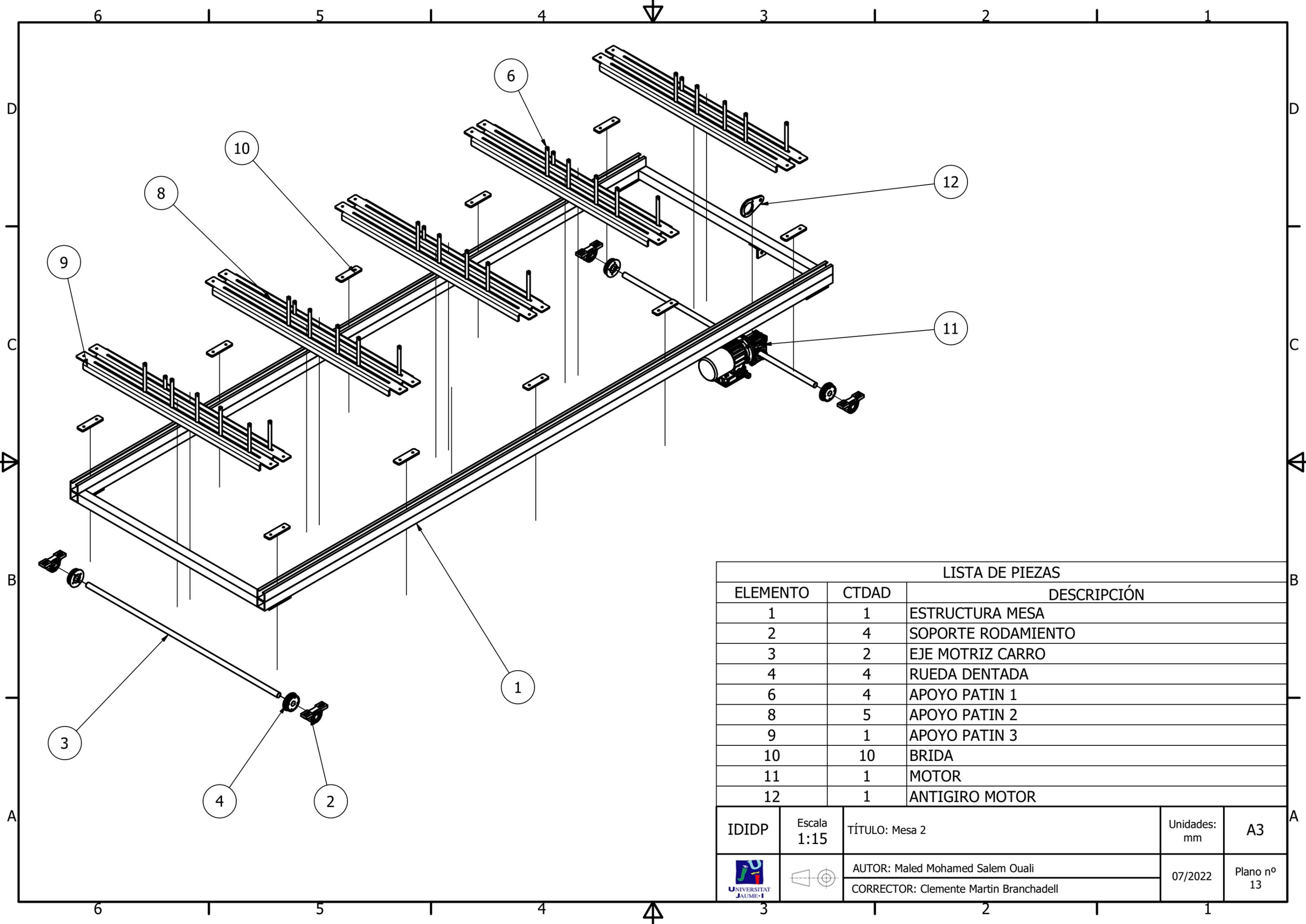
IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: Tubo sección cuadrada	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 9



IDIDP	Escala 1:1	TÍTULO: Placa pie roscado 100x50mm	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 10

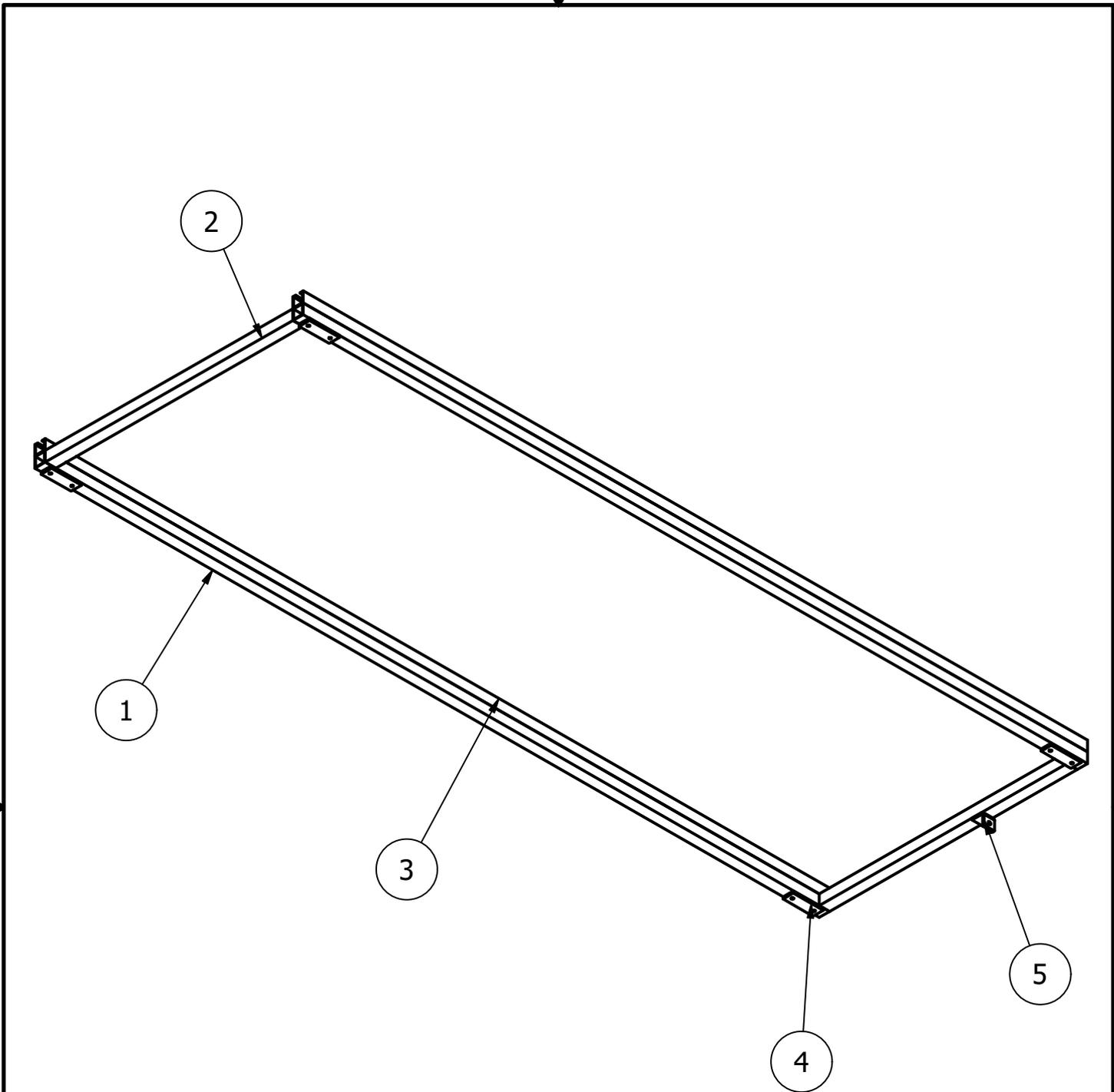


IDIDP	Escala 1:1	TÍTULO: Placa pie roscado 60x50. Láser 10mm	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 11
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		



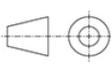
LISTA DE PIEZAS		
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN
1	1	ESTRUCTURA MESA
2	4	SOPORTE RODAMIENTO
3	2	EJE MOTRIZ CARRO
4	4	RUEDA DENTADA
6	4	APOYO PATIN 1
8	5	APOYO PATIN 2
9	1	APOYO PATIN 3
10	10	BRIDA
11	1	MOTOR
12	1	ANTIGIRO MOTOR

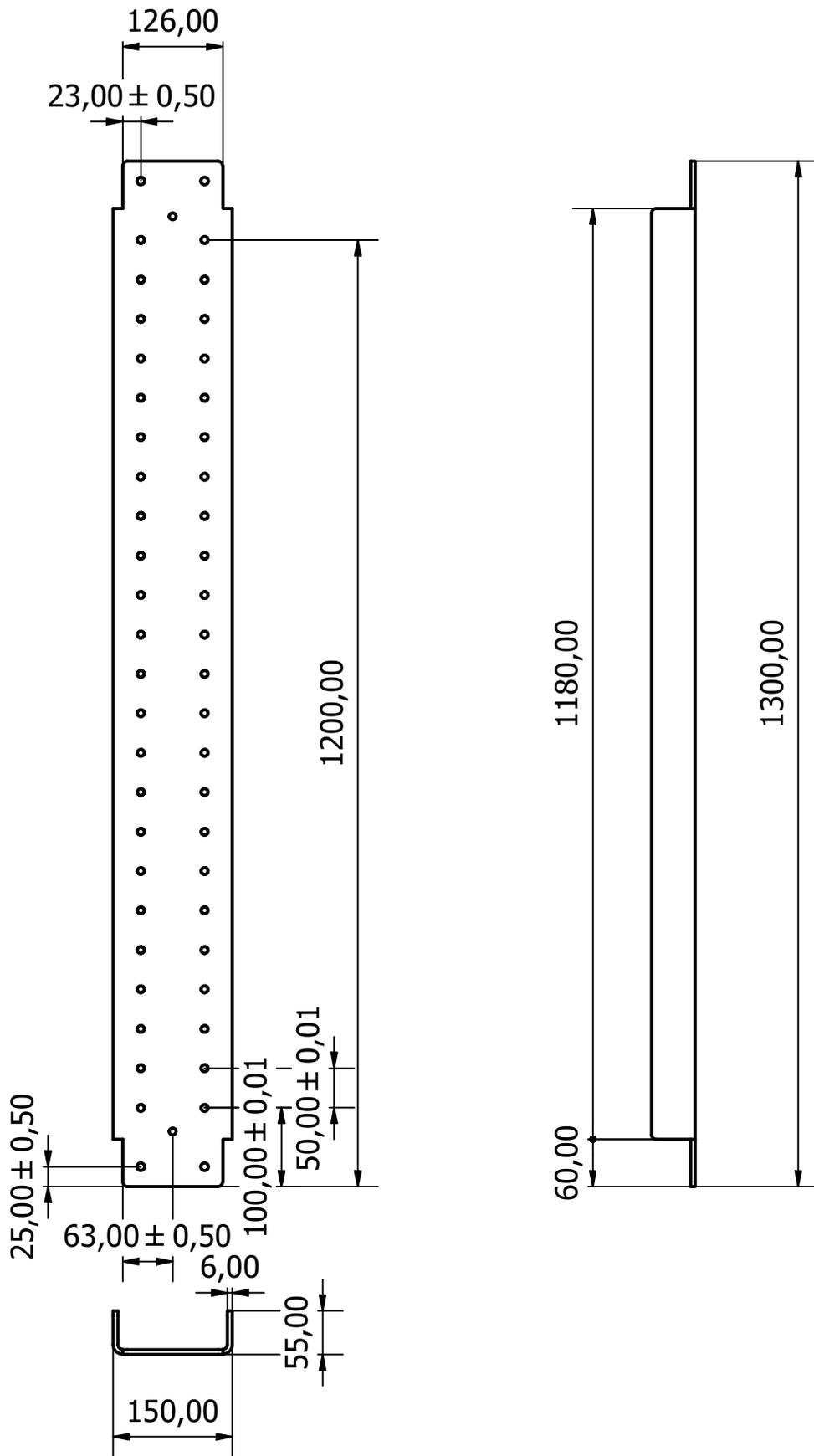
IDIDP	Escala 1:15	TÍTULO: Mesa 2	Unidades: mm	A3
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 13

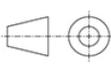


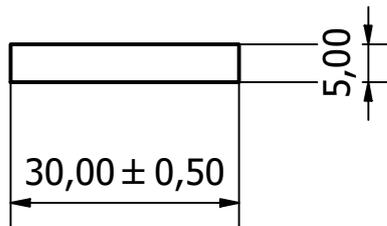
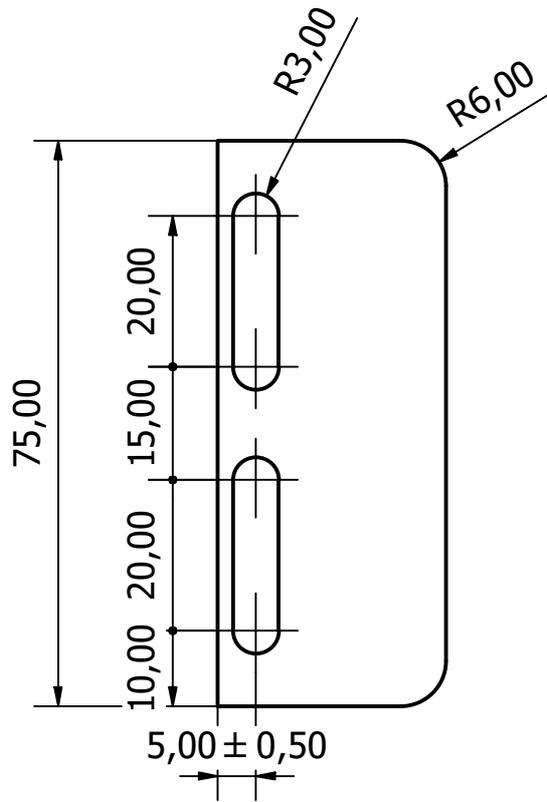
LISTA DE PIEZAS

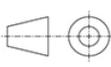
ELEMENTO	CTDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL
1	2	TUBO 50x50x3 L=3800	S235JR
2	2	TUBO 50x50x3 L=1200	S235JR
3	2	TUBO AB. 50x50x3 L=3800	S235JR
4	4	Placa unión 145x50. Láser 10mm	S235JR
5	1	Pieza sujección antigiro	S235JR

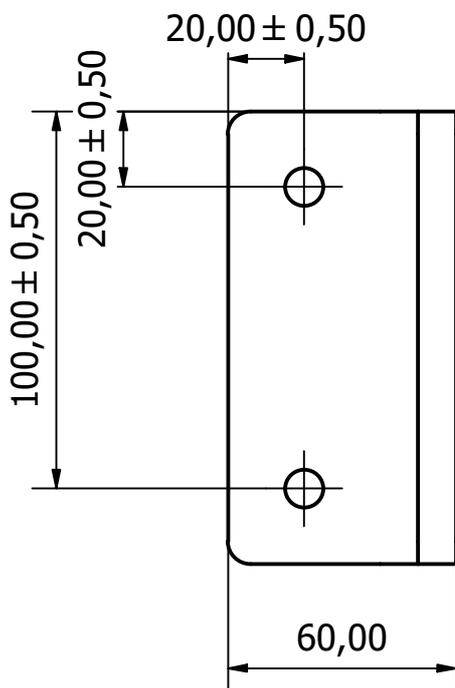
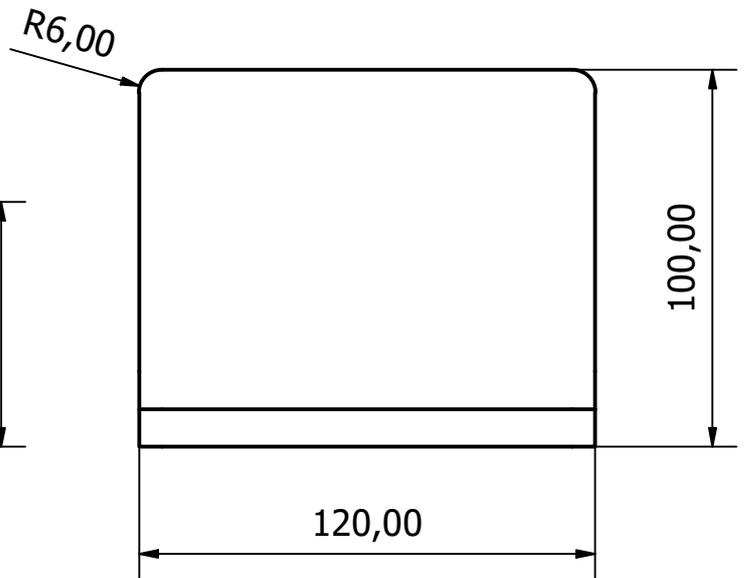
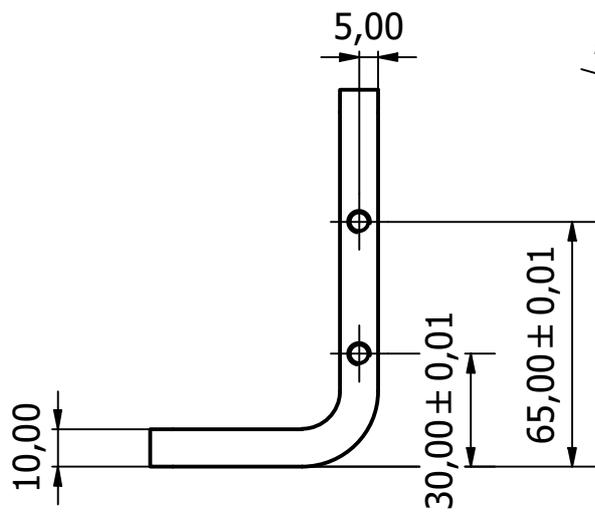
IDIDP	Escala 1:20	TÍTULO: Estructura mesas	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 14
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

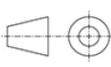


IDIDP	Escala 1:8	Título: Apoyo de los tacos	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 15

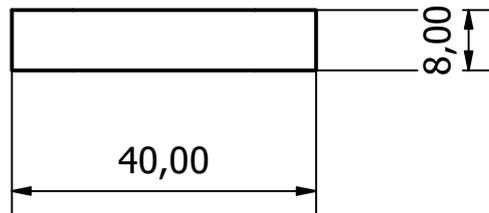
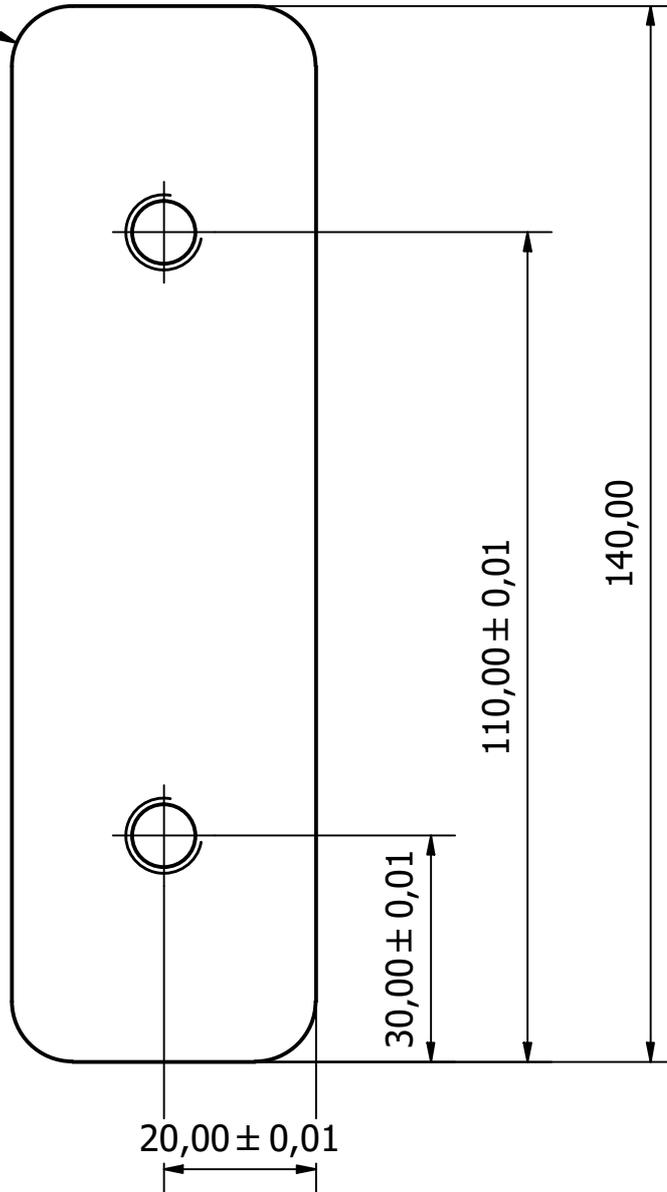


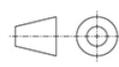
IDIDP	Escala 1:1	Título: Pletina para ajuste en altura del apoyo tacos	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 16

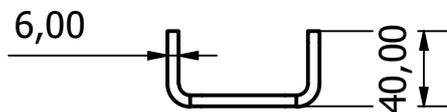
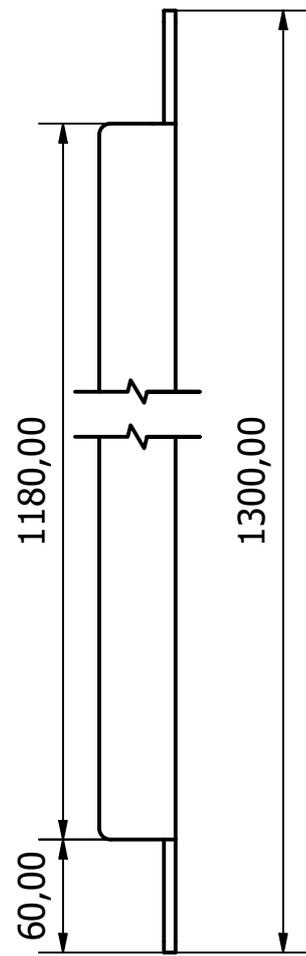
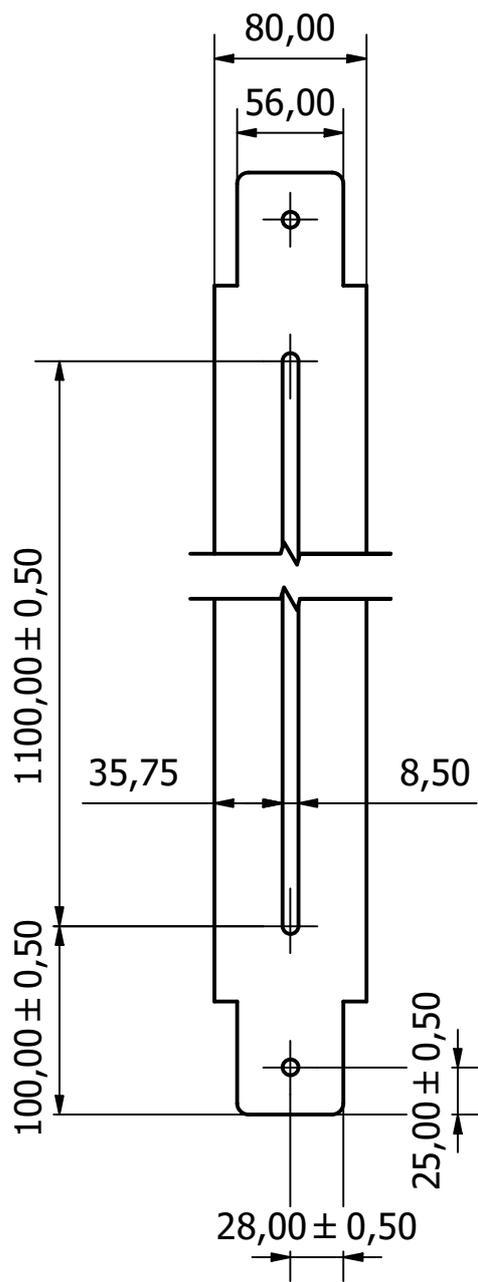


IDIDP	Escala 1:2	Título: Apoyo lateral de los tacos	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 17
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

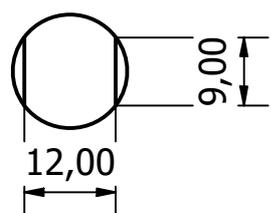
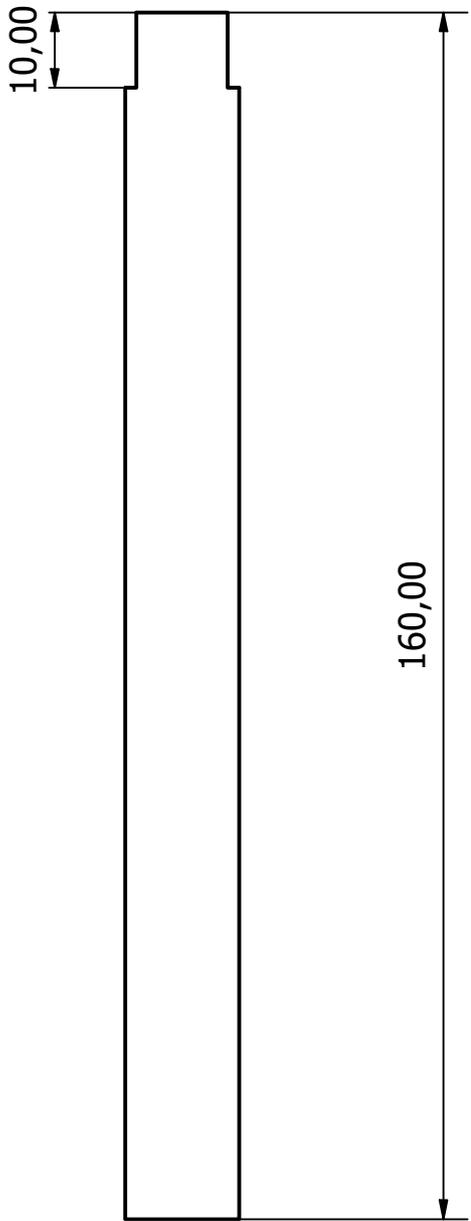
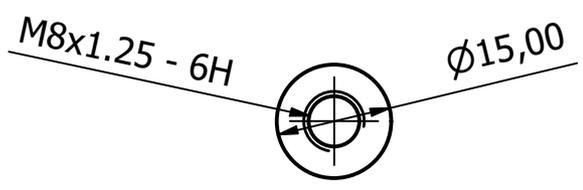
R8,00

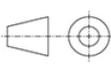


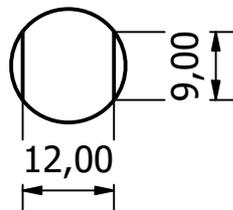
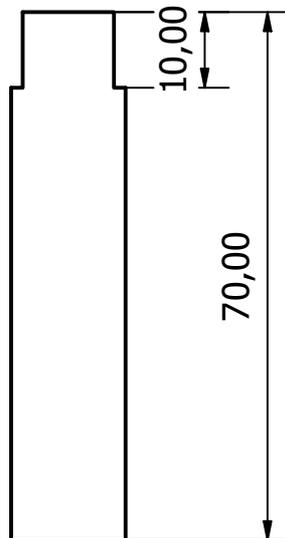
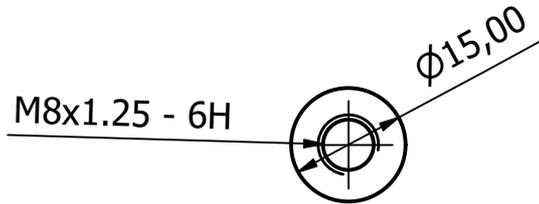
IDIDP	Escala 1:1	Título: Brida 140x40	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 18

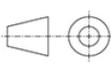


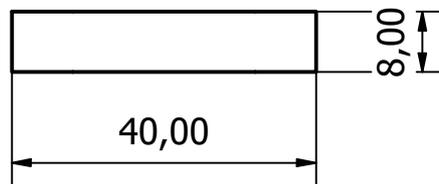
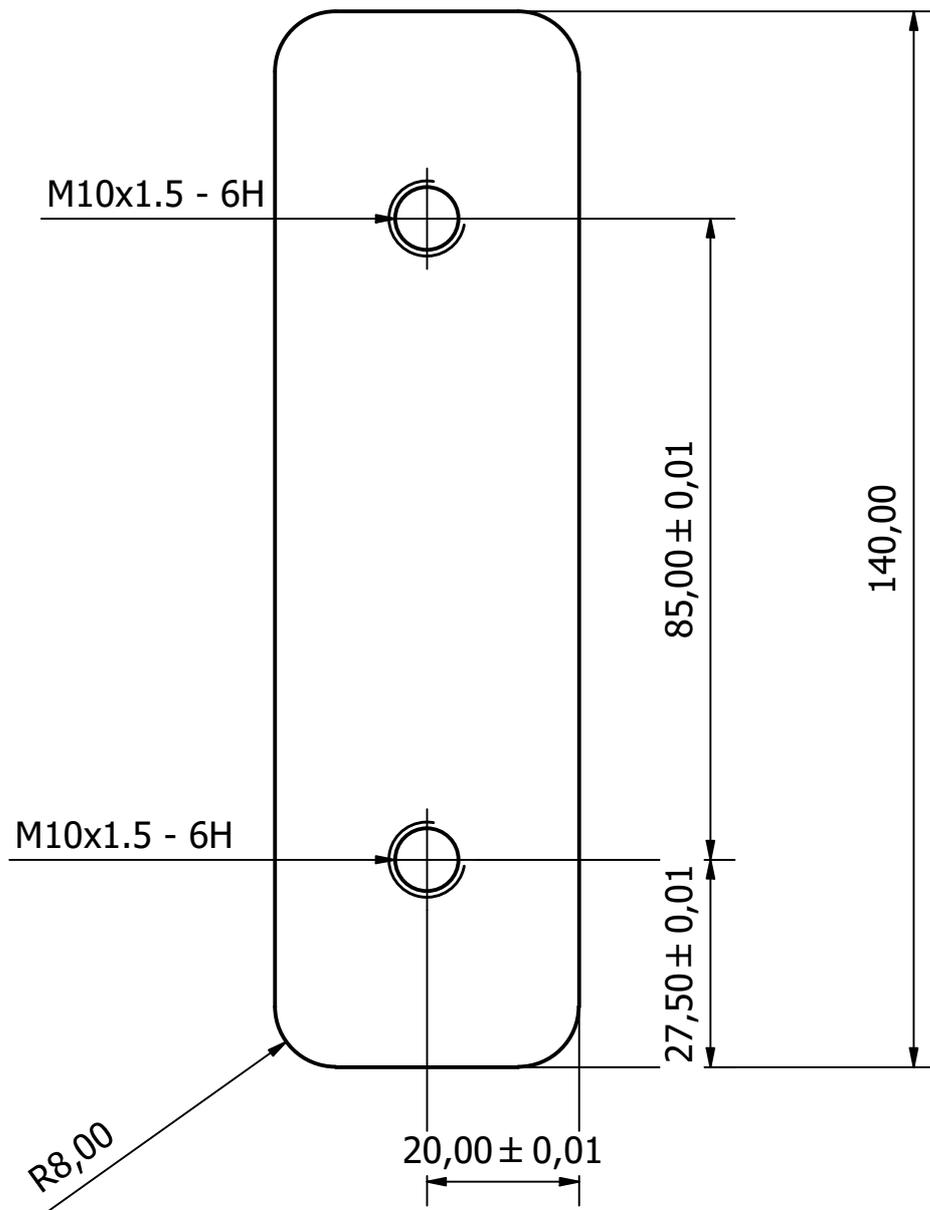
IDIDP	Escala 1:4	Título: Apoyo patines	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 19
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

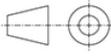


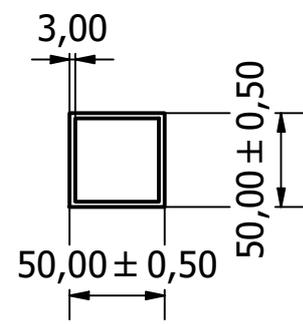
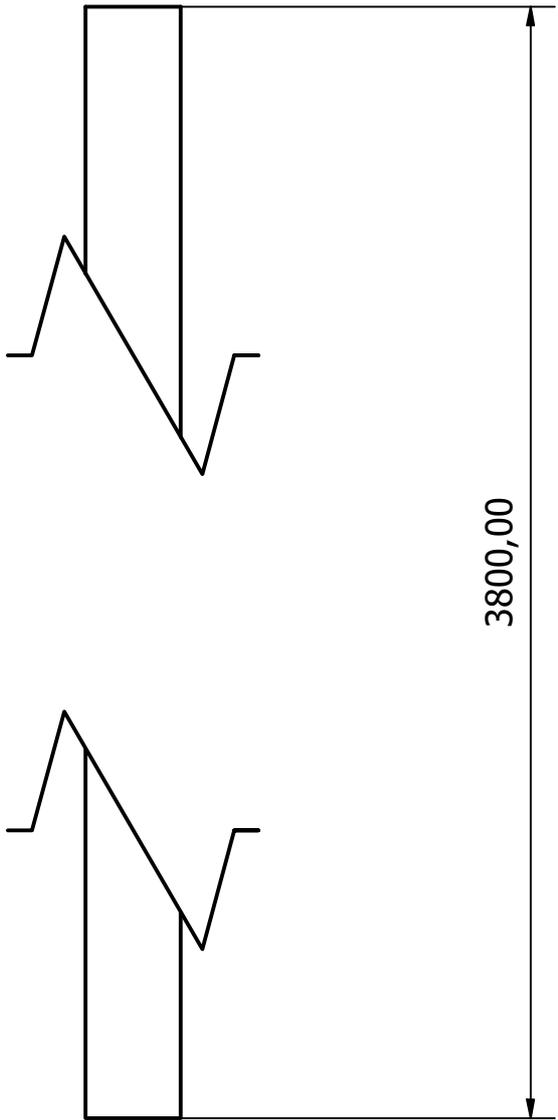
IDIDP	Escala 1:1	Título: Barra maciza L=160mm	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 20

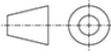


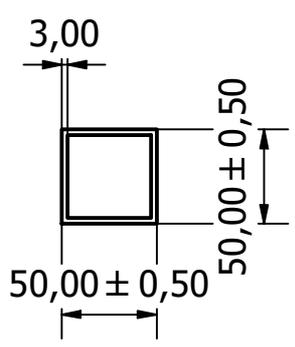
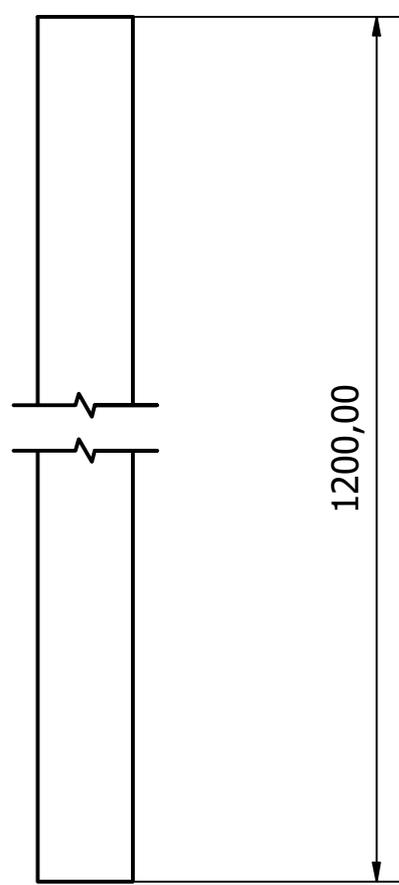
IDIDP	Escala 1:1	Título: Barra maciza L=70mm	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 21
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		

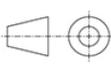


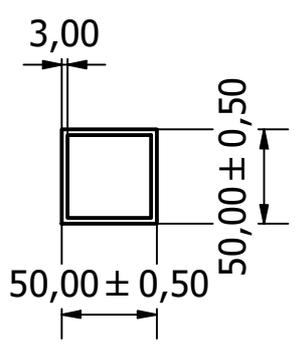
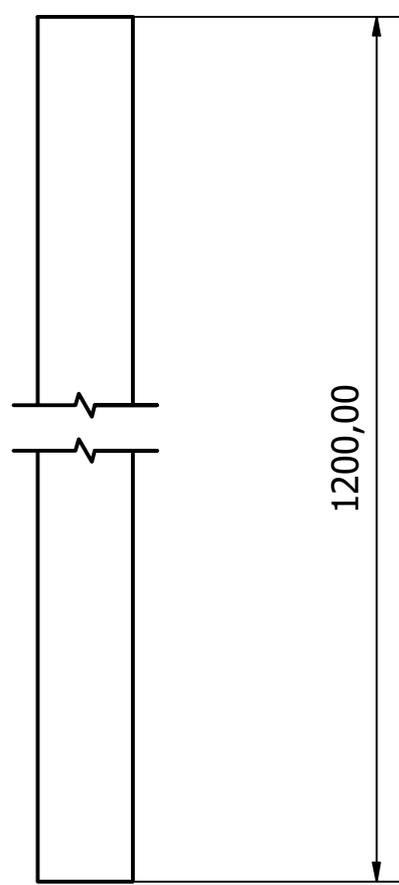
IDIDP	Escala 1:1	Título: Brida mesa 2	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali	07/2022	Plano nº 22
		CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell		



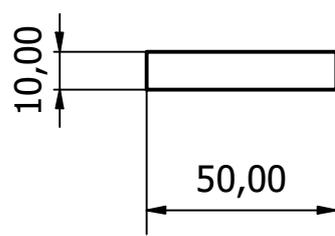
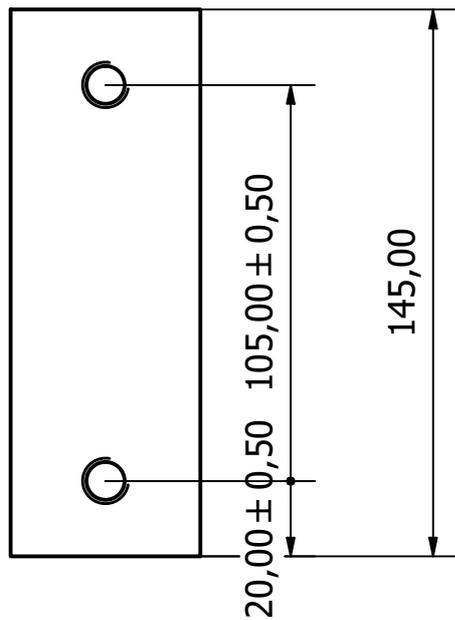
IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: TUBO 50x50x3 L=3800	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 23

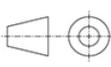


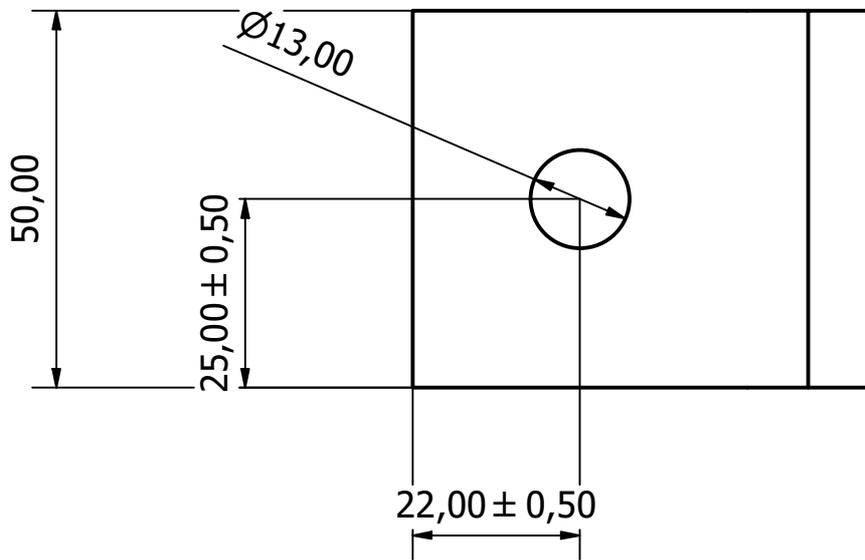
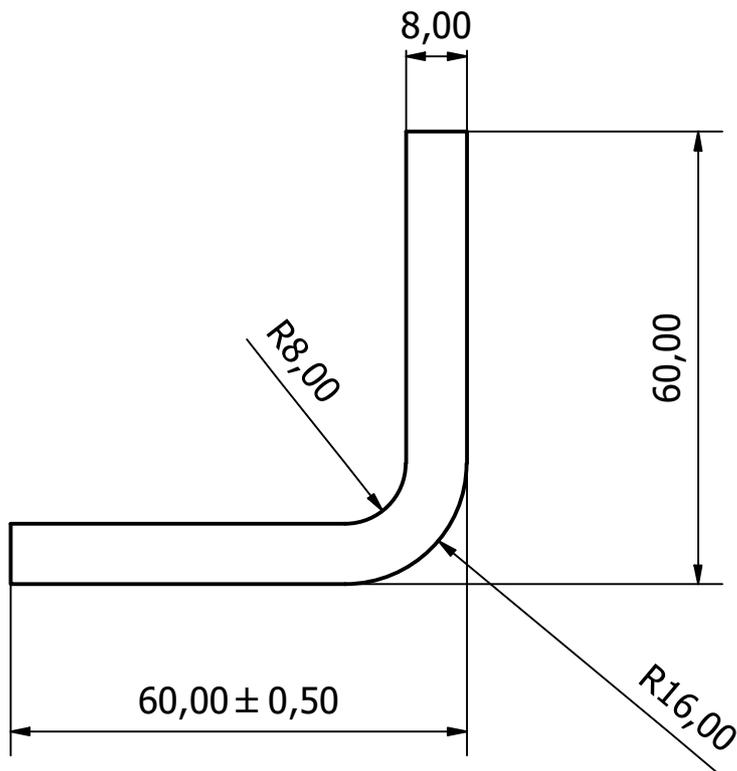
IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: TUBO 50x50x3 L=1200	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 24

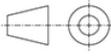


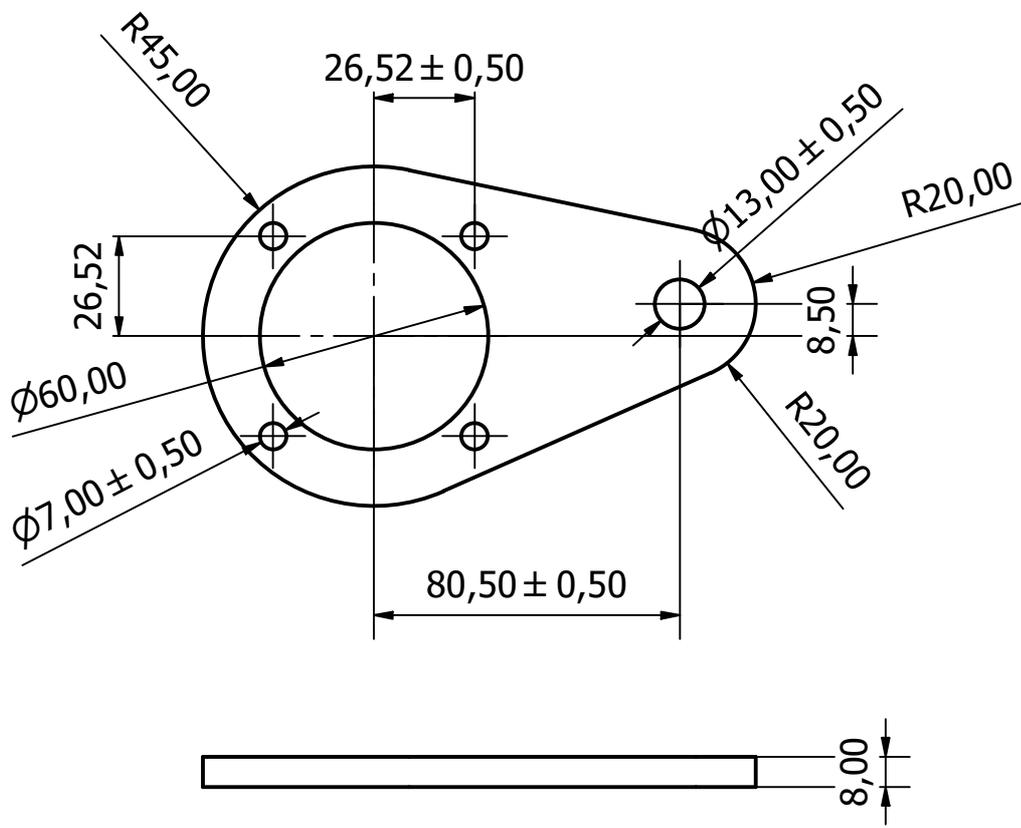
IDIDP	Escala 1:4	TÍTULO: TUBO 50x50x3 L=1200	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 25



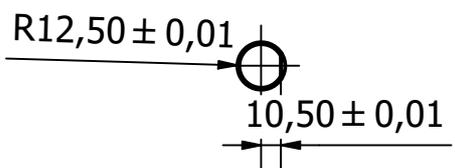
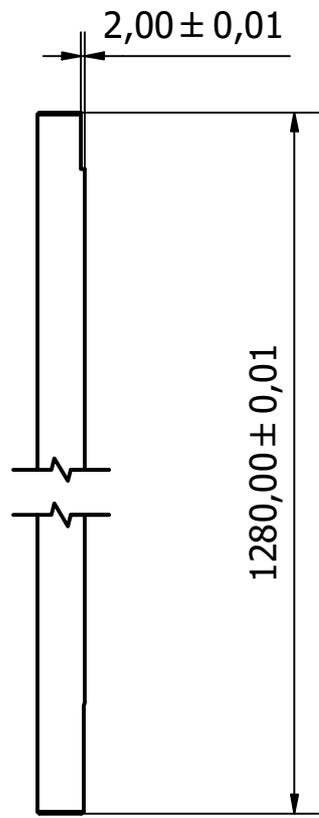
IDIDP	Escala 1:2	Placa unión 145x50	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 26



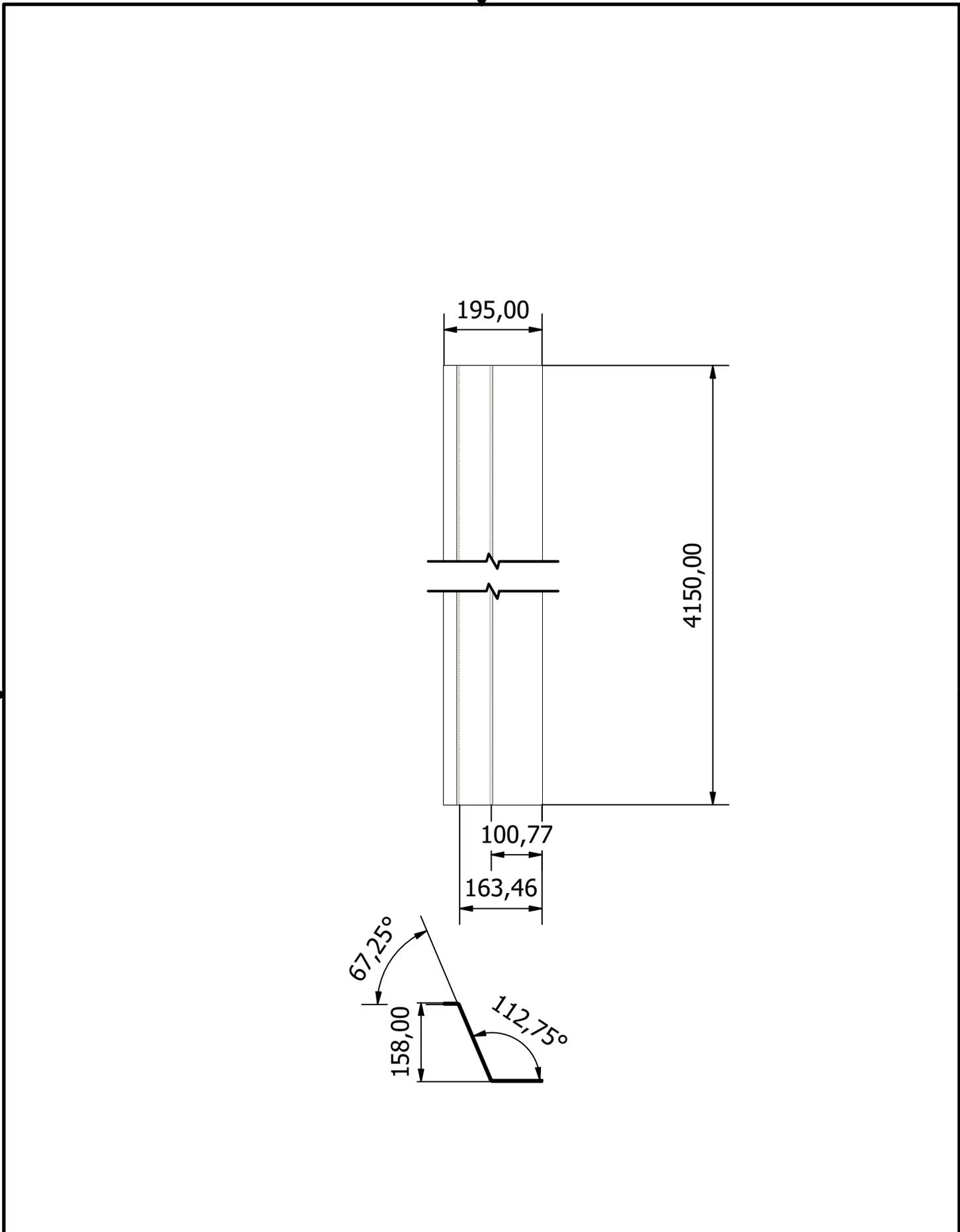
IDIDP	Escala 1:1	Pieza sujeción del antiguo	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 27

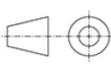


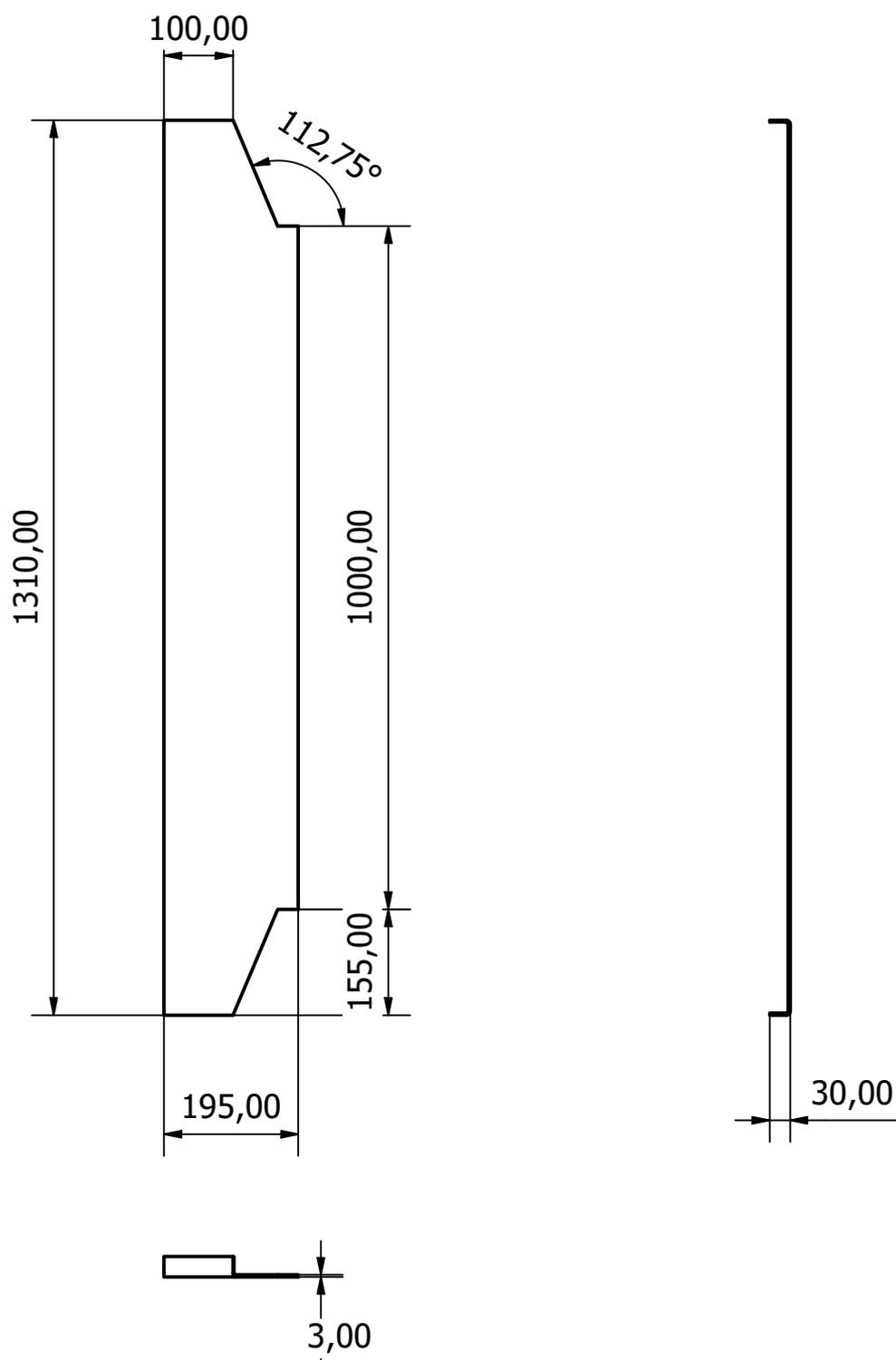
IDIDP	Escala 1:2	Título: Anti-giro motor	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 28

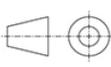


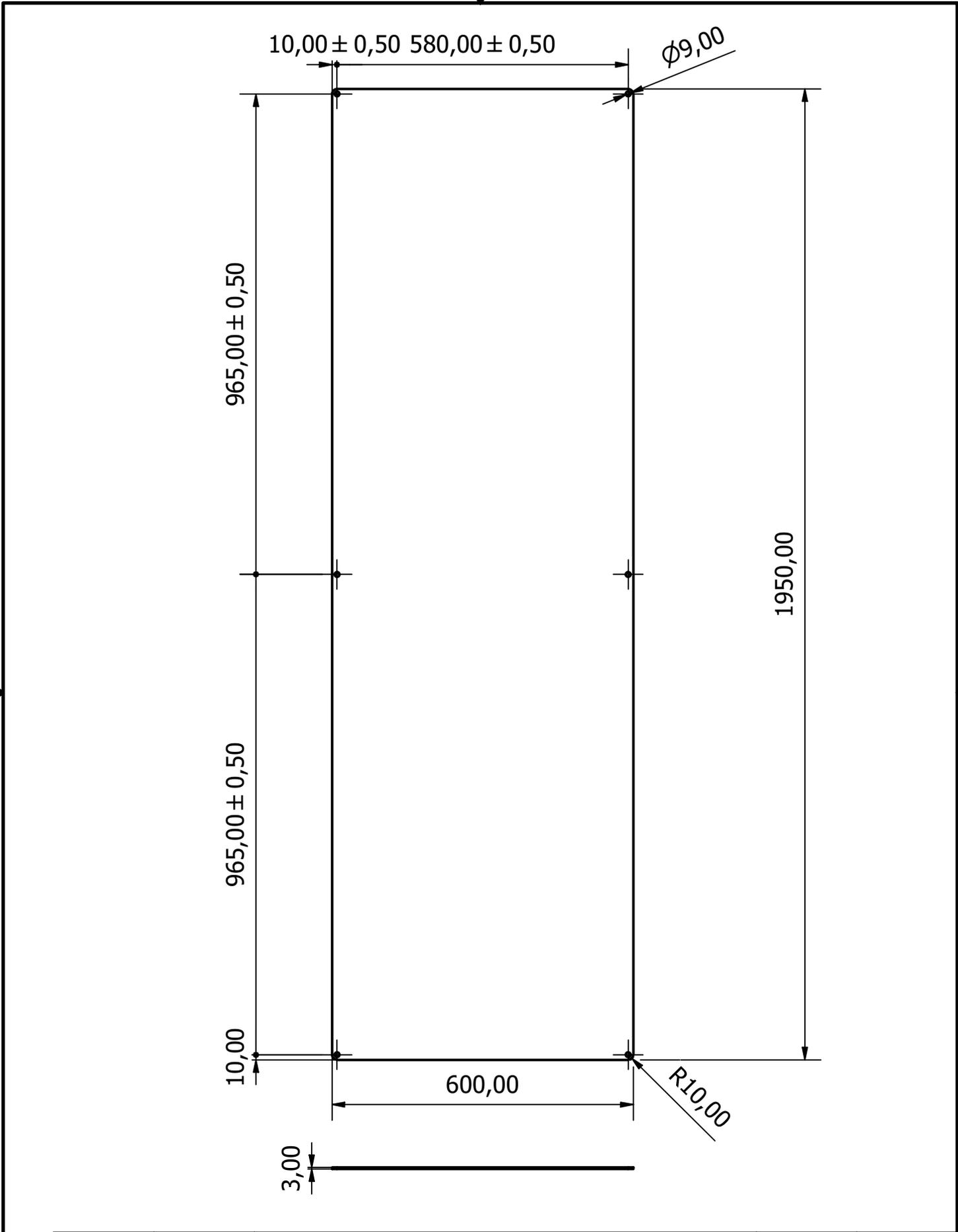
IDIDP	Escala 1:4	Título: Eje	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 29

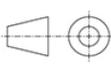


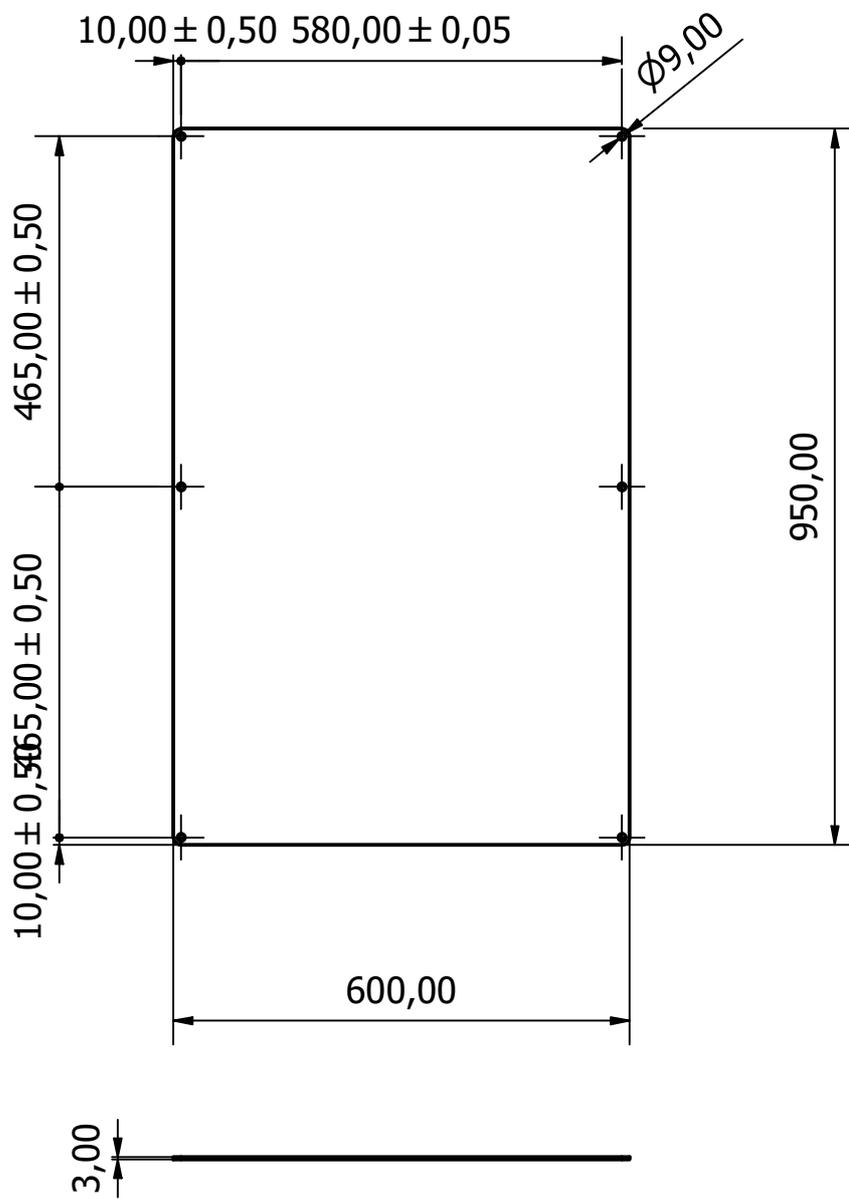
IDIDP	Escala 1:10	Título: Chapa protectora lateral	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 30

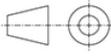


IDIDP	Escala 1:10	Título: Chapa protectora lateral	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 31



IDIDP	Escala 1:10	Título: Chapa cubre chasis	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 32



IDIDP	Escala 1:10	Título: Chapa cubre chasis lateral	Unidades: mm	A4
		AUTOR: Maled Mohamed Salem Ouali CORRECTOR: Clemente Martin Branchadell	07/2022	Plano nº 33

PLIEGO DE CONDICIONES

VOLUMEN 4 – PLIEGO DE CONDICIONES

1. INTRODUCCIÓN	104
2. ELEMENTOS CONSTITUYENTES	104
2.1. ELEMENTOS FABRICADOS	104
2.2. ELEMENTOS COMPRADOS	109
3. MATERIALES SELECCIONADOS	111
3.1. Acero D11	111
3.2. Acero S235JR	111
3.3. Acero S275JR	112
4. FABRICACIÓN	113
4.1. CORTE POR LÁSER	113
4.2. PLEGADO DE CHAPA	113
4.3. TRONZADORA DE CINTA	113
4.4. SOLDADURA MIG	113
4.5. ROSCADO CON MACHO	114
4.6. PINTURA EN POLVO EPOXI	114
4.7. GALVANIZADO	114
5. ENSAMBLAJE	115
6. CONTROL DE CALIDAD	117

1. INTRODUCCIÓN

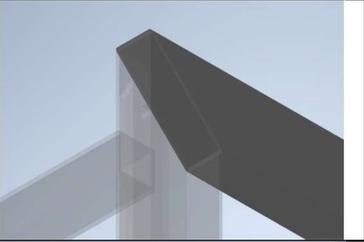
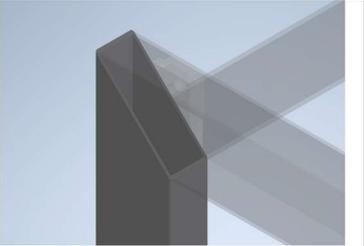
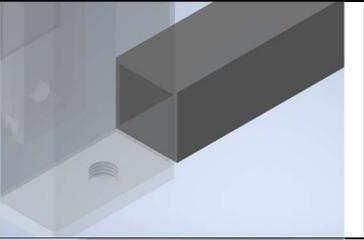
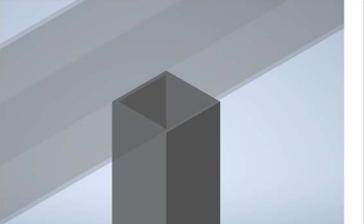
En este apartado se especificará, las condiciones técnicas que permitirán la materialización del producto descrito. Se van a definir todas las partes que conforman a la mesa diseñada, propiedades de los materiales, los procesos de fabricación empleados, ensayos, ensamblajes y el control de calidad.

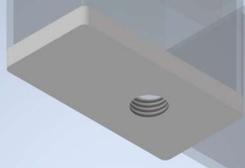
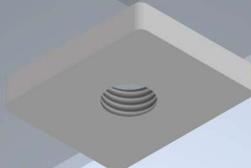
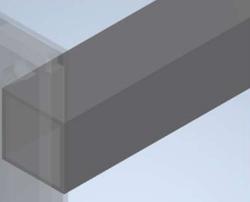
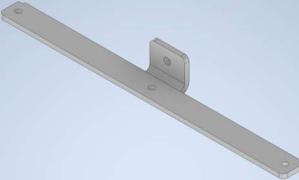
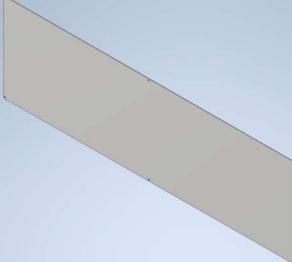
Para el desarrollo de este volumen se contará con la ayuda del “VOLUMEN 2: Anexos” y el “VOLUMEN 3: Planos”.

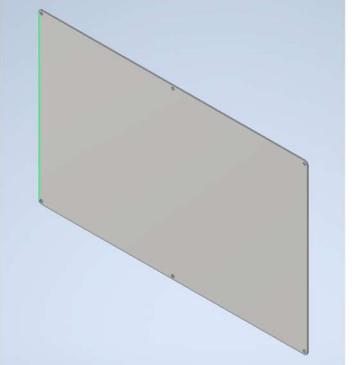
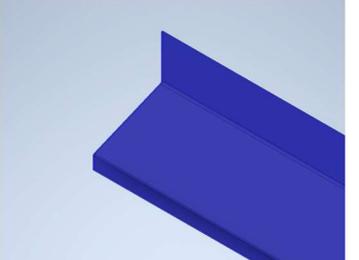
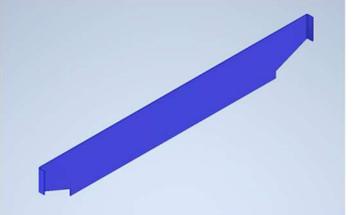
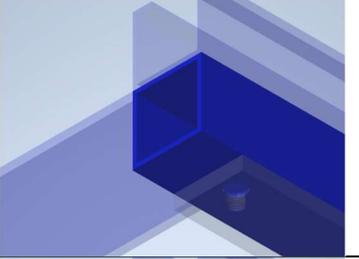
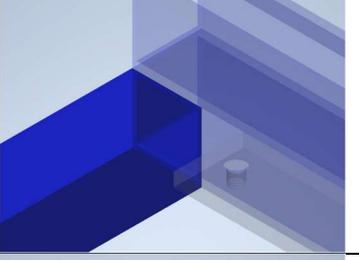
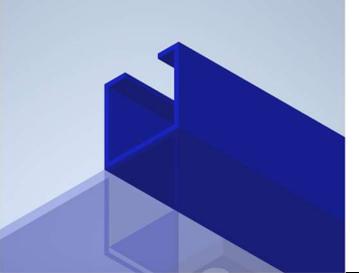
2. ELEMENTOS CONSTITUYENTES

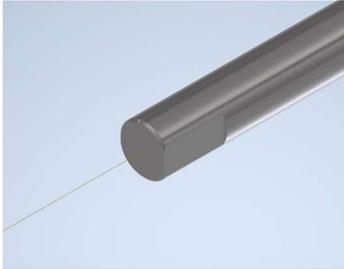
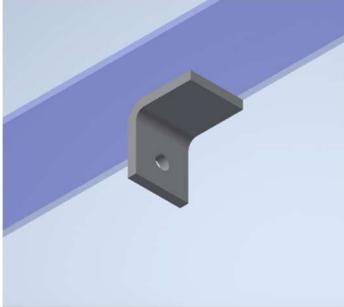
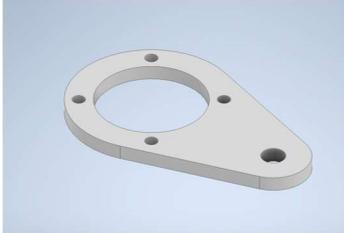
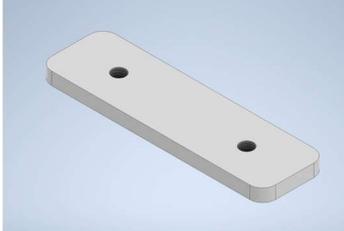
Se va a proceder con la descomposición de la mesa en cada uno de sus componentes individuales, con el objetivo de facilitar la información necesaria y una descripción detallada de cada componente. Todos estos componentes se van a dividir en dos apartados: elementos fabricados y elementos comprados.

2.1. ELEMENTOS FABRICADOS

Descripción	Información	Imagen
Tubo rectangular estructural de sección 100x50x3 y de longitud 4050mm.	Material: Acero S235JR Cantidad: 6 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.	
Tubo rectangular estructural de sección 100x50x3 y de longitud 700mm.	Material: Acero S235JR Cantidad: 12 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.	
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3850mm.	Material: Acero S235JR Cantidad: 6 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.	
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 550mm.	Material: Acero S235JR Cantidad: 6 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.	

<p>Pletina de 650x50 de 10mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 12 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Pletina de 100x50 de 10mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 12 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Pletina de 60x50 de 10mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 6 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 860mm.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 12 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.</p>	
<p>Pletina con pestaña de 650x50 de 10mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 12 Proceso de fabricación: corte por láser y doblado.</p>	
<p>Chapa rectangular de 1950x600 de 3mm de grosor.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 10 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	

<p>Chapa rectangular de 950x600 de 3mm de grosor.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 2 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Chapa doblada de 4000mm de longitud.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 5 Proceso de fabricación: corte por láser y doblado.</p>	
<p>Chapa con pestañas de 1300 de longitud.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 2 Proceso de fabricación: corte por láser y doblado.</p>	
<p>Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3800mm.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 4 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.</p>	
<p>Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 1200mm.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 4 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.</p>	
<p>Tubo abierto estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3800mm.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 4 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.</p>	

<p>Pletina de 145x50 de 10mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 8 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Eje motriz de Ø19mm y de longitud 1280mm.</p>	<p>Material: Acero S275JR Cantidad: 2 Proceso de fabricación: torneado.</p>	
<p>Pletina en Angulo.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 2 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Anti-giro motor.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 2 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Chapa doblada galvanizada de longitud 1300mm y de espesor 10mm.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 10 Proceso de fabricación: corte por láser y doblado.</p>	
<p>Brida galvanizada de chapa de 140x40 y de 10mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 10 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	

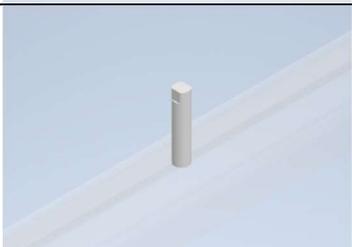
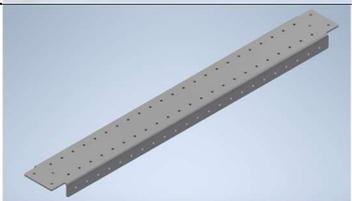
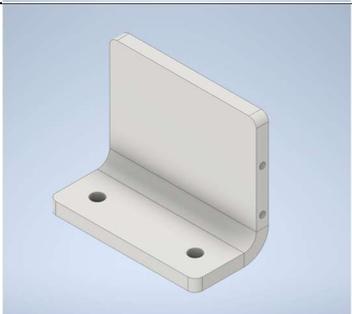
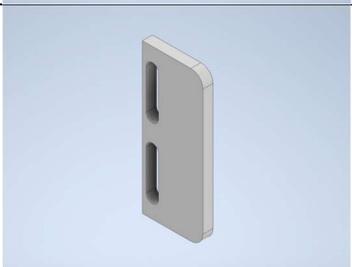
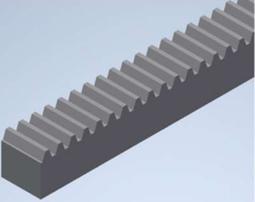
<p>Barra galvanizada de $\varnothing 15\text{mm}$ y de longitud 160mm.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 25 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.</p>	
<p>Barra galvanizada de $\varnothing 15\text{mm}$ y de longitud 70mm.</p>	<p>Material: Acero S235JR Cantidad: 5 Proceso de fabricación: corte mediante sierra.</p>	
<p>Chapa doblada galvanizada de longitud 1300mm y de espesor 10mm con agujeros roscados.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 5 Proceso de fabricación: corte por láser y doblado.</p>	
<p>Chepa doblada galvanizada de 100mm de altura y de 10mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 20 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	
<p>Pletina galvanizada de 75x30mm y de 5 mm de espesor.</p>	<p>Material: Acero DD11 Cantidad: 20 Proceso de fabricación: corte por láser.</p>	

Tabla 9. Elementos fabricados.

2.2. ELEMNTOS COMPRADOS

Tabla 10. Elementos comprados.

Descripción	Información	Imagen
Pie roscado regulable	Proveedor: Schwaderer Cantidad: 18	 <p>0123</p>
Piño M-2 38 Z TR57	Proveedor: Industrial 57 Group Cantidad: 8	
Barra dentada M-2 20x20x2000mm	Proveedor: Industrial 57 Group Cantidad: 12	
Motor 0,18 W	Proveedor: Motovario Cantidad: 2	

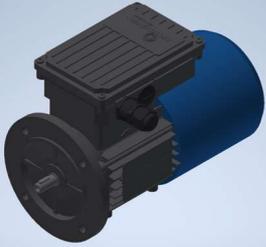
<p>Reductor 40, eje Ø19mm.</p>	<p>Proveedor: Motovario Cantidad: 2</p>	
<p>Soporte rodamiento UCP205</p>	<p>Proveedor: RS componentes Cantidad: 4</p>	

Tabla 11. Elementos comprados.

3. MATERIALES SELECCIONADOS

La elección de los materiales es un aspecto fundamental en un proyecto, para que una vez materializado cumpla con las condiciones funcionales y de fiabilidad esperadas.

En este apartado se especificarán las características mecánicas y químicas de los materiales empleados.

3.1. ACERO D11

Consiste en un acero bajo en carbono laminado en caliente y decapado, el cual su principal uso es el conformado en frío.

En la siguiente tabla, se muestran las características mecánicas y la composición química de este material.

Designación	Re (N/mm ²)		Rm máx. (N/mm ²)	A % mín.			Composición química: % máx. en colada			
	1.5 ≤ e < 2	2 ≤ e < 8		L ₀ = 80 mm		L ₀ = 5.65/S ₀	C	Mn	P	S
				1.5 ≤ e < 2	2 ≤ e < 3	3 ≤ e ≤ 8				
DD 11	170-360	170-340	440	23	24	28	0.12	0.60	0.045	0.045

Tabla 12. composición química y características mecánicas del acero D11.

Se trata de un material que se emplea generalmente para piezas de resistencia media, debido a que posee buena tenacidad y un fácil conformado (plegado, embutición, etc....).

En cuanto a la soldabilidad es un material fácilmente soldable, gracias a su bajo contenido en carbono.

3.2. ACERO S235JR

Consiste en un tipo de acero laminado en caliente para su uso en construcciones metálicas.

En las siguientes tablas, se muestran las características mecánicas y la composición química de este material.

Designación	Re (N/mm ²) ≤ 16 mm	Rm máx. (N/mm ²) < 3 mm	Rm máx. (N/mm ²) ≥ 3 mm ≤ 100 mm
S235JR	235	360/510	360/510

Tabla 13. Propiedades mecánicas del acero S235JR.

Grado	C % máx. ≤ 16 mm	Si % máx.	Mn % máx.	P % máx.	S % máx.	N % máx.	Cu % máx.
S235JR	0.17	-	1.40	0.035	0.035	0.012	0.55

Tabla 14. Composición química del acero S235JR.

Este material se ha empleado para la construcción de la mayoría de los perfiles usados para la fabricación de la mesa.

3.3. ACERO S275JR

Consiste en un tipo de acero al carbono laminado en caliente para uso en construcciones metálicas.

En las siguientes tablas se muestran sus características mecánicas y la composición química del material.

Grado	C % máx. ≤ 16 mm	Si % máx.	Mn % máx.	P % máx.	S % máx.	N % máx.	Cu % máx.
S275JR	0.21	-	1.50	0.035	0.035	0.012	0.55

Tabla 15. Composición química del acero S275JR.

Designación	Re (N/mm ²) ≤ 16 mm	Rm máx. (N/mm ²) < 3 mm	Rm máx. (N/mm ²) ≥ 3 mm ≤ 100 mm
S275JR	275	430/580	410/560

Tabla 16. Propiedades mecánicas del acero S275JR.

Son aceros aptos para la mayoría de las aplicaciones industriales, su contenido en carbono y manganeso garantizan una resistencia mínima y una ductilidad bastante satisfactoria. Además, de tener valores de tenacidad muy aceptables.

4. FABRICACIÓN

En este apartado se van a presentar todos los procesos de fabricación empleados para llevar a cabo el proyecto. Todos los procesos siguen la normativa y requisitos de seguridad dictados por su norma UNE correspondiente.

En todos los procesos se especificará que piezas llevan a cabo empleando dicho proceso.

4.1. CORTE POR LÁSER

El proceso de corte por láser consiste en procedimiento de separación, en este caso para cortar chapas y piezas metálicas. Se basa en un rayo láser, el cual se guía, se conforma y se concentra con el objetivo de cortar la pieza.

La totalidad de la potencia del láser se concentra en un punto cuyo diámetro suele ser menos de medio milímetro. El láser lleva a cabo su corte sin contacto alguno, por lo que la pieza no recibe grandes fuerzas provocadas por los útiles en comparación con otros procesos, además de no haber desgaste en el útil.

4.2. PLEGADO DE CHAPA

El plegado de chapa consiste en un proceso de conformado, en el cual la pieza se transforma por la fuerza ejercida por una máquina especializada, consiguiendo una deformación plástica sobre un eje hasta lograr la forma geométrica deseada.

El proceso de plegado de la capa se aplica atendiendo al espesor del material y a una longitud máxima, aplicando toneladas de presión, consiguiendo que la chapa se comprima en la zona interior y se estire en el exterior.

4.3. TRONZADORA DE CINTA

La tronzadora de consiste una operación de mecanizado básica, en la cual se produce viruta por la acción de una hilera de pequeños filos cortantes llamados dientes, dispuestos a lo largo de una hoja metálica.

Las tronzadoras de cinta presenta hojas lo suficientemente flexibles con el fin de poder formar con ellas bandas de cierta longitud, con dientes en uno de los bordes. Las hojas cuentan con varios filos de corte en contacto intermitente.

Además, se pueden realizar cortes en ángulo si es preciso.

4.4. SOLDADURA MIG

Varios componentes del proyecto necesitan recurrir al proceso de soldadura para que cuya fabricación sea posible.

Para realizar estas uniones se ha seleccionado el proceso de soldadura MIG, caracterizado por ser un proceso de soldadura por arco bajo gas protector con electrodo consumible, este tiene forma de hilo continuo.

La soldadura MIG presenta varias ventajas:

- Mayor productividad en comparación con la soldadura por electrodo revestido
- Puede emplearse para soldar en cualquier posición si se seleccionan los parámetros y equipos adecuados.
- Presenta buen acabado de la soldadura, muchas más limpia que la soldadura por electrodo revestido.
- Proceso automático o semiautomático (dependiendo de la destreza del operador).

Se empleará principalmente para hacer uniones en el chasis y la estructura de las mesas móviles.

4.5. ROSCADO CON MACHO

El roscado con macho es un proceso de mecanizado por arranque de viruta, utilizado para el tallado de una rosca interior partiendo de un agujero previo. En el roscado a máquina se emplea habitualmente un único macho que posee una entrada cónica de mayor longitud para facilitar la progresividad del corte.

Se empleará para la realización de todas las roscas interiores del proyecto.

4.6. PINTURA EN POLVO EPOXI

Es un recubrimiento en polvo termo endurecible basado en combinaciones de resinas epoxi y poliéster, cuenta con excelentes propiedades mecánicas, buena resistencia a los agentes químicos y a la corrosión.

Se les aplica el pintado a todas las piezas diseñadas menos las que han recibido el tratamiento de galvanizado.

4.7. GALVANIZADO EN CALIENTE

Es un proceso que consiste en la inmersión de acero o hierro en una caldera o baño de zinc fundido. El fin del galvanizado es aportar una protección anticorrosiva.

5. ENSAMBLAJE

La realización del montaje se va a dividir en tres partes. Por un lado, el montaje del chasis y por otro el montaje de las mesas y por último la posición de las mesas sobre el chasis.

Ensamblaje del chasis:

1. Unir los laterales del sub-chasis con la estructura de unión de los laterales con tres tornillos en cada unión.
 - 12 tornillos M12x30.
2. Unión los tres sub-chasis en línea con dos tornillos entre cada unión.
 - 6 tornillos M12x30.
 - 6 tuercas M12.
3. Atornillado de los pies roscados regulables.
4. Atornillas las barras dentadas al chasis.
 - 3 tornillos allen M8x20 cada barra.

Ensamblaje de la mesa 1:

5. Colocar las chavetas en el eje.
6. Atornillar el anti-giro del motor en el lateral del reductor.
 - 4 tornillos M6x20.
7. Introducir el reductor unido al motor en el eje.
8. Colocar las ruedas dentadas en el eje.
9. Insertar los soportes de rodamientos en el eje.
10. Atornillar los soportes de rodamientos con el eje, el motor y los piños en la estructura.
 - 8 tornillos M12x30.
11. Fijar mediante un tornillo el anti-giro del motor para que se quede fijo.
 - 1 tornillo M12x25.
12. Colocar el otro eje del mismo procedimiento que el primero, pero sin el motor.
13. Una vez esta lista la estructura, se colocan los soportes de los tacos atornillados mediante una brida en el tubo abierto.
 - 4 tornillos M10x20 cada soporte.

14. Atornillas las pletinas en ángulo en los soportes de los tacos.
 - 2 tornillos M10x20 cada angulo.
15. Atornillar la pletina regulable en el lateral del ángulo.
 - 2 tornillos M6x10 cada uno.

Ensamblaje mesa 2:

16. Colocar las chavetas en el eje.
17. Atornillar el anti-giro del motor en el lateral del reductor.
 - 4 tornillos M6x20.
18. Introducir el reductor unido al motor en el eje.
19. Colocar las ruedas dentadas en el eje.
20. Insertar los soportes de rodamientos en el eje.
21. Atornillar los soportes de rodamientos con el eje, el motor y los piños en la estructura.
 - 8 tornillos M12x30.
22. Fijar mediante un tornillo el anti-giro del motor para que se quede fijo.
 - 1 tornillo M12x25.
23. Colocar el otro eje del mismo procedimiento que el primero, pero sin el motor.
24. Una vez esta lista la estructura, se colocan los soportes de los patines atornillados mediante una brida en el tubo abierto.
 - 4 tornillos M10x20 cada soporte.
25. Se atornillan las barras por un extremo a los soportes de los patines.
 - 1 tornillos M8x20 cada barra.

Colocación de las mesas sobre el chasis y el resto de los elementos:

26. Colocar las dos mesas sobre el chasis y que las ruedas dentadas estén alineadas con las barras dentadas.
27. Por último, colocar las chapas protectoras en el chasis.
 - 4 tornillos rosca-chapa M6.

6. CONTROL DE CALIDAD

En este apartado se le facilitara al usuario instrucciones de seguridad que debe seguir para un correcto uso de la máquina. Aunque como en este proyecto solo se ha diseñado una parte de la maquina aún faltan más elementos de seguridad que se implementaran con los demás sistemas (grapado y apilado).

SEGURIDAD Y CONDICIONES DE USO

- Se han implementado chapadas protectoras que impiden al usuario el acceso a las ruedas dentadas que permiten el movimiento a las mesas.
- Una vez montado el palet el usuario deberá indicar con la pulsación de un botón el movimiento de la mesa hacia la siguiente fase, para que el usuario no esté cerca cuando arranca la mesa, presionando un botón a una distancia de seguridad.
- Se facilitará al usuario un manual para el correcto uso de la máquina.
- entre otros elementos de seguridad y condiciones de uso cuando este el conjunto de la maquina diseñado al completo.

MANTENIMIENTO

Debido a la simplicidad del producto la mesa no necesitara de un riguroso mantenimiento. Pero para evitar fallos y que la maquina dure lo máximo posible se puede hacer inspección de los siguientes componentes:

- Procurar revisar que los rodamientos estén lubricados cada cierto tiempo.
- Hacer inspecciones periódicas a los motores.
- Procurar realizar limpiezas periódicas del polvo y la suciedad que se suele acumular por el uso.

ESTADO DE MEDICIONES Y COSTES

VOLUMEN 5: ESTADO DE MEDICIONES Y COSTES

1. INTRODUCCIÓN	120
2. ESTADO DE MEDICIONES	120
2.1. CÁLCULO DEL PESO	120
3. PRESUPUESTO	121
3.1. COSTES DIRECTOS	121
3.1.1. ELEMENTOS COMPRADOS	121
3.1.2. MATERIALES	122
3.1.3. FABRICACIÓN	124
3.1.4. ENSAMBLAJE	125
3.2. COSTES INDIRECTOS	125
3.3. PRECIO DE VENTA AL PUBLICO	126
3.4. VIABILIDAD DEL PRODUCTO	127

1. INTRODUCCIÓN

En este apartado se va a especificar el de manera anticipada determinar el peso total, el precio final de todo el conjunto y la viabilidad económica del proyecto.

2. ESTADO DE MEDICIONES

2.1. CÁLCULO DE PESO

Para calcular los volúmenes y pesos de todos los componentes diseñados se ha contado con la ayuda del Software de diseño 3D Inventor.

componente	Cantidad	Comprado (C) o Fabricado (F)	Peso Unitario (kg)	Peso Total (kg)
Cuadros laterales del Chasis	6	F	55,54	333,24
Unión de los cuadros laterales del chasis	6	F	13,5	81
Estructura rectangular de las mesas	2	F	74,3	148
Chapa protectora de 1950x600 de 3mm de grosor.	10	F	27,5	275
Chapa protectora de 950x600 de 3mm de grosor.	2	F	13,4	26,8
Chapa protectora doblada de 4000mm de longitud.	5	F	28,9	144,5
Apoyo de los tacos	5	F	13,8	69
Brida de 140x40 y de 10mm de espesor.	20	F	0,34	6,8
Barra de Ø15mm y de longitud 160mm.	30	F	0,2	6
Barra de Ø15mm y de longitud 70mm.	5	F	0,1	0,5
Apoyo de los patines	10	F	7,66	76,6
Eje motriz de Ø19mm y de longitud 1280mm.	2	F	4,9	9,8
Apoyo lateral de los tacos	20	F	1,33	26,6
Pletina regulable para el apoyo lateral de los tacos	20	F	0,076	1,52
Anti-giro motor.	2	F	0,4	0,8
Chapa protectora longitud 1300mm y de espesor 10mm.	2	F	5,7	11,4

Pie roscado regulable	18	C	0,1	1,8
Piño M-2 38 Z TR57	8	C	0,6	4,8
Barra dentada M-2	12	C	5,6	67,2
Motor	2	C	7,1	14,2
Tornillería (Estimación)	1	C	3	3

Tabla 17. Cálculo de peso.

3. PRESUPUESTO

Para hacer una estimación del precio final de venta, antes hay que calcular el coste total del producto. Este coste se obtiene por los siguientes pasos:

PRECIO DE VENTA = COSTE COMERCIAL + BENEFICIO INDUSTRIAL

- BENEFICIO INDUSTRIAL = 30% del coste comercial.

COSTE COMERCIAL = COSTE INDUSTRIAL + COSTE DE COMERCIALIZACIÓN

- COSTE DE COMERCIALIZACIÓN = Distribución + Marketing. Se estimará como un 15% del coste industrial.

COSTE INDUSTRIAL = COSTES DIRECTOS + COSTES INDIRECTOS

- COSTES DIRECTOS = Materiales + Fabricación + Elementos comprados + Montaje.
- COSTES INDIRECTOS = Consumos generales + Mano de obra indirecta. Se estimarán como un 10% de los costes directos.

3.1. COSTES DIRECTOS

3.1.1. Elementos comprados

Componente	Cantidad	Coste unitario (€)	Coste total (€)
Pie roscado regulable	18	12,5	225
Piño M-2 38 Z TR57	8	5,9	44,8
Barra dentada M-2	12	12,1	145,2
Motor	2	47,1	94,2
Reductor	2	73,1	146,2
Tornillería (estimación)	1	150	150
TOTAL			805,4

Tabla 18. elementos comprados.

3.1.2. Materiales

En la siguiente tabla se expondrán todas las piezas fabricadas con sus correspondientes materiales:

Descripción	Material	Cantidad (metros o kg)	Coste Unitario (€)	Coste Total (€)
Tubo rectangular estructural de sección 100x50x3 y de longitud 4050mm.	Acero S235JR	40 m	8,95 €	358
Tubo rectangular estructural de sección 100x50x3 y de longitud 700mm.	Acero S235JR	9 m	8,95 €	76,5
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3850mm.	Acero S235JR	24 m	4,9 €	117,6
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 550mm.	Acero S235JR	3,5 m	4,9	17,15
Pletina de 650x50 de 10mm de espesor.	Acero S235JR	30 kg	4,9 €	147
Pletina de 100x50 de 10mm de espesor.	Acero S235JR	3,6 kg	4,9 €	17,64
Pletina de 60x50 de 10mm de espesor.	Acero S235JR	1,2 kg	4,9 €	5,88
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 860mm.	Acero S235JR	10,5 m	4,9 €	51,45
Pletina con pestaña de 650x50 de 10mm de espesor.	Acero S235JR	12 kg	4,9 €	58,8

Chapa rectangular de 1950x600 de 3mm de grosor.	Acero DD11	275 kg	2,85 €	783,75
Chapa rectangular de 950x600 de 3mm de grosor.	Acero DD11	26,8 kg	2,85 €	76,38
Chapa doblada de 4000mm de longitud.	Acero DD11	144,5 kg	2,85 €	411,825
Chapa con pestañas de 1300 de longitud.	Acero DD11	76,6 kg	2,85 €	218,31
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3800mm.	Acero S235JR	15,5 m	4,9 €	75,95
Tubo cuadrado estructural de sección 50x50x3 y de longitud 1200mm.	Acero S235JR	5 m	4,9 €	24,5
Tubo abierto estructural de sección 50x50x3 y de longitud 3800mm.	Acero S235JR	15,5 m	4,9 €	75,95
Pletina de 145x50 de 10mm de espesor.	Acero S235JR	6,8 kg	8,47 €	57,6
Eje motriz de Ø19mm y de longitud 1280mm.	Acero S275JR	9,8 kg	4,9 €	48,02
Pletina en Angulo.	Acero DD11	0,1 kg	4,9 €	0,49
Anti-giro motor.	Acero S235JR Cantidad: 2	0,8 kg	4,9 €	3,92
Chapa doblada galvanizada de longitud 1300mm y de espesor 10mm.	Acero DD11	11,4 kg	2,86 €	32,604
Brida galvanizada de chapa de	Acero S235JR	6,8 kg	4,9 €	33,32

140x40 y de 10mm de espesor.				
Barra galvanizada de Ø15mm y de longitud 160mm.	Acero S235JR	6	4,9 €	29,4
Barra galvanizada de Ø15mm y de longitud 70mm.	Acero S235JR	0,5	4,9 €	2,45
Chapa doblada galvanizada de longitud 1300mm y de espesor 10mm con agujeros roscados.	Acero DD11	28,5	2,85 €	81,2
Chapa doblada galvanizada de 100mm de altura y de 10mm de espesor.	Acero DD11	6	2,85 €	17,1
Pletina galvanizada de 75x30mm y de 5 mm de espesor.	Acero DD11	1,52	2,85 €	4,3
TOTAL				2827,064

Tabla 19. Coste Materiales

3.1.3. Fabricación

Los procesos como el corte por láser y el plegado ya están dentro del precio de los materiales ya que se piden a una empresa dedicada externa.

componente	Cantidad (h)	Proceso de fabricación	Tasa horaria (€/h)	Coste total (€)
Cuadros laterales del Chasis	0,5	Corte sierra	15	7,5
		Roscado	15	
Unión de los cuadros laterales del chasis	0,4	Corte sierra	15	12
		Roscado	15	
Estructura rectangular de las mesas	0,5	Corte sierra	15	15
		Roscado	15	
Apoyo de los tacos	0,5	Galvanizado	25	12,5

Brida de 140x40 y de 10mm de espesor.	0,5	Galvanizado	25	12,5
Barra de Ø15mm y de longitud 160mm.	3	Corte sierra	15	50
		Taladro	20	
		Roscado	15	
Barra de Ø15mm y de longitud 70mm.	1	Corte sierra	15	17
		Taladro	20	
		Roscado	15	
Apoyo de los patines	0,75	Galvanizado	25	18,75
Eje motriz de Ø19mm y de longitud 1280mm.	1,5	Torneado	35	47,5
		Galvanizado	25	
Apoyo lateral de los tacos	0,5	Galvanizado	25	12,5
Pletina regulable para el apoyo lateral de los tacos	0,5	Galvanizado	25	12,5
Anti-giro motor.	0,1	Galvanizado	25	2,5
Proceso de soldadura				220
Pintura				150
TOTAL				590,25

Tabla 20. Coste fabricación.

3.1.4. ENSAMBLAJE

Debido a como ha sido diseñada la mesa el ensamblaje se resume básicamente en la unidos de todas las piezas fabricadas y compradas mediante tornillería. Para ello en el taller se disponen de máquinas para agilizar bástate el proceso.

Proceso	Operarios	Tiempo unitario (h)	Tiempo total (h)	Coste hora (€)	Coste total (€)
Montaje del chasis	2	1	1	30	30
Montaje de las mesas	2	1,25	2,5	30	75
Colocación de las mesas	2	0,1	0,2	30	6
Montaje de los protectores	2	0,5	0,5	30	15
TOTAL					126

Tabla 21. Montaje.

3.2. COSTES INDIRECTOS

Como se ha mencionado anteriormente los costes indirectos se estimarán como un 10% de los costes directos.

3.3. PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO (PVP)

En este apartado se calculará el precio final del producto teniendo en cuenta las fórmulas planteadas anteriormente. Para empezar, se parte del coste directo, el cual es la suma de todos los costes calculados anteriormente (Elementos fabricados, elementos comprados, fabricación,).

Seguidamente se calcula el coste indirecto que es el 10% del coste directo. Sumando ambos se consigue lo que sería el coste industrial del producto. A este último habría que sumarle los costes de comercialización los cuales suponen la suma de los costes de marketing distribución el producto. Los costes de comercialización son el 15% del coste industrial. Sumando ambos se consigue el coste comercial del producto.

Por último, para determinar el precio final de venta se suma el coste comercial al beneficio industrial, que supone el 30% del coste comercial.

Cabe recordad que la mesa diseñada consiste en una parte de una máquina que tiene más partes. Por lo que el cálculo del coste final es solo orientativo ya que la mesa no se comercializará sola.

En la siguiente tabla se puede ver la estimación del coste total:

Concepto	Coste (€)
Coste de elementos comprados	805,4
Coste de materiales	2827,064
Coste de fabricación	590,25
Coste de ensamblaje	126
Costes directos	4348,75
Costes indirectos	434,875
Coste industrial	4783,625
Coste de comercialización	717,5
Coste comercial	5501,17
Beneficio industrial	1650,35
PRECIO DE VENTA AL PUBLICO (PVP)	7151,521

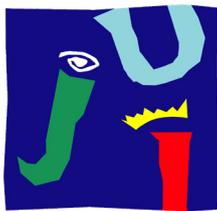
Tabla 22. Costes totales del producto.

En este caso solo habrá que tener en cuenta el coste industrial ya que para el resto de los costes no se tienen en cuenta los demás componentes de la máquina, aunque cabe destacar que el coste total de la producción de la mesa no es excesivamente caro. Eso es gracias a la elección de los procesos fabricación rápidos y accesibles y de una elección de materiales básica pero que cumple perfectamente como se ha demostrado con los cálculos realizados.

3.. VIABILIDAD ECONÓMICA

La viabilidad económica tiene como objetivo comprobar, partiendo de unos cálculos, cual es la viabilidad del producto diseñado. De esta manera se puede asegurar que el producto será rentable o no a la hora de producirlo antes de comenzar con la producción en serie si es el caso.

En este caso no tiene sentido realizar la viabilidad económica siendo este solo una parte de una maquina mayor como se ha mencionado ya varias veces, aparte de que el proyecto es un pedido particular.



UNIVERSITAT
JAUME·I