

DISEÑO DE UNA FAMILIA DE ESCALERAS FUNCIONALES Y ATRACTIVAS PARA USO DOMÉSTICO

Grado en ingeniería en diseño industrial y desarrollo de productos

Tutora: Maria Josefa Bellés Ibáñez

Autor: Alejandro Edo Mundina

Noviembre 2015



DISEÑO DE UNA FAMILIA DE ESCALERAS FUNCIONALES Y ATRATIVAS PARA USO DOMÉSTICO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo de productos

Autor: Alejandro Edo Mundina

Tutora: M^o Josefa Bellés Ibáñez

Noviembre 2015



Contenido

Volumen 1: Memoria

1. Objeto	4
2. Alcance	4
3. Antecedentes.....	5
4. Normas y referencias.....	16
5. Definiciones y abreviaturas.....	19
6. Requisitos de diseño	20
7. Análisis de soluciones	23
8. Resultados finales.....	32
9. Elección de materiales	42
10. Embalaje e imagen corporativa	45
11. Estudio económico.....	46
12. Orden de prioridad entre los documentos básicos.....	53

Volumen 2: Anexos

1. Análisis encuesta	4
2. Cálculos de viabilidad.....	10
3. Cálculo de los moldes de inyección	13
4. Dimensionamiento de las medidas principales de la escalera.....	16
5. Guía rápida de uso	36

Volumen 3: Pliego de condiciones

1. Alcance	4
2. Descripción de los componentes	4
3. Especificaciones técnicas de los materiales	10
4. Especificaciones técnicas de fabricación	13
5. Reglamentación y normativa del producto	15
6. Otros aspectos del proyecto	15

Volumen 4: Mediciones

1. Cálculo de unidades vendidas.....	4
2. Estado de mediciones.....	8

Volumen 5: Presupuesto

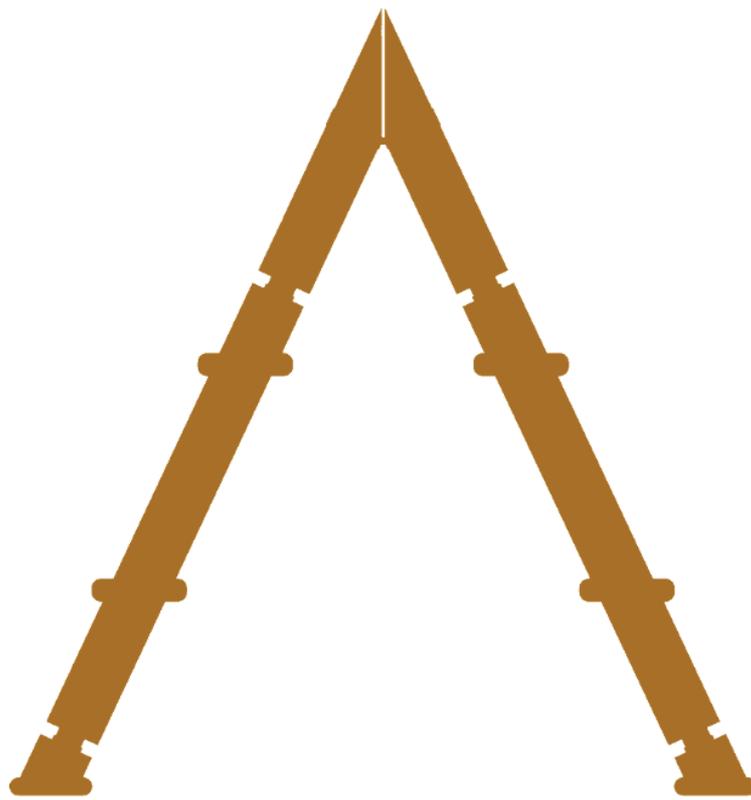
1. Costes directos.....	4
2. Costes indirectos.....	13
3. Coste comercial.....	13
4. Precio de venta.....	14
5. Precios de las escaleras.....	15
6. Viabilidad.....	16

Volumen 6: Planos

1 Escaleras.....	5
2 Módulos.....	16
3 Piezas del enganche.....	24
4 Piezas del módulo cuña.....	28
5 Piezas del módulo principal.....	29
6 Piezas del módulo de apoyo pared.....	32
7 Piezas del módulo plataforma.....	34
8 Piezas del módulo apoyo suelo.....	51

Memoria

Volumen 1



Contenido

1. Objeto	5
2. Alcance	5
3. Antecedentes.....	6
3.1. Productos existentes	6
3.2. Patentes	13
4. Normas y referencias.....	17
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas	17
4.2. Programas de cálculo.....	17
4.3. Plan de gestión de la calidad	18
4.4. Bibliografía	18
5. Definiciones y abreviaturas.....	20
6. Requisitos de diseño	21
6.1. Definición del problema	21
6.2. Definición de objetivos.....	21
6.3. Establecimiento de especificaciones	22
7. Análisis de soluciones	24
7.1. Brainstorming	24
7.2. Evaluación de conceptos.....	28
7.3. Evolución del concepto	30
8. Resultados finales.....	33
8.1. Descripción general	33
8.2. Descripción detallada	34
9. Elección de materiales	43
9.1. Módulo principal	44
9.2. Enganches.....	44
9.3. Módulos de apoyo a tierra y pared	45
9.4. Módulo de plataforma	45
9.5. Módulo de tijera de doble ascensión.....	45
10. Embalaje e imagen corporativa	46
11. Estudio económico.....	47
12. Orden de prioridad entre los documentos básicos.....	54

1. Objeto

Los productos de elevación que existen en la actualidad son monótonos estéticamente, además de que este diseño es banal, sencillo, no transmite sensaciones, austero, y por tanto no es un producto que atraiga al consumidor.

Este proyecto va a intentar aprovechar este vacío para crear un concepto de escalera atractivo estéticamente, que el usuario pueda sentirse identificado con el diseño, y que pueda tenerlo en casa sin el pensamiento de que es un objeto para mantener guardado y oculto mientras no se esté utilizando.

El producto está enfocado al ámbito doméstico, y por tanto, será asequible económicamente para el consumidor medio.

2. Alcance

Se presenta a continuación un proyecto de diseño de carácter conceptual, abarcando desde la realización de una búsqueda de información para encontrar conceptos llevados ya a cabo e idear una nueva solución al problema planteado, hasta la definición de los planos de fabricación de cada componente incluido en el diseño.

Durante el desarrollo del proyecto se realizarán varios diseños de escaleras, de diferentes tamaños y formas, siguiendo todas ellas un patrón de diseño común, para que el conjunto quede uniforme. Esta familia se compondrá de varias escaleras que cumplan en su conjunto con los objetivos marcados.

Cabe destacar que el público objetivo son las familias, hombres y mujeres de mediana edad que pueden necesitar en momentos concretos una escalera para tareas de mantenimiento u ordenación de una casa. También se busca atraer a pequeñas empresas y autónomos de sectores que hagan uso de estos objetos, tales como pintores, electricistas y albañiles.

Los aspectos del producto desarrollados en este trabajo son:

- Estudio de información y propuestas existentes.
- Aspectos a tener en cuenta demandados por los usuarios, el productor y el diseñador.
- Diseño conceptual
- Dimensionamiento
- Materiales y procesos de fabricación
- Diseño de detalle
- Planos de fabricación
- Viabilidad económica y técnica
- Simulación

3. Antecedentes

En el mercado actual hay una gran cantidad de escaleras, y es muy fácil encontrar varios tipos de ellas. No obstante, la inmensa mayoría son muy parecidas entre ellas, sin diferencias sustanciales ni estética ni funcionalmente.

Es por ello que, antes de empezar con el trabajo, conviene repasar los tipos de escaleras existentes en la actualidad, poniendo un ejemplo de cada tipo, para ver así las soluciones ya tomadas en este tipo de producto.

3.1. Productos existentes

A continuación se muestran los diferentes tipos de escaleras encontrados durante la búsqueda de información:

3.1.1. Fijas

Las escaleras fijas son una de las más comunes. Se caracterizan por ser verticales, con los dos apoyos inferiores en el suelo, y los superiores que deben apoyarse a la pared donde se debe hacer el trabajo. Existen varias clases de escaleras fijas: telescópicas, de tramos y las originales sencillas.



Descripción

Las escaleras fijas son las más sencillas de todas, ya que no tienen mecanismos, son completamente rígidas.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio, de hierro y de madera, siendo el primero el más común. También existen modelos de plástico (PVC) reforzado con fibra de vidrio.

ILUSTRACIÓN 1: ESCALERA FIJA



ILUSTRACIÓN 2: ESCALERA DE TRAMOS

Descripción

Las escaleras de tramos se constituyen de varias escaleras fijas, unidas entre sí, de forma que se pueden poner a la misma altura para ser una escalera común o estirarse para llegar a la altura necesaria.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio, de hierro y de madera, siendo el primero el más común. También existen modelos de plástico (PVC) reforzado con fibra de vidrio.



ILUSTRACIÓN 3: ESCALERA TELESCÓPICA

Descripción

Las escaleras telescópicas son fácilmente almacenables, ya que se pliegan dentro de sí, de forma que ocupan un espacio mínimo.

Materiales

Este tipo de escalera se puede encontrar hecha de aluminio exclusivamente.

3.1.2. De tijera

Este es el otro tipo de escalera más comúnmente utilizado. Consiste en dos tramos, cogidos en la parte de arriba, de forma que entre los dos tramos y el suelo forman un triángulo. Así, el peso del usuario se contrarresta con el otro tramo, que hace de apoyo al suelo.

Respecto a los tramos, pueden tener peldaños solamente uno de los dos, sirviendo el otro solamente de apoyo, o los dos, de forma que se puede subir por los dos lados, o subir dos personas.



ILUSTRACIÓN 4: ESCALERA DE TIJERA

Descripción

Las escaleras de acceso doble tienen escalones en los dos lados, de forma que se puede acceder por cualquiera de ellos, o subir dos personas a la vez.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio, de hierro y de madera, siendo el primero el más común.



ILUSTRACIÓN 5: ESCALERA DE TIJERA DE ACCESO SIMPLE

Descripción

La escalera de tijera de acceso simple solamente permite subir por un lado, siendo utilizado el otro solamente de apoyo. La mayoría tienen una plataforma en la parte superior, con la que se está más cómodo una vez arriba; también se puede usar para colocar objetos que vayan a ser utilizados.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio y de hierro; también se encuentran escaleras de madera de este tipo y de PVC reforzado con FV.

3.1.3. Convertibles

En esta categoría destacan dos clases. Las primeras son las escaleras convertibles, que generalmente consisten en la capacidad de pasar de una a otra de las dos categorías anteriores, dependiendo de qué es lo que se busca (altura o estabilidad).

La otra es la llamada escalera por tramos. Este tipo de escaleras tienen varios tramos unidos por sistemas móviles que permiten la rotación, de forma que se pueden crear varias formas con los tramos, adaptando la escalera al lugar y la función que se necesitan.



ILUSTRACIÓN 6: ESCALERA CONVERTIBLE

Descripción

Esta es una escalera por tramos. Como se puede ver, tiene varios puntos de rotación que hacen que puedas colocar cada tramo en la posición que más convenga en cada momento.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio y de hierro, o una combinación de ambos.



ILUSTRACIÓN 7: ESCALERA DE TRAMOS

Descripción

La escalera convertible solamente tiene un par de puntos de rotación, de forma que puede pasar de ser una escalera de tijera a una fija. Generalmente suelen tener varios tramos, de forma que se pueden alargar para ser más altas.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio y de hierro, o una combinación de ambos.

3.1.4. De picking

Estas escaleras se caracterizan por ser mucho más robustas que las demás, con unos escalones más anchos, y con una plataforma arriba para estar de pie y poder coger y dejar cualquier objeto en altura. Son ideales para almacenes donde hay grandes estanterías, y algunas tienen modificaciones hechas a propósito para esos lugares, como bandejas en la parte de arriba para apuntar datos en papeles o bandejas para ayudar a levantar objetos a gran altura.

Algunas de estas escaleras tienen sistemas de levantamiento de objetos desde el suelo. Sin embargo, todas estas escaleras, sobre todo las que tienen estos sistemas, son muy caras para el usuario ocasional, y muy voluminosas para tenerlas y manejarlas en casa.



ILUSTRACIÓN 8: ESCALERA DE PICKING

Descripción

Las escaleras de picking son muy robustas, y suelen contar con ayuda para moverlas, ya que tienen un alto peso.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio y de hierro, o una combinación de ambos.



ILUSTRACIÓN 9: ESCALERA CON SISTEMA

Descripción

Este es un ejemplo de escaleras que cuentan con sistema para subir y bajar objetos. Como se puede apreciar, está pensada para el sector profesional, con una estructura robusta y pesada.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio y de hierro, o una combinación de ambos.



ILUSTRACIÓN 10: ESCALERA DOBLE ACCESO

Otros modelos de esta categoría presentarían algunas modificaciones pequeñas, como mayor o menor altura o profundidad, o la posibilidad de subir por los dos lados de la escalera

3.1.5. Taburete de peldaños

Este tipo de escalera es relativamente baja, de normalmente tres niveles. Se caracterizan por tener peldaños anchos y una plataforma arriba del todo. Se suele utilizar en ámbito doméstico, para guardar objetos en altura, por ejemplo en despensas o armarios.



ILUSTRACIÓN 11: TABURETE

Descripción

Ejemplo de taburete de tres alturas. Suelen contar con anchos peldaños, y algunos modelos llevan una capa antideslizante de goma en la superficie para evitar caídas.

Materiales

De este tipo de escalera se pueden encontrar de aluminio y de hierro, o una combinación de ambos, y también algunos modelos de madera y plástico.

3.1.6. Otras

Estas escaleras son menos convencionales, algunas simplemente prototipos. Aquí aparecerán todas las ideas que los diseñadores han obtenido para encontrar alternativas diferentes y creativas a las escaleras convencionales.

Escalera de colores

La marca Kettal sacó una colección de escaleras de tijera de colores llamativos, con un diseño de los componentes muy cuidado. Destaca mucho su diseño en comparación a las escaleras convencionales, por eso se incluye en esta categoría aparte.

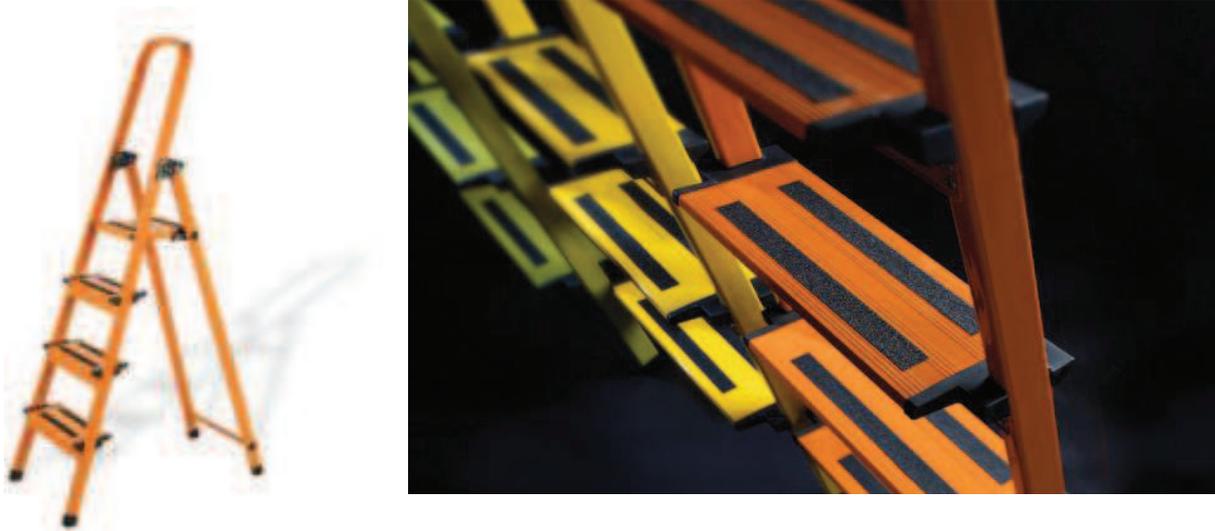


ILUSTRACIÓN 12: ESCALERA KETTAL

Silla-escalera

Hecha por los diseñadores holandeses Maarten Olden, es una idea bastante interesante que unifica dos objetos en uno: la escalera, que puede tener dos o tres peldaños, y la silla, ya que el último peldaño hace de asiento y la barra de arriba hace de respaldo.

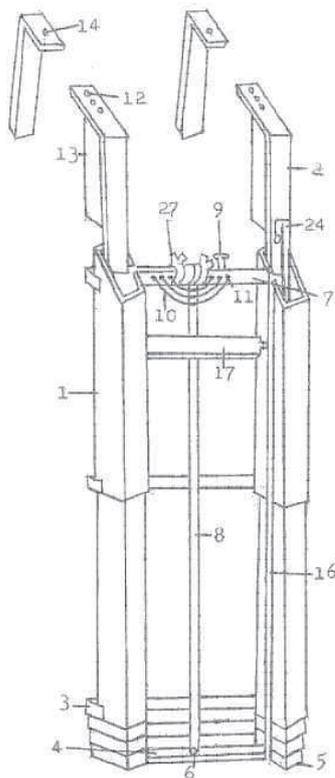


ILUSTRACIÓN 13: ESCALERA SILLA

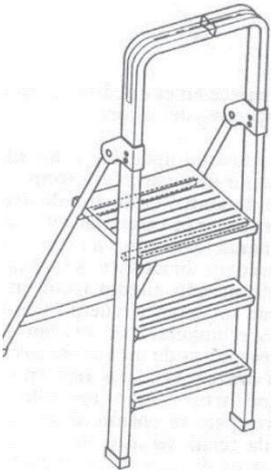
3.2. Patentes

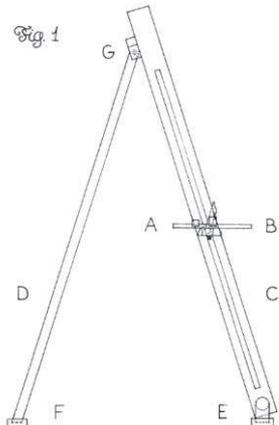
A continuación se presentan todas las patentes relevantes para el trabajo encontradas, estén aún vigentes o no. De ellas se pueden encontrar ideas y mecanismos con los que extraer conclusiones sobre qué puede funcionar y qué es lo que se está utilizando, además de saber aquello que ya está hecho y no se puede reproducir en este trabajo.

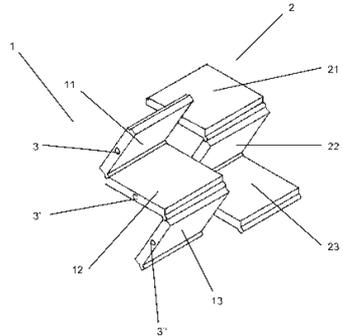
TABLA 1: PATENTE 1

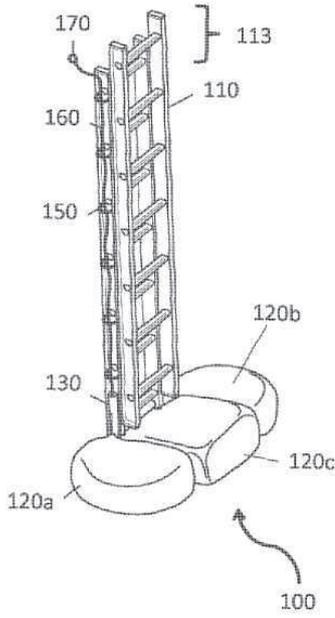
Título	Escalera ajustable con peldaños o barras móviles
Fecha	10/11/2005
Autor	Marisela Rojas Arriaga
<p>Descripción leve</p> <p>Esta es una escalera de evacuación de edificios. Se ha añadido a la lista por la particularidad que tiene de ser ensamblable, desmontable y fija. Los peldaños y barras se pliegan de forma telescópica, y el conjunto tiene un sistema de "grúa" con el que se puede subir y bajar los peldaños.</p>	
<p>Fotografías</p> 	

Título	Escalera plegable
Fecha	16/11/1988
Autor	Juan Server Perez
<p>Descripción leve</p> <p>Esta patente procede de un diseño de escalera corta de tres alturas plegable. Es un modelo del año 1988, por lo que es antiguo y no presenta ninguna característica destacable. De hecho, es un buen ejemplo de diseño básico y funcional de este tipo de escalera.</p>	
<p>Fotografías</p> 	

Título	Una escalera
Fecha	01/01/1989
Autor	Francisco Javier Sanz Armiñanzas
<p>Descripción leve</p> <p>Al igual que la anterior, esta escalera es muy básica y antigua. No obstante, añadió en su momento un elemento característico a las escaleras de tijera más usadas, y es el marco en forma de U en la parte superior. Sigue siendo interesante ver el diseño básico y funcional que tiene, además de este elemento característico que ahora es algo muy utilizado.</p>	
<p>Fotografías</p> 	

Título	Escalera portátil
Fecha	25/02/2000
Autor	Diego Grande Leal
<p>Descripción leve</p> <p>Esta escalera, que es una escalera de tijera simple, se caracteriza por tener los peldaños móviles. Tiene una hendidura en los travesaños por los que los peldaños pueden moverse, y cuenta con un sistema de enganche para mantenerlos en el sitio requerido una vez se haya llegado a él.</p>	
<p>Fotografías</p> 	

Título	Escalera-rampa configurable de peldaños alternados
Fecha	06/08/2009
Autor	Vicente Miguel Gómez Varela
<p>Descripción leve</p> <p>Este sistema funciona de dos maneras diferentes: por un lado, poniendo las baldas en perpendicular entre ellas, funciona como escalera. Si en vez de perpendicular se ponen en paralelo unas detrás de otras, funciona como rampa.</p>	
<p>Fotografías</p>  <p>FIG. 1</p>	

Título	Sistema de escalera con airbags integrados en la base
Fecha	04/12/2012
Autor	John F. Balzano
Descripción leve Esta escalera se caracteriza por tener unas bolsas de aire en la parte inferior para amortiguar las posibles caídas. La persona está enganchada con una atadura, y si ésta se estira muy rápido un sensor hace actuar unos hinchadores que hinchan las bolsas de aire.	
Fotografías	
	

4. Normas y referencias

4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas

Antes de comenzar a diseñar el producto se ha consultado la normativa vigente relacionada con las escaleras, establecida en España.

Las normas más relevantes para este proyecto son:

- Norma UNE-EN 131-1 a 7, por la cual se establecen todos los requisitos a cumplir por las escaleras vendidas en España, desde dimensiones a ensayos a realizar.
- Norma UNE-EN 14183, por la cual se regulan los requisitos de los taburetes de peldaños.

Todas las propuestas expuestas en estas normativas se han de cumplir en los objetos creados en este trabajo, para poder asegurar la calidad y seguridad de los productos finales.

A su vez, para asegurar la calidad del proyecto se ha tenido en cuenta la normativa específica para la realización de documentos:

- UNE 157001 de 2014 – Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- Normativa específica de planos: Escritura (UNE 1034-1), Escala (UNE EN ISO 5455), Formatos (UNE EN ISO 5457), Plegado de planos (UNE 1027), Cajetín o Cuadro de rotulación (UNE 1035 y UNE 1026-11983), Tipos de línea (UNE 1032), Vistas (UNE 1032), Acotación (UNE 1039), Tolerancias dimensionales (UNE 1120), Tolerancias geométricas (UNE 1121).

4.2. Programas de cálculo

A continuación se adjuntan todos los programas de cálculo que han sido necesarios para la correcta realización del proyecto.

- CES EduPack 2015
- Microsoft Excel 2013
- Calculadora científica
- SolidWorks 2015
- Autodesk AutoCAD 2015
- Microsoft Project 2013

4.3. Plan de gestión de la calidad

Todo el trabajo ha sido realizado por el creador del proyecto, llevando a cabo revisiones y consultas a la tutora del mismo y a todos los profesores de las áreas necesarias para una correcta realización.

Ha sido importante realizar una planificación similar a los capítulos de la presente memoria, comenzando por la búsqueda de información y finalizando por el desarrollo detallado del producto.

Tarea	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
Búsqueda de información					
Definición de objetivos					
Desarrollo de alternativas					
Evaluación de las alternativas					
Formas y dimensiones					
Materiales					
Procesos de fabricación					
Diseño de detalle					
Marca y packaging					
Coste y rentabilidad					
Elaboración de la documentación					

4.4. Bibliografía

Se presenta a continuación toda la bibliografía consultada y las páginas web visitadas para la realización del proyecto:

- Aduldata. The Handbook of Adult Anthropometric and Strength Measurements
- Teoría de la asignatura Diseño para fabricación: Procesos y Tecnologías (I) y (II)
- Teoría de la asignatura Diseño conceptual
- Teoría de la asignatura Metodologías del diseño
- Teoría de la asignatura Expresión Gráfica II
- Teoría de la asignatura Ergonomía
- Teoría de la asignatura Tecnología del plástico y diseños del producto

4.4.1. Búsqueda de información y patentes

Enlace	Última visita
http://www.esla.es/index.html	29/07/2015
http://www.comansa.biz/	29/07/2015
http://www.escaleraeuropea.com/	03/08/2015
http://www.escalerasandamios.es/	03/08/2015
http://www.leroymerlin.es/	18/10/2015
http://www.hymer-alu.de/	15/08/2015
http://www.directindustry.es/	19/08/2015
http://www.obracolor.com/escaleras.htm	05/09/2015
http://www.kettal.com/archivos/2366NOT/Escaleras-color.pdf	05/09/2015
https://patents.google.com/	10/09/2015
http://worldwide.espacenet.com/?locale=en_EP	10/09/2015
http://www.oepm.es/es/index.html	10/09/2015

4.4.2. Costes de materiales, utillaje y mano de obra

http://www.lamiplast.com/	12/10/2015
http://catalogo.aki.es/	18/10/2015
http://es.aliexpress.com/	21/10/2015
http://www.modulor.de/es/	12/10/2015
http://www.sabater-fundimol.com/es/	13/10/2015
http://www.metalurgiapons.com/es/inicio	16/10/2015
https://www.springmasters.com/	25/10/2015
http://www.comprartornillos.com/	25/10/2015

5. Definiciones y abreviaturas

Durante todo el trabajo se ha ido utilizando una serie de abreviaturas para agilizar su creación y lectura. A continuación se procede a presentarlas y definir las:

FV o RFV: reforzado con fibra de vidrio.

PVC: Poli cloruro de vinilo.

PP: Polipropileno.

NBR/NBR-PVC: Caucho nitrado/ caucho nitrado mezclado con Poli cloruro de vinilo.

D_e-r_e: diámetro-radio exterior.

D_i-r_i: diámetro-radio interior.

mm: milímetros

CMO: coste de mano de obra

CMP: coste de materias primas

Ud/s: unidad/es

Pz/pzs: pieza/piezas

Nº: número

cm: centímetros

m: metros

mm²: milímetros cuadrados

cm²: centímetros cuadrados

m²: metros cuadrados

kg: kilos

g: gramos

N: Newtons

VAN: Valor Actual Neto

TIR: Tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad

IVA: impuesto sobre el valor añadido

PVP: precio de venta al público

Seguidamente aparecen una serie de definiciones que ayudarán a entender mejor las palabras relacionadas con las escaleras.

Escalera de apoyo: escalera de un solo lado, que necesita apoyarse en alguna pared o similar para poder utilizarse.

Escalera auto-estable/de tijera: escalera de dos lados, unidos por el extremo superior, que pueden tener peldaños/escalones en uno o los dos lados. No necesita apoyarse en ningún lado, pues se mantiene estable ella misma.

Huella: medida; largo de la superficie de apoyo del pie.

Peldaño: cuando la pieza de apoyo del pie tiene menos de 80mm de huella.

Escalón: cuando la pieza de apoyo tiene 80mm o más de huella.

6. Requisitos de diseño

En este apartado se definen todos aquellos aspectos y requerimientos que el producto debe cumplir para conseguir la solución requerida al problema planteado en el trabajo.

6.1. Definición del problema

El problema planteado en este proyecto es conseguir hacer una escalera portátil que sea atractiva estéticamente, ya que las escaleras convencionales no cumplen dicha función y se estancan en ser simplemente funcionales, sin añadir este valor adicional.

6.2. Definición de objetivos

Para obtener la mayor cantidad de objetivos y poder satisfacer a toda la población se ha realizado un estudio de los grupos de personas que se pueden ver afectadas por el diseño. Para este caso los grupos elegidos han sido el diseñador, los consumidores, la empresa fabricante y los requisitos legales.

Para conocer las necesidades y opiniones de los consumidores se ha realizado una encuesta, contestada por diferentes tipos de personas elegidas entre el público objetivo. Esta información se puede consultar en el apartado Análisis Encuesta del Volumen 2: Anexos.

Con esta información se han establecido los objetivos que afectan a los consumidores. Los demás se han ido colocando respecto a las necesidades que puedan tener los demás grupos.

Objetivo principal

- El producto debe ser atractivo estéticamente.

Requisitos del diseñador

- Que tenga funciones secundarias / complementarias
- Diseño sencillo
- Facilidad de reparación
- Facilidad de montaje / desmontaje o plegado/ desplegado
- Diseño (cantos, esquinas, etc.) y mecanismos completamente seguros para el usuario

Requisitos del usuario

- Duradera
- Ligera
- Económica
- De madera o aluminio
- Estable
- Que llegue a mucha altura
- Que ocupe poco espacio al guardarse

Requisitos de fabricación

- Fácil de fabricar
- Materiales fáciles de mecanizar
- Máxima simplicidad posible en el ensamblaje

Requisitos legales

- El producto debe cumplir la normativa vigente sobre escaleras.

6.3. Establecimiento de especificaciones

Una vez obtenidos todos los objetivos y requisitos, se transforman en especificaciones y restricciones de diseño que la solución elegida debe cumplir para poder solucionar el problema, indicando las variables que los definen y el tipo de escala con la que se medirán.

6.3.1. Requisitos del diseñador

Que tenga funciones secundarias / complementarias.

Deseo

Diseño sencillo. El diseño de la escalera será estéticamente sencillo, hecho con formas sencillas.

Restricción

Facilidad de reparación. Las partes rotas las debe poder cambiar el usuario.

Restricción.

Facilidad de montaje / desmontaje o plegado/ desplegado. El mecanismo de plegado o montaje debe ser sencillo e intuitivo.

Restricción

Diseño (cantos, esquinas, etc.) y mecanismos completamente seguros para el usuario. No debe haber cantos puntiagudos, y las esquinas deben rebajarse o redondearse.

Restricción.

Los mecanismos no deben enganchar o atrapar ninguna parte del cuerpo de la persona.

Restricción

6.3.2. Requisitos del usuario

Duradera. Los materiales deben aguantar el paso del tiempo y los esfuerzos a los que están sometidos.

2 especificaciones Variable: Tiempo de resistencia a la condición del tiempo.
Escala: Proporcional (años).

Variable: Resistencia a flexión y pandeo.

Escala: proporcional (N/m²).

Ligera. El peso debe ser el menor posible.

Especificación *Variable:* peso. *Escala:* proporcional (kg).

Económica. El precio debe ser el menos posible.

Especificación *Variable:* coste. *Escala:* proporcional (€).

De madera o aluminio. Los principales materiales deben ser madera y aluminio.

Restricción.

Estable. La escalera debe ser estable.

Restricción.

Que llegue a mucha altura. La escalera debe poder llegar a cuánta más altura mejor.

Especificación. *Variable:* altura. *Escala:* proporcional (metros).

Que ocupe poco espacio al guardarse. La escalera debe ocupar el mínimo espacio posible plegada.

Especificación. *Variable:* volumen. *Escala:* proporcional (m³).

6.3.3. Requisitos de fabricación

Fácil de fabricar. El tiempo de fabricación debe ser el menor posible.

Especificación. *Variable:* tiempo de fabricación. *Escala:* proporcional (horas)

Materiales fáciles de modificar. Los materiales deben ser fáciles de mecanizar/moldear.

Restricción.

Máxima simplicidad posible en el ensamblaje. El ensamblaje debe llevar el menos tiempo posible.

Especificación. *Variable:* tiempo. *Escala:* proporcional (minutos).

6.3.4. Requisitos legales

El producto debe cumplir la normativa vigente sobre escaleras.

Restricción.

7. Análisis de soluciones

7.1. Brainstorming

A continuación se representan todas aquellas ideas que se han obtenido en base a pensar soluciones, una vez realizada la búsqueda de información y patentes.

Idea 1: escalera de pinza con elevación de pie

Esta idea consiste en colocar un sistema de elevación a una escalera de pinza de un acceso.

Una plataforma, colocada en uno de los lados o en las barras de apoyo traseras, tendría un mecanismo para poder subirla; este mecanismo consiste en una barra con un acople para el pie, situado justo al lado de los escalones y a su misma altura, de forma que se pueda colocar el pie dentro y con la punta llegar al escalón. Al levantar la pierna para llegar al siguiente escalón, la plataforma se elevará.

Esta idea se basa en que, con las piernas, las personas podemos hacer mucha más fuerza que con los brazos. Así pues, de esta forma debería ser más fácil levantar el peso que simplemente levantarlo con los brazos.

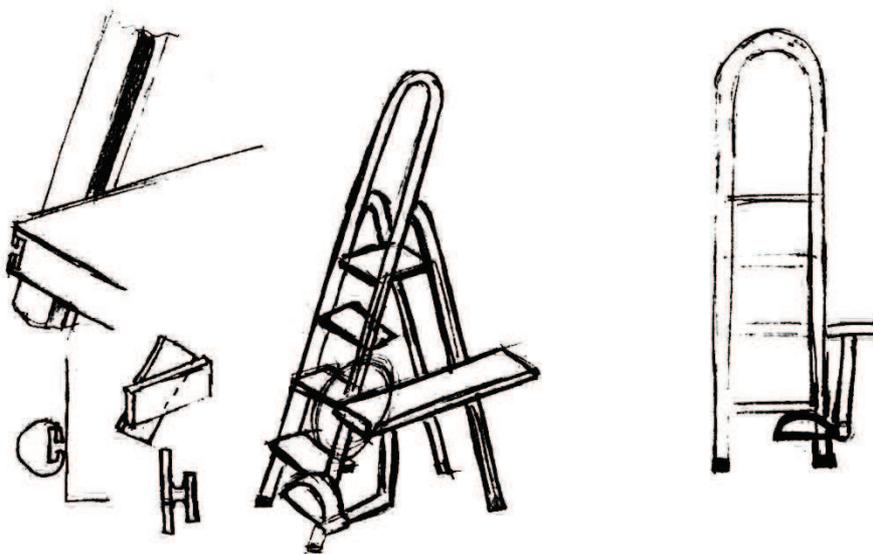


ILUSTRACIÓN 14: ESCALERA CON ELEVACIÓN DE PIE

Idea 2: escalera de pinza con bandeja de mano

Esta idea es parecida a la anterior, con la diferencia de que la barra conectada a la bandeja es doble y va a las manos.

La ventaja de esta idea es que, al utilizar las dos manos, se reparte el esfuerzo entre los dos brazos, haciendo más fácil el levantar cosas que de otro modo se usaría solamente una, además de poder levantarlas a sitios más elevados.

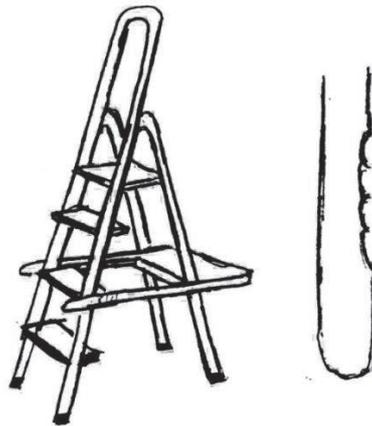


ILUSTRACIÓN 15: ESCALERA CON BANDEJA DE MANO

Idea 3: Escalera 3 en 1

En el mercado hay varias escaleras que pasan de escalera de pinza a escalera fija, y para guardarlas se hacen aún más pequeñas.

La idea es que cuando se hagan pequeñas para guardarlas, también sirvan como escalera pequeña de pocos peldaños, así se consiguen tres alturas diferentes.



ILUSTRACIÓN 16: ESCALERA 3 EN 1

Idea 4: Escalera para levantar peso

Siguiendo con la idea de levantar objetos pesados para el trabajo, esta idea considera la opción de poner un mecanismo con el que, al estirar los dos pomos hacia abajo, a la vez que se abre la escalera la plataforma sube y así quedan elevados los objetos.

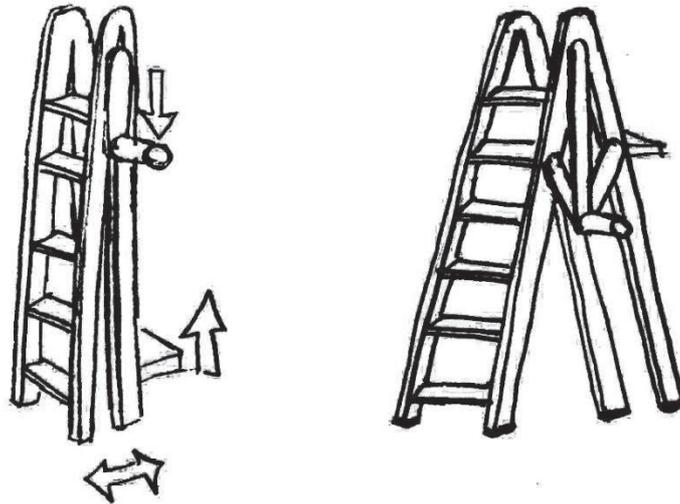


ILUSTRACIÓN 17: ESCALERA PARA LEVANTAR PESO

Idea 5: escalera telescópica

Todas las escaleras telescópicas que hay en el mercado son "fijas", no se mantienen por sí mismas ya que solamente tienen "un lado". Esta sencilla idea consiste en hacer los dos lados de una escalera de pinza telescópicas. Así se mantiene el poco espacio que ocupa una escalera telescópica eliminando la necesidad de apoyarla en algún lado.

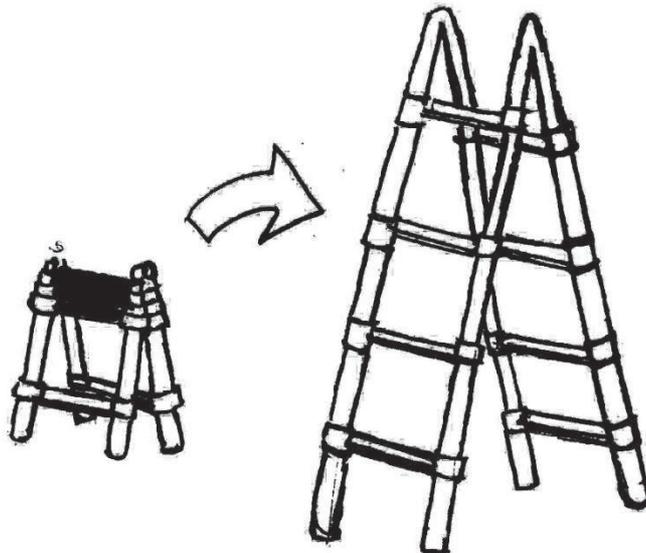


ILUSTRACIÓN 18: ESCALERA TELESCÓPICA

Idea 6: escalera-pasarela

Esta idea consiste en que una escalera pueda girar los escalones 90° para que sea una pasarela, un puente, para zonas de obra por ejemplo.

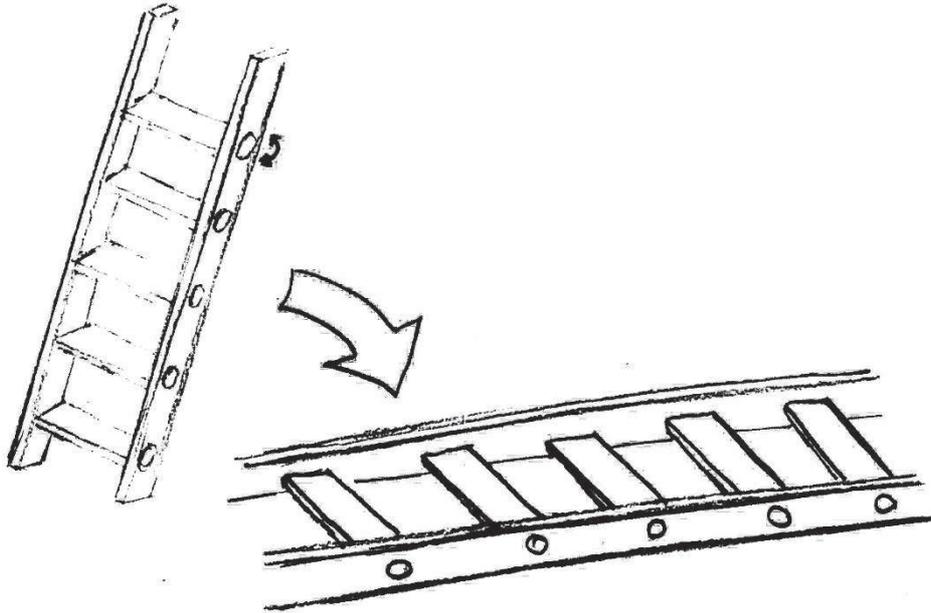


ILUSTRACIÓN 19: ESCALERA - PASARELA

Idea 7: silla-escalera

Esta idea consiste en que una propia escalera baja sirva como silla, o una escalera normal se pueda convertir en silla. Al haber encontrado un producto similar, la idea pierde algo de fuerza, ya que ya se ha hecho con anterioridad.

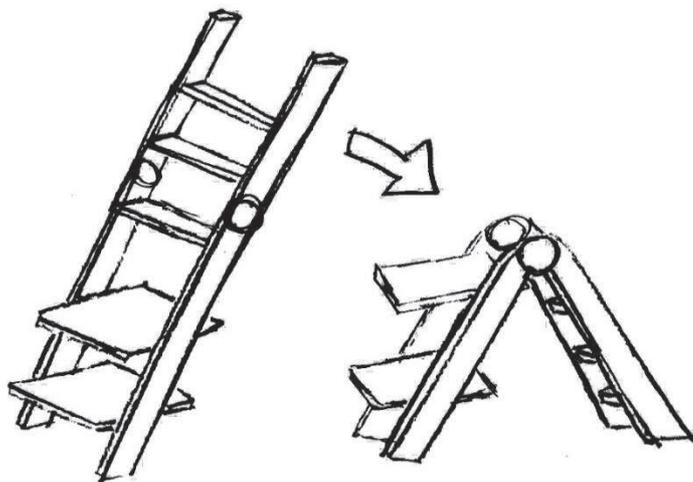


ILUSTRACIÓN 20: SILLA - ESCALERA

Idea 8: Escalera modular

Esta idea consiste en crear numerosas piezas con las que poder montar y hacer la escalera que más se adecua a cada necesidad diferente.

Diferentes materiales, diferentes piezas y alturas, diferentes formas de escaleras, diferentes usos que se puedan dar al producto... Se abren muchas posibilidades con esta idea.

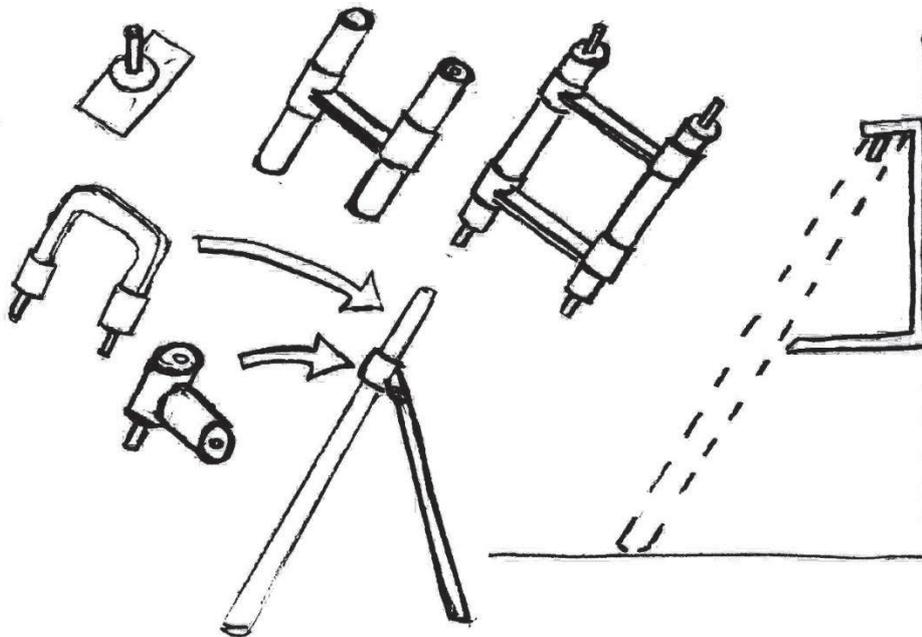


ILUSTRACIÓN 21: ESCALERA MODULAR

7.2. Evaluación de conceptos

Para evaluar todas las ideas obtenidas y saber elegir de entre todas ellas cuáles llevar a cabo, se escogió seguir un método cuantitativo; el método de ponderación.

Los objetivos a evaluar de cada propuesta son (después del guion aparece el porcentaje que tiene cada uno, en base a la importancia que se le da a cada objetivo a cumplir):

1. Volumen ocupado – 5%
2. Facilidad de uso/mecanismo sencillo e intuitivo (se ha decidido juntar estas dos características, ya que son parecidas y casi siempre suelen coincidir) – 25%
3. Facilidad de fabricar – 5%
4. Funciones complementarias – 25%
5. Mantenimiento/limpieza – 5%
6. Precio (estimado) – 10%
7. Estética – 25%

Como se puede apreciar, las características más importantes son la estética, que tenga funciones complementarias y la facilidad de uso.

A cada idea se le dará un valor del 1 al 10 en cada uno de los objetivos. Luego, se multiplicará ese valor por 0'1 para pasarlo a valores entre 0'1 y 1. Este número multiplicará al porcentaje de cada objetivo, con lo que nos dará la nota en ese objetivo de ese producto.

$$(\text{Valor entre 1 y 10}) * 0.1 * \% \text{ del objetivo} = \text{nota del objetivo}$$

Una vez calculadas todas las notas de los objetivos para una idea, los valores se suman, dando así la nota final de la propuesta. La idea que mejor nota tenga será la mejor.

$$\sum \text{ notas de los objetivos} = \text{nota final de la idea}$$

TABLA 2: PUNTUACIONES

Objetivos	Idea 1	Idea 2	Idea 3	Idea 4	Idea 5	Idea 6	Idea 7	Idea 8
1 - volumen (5%)	4	4	8	6	6	7	7	8
2 - uso (25%)	6	7	8	8	8	8	7	9
3 - fabricación (5%)	4	5	7	7	5	7	6	8
4 - funciones (25%)	7	7	6	8	4	5	7	10
5 - limpieza (5%)	6	6	7	6	7	7	6	7
6 - precio (10%)	5	5	8	6	8	7	8	8
7 - estética (25%)	5	5	7	6	5	7	8	9

Una vez colocadas las puntuaciones, se realiza el cálculo.

TABLA 3: CÁLCULO DE PUNTUACIONES

Objetivos	Idea 1	Idea 2	Idea 3	Idea 4	Idea 5	Idea 6	Idea 7	Idea 8
1 - volumen (5%)	2	2	4	3	3	3.5	3.5	4
2 - uso (25%)	15	17.5	20	20	20	20	17.5	22.5
3 - fabricación (5%)	2	2.5	3.5	3.5	2.5	3.5	3	4
4 - funciones (25%)	17.5	17.5	15	20	10	12.5	17.5	25
5 - limpieza (5%)	3	3	3.5	3	3.5	3.5	3	3.5
6 - precio (10%)	5	5	8	6	8	7	8	8
7 - estética (25%)	12.5	12.5	17.5	15	12.5	17.5	20	22.5
Total	57	60	71.5	70.5	59.5	67.5	72.5	89.5

Conclusión: La idea 8 es la que ha obtenido mayor puntuación con diferencia. Como es la propuesta modular, se decide centrar el proyecto en la idea de hacer una familia de piezas modulares con las que crear diferentes formas adaptadas a cada necesidad.

Las siguientes ideas que más puntuación obtienen son la escalera de 3 posiciones, la silla-escalera y la escalera para levantar peso.

La primera de ellas se puede conseguir dentro de la familia modular. La segunda de silla, para poder hacerla, se debería hacer un concepto completamente a parte de la familia modular, por lo que se descarta. La idea de levantar peso se descarta después de un estudio de la viabilidad de la propuesta: ésta puede dar muchos problemas de estabilidad y a nivel de seguridad y durabilidad del mecanismo para realizar los esfuerzos necesarios.

7.3.3. Módulo de apoyo a pared

Este módulo es la terminación de la escalera por la parte de arriba. Sirve para apoyarla en paredes o muros. Debe tener un añadido para mejorar la adherencia y evitar así que pueda resbalarse.

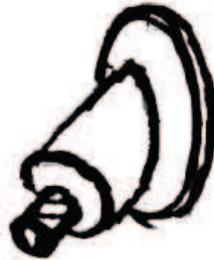


ILUSTRACIÓN 24: CONCEPTO DE MÓDULO DE APOYO A PARED

7.3.4. Enganche

Este sistema servirá para enganchar los diferentes módulos entre sí, de forma que no pueda desmontarse por accidente la escalera, y a la vez que sea sencillo y fácil acoplar las diferentes piezas y manipular el conjunto.

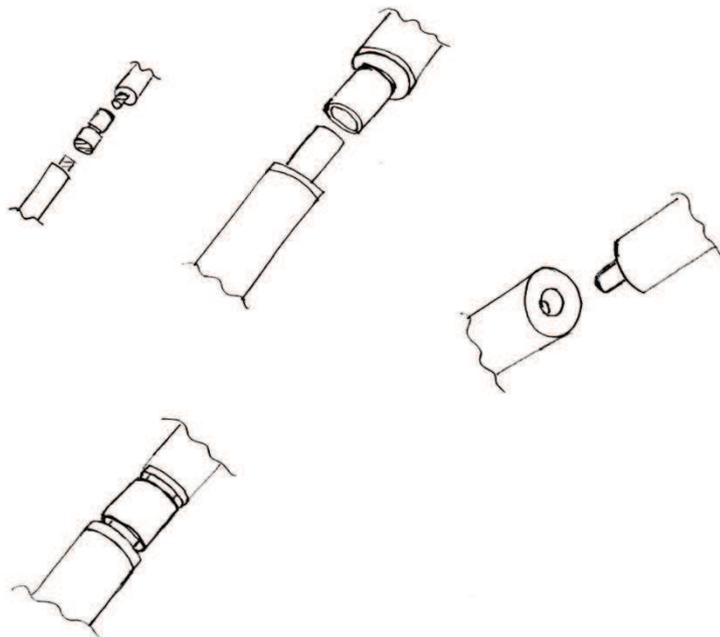


ILUSTRACIÓN 25: CONCEPTO DE ENGANCHE

7.3.5. Módulo de plataforma

Este módulo añadirá una plataforma con unos largueros adicionales en la parte de atrás para convertir la escalera en una auto-estable. En la plataforma deberán poderse aguantar y colocar todos los utensilios y objetos pesados que se puedan necesitar para el trabajo que se vaya a hacer.

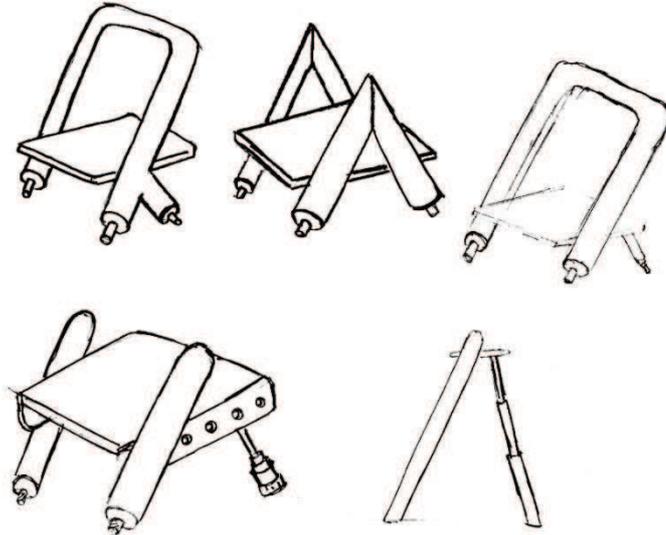


ILUSTRACIÓN 26: CONCEPTO DEL MÓDULO DE PLATAFORMA

7.3.6. Módulo de cuña para escalera de tijera

Y por último, este módulo sirve para crear una escalera auto-estable, con la que se puedan enganchar módulos principales a los dos lados, y así poder subir por cualquiera de ellos.

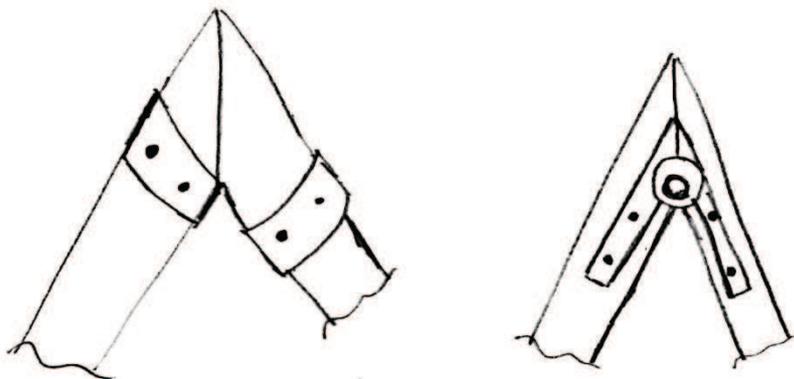


ILUSTRACIÓN 27: CONCEPTO DEL MÓDULO DE CUÑA

8. Resultados finales

8.1. Descripción general

El producto final propuesto es una familia de objetos que conforman un sistema modular complejo. El objetivo y planteamiento principal del producto es servir como escalera, pero sin delimitarse a un tipo en concreto. A través de los diferentes módulos se pueden conformar varias combinaciones y formas, adaptando la escalera a la tarea y altura que se necesita en cada momento.

Las piezas principales están fabricadas en madera de pino natural, tratada contra la humedad y los problemas que pueda tener al usarla en el exterior. En el apartado Anexos se encuentra la elección de materiales explicada más a fondo.

Hay varios puntos de este producto que lo hace destacar y poder diferenciarse del resto de la competencia, que se explican a continuación.

Modularidad

Al ser una escalera modular, el comprador adquirirá solamente aquellas piezas que necesite para formar la escalera a su medida. Si debe transportar la escalera con algún coche, se la puede llevar desmontada, por lo que se puede trasladar fácilmente. Si en algún momento no se necesita tantos escalones como en ese momento tiene, puede quitárselos y así la escalera no tiene tanto peso y es más fácil de manipular; igual que el caso contrario, si surge una tarea donde haga falta una escalera más alta, puede comprar un módulo más y no una escalera entera.

Esto repercute positivamente en la producción también, ya que por ejemplo no hace falta fabricar una escalera de 4 escalones, otra de 5, otra de 6, etc. Por tanto, se ahorra a la hora de fabricar y además se le da más flexibilidad al comprador.

Multipropósito

El crear una familia de objetos modulares permite hacer piezas destinadas a tareas o lugares concretos. De esta forma, aparece el módulo especial con plataforma, que se puede adaptar a varios trabajos, y los módulos para pasar de escalera de apoyo a escalera de tijera.

Con esta característica se consigue atraer a mucho más público que de otra forma tendría dudas en comprar una escalera, ya que en vez de elegir entre muchos tipos cerrados, puedes comprar solamente lo que sabes que vas a utilizar o necesitar.

8.2. Descripción detallada

A continuación se detallan todos los módulos planteados y los objetos auxiliares, para qué sirven, cómo interactúan con los demás y todas las formas y productos ensamblados que se pueden conseguir utilizándolo.

8.2.1. Módulo principal

Este módulo es la pieza principal y fundamental de la escalera. Consiste en dos largueros y dos peldaños que los unen.

Las piezas están hechas de madera, con un acabado natural. La unión se hace mediante un ajuste en apriete entre el peldaño y el travesaño, añadiendo adhesivo de cola para fijar las piezas y que no se puedan separar.

Con este módulo se crea la escalera como tal. Uniendo varios de ellos con el enganche se consiguen escaleras de varios tamaños. Si se colocan en los dos lados de la escalera auto-estable, se consigue una escalera de acceso por los dos lados.

Largueros

Estas piezas se fabrican desde un tronco de madera de abeto. Cada una mide 440mm de largo y 60mm de diámetro. En cada una de las bases se deben hacer dos taladros en los que se atornillarán las piezas del enganche. Tiene dos hendiduras donde se encastan los escalones.

Escalones

Piezas fabricadas desde una plancha de madera de pino. Son las planchas a las que los usuarios se suben para elevarse. Mide 400x100x25, y tiene dos salientes a los lados que son los que se encastan dentro de los largueros.

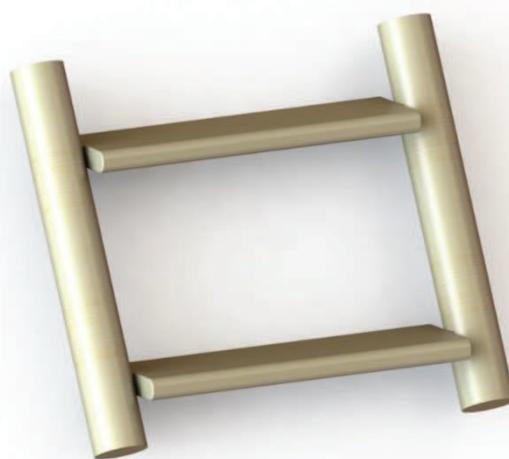


ILUSTRACIÓN 28: MÓDULO PRINCIPAL



ILUSTRACIÓN 29: LARGUERO

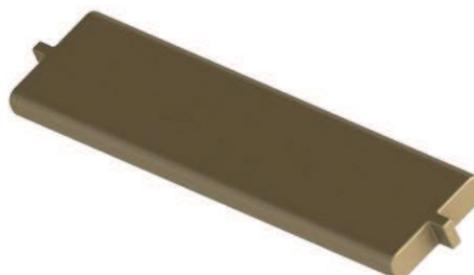


ILUSTRACIÓN 30: ESCALÓN

8.2.2. Enganche

El enganche es un montaje que contiene 4 piezas: las dos piezas de aluminio interior y exterior, el muelle, hecho de HDPE, y el cilindro, hecho de PP.

Este conjunto funciona de la misma forma que los típicos objetos para enganchar una manguera a un grifo. La pieza de aluminio interior, el macho, va atornillado al trozo de larguero que quedará en la parte inferior, mientras que la pieza de aluminio exterior, la hembra, irá atornillada al trozo de larguero superior.

Cuando la pieza interior entra dentro de la exterior, queda enganchada por los salientes del muelle, ya que el cilindro los presiona y se quedan en la zona estrecha del macho. Para soltar el módulo y desmontarlo, solamente es necesario levantar el cilindro, de forma que los salientes del muelle quedan liberados y la pieza macho puede salir de la tubular.



ILUSTRACIÓN 31: MÓDULO ENGANCHE

Pieza de enganche macho

Esta pieza es la que va atornillada al módulo que está en la parte inferior. Está fabricada en aluminio a partir de una barra de 60mm de diámetro, que se modifica en el torno. La parte más estrecha está hecha para que la pieza del muelle pueda engancharla y así sostener el conjunto.



ILUSTRACIÓN 32: MACHO



Pieza de enganche tubo

Esta pieza es la que va atornillada al módulo que está en la parte superior. Debido a su complejidad geométrica se fabrica por colada de aluminio. Tiene varias guías para montar el cilindro en posición correcta, una superficie en voladizo para colocar el muelle y unos agujeros en el cilindro central para que pasen los cabezales del muelle.

ILUSTRACIÓN 33: TUBO

Muelle

Esta pieza es la que provoca el retorno automático del cilindro una vez se suelta. También es la que sujeta la pieza macho gracias a sus cabezales que se colocan por los agujeros de la pieza tubo.



ILUSTRACIÓN 34: MUELLE



Cilindro

Esta es la pieza exterior, que provoca el movimiento de la cabeza del muelle para la sujeción. Estirándola hacia arriba se libera dicha cabeza y así los módulos se pueden desmontar. Tiene unas pletinas que hacen que no se pueda salir de su recorrido dentro de la pieza tubo.

ILUSTRACIÓN 35: CILINDRO

8.2.3. Módulo de apoyo de tierra

Estos apoyos de madera y caucho se colocan en la parte inferior de la escalera.

Consisten en una pieza que es una continuación del larguero, a la que se le engancha una base de madera que permite a la escalera tener la estabilidad necesaria para no tumbar. A esta base se le añaden dos accesorios de caucho para elevar el rozamiento con el suelo y mejorar así la seguridad al impedir que la escalera pueda resbalar.

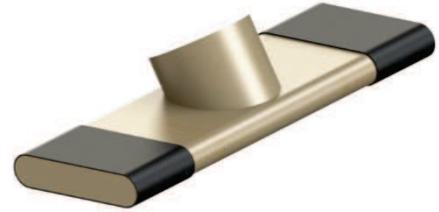


ILUSTRACIÓN 36: MÓDULO APOYO TIERRA

8.2.4. Módulo de apoyo a pared

El módulo de apoyo a pared consiste en una pieza continuación del larguero, hecha a partir del mismo redondo, por lo que tiene el mismo diámetro de 60mm.

A esta pieza de madera se le pone una funda de caucho para mejorar el agarre a la pared, de forma que evita que la escalera pueda resbalar o tumbar hacia un lado. Esta pieza está hecha por inyección de plásticos, y tiene la forma del larguero cortado al ángulo adecuado, más una pequeña pared para que se coja bien y no se salga.



ILUSTRACIÓN 37: MÓDULO APOYO PARED

8.2.5. Módulo de cuña para escalera de tijera

Esta cuña consiste en un par de piezas de madera, continuación de los largueros, con un corte que permite el plegado de la escalera, al mismo grado que el visto anteriormente para el apoyo a pared. Están hechas con el mismo redondo de 60mm.

Para que este plegado funcione correctamente, se atornillan unas bisagras que permiten que la escalera no se abra por sí sola al guardarse, además de mantener unidos los dos lados de la escalera. Estas bisagras se compran hechas a una tercera empresa.



ILUSTRACIÓN 38: MÓDULO CUÑA

8.2.6. Módulo de plataforma

Este módulo consiste en una plataforma para la parte superior de la escalera, con varios agujeros alrededor de ésta para colocar los elementos auxiliares.

La plataforma está unida mediante unas pletinas a un tubo de aluminio, encastado dentro de las extensiones de los largueros. Por otra parte tiene enganchado el sistema de plegado, consistente en una pieza de aluminio, que tiene un orificio por el que se pasa un tubo de aluminio que está enganchado a las patas telescópicas. De esta forma, al levantar la plataforma, la pieza "estira" el tubo y pliega las patas telescópicas.



ILUSTRACIÓN 39: MÓDULO PLATAFORMA



ILUSTRACIÓN 40: PLATAFORMA PLEGADA

En las extensiones de los largueros van cogidas unas piezas de PP con las que se enganchan las patas telescópicas de aluminio, las cuales forman la parte posterior de la escalera de tijera. Estas patas tienen unos tacos antideslizantes de caucho en la parte inferior para mejorar el agarre con el suelo, además de unos en la parte superior para evitar que el usuario pueda hacerse daño con la terminación del perfil de aluminio.

Plataforma

La pieza principal está hecha a partir del mismo tablero que los escalones, de 25mm de espesor. Es casi cuadrada, 390x400mm, suficientemente grande como para poder dejar objetos para trabajar o guardar durante el uso de la escalera. Tiene varios agujeros en la parte de abajo para atornillar las pletinas.



ILUSTRACIÓN 41: PLATAFORMA



Pletinas

Se fabrican por extrusión, y hay dos tipos: unas que tienen el aro a tres cuartas partes de completarse, y otro que lo tiene a un cuarto.

ILUSTRACIÓN 42: PLETINA 2



ILUSTRACIÓN 43: PLETINA 1

Las primeras son para enganchar la plataforma al tubo de unión con las extensiones de los largueros, además de con los topes que sujetan el sistema de plegado. Las segundas son para que la plataforma pueda apoyar sin complicaciones encima del tubo de unión de los sistemas telescópicos, así consigue estar completamente recta y no se estropea de los golpes.

Tubos de unión

Hay dos tubos de unión en este módulo: uno que une las dos extensiones de los largueros con la plataforma y otro que une los dos sistemas telescópicos con el sistema de plegado. Los dos tienen 20mm de diámetro y 1mm de espesor de pared, aunque cada uno requiere una longitud diferente para adaptarse a los lugares donde se enganchan.



ILUSTRACIÓN 44: TUBOS DE UNIÓN



ILUSTRACIÓN 45: PIEZA DE UNIÓN LARGUERO - TELESCÓPICOS

Pieza de unión de las extensiones y el sistema telescópico

Esta pieza, hecha de PP, hace de unión de las partes arriba indicadas. Permite tener al sistema telescópico un punto de rotación con el cual se plegará cuando se levante la plataforma.

La unión de la pieza con las extensiones es mediante tornillos, mientras que la unión al sistema telescópico es mediante los pasadores y su tapa.

Sistema de plegado

Este sistema consiste en una serie de piezas descritas a continuación:

Una pieza de unión entre la plataforma y el tubo de enganche del sistema telescópico. Se fabrica mediante extrusión, y tiene dos agujeros circulares, uno a cada lado, por los cuales pasan el tubo de enganche del sistema telescópico por el agujero grande y el tubo que hace de eje bajo la plataforma. Este eje está enganchado por los extremos por los topes, que a la vez están cogidos por las pletinas atornilladas a la plataforma. De esta forma, cuando la plataforma se levanta, estira la pieza de unión, y ésta, mediante el tubo, recoge el sistema telescópico para guardarlo.



ILUSTRACIÓN 46: SISTEMA DE PLEGADO

Topes

Estas piezas están fabricadas por inyección de plásticos. Sirven para tener cogidos los tubos y que no puedan desmontarse durante el uso.

Los tubos de unión de la plataforma con las extensiones y de unión del sistema telescópico van por la parte exterior del tope, es decir, el tope se inserta dentro de los tubos. Sin embargo, en el sistema de plegado, es el tubo el que se inserta dentro del tope.



ILUSTRACIÓN 47: TOPES

Sistema telescópico

Este sistema consiste en tres tubos de sección ovalada que forman los apoyos traseros de la escalera de tijera formada al colocar este módulo. Cada tramo está pensado para que el sistema apoye adecuadamente dependiendo de si hay uno, dos o tres módulos principales colocados en el otro lado.

El sistema se fabrica mediante extrusión, pasado por un mecanizado posterior para realizar los agujeros.

Este sistema lleva unos tacos antideslizantes en la parte inferior para mejorar el agarre y la seguridad. Además, también lleva colocado unos tacos en la parte superior para evitar que el usuario pueda hacerse daño con la sección tubular del sistema.



ILUSTRACIÓN 48: SISTEMA TELESCÓPICO

8.2.7. Combinaciones

En este apartado aparecerán todas las combinaciones posibles que se pueden hacer con los módulos explicados anteriormente. Se clasificarán en tres grandes variantes: la escalera fija, la escalera de tijera con plataforma, y la de tijera de doble subida.

Escaleras fijas

Éstas son las escaleras que necesitan apoyarse contra la pared para poder usarse. Se pueden crear tres variantes de esta escalera, dependiendo de si se utiliza 1, 2 o 3 módulos principales en el montaje.

A parte de estos módulos tienen también colocados dos módulos de apoyo al suelo y dos de apoyo de pared.

TABLA 4: ESCALERAS FIJAS

Escalera	Peso	Precio
1 tramo	3,8 Kg	40,11 €
2 tramos	6,4 Kg	57,68 €
3 tramos	9 Kg	75,25 €



ILUSTRACIÓN 49: ESCALERAS FIJAS

Escaleras de tijera con plataforma

Estas escaleras se ensamblan de forma parecida a las anteriores. Tienen los módulos de tierra, y puede haber 3 variantes, dependiendo del número de módulos principales que se coloquen. La diferencia está en que estas escaleras no tienen módulo de apoyo de pared, puesto que no necesitan apoyarse a ninguna al llevar unas patas traseras telescópicas que se adecúan a la altura de los módulos principales colocados.

TABLA 5: ESCALERAS DE PLATAFORMA

Escalera	Peso	Precio
1 tramo	7,8 Kg	74,12 €
2 tramos	10,4 Kg	91,69 €
3 tramos	12,9 Kg	109,26 €



ILUSTRACIÓN 50: ESCALERAS DE PLATAFORMA

Escaleras de tijera de doble ascenso

Para ensamblar esta escalera hace falta el módulo de cuña, que no se utiliza en ninguna de las anteriores. Con él lo que se consigue es enganchar módulos principales por los dos lados, de esta forma hay escalones en los dos tramos de la escalera de tijera.

Como en los demás tipos, esta escalera puede ser más o menos alta dependiendo de si hay 1, 2 o 3 módulos principales colocados a cada lado.

TABLA 6: ESCALERAS DOBLES

Escalera	Peso	Precio
1 tramo	8,2 Kg	79,24 €
2 tramos	12,9 Kg	114,38 €
3 tramos	17,6 Kg	149,52 €



ILUSTRACIÓN 51: ESCALERAS DOBLES

9. Elección de materiales

En este apartado se va a estudiar de qué material se debe hacer cada parte que conforman todos los módulos de la familia de escaleras, desglosados uno por uno.

Primero, se pondrá una tabla con todas las piezas y los materiales de cada una de ellas a modo de resumen.

TABLA 7: PIEZAS Y SUS MATERIALES

Conjunto	Pieza	Cantidad	Material
Módulo principal	Larguero	2	Madera de abeto
	Escalón	2	Madera de pino
	Cola	-	Adhesivo
Enganche	Pieza interior	1	Aluminio AISI 6082
	Pieza exterior	1	Aluminio AISI A356.0
	Muelle	1	HDPE
	Cilindro	1	PP
	Tornillos	4	Acero inoxidable
Apoyo de tierra	Extensión larguero	1	Madera de abeto
	Base	1	Madera de pino
	Fundas	2	NBR
	Tornillos	2	Acero inoxidable
Apoyo de pared	Extensión larguero	1	Madera de abeto
	Funda	1	NBR
Cuña	Extensión larguero	2	Madera de abeto
	Bisagra	1	Hierro cincado
	Tornillos	4	Acero inoxidable
Módulo Plataforma	Plataforma	1	Madera de pino
	Extensión larguero	2	Madera de abeto
	Largueros telescópicos	2	Aluminio AISI 6082
	Tubo extensión-plataforma	1	Aluminio AISI 6082
	Tubo telescópicos-plataforma	1	Aluminio AISI 6082
	Pletinas	6	Aluminio AISI 6082
	Unión plataforma-tubo	1	Aluminio AISI 6082
	Tubo plataforma-pieza unión	1	Aluminio AISI 6082
	Topes	4	PP
	Unión extensión-telescópico	2	PP
	Antideslizantes suelo	2	NBR
	Tapones superiores	2	PP
	Pasador	2	PP
	Tapón pasador	2	PP
	Tornillos plataforma	12	Acero inoxidable
	Tornillos extensiones	8	Acero inoxidable

9.1. Módulo principal

El módulo principal de la escalera se compone de travesaños y escalones, dos de cada uno. Para una escalera convencional, la norma UNE EN-131 propone varios materiales utilizables: aluminio, hierro, una mezcla de ambos, plástico reforzado y madera.

Como uno de los objetivos es que la estética sea importante, se decide elegir la madera para este módulo. Esa decisión se fundamenta también con la encuesta realizada, donde la madera es el material más demandado.

El tipo de madera escogida es la de pino silvestre y de abeto, muy similares entre sí, aceptadas por la norma y que, en general, consiguen aguantar todos los esfuerzos a los que se someten las piezas sin problema. Además, son unas maderas con una densidad no muy alta (alrededor de 480-500kg/m³), y barata, ya que son unos árboles abundantes y muy usados en trabajos de carpintería.

El acabado de estas piezas sería de la madera natural, con la textura que se consigue directamente de fabricación.

Para pegar los escalones a los largueros en los encajes se utiliza cola blanca para madera, la más utilizada y que da unas propiedades excelentes.

9.2. Enganches

El sistema de enganche se compone de 4 piezas diferentes. Las dos piezas principales, las piezas macho y hembra que van atornilladas en el módulo inferior y superior respectivamente, se fabrican de aluminio AISI 6082 el macho y en AISI A356.0, aleación preparada para moldeo, la hembra. La elección del aluminio es debida a su baja densidad frente a otros metales, y esa aleación en concreto es una de las más utilizadas en varas y tubos, y también en escaleras, por ser económica pero tener buenas propiedades mecánicas.

Estas piezas no pueden ser de un plástico corriente, ya que ninguno aguanta lo suficiente como para ser seguro. Para hacerlo de algún plástico deberían ser compuestos reforzados con fibra de vidrio, más caros que el aluminio.

Las otras dos piezas, el muelle y la de apertura, se fabrican en polietileno de alta densidad (HDPE) la primera, y polipropileno la segunda, seleccionados los dos por ser los materiales utilizados por casi todos los fabricantes de los enganches para grifo-manguera para estas dos piezas.

El HDPE permite hacer el "efecto muelle" que se busca con poco espesor, y el polipropileno es rígido y ligero a la vez. Para estas dos piezas no hay problema en utilizar plástico, ya que las que sufren los esfuerzos de flexión son las otras dos mencionadas anteriormente.

9.3. Módulos de apoyo a tierra y pared

Estos dos módulos son una continuación de los largueros, por lo que la pieza principal es igual a la usada en ellos, de madera de abeto.

El apoyo de tierra tiene una pieza ancha enganchada a la principal que permite la estabilidad, hecha a partir de la misma madera utilizada en los escalones. Las fundas de los lados, y la del apoyo a pared, están hechas de NBR, material que destaca por su elevado rozamiento contra todo tipo de superficies, haciendo más seguro el uso de la escalera, impidiendo que ésta resbale.

9.4. Módulo de plataforma

La plataforma está hecha de la misma madera que los escalones, de madera de pino, y las extensiones de los largueros de la madera de abeto utilizada en estos últimos.

Los apoyos telescópicos para hacer una escalera de tijera son tubos de aluminio. Este material es el elegido porque presenta un cambio a la otra parte de la escalera, consiguiendo variación en el diseño que funciona muy bien estéticamente. Además, el material es uno de los más utilizados para este tipo de tubos, por su poco peso, propiedades mecánicas y precio.

Los tacos de apoyo se hacen en NBR, por las mismas razones anteriormente citadas en los módulos de apoyo.

Las piezas de unión entre las extensiones de los largueros y el sistema telescópico, los topes, el taco de la parte superior del sistema de aluminio, los pasadores y los tapones de esos últimos se hacen en polipropileno, ya que es un material rígido, barato y ligero.

El sistema de desplegado se hace en aluminio, por las mismas características citadas en el sistema telescópico.

9.5. Módulo de tijera de doble ascensión

Para la pieza principal se usa la misma madera que en los largueros, al ser una extensión de éstos. Para la bisagra, la empresa utiliza hierro cincado, ya que la pieza utilizada es comprada y se fabrica en este material.

10. Embalaje e imagen corporativa

La imagen corporativa que se le ha dado a este producto es la siguiente:



ILUSTRACIÓN 52: MARCA

El símbolo es una representación del módulo principal de la escalera, a la vez que refleja la primera letra del nombre comercial. Éste último, Hook up, significa enganchar en inglés, un nombre muy adecuado a esta escalera, por su función modular.

Respecto al embalaje, se ha decidido que los módulos se venderán de forma similar a algunas escaleras convencionales, es decir, con un simple plástico envolvente que cubra el módulo y evite así daños en el mismo.

Pegado a este envoltorio va un papel adhesivo con los datos e información del módulo que se está comprando.

En el apartado de Presupuesto no se ha tenido en cuenta el valor de este envoltorio porque su precio es muy bajo y no tendría repercusión en el coste de cada módulo.

11. Estudio económico

En este apartado se detalla el cálculo del precio de todos los módulos sumando los costes variables (materias primas y mano de obra), y los fijos (alquiler de almacén, personal directivo, agua, iluminación...). En el Volumen 5. Estado de mediciones y presupuesto se desglosa todos estos costes.

TABLA 8: COSTE DE LOS MÓDULOS

Módulo	Coste comercial	Beneficio industrial	Precio de venta	IVA	PVP	PVP redondeado
Principal	6,56 €	1,64 €	8,20 €	1,72 €	9,93 €	9,99 €
Apoyo suelo	2,16 €	0,54 €	2,70 €	0,57 €	3,26 €	3,49 €
Apoyo pared	2,60 €	0,65 €	3,24 €	0,68 €	3,93 €	3,99 €
Cuña	4,83 €	1,21 €	6,04 €	1,27 €	7,31 €	7,49 €
Enganches	2,49 €	0,62 €	3,11 €	0,65 €	3,77 €	3,79 €
Plataforma	27,63 €	6,91 €	34,54 €	7,25 €	41,79 €	41,99 €

Una vez hecho el cálculo del presupuesto también se ha realizado un estudio de viabilidad para ver si el conjunto de productos podía conseguir beneficios empresariales. A continuación aparecen los resultados

TABLA 9: VIABILIDAD

	Año 0	1	2	3	4	5
Inversión	322.954 €	131.055 €	289.473 €	234.638 €	289.473 €	131.055 €
Gastos	0	1.577.437 €	1.577.437 €	1.577.437 €	1.577.437 €	1.577.437 €
Ingresos	0	1.971.797 €	1.971.797 €	1.971.797 €	1.971.797 €	1.971.797 €
Honorarios		11.831 €	11.831 €	11.831 €	11.831 €	11.831 €
Beneficios	0	386.472 €	386.472 €	386.472 €	386.472 €	386.472 €
Flujo de caja	0	255.417 €	96.999 €	151.834 €	96.999 €	255.417 €
VAN	0	-74.977 €	16.454 €	155.403 €	241.585 €	461.910 €
TIR		A mediados-finales del segundo año				

12. Planificación

12.1. Tiempos de fabricación

En esta apartado se especificará el tiempo estimado que cuesta fabricar cada pieza, teniendo en cuenta la preparación que conlleva y las operaciones que se deben realizar.

12.1.1. Mecanizado de madera

Las primeras serán aquellas piezas de madera que deban ser mecanizadas. Estas piezas tendrán dos pasos: el primero será obtener el bruto de partida de la materia prima, y el segundo las operaciones de mecanizado pertinentes en cada una.

Larguero principal: esta pieza debe ser cortada de la viga, en ángulo recto. Primero el operario debe medir y marcar los sitios por donde debe cortar la viga, y después hacer los cortes, 5 en este caso, para sacar 6 piezas de larguero principal. Se estipula que el marcado y los 5 cortes le cuestan 60 segundos, por tanto se simplifica en 10 segundos por pieza.

En el centro de mecanizado se debe hacer dos taladros a cada base y los fresados del hueco de los escalones. Esto son dos relocalaciones entre operaciones, y si bien los taladros son rápidos, el fresado es más lento. En total se estima 50 segundos para los tres pasos.



ILUSTRACIÓN 53: LARGUERO PRINCIPAL



ILUSTRACIÓN 55: LARGUERO PLATAFORMA

Larguero plataforma: este es el mismo caso que el anterior, de hecho son las mismas medidas, por lo que sirve el mismo valor de 10 segundos por pieza.

Para el mecanizado hay que hacer una operación de torneado, dos taladros en la parte inferior, 2 más en cada lado y un fresado para el tubo en uno de los lados, por lo que se estiman 80 segundos para cada pieza.

Larguero suelo: esta pieza es más complicada, pero se pueden sacar 72 piezas de cada larguero, si bien al ser muy pequeña, y necesitar de un corte a 65° , es complicada de marcar y cortar, pero una vez marcado el corte es rápido, por lo que se decide un valor de 20 segundos por pieza.



ILUSTRACIÓN 54: LARGUERO SUELO

Para el mecanizado, es hacer 2 taladros en cada cara, por lo que se estima un tiempo de 20 segundos.

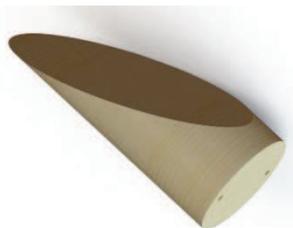


ILUSTRACIÓN 56: LARGUERO PARED

Larguero pared: es un caso similar al anterior, pero se pueden sacar 31 piezas. No obstante, se le da el mismo valor de 20 segundos.

De mecanizado solamente necesita dos taladros, por lo que se estiman 10 segundos.



ILUSTRACIÓN
LARGUERO CUÑA

57: **Escalón:** esta pieza parte de un tablero y debe mecanizarse en la escuadradora. Por cada tablero se pueden hacer 20 piezas, y los cortes son todos de 90°, por lo que se decide un tiempo de 30 segundos por pieza.

Para mecanizar se necesita quitar los sobrantes del lado de la zona encajada y el lijado de los cantos, por lo que se decide poner en total 30 segundos para todas las operaciones.

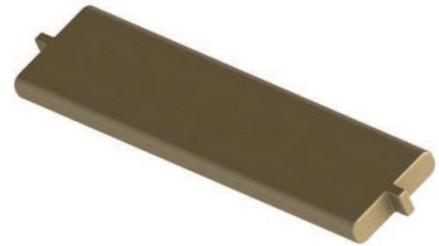


ILUSTRACIÓN 58: ESCALÓN



ILUSTRACIÓN 59: PLATAFORMA

Plataforma: mismo caso que el escalón, pero se puede sacar 4 piezas por tablero, por lo que se decide poner 30 segundos por pieza.

De mecanizar se deben quitar los 4 cantos y hacer los taladros de los tornillos, y se estima que se puede tardar 30 segundos en hacerlo todo.

Base: De cada tablero se pueden sacar 36 piezas, sin ángulos inclinados, por lo que se decide un tiempo de 30 segundos.

La base necesita dos taladros pasantes y la rebaja de los cantos, por lo que se decide estimar 15 segundos de tiempo de mecanizado.



ILUSTRACIÓN 60: BASE

12.2. Mecanizado de aluminio

Cada pieza de aluminio tiene varias operaciones diferentes que se les ha de hacer. A continuación se muestra cada una de ellas y el tiempo que conllevan.



ILUSTRACIÓN 61: ENGANCHE MACHO

Enganche macho: esta pieza sale de un torneado de una barra de aluminio. Cada operación de torneado, y por consiguiente cada pieza, cuesta 15 segundos de hacer. Luego debe pasar por la fresadora para realizar dos taladros, que llevan 15 segundos más, por lo que el tiempo total de mecanizado es de 30 segundos.

Tubos: hay 3 tubos en total, y todos ellos salen de la misma manera, cortando un tubo comprado. Marcar y cortar es muy sencillo y rápido, y se estipulan 10 segundos para cada pieza.



ILUSTRACIÓN 62: TUBOS



Pletinas: estas pletinas se consiguen cortando el perfil extrusionado y haciendo dos agujeros con la fresa. Se estima un total de 30 segundos para los dos pasos.

ILUSTRACIÓN 63:
PLETINAS

Sistema telescópico: los tramos telescópicos deben de cortarse del perfil extrusionado, y además hacer 1, 2 o 3 agujeros. Simplificando para contar con uno de cada manera, se decide un tiempo de 1 minuto para los 3 tramos.



ILUSTRACIÓN 64: SISTEMA TELESCÓPICO

12.3. Extrusión de aluminio

Para la extrusión del aluminio, como todas las piezas sacadas de aquí deben ser mecanizadas y el mecanizado es el que produce cuello de botella, no es necesario calcular el tiempo, ya que en el momento de iniciar la producción del día ya puede haber un tocho extruido del día anterior para empezar mientras se inicia la extrusión de ese día, parando cuando ya se tenga material suficiente.

12.4. Moldeado aluminio

Para el moldeado de aluminio se estima que cada colada y posterior limpiado de piezas cuesta 2 minutos de realizar, con 4 cavidades por molde son 30 segundos por pieza.

12.5. Inyección de plástico

Los tiempos de inyección para termoplásticos están calculados en el apartado de Moldes, dando estos resultados

TABLA 10: TIEMPOS DE INYECCIÓN TERMOPLÁSTICOS

Pieza	Tiempo Ciclo (s)	Tiempo redondeado estimado (s)	Cavidades	Tiempo por pieza (s)
Cilindro	8,349	9	4	2,25
Muelle	5,501	6	8	0,75
Tapa arriba telescópico	5,822	6	3	2
Topes	5,617	6	6	1
Unión larguero telescópico	5,833	6	4	1,5
Remache	5,713	6	4	1,5
Tapón remache	5,338	6	4	1,5

Para las piezas de elastómero se decide coger el mismo criterio que en el presupuesto, de dar como válido el tiempo de la pieza más parecida, redondeando más al alza por el elevado tiempo de curado de este tipo de material.

TABLA 11: TIEMPOS DE INYECCIÓN ELASTÓMEROS

Pieza	Tiempo Ciclo (s)	Tiempo redondeado estimado (s)	Cavidades	Tiempo por pieza (s)
Antideslizante suelo	5,822	12	3	4
Antideslizante pared	8,349	16	4	4
Antideslizante plataforma	5,822	12	3	4

12.6. Piezas al día

A continuación aparecen unas tablas con las piezas estimadas que se pueden hacer en un día.

TABLA 12: MÓDULO PRINCIPAL

Pieza	Tiempo	Horas al día	Piezas al día	Piezas a hacer	Días
Larguero	1	8	480	152.000	317
Escalón	1	8	480	152.000	317

TABLA 13: MÓDULO APOYO SUELO

Pieza	Tiempo	Horas al día	Piezas al día	Piezas a hacer	Días
Larguero	0,67	8	716	60.000	83,75
Base	0,75	8	640	60.000	93,75
Antideslizante	0,067	8	7164	120.000	16,75
Tornillos	Compra	Compra	Compra	120.000	Compra

TABLA 14: MÓDULO APOYO PARED

Pieza	Tiempo	Horas al día	Piezas al día	Piezas a hacer	Días
Larguero	0,5	8	960	16.000	16,67
Antideslizante	0,067	8	480	16.000	33,33

TABLA 15: MÓDULO CUÑA

Pieza	Tiempo	Horas al día	Piezas al día	Piezas a hacer	Días
Larguero	0,75	8	640	20.000	31,25
Bisagra	Compra	Compra	Compra	10.000	Compra
Tornillos	Compra	Compra	Compra	40.000	Compra

TABLA 16: ENGANCHES

Pieza	Tiempo	Horas al día	Piezas al día	Piezas a hacer	Días
Macho	0,5	8	960	212.000	220,83
Hembra	0,5	8	960	212.000	220,83
Cilindro	0,038	8	12800	212.000	16,56
Muelle	0,013	8	38400	212.000	5,52
Tornillos	4	8	Compra	848.000	Compra

TABLA 17: PLATAFORMA

Pieza	Tiempo	Horas al día	Piezas al día	Piezas a hacer	Días
Plataforma	1	8	480	12.000	25
Extensión larguero	1,5	8	320	24.000	75
Tubo larguero-plataforma	0,167	8	2874	12.000	4,175
Tubo plataforma-pieza unión	0,167	8	2874	12.000	4,175
Tubo pieza unión - telescópico	0,167	8	2874	12.000	4,175
Pletina 1	0,5	8	960	48.000	50
Pletina 2	0,5	8	960	24.000	25
Pieza unión	1	8	480	12.000	25
Sistema telescópico	1	8	480	24.000	50
Clips del sistema	Compra	Compra	Compra	72.000	Compra
Antideslizante suelo	0,067	8	7164	24.000	3,35
Antideslizante superior	0,033	8	14545	24.000	1,65
Topes	0,016	8	30000	48.000	1,6
Unión larguero-telescópicos	0,025	8	19200	24.000	1,25
Tornillos plataforma	Compra	Compra	Compra	144.000	Compra
Tornillos extensión	Compra	Compra	Compra	96.000	Compra
Pasadores	0,025	8	19200	24.000	1,25
Tapón pasadores	0,025	8	19200	24.000	1,25

Recibir toda la maquinaria y todo el material para empezar requiere 10 días laborables. Una vez pasado este tiempo, empezará la producción.

Para el trabajo de las máquinas de madera se considera que mientras un trabajador está cortando otro puede estar en el centro de mecanizado, por lo que puede haber dos personas trabajando en un conjunto de máquinas.

Para hacer el total de piezas en un tiempo prudente se ha repartido la tarea entre 11 trabajadores, los cuales están trabajando durante un total de 160 días en la producción, más 12 días extra en el montaje y embalaje de los productos.

El reparto de las tareas queda de la siguiente manera:

TABLA 18: REPARTO DE LAS TAREAS

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Nombres recursos
Proyecto1	188 días	jue 01/09/16	lun 22/05/17	
Recibir materiales y piezas compradas	15 días	jue 01/09/16	mié 21/09/16	
Mecanizar larguero	160 días	jue 22/09/16	mié 03/05/17	1 y 2
Mecanizar escalón	160 días	jue 22/09/16	mié 03/05/17	3 y 4
Mecanizar larguero apoyo pared	33,33 días	vie 17/02/17	mié 05/04/17	5
Mecanizar larguero cuña	31,25 días	jue 22/09/16	vie 04/11/16	5
Mecanizar larguero plataforma	75 días	lun 16/01/17	lun 01/05/17	6
Mecanizar larguero suelo	83,75 días	jue 01/12/16	mar 28/03/17	7
Mecanizar plataforma	25 días	mié 05/04/17	mié 10/05/17	5
Mecanizar base suelo	93,75 días	jue 22/09/16	mar 31/01/17	11
Mecanizar tubos	12 días	lun 17/04/17	mar 02/05/17	8
Mecanizar pletinas	75 días	vie 04/11/16	vie 17/02/17	5
Mecanizar pieza unión	25 días	mar 28/03/17	mar 02/05/17	7
Mecanizar sistema telescópico	50 días	jue 22/09/16	mié 30/11/16	7
Mecanizar enganche macho	147 días	jue 22/09/16	vie 14/04/17	9 y 8
Moldear enganche hembra	147 días	jue 22/09/16	vie 14/04/17	9 y 10
Inyección piezas plástico	82,5 días	jue 22/09/16	lun 16/01/17	6
Ensamblaje*	8,42 días	mié 10/05/17	lun 22/05/17	Todos

*Los trabajadores que terminan su trabajo antes del 10/05/17 pasan a empezar a ensamblar los módulos.

Para hacerlo más visual, se ha preparado un Diagrama de Gantt:

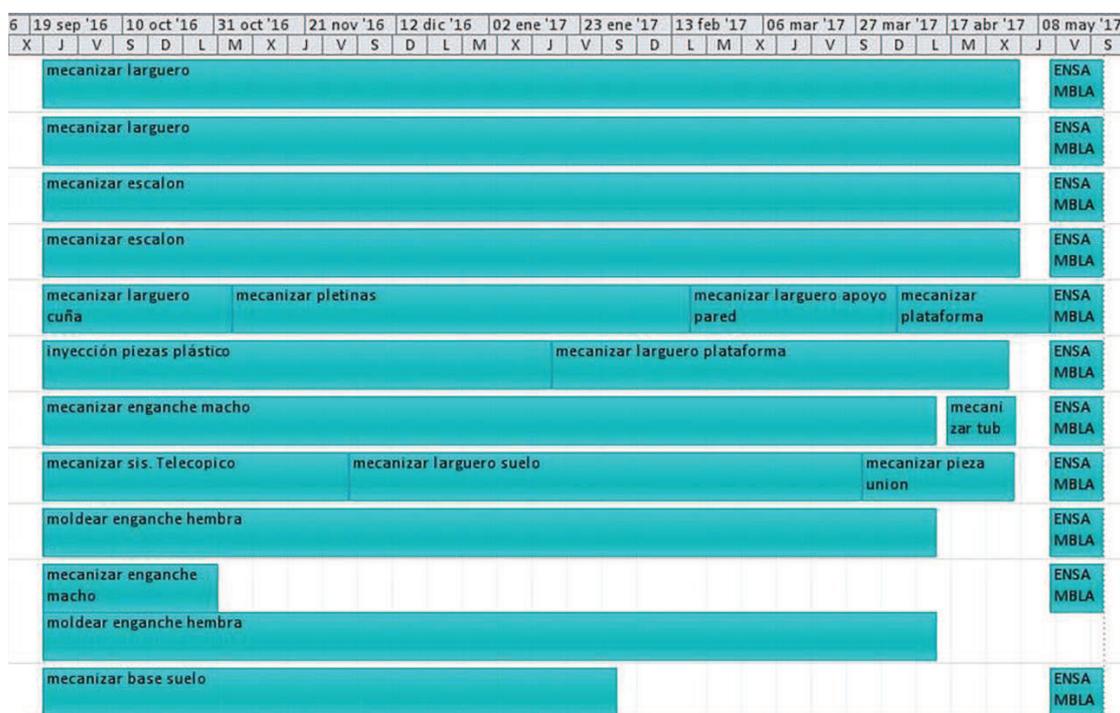


ILUSTRACIÓN 65: PLANIFICACIÓN

13. Conclusiones

En la realización de este trabajo se han cumplido muchos de los objetivos marcados al principio de su realización. Se ha logrado conseguir un sistema de módulos con los que poder crear una familia entera de escaleras, además de que dichas escaleras son agradables estéticamente. También se han mantenido muchos de los requisitos de los consumidores, como los materiales, con lo que el resultado es un éxito en este sentido.

No obstante, hay algunas cosas que no se han logrado realizar. La idea de poder levantar objetos de forma sencilla no se ha podido llevar a cabo, ya que durante el transcurso del trabajo se ha visto que era muy difícil conseguir mantener el equilibrio con mucho peso en la parte superior de la escalera, además de que el sistema para cargar debería ser muy complejo y costoso, como los ejemplos que se han visto, que parten de una escalera muy robusta y el sistema es accionado mediante un motor. Por tanto, no se ha visto opción de llevar esto al nivel requerido para un producto destinado al ámbito doméstico.

También ha faltado la evolución de la plataforma a un sistema de ayuda para varias profesiones: haciendo varios agujeros se permitiría colocar accesorios para varias tareas, ya sea una bandeja para tornillos, un sujeta-bombillas, un cubo para brochas, o una extensión de la plataforma para colocar cosas grandes, como una caja de herramientas. Todo esto podría entrar como posible mejora y añadido a este proyecto en un futuro.

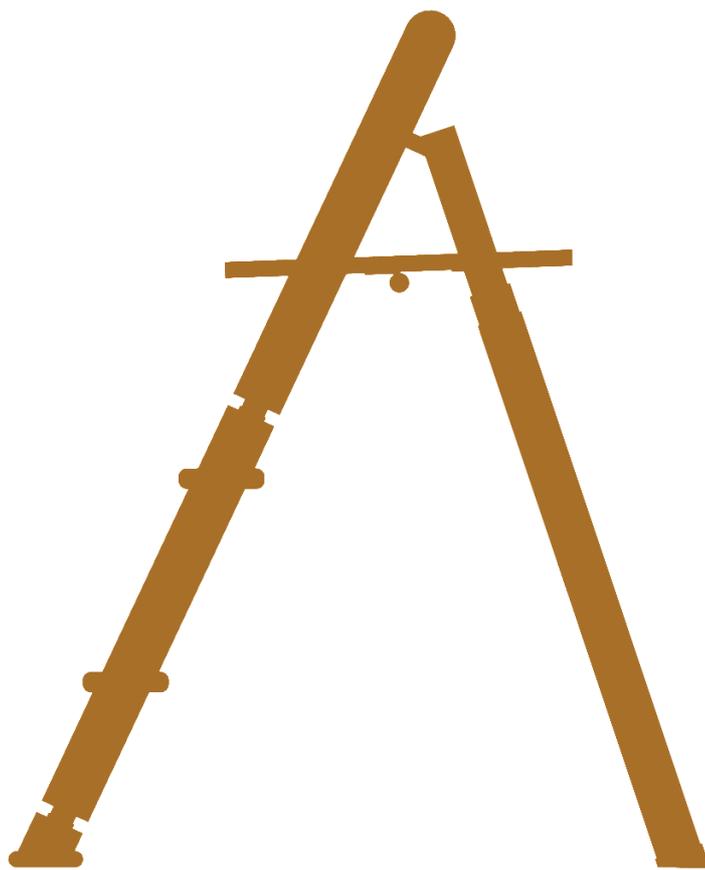
14. Orden de prioridad entre los documentos básicos

El orden de prioridad de los documentos básicos será el siguiente:

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

Anexos

Volumen 2



Contenido

1. Análisis encuesta	5
1.1. Encuesta	5
1.2. Análisis de resultados	7
2. Cálculos de viabilidad	11
2.1. Gastos anuales	11
2.2. Ingresos anuales	11
2.3. Honorarios del diseñador	11
2.4. Cálculo de los recambios necesarios.....	12
3. Cálculo de los moldes de inyección	14
3.1. Coste del utillaje	14
3.2. Coste de inyección	14
3.3. Coste de fabricación.....	16
4. Dimensionamiento de las medidas principales de la escalera	17
4.1. Medidas generales más importantes	18
4.2. Módulo principal.....	20
4.3. Módulo de apoyo de tierra	24
4.4. Módulo de apoyo de pared	25
4.5. Enganches.....	25
4.6. Módulo de cuña para escalera de doble ascenso.....	26
4.7. Módulo de plataforma	27
4.8. Cálculo de tornillos.....	36
5. Guía rápida de uso	37

1. Análisis encuesta

1.1. Encuesta

La encuesta que se pasó a la población objetivo consta de tres páginas. Al final de la página 1 se encuentra la pregunta: “¿Tienes una escalera en casa?”. Si la respuesta es positiva, el test pasa a la página 2, y si es negativa, pasa a la página 3. Una vez se terminan de responder las preguntas de la página a la que se ha derivado, la encuesta termina.

1.1.1. Página 1

Encuesta sobre escaleras

Encuesta para recopilar información acerca de las escaleras portátiles. Los resultados se utilizarán para realizar el trabajo final de grado.

Sexo

- Hombre
- Mujer

Edad

- 20-29
- 30-39
- 40-49
- 50+

¿Tienes una escalera en casa?

- Si
- No

1.1.2. Página 2

Encuesta sobre escaleras

Encuesta para recopilar información acerca de las escaleras portátiles. Los resultados se utilizarán para realizar el trabajo final de grado.

¿Desde hace cuánto tiempo que tienes la escalera?

Elige la opción que más se acerque a la realidad

- los últimos 6 meses
- el último año
- hace 2-5 años
- hace 6-9 años
- hace 10 o más años
- No tengo escalera

¿Cada cuánto tiempo más o menos la utilizas?

Elige la opción que más se acerque a la realidad

- 1 vez al día
- 1-2 veces a la semana
- 1-2 veces al mes
- unas pocas veces al año
- cada varios años
- No tengo escalera

¿De qué material está hecha?

- Aluminio
- Hierro
- Mezcla de hierro y aluminio
- Madera
- No lo sé

¿Cuál es el material que crees que más te gustaría para tener una escalera en casa?

Imagínate que la escalera que tienes no la guardas en el trastero o el garaje, sino que la tienes en casa cumpliendo otra función, ya que sirve como elemento decorativo por su atractivo estético

- Aluminio
- Hierro
- Mezcla de aluminio y hierro
- Madera

▲ Otros:

¿Qué aspecto valorarías más y es más importante para ti en una escalera?

Imagínate que la escalera que tienes cumple positivamente para ti los siguientes apartados. Ordénalos de 1 (más importante) a 5 (menos importante)

	1	2	3	4	5
Estabilidad	<input type="radio"/>				
Estética	<input type="radio"/>				
Tamaño (altura a la que puede llegar)	<input type="radio"/>				
Tamaño (espacio que ocupa plegada y guardada)	<input type="radio"/>				
Funciones secundarias. Sirve para otras cosas.	<input type="radio"/>				

1.1.3. Página 3

Encuesta sobre escaleras

Encuesta para recopilar información acerca de las escaleras portátiles. Los resultados se utilizarán para realizar el trabajo final de grado.

¿Por qué motivo no tienes una escalera?

Elige todas las respuestas que consideres válidas para ti

- Tengo alguien que me la deja siempre, y no considero tener una propia
- Son demasiado caras para lo que las gasto
- No tienen mucha utilidad, apenas la utilizaría
- Son demasiado grandes / no tengo donde guardarla
- No es un producto que quiera tener en casa
- Altres:

¿Cuál es el material que crees que más te gustaría para tener una escalera en casa?

Imagínate que la escalera que tuvieras no la guardarás en el trastero o el garaje, sino que la tienes en casa cumpliendo otra función, ya que sirve como elemento decorativo por su atractivo estético

- Aluminio
- Hierro
- Mezcla de aluminio y hierro
- Madera
- Altres:

¿Qué aspecto valorarías más y es más importante para ti en una escalera?

Imagínate que la escalera que tienes cumple positivamente para ti los siguientes apartados. Ordénalos de 1 (más importante) a 5 (menos importante)

	1	2	3	4	5
Estabilidad	<input type="radio"/>				
Estética	<input type="radio"/>				
Tamaño (altura a la que puede llegar)	<input type="radio"/>				
Tamaño (espacio que ocupa plegada y guardada)	<input type="radio"/>				
Funciones secundarias. Sirve para otras cosas.	<input type="radio"/>				

1.2. Análisis de resultados

A continuación se muestran todos los datos recopilados por la encuesta, que posteriormente se van a analizar. En total hay 63 participantes, que respondieron los siguientes puntos:

TABLA 1: ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN

Sexo	Hombres	31
	Mujeres	30
Edad	20-29	20
	30-39	13
	40-49	23
	50+	6
Tienen escalera	Sí	58
	No	4

Como se puede observar, casi todos tienen una escalera, y la diversidad de población es grande, por lo que los resultados serán fiables y productivos para el trabajo.

1.2.1. Sí tienen escalera

Ahora se muestran los análisis de las respuestas con una escalera en su casa en estos momentos.

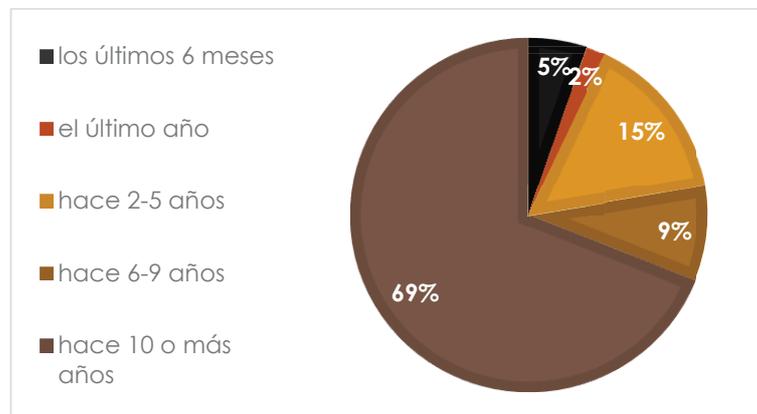


ILUSTRACIÓN 1: TIEMPO QUE TIENEN LA ESCALERA

Como se puede observar, la tendencia es a mantener este producto durante un largo período de tiempo, y no cambiarlo a menudo. Esto nos indica que la población quiere que este producto sea duradero y poder mantenerlo cuanto más tiempo mejor.

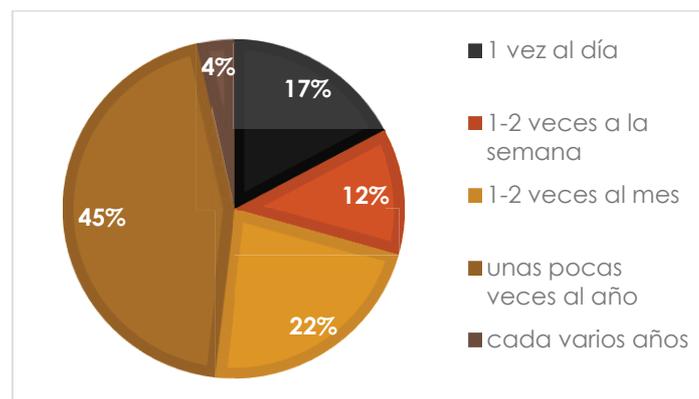


ILUSTRACIÓN 2: CUÁNTO GASTAN LA ESCALERA

En este apartado hay un poco más de variedad. No obstante, se puede apreciar que los más seleccionados son los de 1-2 veces al mes y unas pocas veces al año. Con ello se deduce que no es un objeto muy utilizado, y casi siempre está guardado.

1.2.2. Material de la escalera

A continuación aparecen los resultados de las preguntas sobre de qué material está hecho la escalera que tienen en estos momentos (izquierda) y qué material es el que les gustaría para tener la escalera en casa (derecha):

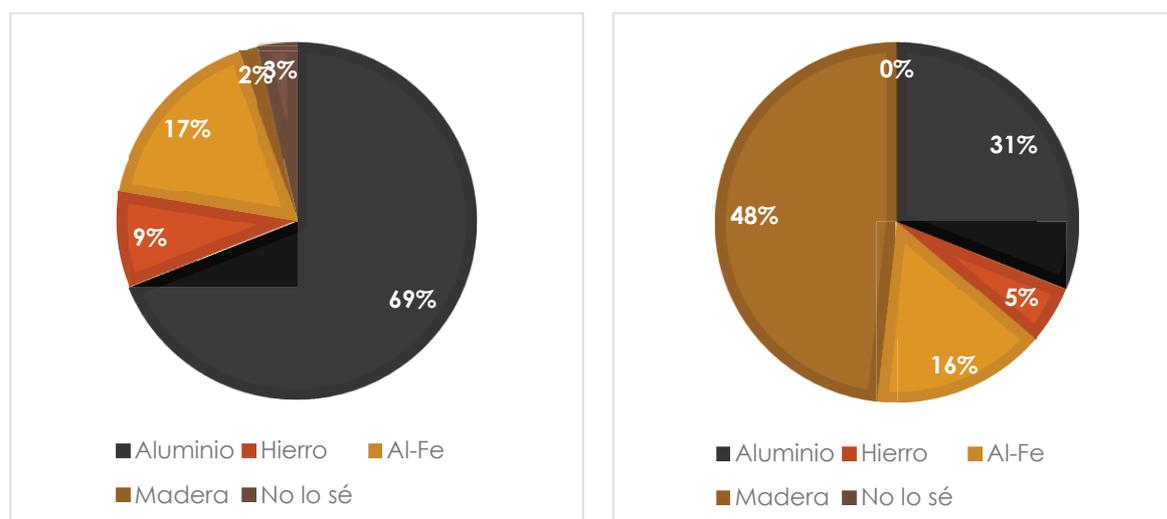


ILUSTRACIÓN 3: MATERIAL ACTUAL Y MATERIAL DESEADO

Como se puede apreciar, el cambio es significativo: la mayoría de la gente tiene escaleras de aluminio, porque es el material que más abunda en el mercado, pero prefiere tener escaleras de madera. De hecho, todos los materiales bajan porcentualmente, y todos esos puntos van a la madera. No obstante, aunque haya bajado a menos de la mitad de los puntos porcentuales, el aluminio sigue teniendo un porcentaje elevado.

1.2.3. Valoración de los aspectos más importantes del producto

En la tabla siguiente aparecen los valores que muestran qué aspectos son más importantes para los usuarios de este producto:

TABLA 2: ASPECTOS IMPORTANTES

Aspecto	1	2	3	4	5	Promedio
Estabilidad	33	1	8	10	6	2,22
Estética	13	11	21	7	6	2,69
Tamaño (altura a la que puede llegar)	13	19	13	9	2	2,34
Tamaño (espacio que ocupa plegada y guardada)	16	15	16	7	4	2,45
Funciones secundarias	11	18	9	13	5	2,6

Viendo los resultados obtenidos, se puede deducir que todos los apartados son importantes, en mayor o menor medida, ya que la diferencia entre el primero y el último es de solamente 0,47 sobre 5. Aun así, se va a tener en cuenta que los últimos dos apartados son el de estética y el de las funciones secundarias. Esto viene a significar que la gente entiende las escaleras de una forma más funcional que estética, a la vez que solamente la utilizan para lo que está hecha, que es poder elevarse del suelo para hacer tareas domésticas o trabajar.

Con todos estos resultados, las conclusiones sacadas son que hoy en día las escaleras solamente se usan para su función original, y por ello prima la funcionalidad. Son muy duraderas, y la gente las tiene en casa pero generalmente no las usa en gran medida.

Pero con todo eso, el cambio de material a madera y los valores aceptables de estética y usos secundarios en los aspectos más importantes sugieren que la población vería con buenos ojos un cambio de rumbo en estos productos hacia lo estético, aunque sin dar la espalda a la funcionalidad.

Esto se refuerza con la idea inicial del proyecto, que era precisamente buscar ese hueco en el mercado y aprovecharlo, por lo que la encuesta ha servido para afianzar esta idea y tener una base sólida con la que trabajar.

1.2.4. No tienen escalera

Solamente ha habido 4 de las 62 personas que han marcado que no tienen escalera. Como es un porcentaje muy bajo de los encuestados, no es fiable hacer un estudio de sus datos, ya que los que sí tienen escalera ocupan el 93,5% del total. Además, los motivos por los que no tienen son porque no la ven útil o porque no están interesados en tener una propia y la comparten, por lo que saldrían del sector de consumidor objetivo para este producto.

2. Cálculos de viabilidad

En este apartado aparecerán explicados varios de los cálculos que se han tenido en cuenta para la viabilidad del producto.

2.1. Gastos anuales

Aquí se recopilarán los gastos que conlleva producir todos los módulos cada año, desglosados uno por uno y luego en total, que es el valor que se utilizará en la viabilidad.

TABLA 3: GASTOS

Módulo	Unidades vendidas	Coste	Gastos
Principal	76.000	6,56 €	498.764,20 €
Apoyo suelo	60.000	2,16 €	129.384,20 €
Apoyo pared	16.000	2,60 €	41.532,48 €
Cuña	10.000	4,83 €	48.335,65 €
Enganche	212.000	2,49 €	527.833,90 €
Plataforma	12.000	27,63 €	331.586,86 €
Total			1.577.437,29 €

2.2. Ingresos anuales

Ahora los ingresos anuales para la empresa de cada módulo.

TABLA 4: INGRESOS

Módulo	Unidades vendidas	Precio	Ingresos
Principal	76.000	8,20 €	623.455,25 €
Apoyo suelo	60.000	2,70 €	161.730,25 €
Apoyo pared	16.000	3,24 €	51.915,60 €
Cuña	10.000	6,04 €	60.419,56 €
Enganche	212.000	3,11 €	659.792,38 €
Plataforma	12.000	34,54 €	414.483,58 €
Total			1.971.796,61 €

2.3. Honorarios del diseñador

Este es el cálculo de la parte de beneficios que se llevaría el diseñador.

TABLA 5: HONORARIOS

Módulo	Unidades vendidas	Beneficio industrial	Ratio	Beneficio diseñador	Beneficio total
Principal	76.000	1,64 €	3%	0,05 €	3.740,73 €
Apoyo suelo	60.000	0,54 €	3%	0,02 €	970,38 €
Apoyo pared	16.000	0,65 €	3%	0,02 €	311,49 €
Cuña	10.000	1,21 €	3%	0,04 €	362,52 €
Enganches	212.000	0,62 €	3%	0,02 €	3.958,75 €
Plataforma	12.000	6,91 €	3%	0,21 €	2.486,90 €
Total					11.830,78 €

2.4. Cálculo de los recambios necesarios

Por último se calcularán los recambios de las máquinas que hacen falta durante los 5 años, así como los moldes que hay que rehacer.

2.4.1. Cálculo moldes

Primero se calcularán cuántos moldes son necesarios hacer.

TABLA 6: MOLDES INYECCIÓN

Pieza	Cavidades	Nº inyecciones	Nº piezas	Moldes	Moldes reales
Cilindro	4	50000	1.060.000	5,3	6
Muelle	8	50000	1.060.000	2,65	3
Tapa arriba telescópico	3	50000	120.000	0,8	1
Topes	6	50000	240.000	0,8	1
Unión larguero telescópico	4	50000	120.000	0,6	1
Remache	4	50000	120.000	0,6	1
Tapón remache	4	50000	120.000	0,6	1
Antideslizante suelo	3	50000	600.000	4	4
Antideslizante pared	4	50000	80.000	0,4	1
Antideslizante telescópico	3	50000	120.000	0,8	1

En la mayoría de piezas basta con el molde inicial. Para el caso del cilindro, habrá que hacer un molde al año, incluyendo el primero. Para el muelle, habrá que hacer más moldes en el año 2 y 4. Para el antideslizante suelo, habrá que hacer moldes en los años 2, 3 y 4.

El precio del molde se estipula en 100.000€, contiene 4 cavidades y permite realizar 70.000 coladas cada uno.

TABLA 7: MOLDE COLADA ALUMINIO

Pieza	Ventas	Precio molde (€)	Nº moldes
Enganche tubo	1.060.000	100.000	4

Por tanto habrá que hacer nuevos moldes en los años 2, 3 y 4.

2.4.2. Cálculo recambios

Ahora se calcularán los recambios necesarios de la ingletadora y la escuadradora.

TABLA 8: CÁLCULO RECAMBIOS

Pieza	Ventas (€)	Máquina	Piezas por recambio	Nº de recambios
Larguero principal	760.000	Ingletadora	10000	76
Larguero plataforma	120.000	Ingletadora	10000	12
Larguero suelo	300.000	Ingletadora	10000	30
Larguero pared	80.000	Ingletadora	10000	8
Larguero cuña	100.000	Ingletadora	10000	10
Escalón	760.000	Escuadradora	10000	76
Plataforma	60.000	Escuadradora	10000	6
Base	300.000	Escuadradora	10000	30

TABLA 9: PRECIO RECAMBIOS

Máquina	Nº recambios	Precio recambios (€)	Precio total (€)	Precio por año (€)
Inglotadora	136	50	6800	1360
Escuadradora	112	200	22400	4480

Estos precios se reparten a partes iguales durante los 5 años, ya que hay tantos cambios que no es significativo saber cuáles hay en cada año.

2.4.3. Recambios por año

Para finalizar, aparece una tabla con los precios de las inversiones anuales que se deben de realizar

TABLA 10: INVERSIONES ANUALES

Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
282.789,25 €	21.055,41 €	179.473 €	124.638 €	179.473 €	21.055,41 €

3. Cálculo de los moldes de inyección

En este apartado aparecen todos los cálculos hechos para el precio de fabricación de las piezas inyectadas, tanto del molde como del proceso.

Primero se adjunta una tabla con los datos característicos necesarios de cada material que se va a inyectar.

TABLA 11: DATOS CARACTERÍSTICOS DE LA INYECCIÓN DE LOS TERMOPLÁSTICOS

Material	Cond. Térmica (mm ² /s)	T inyección (°C)	T molde (°C)	T expulsión (°C)	Presión inyección (bar)
PP	0,08	216	30	88	965
HDPE	0,11	232	27	52	965

También se debe tener en cuenta que la vida útil de cada molde se limita a un máximo 50.000 inyecciones para cada uno, por lo que si se deben hacer más se tienen que fabricar más moldes.

3.1. Coste del utillaje

En esta tabla aparece el coste de la fabricación del molde, calculado en función de la complejidad de cada pieza.

Cada pieza está calculada para una tirada de fabricación acorde a la cantidad total que se deben de realizar según el apartado de Cálculo de unidades vendidas.

TABLA 12: COSTE DEL MOLDE

Pieza	Área proyectada (cm ²)	Área combinada (cm ²)	M (horas)	Tasa (€/h)	Coste fabricación molde (€)	Coste materiales (€)	Coste molde (€)	Coste unitario (€/pz)
Cilindro	18,65	1190,25	375,6	36	13524	1691	15215	0,076
Muelle	6,83	1748,25	866,6	36	52915	1919	54835	0,137
Tapa arriba telescópico	7,94	698,4	58,1	36	2093	1489	3582	0,030
Topes	4,52	1015,56	66,0	36	2377	1619	3996	0,017
Unión larguero telescópico	31,18	1464,95	976,0	36	35136	1803	36940	0,308
Remache	1,54	640,09	39,3	36	1415	1465	2881	0,012
Tapón remache	1,54	640,09	36,8	36	1325	1465	2791	0,012

3.2. Coste de inyección

En este apartado se detalla el coste del proceso de fabricación. Para ello, se ha escogido la máquina inyectora según el volumen de inyección necesario, el recorrido máximo y la fuerza de cierre que es necesaria en cada caso.

En esta tabla se muestra el volumen de inyección de cada molde, teniendo en cuenta el volumen adicional, como conductos y número de cavidades.

TABLA 13: VOLUMEN DE INYECCIÓN

Pieza	Volumen (cm ³)	Cavidades	Volumen Total (cm ³)	% Conductos	Volumen Inyección (cm ³)
Cilindro	23,94	4	95,76	16,52	111,580
Muelle	0,955	8	7,64	37	10,467
Tapa arriba telescópico	4,44	3	13,32	37	18,248
Topes	1,56	6	9,36	37	12,823
Unión larguero telescópico	8,33	4	33,32	26,67	42,206
Remache	1,8	4	7,2	37	9,864
Tapón remache	1,2	4	4,8	37	6,576

En la siguiente tabla se muestra las características necesarias de la máquina inyectora y las características de la máquina escogida para cada componente.

TABLA 14: CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA

Pieza	Máquina necesaria				Máquina escogida				
	Vi (cm ³)	Fc (KN)	R min (cm)	Fc (KN)	Vi (cm ³)	R max (cm)	T. sec (s)	Pw (W)	Tasa (€/h)
Cilindro	111,580	352,746	16,4	500	85	23	1,9	7,5	27,05
Muelle	10,467	258,365	8,4	300	34	20	1,7	5,5	22,25
Tapa arriba telescópico	18,248	112,633	7,4	300	34	20	1,7	5,5	22,25
Topes	12,823	128,237	7,4	300	34	20	1,7	5,5	22,25
Unión larguero telescópico	42,206	589,739	17	800	201	32	3,3	18,5	29,75
Remache	9,864	28,938	10,2	300	34	20	1,7	5,5	22,25
Tapón remache	6,576	29,128	6,4	300	34	20	1,7	5,5	22,25

Por último, la siguiente tabla detalla el tiempo de ciclo del proceso de inyección por cada componente. Con ello se obtiene el coste de fabricación por pieza al cual se ha incrementado un 20% del coste por las operaciones posteriores de acabado.

TABLA 15: TIEMPO DE CICLO Y COSTE

Pieza	Tiempo Inyección (s)	Tiempo Enfriamiento (s)	Tiempo Recuperación (s)	Tiempo Ciclo (s)	Tasa horaria (€/h)	Coste (€)	Coste Total (€)
Cilindro	2,871	3,000	2,478	8,349	27,05	0,016	0,019
Muelle	0,367	3,000	2,134	5,501	22,25	0,004	0,005
Tapa arriba telescópico	0,640	3,117	2,064	5,822	22,25	0,012	0,014
Topes	0,450	3,117	2,050	5,617	22,25	0,006	0,007
Unión larguero telescópico	0,440	3,117	2,276	5,833	29,75	0,012	0,014
Remache	0,346	3,117	2,250	5,713	22,25	0,009	0,011
Tapón remache	0,231	3,117	1,990	5,338	22,25	0,008	0,010

3.3. Coste de fabricación

Por último, el coste total de fabricar cada pieza hecha mediante inyección se calcula sumando el coste del utillaje y el de la inyección.

En la siguiente tabla aparecen los costes de todas las piezas inyectadas.

Pieza	Coste utillaje (€)	Coste inyección (€)	Coste fabricación (€)
Cilindro	0,076	0,019	0,095
Muelle	0,137	0,005	0,142
Tapa arriba telescópico	0,030	0,014	0,044
Topes	0,017	0,007	0,024
Unión larguero telescópico	0,308	0,014	0,322
Remache	0,012	0,011	0,023
Tapón remache	0,012	0,010	0,022

4. Dimensionamiento de las medidas principales de la escalera

En este apartado se procederá a explicar todas las dimensiones elegidas para la realización de los módulos de la escalera. Se van a tener en cuenta criterios ergonómicos y todas las restricciones que se especifican en la normativa UNE EN 131-2.

Primero de todo, se expone un esquema en el que se le dan nombres a las dimensiones que se han de estudiar, y las tablas que aparecen en la norma que se deben de cumplir en dichas especificaciones. Con estos datos, todo el desarrollo será más fácil e intuitivo.

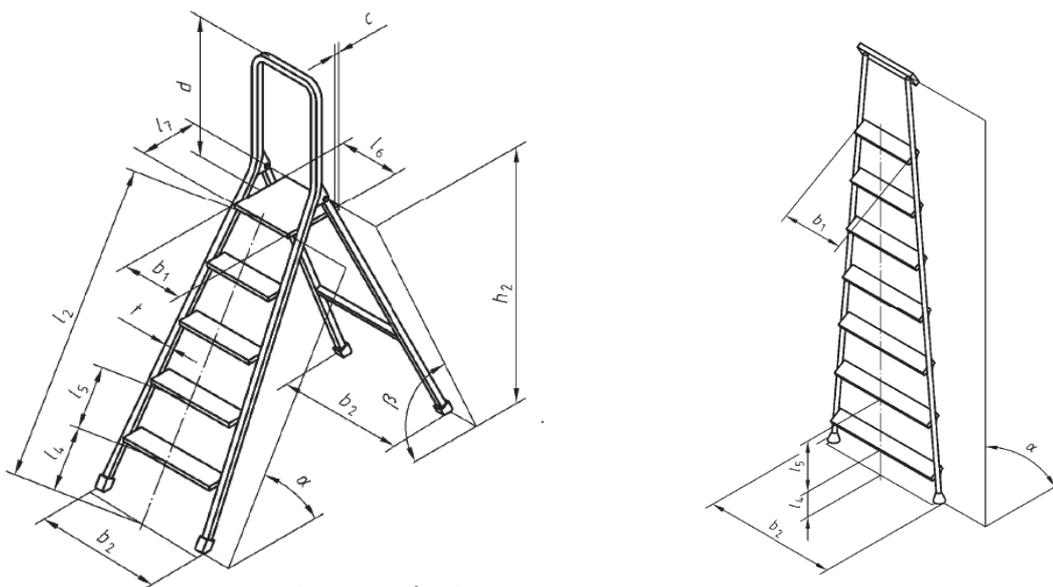


ILUSTRACIÓN 4: MEDIDAS PRINCIPALES

TABLA 16: VALORES DE LAS MEDIDAS

	Escalera de apoyo					Escalera auto-estable					
medida	b1	b2	l4	l5	a	b1	b2	l4	l5	a	β
mínimo	280	340	0,5* l5	230	60°	280	$b1 + 0,1 * l2 + 2t$	0,5* l5	230	60°	65°
máximo	-	-	l5 + l5	300	70°	-	-	l5 + l5	300	70°	75°

A continuación aparece una tabla con valores de tensión admisible necesarios para algunos de los cálculos que se van a realizar.

TABLA 17: CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Material	Límite elástico	Coef. seguridad	Tensión admisible	Módulo de Young
Madera de pino	48MPa	3	16MPa	No necesario
Aluminio AISI 6082	290MPa	2	145MPa	70000MPa

El coeficiente utilizado para la madera es mayor ya que al ser un material natural puede presentar irregularidades en su comportamiento mecánico.

Muchos de los cálculos realizados tienen en consideración medidas que en el momento de exponerse aún no se ha enseñado su cálculo. En otras palabras, aquí se presentan en un orden que se ha considerado correcto, pero muchos de los cálculos están relacionados entre sí y se debe de tener en cuenta todo como un conjunto.

4.1. Medidas generales más importantes

4.1.1. Longitud entre escalones – l_5

La longitud entre los escalones nos viene dada por la normativa, teniendo en cuenta criterios ergonómicos, por lo que no ha hecho falta hacer un estudio ergonómico para determinarla. Ésta nos dice que dicha longitud debe estar comprendida entre 230 y 300mm. Se decide coger 260mm, un poco menos de la media entre las dos por las siguientes razones:

- Cuanto menor sea la altura, menos cuesta subir cada escalón.
- Además, es más fácil encontrar la altura adecuada para lo que se quiere hacer.
- Después de hacer los cálculos de fuerza, esta medida es la máxima que se puede coger con un diámetro de 60mm de larguero colocando tres módulos.

4.1.2. Distancias entre escalones superior e inferior a extremidad superior y base de la escalera – l_3 y l_4

Al igual que la medida anterior, el valor para ésta viene delimitado por la norma, diciendo en este caso que debe ser entre la mitad de l_5 y l_5+15 mm. El valor de estas dimensiones está claro: al coger $0,5 \cdot l_5$ la distancia entre el último escalón de un módulo y el primero del siguiente será precisamente l_5 , así que por la propia composición modular, estos valores deben ser de 130mm.

Como el enganche mide 80mm, se debe restar a la suma de la parte superior de un módulo y la inferior del otro. Repartiéndolo a partes iguales entre cada uno, la longitud sobrante que nos queda es de 90mm en cada uno.

4.1.3. Longitud de los escalones y la plataforma/anchura entre las caras interiores de los largueros – b_1

Para decidir la anchura de la escalera se van a tener en cuenta varios criterios ergonómicos.

Primero, la norma nos establece que la anchura entre las caras interiores de los travesaños debe ser de al menos 280mm, independientemente de los tipos de escaleras que se vayan a hacer.

Por otra parte, se van a tener en cuenta los criterios ergonómicos para que las personas puedan estar cómodamente en el espacio entre largueros. Para ello se utilizará un criterio de alcance de la longitud de las caderas. Viendo las tablas de ergonomía de la población objetivo, se

aprecia que el percentil 95 más alto lo dan las mujeres, con un valor rondando los 400mm de media, dependiendo del país.

Por otro lado, se ha hecho una búsqueda de información para saber la medida que tienen las escaleras del mercado, y la conclusión es que hay un rango muy grande de tamaños, aunque los más utilizados rondan los 390-400mm para las de 6 escalones.

Tras la evaluación de todas estas medidas, se ha decidido coger la medida de longitud del peldaño, que es la anchura entre las caras interiores de los travesaños, de 400mm, correspondiente a los valores significativos tenidos en cuenta. Esta medida cumple la normativa y está dentro del rango de medidas utilizadas comúnmente en el mercado.

4.1.4. Anchura exterior – b_2

La anchura exterior debe ser o la longitud exterior entre largueros o la anchura total de la base con estabilizadores. Ésta debe ser al menos de 340mm en el caso de las escaleras de apoyo y $b_1 + 0,1 \cdot l_2 + 2t$ en el caso de las auto-estables, y dada la modularidad de la escalera y la opción de tener los dos tipos, se deben cumplir las dos premisas. Del caso de la escalera auto-estable se extrae que, necesita ser más ancha en la parte inferior que en la superior para asegurar la estabilidad. Como se quiere utilizar el mismo módulo para los dos casos, la norma se cumplirá utilizando estabilizadores en la parte inferior.

La primera, al haber decidido que la anchura interior sea de 400mm, se va a cumplir independientemente de la medida que se coja. Por tanto nos centraremos en la otra restricción. Para ello se va a calcular la altura máxima l_2 que puede llegar a coger la escalera. Ésta se consigue cuando hay tres módulos principales y el módulo de la plataforma colocado. Todos estos suman un total de 1780mm. Por tanto, la ecuación se queda en $400 + 0,1 \cdot 1780 + 2 \cdot 60 = 698$ mm.

Ésta será la longitud mínima que debe tener la escalera con los estabilizadores colocados. Para asegurarnos de que la escalera es completamente estable, se añadirán 22 mm de seguridad. Por tanto, el valor final es de 720mm.

4.1.5. Ángulo de apoyo de la escalera – α y β

El ángulo que forma la escalera respecto al suelo cuando está apoyada para su uso debe ser, según la normativa, de entre 60 y 70° para el lado de los escalones y de entre 65 y 75° para el de apoyo en el caso de que tuviese (escalera de tijera).

Para el primer caso, un valor bajo permite que sea más fácil la subida, mientras que uno alto permite que la escalera ocupe menos espacio. Por tanto, se elige un valor intermedio, 65° , para no perjudicar ninguna de las dos características.

Para el segundo caso, se deben de separar en dos posibilidades. Cuando se coloquen más módulos principales y se haga una escalera por la que se pueda subir por los dos lados, el ángulo será el mismo que el anterior, 65° . Cuando sea una escalera de tijera con las patas de aluminio,

que no tienen escalones, el valor será algo más alto, para que no ocupen mucho y se pueda acercarse a las paredes. En este caso será de 70°.

4.1.6. Longitud total de la escalera – l_2

La longitud total más larga que puede llegar a tener la escalera aparece cuando están colocados el módulo de apoyo a tierra, tres módulos principales y el módulo de plataforma, además de los cuatro respectivos enganches.

La suma de estas longitudes son (estas longitudes están justificadas cada una en su correspondiente apartado):

$$50 + 3 \cdot 440 + 4 \cdot 80 + 90 = 1780 \text{mm.}$$

4.2. Módulo principal

4.2.1. Longitud total del larguero

Esta longitud viene dada a partir de la distancia entre peldaños. Como ésta es de 260, debe haber también 260mm entre el último de un módulo y el primero del otro. Si restamos los 80mm que mide el enganche, quedan 180mm a repartir entre los dos. Por tanto, la longitud de los largueros será de:

$$260 + 90 + 90 = 440 \text{mm.}$$

4.2.2. Anchura de los escalones

Para determinar la anchura de los escalones se van a tener en cuenta dos datos.

La normativa marca que menos de 80mm de anchura se consideran peldaños, mientras que mayor o igual a 80mm son escalones. Al querer hacer una escalera cómoda y segura, se decide poner escalones en ésta, ya que a mayor anchura, más cómodamente se apoya el pie, y más estable se encuentra la persona.

También nos dice que para madera la anchura mínima debe ser de 37 mm, por lo que se cumple sobradamente.

Por otra parte, de criterio ergonómico se escoge uno de alcance, la distancia de los huesos del dedo más grande del pie, que es lo que apoya una persona cuando se pone de puntillas, por ejemplo. Esta distancia debe estar completamente cubierta, y sobrepasándose un poco para asegurar que cualquier persona pueda estar en completo equilibrio encima de los escalones.

La medida no se puede sacar directamente de las tablas ergonómicas de People Size, pero se puede hacer una resta entre la distancia entera del pie y la distancia del talón al punto donde empieza el dedo pulgar del pie, teniendo en cuenta el percentil 95 de hombres, que es donde habrá más distancia, abarcando así a toda la población.

La medida se queda en 80mm justos. Como se quiere dejar algo de margen en pos de la comodidad y la seguridad, la distancia final será de 100mm.

4.2.3. Espesor del escalón

La normativa en este caso nos indica que debe ser más de 21mm de espesor, por lo que este valor se decidirá en función del espesor del tablero que se compre para fabricarlos, siempre siendo más de 21mm.

Tras la búsqueda de material para hacer la escalera, se ha escogido para fabricar los escalones un tablero de 25mm de espesor.

4.2.4. Área embutida del peldaño en los largueros

El peldaño va encastado dentro del larguero. Para saber el grosor que debe entrar para que el peldaño no rompa por la junta al subirse encima, se debe hacer un cálculo a cizalladura.

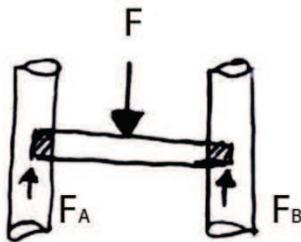


ILUSTRACIÓN 5: ÁREA EMBUTIDA EN LOS LARGUEROS

La fuerza F es de 150Kg. Como se reparte en los dos lados, ya que se decide calcular una fuerza puntual en el centro del peldaño, cada lado aguanta 75Kg = 735N.

La σ admisible de la madera de pino es de 16MPa, por lo que la resistencia a cizalladura, utilizando el criterio de Tresca, es:

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{2} = 8 \text{ MPa}$$

Se decide utilizar un coeficiente de seguridad de 1,8, ya que la madera, al ser natural, tiene unas propiedades mecánicas irregulares.

$$\tau_w = \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \Rightarrow \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \Rightarrow \frac{735}{A} \leq \frac{8}{1,8} \Rightarrow A = 165,38 \text{ mm}^2$$

Esto significa que, con el espesor de 25mm elegido, el largo debe ser de al menos 6,62mm.

Se comprueba a aplastamiento, con una profundidad de 15mm:

$$\frac{F}{A} \leq \frac{2 \cdot \sigma_{adm}}{n_s} \Rightarrow \frac{735}{L \cdot 15} \leq \frac{16}{1,8} \Rightarrow L = 5,51 \text{ mm}$$

Se comprueba que es más crítica la cizalladura. Por tanto, para especificar un número redondo y buscando la seguridad, se elige un valor de 10mm.

Por tanto, el área embutida es de 25x10x15mm.

4.2.5. Diámetro de los largueros

Este valor se saca con un cálculo a flexión del larguero en su máxima longitud, en el peor caso posible, que es con el peso en el punto central entre los apoyos.

La σ admisible de la madera de pino es de 16MPa, y el coeficiente de seguridad escogido es de 1,8, por las irregularidades que puede tener la madera natural en sus propiedades mecánicas al ser un material natural.

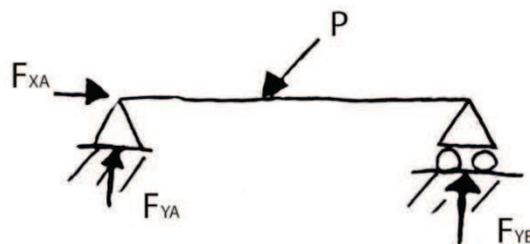


ILUSTRACIÓN 6: FUERZA DE FLEXIÓN

La fuerza P es de 150Kg. Como se reparte en los dos lados, ya que se decide calcular una fuerza puntual en el centro del peldaño (a 890mm), cada larguero aguanta 75Kg = 735N.

El ángulo con el que actúa la fuerza es de 25° sobre la escalera, ya que ésta forma un ángulo de 65° con el suelo, y la fuerza es vertical (90° sobre el suelo). La longitud total es de 1780mm, calculado anteriormente.

$$\sum F_h = 0 \quad F_{XA} = 735 \times \cos 25 = 666N$$

$$\sum F_v = 0 \quad F_{YA} + F_{YB} = 735 \times \sin 25 = 310,62N$$

$$\sum M_A = 0 \quad F_{YB} \times l = 735 \times \sin 25 \times \frac{l}{2} \quad F_{YB} = 155,31N \quad \rightarrow \quad F_{YA} = 155,31N$$

Ahora se procede a analizar por cortes la barra, donde x es el valor de longitud:

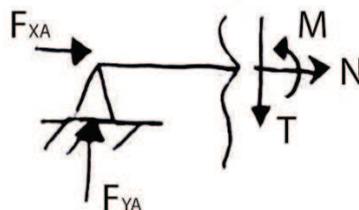


ILUSTRACIÓN 7: CORTE 1

$$\sum F_h = 0 \quad N = -F_{XA} = -666N$$

$$\sum F_v = 0 \quad T = F_{YA} = 155,31N$$

$$\sum M = 0 \quad M = 155,31x \text{ Nm}$$

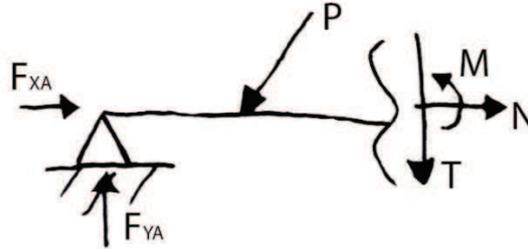


ILUSTRACIÓN 8: CORTE 2

$$\sum F_h = 0 \quad N = F_{XA} - F \times \cos 25 = 0N$$

$$\sum F_v = 0 \quad T + F \times \sin 25 = F_{YA} \quad T = -155,31N$$

$$\sum M = 0 \quad M = 155,31x - F \times \sin 25 (x - 0,890) \text{ Nm}$$

Estos son los resultados en forma de gráfica de las ecuaciones anteriores:

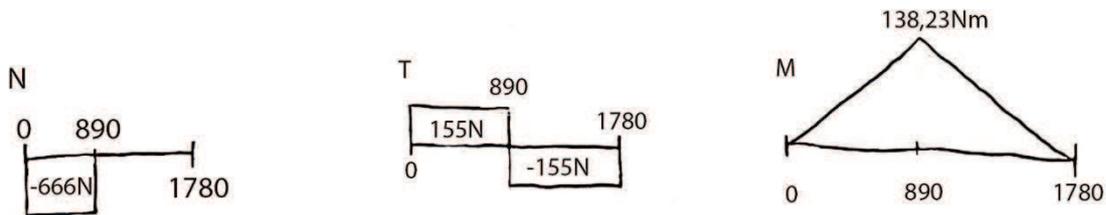


ILUSTRACIÓN 9: GRÁFICOS

Una vez visto esto, se procede a calcular el radio a partir del momento torsor:

$$\frac{M}{I_x} y \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{138226}{\frac{\pi r^4}{4}} r \leq \frac{16}{1,8} \quad r = 27mm$$

Por tanto, el diámetro de los largueros, una vez redondeado a diámetros comerciales, será de 60mm.

4.3. Módulo de apoyo de tierra

4.3.1. Altura de los apoyos estabilizadores de tierra

Para determinar esta longitud, se debe tener en cuenta los criterios expuestos en el apartado anterior de l_4 , ya que esta pieza repercute en esa medida.

Por tanto, la suma de la longitud sobrante por debajo del módulo principal, el enganche y ésta debe estar entre la mitad de l_5 y $l_5 + 15$. Las dos primeras miden 90 y 80mm respectivamente, y l_5 mide 260mm, esto nos da que la longitud (medida sobre el eje de la pieza redonda) debe ser de un máximo de $260 + 15 - 90 - 80 = 105$ mm.

Después de recrear la pieza en el programa SolidWorks, y teniendo en cuenta la longitud total de los largueros, se ha decidido hacer esta medida de 50mm, ya que cuanto más pequeña sea, más barata es de fabricar.

4.3.2. Longitud de los apoyos estabilizadores

La escalera, una vez montada, debe llevar un apoyo a tierra en cada larguero. La longitud de la parte exterior de uno a la del otro ha de ser 720mm como se acaba de calcular.

Como se quiere que los apoyos sean iguales para no fabricar dos piezas diferentes, la pieza de extensión de los largueros irá enganchada en el centro de la pieza base. Como la longitud de los escalones es de 400mm y los largueros son de 60mm de diámetro, la longitud se calcula restando a la mitad de 720mm la mitad del escalón y la mitad del diámetro del larguero:

$$360 - 200 - 30 = 130\text{mm.}$$

Esta longitud es del punto medio del larguero al exterior, y como se ha dicho que debe ser igual hacia los dos lados para poder usarse indistintamente en un larguero u otro, la longitud total será de 260mm.

4.3.3. Anchura de la base

Esta medida, al no ser trascendental para la seguridad ni la estabilidad, se ha decidido por el área de la extensión del larguero a la que va unida.

Una vez hecha la pieza en el programa SolidWorks, se ha visto que la longitud del área proyectada de la extensión del larguero es de alrededor de 66mm. Por tanto, la anchura de la pieza base será de 67mm para que no haya problemas de colocación de la extensión, más los dos radios del acuerdo estético que posee la pieza, lo que hace un total de 85mm, y 56 de ellos son los que contactan con el suelo.

4.3.4. Antideslizante

Esta pieza de caucho es la encargada de mejorar el agarre de la escalera. La anchura, siendo determinante en la mejora, no es crítica ya que la propia madera ya cuenta con un buen

coeficiente de rozamiento, y simplemente se añade por mejorar un poco más y por la estética que proyecta.

La forma viene dada por la pieza base de madera, por lo que tiene sus mismas medidas. El espesor de esta pieza será mínimo, de 1mm, y el largo viene dado más por la estética de la pieza que por su funcionalidad. Por tanto se ha decidido poner un largo de 50mm para el antideslizante.

4.4. Módulo de apoyo de pared

4.4.1. Altura de la extensión del larguero

Esta altura, medida sobre el eje principal de la extensión, no es crítica para ningún caso de esfuerzo, ya que es más alto el esfuerzo producido cuando hay una plataforma puesta.

Según la normativa, ya que esta medida influye sobre la longitud l_3 , el total de la suma del trozo de larguero sobrante del último módulo, el último enganche y esta medida que se está decidiendo debe estar entre la mitad de l_5 y l_5+15 , es decir, entre 130 y 275mm.

El sobrante del último módulo principal es de 90mm, y 80mm mide el enganche. Esto nos da un total de 170mm, por lo que ya se llega a la longitud mínima. Por tanto la medida de la altura de la extensión no debe sobrepasar los $275 - 170 = 105$ mm.

Como no hay ningún esfuerzo a tener en cuenta, se decide escoger una longitud corta para tener menos material y así mejorar el peso total de la escalera y abaratar el coste de producción. Por tanto esta medida, después de modelarla con el programa SolidWorks para ayudar en la decisión, será de 80mm.

4.4.2. Funda antideslizante

Para mejorar el agarre a la pared de la escalera se coloca una funda de caucho en el módulo de apoyo. Esta funda tendrá unas dimensiones interiores iguales a la extensión del larguero, mientras que de espesor tendrá 1mm, al no estar sometida a ningún esfuerzo crítico.

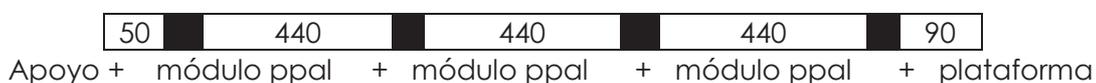
La longitud que cubra será de 15mm, suficiente para que quede cogida y no muy grande para que no encarezca el precio del módulo.

4.5. Enganches

4.5.1. Diámetro del enganche – pieza de aluminio interior

Para este diámetro se calcula una flexión muy parecida a la de los largueros. Como ya se tienen las fórmulas, se aprovechan para usarlas con los nuevos valores. La σ_{adm} del aluminio es de 145MPa. Se usa un coeficiente de seguridad de 1,2 para este material.

Primero, hay que calcular la posición más desfavorable de los enganches:



Los más desfavorables serán los dos centrales, que están a una posición del centro de:

$$\text{Enganche 2} \quad 890 - 440 - 80 - 50 = 320\text{mm}$$

$$\text{Enganche 3} \quad 50 + 80 + 440 + 80 + 440 - 890 = 200\text{mm}$$

Por tanto el más desfavorable será el enganche 3, a una posición de tierra de 1090mm.

$$\sum M = 0 \quad M = 155,31x - F \times \sin 25 (x - 0,890) \text{ Nm} \quad M = 107163,9 \text{ Nm}$$

Ahora se calcula el radio mínimo que debe tener:

$$\frac{M}{I_x} y \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{107194}{\frac{\pi}{4} r^4} r \leq \frac{145}{1,2} \quad r = 10,4\text{mm}$$

En conclusión, el valor del diámetro debe ser al menos de unos 21 mm. Para asegurar que no rompa, se escoge un diámetro de 22mm en la parte estrecha y de 26mm en la ancha.

4.5.2. Diámetro del enganche – pieza de aluminio exterior

Este caso es el mismo que en el anterior, por lo que se utilizan los mismos cálculos, aunque esta vez con un área de tubo.

$$\frac{107194}{\frac{\pi}{4}(r_e^4 - r_i^4)} r_e \leq \frac{145}{1,2}$$

Para facilitar este cálculo, se va a dar un valor al radio externo, y calcular qué radio interno máximo puede haber en ese caso.

$$r_{e=15\text{mm}} \quad \frac{107194}{\frac{\pi}{4}(15^4 - r_i^4)} 15 \leq \frac{145}{1,2} \quad r_{i \text{ max}}=13,5\text{mm}$$

Por tanto, los valores finales se quedan en 30mm de diámetro exterior, y 26mm de interior, concordando así con la otra pieza.

4.5.3. Longitud del sistema de enganche

Esta longitud viene dada al hacer el conjunto de piezas en SolidWorks. Una vez hechas y redimensionadas a partir de los ya existentes, se adaptó a la nueva forma y tamaño, teniendo en cuenta las medidas calculadas en los puntos anteriores, y se consiguió una longitud óptima de 80mm.

4.6. Módulo de cuña para escalera de doble ascenso

4.6.1. Bisagra

La bisagra utilizada para unir los dos tramos de la escalera, además de permitir a apertura y cierre de la misma, es un elemento que se compra a las tiendas de ferretería.

Una vez buscados precios y medidas, se decide escoger una bisagra de hierro cincado con medidas de 140x0x15mm.

4.6.2. Altura de las extensiones de los largueros

Esta altura es la longitud de las extensiones medida en su eje principal.

Para elegir esta altura, se va a tener en cuenta la longitud que sobresale hacia "dentro" el último escalón, para que no choquen entre ellos los escalones de cada lado. Además, también se ha de tener en cuenta la longitud escogida para la bisagra.

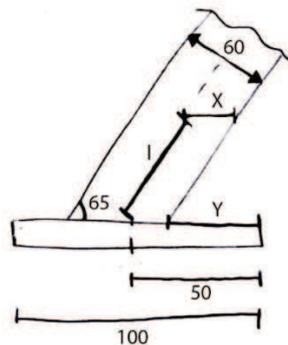


ILUSTRACIÓN 10: ALTURA EXTENSIONES

La bisagra mide 140mm, por lo que esta longitud es una medida mínima para la altura de las extensiones. Por otra parte, una vez hechos los cálculos, con un incremento de 40mm del larguero desde la base del último escalón ya se ha cubierto la longitud que sobresale hacia adentro, por lo que no es un factor determinante, ya que el propio módulo principal ya tiene una longitud de 90mm por encima del escalón.

Una vez visto esto, la única restricción es que sea mayor de 140mm. Para que haya un margen y la bisagra no esté pegada al borde inferior, se decide escoger una altura de 180mm.

4.7. Módulo de plataforma

4.7.1. Tubos de plataforma-largueros

Estos tubos son con los que se apoya la plataforma. Están encastados a los largueros, y se unen a la plataforma mediante las pletinas.

Estos tubos están sometidos a un esfuerzo de cortante y otro de flexión. No obstante, al estar los dos apoyos cerca de los extremos, se desprecia el esfuerzo de flexión porque no es trascendente, por lo que solamente se realiza el cálculo de cizalladura.

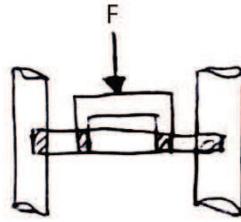


ILUSTRACIÓN 11: TUBO PLATAFORMA

La fuerza F es de 150Kg. En realidad la fuerza se debería repartir entre los 4 apoyos de la plataforma, pero para ponerse del lado de la seguridad, se va a someter este peso a cada par de apoyos. Como se reparte en los dos lados, ya que se decide calcular una fuerza puntual en el centro, cada lado aguanta 75Kg = 735N.

La σ admisible del aluminio es de 145MPa, por lo que la resistencia a cizalladura, utilizando el criterio de Tresca, es:

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{2} = 72.5 \text{ MPa}$$

Se decide utilizar un coeficiente de seguridad de 1.2, ya que el aluminio no presenta unas propiedades mecánicas irregulares.

$$\tau_w = \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{735}{\pi(r_e^2 - r_i^2)} \leq \frac{72,5}{1,2}$$

Para decidir el radio, se va a probar con un valor posible y ver si aguanta o no. Primeramente se prueba con un diámetro de 20mm y un espesor de pared del tubo de 1mm:

$$\frac{735}{\pi(10^2 - 9^2)} \leq \frac{72,5}{1,2} \quad \frac{735}{\pi(10^2 - 9^2)} \leq \frac{72,5}{1,2} \quad 12,31 \leq 60,41$$

Esto significa que aguanta la cizalladura perfectamente, con bastante margen.

Se comprueba a aplastamiento, con un ancho de 10mm:

$$\frac{F}{A} \leq \frac{2 \cdot \sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{735}{(D_e - D_i) \times 10} \leq \frac{145}{2} \quad 36,75 \leq 72,5$$

Se comprueba que también aguanta a aplastamiento.

4.7.2. Plataforma

La plataforma principal, hecha de madera tiene varios puntos a tratar para decidir sus dimensiones.

Inicialmente se decidirán la anchura y longitud de la plataforma. La anchura será la misma que los escalones menos 10mm, para seguir la línea por un lado y para que no roce con los largueros

al levantarse para plegar la escalera; por tanto se queda en 390mm. La longitud no tiene el problema del rozamiento, por lo que se queda en 400mm, para hacerla más o menos cuadrada.

Luego se debe decidir dónde colocar los puntos de apoyo, ya que de esto dependerá todo lo demás. Cuanto más cerca esté uno del otro, más cortos serán las extensiones de los largueros y el tramo final del sistema telescópico, y mejor para colocar peso en el centro, pero peor para enganchar o colocar objetos en los lados. Como se van a hacer agujeros para colgar añadidos en los extremos, la distancia entre los tubos de apoyo debe ser relativamente elevada.

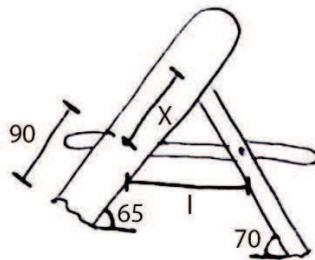


ILUSTRACIÓN 12: DIMENSIONES

Por tanto, se decide que haya una distancia l de 200mm entre los dos tubos, dejando 100mm en cada lado para realizar los agujeros.

Por último, queda por decidir el espesor de la plataforma. Para ello se harán dos cálculos de flexión, uno distribuido y otro en un lado con el peso colgado de un añadido.

Primero se hará el cálculo distribuido, que serán 150kg (1470N) repartidos entre la longitud total de la plataforma, 0,4m, por lo que

$$q = 3675 \frac{N}{m}$$

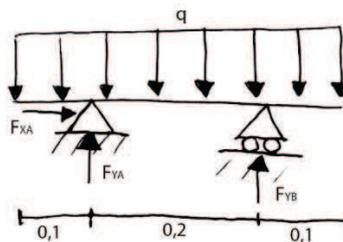


ILUSTRACIÓN 13: FLEXIÓN PLATAFORMA

$$\sum F_h = 0 \quad F_{XA} = 0N \quad \text{No hay fuerzas horizontales.}$$

$$\sum F_v = 0 \quad F_{YA} + F_{YB} = 1470N$$

$$\sum M_A = 0 \quad F_{YB} \times l = 1470 \times \frac{l}{2} \quad F_{YB} = 735N \quad F_{YA} = 735N$$

Ahora se procede a analizar por cortes la barra, donde x es el valor de longitud:

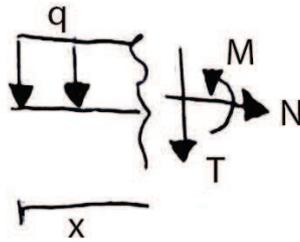


ILUSTRACIÓN 14: CORTE 1

$$\sum F_v = 0 \quad T = -q = 3675x \text{ N}$$

$$\sum M = 0 \quad M = 3675x \times \frac{x}{2} = 3675 \frac{x^2}{2}$$

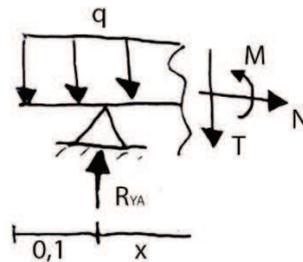


ILUSTRACIÓN 15: CORTE 2

$$\sum F_v = 0 \quad T = 735 - 3675x$$

$$\sum M = 0 \quad M = 3675 \frac{x^2}{2} - 735(x - 0,1)$$

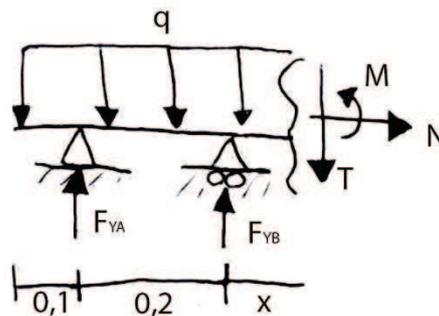


ILUSTRACIÓN 16: CORTE 3

$$\sum F_v = 0 \quad T = 735 \times 2 - 3675x$$

$$\sum M = 0 \quad M = 3675 \frac{x^2}{2} - 735(x - 0,1) - 735(x - 0,3)$$

Estos son los resultados en forma de gráfica de las ecuaciones anteriores:

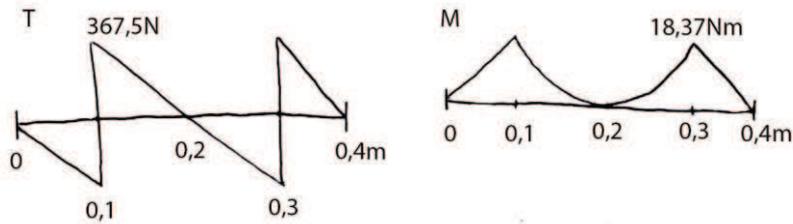


ILUSTRACIÓN 17: GRÁFICOS

Una vez visto esto, se procede a calcular el radio a partir del momento torsor:

$$\frac{M}{I_x} y \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{18,37}{\frac{b \times h^3}{12}} \frac{b}{2} \leq \frac{16}{1,8} \quad h = 23mm$$

Este valor repercute positivamente en la fabricación y precio, ya que se puede utilizar el mismo tablero de 25mm con el que se fabrican los escalones para realizar la plataforma.

4.7.3. Extensión del larguero

Esta longitud se mide en el eje principal de la extensión, y para decidir su altura se van a tener en cuenta varios aspectos.

Primeramente, la plataforma debe estar a una altura de 90mm medida desde que empieza la extensión, ya que así se cumple la longitud l_5 que debe haber entre el último escalón y la plataforma.

Después, en una zona más elevada que la plataforma deben de engancharse las patas traseras telescópicas de aluminio. Para saber dónde se enganchan, se debe tener en cuenta cuánta longitud hay entre el apoyo de la plataforma de delante y el de detrás, ya que el ángulo ya se ha decidido, que son 70° . Como se ha decidido arriba que son 200mm, el cálculo para la altura de la zona de enganche es:

$$\tan 65 = \frac{1}{z} \quad \tan 70 = \frac{1}{200-z}$$

$$2,145 \times z = 1$$

$$2,145 \times z = 2,747 \times (200 - z)$$

$$4,89 \times z = 549,4$$

$$z = 112,35mm$$

Una vez se tiene el valor de z, se calcula x:

$$x = \frac{z}{\cos 65} \quad x = 265,85mm$$

Este valor sería si el sistema telescópico llegase hasta el eje de revolución de la extensión. Como no es así, y además hay una pieza de enganche entre los dos, se decide rebajar este valor a 200mm.

Una vez calculado este valor, se le suman los 90mm que ya se tenían de la altura hasta la plataforma y se queda con 290mm de longitud mínima.

Como se ha de hacer más largo que esa medida, y no debe de quedar cerca por comodidad y estética, se decide poner una altura total de 440mm. De esta forma tiene la misma longitud que los tramos de larguero del módulo principal, y cuando la máquina corte la materia prima no habrá distinciones, por lo que así se mejora la producción.

4.7.4. Largueros telescópicos

La parte trasera de la escalera se compone de unos largueros telescópicos, en forma de óvalo, de aluminio y que se deben encargar para que los fabriquen.

Lo primero será dimensionar el área y espesor de los largueros. Para ello se va a hacer un cálculo a pandeo para ver cómo ha de ser la sección más pequeña. Como el área de un óvalo es más difícil de calcular que un aro, se va a dar por correcto el cálculo para ésta última. El óvalo será más grande que el aro que se calcula, por lo que realmente aguantará algo más que éste, por lo que la aproximación se puede dar como válida.

Se elige un diámetro de 20mm con una pared de 1mm para hacer los cálculos y ver si puede aguantar. La tensión admisible del aluminio es 145MPa, el módulo E es 70000MPa y se va a utilizar un coeficiente de seguridad de 1,2. La fuerza elegida es de 150Kg, pero como hay dos largueros, se divide equitativamente entre los dos. La longitud total para este cálculo se saca con:

$$l = 1780 \frac{\sin 65}{\sin 70} = 1717mm$$

Para empezar, se hace una comprobación a compresión.

$$\frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{1470}{2 \times \pi(10^2 - 9^2)} \leq \frac{145}{1,2} \quad 12,31 \leq 120,83$$

Se puede apreciar que aguanta perfectamente la compresión, así que se pasa al cálculo de pandeo.

$$A = \pi(r_e^2 - r_i^2) = \pi(10^2 - 9^2) = 59,69mm^2$$

$$\sigma_w = \frac{F}{A} = \frac{735}{59,69} = 11,57 MPa$$

$$I_{min} = \frac{\pi}{4}(10^4 - 9^4) = 2701mm^4 \quad i_{min} = \sqrt{\frac{2701}{59,69}} = 6,73 \quad \lambda = \frac{\frac{2}{3}1717}{6,73} = 176,4$$

$$\sigma_{crit} = \frac{\pi^2}{\lambda^2} E = \frac{735}{59,69} 70000 = 22,2 MPa$$

Ahora se procede a la comprobación:

$$\sigma_w \leq \frac{\sigma_{crit}}{n_s} \quad 11,57 \leq \frac{22,2}{1,2} \quad 11,57 \leq 18,5? \quad \text{Sí}$$

Por tanto el diámetro de 20mm con una pared de 1mm aguanta el esfuerzo a pandeo, pero como se quiere asegurar que aguanta bien, se aumentará el espesor a 2mm. Como la sección que se quiere hacer es ovalada, se elegirá ese espesor para dicha sección y el diámetro corresponderá al de los semicírculos de los lados.

4.7.5. Longitud de los tramos

Dentro del sistema telescópico hay tres tramos de tubos, uno para cada altura en particular, que corresponden a tener colocados 1, 2 o 3 módulos principales. De esta forma, se consigue regular la altura de estos largueros en función de la necesidad puntual. Por tanto hay que calcular cuán largo ha de ser cada tramo para que, cuando el sistema esté guardado o desplegado, siempre esté a la altura adecuada.

El último tramo es el más delgado, y es el que va enganchado a la extensión de los largueros. A su vez, tiene colocado el tubo en el cual se apoya la plataforma y al que va enganchado el tirador para plegar las patas. Por tanto, el segundo tramo solamente se plegará hasta la altura del tubo. La distancia desde el eje donde va enganchado a la extensión hasta el eje que sustenta la plataforma se puede calcular con el triángulo presentado más arriba para calcular la longitud de la extensión del larguero.

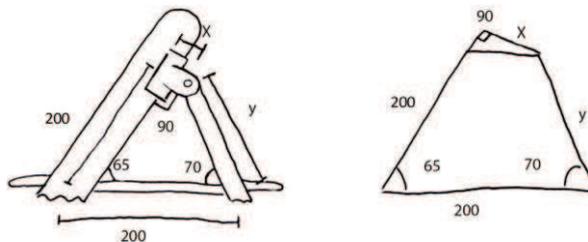


ILUSTRACIÓN 18: SIMPLIFICACIÓN DE LAS LONGITUDES

Por tanto el cálculo se queda en:

$$y = \frac{200-z}{\cos 70} \quad y = \frac{87,65}{\cos 70} \quad y = 256,27mm$$

Se rebaja a 150mm, contando desde el apoyo de la plataforma. Como para enganchar el tramo de aluminio a la extensión del larguero se necesita una pieza, lo que se ha quitado al rebajar se tendrá en cuenta luego en esa pieza.

Se procede ahora al cálculo de los tramos.

Apuntar que desde el final del tramo al hueco del saliente que los mantiene unidos hay una longitud de 30mm que se deben tener en cuenta en algunos cálculos.

Para el primer tramo, que solamente tiene un módulo principal colocado, el cálculo queda de la siguiente manera:

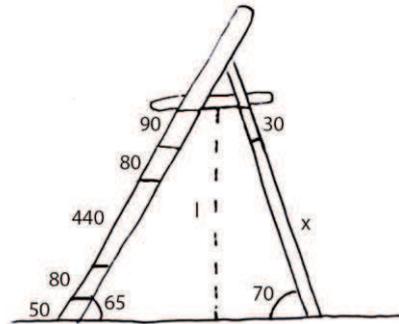


ILUSTRACIÓN 19: TRAMO 1

$$l = 50 + 80 + 440 + 80 + 90 \times \sin 65 \quad l = 740 \times \sin 65 \quad l = 670,67\text{mm}$$

$$(x + 35 + 10) \times \sin 70 = 670,67 \quad x = 668\text{mm}$$

Esta medida es desde el suelo al enganche con el segundo tramo, por lo que hay que sumarle 5mm para tener el valor total. Por tanto se queda en 673mm.

Una vez hecho el modelado con el programa SolidWorks se ha visto que había un error de 4,49mm en total, que se han restado posteriormente en este módulo, por lo que la longitud final es de 669,5mm.

El segundo tramo se abre cuando hay dos módulos principales colocados. En este caso el segundo tramo contacta directamente con el tubo de apoyo de la plataforma, por lo que ya no hay que contar con los 30mm del principio, pero sí los 10mm de radio del tubo.

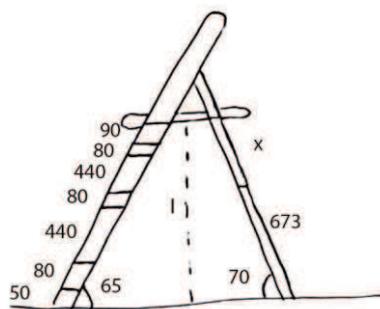


ILUSTRACIÓN 20: TRAMO 2

$$l = 50 + 80 + 440 + 80 + 440 + 80 + 90 \times \sin 65 \quad l = 1260 \times \sin 65 \quad l = 1141,9\text{mm}$$

$$(x + 10 + 673) \times \sin 70 = 1141,9 \quad x = 531\text{mm}$$

A esta medida hay que sumarle los 30mm que hay hacia abajo del enganche con el primer tramo y otros 30mm hacia arriba del enganche con el tercer tramo. Por tanto, la longitud final del segundo tramo es de 591mm.

Por último, la medida del tercer tramo.

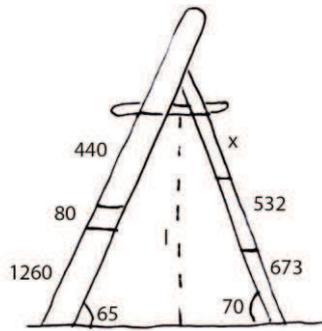


ILUSTRACIÓN 21: TRAMO 3

$$l = 1780 \times \sin 65 \quad l = 1613,23\text{mm}$$

$$(x + 673 + 531) \times \sin 70 = 1613,23 \quad x = 512\text{mm}$$

A este resultado se le debe sumar 30mm que hay hacia abajo del enganche con el segundo tramo y 30mm que hay arriba del agujero del pasador, además de los 150mm que se han calculado anteriormente que van desde el tubo de apoyo con el larguero al enganche con la extensión del larguero y los 20mm del diámetro del tubo que se encasta en el tramo. Así que la medida final es de 742mm.

Una vez hecho el modelado con el programa SolidWorks se ha visto que había un error de 7mm en total, que se han sumado posteriormente en este módulo, por lo que la longitud final es de 749mm.

4.7.6. Pieza de enganche extensión de los largueros – tramos telescópicos

Para esta pieza se ha de decidir la longitud que habrá desde la parte enganchada a la extensión al orificio donde se cogerá el tramo telescópico de aluminio. El dibujo conceptual del problema queda así.

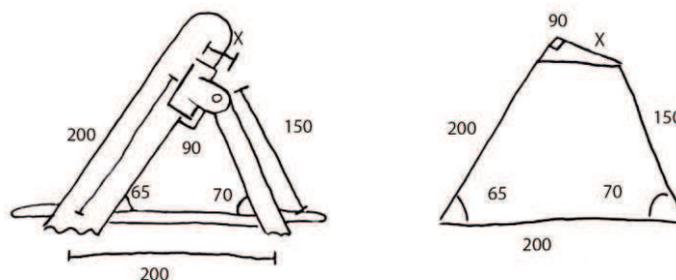


ILUSTRACIÓN 22: SIMPLIFICACIÓN PROBLEMA

Ahora se desglosará este sistema en varios triángulos para poder calcular la longitud x, que es la que se está buscando.

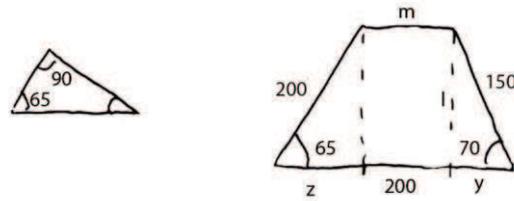


ILUSTRACIÓN 23: LONGITUDES

$$\alpha = 180 - 90 - 65 = 25^\circ$$

$$l = 150 \times \sin 70 = 140,95\text{mm}$$

$$y = 150 \times \cos 70 = 51,30\text{mm}$$

$$\tan 65 = \frac{140,95}{z} \quad z = 65,73\text{mm}$$

$$m = 200 - 65,73 - 51,3 = 82,97\text{mm}$$

$$x = 82,97 \times \sin 65 = 75,19\text{mm} \sim 75\text{mm}$$

Se comprueba con el programa SolidWorks

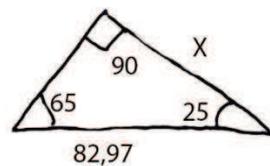


ILUSTRACIÓN 24: CÁLCULO DE X

4.8. Cálculo de tornillos

Aquí aparecerán los cálculos hechos para elegir qué tornillos son los mejores para utilizar en las diferentes zonas del trabajo. Primero se presenta una tabla con las propiedades necesarias para realizar los cálculos.

TABLA 18: CARACTERÍSTICAS DE LOS TORNILLOS

Zona	Material	Límite elástico	Coef. seguridad	Tensión admisible
Largueros	Acero inoxidable	240MPa	2	120MPa

4.8.1. Tornillos para enganches

Los tornillos que unirán las dos piezas del enganche a los largueros deben poder resistir la carga a cizalladura a la que están sometidos, ya que al no tener una longitud elevada no tendrán carga a flexión determinante.

Estos son los tornillos con la carga más elevada de todos los que se utilizan en el trabajo, por lo que la medida aquí sacada se considerará válida para todos aquellos que vaya a utilizarse en los largueros.

Para el cálculo se utiliza como fuerza a resistir los 150kg (1470N) que se han utilizado anteriormente. Como hay 2 largueros y 2 tornillos en cada uno, el valor a resistir por cada tornillo es de 367,5N

$$\tau_{adm} = \frac{\sigma_{adm}}{2} = 60 \text{ MPa}$$

Se decide utilizar un coeficiente de seguridad de 1.2, ya que el acero inoxidable no presenta unas propiedades mecánicas irregulares.

$$\tau_w = \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{F}{A} \leq \frac{\sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{367,5}{\pi r^2} \leq \frac{60}{1,2} \quad 1,53 \leq r$$

Esto significa que el tornillo ha de ser de métrica 3,1 como mínimo, por lo que se decide escoger tornillos de M4.

Se comprueba a aplastamiento, con un ancho de 5mm:

$$\frac{F}{A} \leq \frac{2 \cdot \sigma_{adm}}{n_s} \quad \frac{367,5}{D \times 5} \leq \frac{120}{1,2} \quad 18,4 \leq 100$$

Se comprueba que también aguanta a aplastamiento.

De largo, como se quiere que sea una unión fuerte en esta zona, se elige un valor de 30mm. Para los que vayan en horizontal, como no se quiere hacer un agujero muy profundo ya que el tronco tiene 60mm de diámetros, se elige una longitud de 16mm.

Para los demás sitios que no son largueros o extensiones, al no estar sometidos a cargas importantes, no hace falta calcular el diámetro ya que el mínimo que se vende en la tienda elegida para comprarlos es de 2,5mm, cercano al elegido, y las condiciones distan mucho de ser tan restrictivas.

5. Guía rápida de uso

A continuación, y para finalizar este volumen, aparece una guía rápida de utilización de las escaleras.

Guía rápida de uso

Escalera
Hook Up

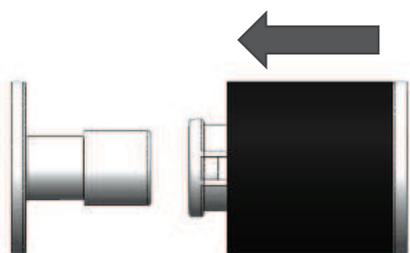
1. Introducción

El presente manual está indicado para proporcionar información acerca del montaje y uso adecuado de las escaleras modulares Hook Up.

2. Montaje y desmontaje

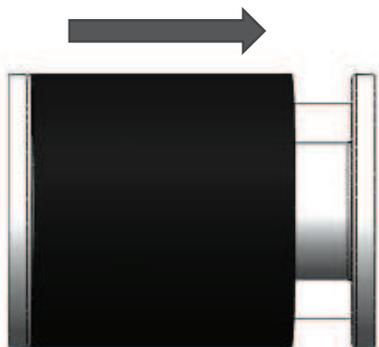
Para montar y desmontar los módulos hay que utilizar los enganches, que funcionan de la siguiente manera:

2.1 Montaje



La parte inferior debe encajar dentro de la parte superior, hasta que se escuche un pequeño ruido, indicando que el mecanismo se ha enganchado.

2.2 Desmontaje

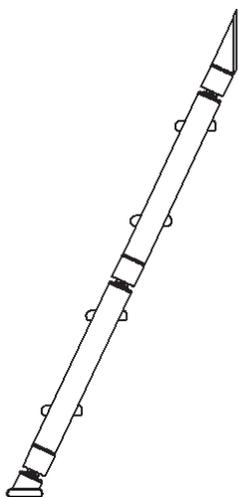


Para desmontarlo, debe deslizar el cilindro negro hacia arriba para soltar el mecanismo.

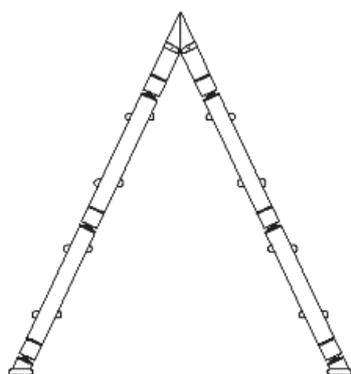
Una vez estirado, y sin soltarlo, debe levantar el módulo con la parte superior del módulo.

1.3 Piezas para las escaleras

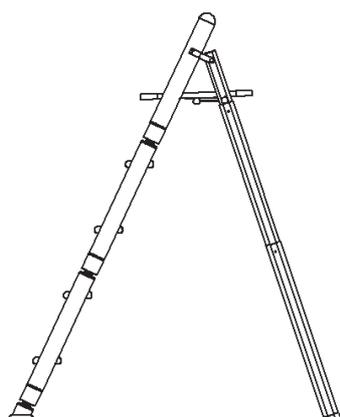
A continuación aparece una tabla con los componentes necesarios para montar cada tipo de escalera



Módulos	Tramos		
	1	2	3
Principal	1	2	3
Apoyo suelo	2	2	2
Apoyo pared	2	2	2
Enganche	4	6	8



Módulos	Tramos		
	1	2	3
Principal	2	4	6
Apoyo suelo	4	4	4
Cuña	2	2	2
Enganche	8	12	16



Módulos	Tramos		
	1	2	3
Principal	1	2	3
Apoyo suelo	2	2	2
Plataforma	1	1	1
Enganche	4	6	8

2. Guía de uso – pictogramas

Para hacer más fácil el entendimiento y la lectura de las normas de utilización de este producto, se van a adjuntar con pictogramas que muestran las restricciones que deben llevarse a cabo.

1 – Lea detenidamente las instrucciones de uso



2 – No debe colocar cargas superiores a 150kg en la escalera



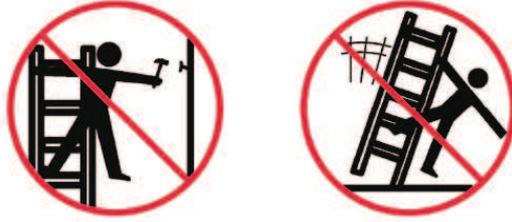
3 – La escalera debe estar posicionada en el ángulo correcto marcado por los apoyos de suelo.



4 – Coloque la escalera en un suelo estable



5 – Para evitar el vuelco, no sobresalga de los límites impuestos por los largueros.



6 – Asegúrese de que el suelo no esté mojado o tenga alguna sustancia resbaladiza en la zona donde vaya a colocar la escalera



7 – Si va a usar la escalera para subir a alguna zona elevada, ésta debería estar 1m por debajo del límite superior de dicha escalera.



8 – No debe pisar fuera de los límites de los escalones para evitar caídas.



9 – Solamente 1 persona puede estar simultáneamente en la escalera.



10 – No utilizar la escalera como puente para pasar de un lado a otro.



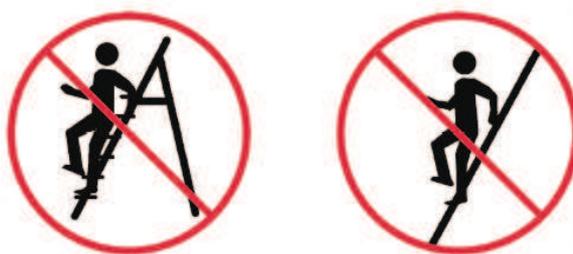
11 – Por motivos de seguridad, el peldaño superior no debe de utilizarse.



12 – Tenga cuidado con los cables eléctricos cuando transporte la escalera.



13 – Ascienda y descienda de cara a la escalera, y nunca de espaldas.



14 – Asegúrese de que la parte superior está apoyada de forma estable.



Pliego de condiciones

Volumen 3



Contenido

1. Alcance	5
2. Descripción de los componentes	5
2.1. Descripción de los módulos	5
2.2. Características generales de los módulos	9
3. Especificaciones técnicas de los materiales	11
3.1. Listado de materiales de piezas fabricadas.....	11
3.2. Pruebas y ensayos	14
3.3. Listado de piezas compradas	14
4. Especificaciones técnicas de fabricación	15
4.1. Aluminio	15
4.2. Piezas de plástico	15
4.3. Madera	16
5. Reglamentación y normativa del producto	16
6. Otros aspectos del proyecto	17
6.1. Responsabilidades de suministro y montaje	17
6.2. Criterios para la modificación del proyecto	17
6.3. Especificaciones de utilización y mantenimiento.....	17

1. Alcance

El objetivo de este documento del proyecto es establecer todas las condiciones técnicas de uso, de fabricación y legales del producto, además de las especificaciones técnicas de los materiales que deberán utilizarse.

2. Descripción de los componentes

En este apartado se especificarán todos los componentes de los módulos de la escalera, así como las características generales de cada uno de ellos.

2.1. Descripción de los módulos

TABLA 1: PIEZAS DE CADA MÓDULO

Módulo principal			
Componente	Unidades	Material	Fotografía
Larguero	2	Madera de abeto	
Escalón	2	Madera de pino	
Cola	-	Adhesivo	
Módulo apoyo suelo			
Componente	Unidades	Material	Fotografía
Larguero	1	Madera de abeto	
Base	1	Madera de pino	
Antideslizante	2	NBR	

			
Tornillos	2	Acero inoxidable	
Módulo apoyo pared			
Componente	Unidades	Material	Fotografía
Larguero	1	Madera de abeto	
Antideslizante	1	NBR	
Módulo cuña			
Componente	Unidades	Material	Fotografía
Larguero	2	Madera de abeto	
Bisagra	1	Hierro cincado	
Tornillos	4	Acero inoxidable	
Enganche			
Componente	Unidades	Material	Fotografía
Enganche macho	1	Aluminio AISI 6082	

Enganche tubo	1	Aluminio A356.0	
Muelle	1	HDPE	
Cilindro	1	PP	
Tornillos	4	Acero inoxidable	
Módulo plataforma			
Componente	Unidades	Material	Fotografía
Plataforma	1	Madera de abeto	
Extensión larguero	2	Madera de pino	
Tubo larguero-plataforma	1	Aluminio AISI 6060	
Tubo plataforma-pieza unión	1	Aluminio AISI 6060	

			
Tubo pieza unión - telescópico	1	Aluminio AISI 6060	
Pletina 1	4	Aluminio AISI 6082	
Pletina 2	2	Aluminio AISI 6082	
Pieza unión	1	Aluminio AISI 6082	
Sistema telescópico	1	Aluminio AISI 6082	
Clips del sistema	3	Acero galvanizado	
Antideslizante suelo	2	NBR	

Antideslizante superior	2	NBR	
Topes	4	PP	
Unión larguero-telescópicos	2	PP	
Tornillos plataforma	12	Acero inoxidable	
Tornillos extensión	8	Acero inoxidable	
Pasadores	2	PP	
Tapón pasadores	2	PP	

2.2. Características generales de los módulos

2.2.1. Módulo principal

Dimensiones: 440x520x95mm

Peso: 2120g

Materiales: Madera de pino y abeto

Color: Marrón claro (madera natural)

2.2.2. Módulo apoyo suelo

Dimensiones:	260x86x62mm
Peso:	250g
Materiales:	Madera de pino y abeto, NBR
Color:	Marrón claro (madera natural), negro

2.2.3. Módulo apoyo pared

Dimensiones:	149x62x62mm
Peso:	118g
Materiales:	Madera de pino y abeto, NBR
Color:	Marrón claro (madera natural), negro

2.2.4. Módulo cuña

Dimensiones:	190x244x60mm
Peso:	550g
Materiales:	Madera de pino y abeto, hierro cincado
Color:	Marrón claro (madera natural), gris metálico

2.2.5. Enganche

Dimensiones:	80x60x60mm
Peso:	235g
Materiales:	Aluminio, PP y PE
Color:	Gris metálico, blanco y negro

2.2.6. Módulo plataforma

Dimensiones:	520x1025x190mm
Peso:	4200g
Materiales:	Madera de pino y abeto, aluminio PP y NBR
Color:	Marrón claro (madera natural), gris metálico y negro

3. Especificaciones técnicas de los materiales

3.1. Listado de materiales de piezas fabricadas

Madera de pino

Compra: <http://catalogo.aki.es/>

Fabricación: mecanizado

Piezas: escalón, base, plataforma

Aluminio

Compra: <http://www.sabater-fundimol.com/es/>

Fabricación: mecanizado, extrusión, moldeo

Piezas: enganches macho y tubo, tubos, pletinas, sistema telescópico

Polietileno

Compra: <http://spanish.alibaba.com/>

Fabricación: inyección

Piezas: muelle

Polipropileno

Compra: <http://es.aliexpress.com/>

Fabricación: inyección

Piezas: unión larguero-telescópico, cilindro, topes, pasador, tapón pasador, tapa superior telescópicas

NBR

Compra: <http://spanish.alibaba.com/>

Fabricación: inyección

Piezas: antideslizantes de pared, suelo y sistema telescópico

Cabe destacar que para las piezas de madera y de aluminio se especifican una serie de calidades y tolerancias a cumplir para el correcto funcionamiento de las mismas.

3.1.1. Madera de pino y abeto

Según la Norma UNE-EN 13353:2009+A1:2011 *Tableros de madera maciza (SWP)*. Requisitos las tolerancias de dimensión y grosor para las piezas de tablero son las que aparecen en la siguiente tabla

TABLA 2: TOLERANCIAS MADERA

Tolerancias sobre las dimensiones nominales de longitud y anchura ^a	Grosor ^a		Tolerancia ^b en	
	Tolerancia dentro de un tablero	Tolerancia sobre el grosor nominal	Rectitud de cantos	Escuadria
± 2,0 mm	0,5 mm	± 1,0 mm	1,0 mm/m	1,0 mm/m
^a Determinado según la Norma EN 324-1.				
^b Determinado según la Norma EN 324-2.				

También es importante tener en cuenta la Norma UNE-EN 336: *Madera estructural. Medidas y tolerancias*, para las piezas que conforman el larguero.

3.1.2. Aluminio

Según la Norma UNE-EN 755-1: *Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro*, el suministrador de los tubos es el responsable de que se ejecuten los ensayos e inspecciones requeridos en la norma europea antes de la expedición de los productos.

Para las piezas fabricadas, la Norma UNE-EN 755-3: *Aluminio y aleaciones de aluminio para forja. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 3: Barras redondas extruidas. Tolerancias dimensionales y de forma* especifica una serie de calidades y tolerancias a cumplir en las piezas terminadas.

Diámetro y longitud

La tolerancia sobre el diámetro y la longitud viene dada por las siguientes tablas:

TABLA 3: TOLERANCIAS DIÁMETRO Y LONGITUD

Medidas en milímetros

Diámetro <i>D</i>		Tolerancias	
Mayor que	Menor o igual que	Grupo I de aleaciones	Grupo II de aleaciones
≥ 8	18	± 0,22	± 0,30
18	25	± 0,25	± 0,35
25	40	± 0,30	± 0,40

Medidas en milímetros

Diámetro D		Tolerancias sobre longitud		
Mayor que	Menor o igual que	$L \leq 2\ 000$	$2\ 000 < L \leq 5\ 000$	$L > 5\ 000$
–	100	+5 0	+7 0	+10 0
100	200	+7 0	+9 0	+12 0
200	320	+8 0	+11 0	–

Escuadrado del corte de los extremos

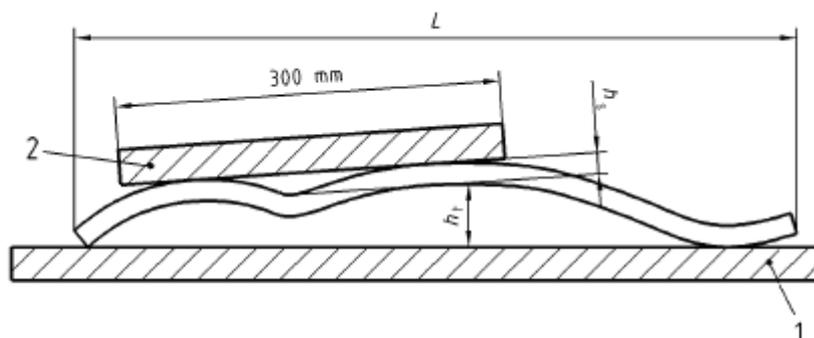
La tolerancia de este valor debe ser menor a la mitad de la tolerancia de longitud que viene dada por la tabla anterior.

Ovalización

La ovalización máxima admisible es del 50% de la tolerancia sobre el diámetro que se elige en la tabla anterior.

Rectitud

Las tolerancias de rectitud vienen dadas en forma de tabla, con un dibujo para ilustrar varias de las medidas.



Leyenda
1 Mármol
2 Regla

ILUSTRACIÓN 1: RECTITUD

TABLA 4: TOLERANCIAS RECTITUD

Medidas en milímetros

Diámetro D		Tolerancias	
Mayor que	Menor o igual que	Flecha máxima por metro de longitud h /longitud mm/m	Flecha máxima localizada en cualquier porción de 300 mm h_2
≥ 8	80	2	0,6
80	120	2	1,0
120	200	3	1,5
200	320	6	3,0

3.2. Pruebas y ensayos

3.2.1. Piezas de aluminio

A la hora de realizar los tubos, la empresa suministradora y la propia que fabrique dichas piezas deberán realizar una serie de pruebas y ensayos redactados en la Norma UNE-EN 755-1:2009 *Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 1: Condiciones técnicas de inspección y suministro*.

La empresa suministradora deberá adjuntar un certificado de calidad alegando el cumplimiento de dicha norma.

3.2.2. Piezas de madera

Para la fabricación de las piezas de madera procedentes de tableros se deberán realizar una serie de pruebas y ensayos correspondientes a las redactadas en la Norma UNE-EN 13353:2009+A1:2011 *Tableros de madera maciza (SWP). Requisitos a fin de asegurar la calidad de las mismas*.

3.3. Listado de piezas compradas

3.3.1. Bisagra

Compra: <http://www.metalurgiaipons.com/es/>

Precio: 0,758€ por bisagra

3.3.2. Clips del sistema telescópico

Compra: <https://www.springmasters.com/index.html>

Precio: 0,74€ por clip

3.3.3. Tornillos

Compra: <http://www.comprartornillos.com/index.html>

Precio: Entre 2,16€ y 6,50€ la caja de 1000 unidades.

4. Especificaciones técnicas de fabricación

4.1. Aluminio

Las piezas fabricadas y compradas de aluminio deben asegurar una calidad mínima que se especifica en las normas.

4.1.1. Mecanizado de aluminio

Todas las piezas deben asegurar una calidad mínima que cumpla las propiedades mecánicas que aparecen en la Norma UNE-EN 755-2:2014 *Aluminio y aleaciones de aluminio. Varillas, barras, tubos y perfiles extruidos. Parte 2: Características mecánicas.*

Para las piezas que deben ser extruidas, es necesario que cumplan todos los requisitos y tolerancias que se especifican en la normativa UNE-EN 486:2010 *Aluminio y aleaciones de aluminio. Tochos para extrusión. Especificaciones.*

4.2. Piezas de plástico

Las piezas inyectadas de Polipropileno requieren de un control del proceso y de las calidades de las piezas que aparecen en la Norma UNE-EN ISO 19069-1:2015 *Plásticos. Materiales de polipropileno (PP) para moldeo y extrusión. Parte 1: Sistema de designación y bases para las especificaciones* y la Norma UNE-EN ISO 1873-2:2008 *Plásticos. Materiales de polipropileno (PP) para moldeo y extrusión. Parte 2: Preparación de probetas y determinación de propiedades.*

Para las piezas realizadas de caucho NBR también es interesante consultar la normativa UNE-ISO 815-1:2011 *Caucho, vulcanizado o termoplástico. Determinación de la deformación remanente por compresión a deformación constante. Parte 1: A temperatura ambiente o elevada* ya que las piezas sufren una deformación permanente mientras está la escalera en uso.

4.2.1. Inyección del plástico

Para las inyecciones de termoplásticos se han establecido una serie de criterios necesarios para la correcta realización de la operación:

TABLA 5: PARÁMETROS DE INYECCIÓN DE TERMOPLÁSTICOS

Material	Cond. Térmica (mm ² /s)	T inyección (°C)	T molde (°C)	T expulsión (°C)	Presión inyección (bar)
PP	0,08	216	30	88	965
HDPE	0,11	232	27	52	965

Estos valores se han de programar en la inyectora a fin de que el proceso sea exitoso.

4.3. Madera

Las piezas de madera deben ser cortadas y mecanizadas. Parten de dos tipos de materia prima diferenciada: tableros y vigas.

5. Reglamentación y normativa del producto

La reglamentación y normativa para las escaleras viene especificada en las Normas UNE-EN 131-1 a 7, donde se registran todos los aspectos relacionados con ellas.

Todos los aspectos relacionados con el diseño de la escalera aparecidos en la Norma UNE-EN 131-1:2007+A1:2011 Escaleras. Parte 1: Terminología, tipos y dimensiones funcionales ya se han tenido en cuenta a la hora de realizar el proyecto. Por tanto en este apartado lo importante es recalcar todas aquellas pruebas y ensayos que la escalera debe pasar una vez esté fabricada, para cumplir con la normativa y ser completamente segura.

La Norma UNE-EN 131-2:2010+A1:2012 Escaleras. Parte 2: Requisitos, ensayos y marcado es la normativa que regula todos los controles que hay que hacer en las escaleras.

Primeramente exige una serie de características de los materiales que se deben de cumplir. Para el caso de la madera los aspectos técnicos de ésta están completamente controlados, y el suministrador de la materia prima debe cumplir con dichos requisitos y presentar un control de calidad para poder asegurar el cumplimiento de la norma.

Después de las especificaciones para el material la Norma estipula una serie de ensayos a cumplir por la escalera fabricada, como por ejemplo el ensayo de flexión de los largueros o el ensayo de torsión de los peldaños.

Todas las escaleras deben cumplir con los criterios establecidos en esta Norma a fin de poder asegurar la calidad y seguridad de los productos fabricados.

6. Otros aspectos del proyecto

6.1. Responsabilidades de suministro y montaje

Todos los objetos fabricados pueden tener en algún momento alguna pieza que falle y por tanto quedar con el producto inservible.

La responsabilidad de estos fallos siempre recaerá en la empresa productora de la pieza fallida. Por tanto, para todas las piezas que se compran a terceros, la responsabilidad recae en dichas empresas, que son quienes deben procurar seguir todas las recomendaciones y criterios de los materiales y los procesos de fabricación descritos en las normas, y hacer ensayos e inspecciones de calidad para asegurarse de que todo ello se cumple.

Si la pieza que falla es fabricada, la responsabilidad recae sobre la propia empresa fabricante. La empresa debe seguir el mismo criterio de seguridad especificado para las empresas de terceros con el fin de intentar evitar que ocurran estos problemas.

6.2. Criterios para la modificación del proyecto

Si la empresa productora de este proyecto, o cualquier persona con derechos sobre su uso y manipulación quisiera modificar parcialmente el contenido, deberá seguir una serie de pasos descritos a continuación:

- Hablar con el creador del proyecto, para obtener su consentimiento expreso, sin el cual este proyecto no puede ser modificado ni utilizado.
- Alegar qué partes van a ser modificadas y por qué, para que el creador dé el consentimiento.
- Una vez conseguidos los premisos, se procede a modificar el documento, de forma que no se pueda sobrescribir ninguna parte a excepción del presupuesto. Toda la información debe ir añadida en el punto correspondiente y siempre detrás de los contenidos originales, con un encabezado que especifique que es una modificación, y por quién se ha hecho.
- Una vez terminado de modificar, se debe avisar al creador, dándole el proyecto modificado.
- Una vez entregado con las modificaciones, no se puede volver a cambiar nada sin volver a empezar con estos pasos.

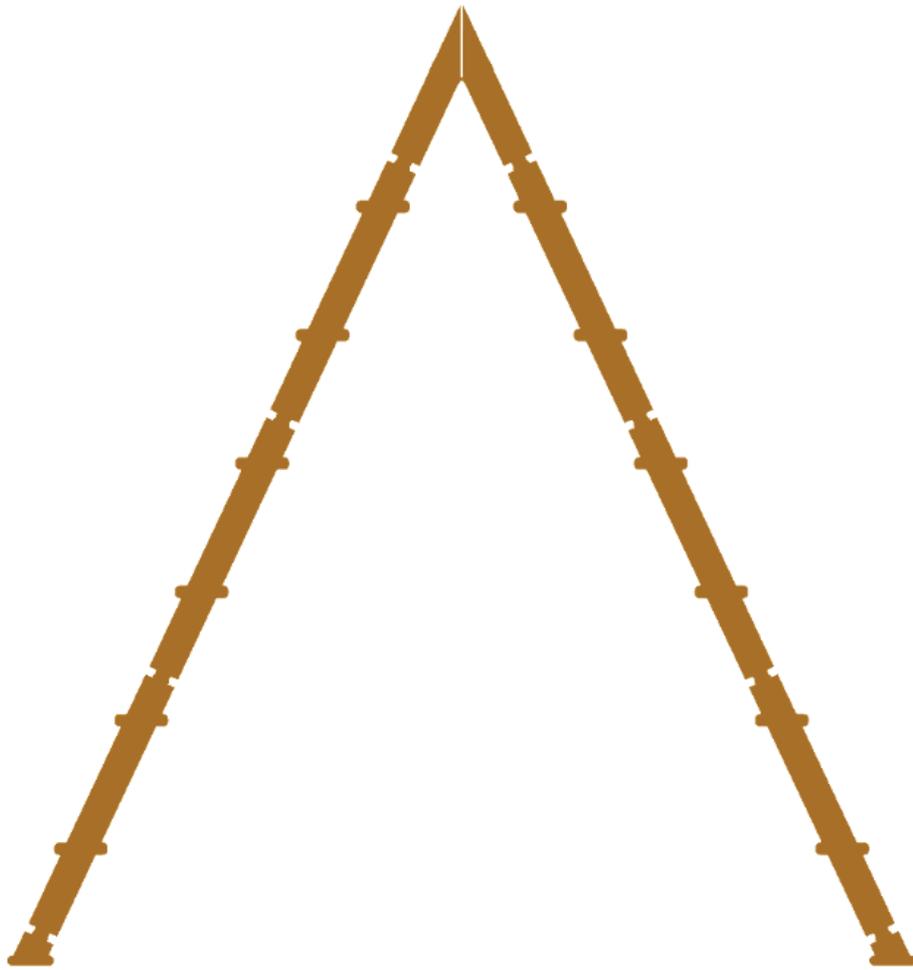
6.3. Especificaciones de utilización y mantenimiento

Las escaleras realizadas en el proyecto pueden tener cierto grado de peligro si no se usan como se debe. Por este motivo, hay que aclarar una serie de puntos de cara al usuario para que sepa utilizar el producto de forma segura.

Para ello, la Norma UNE-EN 131-3:2007 Escaleras. Parte 3: Información destinada al usuario especifica todos aquellos puntos a tener en cuenta para evitar el uso incorrecto de la escalera. En el Volumen de Anexos aparece el manual de usuario que ha sido realizado basándose en esa normativa.

Medicaciones

Volumen 4



Contenido

1. Cálculo de unidades vendidas.....	5
2. Estado de mediciones.....	9
2.1. Módulo principal.....	9
2.2. Módulo apoyo suelo	9
2.3. Módulo apoyo pared	10
2.4. Módulo cuña.....	10
2.5. Enganches.....	10
2.6. Plataforma.....	11

1. Cálculo de unidades vendidas

Antes de pasar a las mediciones del proyecto, se debe realizar una previsión de ventas y decidir los años que el producto estaría en el mercado.

Como en el proyecto hay varios tipos de módulos y sería difícil prever cómo la gente los compraría, se va a hacer una simplificación: se decidirá cuántas escaleras de cada tipo posible se venderían enteras cada año. Una vez hecha la simplificación, la previsión queda de la siguiente manera:

TABLA 1: VENTAS ANUALES DE ESCALERAS

Escalera	Ventas en un año	Total años en el mercado	Ventas totales
3 tramos con plataforma	9.000	5	45.000
2 tramos con plataforma	2.000		10.000
1 tramo con plataforma	1.000		5.000
Fija 3 tramos	5.000		25.000
Fija 2 tramos	2.000		10.000
Fija 1 tramo	1.000		5.000
3 tramos doble (cuña)	3.000		15.000
2 tramos doble (cuña)	1.000		5.000
1 tramo doble (cuña)	1.000		5.000
Total	25.000		125.000

Ahora se presenta las tablas con todas las piezas desglosadas una por una:

TABLA 2: MÓDULO PRINCIPAL

Escalera	Ventas en un año	Nº módulos en la escalera	Nº módulos vendidos
3 tramos con plataforma	9.000	3	27.000
2 tramos con plataforma	2.000	2	4.000
1 tramo con plataforma	1.000	1	1.000
Fija 3 tramos	5.000	3	15.000
Fija 2 tramos	2.000	2	4.000
Fija 1 tramo	1.000	1	1.000
3 tramos doble (cuña)	3.000	6	18.000
2 tramos doble (cuña)	1.000	4	4.000
1 tramo doble (cuña)	1.000	2	2.000
Total	25.000	24	76.000

TABLA 3: VENTA POR PIEZAS MÓDULO PRINCIPAL

Pieza	Cantidad 1 módulo	Ventas en un año	Ventas totales
Larguero	2	152.000	760.000
Escalón	2	152.000	760.000

TABLA 4: MÓDULO APOYO PARED

Escalera	Ventas en un año	Nº módulos en la escalera	Nº módulos vendidos
3 tramos con plataforma	9.000	0	0
2 tramos con plataforma	2.000	0	0
1 tramo con plataforma	1.000	0	0
Fija 3 tramos	5.000	2	10.000
Fija 2 tramos	2.000	2	4.000
Fija 1 tramo	1.000	2	2.000
3 tramos doble (cuña)	3.000	0	0
2 tramos doble (cuña)	1.000	0	0
1 tramo doble (cuña)	1.000	0	0
Total	25.000	6	16.000

TABLA 5: VENTA POR PIEZAS MÓDULO APOYO PARED

Pieza	Cantidad 1 módulo	Ventas en un año	Ventas totales
Larguero	1	16.000	80.000
Antideslizante	1	16.000	80.000

TABLA 6: MÓDULO APOYO SUELO

Escalera	Ventas en un año	Nº módulos en la escalera	Nº módulos vendidos
3 tramos con plataforma	9.000	2	18.000
2 tramos con plataforma	2.000	2	4.000
1 tramo con plataforma	1.000	2	2.000
Fija 3 tramos	5.000	2	10.000
Fija 2 tramos	2.000	2	4.000
Fija 1 tramo	1.000	2	2.000
3 tramos doble (cuña)	3.000	4	12.000
2 tramos doble (cuña)	1.000	4	4.000
1 tramo doble (cuña)	1.000	4	4.000
Total	25.000	24	60.000

TABLA 7: VENTA POR PIEZAS MÓDULO APOYO SUELO

Pieza	Cantidad 1 módulo	Ventas en un año	Ventas totales
Larguero	1	60.000	300.000
Base	1	60.000	300.000
Antideslizante	2	120.000	600.000
Tornillos	2	120.000	600.000

TABLA 8: MÓDULO CUÑA

Escalera	Ventas en un año	Nº módulos en la escalera	Nº módulos vendidos
3 tramos con plataforma	9.000	0	0
2 tramos con plataforma	2.000	0	0
1 tramo con plataforma	1.000	0	0
Fija 3 tramos	5.000	0	0
Fija 2 tramos	2.000	0	0
Fija 1 tramo	1.000	0	0
3 tramos doble (cuña)	3.000	2	6.000
2 tramos doble (cuña)	1.000	2	2.000
1 tramo doble (cuña)	1.000	2	2.000
Total	25.000	6	10.000

TABLA 9: VENTA POR PIEZAS MÓDULO CUÑA

Pieza	Cantidad 1 módulo	Ventas en un año	Ventas totales
Larguero	2	20.000	100.000
Bisagra	1	10.000	50.000
Tornillos	4	40.000	200.000

TABLA 10: ENGANCHES

Escalera	Ventas en un año	Nº módulos en la escalera	Nº módulos vendidos
3 tramos con plataforma	9.000	8	72.000
2 tramos con plataforma	2.000	6	12.000
1 tramo con plataforma	1.000	4	4.000
Fija 3 tramos	5.000	8	40.000
Fija 2 tramos	2.000	6	12.000
Fija 1 tramo	1.000	4	4.000
3 tramos doble (cuña)	3.000	16	48.000
2 tramos doble (cuña)	1.000	12	12.000
1 tramo doble (cuña)	1.000	8	8.000
Total	25.000	6	212.000

TABLA 11: VENTA POR PIEZAS ENGANCHES

Pieza	Cantidad 1 módulo	Ventas en un año	Ventas totales
Macho	1	212.000	1.060.000
Tubo	1	212.000	1.060.000
Cilindro	1	212.000	1.060.000
Muelle	1	212.000	1.060.000
Tornillos	4	848.000	4.240.000

TABLA 12: MÓDULO PLATAFORMA

Escalera	Ventas en un año	Nº módulos en la escalera	Nº módulos vendidos
3 tramos con plataforma	9.000	1	9.000
2 tramos con plataforma	2.000	1	2.000
1 tramo con plataforma	1.000	1	1.000
Fija 3 tramos	5.000	0	0
Fija 2 tramos	2.000	0	0
Fija 1 tramo	1.000	0	0
3 tramos doble (cuña)	3.000	0	0
2 tramos doble (cuña)	1.000	0	0
1 tramo doble (cuña)	1.000	0	0
Total	25.000	6	12.000

TABLA 13: VENTA POR PIEZAS MÓDULO PLATAFORMA

Pieza	Cantidad 1 módulo	Ventas en un año	Ventas totales
Plataforma	1	12.000	60.000
Extensión larguero	2	24.000	120.000
Tubo larguero-plataforma	1	12.000	60.000
Tubo plataforma-pieza unión	1	12.000	60.000
Tubo pieza unión - telescópico	1	12.000	60.000
Pletina 1	4	48.000	240.000
Pletina 2	2	24.000	120.000
Pieza unión	1	12.000	60.000
Sistema telescópico	2	24.000	120.000
Clips del sistema	6	72.000	360.000
Antideslizante suelo	2	24.000	120.000
Antideslizante superior	2	24.000	120.000
Topes	4	48.000	240.000
Unión larguero-telescópicos	2	24.000	120.000
Tornillos plataforma	12	144.000	720.000
Tornillos extensión	8	96.000	480.000
Pasadores	2	24.000	120.000
Tapón pasadores	2	24.000	120.000

2. Estado de mediciones

En este apartado aparecen todas las dimensiones, peso y características más significativas para el cálculo de costes de todas las piezas que componen el proyecto.

TABLA 14: DATOS DE LOS MATERIALES

Material	Densidad(kg/m ³)
Madera de pino/abeto	480
Aluminio	2700
PP	900
NBR	1100
HDPE	930

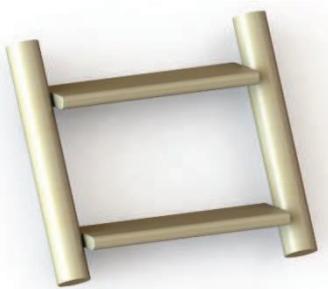


ILUSTRACIÓN 1: MÓDULO PRINCIPAL

2.1. Módulo principal

TABLA 15: MÓDULO PRINCIPAL

Pieza	Cantidad	Material	Fabricación	Volumen (cm ³)	Peso (gr)
Larguero	2	Madera de abeto	Mecanizado madera	1235	593
Escalón	2	Madera de pino	Mecanizado madera	973	467
Peso total					2120

2.2. Módulo apoyo suelo

TABLA 16: MÓDULO APOYO SUELO

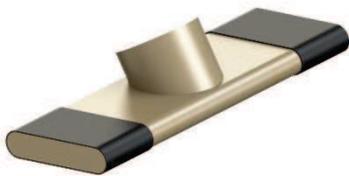


ILUSTRACIÓN 2: MÓDULO APOYO SUELO

Pieza	Cantidad	Material	Fabricación	Volumen (cm ³)	Peso (gr)
Larguero	1	Madera de abeto	Mecanizado madera	90,93	44
Base	1	Madera de pino	Mecanizado madera	379	182
Antideslizante	2	NBR	Inyección	9,68	10,7
Tornillos	2	Acero inoxidable	Compra	-	-
Peso total					250

2.3. Módulo apoyo pared

TABLA 17: MÓDULO APOYO PARED



ILUSTRACIÓN 3:
MÓDULO APOYO
PARED:

Pieza	Cantidad	Material	Fabricación	Volumen (cm ³)	Peso (gr)
Larguero	1	Madera de abeto	Mecanizado madera	225,54	108
Antideslizante	1	NBR	Inyección	8,53	9,4
Peso total					118

2.4. Módulo cuña

TABLA 18: MÓDULO CUÑA



ILUSTRACIÓN 4:
MÓDULO CUÑA

Pieza	Cantidad	Material	Fabricación	Volumen (cm ³)	Peso (gr)
Larguero	2	Madera de abeto	Mecanizado madera	507,92	244
Bisagra	1	Hierro cincado	Compra	7,6	60
Tornillos	4	Acero inoxidable	Compra	-	-
Peso total					550

2.5. Enganches

TABLA 19: ENGANCHES



ILUSTRACIÓN 5:
ENGANCHES

Pieza	Cantidad	Material	Fabricación	Volumen (cm ³)	Peso (gr)
Macho	1	Aluminio	Mecanizado aluminio	46,95	127
Hembra	1	Aluminio	Moldeado aluminio	27,78	75
Cilindro	1	PP	Inyección	23,94	27,9
Muelle	1	HDPE	Inyección	0,955	1,308
Tornillos	4	Acero inoxidable	Compra	-	-
Peso total					235

2.6. Plataforma

TABLA 20: MÓDULO PLATAFORMA

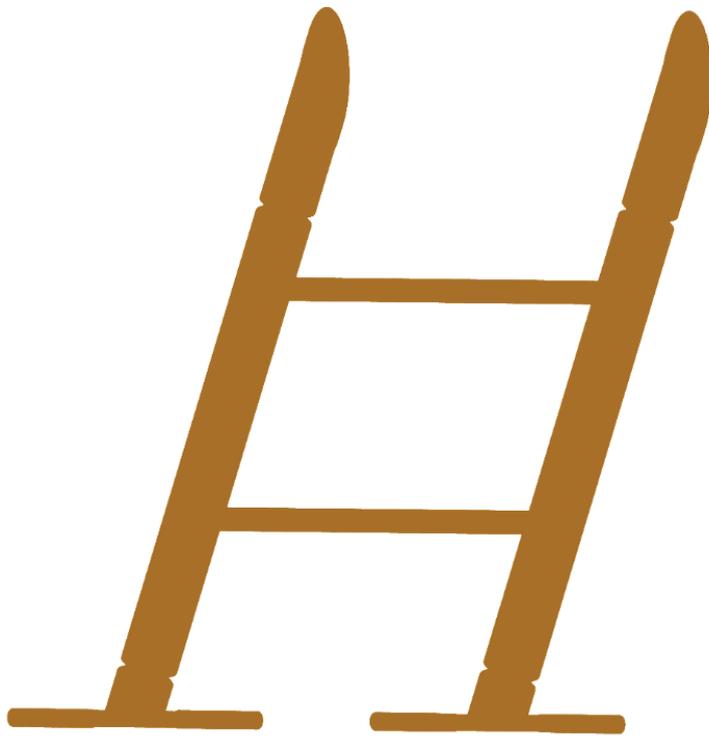
Pieza	Cantidad	Material	Fabricación	Volumen (cm ³)		Peso (gr)
Plataforma	1	Madera pino	Mecanizado madera	3055,84		1467
Extensión larguero	2	Madera abeto	Mecanizado madera	1211,38		581
Tubo larguero-plataforma	1	Aluminio	Mecanizado aluminio	25,07		68
Tubo plataforma-pieza unión	1	Aluminio	Mecanizado aluminio	1,44		3,9
Tubo pieza unión - telescópico	1	Aluminio	Mecanizado aluminio	28,65		77
Pletina 1	4	Aluminio	Mecanizado aluminio	2,68		7,2
Pletina 2	2	Aluminio	Mecanizado aluminio	1,64		4,43
Pieza unión	1	Aluminio	Mecanizado aluminio	3,67		9,9
Sistema telescópico	2	Aluminio	Mecanizado aluminio	481,69		1300
	3		Compra	-		-
Antideslizante suelo	2	NBR	Inyección	8,52		7,7
Antideslizante superior	2	PP	Inyección	4,44	6,083	5,47
Topes	4	PP	Inyección	1,56	2,137	1,92
Unión larguero-telescópicos	2	PP	Inyección	8,33	10,552	9,5
Tornillos plataforma	12	Acero inoxidable	Compra	-		-
Tornillos extensión	8	Acero inoxidable	Compra	-		-
Pasadores	2	PP	Inyección	1,8	2,466	2,22
Tapón pasadores	2	PP	Inyección	1,2	1,644	1,48
Peso total						4200



ILUSTRACIÓN 6: MÓDULO PLATAFORMA

Presupuesto

Volumen 5



Contenido

1. Costes directos.....	5
1.1. Coste de las materias primas.....	5
1.1.1. Explicación precios materia prima.....	5
1.1.2. Coste módulos	6
1.2. Coste de fabricación.....	8
1.2.1. Piezas mecanizadas de madera	8
1.2.2. Piezas mecanizadas de aluminio	10
1.2.3. Piezas extrusionadas de aluminio	10
1.2.4. Piezas moldeadas de aluminio	11
1.2.5. Piezas inyectadas de plástico termoplástico	11
1.2.6. Piezas inyectadas de plástico elastómero.....	11
1.2.7. Coste módulos	12
1.3. Costes mano obra.....	13
1.4. Costes directos totales.....	13
2. Costes indirectos.....	14
3. Coste comercial	14
4. Precio de venta	15
5. Precios de las escaleras.....	16
6. Viabilidad.....	17
6.1. Inversión inicial	17
6.2. Conclusiones	18

1. Costes directos

1.1. Coste de las materias primas

En este apartado se estudiará el precio de la materia prima de todas aquellas piezas que se hayan de fabricar para el proyecto.

1.1.1. Explicación precios materia prima

En este punto se detallará cómo se ha decidido sacar el precio de la materia prima de todas aquellas piezas que se deban fabricar.

Piezas salidas de barras

Las piezas que se fabrican a partir de una barra/tronco son los largueros y todas sus extensiones, y la pieza macho del enganche. El precio de la materia prima de estas piezas se calcula sabiendo el largo necesario de dicha barra/tronco para una pieza, teniendo el precio de una barra/tronco de un largo fijado.

Piezas salidas de tableros

Las piezas que se fabrican a partir de un tablero de madera de pino son tres: los escalones, la plataforma y la base del módulo de apoyo al suelo.

Para calcular el precio de materia prima, primero se ha de ver la distribución de las piezas a cortar dentro de dicho tablero. Para cada escalón, que mide 430x100mm, se deben coger 440x110mm, teniendo en cuenta las pérdidas sufridas por el corte. La plataforma, de 390x400mm, se queda en 400x410mm, y la base de 260x85mm se queda en 270x100mm.

Primero se decidirá la distribución de la base, ya que es la única pieza que parte de un tablero de 18mm de espesor de 2000x500mm.

$\frac{500}{100} = 5$ $\frac{2000}{270} = 7,4$ 5 piezas enteras desde el lado corto y 7 desde el largo sobrando 110mm.

En el espacio sobrante aún se puede colocar una pieza más, por lo que el total de piezas que se pueden sacar de un tablero es de 36.

Para las otras dos piezas, que tienen el mismo espesor, lo mejor es utilizar un tablero de 400mm de ancho para la plataforma, ya que concuerda con una de sus medidas. De esta forma, se pueden sacar 4 plataformas enteras de un tablero, quedando un sobrante de 360x400mm

Para el escalón, es más eficiente comprar tablones de 2000x600, de forma que se pueden sacar 20 piezas por 12 que saldrían en el tablero de 2000x400.

Como el precio de las piezas de madera es a minoristas, se aplica una reducción del 50% sobre el precio ya que se comprarían en grandes cantidades directamente a los transformadores.

Piezas de moldeo

Todas las piezas moldeadas, ya sea por inyección o moldeo por colada del aluminio, se calculan con el peso del material que se va a utilizar. Por tanto, simplemente hay que saber el precio por kg y la cantidad que hay que utilizar. Esta cantidad se sacará en el cálculo de los moldes, ya que hay que tener en cuenta las pérdidas de bebederos y canales de alimentación.

Piezas de tubo

Las piezas hechas de tubo, al igual que los largueros, se calculan sabiendo la longitud que se necesita más 8mm que se perderían en el corte y el precio de una longitud en concreto, aplicando el descuento del 50% ya que el precio es de venta a minorista, igual que el caso de la madera.

Piezas de extrusión

Para las piezas de extrusión se va a escoger el mismo criterio que para las piezas de moldeo, ya que se compra el material y se aprovecha todo para hacer las piezas.

1.1.2. Coste módulos

TABLA 1: COSTE MÓDULO PRINCIPAL

Pieza	Cantidad	Medida	Compra	Precio	Necesario	Precio unidad	Precio módulo
Larguero	2	mm	2700	5,31 €	450	0,885 €	1,770 €
Escalón	2	cm ²	200x60	13,62 €	44x10	0,681 €	1,362 €
Cola	-	kg	25	77,62 €	-	0,001 €	0,001 €
Precio total materias primas							3,133 €

TABLA 2: COSTE MÓDULO APOYO SUELO

Pieza	Cantidad	Medida	Compra	Precio	Necesario	Precio unidad	Precio módulo
Larguero	1	mm	2700	5,31 €	75(2)	0,074 €	0,074 €
Base	1	cm ²	200x50	5,35 €	26x8,5	0,149 €	0,149 €
Antideslizante	2	kg	1	0,62 €	0,0107	0,007 €	0,013 €
Tornillos	2	ud	1000	5,37 €	2	0,005 €	0,011 €
Precio total materias primas							0,247 €

TABLA 3: COSTE MÓDULO APOYO PARED

Pieza	Cantidad	Medida	Compra	Precio	Necesario	Precio unidad	Precio módulo
Larguero	1	mm	2700	5,31 €	170 (2)	0,171 €	0,171 €
Antideslizante	1	kg	1	0,62 €	0,0094	0,006 €	0,006 €
Precio total materias primas							0,177 €

TABLA 4: COSTE MÓDULO CUÑA

Pieza	Cantidad	Medida	Compra	Precio	Necesario	Precio ud	Precio módulo
Larguero	2	mm	2700	5,31 €	370 (2)	0,759 €	1,517 €
Bisagra	1	ud	1	0,758 €	1	0,758 €	0,758 €
Tornillos	4	ud	1000	3,44 €	4	0,003 €	0,014 €
Precio total materias primas							2,289 €

TABLA 5: COSTE ENGANCHES

Pieza	Cantidad	Medida	Compra	Precio	Necesario	Precio ud	Precio módulo
Macho	1	mm	3000	45,84 €	50	0,764 €	0,764 €
Hembra	1	kg	1	1,65 €	0,075	0,124 €	0,124 €
Cilindro	1	kg	1000	560,33 €	0,001	0,001 €	0,001 €
Muelle	1	kg	1000	760,33 €	0,0251	0,019 €	0,019 €
Tornillos	4	ud	1000	5,37 €	4	0,005 €	0,021 €
Precio total materias primas							0,929 €

TABLA 6: COSTE MÓDULO PLATAFORMA

Pieza	Cantidad	Medida	Compra	Precio	Necesario	Precio ud	Precio módulo
Plataforma	1	cm2	200x40 (4)	9,48 €	41x40	2,371 €	2,371 €
Extensión larguero	2	mm	2700	5,31 €	450	0,885 €	1,770 €
Tubo larguero-plataforma	1	mm	3000	6,10 €	428	0,871 €	0,871 €
Tubo plataforma-pieza unión	1	mm	3000	3,95 €	60	0,079 €	0,079 €
Tubo pieza unión - telescópico	1	mm	3000	6,10 €	488	1,017 €	1,017 €
Pletina 1	4	kg	1	1,60 €	0,0072	0,012 €	0,046 €
Pletina 2	2	kg	1	1,60 €	0,0043	0,007 €	0,014 €
Pieza unión	1	kg	1	1,60 €	0,0099	0,016 €	0,016 €
Sistema telescópico	2	kg	1	1,60 €	1,3	2,080 €	4,160 €
Clips del sistema	3	ud	1	0,61 €	3	0,612 €	1,835 €
Antideslizante suelo	2	kg	1	0,62 €	0,0077	0,005 €	0,010 €
Antideslizante superior	2	kg	1	0,62 €	0,005	0,003 €	0,006 €
Topes	4	kg	1000	760 €	0,0019	0,001 €	0,006 €
Unión larguero-telescópicos	2	kg	1000	760 €	0,01	0,008 €	0,015 €
Tornillos plataforma	12	ud	1000	2,15 €	12	0,002 €	0,026 €
Tornillos extensión	8	ud	1000	3,44 €	8	0,003 €	0,028 €
Pasadores	2	kg	1000	760 €	0,002	0,002 €	0,003 €
Tapón pasadores	2	kg	1000	760 €	0,002	0,002 €	0,003 €
Precio total materias primas							12,274 €

1.2. Coste de fabricación

En este apartado se estudiará el coste de fabricar las piezas del proyecto. Antes de empezar, se deben realizar varias aclaraciones:

Se da por hecho que la empresa que va a fabricar las piezas es una empresa con experiencia en la realización de escaleras, y que por tanto ya tienen en la fábrica las máquinas necesarias para trabajar el aluminio y la inyección de plásticos, ya que es lo más habitual en este tipo de productos. Por tanto lo que se debería comprar en cuanto a maquinaria es solamente aquella que sea necesaria para mecanizar la madera.

Primero se decidirá cómo se va a calcular dicho coste dependiendo de la forma de fabricar las piezas, y luego aparecerá una tabla con los valores extraídos del cálculo.

1.2.1. Piezas mecanizadas de madera

Aquí es donde se necesita hacer una inversión inicial en maquinaria. Se buscan precios para las máquinas que cumplan con las funciones requeridas.

Seguidamente se fija un precio por hora de trabajo en cada máquina, donde entraría la luz, el trabajador y todos los costes relacionados con ella. Luego, fijando un tiempo para cada operación, se saca el coste de la mecanización.

Largueros y extensiones: necesitan ser cortadas a la longitud exacta, y taladradas para los agujeros de los tornillos. Los del módulo principal y la plataforma necesitan una fresadora para los huecos donde van encastrados los escalones y el tubo respectivamente, y estos últimos necesitan un torno para la parte final.

Escalones y plataforma: los escalones y las plataformas necesitan ser serrados del tablón, además de lijados y cortados para darles la forma correspondiente.

Por tanto, la mejor opción es comprar un centro de mecanizado CNC, una máquina compleja que permite hacer todos los pasos de mecanización necesarios una vez conseguido la pieza de partida. Para conseguir esta pieza de partida se necesita una ingletadora y una escuadradora para largueros y escalones más plataforma respectivamente.

La ingletadora cuesta 565€, la escuadradora 3600€ y el centro 36.000€. Una vez sacada la planificación, se establece que se necesitan 2 máquinas de cada tipo. El precio del trabajo en las máquinas se fija en 25€ por cada hora de trabajo.

Estas máquinas necesitan cambiar de herramientas cada cierto tiempo por el desgaste, por lo que se decide que habrá un mantenimiento de 200€ en el centro y de 50€ en las otras dos herramientas cada 10.000 piezas.

TABLA 7: COSTE DE LOS CORTES

Pieza	Ventas	Coste máquinas (€)	Coste (€/pz)	Tiempo (min)	Coste (€/h)	Precio (€)	Precio total (€)
Larguero principal	760.000	1130	0,0008	0,167	25	0,070	0,070
Larguero plataforma	120.000	1130	0,0008	0,167	25	0,070	0,070
Larguero suelo	300.000	1130	0,0008	0,33	25	0,138	0,138
Larguero pared	80.000	1130	0,0008	0,33	25	0,138	0,138
Larguero cuña	100.000	1130	0,0008	0,33	25	0,138	0,138
Escalón	760.000	7200	0,006	0,5	25	0,208	0,215
Plataforma	60.000	7200	0,006	0,5	25	0,208	0,215
Base	300.000	7200	0,006	0,5	25	0,208	0,215

TABLA 8: COSTE CENTRO DE MECANIZADO

Pieza	Ventas	Coste máquina (€)	Coste (€/pz)	Tiempo (min)	Coste (€/h)	Precio (€)	Precio total (€)
Larguero principal	760.000	72000	0,029	0,833	25	0,347	0,376
Larguero plataforma	120.000	72000	0,029	1,33	25	0,554	0,583
Larguero suelo	300.000	72000	0,029	0,33	25	0,138	0,167
Larguero pared	80.000	72000	0,029	0,167	25	0,070	0,099
Larguero cuña	100.000	72000	0,029	0,416	25	0,173	0,202
Escalón	760.000	72000	0,029	0,5	25	0,208	0,237
Plataforma	60.000	72000	0,029	0,5	25	0,208	0,237
Base	300.000	72000	0,029	0,25	25	0,104	0,133

TABLA 9: MANTENIMIENTO MÁQUINAS

Mantenimiento Centro (€)	Coste (€/pz)	Otras (€)	Coste (€/pz)	Precio total por pieza (€)
200	0,02	50	0,005	0,025

TABLA 10: COSTE FABRICACIÓN DE PIEZAS DE MADERA

Pieza	Precio corte (€)	Precio centro (€)	Precio recambio (€)	Coste fabricación (€)
Larguero principal	0,070	0,376	0,025	0,472
Larguero plataforma	0,070	0,583	0,025	0,679
Larguero suelo	0,138	0,167	0,025	0,330
Larguero pared	0,138	0,099	0,025	0,262
Larguero cuña	0,138	0,202	0,025	0,366

Escalón	0,215	0,237	0,025	0,477
Plataforma	0,215	0,237	0,025	0,477
Base	0,215	0,133	0,025	0,373

1.2.2. Piezas mecanizadas de aluminio

Para estas piezas no es necesario comprar nueva maquinaria.

Para calcular el precio se procederá de la misma forma que las piezas de madera: se estipula un precio por hora de las máquinas que se deban utilizar, y un coste de los recambios fijo que se añade al total.

El precio por hora de la máquina será de 35€, mientras que los recambios costarán 200€ cada 10.000 piezas. Por tanto queda de la siguiente manera:

TABLA 11: COSTE MECANIZACIÓN ALUMINIO

Pieza	Coste recambios (€)	Precio recambios (€/pz)	Tiempo (min)	Coste máquina (€/h)	Precio máquina (€/pz)	Coste total (€/pz)
Enganche macho	200	0,02	0,5	35	0,292	0,312
Tubo larguero-plataforma	200	0,02	0,16	35	0,093	0,113
Tubo plataforma-pieza unión	200	0,02	0,16	35	0,093	0,113
Tubo pieza unión - telescópico	200	0,02	0,16	35	0,093	0,113
Pletina 1	200	0,02	0,5	35	0,292	0,312
Pletina 2	200	0,02	0,5	35	0,292	0,312
Sistema telescópico	200	0,02	1	35	0,583	0,603

1.2.3. Piezas extrusionadas de aluminio

El precio de las piezas que vayan a ser extrusionadas se compone del precio del cabezal de extrusión, más un precio por kilo de aluminio extrusionado. De esta forma, el precio saldría dividiendo el del cabezal entre todas y sumándole el coste del material de la pieza.

Para el cálculo se decide escoger que los cabezales duran todo el periodo de fabricación y vale cada uno 10000€, con un precio de 2,82€ el kilo, proporcionado por una empresa dedicada al sector.

Se tiene en cuenta un 10% de pérdidas de material en todas las piezas.

TABLA 12: COSTE PIEZAS EXTRUSIONADAS DE ALUMINIO

Pieza	Ventas	Cabezal (€)	Precio (€/pz)	Peso (kg)	Coste por kilo (€/kg)	Precio de extrusión (€/pz)	Precio total (€)
Pletina 1	240.000	10.000	0,042	0,0072	2,82	0,020	0,062
Pletina 2	120.000	10.000	0,083	0,0043	2,82	0,012	0,095
Pieza unión	60.000	10.000	0,167	0,0099	2,82	0,028	0,195
Tramo 1	120.000	10.000	0,083	0,491	2,82	1,080	1,164
Tramo 2	120.000	10.000	0,083	0,393	2,82	0,865	0,948

Tramo 3	120.000	10.000	0,083	0,418	2,82	0,920	1,003
----------------	---------	--------	-------	-------	------	-------	-------

TABLA 13: COSTE PIEZAS QUE TIENEN DIFERENTES OPERACIONES

Pieza	Mecanizado	Extrusión	Precio total
Pletina 1	0,312	0,062	0,374
Pletina 2	0,312	0,095	0,407
Sistema telescópico	0,603	3,115	3,718

1.2.4. Piezas moldeadas de aluminio

Para la pieza fabricada con molde de colada se debe decidir un precio para el molde, y un límite de piezas que se puedan hacer con él. De esta forma se puede sacar el precio unitario que cuesta cada una de ellas. El precio del molde se estipula en 100.000€, contiene 4 cavidades y permite realizar 70.000 coladas cada uno.

TABLA 14: COSTE PIEZA MOLDEADA DE ALUMINIO

Pieza	Ventas	Precio molde (€)	Nº moldes	Coste (€)
Enganche tubo	1.060.000	100.000	4	0,377

1.2.5. Piezas inyectadas de plástico termoplástico

Para las piezas inyectadas de plástico se hará un cálculo del coste del molde, además de un cálculo del coste del proceso de inyección, que uniéndolo nos dará el precio total de la fabricación en estos casos.

El desarrollo de este punto se puede encontrar en el apartado de Anexos Calculo moldes.

TABLA 15: COSTE PIEZAS INYECTADAS TERMOPLÁSTICO

Pieza	Coste utillaje (€)	Coste inyección (€)	Coste fabricación (€)
Cilindro	0,076	0,019	0,095
Muelle	0,137	0,005	0,142
Tapa arriba telescópico	0,030	0,014	0,044
Topes	0,017	0,007	0,024
Unión larguero telescópico	0,308	0,014	0,322
Remache	0,012	0,011	0,023
Tapón remache	0,012	0,010	0,022

1.2.6. Piezas inyectadas de plástico elastómero

Como el método empleado para el cálculo anterior no es viable para elastómeros, se va a decidir un precio acorde a cada pieza en función a su semejanza con las piezas de material termoplástico, así tendrán un coste similar a ellas.

TABLA 16: COSTE PIEZAS INYECTADAS ELASTÓMERO

Pieza	Coste utillaje (€)	Coste inyección (€)	Coste fabricación (€)
Antideslizante suelo	0,030	0,014	0,044
Antideslizante pared	0,076	0,019	0,095

Antideslizante telescópico	0,030	0,014	0,044
-----------------------------------	-------	-------	-------

1.2.7. Coste módulos

TABLA 17: MÓDULO PRINCIPAL

Larguero (€)	Ud	Escalón (€)	Ud	Total (€)
0,472	2	0,477	2	1,898

TABLA 18: MÓDULO APOYO SUELO

Larguero (€)	Ud	Base (€)	Ud	Antideslizante	Ud	Total (€)
0,330	1	0,373	1	0,044	2	0,791

TABLA 19: MÓDULO APOYO PARED

Larguero (€)	Ud	Antideslizante (€)	Ud	Total (€)
0,262	1	0,095	1	0,375

TABLA 20: MÓDULO CUÑA

Larguero (€)	Ud	Total (€)
0,366	2	0,732

TABLA 21: ENGANCHES

Macho (€)	Ud	Hembra (€)	Ud	Cilindro (€)	Ud	Muelle (€)	Ud	Total (€)
0,312	1	0,377	1	0,095	1	0,142	1	0,926

TABLA 22: PLATAFORMA

Pieza	Ud	Precio por unidad (€)	Precio (€)
Plataforma	1	0,477	0,477
Extensión larguero	2	0,679	1,358
Tubo larguero-plataforma	1	0,113	0,113
Tubo plataforma-pieza unión	1	0,113	0,113
Tubo pieza unión - telescópico	1	0,113	0,113
Pletina 1	4	0,374	1,496
Pletina 2	2	0,407	0,814
Pieza unión	1	0,195	0,195
Sistema telescópico	1	3,718	3,718
Antideslizante suelo	2	0,044	0,088
Antideslizante superior	2	0,044	0,088
Topes	4	0,024	0,096
Unión larguero-telescópicos	2	0,322	0,644
Pasadores	2	0,023	0,046

Tapón pasadores	2	0,022	0,044
Total			9,403

1.3. Costes mano obra

En el apartado de Planificación se ha calculado la cantidad de trabajadores necesarios y cuánto tiempo están trabajando: 11 trabajadores durante un año, a 15000€ por trabajador, que se repartirán según el coste de fabricación de cada módulo. Estas tablas muestran el dinero necesario para mantener a estos trabajadores repartido entre los módulos:

TABLA 23: COSTES MANO OBRA

Nº trabajadores	Salario anual	Meses al año	Nº años	Coste anual	Coste total
11	15.000	8	5	110.000	550.000

TABLA 24: COSTE MANO OBRA POR MÓDULO

Módulo	Ventas totales (ud)	Coste mano obra	Coste por módulo
Total	1.930.000	550.000	0,285

Pero no se quiere separar a partes iguales, puesto que hay módulos que se quiere minimizar su coste el máximo posible, y otros que se pueden subir un poco. Así queda al final

TABLA 25: COSTE REPARTIDO DE LA MANO DE OBRA

Módulo	Ventas totales (ud)	Coste mano obra	Coste por módulo
Principal	380.000	60000	0,158
Apoyo suelo	300.000	200000	0,667
Apoyo pared	80.000	120000	1,500
Cuña	50.000	40000	0,800
Enganches	1.060.000	120000	0,113
Plataforma	60.000	10000	0,167
Total	1.930.000	550000	-

1.4. Costes directos totales

Una vez sacado el coste de la materia prima, de la fabricación y de la mano de obra, el coste directo de cada módulo se calcula sumando estos tres valores de cada uno de sus componentes, dando los valores que aparecen en las tablas a continuación.

TABLA 26: COSTES DIRECTOS

Módulo	Coste materia prima	Coste fabricación	Coste mano obra	Coste directo
Principal	3,13 €	1,90 €	0,16 €	5,19 €
Apoyo suelo	0,25 €	0,79 €	0,67 €	1,70 €
Apoyo pared	0,18 €	0,38 €	1,50 €	2,05 €
Cuña	2,29 €	0,73 €	0,80 €	3,82 €
Enganches	0,93 €	0,93 €	0,11 €	1,97 €
Plataforma	12,27 €	9,40 €	0,17 €	21,84 €

2. Costes indirectos

Aplicando un ratio del 10% sobre el coste directo, es posible obtener una aproximación a los costes indirectos por módulo (en los que se incluyen los gastos del consumo de la fábrica, la mano de obra indirecta, etc.).

Costes indirectos = 10% del Costes directos

TABLA 27: COSTES INDIRECTOS

Módulo	Coste directo	Ratio	Coste indirecto
Principal	5,19 €	10%	0,52 €
Apoyo suelo	1,70 €	10%	0,17 €
Apoyo pared	2,05 €	10%	0,21 €
Cuña	3,82 €	10%	0,38 €
Enganches	1,97 €	10%	0,20 €
Plataforma	21,84 €	10%	2,18 €

3. Coste comercial

Para obtener el coste comercial del producto, se aplicará la siguiente fórmula:

Coste comercial = Coste industrial + Coste de comercialización

En la que:

Coste industrial = Costes directos + Costes indirectos

Coste de comercialización = 15% del Coste industrial

El coste de comercialización hace alusión a los gastos que tiene la empresa por parte de márketing, distribución, etc.

TABLA 28: COSTE COMERCIAL

Módulo	Coste directo	Coste indirecto	Coste industrial	Ratio	Coste comercialización	Coste comercial
Principal	5,19 €	0,52 €	5,71 €	15%	0,86 €	6,56 €
Apoyo suelo	1,70 €	0,17 €	1,88 €	15%	0,28 €	2,16 €
Apoyo pared	2,05 €	0,21 €	2,26 €	15%	0,34 €	2,60 €
Cuña	3,82 €	0,38 €	4,20 €	15%	0,63 €	4,83 €

Enganches	1,97 €	0,20 €	2,17 €	15%	0,32 €	2,49 €
Plataforma	21,84 €	2,18 €	24,03 €	15%	3,60 €	27,63 €

4. Precio de venta

Por último, para obtener el precio de venta de los módulos, se debe sumar al coste comercial el beneficio industrial que la empresa quiere obtener. Para éste, también se aplicará un ratio, esta vez del 25% del coste comercial. A este beneficio habrá que restarle el 3% de los honorarios para el diseñador.

Precio de venta = Coste comercial + Beneficio industrial

En la que: *Beneficio industria l= 25% del Coste comercial*

También se debe de sumar el 21% del IVA aplicable a este producto.

TABLA 29: PRECIO DE VENTA

Módulo	Coste comercial (€)	Ratio	Beneficio industrial (€)	Precio venta (€)	Ratio	IVA (€)	PVP (€)	PVP redondeado (€)
Principal	6,56	25%	1,64	8,20	21%	1,72	9,93	9,99
Apoyo suelo	2,16	25%	0,54	2,70	21%	0,57	3,26	3,49
Apoyo pared	2,60	25%	0,65	3,24	21%	0,68	3,93	3,99
Cuña	4,83	25%	1,21	6,04	21%	1,27	7,31	7,49
Enganches	2,49	25%	0,62	3,11	21%	0,65	3,77	3,79
Plataforma	27,63	25%	6,91	34,54	21%	7,25	41,79	41,99

TABLA 30: REPARTO DE BENEFICIOS

Módulo	Beneficio industrial	Ratio	Beneficio diseñador	Beneficio empresa
Principal	1,64 €	3%	0,05 €	1,59 €
Apoyo suelo	0,54 €	3%	0,02 €	0,52 €
Apoyo pared	0,65 €	3%	0,02 €	0,63 €
Cuña	1,21 €	3%	0,04 €	1,17 €
Enganches	0,62 €	3%	0,02 €	0,60 €
Plataforma	6,91 €	3%	0,21 €	6,70 €

5. Precios de las escaleras

Una vez sacados los precios de cada módulo, se calcula cuánto valdría cada tipo de escalera que se puede comprar, para tener una ligera idea del precio que tendría venderla entera.

TABLA 31: ESCALERAS FIJAS

Módulo	Coste módulo	Nº módulos 1 tramo	Precio	Nº módulos 2 tramos	Precio	Nº módulos 3 tramos	Precio
Principal	9,99 €	1	9,99 €	2	19,98 €	3	29,97 €
Apoyo suelo	3,49 €	2	6,98 €	2	6,98 €	2	6,98 €
Apoyo pared	3,99 €	2	7,98 €	2	7,98 €	2	7,98 €
Enganche	3,79 €	4	15,16 €	6	22,74 €	8	30,32 €
Total			40,11 €		57,68 €		75,25 €

TABLA 32: ESCALERAS DOBLES

Módulo	Coste módulo	Nº módulos 1 tramo	Precio	Nº módulos 2 tramos	Precio	Nº módulos 3 tramos	Precio
Principal	9,99 €	2	19,98 €	4	39,96 €	6	59,94 €
Apoyo suelo	3,49 €	4	13,96 €	4	13,96 €	4	13,96 €
Cuña	7,49 €	2	14,98 €	2	14,98 €	2	14,98 €
Enganche	3,79 €	8	30,32 €	12	45,48 €	16	60,64 €
Total			79,24 €		114,38 €		149,52 €

TABLA 33: ESCALERAS DE PLATAFORMA

Módulo	Coste módulo	Nº módulos 1 tramo	Precio	Nº módulos 2 tramos	Precio	Nº módulos 3 tramos	Precio
Principal	9,99 €	1	9,99 €	2	19,98 €	3	29,97 €
Apoyo suelo	3,49 €	2	6,98 €	2	6,98 €	2	6,98 €
Plataforma	41,99 €	1	41,99 €	1	41,99 €	1	41,99 €
Enganche	3,79 €	4	15,16 €	6	22,74 €	8	30,32 €
Total			74,12 €		91,69 €		109,26 €

6. Viabilidad

Una vez hechos todos los cálculos de costes, se va a hacer un estudio de la viabilidad del producto en el mercado.

6.1. Inversión inicial

Para este apartado se debe tener en cuenta la maquinaria que es necesaria de comprar al principio de la producción de los módulos. Ahora se recopila toda la información ya facilitada anteriormente de todas las máquinas necesarias.

Mecanizado de aluminio: como ya se ha dicho, toda la maquinaria necesaria para mecanizar el aluminio ya se dispone en la fábrica, ya que sería una empresa de fabricación de escaleras la que se encargase de hacerlo.

Se debe tener en cuenta el coste de 100.000€ del molde de colada de la pieza tubo del enganche.

Inyección de plástico: la inyectora estaría en el mismo caso que el apartado anterior, estando ya en las instalaciones. Lo que sí que hay que tener en cuenta en el apartado correspondiente es el precio de los moldes de inyección, que sí que se han de fabricar.

TABLA 34: COSTES DE LOS MOLDES

Pieza	Coste del molde (€)
Cilindro	15.215
Muelle	54.835
Tapa arriba telescópico	3.582
Topes	3.996
Unión larguero telescópico	36.940
Remache	2.881
Tapón remache	2.791
Antideslizante suelo	3.582
Antideslizante pared	15.215
Antideslizante telescópico	3.582
Total	142.624

Mecanizado de madera: este utillaje es el que es necesario comprar. Como ya se ha dicho, serán 3 las máquinas a adquirir: una ingletadora, una escuadradora y un centro de mecanizado CNC, dos de cada máquina.

Ingletadora	565€ x2
Escuadradora	3600€ x2
Centro de mecanizado	36000€ x2
Total de las máquinas	80330€

Por tanto, la inversión inicial se queda en:

TABLA 35: INVERSIÓN INICIAL

Proceso	Precio
Aluminio	100.000 €
Inyección plástico	142.624,25 €
Maquinaria	80.330 €
Total	322.954,25 €

Una vez tenidos en cuenta todos los recambios que hay que hacer en las máquinas y la cantidad de módulos que se venden cada año, y hechos todos los cálculos necesarios, que aparecen en el apartado de Anexos, la viabilidad queda de la siguiente manera:

TABLA 36: VIABILIDAD

	Año 0	1	2	3	4	5
Inversión	322.954 €	131.055 €	289.473 €	234.638 €	289.473 €	131.055 €
Gastos	0	1.577.437 €	1.577.437 €	1.577.437 €	1.577.437 €	1.577.437 €
Ingresos	0	1.971.797 €	1.971.797 €	1.971.797 €	1.971.797 €	1.971.797 €
Honorarios		11.831 €	11.831 €	11.831 €	11.831 €	11.831 €
Beneficios	0	386.472 €	386.472 €	386.472 €	386.472 €	386.472 €
Flujo de caja	0	255.417 €	96.999 €	151.834 €	96.999 €	255.417 €
VAN	0	-74.977 €	16.454 €	155.403 €	241.585 €	461.910 €
TIR		A mediados-finales del segundo año				

Para el cálculo se ha tenido en cuenta un valor de la inflación del 3%, para hacer un cálculo conservador.

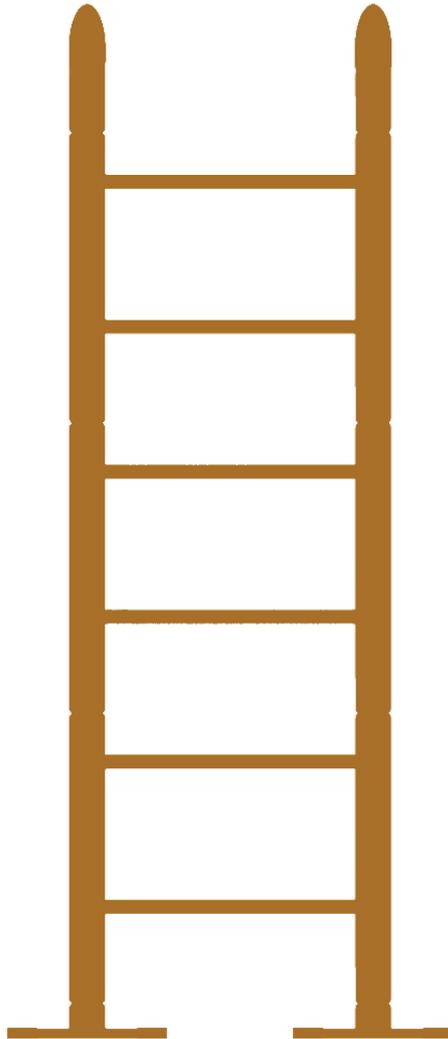
6.2. Conclusiones

Como se puede apreciar, a partir del segundo año ya se consiguen márgenes de beneficios con todos los valores elegidos, por lo que se puede decir que el producto sería viablemente bueno.

Como el colchón es muy grande y no debería haber riesgo, para mejorar los resultados de ventas se podría o bien rebajar un poco los ingresos para bajar el precio y conseguir aún más, o hacer descuentos en forma de paquetes de venta de escaleras, uniendo todos los módulos necesarios para construir cada una.

Planos

Volumen 6



Contenido

1. Escaleras

1.1	Escalera doble 1 tramo	5
1.2	Escalera doble 2 tramos	6
1.3	Escalera doble 3 tramos	7
1.4	Escalera fija 1 tramo	8
1.5	Escalera fija 2 tramos.....	9
1.6	Escalera fija 3 tramos.....	10
1.7	Escalera fija 3 tramos - explosión	11
1.8	Escalera plataforma 1 tramo	12
1.9	Escalera plataforma 2 tramos.....	13
1.10	Escalera plataforma 3 tramos.....	14
1.11	Escalera plataforma 3 tramos - explosión	15

2. Módulos

2.1	Apoyo pared	16
2.2	Apoyo tierra	17
2.3	Cuña	18
2.4	Enganche.....	19
2.5	Enganche - explosión	20
2.6	Módulo plataforma	21
2.7	Módulo plataforma - explosión.....	22
2.8	Módulo principal	23

3. Piezas del enganche

3.1	Enganche - cilindro.....	24
3.2	Enganche - macho.....	25
3.3	Enganche - muelle.....	26
3.4	Enganche - tubo	27

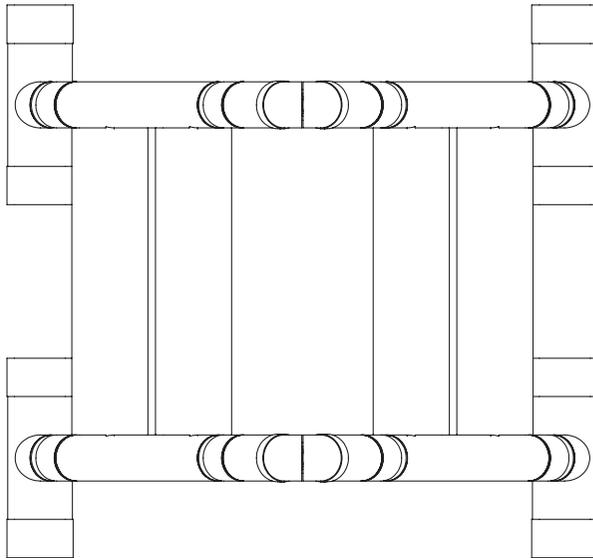
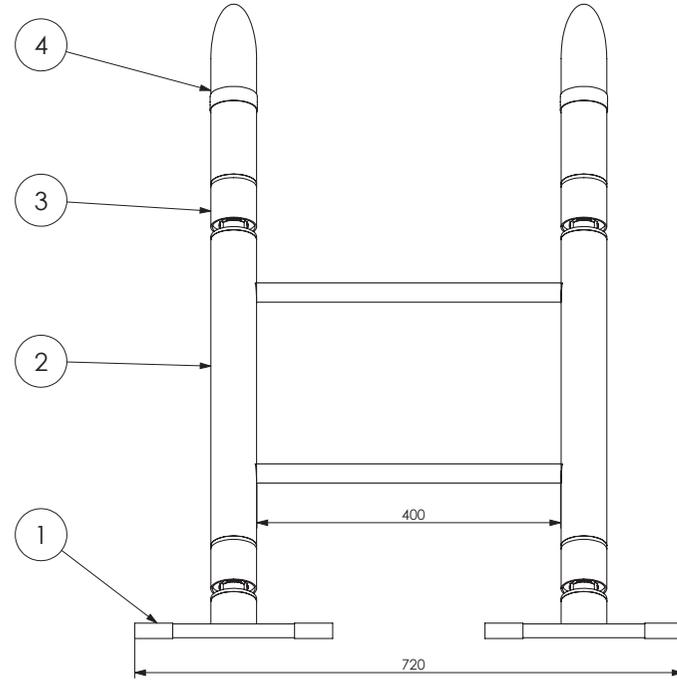
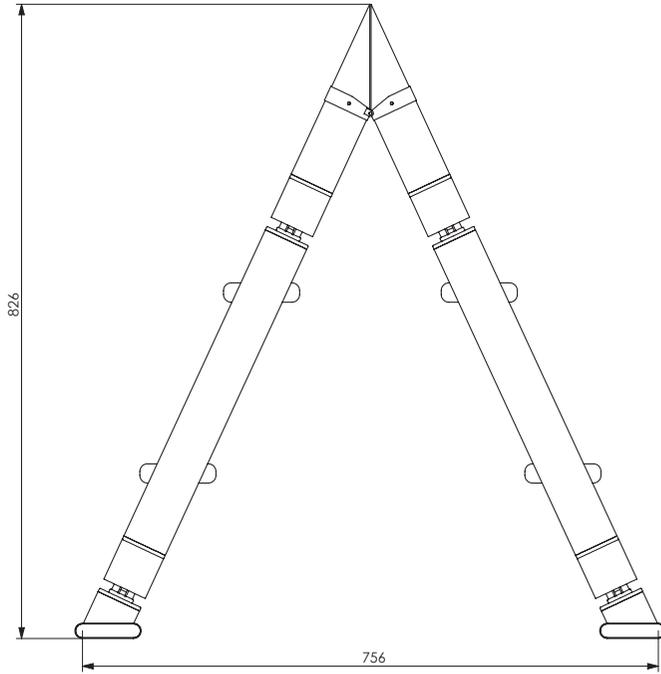
4. Piezas del módulo cuña

4.1	Módulo cuña – extensión larguero.....	28
-----	---------------------------------------	----

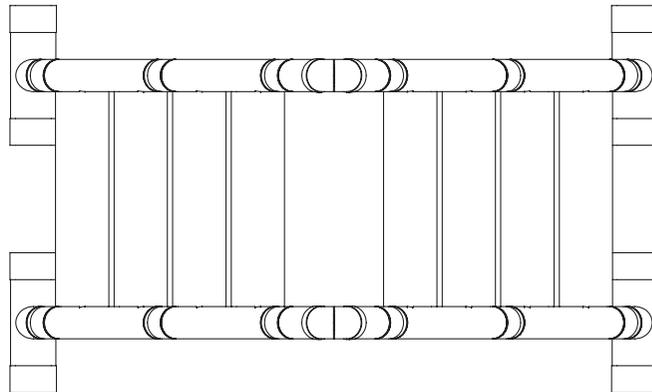
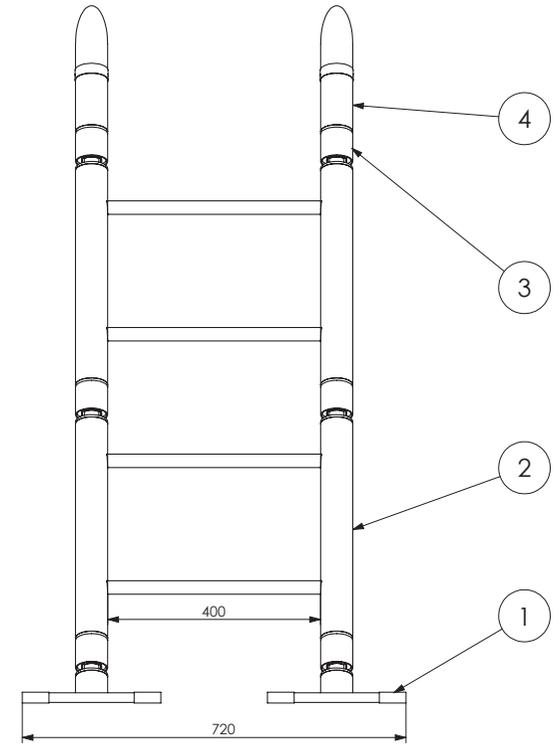
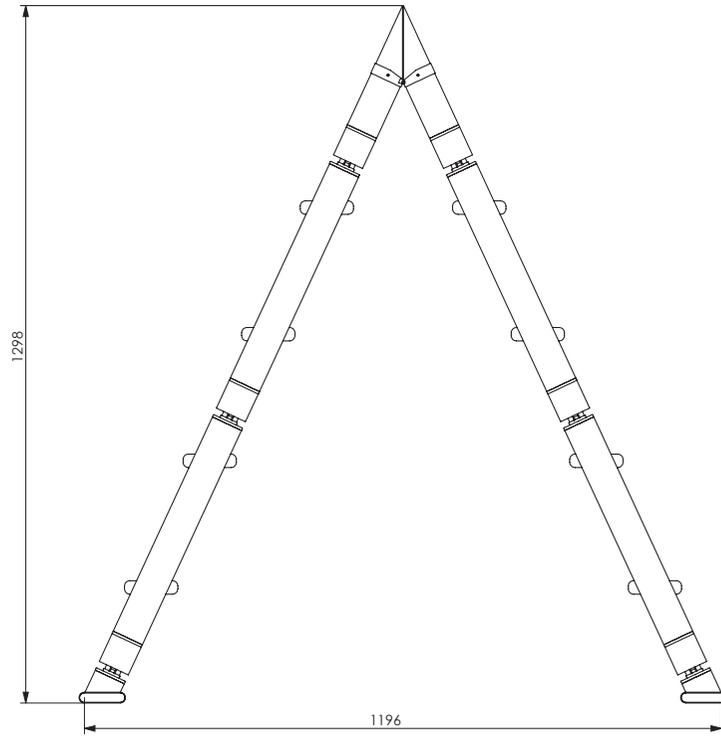
5. Piezas del módulo principal

5.1	Módulo principal - escalón.....	29
5.2	Módulo principal – larguero derecho	30
5.3	Módulo principal – larguero izquierdo	31

6. Piezas del módulo de apoyo pared	
6.1 Pared - antideslizante	32
6.2 Pared - extensión	33
7. Piezas del módulo plataforma	
7.1 Plataforma – antideslizante arriba.....	34
7.2 Plataforma – antideslizante suelo	35
7.3 Plataforma – extensión larguero	36
7.4 Plataforma – pasador.....	37
7.5 Plataforma – pieza unión	38
7.6 Plataforma – plataforma	39
7.7 Plataforma – pletina 1	40
7.8 Plataforma – pletina 2	41
7.9 Plataforma – tapón pasador.....	42
7.10 Plataforma – tope	43
7.11 Plataforma – tramo 2.....	44
7.12 Plataforma – tramo 3 pequeño	45
7.13 Plataforma – tramo 1 ancho	46
7.14 Plataforma – tubo unión plataforma y sistema de unión.....	47
7.15 Plataforma – tubo plataforma-largueros.....	48
7.16 Plataforma – tubo unión telescópicos	49
7.17 Plataforma – unión larguero y telescópicos.....	50
8. Piezas del módulo de apoyo suelo	
8.1 Tierra - antideslizante	51
8.2 Tierra - base.....	52
8.3 Tierra - extensión.....	53

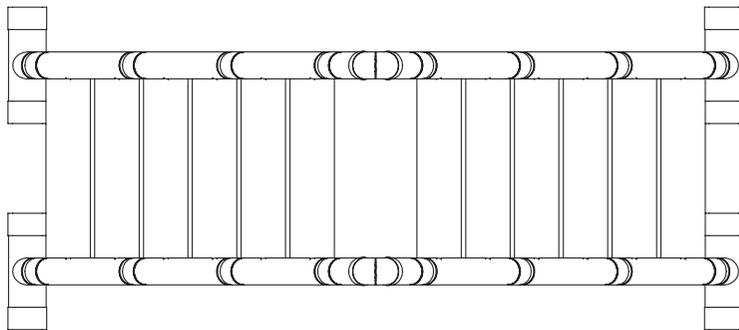
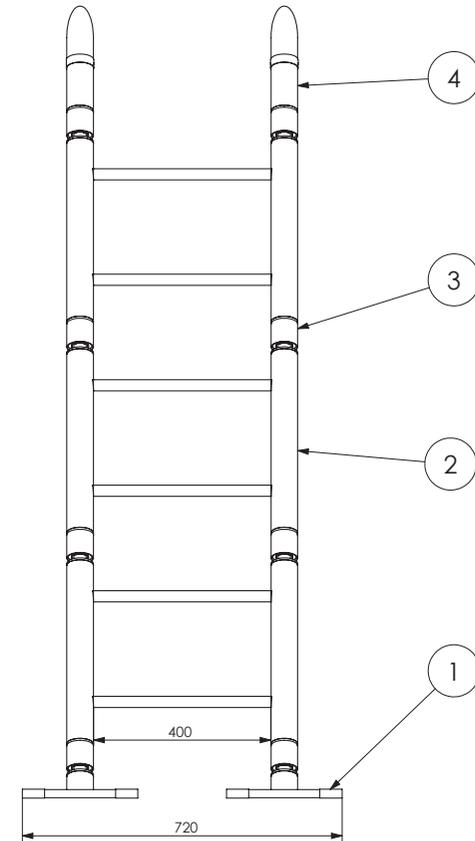
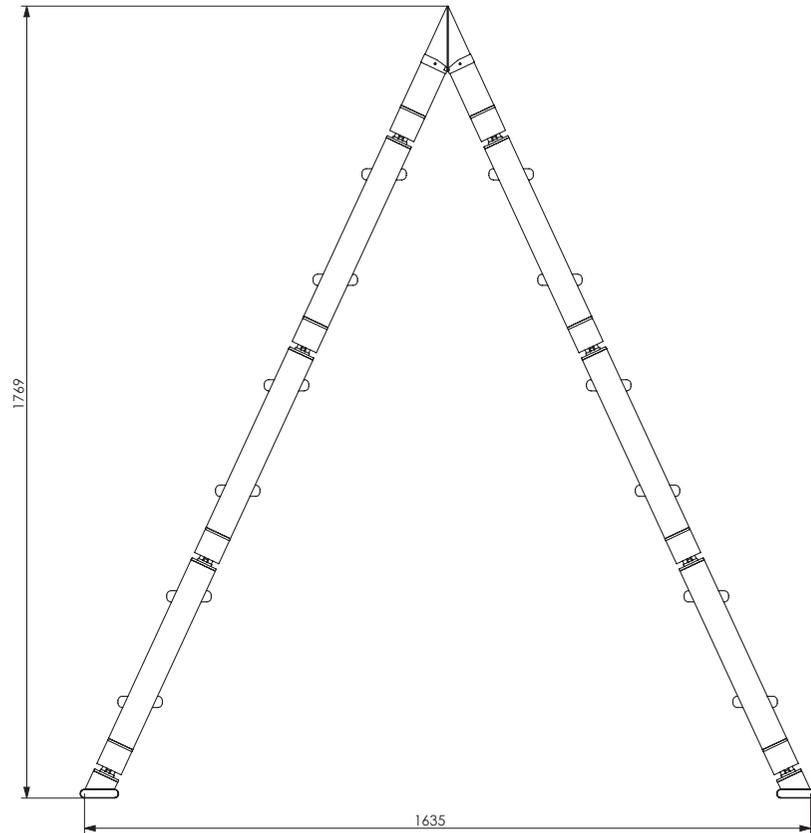


4	14	Cuña	2
3	15	Enganche	8
2	19	Principal	2
1	13	Apoyo suelo	4
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad
Observaciones		Título: Escalera doble 1 tramo	Plano nº: 1
			Hoja nº: 1 de 11
Escala: 1:7	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez
			Fecha: 26/10/2015
			Fecha: 03/11/2015

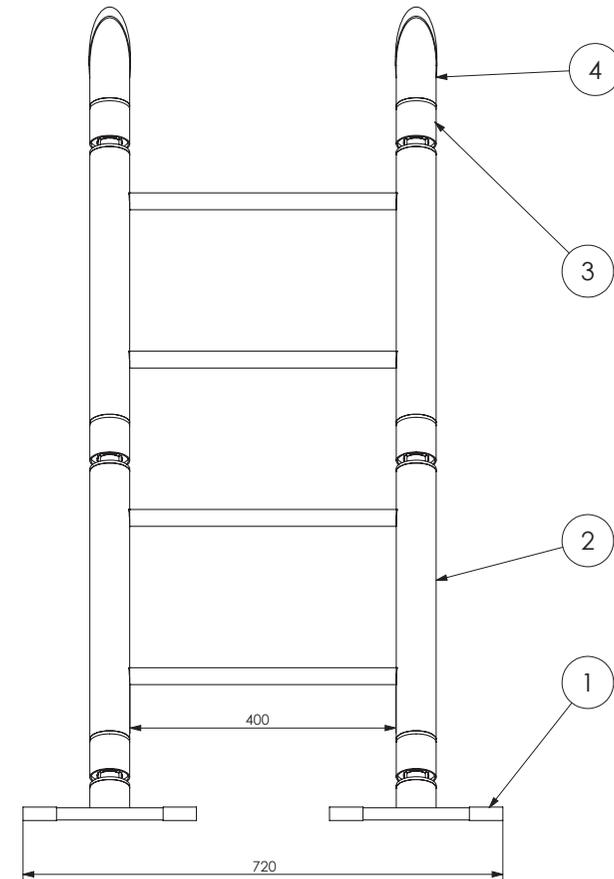
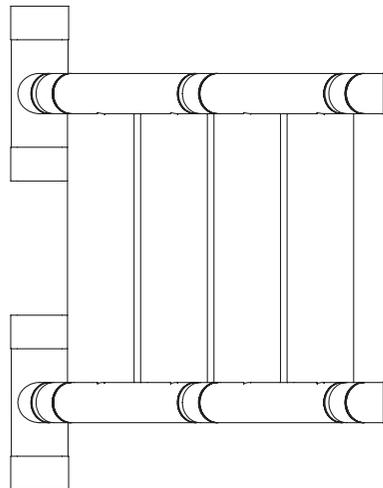
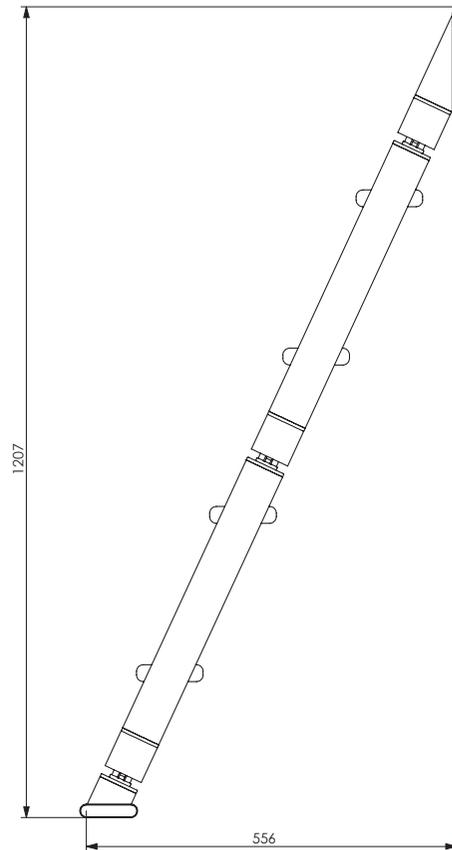


4	14	Cuña	2
3	15	Enganche	12
2	19	Principal	4
1	13	Apoyo suelo	4
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad

Observaciones	Título: Escalera doble 2 tramos		Plano nº: 2
			Hoja nº: 2 de 11
Escala: 1:10 Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 26/10/2015 Fecha: 03/11/2015

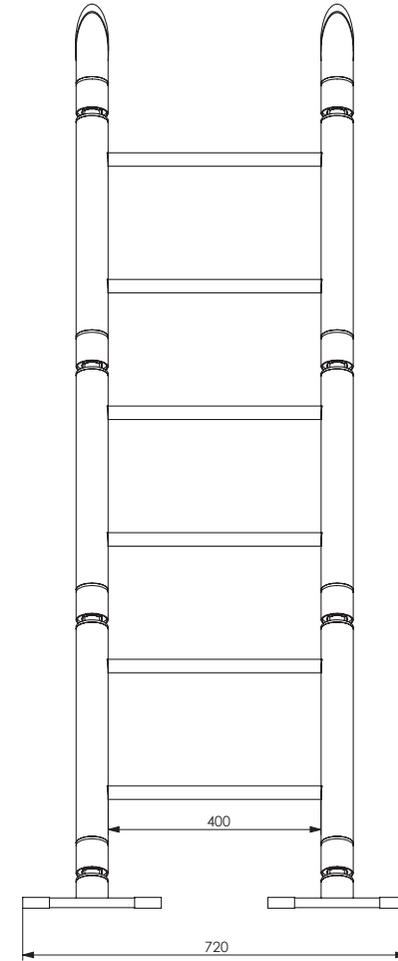
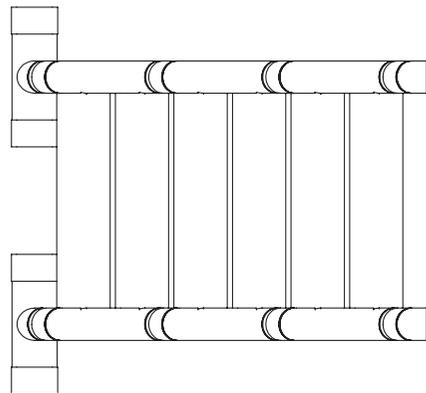
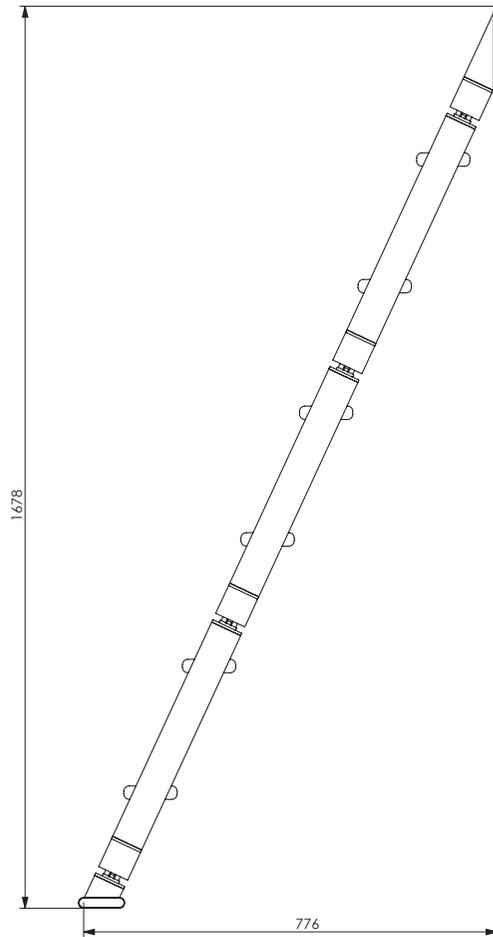


4	14	Cuña	2
3	15	Enganche	16
2	19	Principal	6
1	13	Apoyo suelo	4
Nº	Nº plano	Nombre módulo	Cantidad
Observaciones		Título: Escalera doble 3 tramos	Plano nº: 3
Escala: 1:12		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Hoja nº: 3 de 11
Un. dim. mm		Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 26/10/2015
		Fecha: 03/11/2015	

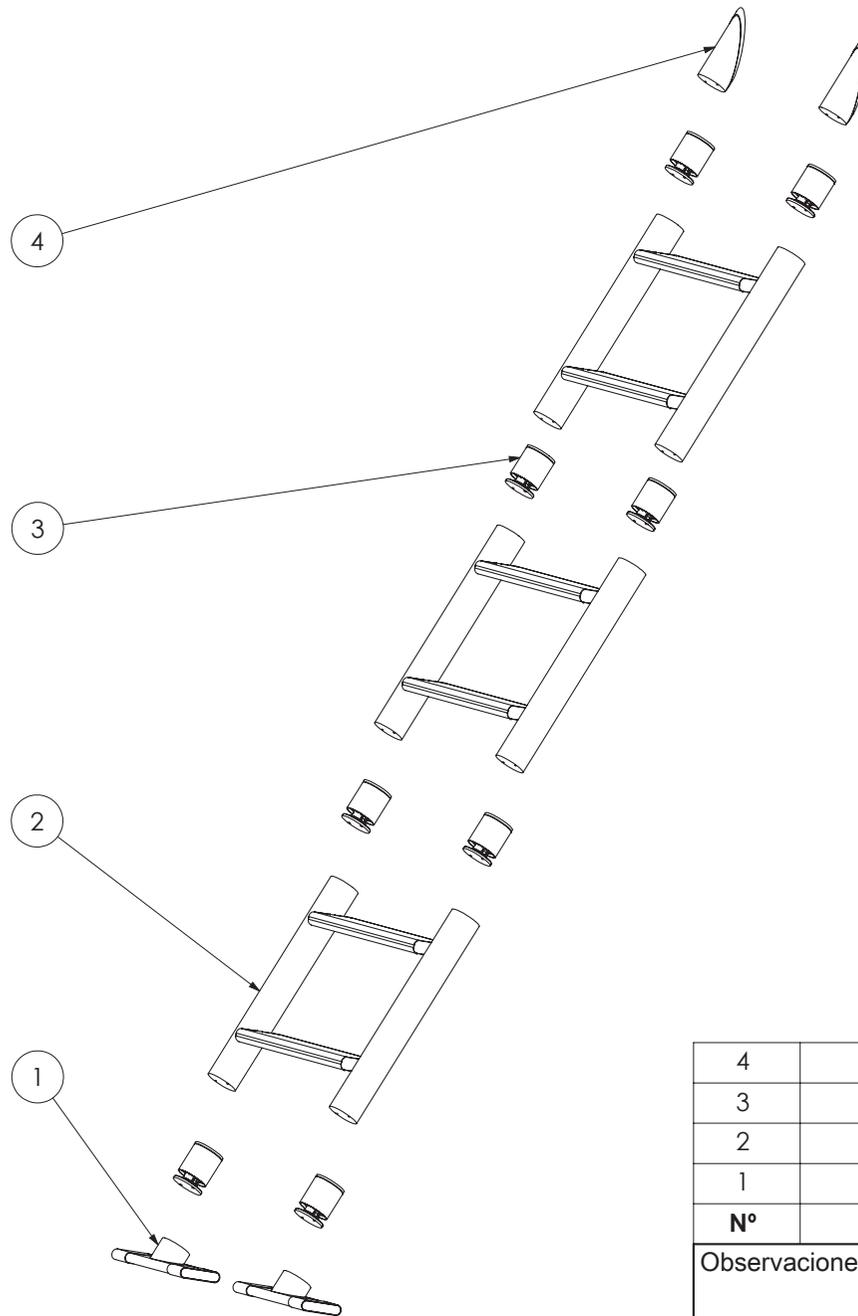


4	12	Apoyo pared	2
3	15	Enganche	6
2	19	Principal	2
1	13	Apoyo suelo	2
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad

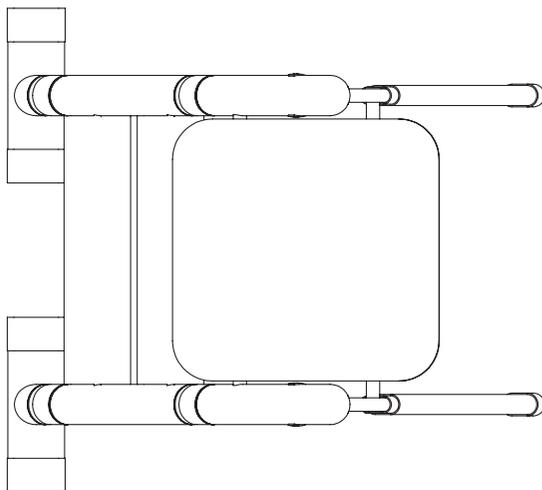
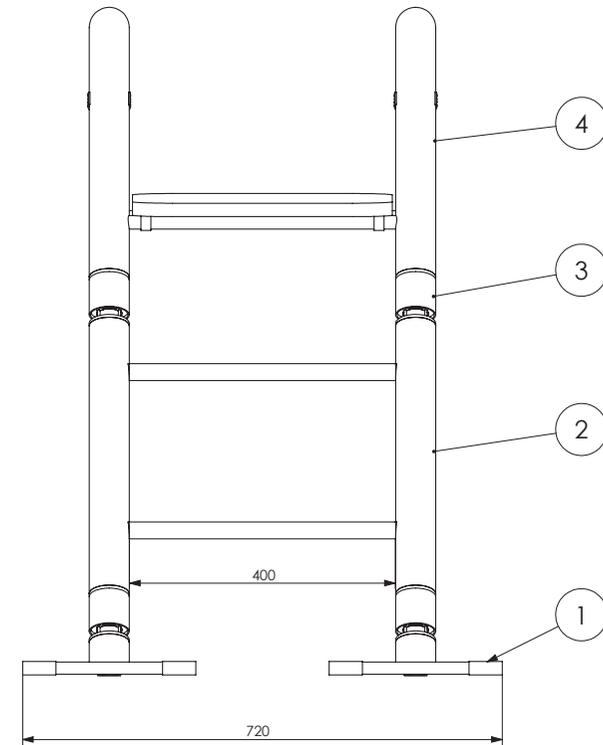
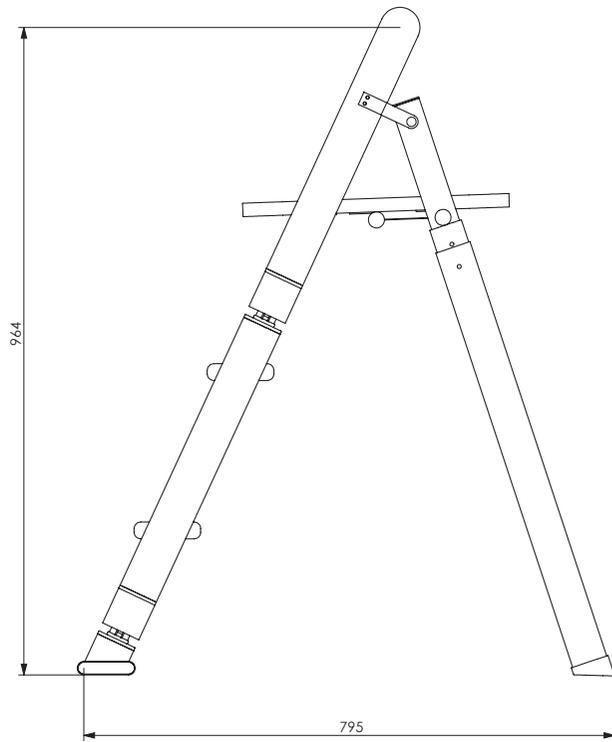
Observaciones	Título: Escalera fija 2 tramos		Plano n°: 5
			Hoja n°: 5 de 11
Escala: 1:8	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez
			Fecha: 26/10/2015
			Fecha: 03/11/2015



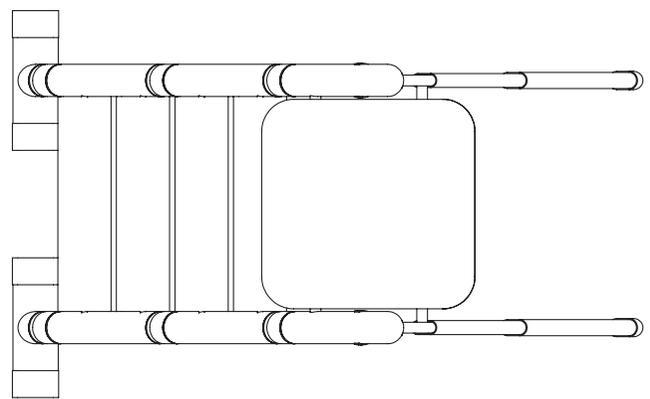
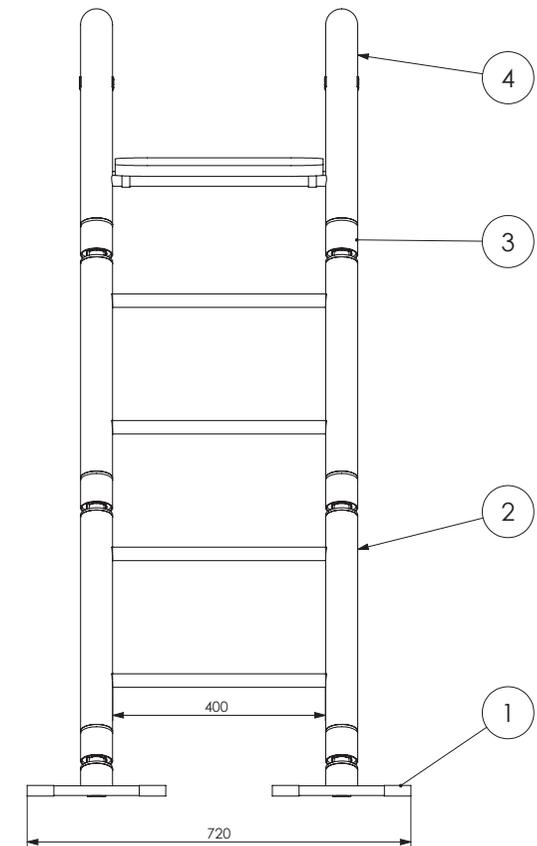
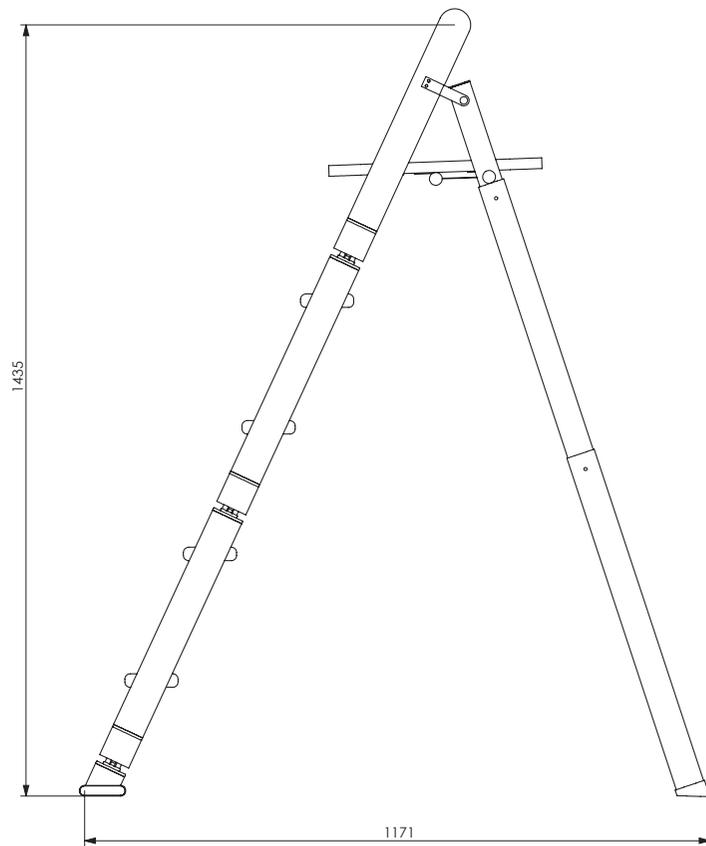
4	12	Apoyo pared	2
3	15	Enganche	8
2	19	Principal	3
1	13	Apoyo suelo	2
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad
Observaciones		Título: Escalera fija 3 tramos	Plano n°: 6 Hoja n°:6 de 11
Escala: 1:10	Un. dim. mm 	ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez
			Fecha: 26/10/2015 Fecha: 03/11/2015



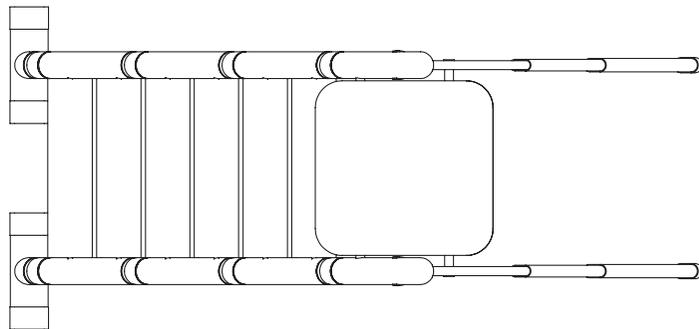
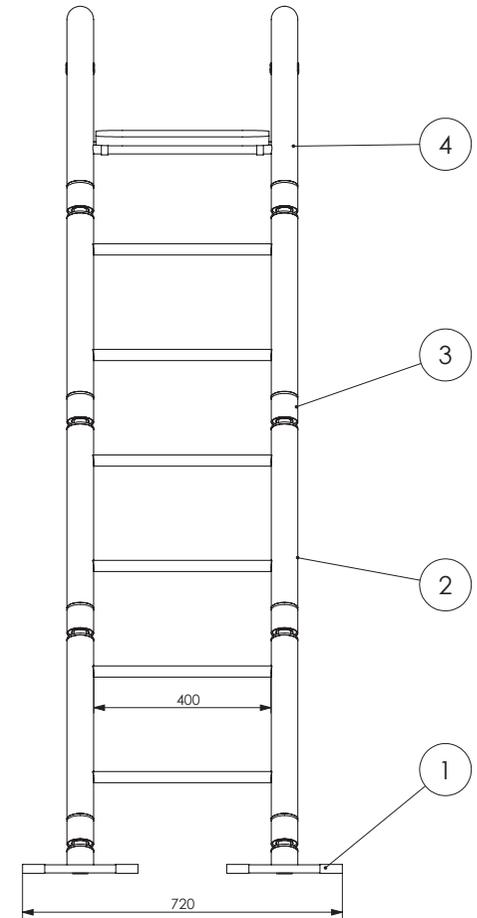
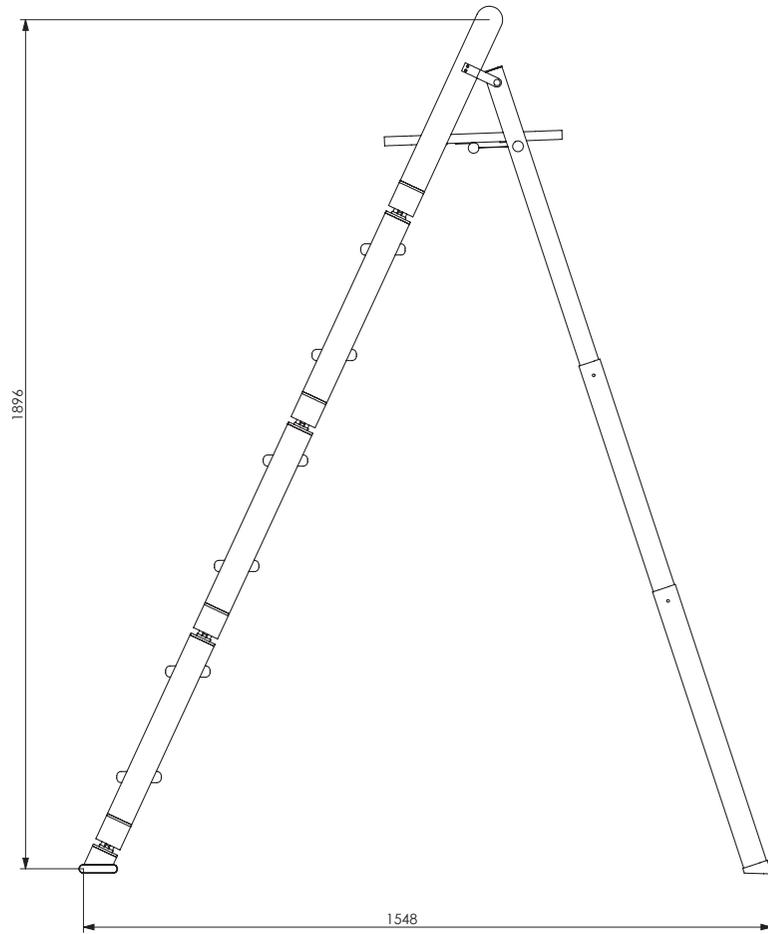
4	12	Apoyo pared	2
3	15	Enganche	8
2	19	Principal	3
1	13	Apoyo suelo	2
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad
Observaciones		Título: Escalera fija 3 tramos	Plano n°: 7
			Hoja n°:7 de 11
Escala: 1:10	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez
			Fecha: 26/10/2015
			Fecha: 03/11/2015



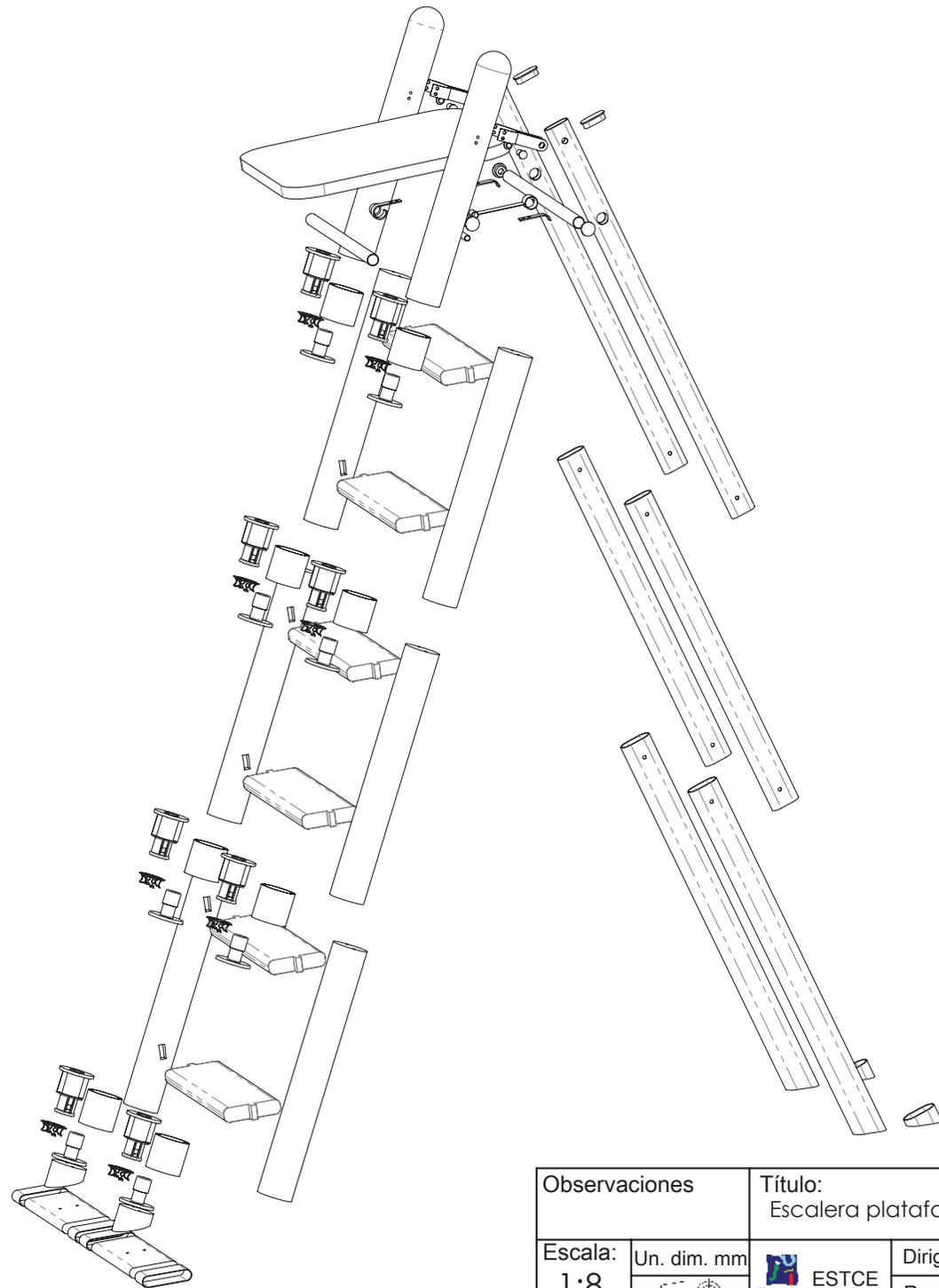
4	17	Plataforma	1
3	15	Enganche	4
2	19	Principal	1
1	13	Apoyo suelo	2
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad
Observaciones		Título: Escalera plataforma 1 tramo	Plano nº: 8
			Hoja nº:8 de 11
Escala:	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina
1:8			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez
			Fecha: 26/10/2015
			Fecha: 03/11/2015



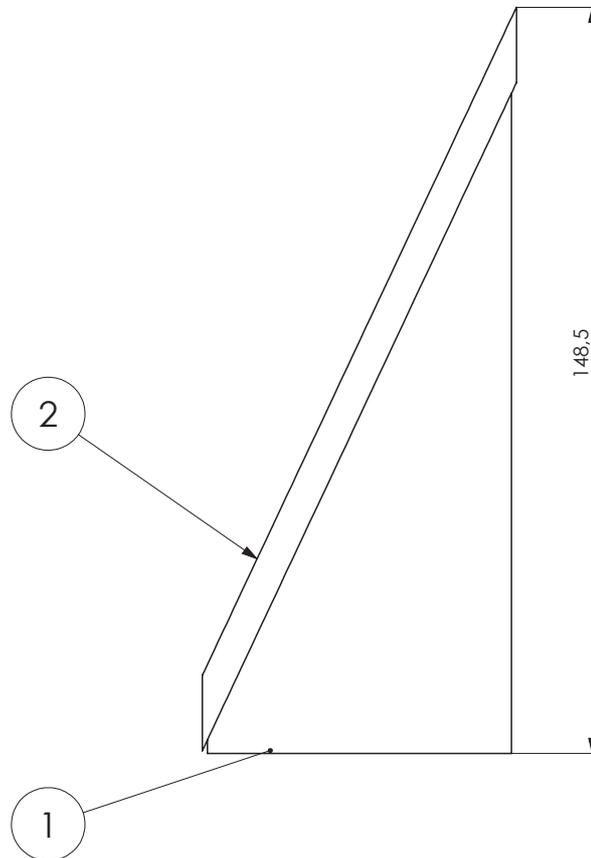
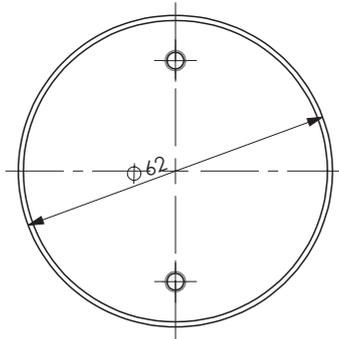
4	17	Plataforma	1
3	15	Enganche	6
2	19	Principal	2
1	13	Apoyo suelo	2
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad
Observaciones		Título: Escalera plataforma 2 tramos	Plano nº: 9
			Hoja nº: 9 de 11
Escala: 1:10	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez
			Fecha: 26/10/2015
			Fecha: 03/11/2015



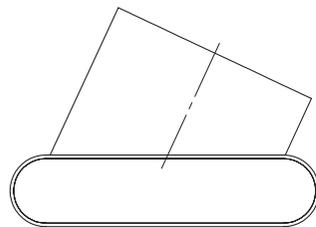
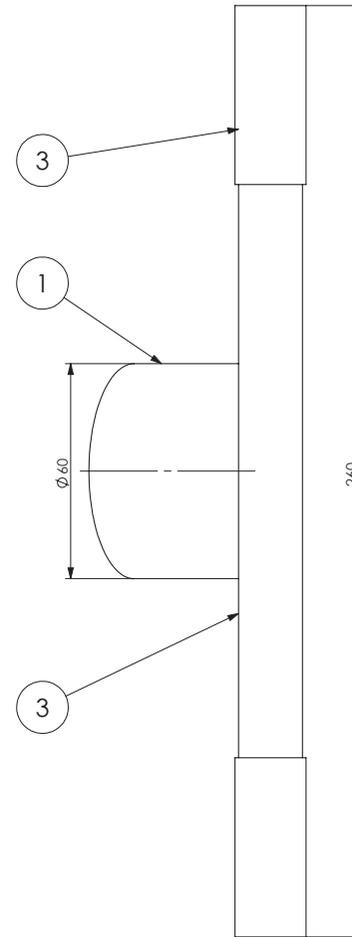
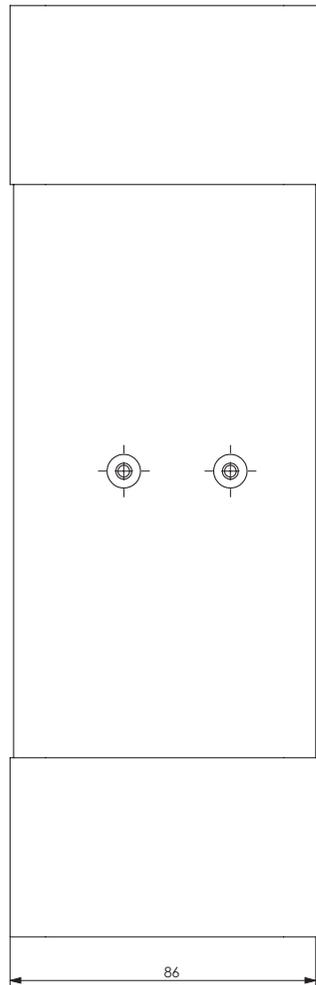
4	17	Plataforma	1
3	15	Enganche	8
2	19	Principal	3
1	13	Apoyo suelo	2
N°	N° plano	Nombre módulo	Cantidad
Observaciones		Título: Escalera plataforma 3 tramos	Plano n°: 10
			Hoja n°: 10 de 11
Escala: 1:12	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez
			Fecha: 26/10/2015
			Fecha: 03/11/2015



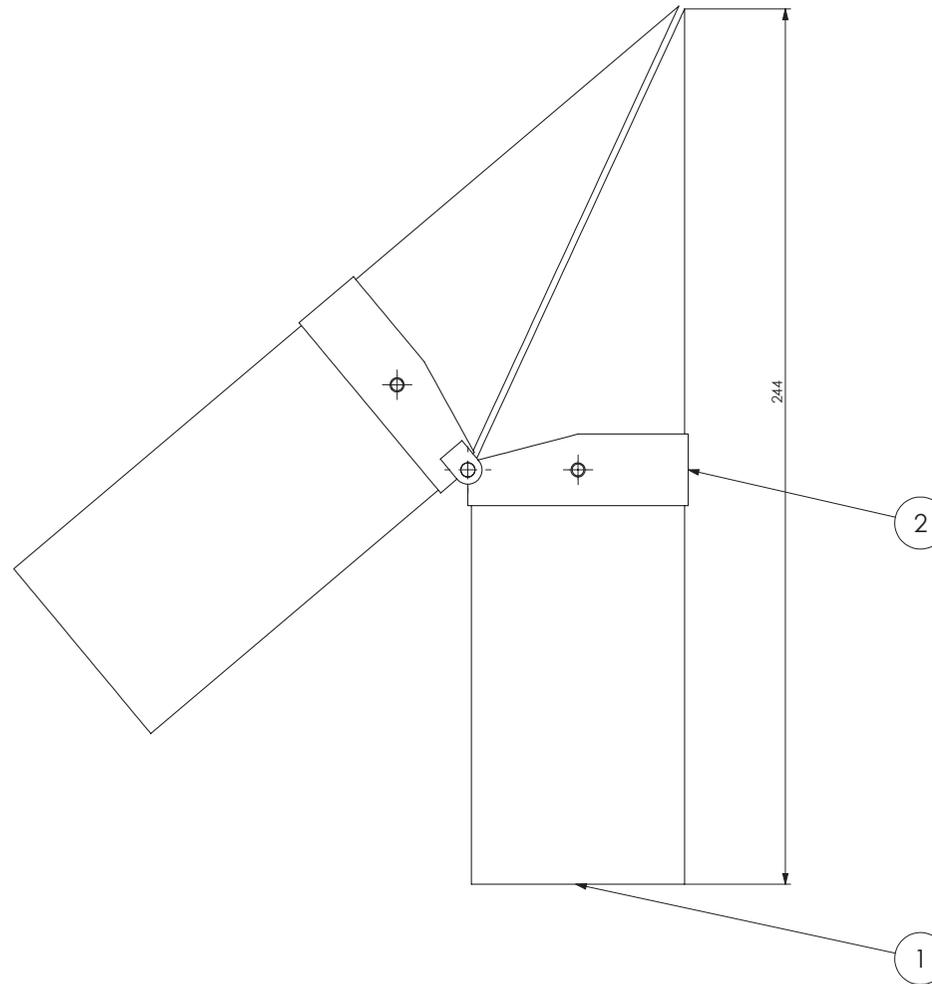
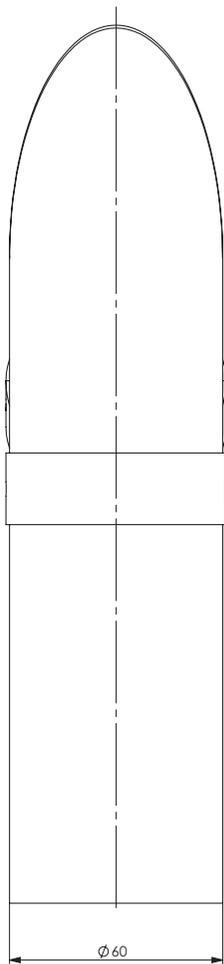
Observaciones		Título: Escalera plataforma 3 tramos - explosión		Plano nº: 11
Escala: 1:8		Un. dim. mm		Hoja nº: 11 de 11
		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 26/10/2015
				Fecha: 03/11/2015



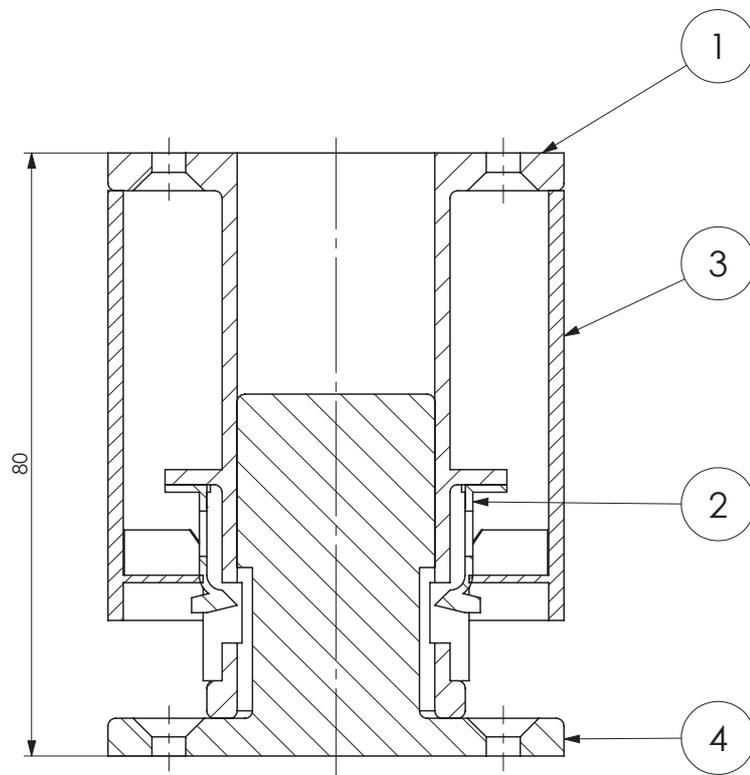
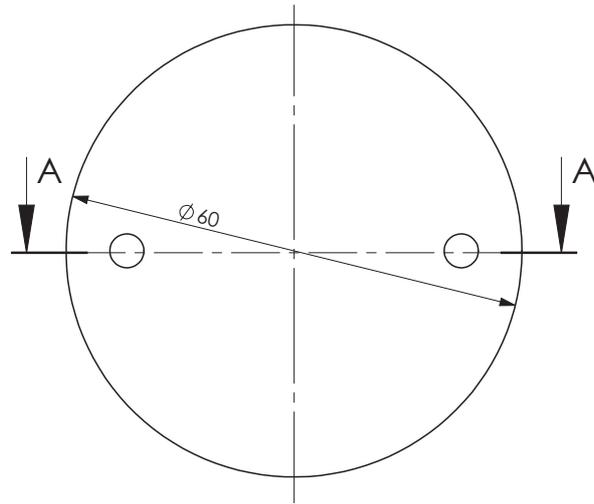
2	28	NBR	Antideslizante	1
1	29	Madera abeto	Extensión larguero	1
Nº	Nº plano	Material	Nombre pieza	Cantidad
Observaciones		Título: Módulo apoyo pared		Plano nº: 12
				Hoja nº: 1 de 8
Escala: 1:1.5	Un. dim. mm 	ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015



3	48	Madera pino	Base	1
2	47	NBR	Antideslizante	2
1	49	Madera abeto	Extensión larguero	1
N°	N° plano	Material	Nombre pieza	Cantidad
Observaciones		Título: Módulo apoyo suelo		Plano n°: 13
				Hoja n°: 2 de 8
Escala:	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
1:1.5			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015

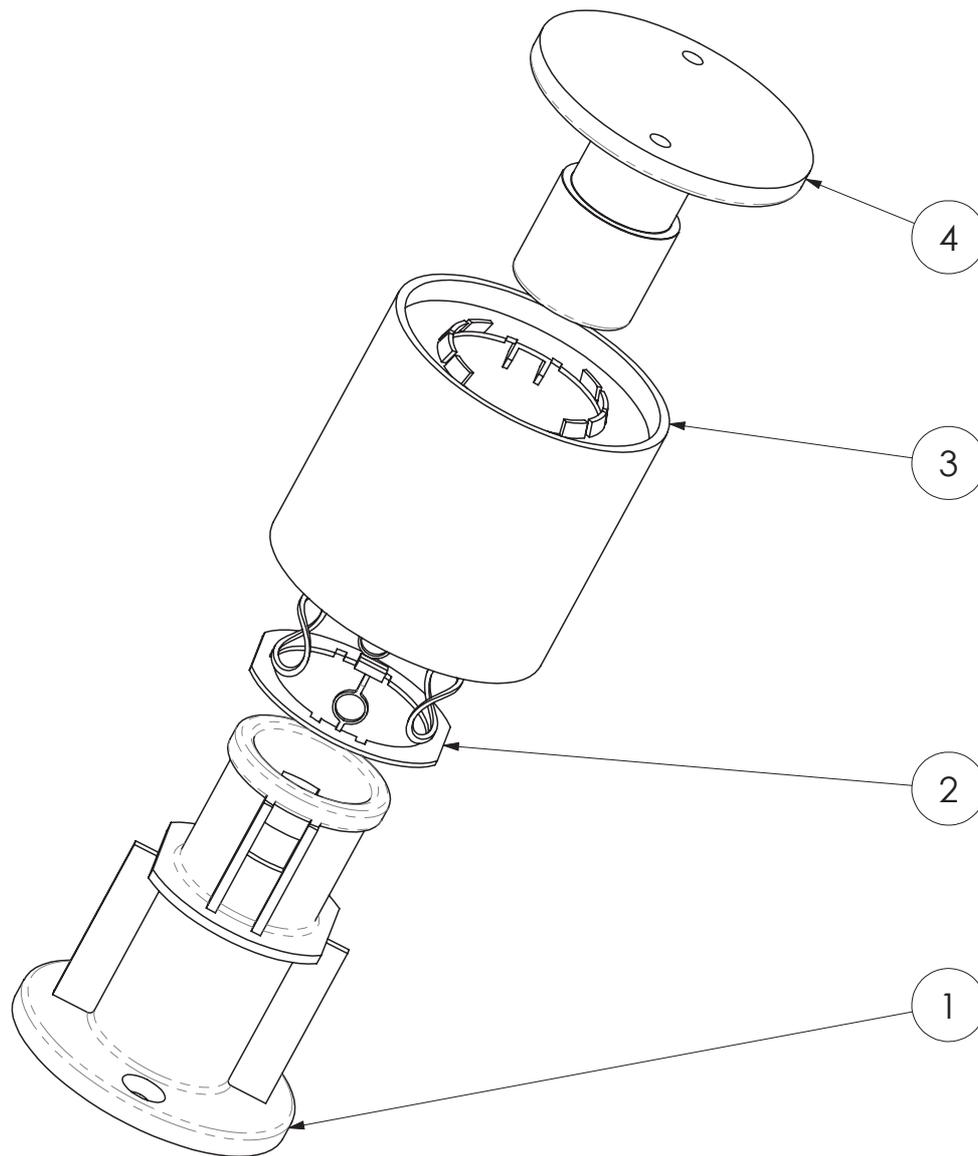


2	-	Hierro cincado	Bisagra	1
1	24	Madera abeto	Extensión larguero	2
Nº	Nº plano	Material	Nombre pieza	Cantidad
Observaciones		Título: Módulo cuña		Plano nº: 14
				Hoja nº: 3 de 8
Escala:	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
1:1.5			Revisado por: Mª Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015

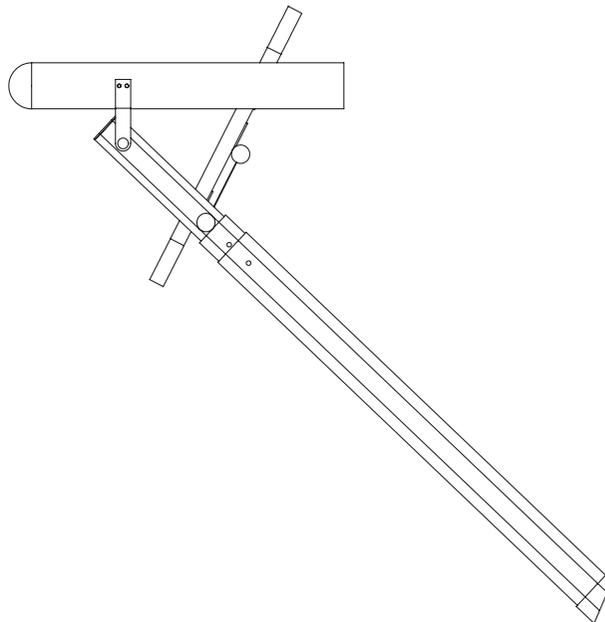
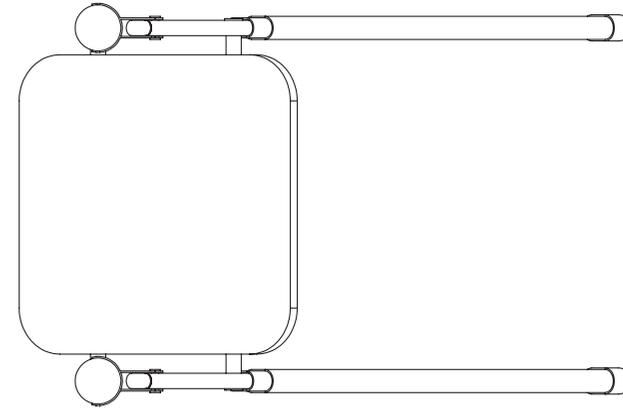
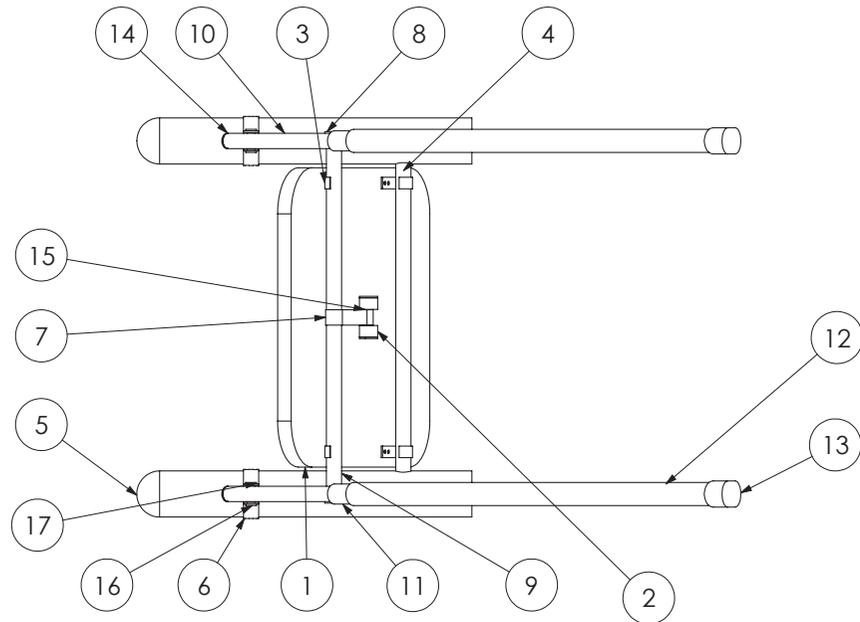


SECCIÓN A-A

4	21	Aluminio	Pieza enganche macho	1
3	20	Polipropileno	Cilindro	1
2	22	Polietileno	Muelle	1
1	23	Aluminio	Pieza enganche tubo	1
Nº	Nº plano	Material	Nombre pieza	Cantidad
Observaciones		Título: Enganche		Plano nº: 15
				Hoja nº:4 de 8
Escala: 1:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015

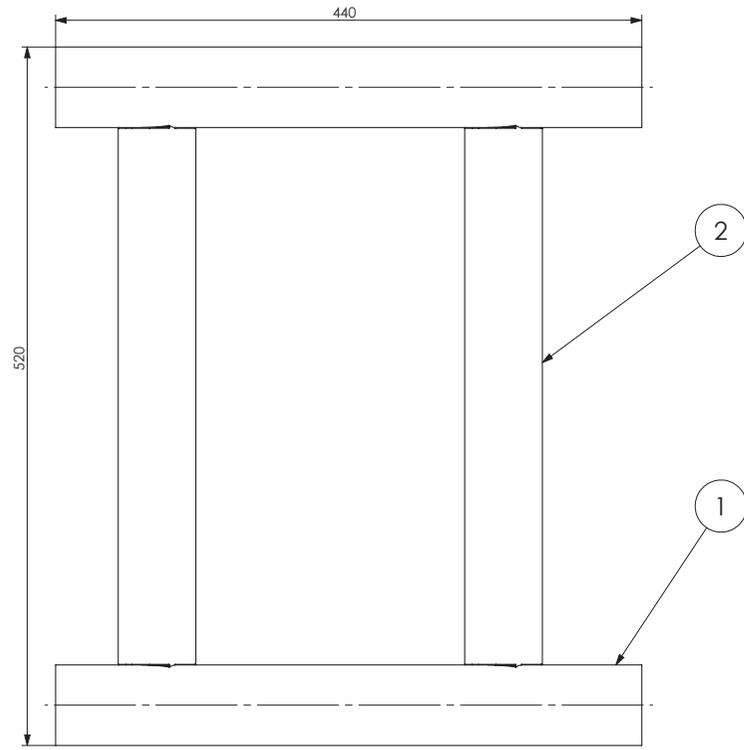
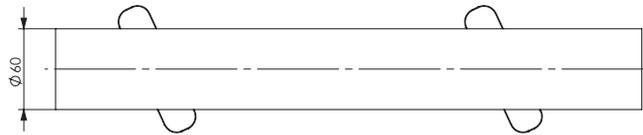


4	21	Aluminio	Pieza enganche macho	1
3	20	Polipropileno	Cilindro	1
2	22	Polietileno	Muelle	1
1	23	Aluminio	Pieza enganche tubo	1
Nº	Nº plano	Material	Nombre pieza	Cantidad
Observaciones		Título: Enganche - explosión		Plano nº: 16
				Hoja nº:5 de 8
Escala:	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
1:1.5			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015

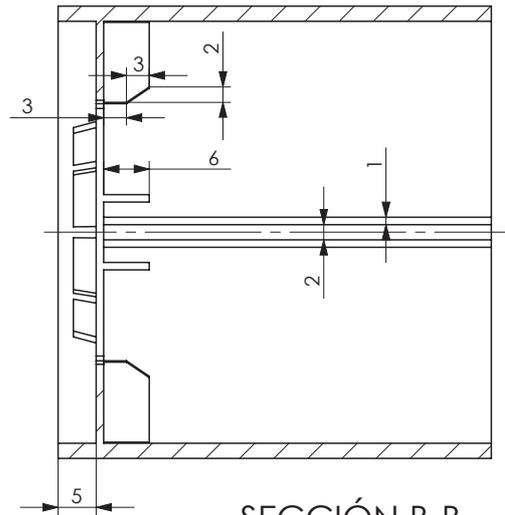
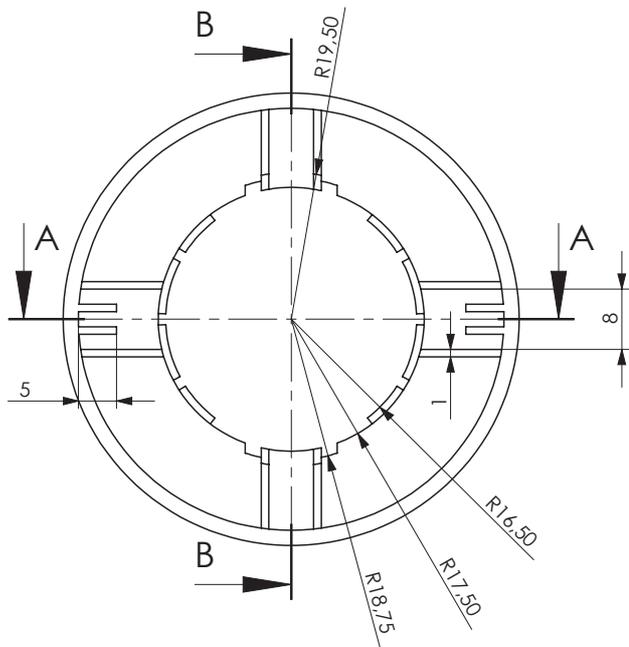


17	38	Polipropileno	Tapón pasador	2
16	33	Polipropileno	Pasador	2
15	43	Aluminio	Tubo plataforma-pieza unión	1
14	30	NBR	Antideslizante superior	2
13	31	NBR	Antideslizante suelo	2
12	42	Aluminio	Tramo telescópico ancho	2
11	40	Aluminio	Tramo telescópico medio	2
10	41	Aluminio	Tramo telescópico estrecho	2
9	44	Aluminio	Tubo plataforma-largueros	1
8	39	Polipropileno	Tope	4
7	34	Aluminio	Pieza de unión	1
6	46	Polipropileno	Unión larguero - telescópicos	2
5	32	Madera abeto	Extensión larguero	2
4	45	Aluminio	Tubo unión telescópicos	1
3	37	Aluminio	Pletina 2	2
2	36	Aluminio	Pletina	4
1	35	Madera pino	Plataforma	1
N°	N° plano	Material	Nombre pieza	Cantidad

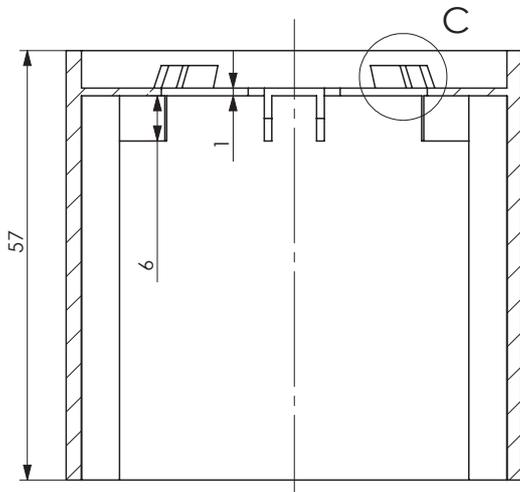
Observaciones	Título: Módulo plataforma			Plano n°: 17
				Hoja n°: 6 de 8
Escala: 1:7	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015



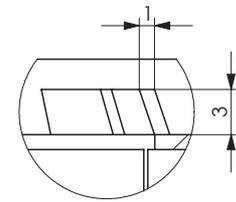
2	25	Madera pino	Escalón	2
1	26 y 27	Madera abeto	Larguero	2
Nº	Nº plano	Material	Nombre pieza	Cantidad
Observaciones		Título: Módulo principal		Plano nº: 19
				Hoja nº: 8 de 8
Escala: 1:4	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015



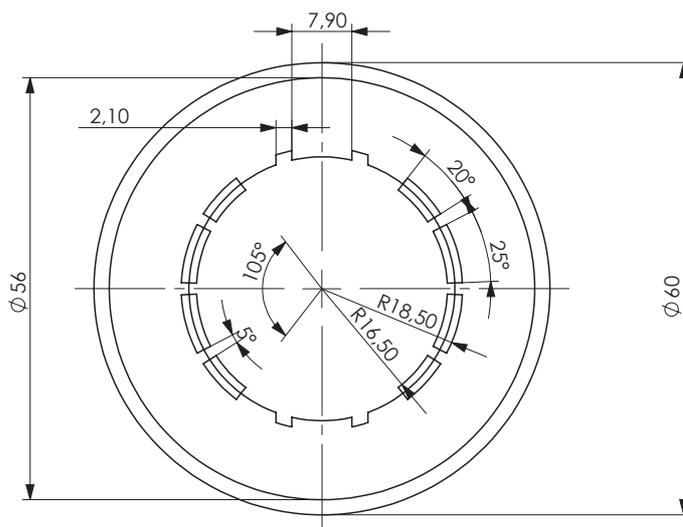
SECCIÓN B-B
ESCALA 1 : 1



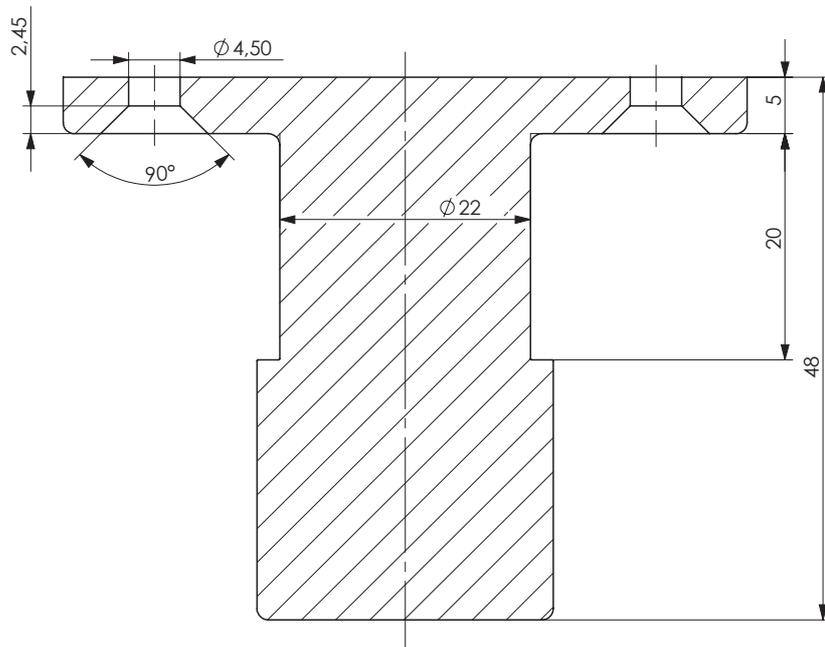
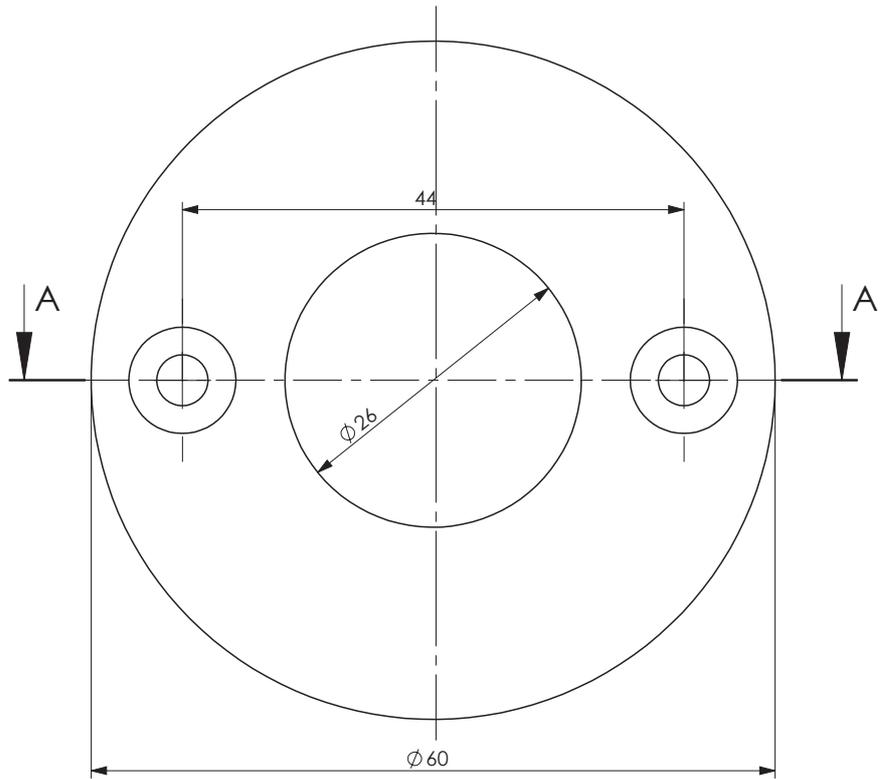
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1



DETALLE C
ESCALA 2 : 1



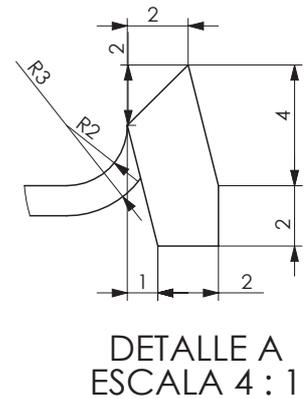
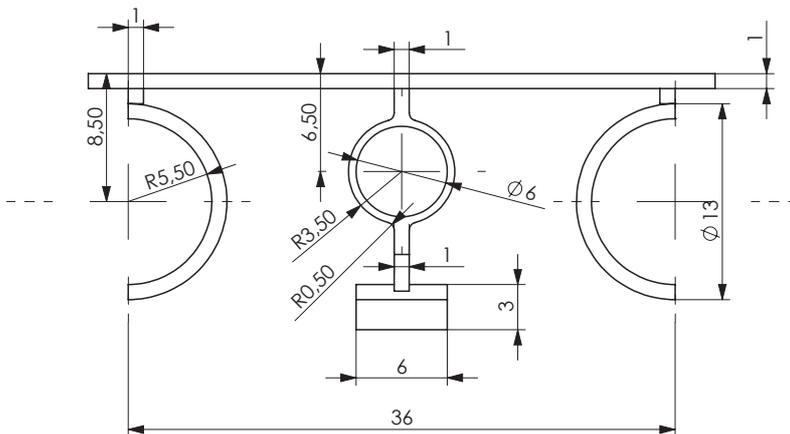
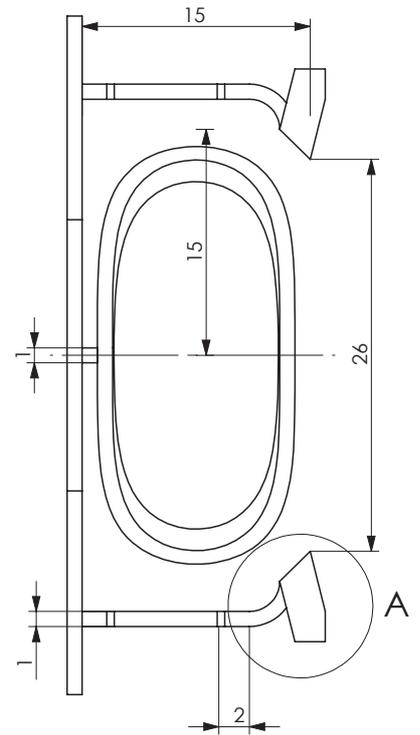
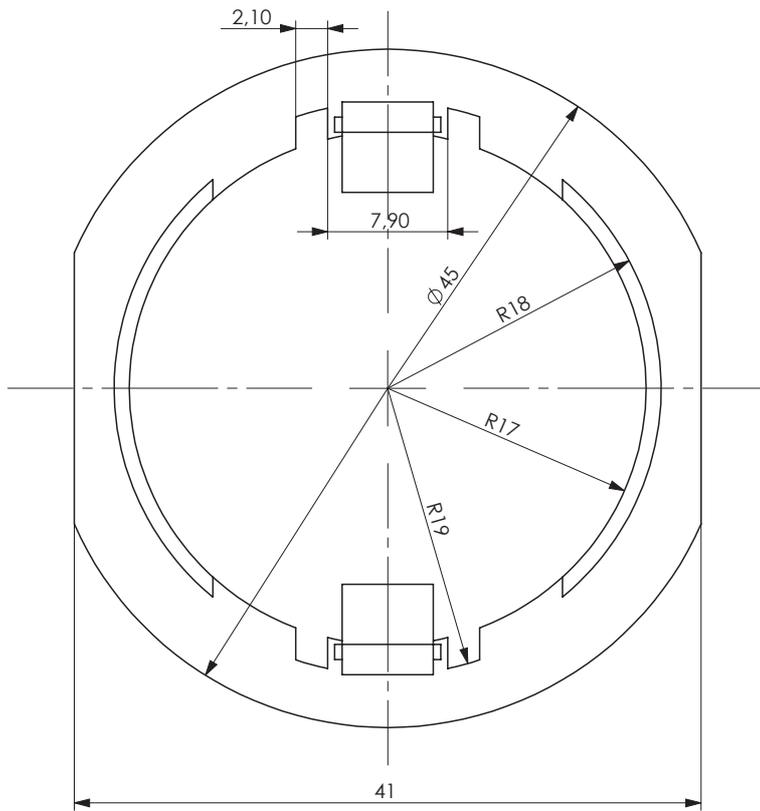
Observaciones		Título: Enganche - cilindro		Plano nº: 20	
				Hoja nº: 1 de 4	
Escala: 1:2	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015	
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015	



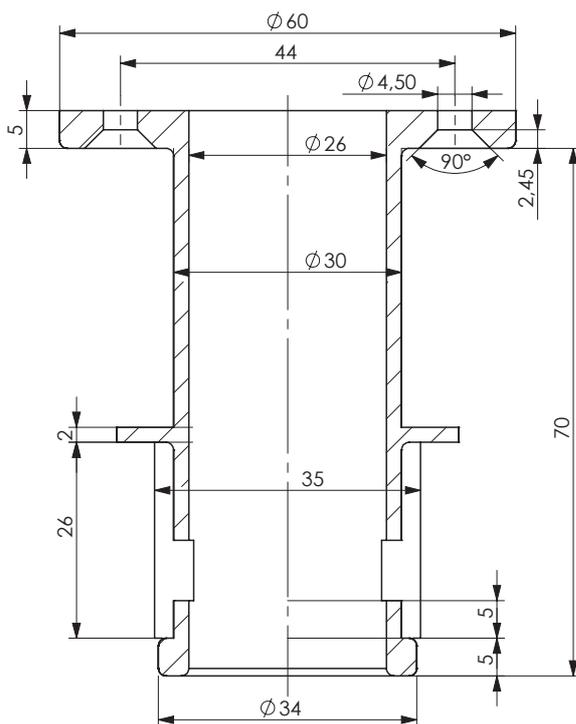
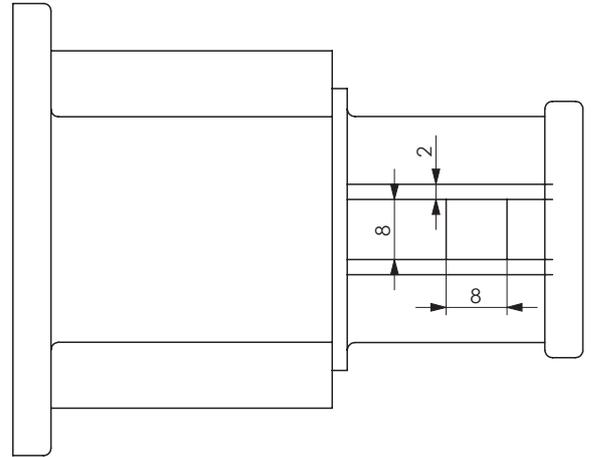
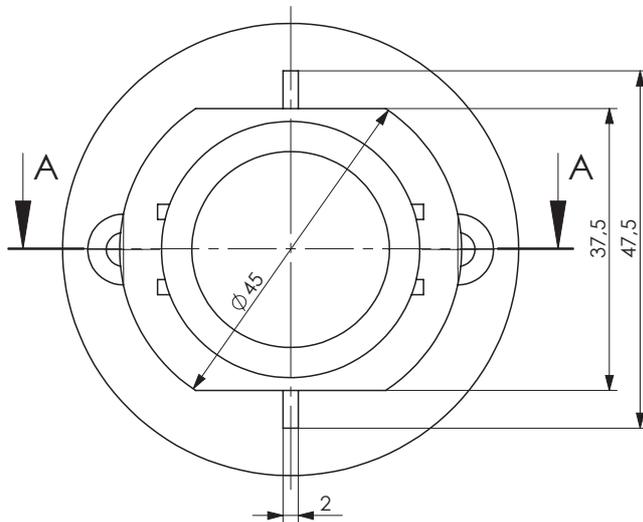
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

Redondeos según radio de la herramienta

Observaciones		Título: Enganche - Macho		Plano nº: 21
				Hoja nº: 2 de 4
Escala:	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
1:1			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015



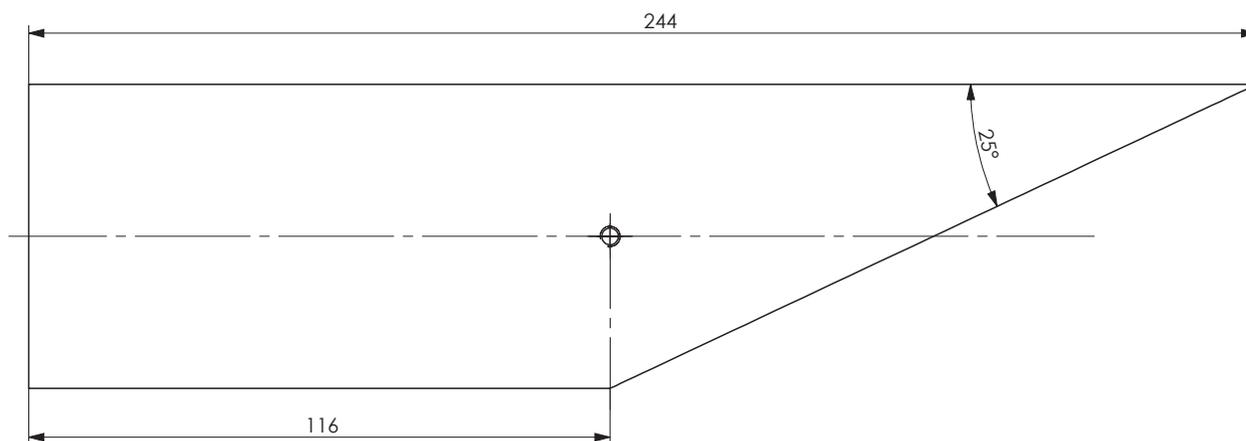
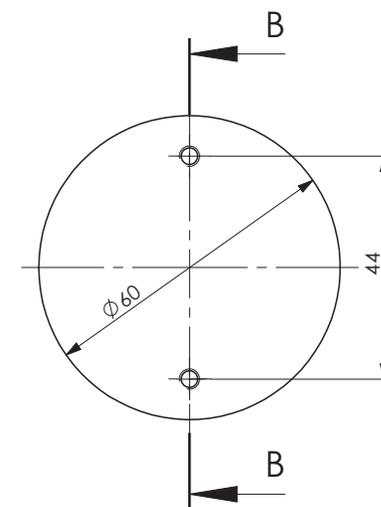
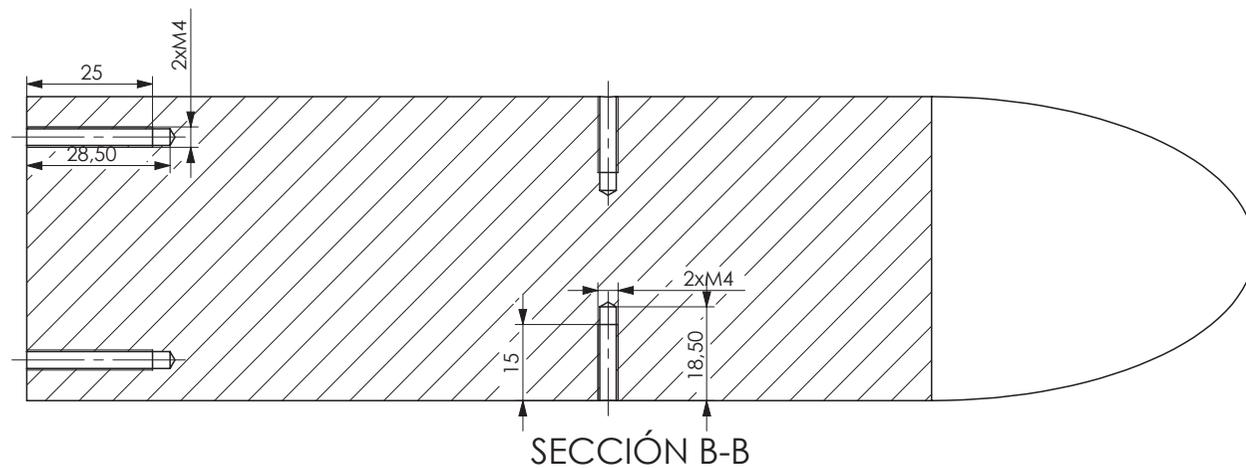
Observaciones		Título: Enganche - Muelle		Plano nº: 22	
				Hoja nº:3 de 4	
Escala: 2:1	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015	
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015	



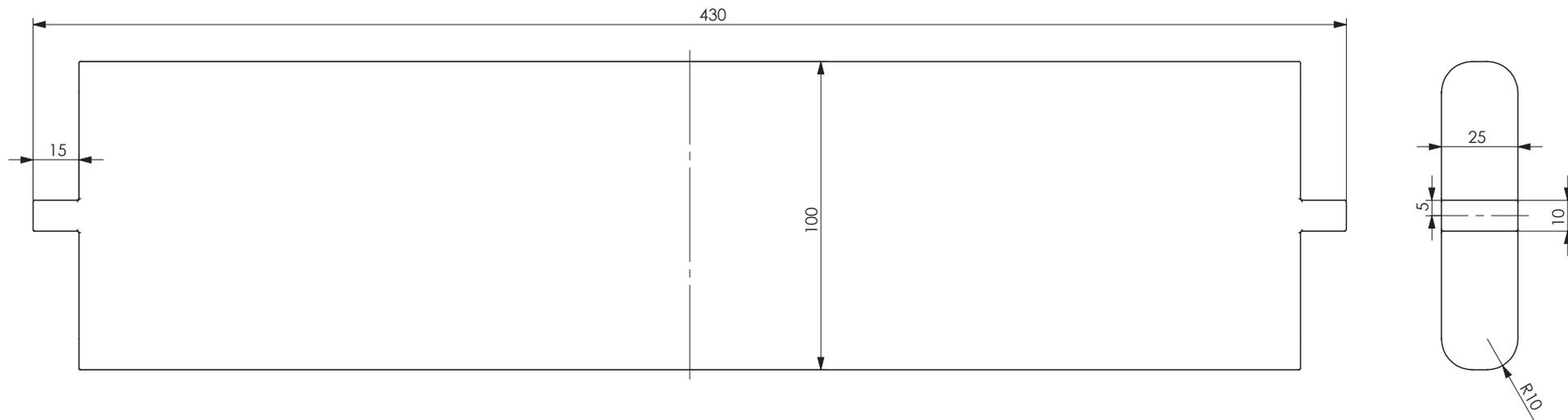
SECCIÓN A-A
ESCALA 1 : 1

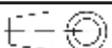
Todos los radios no acotados son de 1mm

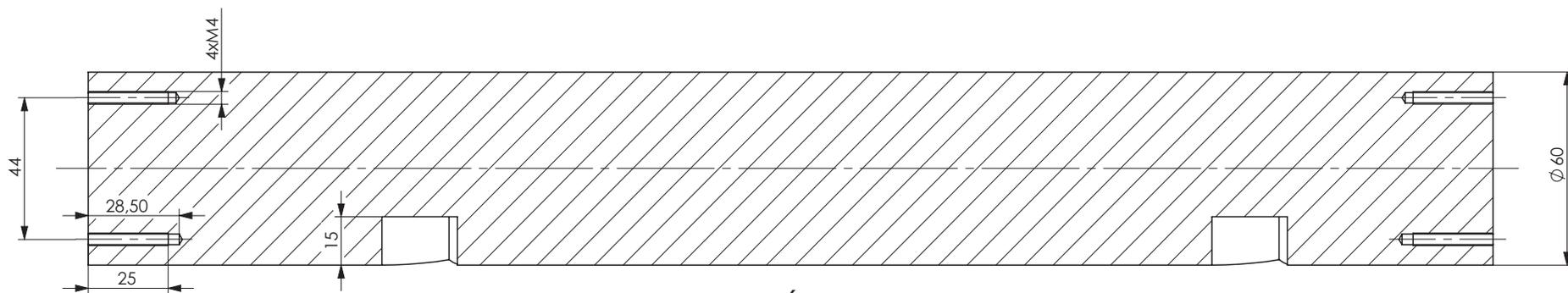
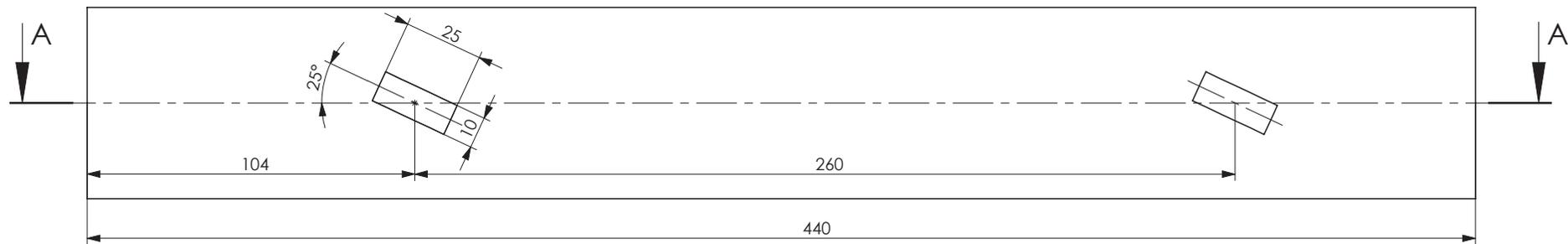
Observaciones		Título: Enganche - Tubo		Plano nº: 23	
				Hoja nº:4 de 4	
Escala: 1:2	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015	
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015	



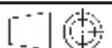
Observaciones		Título: Módulo cuña - extensión larguero		Plano nº: 24	
				Hoja nº: 1 de 1	
Escala: 1:1.5	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
	 		Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

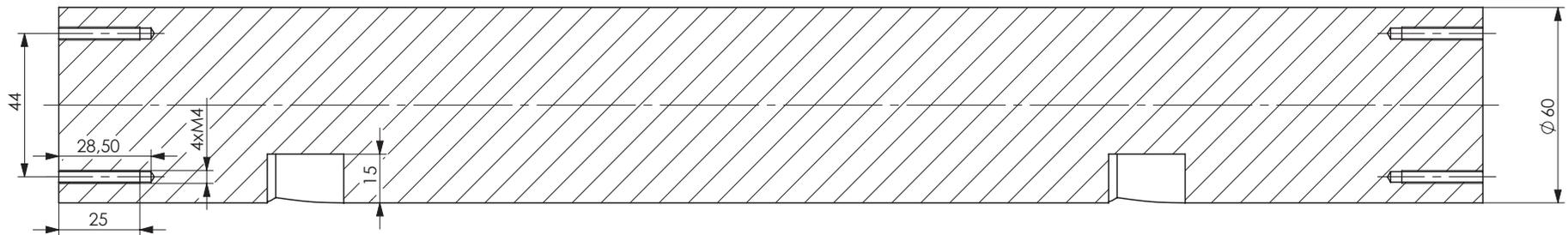
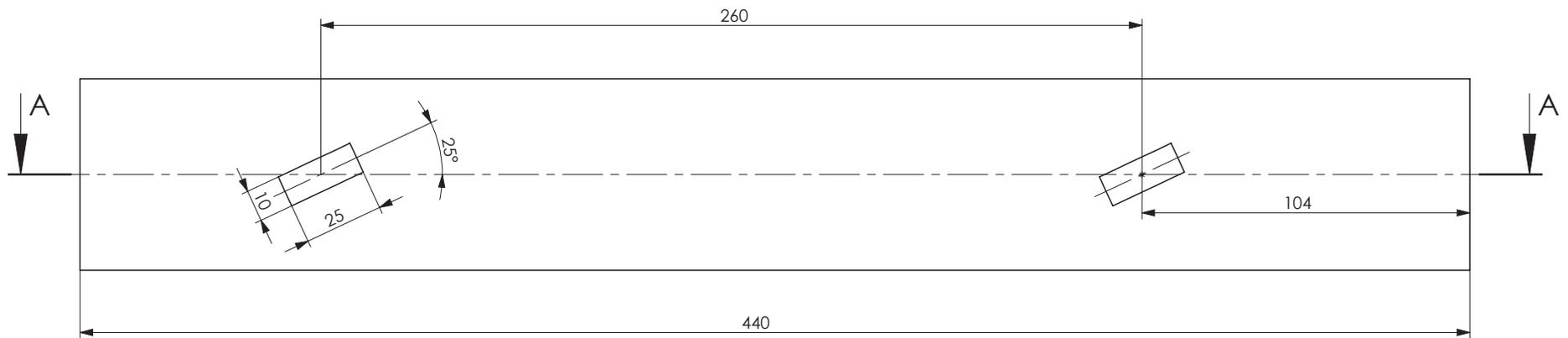


Observaciones		Título: Módulo principal - Escalón		Plano nº: 25
				Hoja nº: 1 de 3
Escala: 1:2	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015

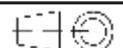


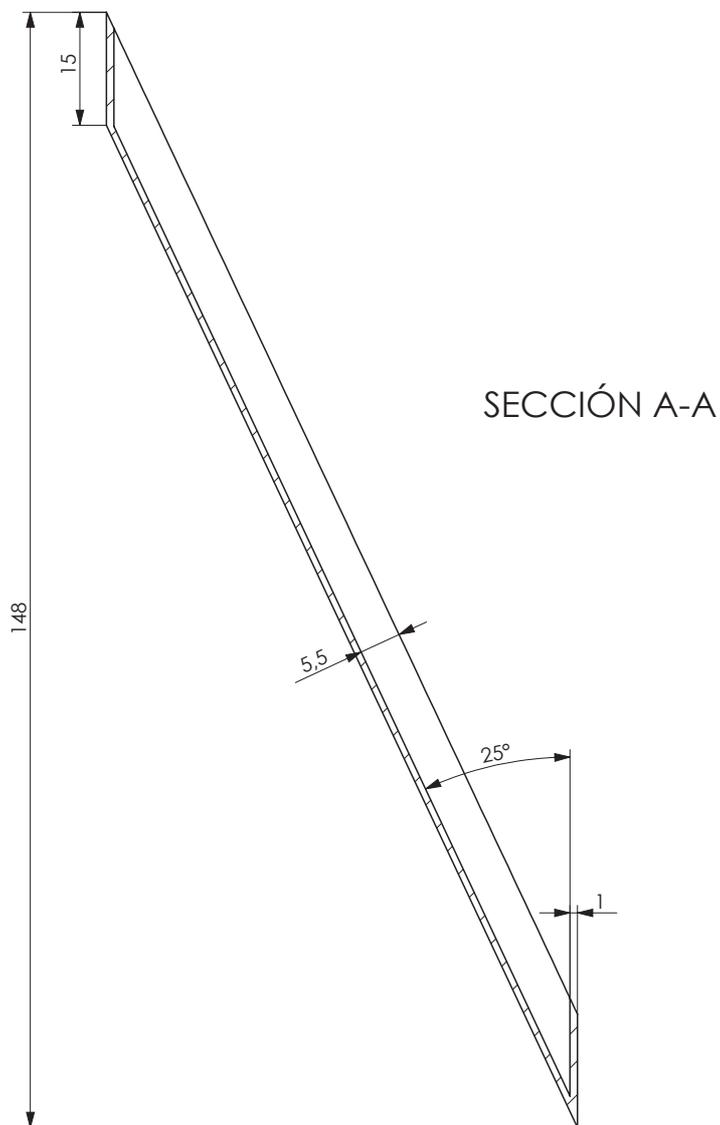
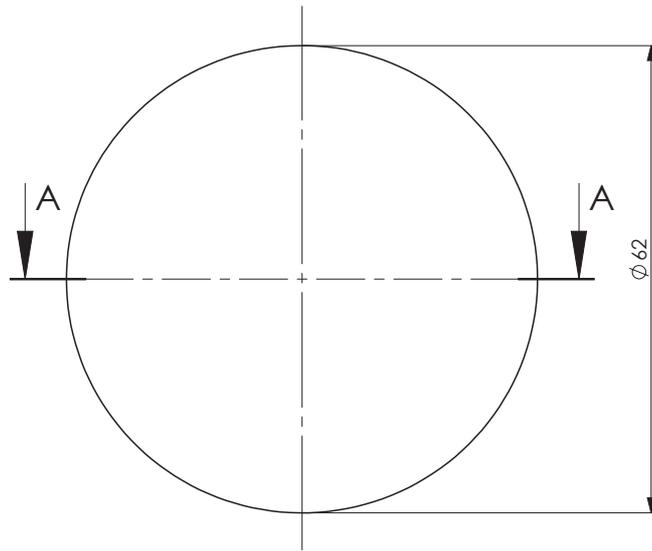
SECCIÓN A-A

Observaciones		Título: Módulo principal - larguero derecho		Plano nº: 26	
				Hoja nº: 2 de 3	
Escala: 1:2	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

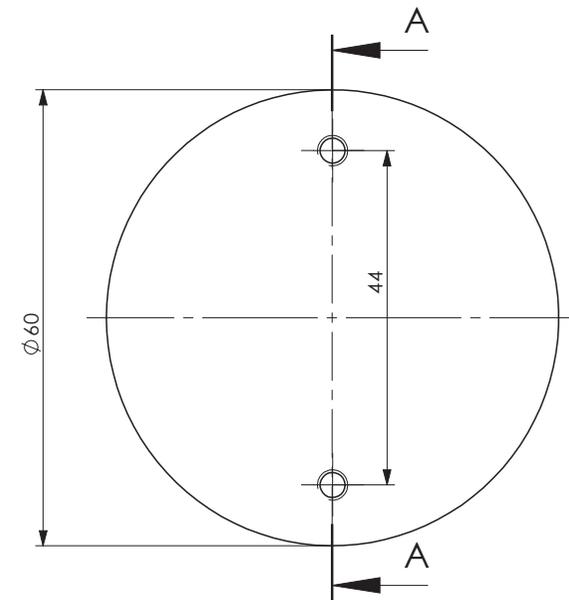
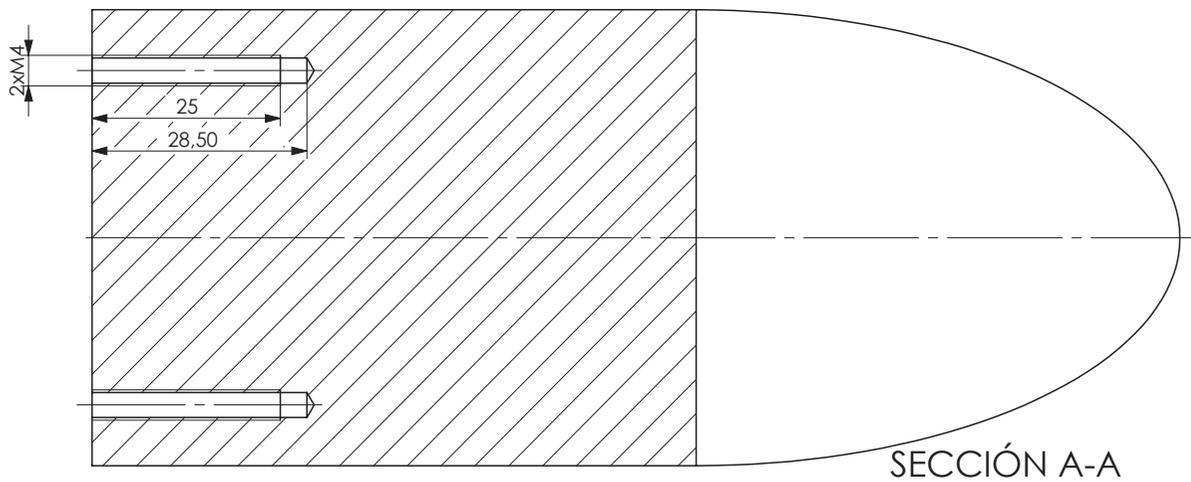
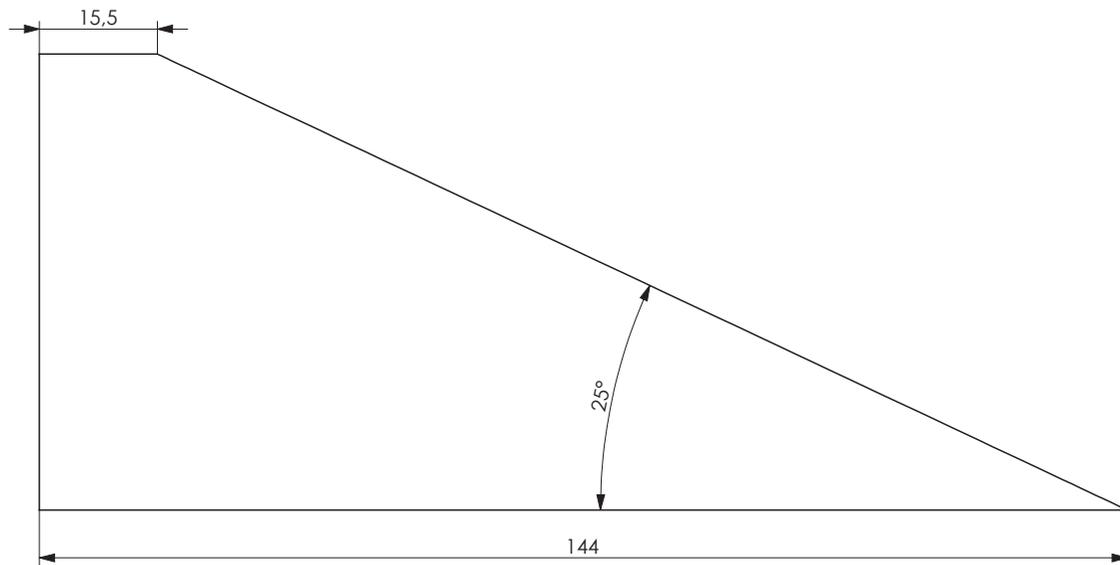


SECCIÓN A-A

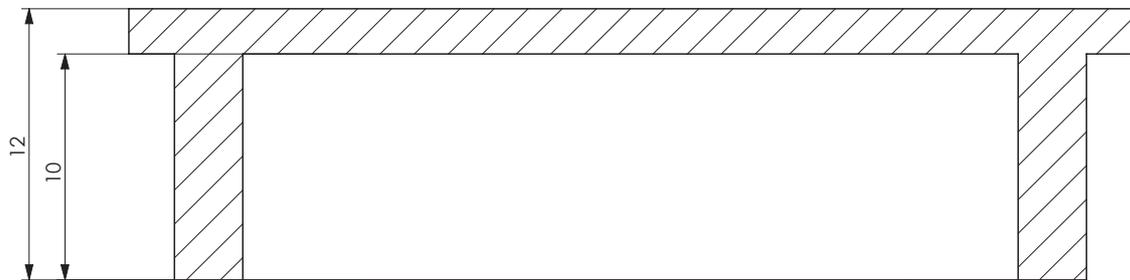
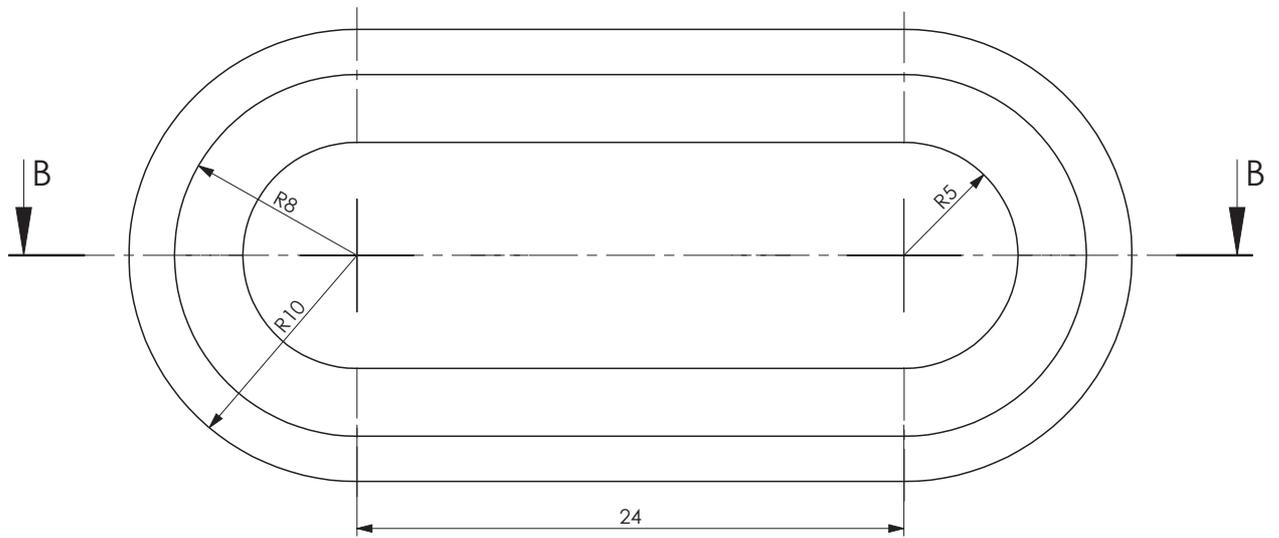
Observaciones		Título:		Plano nº: 27	
		Módulo principal - larguero izquierdo		Hoja nº: 3 de 3	
Escala: 1:2	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



Observaciones		Título: Módulo apoyo pared - antideslizante		Plano nº: 28
				Hoja nº: 1 de 2
Escala: 1:1	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015

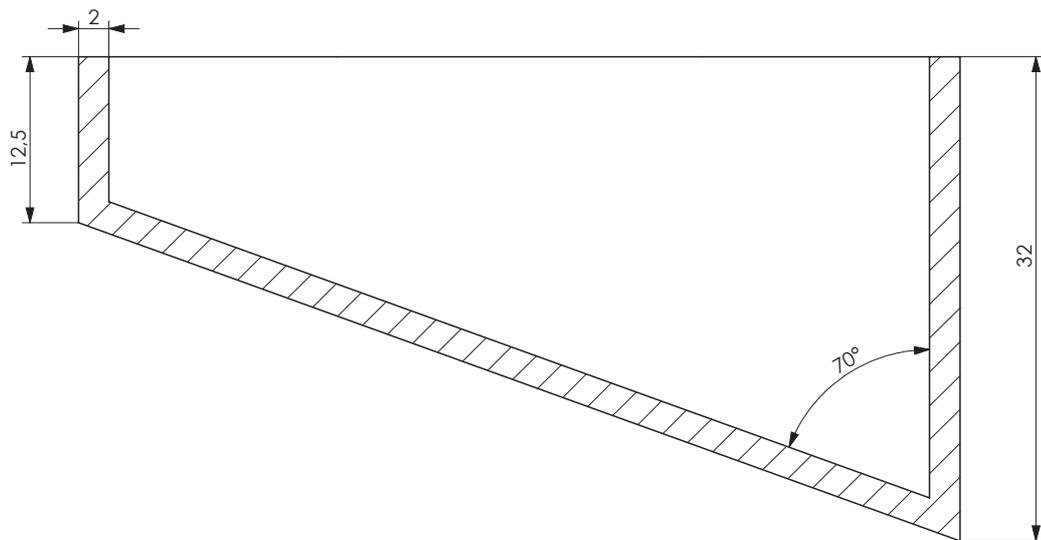
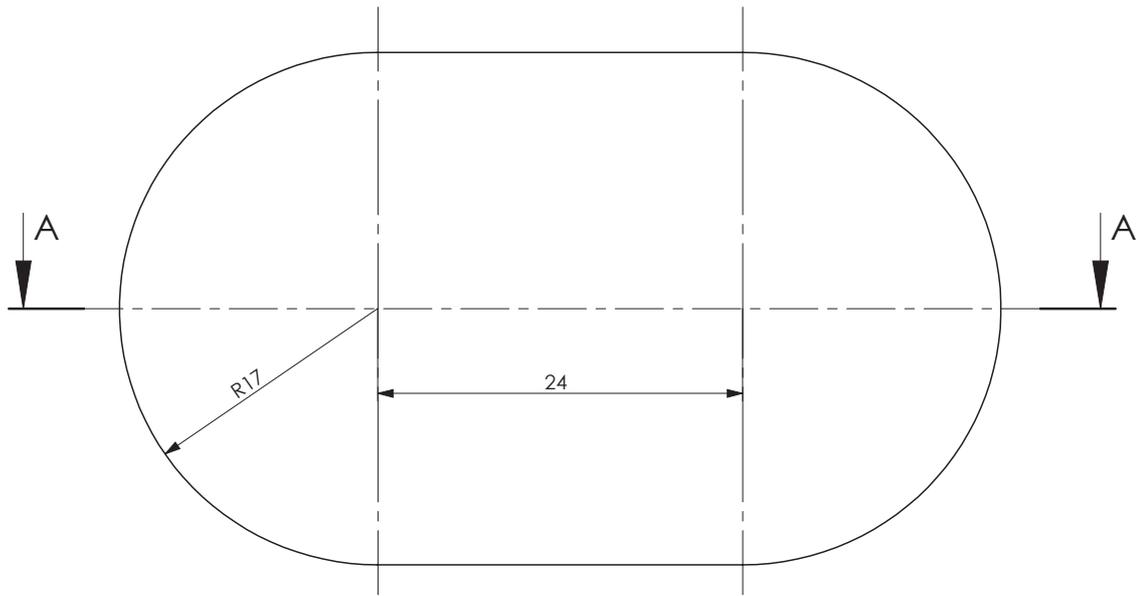


Observaciones		Título: Módulo apoyo pared - Extensión		Plano nº: 22	
				Hoja nº: 2 de 2	
Escala: 1:1	Un. dim. mm 		ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	
				Revisado por: Mª Josefa Bellés Ibáñez	
				Fecha: 26/10/2015	
				Fecha: 03/11/2015	



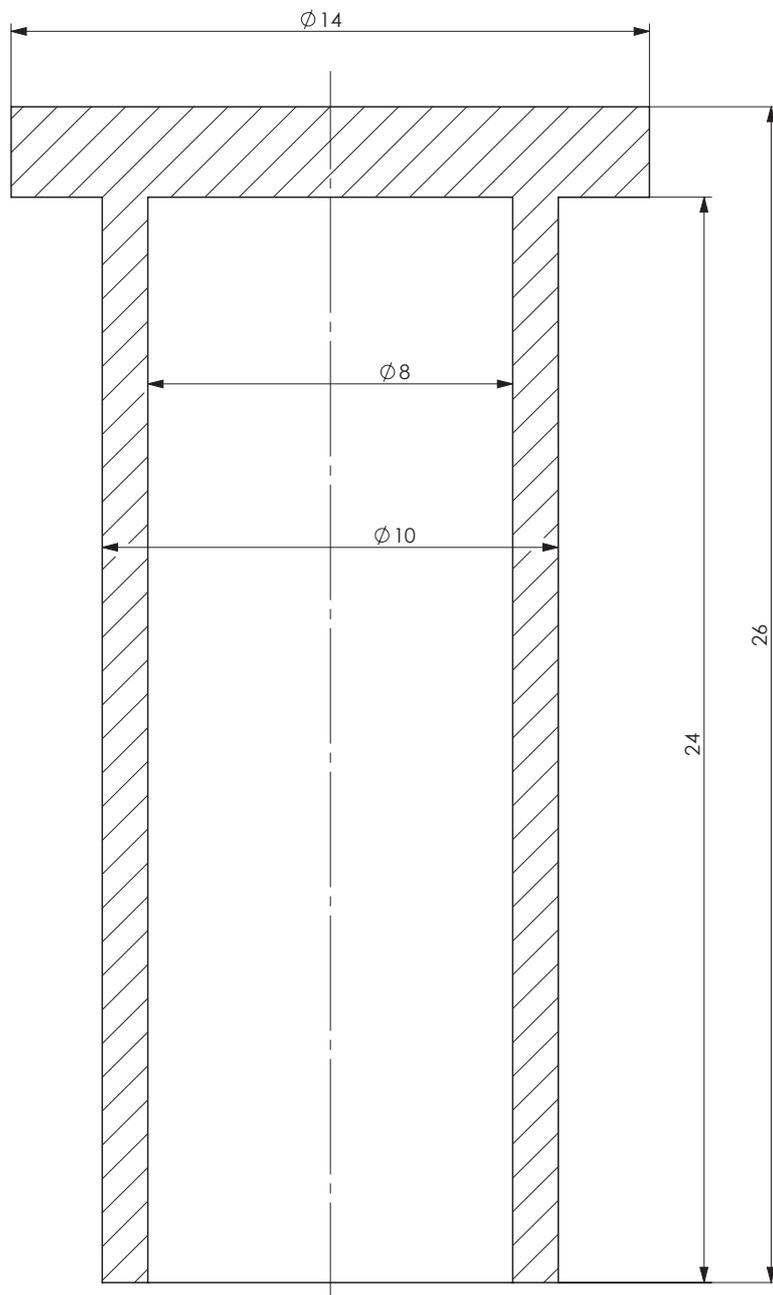
SECCIÓN B-B

Observaciones		Título: Plataforma - Antideslizante arriba		Plano nº: 30	
				Hoja nº: 1 de 17	
Escala: 3:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



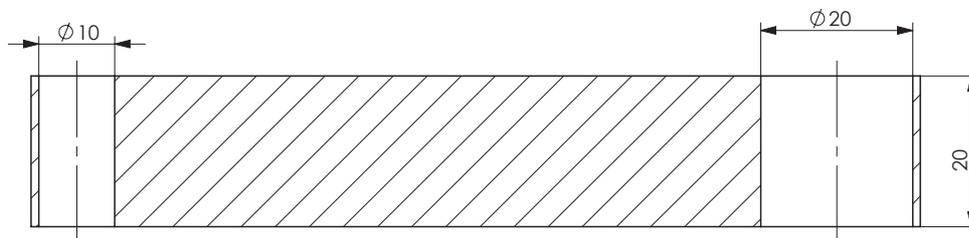
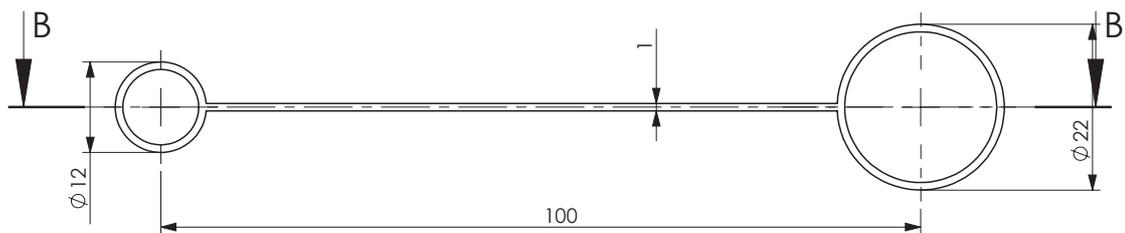
SECCIÓN A-A

Observaciones		Título: Plataforma - Antideslizante suelo		Plano nº: 31	
				Hoja nº: 2 de 17	
Escala: 2:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 26/10/2015



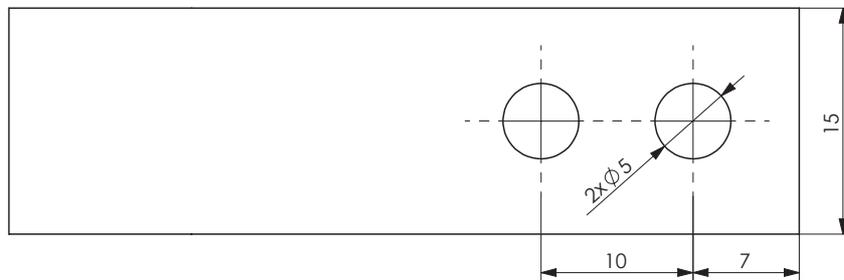
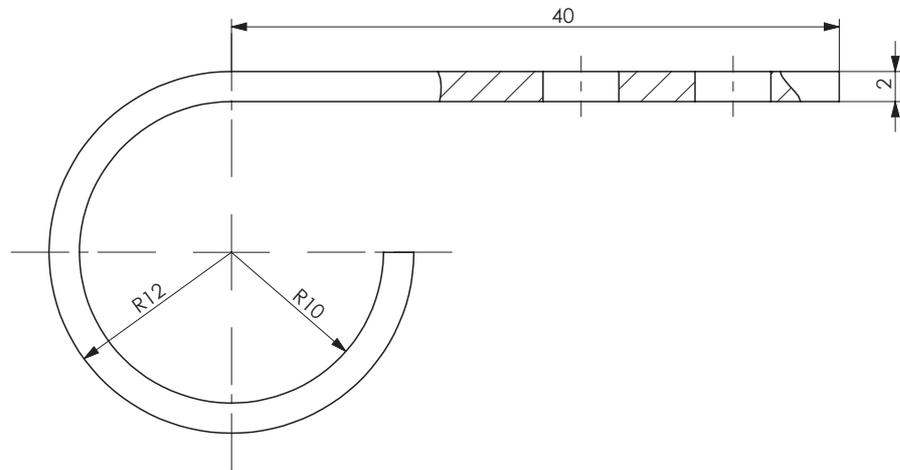
SECCIÓN A-A

Observaciones		Título: Plataforma - Pasador		Plano nº: 33	
				Hoja nº: 4 de 17	
Escala: 6:1	Un. dim. mm 	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

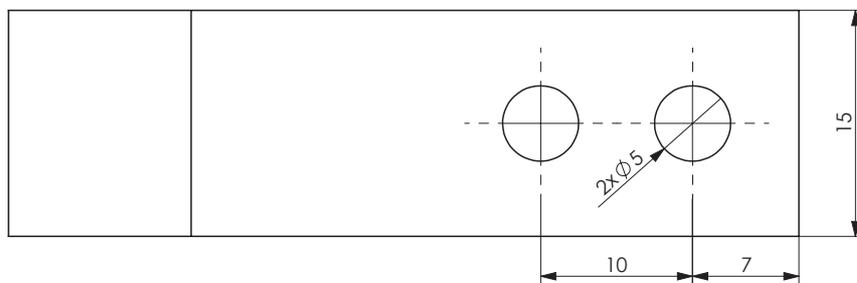
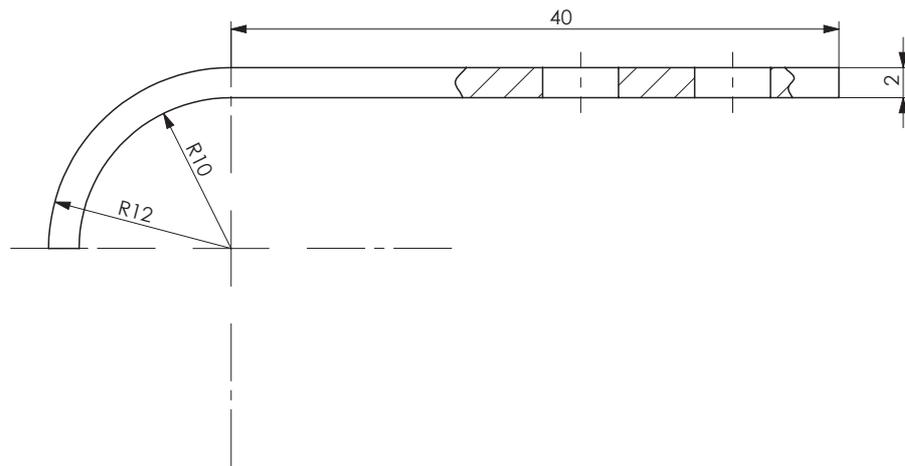


SECCIÓN B-B

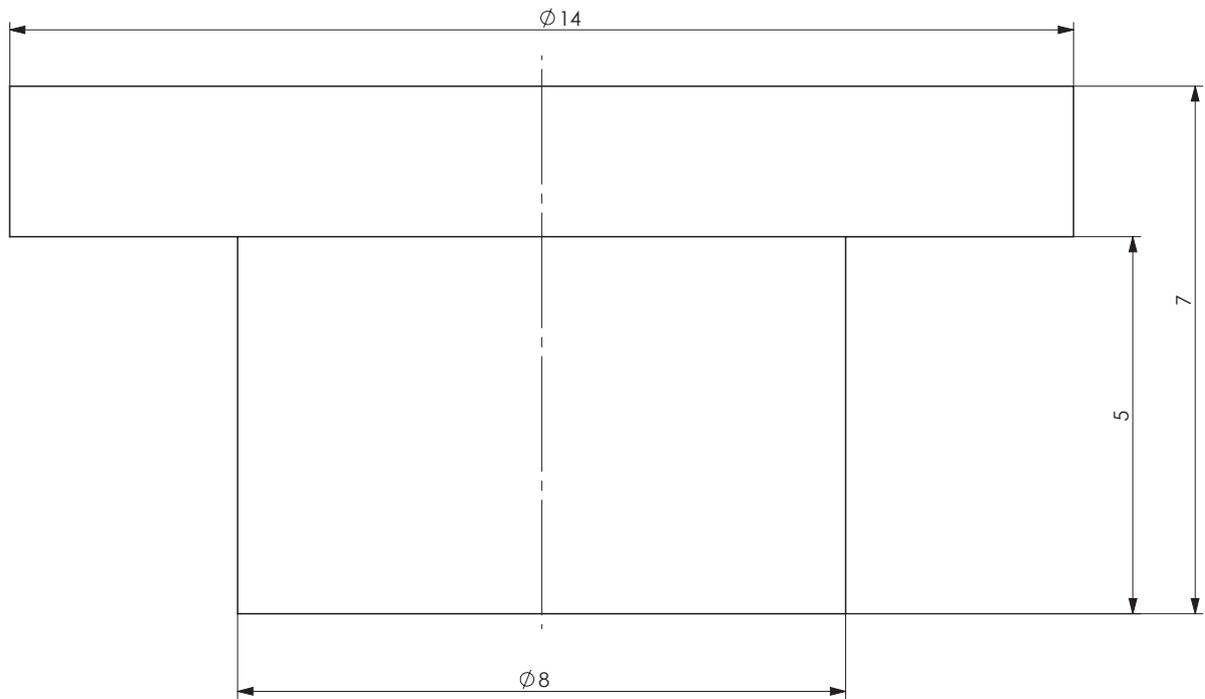
Observaciones		Título: Plataforma - Pieza de unión		Plano nº: 34	
				Hoja nº: 5 de 17	
Escala: 1:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

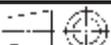


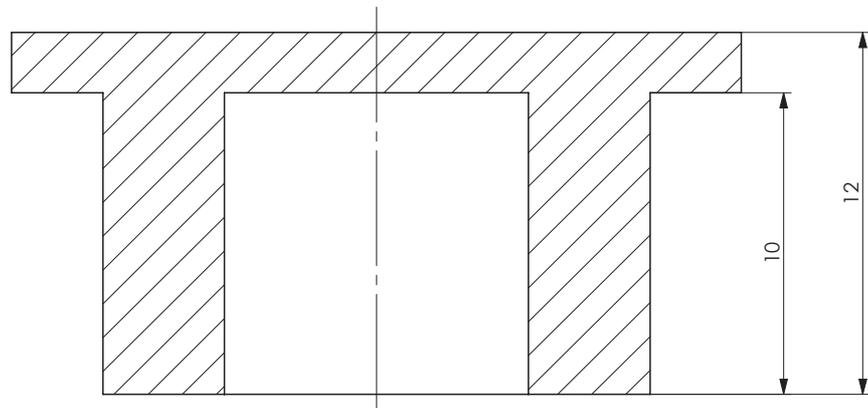
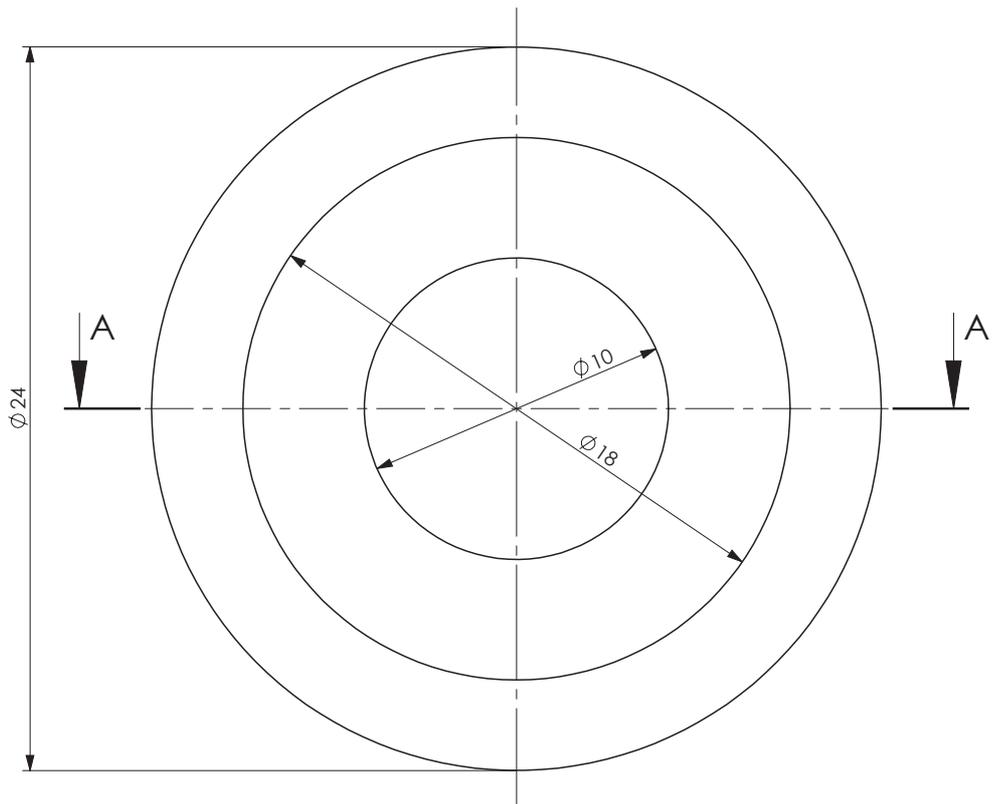
Observaciones		Título:		Plano nº: 36		
				Hoja nº:7 de17		
Escala: 2:1	Un. dim. mm 		ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
				Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



Observaciones		Título: Plataforma-Pletina 2		Plano nº: 37	
				Hoja nº: 8 de 17	
Escala: 2:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



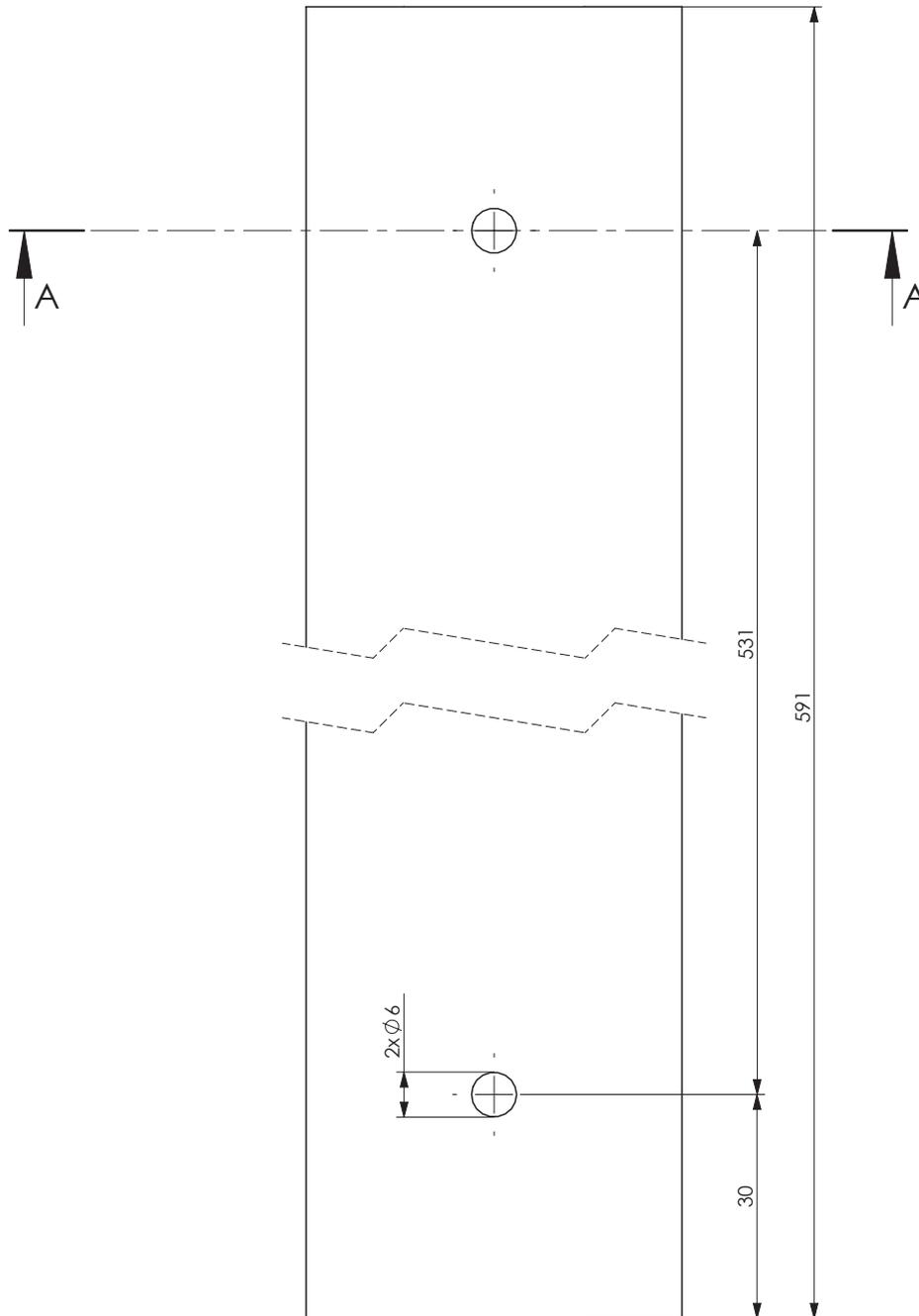
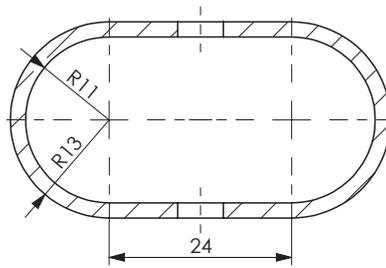
Observaciones		Título: Plataforma - Tapón del pasador		Plano nº: 38	
				Hoja nº: 9 de 17	
Escala: 10:1	Un. dim. mm 	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



SECCIÓN A-A

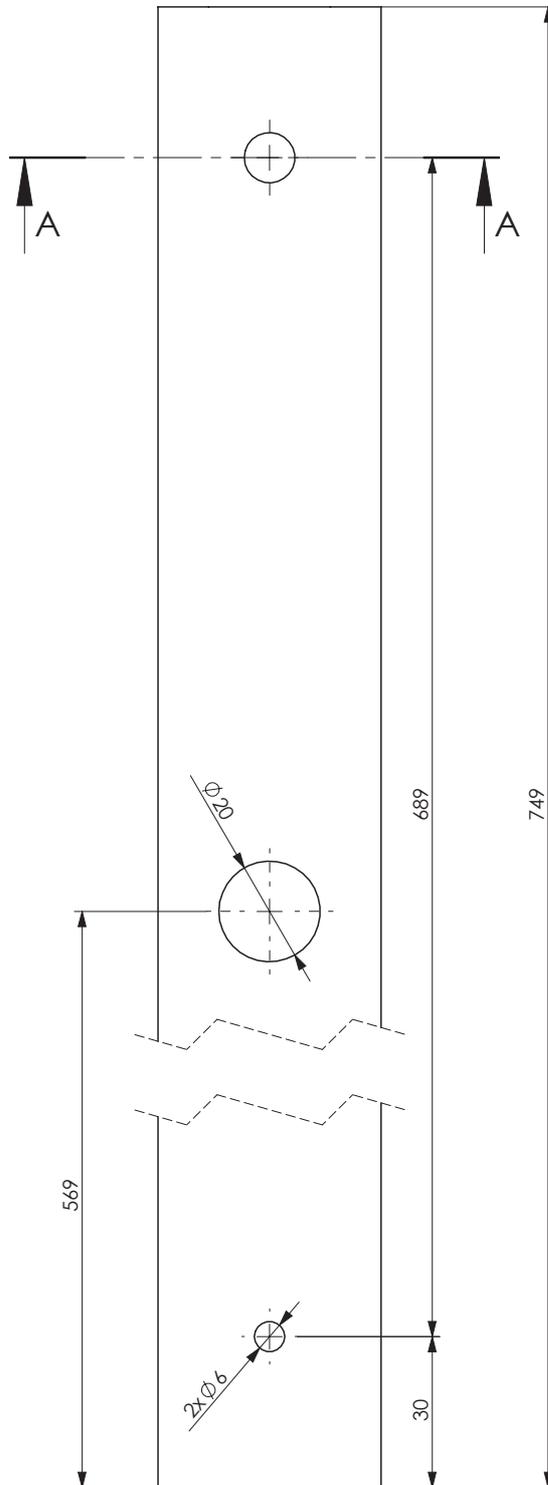
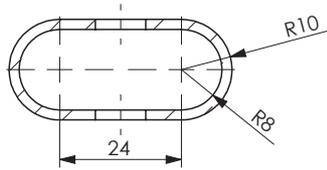
Observaciones		Título: Plataforma - Tope		Plano nº: 39
				Hoja nº: 10 de 17
Escala: 4:1	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015

SECCIÓN A-A



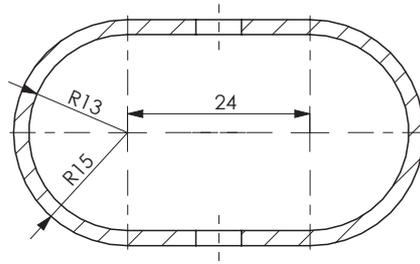
Observaciones		Título: Plataforma - tramo telescópico intermedio		Plano nº: 40	
				Hoja nº: 11 de 17	
Escala: 1:1	Un. dim. mm	ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

SECCIÓN A-A

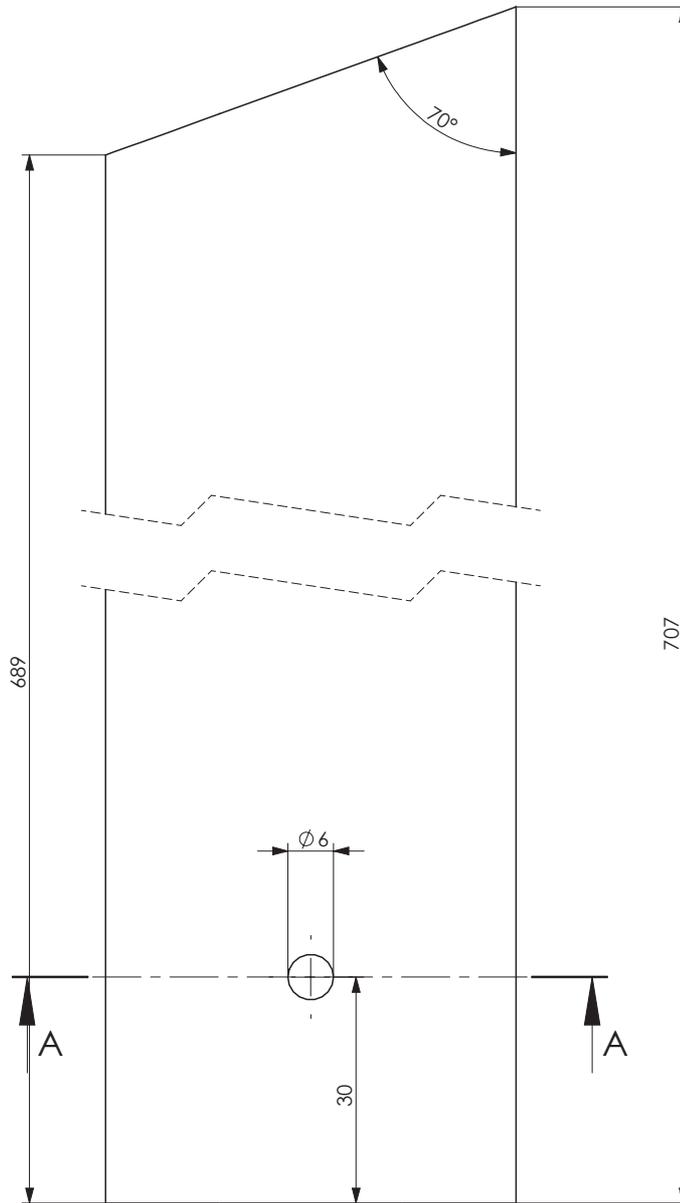


Todos los agujeros pasantes

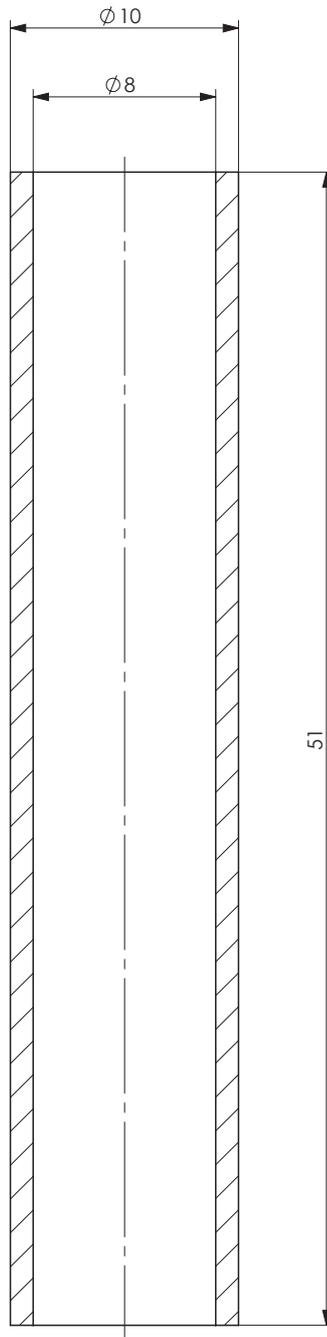
Observaciones		Título: Plataforma - Tramo telescópico estrecho		Plano nº: 41	
				Hoja nº: 12 de 17	
Escala: 1:1.5	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



SECCIÓN A-A

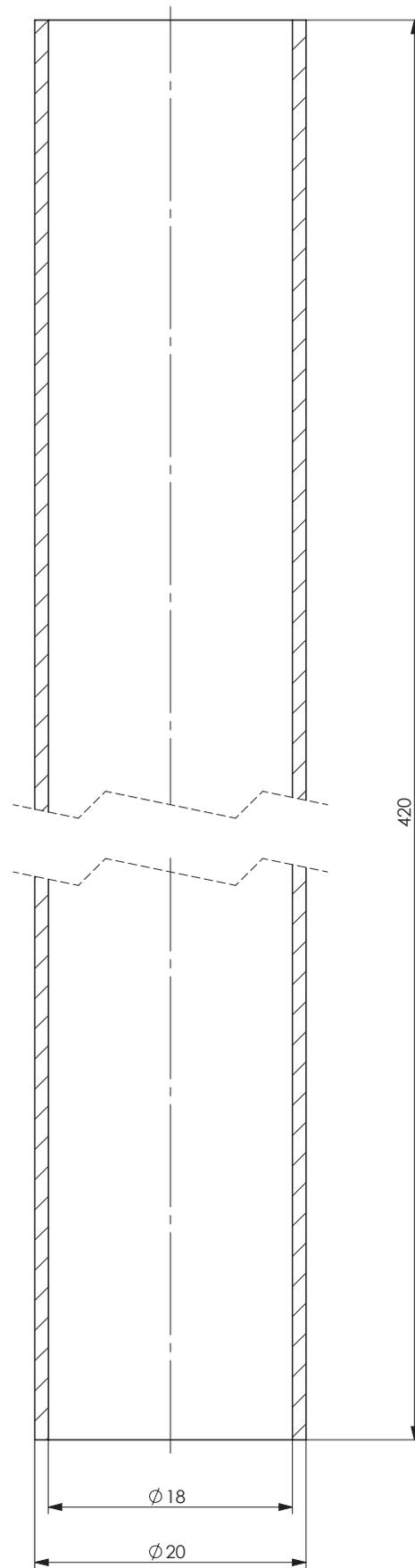


Observaciones		Título: Plataforma - tramo telescópico ancho		Plano nº: 42	
				Hoja nº:13de17	
Escala: 1:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

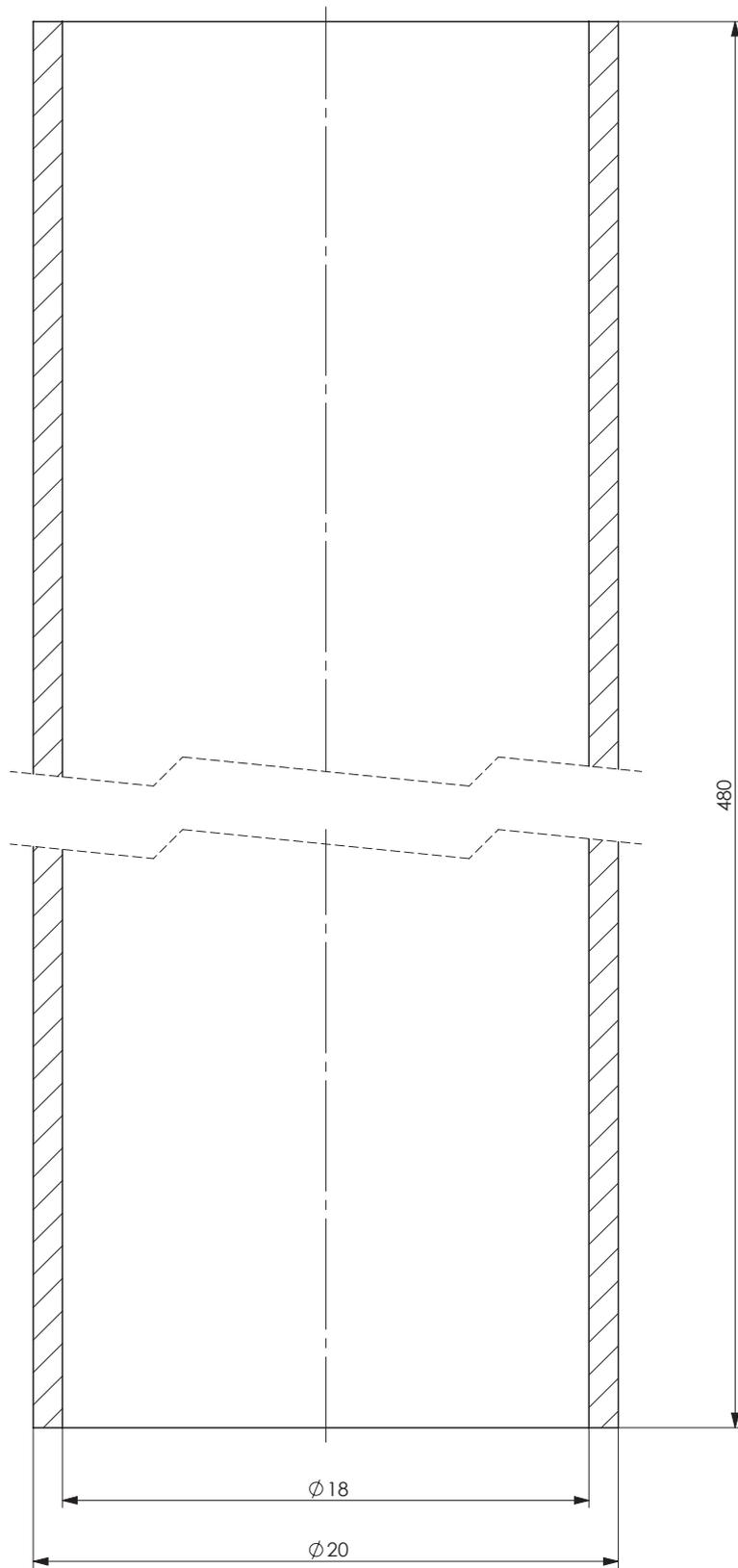


SECCIÓN A-A

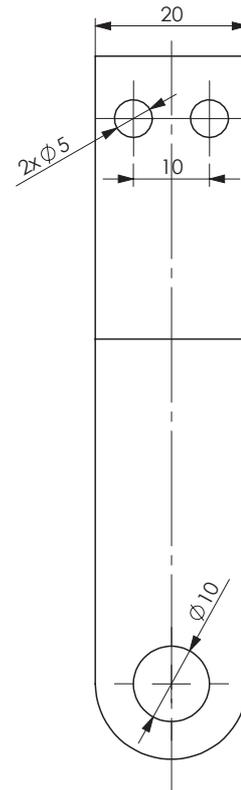
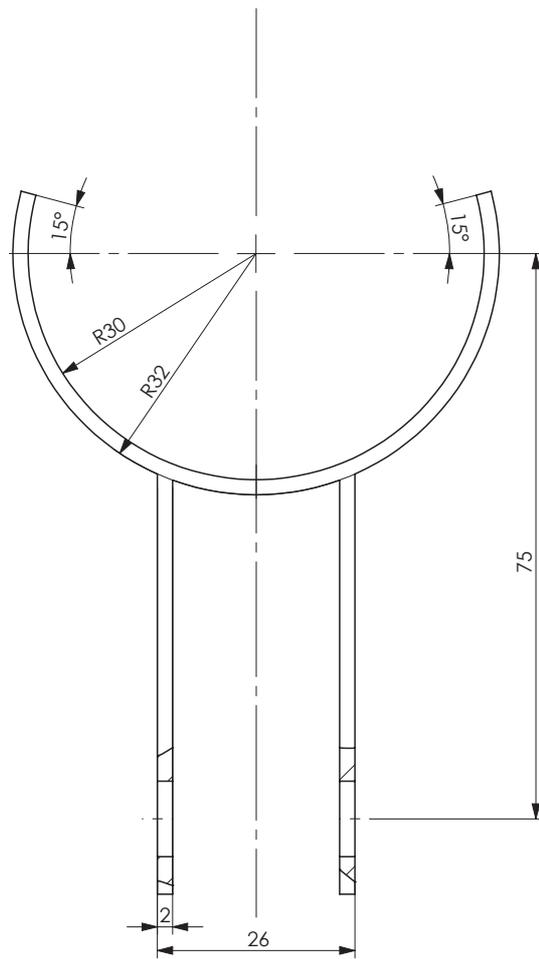
Observaciones		Título: Plataforma - Tubo plataforma-pieza de unión		Plano nº: 43
				Hoja nº: 14 de 17
Escala: 3:1	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina	Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez	Fecha: 03/11/2015



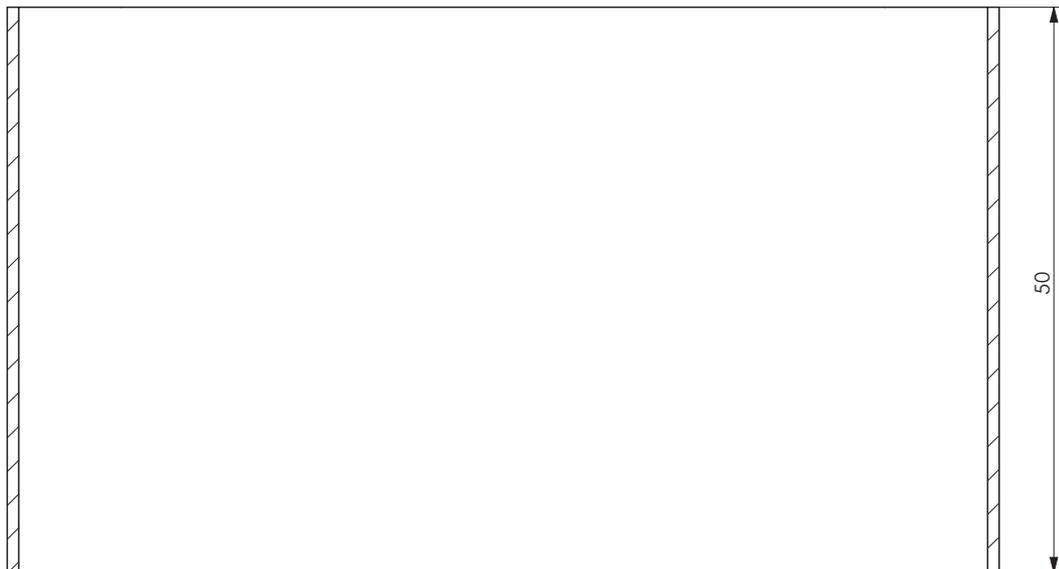
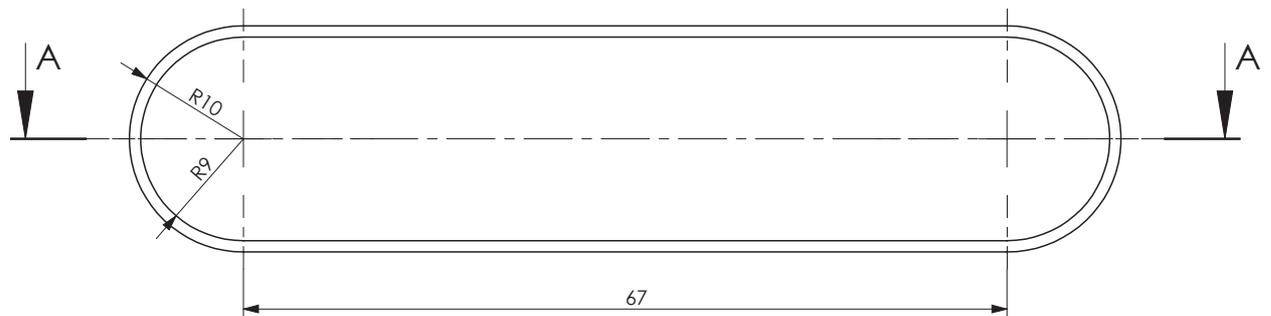
Observaciones		Título: Plataforma - tubo unión plataforma-largueros		Plano nº: 44	
				Hoja nº:15de17	
Escala: 2:1	Un. dim. mm 	ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



Observaciones		Título: Plataforma - Tubo de unión telescópicos		Plano nº: 45	
				Hoja nº: 16 de 17	
Escala: 4:1	Un. dim. mm	ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

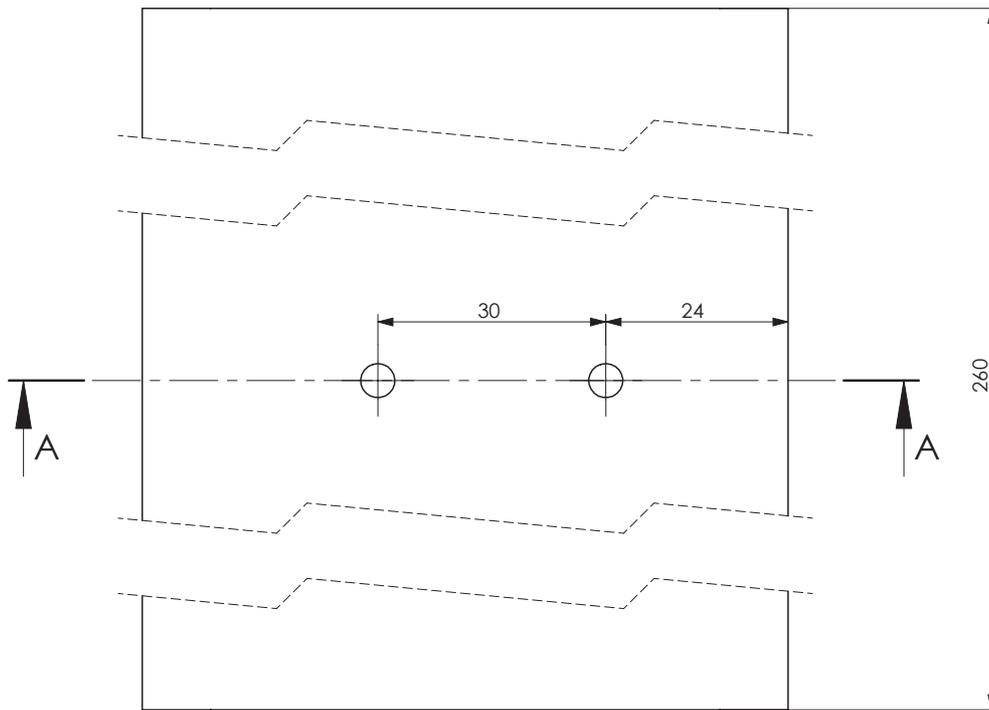
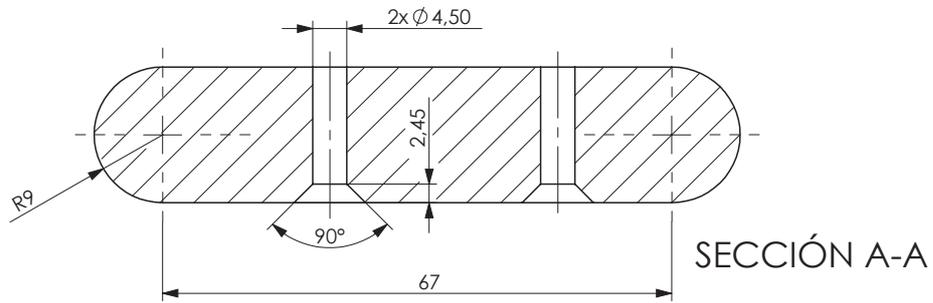


Observaciones		Título: Plataforma - Unión larguero-telescópico		Plano nº: 46	
				Hoja nº: 17 de 17	
Escala: 2:1	Un. dim. mm		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015

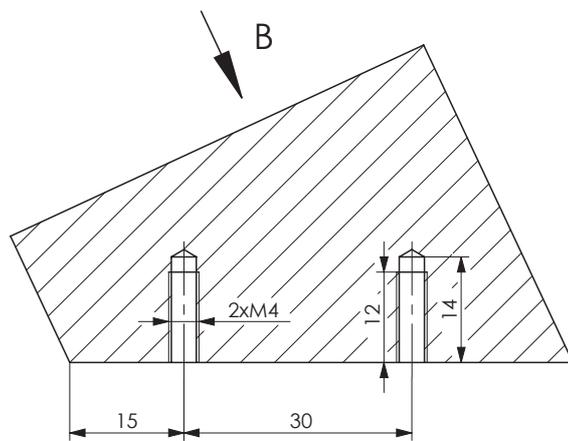
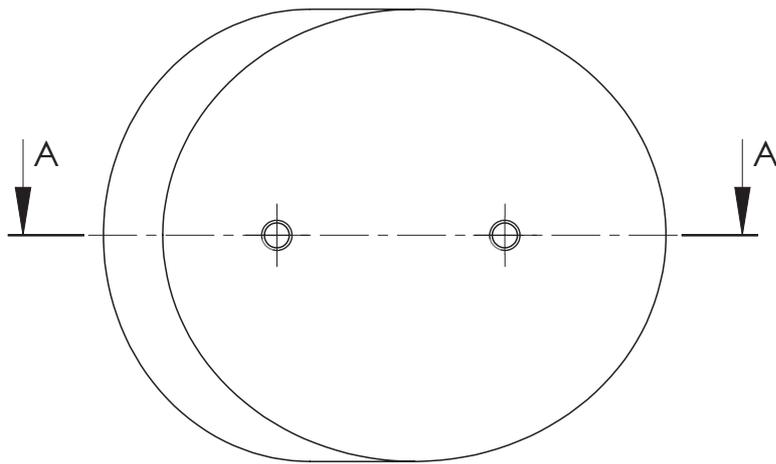


SECCIÓN A-A

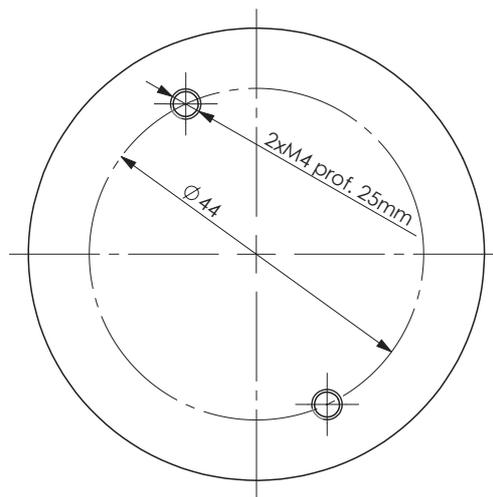
Observaciones		Título: Módulo apoyo tierra - antideslizante		Plano nº: 47	
				Hoja nº:1 de 3	
Escala: 1.5:1	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



Observaciones		Título: Módulo apoyo tierra - Base		Plano nº: 48	
				Hoja nº:2 de 3	
Escala: 1:1	Un. dim. mm 		Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



SECCIÓN A-A



VISTA B

Observaciones		Título: Módulo apoyo tierra - extensión larguero		Plano nº: 49	
				Hoja nº:3 de 3	
Escala: 1:1	Un. dim. mm	 ESTCE	Dirigido por: Alejandro Edo Mundina		Fecha: 26/10/2015
			Revisado por: M ^a Josefa Bellés Ibáñez		Fecha: 03/11/2015



Hook Up



**UNIVERSITAT
JAUME·I**