



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

CAMPUS D'ALCOI

Escalera de caracol multifuncional

MEMORIA PRESENTADA POR:

Ainhoa Belda Buades

GRADO DE INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO

Convocatoria de defensa: [Septiembre 2017]

RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Este proyecto de fin de grado nace con la necesidad de optimizar el espacio del mobiliario de las viviendas. Un elemento común en la gran mayoría son las escaleras. Por lo tanto, el trabajo consiste en una escalera de caracol multifuncional. Además de comunicar espacios a diferentes alturas, sus peldaños tienen la función de almacenaje. También tienen la peculiaridad de poder rotar sobre su propio eje para adecuarse a las necesidades de los usuarios. Por ello, se puede montar fácilmente para acceder a un nivel superior, colocar todos los peldaños en un lateral y conseguir una estantería lineal, o realiza un mix de ambas.

Escalera - almacenaje - rotación - multifuncional.

RESUMEN Y PARAULES CLAU

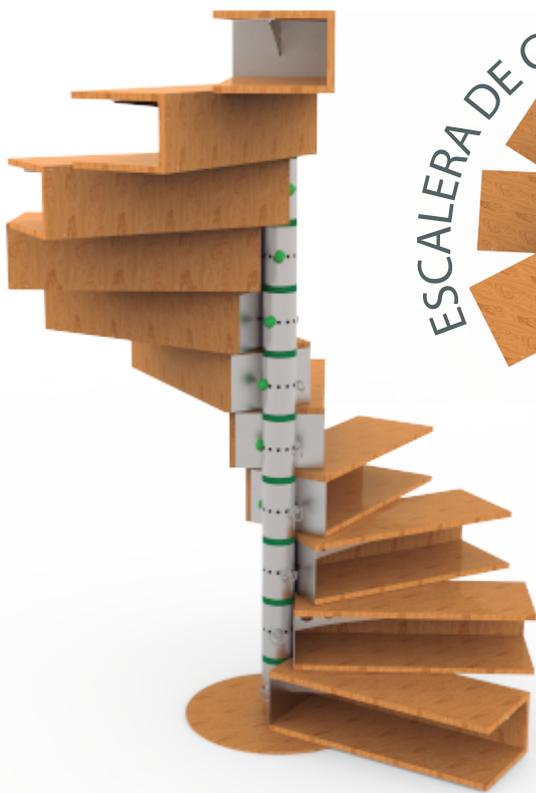
Aquest projecte de fi de grau naix amb la necessitat d'optimitzar l'espai del mobiliari de les vivendes. Un element comú en la gran majoria són les escales. Per tant, el treball consisteix en una escala de caragol multifuncional. A més de comunicar espais a diferents altures, els seus escalons tenen la funció de magatzematge. També tenen la peculiaritat de poder rotar sobre el seu propi eix per a adequar-se a les necessitats dels usuaris. Per això, es pot muntar fàcilment per a accedir a un nivell superior, col·locar tots els escalons en un lateral i aconseguir una estanteria lineal, o realitza un mix d'ambdós.

Escala - magatzematge - rotació - multifuncional.

SUMMARY AND KEY WORDS

This project of end of degree is born with the need to optimize the space of the furniture of the housings. A common element in the great majority they are the stairs. Therefore, the work consists of a stairs of multifunctional snail. Beside communicating spaces to different heights, his steps have the function of storage. Also they have the peculiarity of being able to rotate on his own axis to be adapted to the needs of the users. For it, it is possible to mount easily to accede to a top level, place all the steps in a wings and obtain a linear rack, or realizes a mix of both.

Stairs - storage - rotation - multifunctional.



AINHOA BELDA BUADES SEPTIEMBRE 2017

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA CAMPUS D'ALCOI

GRADO EN INGENIERIA EN DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO
DE PRODUCTOS

ESCALERA DE CARACOL

MULTIFUNCIONAL



ESTE PROYECTO DE FIN DE GRADO NACE CON LA NECESIDAD DE OPTIMIZAR EL ESPACIO EN LAS VIVIENDAS. CONSISTE EN UNA ESCALERA DE CARACOL MULTIFUNCIONAL. ADEMÁS DE COMUNICAR ESPACIOS A DIFERENTES ALTURAS, SUS PELDAÑOS TIENEN LA FUNCIÓN DE ALMACENAJE. TAMBIÉN TIENEN LA PECULIARIDAD DE PODER ROTAR SOBRE SU PROPIO EJE PARA ADECUARSE A LAS NECESIDADES DE LOS USUARIOS. POR ELLO, SE PUEDE MONTAR FÁCILMENTE PARA ACCEDER A UN NIVEL SUPERIOR, COLOCAR TODOS LOS PELDAÑOS EN UN LATERAL Y CONSEGUIR UNA ESTANTERÍA LINEAL, O REALIZA UN MIX DE AMBAS.

ÍNDICE

<u>1</u>	<u>MEMORIA</u>	<u>1</u>
1.1	OBJETO Y JUSTIFICACIÓN	1
1.2	ANTECEDENTES	2
1.3	NORMAS Y REFERENCIAS	2
1.4	DEFINICIONES Y ABREVIATURAS	4
1.5	REQUISITOS DE DISEÑO	5
1.6	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	11
1.7	RESULTADOS FINALES	15
1.8	PROTOTIPADO	41
1.9	CONCLUSIONES	43
<u>2</u>	<u>ANEXOS</u>	<u>45</u>
2.1	ANEXO 1 - ESTUDIO DE MERCADO	45
2.2	ANEXO 2 - ELECCIÓN DE MATERIALES Y ACABADO SUPERFICIAL	54
2.3	ANEXO 3 - TABLA DE VALORACIÓN DE FUNCIONES	55
2.4	ANEXO 4 - ESQUEMA DE DESMONTAJE	58
2.5	ANEXO 5 - DIAGRAMA SISTEMÁTICO	59
2.6	ANEXO 6 - ELEMENTOS	60
<u>3</u>	<u>PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS</u>	<u>65</u>
<u>4</u>	<u>PRESUPUESTO Y MEDICIONES</u>	<u>79</u>
<u>5</u>	<u>PLANOS</u>	<u>85</u>
5.1	PLANOS DE DEFINICIÓN	85
<u>6</u>	<u>ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS</u>	<u>87</u>
6.1	ÍNDICE DE FIGURAS	87
6.2	ÍNDICE DE TABLAS	89

1 MEMORIA

1.1 OBJETO Y JUSTIFICACIÓN

En los últimos años, la mayoría de los diseños o rediseños que se han realizado tienen la finalidad de optimizar el espacio. Un claro ejemplo de ello es el mobiliario doméstico, en especial las escaleras. Últimamente se han observado en el mercado nuevos diseños de escaleras que tienen una doble función; sobre todo la de almacenaje. Pero todos estos productos tienen una cualidad en común: son muy estáticos. Este proyecto está diseñado bajo un enfoque pragmático y de movimiento, para otorgar una mayor libertad de uso a los usuarios.

El producto diseñado es una *escalera de caracol multifuncional*. Desde un punto de vista práctico busca otorgar más usos a una escalera de caracol tradicional, aprovechando así el volumen que ocupa en el espacio. Además de comunicar espacios a diferentes alturas, sus peldaños tienen la función de almacenaje y pueden variar su posición (rotando sobre su propio eje) para adecuarse a las necesidades del usuario. De esta manera se pueden rotar todos los peldaños a un lado formando así una estantería vertical, colocar los escalones para formar la escalera completa o realizar un mix de las dos opciones anteriores.

En el presente proyecto se presenta el *Diseño Conceptual*, proceso en el diseño en el que se generan conceptos con vistas a cumplir los objetivos. El concepto consiste en diseñar una escalera de caracol multifuncional, en la que los peldaños tienen la función de almacenaje que a su vez pueden rotar sobre su propio eje. La finalidad u objetivo que tiene este diseño, es optimizar el volumen que ocupa una escalera en el espacio, otorgándole un segundo uso. En esta etapa se parte de varios diseños, de los cuales se elige uno que es el que más se adapta a las necesidades y a los requisitos. Para ello se realiza un estudio de viabilidad.

También se presenta el *Diseño Preliminar*, proceso en el que se generan las primeras soluciones partiendo de los requisitos especificados. El *Diseño Preliminar* consta de tres etapas. En primer lugar, el planteamiento del problema (análisis), el cual consta de la selección del concepto del proyecto (Valor Técnico Ponderado) y del análisis dimensional (dimensiones mínimas). A continuación, la búsqueda de soluciones (síntesis), donde se conforma el dimensionado previo, cuyo objetivo es normalizar dimensiones para ser compatibles con elementos existentes y futuros. Se establece el orden de dimensionado (grafo sistémico), las cotas funcionales y los planos de definición (conjunto, subconjunto y elementos). Por último, el análisis de soluciones (evaluación), donde se procede a la construcción del prototipo, el análisis físico y el ajuste de la solución. Se obtiene como resultado una solución definida.

Finalmente, el *Diseño Detallado*, proceso en el que se especifican la forma, la dimensión y las tolerancias precisas, se confirma la selección de materiales y se considera el método de fabricación para cada parte individual de producto. Se elabora el proyecto de construcción (modelos geométricos, planos de conjunto, lista de artículos, especificaciones, cálculos, diagramas...).

1.2 ANTECEDENTES

Para la elaboración del presente proyecto se parte solamente de las características propuestas. No existe ningún estudio previo realizado.

1.3 NORMAS Y REFERENCIAS

El siguiente listado de normas es imprescindible para la comprensión del proyecto.

- UNE EN: 16481:2014. Escaleras de madera. Diseño estructural. Métodos de cálculo.
- UNE EN: 14076:2014. Escaleras de madera. Terminología.
- UNE EN: 131-1:2016. Escaleras parte 1. Terminología, tipos y dimensiones funcionales.
- UNE EN:131-2:2010+A1 2012: Escaleras parte 2. Requisitos, ensayos y marcado.
- UNE EN 1564:2010. Escaleras prefabricadas de madera maciza de concepción tradicional. Especificaciones y requisitos.
- UNE EN1991-1-1 Acciones en estructuras. Pesos específicos, pesos propios y sobrecargas de uso en edificios.
- NTP 404: Escaleras fijas. Clasificación y seguridad.

PROGRAMAS INFORMÁTICOS

Para el desarrollo del presente proyecto se han utilizado distintos programas. Programas de modelado 3D como solidworks y keyshot. Para el diseño vectorial Illustrator.

BIBLIOGRAFÍA

<<http://www.archiproducts.com/es/productos/18481/pixima-escalera-de-caracol-cuadrada-en-acero-y-madera-en-kit-pixima-cube-fontanot-albini-fontanot.html>>

[Consultado el 14-2-2017]

<<http://abitaredecoracionblog.com/escaleras/>> [Consultado el 14-02-2017]

<<http://www.flinsa.com/es>> [Consultado el 16-02-2017]

<<https://www.incafe2000.com/Esp/p/tubo-redondo-acero-inoxidable>> [Consultado el 20-3-2017]

<<http://www.imh.eus/es/comunicacion/dokumentazio-irekia/manuales/proyecto-medicion-tridimensional-en-fabricacion-mecanica-con-equipos-portables/tolerancias-dimensionales>> [Consultado el 9-04-2017]

<<http://mizuage.es/uniones-acero-madera/>> [Consultado el 11-04-2017]

<<https://www.pegamento.org/metales/>> [Consultado el 11-04-2017]

<<https://www.pegamento.org/epoxi/>> [Consultado el 11-04-2017]

<<http://www.jnaceros.com.pe/blog/acero-laminado-en-caliente-acero-laminado-frio/>> [Consultado el 15-04-2017]

<<https://www.autoperforantestel.com/index.php/informacion-tecnica/fijacion-de-maderas-a-metal/>> [Consultado el 14-04-2017]

<<https://www.autoperforantestel.com/index.php/catalogo/tel-alas/>> [Consultado el 14-04-2017]

<<http://www.cofan.es/es/referencias/667/pasadores-de-aleta-din-94/>> [Consultado el 15-04-2017]

<http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_404.pdf> [Consultado el 15-04-2017]

<<http://normadera.tkknika.net/es/content/ficha/haya>> [Consultado el 15-04-2017]

<<https://salassl.es/junta-plastico-plana/junta-ptfe-plana/gmx-niv61-con106.htm>> [Consultado el 21-04-2017]

<<http://www.woodworkweb.com/woodwork-topics/wood/146-wood-strengths.html>
limite elástico> [Consultado el 21-04-2017]

<http://www.wdscomponents.es/product/3110/pasadores-de-seguridad-de-desbloqueo-rapido-con-anilla-de-traccion-wds-955/?sku=41804&gclid=CjwKEAjwpcdnJBRC4hcTFtc6fwEkSJABwupNiBojhMfGAQzB8avTeHjoVDfx0HBHKJkP3n_lLiRmtDxoCOhDw_wcB> [Consultado el 7-05-2017]

<<http://www.pulltexwt.com/tapones/tapon-cava-silicona/#burgundy-450403>> [Consultado el 7-05-2017]

<<https://www.troteclaser.com/es/aplicaciones/madera/>> [Consultado el 11-05-2017]

<<http://www.polifluor.com/>> [Consultado el 11-05-2017]

<<http://ferreteria.vilainox.com/plancha-chapa-inox-304-.html>> [Consultado el 13-05-2017]

<<http://bricoinox.com/22-tuberia>> [Consultado el 13-05-2017]

1.4 DEFINICIONES Y ABREVIATURAS

- Escalera helicoidal: Escalera que gira alrededor de una columna central.
- Contrahuella abierta: Espacio vertical sin cierre entre dos peldaños sucesivos.
- Huella: Es el ancho del escalón, medido en planta, entre dos contrahuellas sucesivas.
- Pasamanos de muro: Elemento que provee apoyo y agarre a los usuarios de una escalera fijado a un muro.
- Placa de base: Elemento constructivo del poste central que se fija al suelo.
- Columna central: Elemento estructural vertical de una escalera helicoidal.
- Tramo de escalera: Sucesión ininterrumpida de peldaños entre dos rellanos.

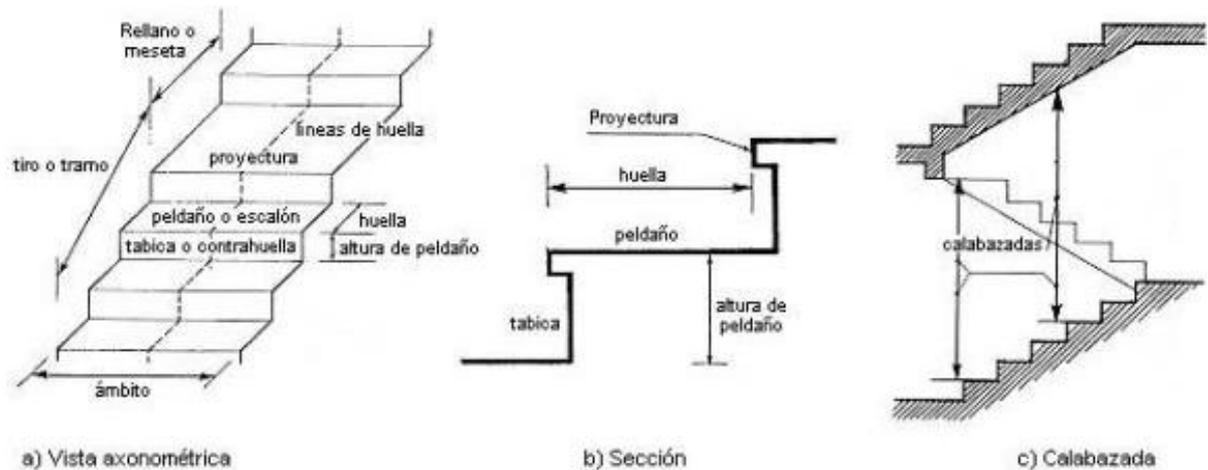


Figura 1. Esquema de definiciones.

1.5 REQUISITOS DE DISEÑO

1.5.1 DESCRIPCIÓN DE LAS NECESIDADES

Se desea que el diseño de la escalera de caracol multifuncional cumpla con las siguientes necesidades:

- Estética
 - Innovador.
 - Mínimos elementos.
 - Buen nivel decorativo.
 - Ofrecer una sensación de calidez.

- Dimensiones
 - Se puede variar la altura de la escalera, añadiendo o quitando peldaños. De esta manera se adecúa a la medida existente entre alturas de diferentes viviendas.
 - De la misma manera puede variar el largo del peldaño, según la preferencia del consumidor.

- Materiales
 - Los materiales elegidos deben cumplir con los requisitos de cálculo estructural , con el mínimo peso posible y cierto acabado estético.

- Usabilidad
 - El uso de la escalera debe ser seguro.
 - El mecanismo de giro de los peldaños debe ser suave y con un agarre firme.
 - Debe poder utilizarse sin problemas después de cierto tiempo sin hacerlo.

- Mantenimiento
 - Fácil limpieza.
 - No precisa de productos lubricantes facilitar el giro de los peldaños sobre el eje.
 - Cada cierto tiempo se deben barnizar los elementos de madera.

- Funcionalidades
 - Almacenaje.
 - Comunicar espacios a diferentes alturas.
 - Elemento decorativo.

1.5.2 FUNCIONES DEL PRODUCTO

En el presente apartado se van a exponer las necesidades que presenta la escalera de caracol multifuncional. La función consiste en la formulación del producto a partir de la necesidad, que es la insatisfacción que motiva la creación de un producto.

Las funciones se dividen en dos principales: funciones de uso y funciones estéticas, que a su vez se subdividen en varios tipos, tal como se muestra en el siguiente esquema.



Según las clasificaciones del esquema se van a dividir las funciones que debe cumplir, en mayor o menor medida, el diseño de escalera de caracol multifuncional.

❖ FUNCIONES DE USO

- Funciones principales:
 - Ser utilizable como escalera.
 - Ser utilizable como lugar de almacenaje.
 - Poder variar la posición de los peldaños.

- Funciones complementarias de uso o servicio:
 - *Funciones derivadas del uso.*
 - Ser fácil de variar la posición de los peldaños.
 - Fácil acceso a la zona de almacenaje.
 - Fácil limpieza.

- *Funciones de productos análogos.*
 - Utilizar el volumen del peldaño para crear un lugar de almacenaje.
- *Otras funciones complementarias de uso.*
Como función innovadora;
 - Permitir la rotación de los peldaños.
- Funciones restrictivas o exigencias:
 - Funciones de seguridad en el uso:
 - Cumplir normativa que dicta el documento Escaleras en el CTE (Código técnico de la edificación).
 - Los peldaños resisten el peso de los objetos que se almacenan en él y el de la persona que hace uso de la escalera.
 - Funciones de garantía de uso:
 - Durabilidad: 20 años.
 - Fiabilidad: No se permite ninguna tasa de fallo en los elementos.
 - Disponibilidad (Poder utilizarse tras un periodo sin uso): No se disponen de gomas, grasas...
 - Funciones reductoras de impactos negativos:
 - Evitar ruidos molestos con la rotación de los peldaños.
 - Resistir a los rayos UV. Si el usuario decide situar la escalera en un lugar donde alcanzan los rayos de sol, el producto debe resistir a la acción de los rayos UV.
 - Resistir a la brisa marina. Si el usuario tiene la residencia donde va a situar el producto cerca del mar, por lo que el producto estará expuesto a la brisa marina, deberá resistir los efectos negativos de la misma.
 - Resistir a los productos de limpieza. Para realizar la limpieza se deberá utilizar productos específicos destinados a la limpieza de los materiales que la componen.
 - Resistir a la acción de termitas. La madera debe ser tratada para evitar la acción de las termitas sobre ella.
 - Resistir a la oxidación. Para ello se han escogidos materiales que no son sensibles a la oxidación.
 - Funciones industriales y comerciales:
 - Para la fabricación:
 - Utilizar el mayor número de elementos normalizados.
 - Utilizar la menor diversidad de elementos distintos.
 - Poderse fabricar en las instalaciones del productor.

- Para el ensamblaje:
 - Poderse ensamblar con el menor número de herramientas y útiles distintos.
- Para la retirada:
 - Tener la mayor cantidad de elementos reciclables.

❖ FUNCIONES DE ESTÉTICAS

- Funciones emocionales:
 - Transmitir seguridad. Ya que es un elemento que salva la distancia entre diferentes alturas, debe dar la sensación al usuario de que el uso de la escalera es seguro, para ello es necesario el uso de una barandilla que se encontrará anclada a la pared.
 - Transmitir calidez. Al ser un elemento que ocupa un volumen considerable dentro del espacio de vivienda, deber transmitir la sensación de calidez. Esta calidez la otorga la elección de la madera de haya para formar el peldaño.
- Funciones simbólicas:
 - Representar un estilo moderno. La propia estética y el novedoso mecanismo de giro de peldaños es lo que otorga al producto un estilo moderno.

1.5.2 FUNCIONES DEL PRODUCTO

El pliego de condiciones funcionales de uso está formado por la siguiente tabla.

Tabla 1: Tabla de condiciones funcionales de uso para la escalera de caracol multifuncional.

PLIEGO DE CONDICIONES FUNCIONALES DE USO PARA "ESCALERA DE CARACOL MULTIFUNCIONAL"							
FUNCIONES		CARÁCTERISTICAS DE LAS FUNCIONES					
Nº ORDEN	DESIGNACIÓN	CRITERIO	NIVEL	FLEXIBILIDAD		Vi	
				RESTRICCIÓN	F		
1. FUNCIONES PRINCIPALES							
1.1	Ser utilizable como escalera	Uso	-	-	1	5	
1.2	Ser utilizable como lugar de almacenaje	Uso	-	-	-	5	
1.3	Poder variar la posición de los peldaños como desee el usuario	Uso	-	-	-	5	
2. FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO O SERVICIO							
2.1 FUNCIONES DERIVADAS DEL USO							

2.1.1	Ser fácil de variar la posición de los peldaños	Accesibilidad Utilización de herramientas habituales	-	-	-	4U
2.1.2	Tener fácil acceso a la zona de almacenaje	Accesibilidad Utilización de herramientas habituales	-	-	-	5
2.1.3	Ser de fácil limpieza	Accesibilidad Utilización de herramientas habituales	-	-	-	4
2.2 FUNCIONES DE PRODUCTOS ANÁLOGOS						
2.2.1	Utilizar el volumen del peldaño para crear un lugar de almacenaje.	volumen	m³	-	-	5
2.3 OTRAS FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO						
2.3.1	Permitir la rotación de los peldaños sobre el eje	-	--	-	-	5
3. FUNCIONES RESTRICTIVAS O EXIGENCIAS						
3.1 FUNCIONES DE SEGURIDAD EN EL USO						
3.1.1	Cumplir la normativa correspondiente a la seguridad.					5
3.1.2	Resistir el peso	peso	kg			5
3.2	FUNCIONES DE GARANTÍA DE USO					
3.2.1	Ser durable	Tiempo	20 años	+ - 5 años		4
3.2.2	Ser fiable					5
3.2.3	Poder utilizarse tras un período sin hacerlo					4
3.3 FUNCIONES REDUCTORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS						
3.3.1	Evitar ruidos molestos con la rotación de los peldaños					2
3.3.2	Resistir a los rayos UV					4
3.3.3	Resistir a la brisa marina					4
3.3.4	Resistir a los productos de limpieza					4
3.3.5	Resistir a la acción de las termitas					4
3.3.6	Resistir a la oxidación					4
3.4 FUNCIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES						
3.4.1 Funciones industriales y comerciales para la fabricación						
3.4.1.1	Utilizar el mayor número de					3

	elementos normalizados					
3.4.1.2	Utilizar la menor diversidad de elementos distintos.					3
3.4.1.3	Poderse fabricar en las instalaciones del productor.					4
3.4.2 Funciones industriales y comerciales para el ensamblaje						
3.4.2.1	Poderse ensamblar con el menor número de herramientas y útiles distintos					3
3.4.3 Funciones industriales y comerciales para la retirada						
3.4.3.1	Tener la mayor cantidad de elementos reciclables					4

El pliego de condiciones funcionales estéticas está formado por la siguiente tabla.

Tabla 2: Tabla de condiciones estéticas para la escalera de caracol multifuncional.

PLIEGO DE CONDICIONES ESTÉTICAS PARA "ESCALERA DE CARACOL MULTIFUNCIONAL"						
FUNCIONES		CARÁCTERISTICAS DE LAS FUNCIONES				
Nº ORDEN	DESIGNACIÓN	CRITERIO	NIVEL	FLEXIBILIDAD		Vi
				RESTRICCIÓN	F	
1. FUNCIONES EMOCIONALES						
1.1	Transmitir seguridad	Barandilla				5
1.2	Transmitir calidez	Material				3
2. FUNCIONES SIMBÓLICAS						
2.1	Representar un estilo moderno	Color y forma				3

1.6 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

En este punto se enumerarán todos aquellos aspectos necesarios para la comprensión de las alternativas estudiadas y la solución final adoptada.

El diseño de los peldaños partió de los de una escalera de caracol tradicional extruyéndolos una distancia de 20 centímetros (que corresponde a la distancia que marca la normativa que debe tener la contrahuella). Este primer diseño (peldaño 1) muestra varios inconvenientes. Para empezar la base es triangular, por lo que la libertad de colocar objetos sobre ella es muy restringida. Por lo tanto si se decide dar el uso de librería, en la zona más próxima al eje central, no se podrían colocar libros ya que la mayor parte del volumen de estos sobresaldría por el lado opuesto, facilitando su caída por la inestabilidad y empeorando la estética del conjunto final.

Por otra parte, esta morfología no es la adecuada bajo los criterios de estabilidad y resistencia a los que se enfrenta una escalera. Ya que el peldaño debe soportar el peso de la persona que utilice la escalera y además el peso de lo que se coloque sobre el mismo.

Por todo ello, se realizó un segundo diseño (peldaño 2), en el que se ofrece una solución a los problemas anteriores. Tiene un perfil con forma de C cuadrada extruida y cerrada por una pieza rectangular que une el peldaño con el soporte del mismo al alma de la escalera, tal como se aprecia en la imagen. Al tener una base regular y recta, mejora la función de almacenamiento del peldaño, ya que si se colocan libros todos estarán en una posición parecida, mejorando la estética y la resistencia. Esta morfología también se adapta mucho mejor a los requisitos necesarios para una buena estabilidad y resistencia.

PELDAÑO 1

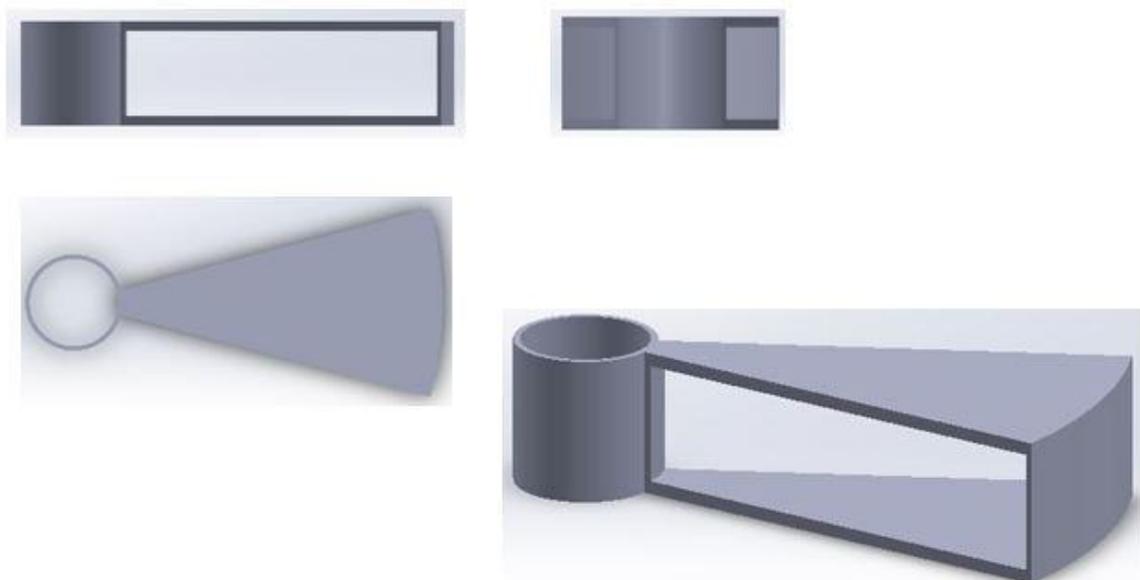


Figura 2. Vistas peldaño 1.

PELDAÑO 2

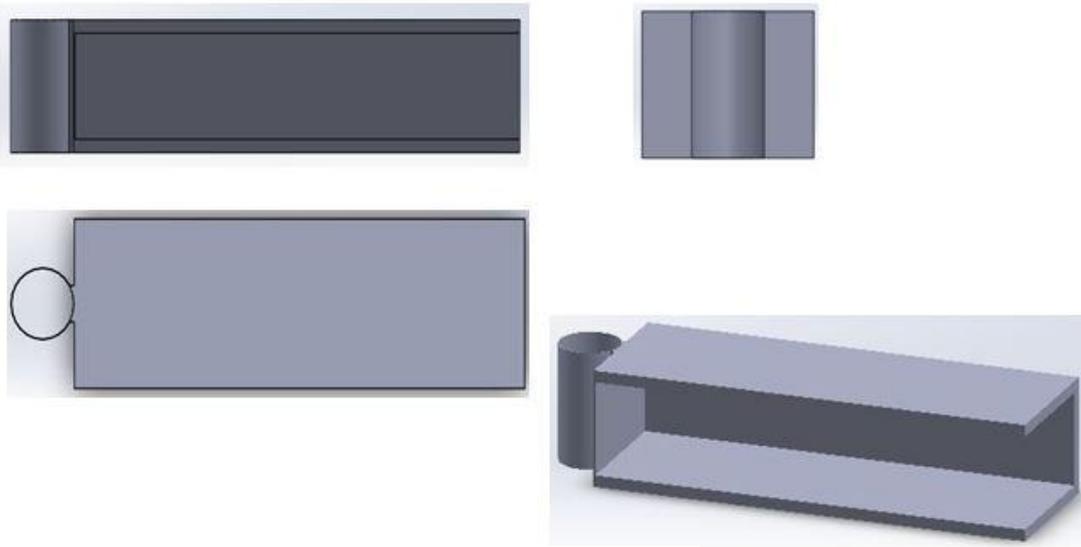


Figura 3. Vistas peldaño 2.

Para continuar, uno de los puntos más conflictivos para el desarrollo del producto fue el mecanismo que permitiera el giro del peldaño. Este mecanismo debía cumplir dos requisitos indispensables. El primero era que debía permitir el giro de una manera fácil para el usuario, de esta manera poder colocar el peldaño en la posición que desee sin ejercer sobre él una fuerza elevada. El segundo es que el peldaño una vez colocado en la posición final se debe quedar bien anclado para que el uso de la escalera sea completamente seguro.

El primer mecanismo que se diseñó estaba formado por dos elementos (hembra y macho). El elemento hembra se encuentra en el alma de la escalera, y el elemento macho está anclado al soporte del escalón. Este mecanismo presenta ventajas y desventajas. Como ventaja, una vez encajado el peldaño en la posición deseada se mantiene completamente inmóvil para su uso adecuado. Debido a la forma de ambos elementos se produce un agarre muy bueno, que reduce la concentración de tensiones en ciertos puntos desfavorables. La desventaja que presenta es que para cambiar el peldaño de una posición a otra el usuario debería alzar el peldaño a pulso para desplazarlo a la posición deseada. Por esta razón se descartó este mecanismo de anclaje, ya que si el usuario utiliza el espacio de almacenaje del peldaño para colocar libros pesaría demasiado y se dificultaría el cambio de posición.

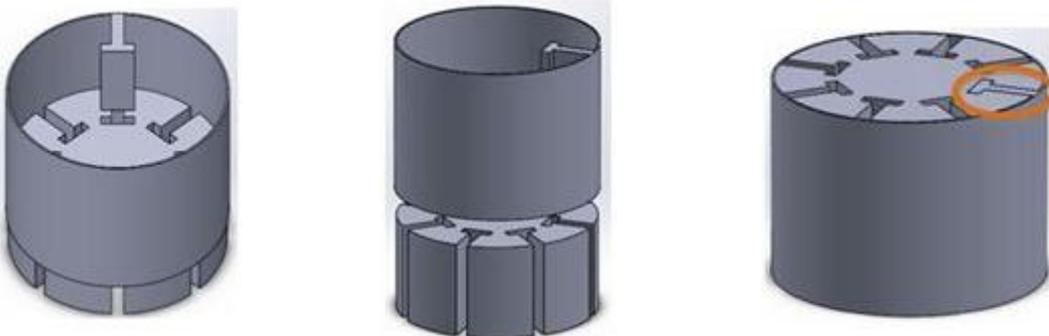


Figura 4. Vistas mecanismo 1.

El segundo mecanismo que se diseñó consta también de dos elementos. Uno de ellos se encuentra en el alma de la escalera. Tiene 8 hendiduras a lo largo del perímetro circular, en las cuales se ancla el segundo elemento (que está unido al soporte del peldaño). En este caso sólo se pueden girar los peldaños en el sentido de las agujas del reloj, ya que en el sentido contrario hay un tope por la morfología del primer elemento como se observa en la imagen. La desventaja que presenta es que es poco estable, se corre el riesgo de que el peldaño se mueva y se puedan provocar accidentes. Por otra parte, el juego de movimiento que se necesita para el uso de este mecanismo, puede producir sacudidas, que pueden mover los productos que se encuentren en el área de almacenaje del peldaño.

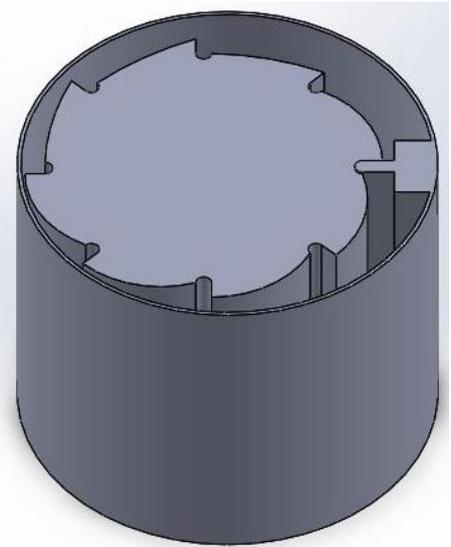


Figura 5. Vistas mecanismo 2.

La solución que finalmente se ha adoptado para el producto consiste en un mecanismo de pasadores. Tanto el alma de la escalera como el soporte del escalón tienen 12 agujeros perforados en las mismas posiciones (ambos tubos son concéntricos). El funcionamiento consiste en colocar el peldaño en la posición que se desee y entonces encajar un pasador en los orificios que correspondan a dicha posición. De esta manera no se tiene que levantar el peldaño a pulso, simplemente se tiene que empujar con suavidad hacia la nueva posición y colocar el pasador. En este caso, el peldaño se puede desplazar hacia la izquierda o hacia la derecha. No se produce ningún movimiento del peldaño al subir o bajar la escalera, por lo tanto la seguridad de uso aumenta considerablemente.

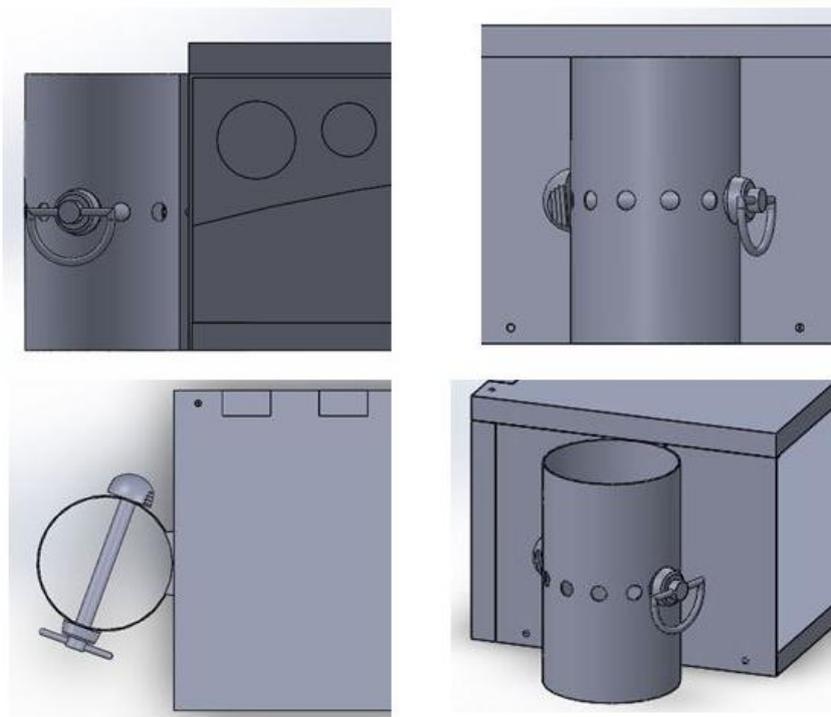


Figura 6. Vistas mecanismo 3.

Para la elección del mecanismo más adecuado para el producto, no se ha podido utilizar de guía ningún tipo de normativa, ya que al ser un producto innovador no se ha encontrado nada que regule con normas este tipo de escalera dinámica que permite el giro de los peldaños. Es por ello, que se ha estudiado como funciona cada mecanismo respecto a los dos requisitos básicos que presenta el producto: facilidad de giro del peldaño y buen anclaje en la posición deseada.

La normativa dicta que es imprescindible que la escalera esté dotada de una barandilla o una pasamanos de muro. En este caso, como los peldaños son móviles es necesario que el elemento de sujeción y seguridad esté anclado a la pared. Por ello es imprescindible que la escalera esté ubicada en una esquina de la estancia, para que el pasamanos de muro esté anclado en la pared. De esta manera se cumple lo que dicta la normativa, se aumenta la seguridad y no interfiere en el uso de la escalera.

1.7 RESULTADOS FINALES

1.7.1 DESCRIPCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL DISEÑO ADOPTADO

Tabla 3: Tabla VTP para la elección del diseño de peldaño.

VTP					
NECESIDADES	IMPORTANCIA	PELDAÑO 1		PELDAÑO 2	
Innovador	9	5	45	7	63
Mínimos elementos	7	4	28	6	42
Buen nivel decorativo	7	5	35	7	49
Fácil limpieza	7	4	28	6	42
Función de almacenaje	9	6	54	8	72
Fácil acceso a la zona de almacenaje	8	6	48	8	64
Peso ligero	8	5	40	7	56
Resistencia	9	4	36	7	63
Transmitir seguridad	9	7	63	8	72
Transmitir calidez	8	7	56	6	48
Representar un estilo moderno	7	5	35	8	56

Total	88	468	627
VTP		$(468 : 10) : 88 = 0.532$	$(627 : 10) : 88 = 0.713$
Valor VTP		5.3	7.1

- Innovador:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 5, ya que el diseño no es muy innovador.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 7, ya que este diseño es más innovador que el diseño del peldaño 1.

- Mínimos elementos:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 4 ya que tiene más elementos que el otro diseño.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 6, ya que tiene los mínimos elementos necesarios para que cumpla con las funciones requeridas.

- Buen nivel decorativo:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 5 porque su nivel decorativo no es resaltable.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 7 porque tiene un buen nivel decorativo.

- Fácil limpieza:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 4 porque debido a su morfología se dificulta la limpieza.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 6 porque su morfología facilita la limpieza en mayor medida que el diseño anterior, pero los ángulos rectos que presenta la dificulta.

o Función de almacenaje:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 6 porque su morfología dificulta el almacenaje.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 8 porque su morfología es muy adecuada para la función de almacenaje.

o Fácil acceso a la zona de almacenaje:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 6 debido a su morfología.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 8 debido a su morfología.

o Peso ligero:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 5, en función del peso y de la resistencia que presenta.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 7, en función del peso y de la resistencia que presenta.

o Resistencia:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 4, su resistencia es baja.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 7, su resistencia es óptima.

o Transmitir seguridad:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 7, transmite un buen nivel de seguridad.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 8, debido a su morfología el nivel de seguridad que transmite es mayor que en el otro diseño planteado.

o Transmitir calidez:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 7, las formas redondeadas transmiten mayor calidez que los ángulos rectos.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 6, debido a los ángulos rectos que presenta su morfología.

o Representar un estilo moderno:

Peldaño 1: Se le ha otorgado una valoración de 5, ya que representa un estilo más tradicional.

Peldaño 2: Se le ha otorgado una valoración de 8, ya que representa un estilo moderno.

Por lo tanto, el diseño final adoptado es el del peldaño 2.

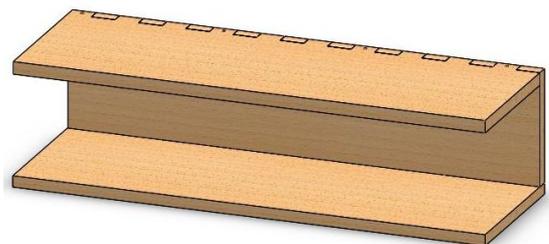


Figura 7. Peldaño elegido.

La norma UNE 15644:2010. Escaleras prefabricadas de madera maciza de concepción tradicional. Especificaciones y requisitos, nos indica las medidas mínimas que ha de tener cada parte de un peldaño. Basándome en lo que dicta la norma he diseñado el peldaño otorgándole las medidas necesarias.

-Para la anchura de cada *tramo* es necesaria una medida mínima de 0,75m, que es la medida del tramo de la escalera diseñada.

-La *contrahuella* debe ser de 20 cm como máximo, que es la medida que presenta la contrahuella de la escalera diseñada.

- La *huella* deberá ser de 28 cm como mínimo, en el caso de la escalera diseñada la huella mide 30 cm.

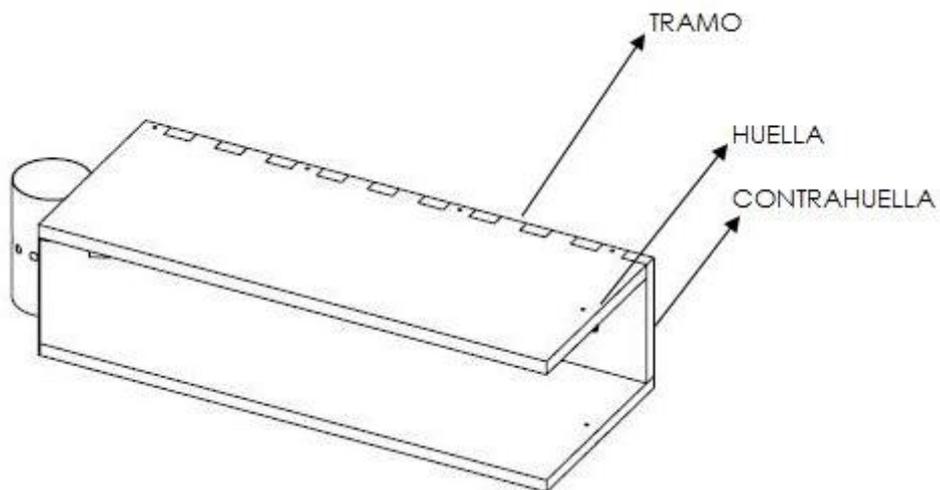


Figura 8. Partes peldaño.

Para comprobar que se han otorgado las medidas adecuadas para la huella y contrahuella se aplica la siguiente fórmula:

$$54\text{cm} \leq 2C + H \leq 70 \text{ CM} \quad 54 \leq 2 \cdot 20 + 28 \leq 70 \quad 54 \leq 68 \leq 70$$

- El pasamanos debe estar a una altura comprendida entre 90 y 110cm. En este caso se va a hacer uso de un pasamanos de muro, que se encontrará anclado en la pared. Para ello es necesario que la escalera se localice en una esquina del espacio.

1.7.2 VIABILIDAD

Las funciones anteriormente relacionadas con los elementos que conforman la escalera quedan reunidas en las siguientes tablas que conforman los P.C.F de uso y estético.

Tabla 4. Tabla de viabilidad.

1 FUNCIONES PRINCIPALES		ELEMENTO O SUBCONJUNTO QUE CUMPLE LA FUNCIÓN	
Nº ORDEN	DESIGNACIÓN	MARCA	DENOMINACIÓN
1.1	Ser utilizable como escalera	Todas	Todo el conjunto
1.2	Ser utilizable como lugar de almacenaje	1	Conjunto peldaño
1.3	Poder variar la posición de los peldaños como desee el usuario	2.1 1.1.2 3 4 1	Eje central Eje soporte peldaño Pasador Anilla pasador Conjunto peldaño
2 FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO O SERVICIO			
2.1 FUNCIONES DERIVADAS DE USO			
2.1.1	Ser fácil de variar la posición de los peldaños	3 4 1	Pasador Anilla pasador Conjunto peldaño
2.1.2	Tener fácil acceso a la zona de almacenaje	1.2	Peldaño madera
2.1.3	Ser de fácil limpieza	Todas	Todo el conjunto
2.2 FUNCIONES DE PRODUCTOS ANÁLOGOS			
2.2.1	Utilizar el volumen del peldaño para crear un lugar de almacenaje	1	Conjunto peldaño
2.3 FUNCIONES COMPLEMENTARIAS DE USO			
2.3.1	Permitir la rotación de los peldaños sobre el eje	2.1 1.1.2 3 4 1	Eje central Eje soporte peldaño Pasador Anilla pasador Conjunto peldaño
3 FUNCIONES RESTRICTIVAS O EXIGENCIAS			
3.1 FUNCIONES DE SEGURIDAD EN EL USO			
3.1.1	Cumplir la normativa correspondiente a la seguridad	Todas	Todo el conjunto
3.1.2	Resistir el peso	Todas	Todo el conjunto
3.2 FUNCIONES DE GARANTÍA DE USO			
3.2.1	Ser durable	Todas	Todo el conjunto

3.2.2	Ser fiable	Todas	Todo el conjunto
3.2.3	Poder utilizarse tras un periodo sin hacerlo	Todas	Todo el conjunto
3.3 FUNCIONES REDUCTORAS DE IMPACTOS NEGATIVOS			
3.3.1	Evitar ruidos molestos con la rotación de los peldaños	2.1 1.1.2 3 4 1	Eje central Eje soporte peldaño Pasador Anilla pasador Conjunto peldaño
3.3.2	Resistir a los rayos UV	Todas	Todo el conjunto
3.3.3	Resistir la brisa marina	Todas	Todo el conjunto
3.3.4	Resistir a los productos de limpieza	Todas	Todo el conjunto
3.3.5	Resistir la acción de las termitas	Todas	Todo el conjunto
3.3.6	Resistir a la oxidación	1.1 2.1 3	Refuerzo peldaño Eje Pasador
3.4 FUNCIONES INDUSTRIALES Y COMERCIALES			
3.4.1	Fabricación	Todas	Todo el conjunto
3.4.2	Ensamblaje	Todas	Todo el conjunto
3.4.3	Retirada	Todas	Todo el conjunto
4 FUNCIONES ESTÉTICAS			
4.1 FUNCIONES EMOCIONALES			
4.1.1	Transmitir seguridad	Todas	Todo el conjunto
4.1.2	Transmitir calidez	Todas	Todo el conjunto
4.2 FUNCIONES SIMBÓLICAS			
4.2.1	Representar un estilo moderno	Todas	Todo el conjunto

1.7.2.1 VIABILIDAD TÉCNICA Y FÍSICA

Mediante la viabilidad técnica y física se analiza el producto diseñado para determinar si es posible su realización obteniendo unos resultados óptimos.

La secuencia del ensamblaje de los subconjuntos componentes del producto se desarrolla en el presente punto según el esquema de desmontaje que se adjunta en el ANEXO 4: Esquema de desmontaje–.

Tabla 5 Ensamblaje del subconjunto refuerzo peldaño 1.1.

ELEMENTOS DEL SUBCONJUNTO 1.1	
Marca	Denominación
1.1.1	Rectángulo soporte peldaño
1.1.2	Eje soporte peldaño
1.1.3	Pieza triangular soporte peldaño
1.1.4	Pieza triangular soporte peldaño
1.1.5	Refuerzo soporte peldaño

El subconjunto 1.1 está compuesto por los siguientes elementos:

- Rectángulo soporte peldaño (1.1.1) .
- Eje soporte peldaño (1.1.2) .
- Piezas triangulares soporte peldaño (1.1.3 y 1.1.4).
- Refuerzo soporte peldaño (1.1.5).

1º Sobre la mesa de trabajo se coloca la pieza 1.1.3. Se utilizan dos útiles sujetos a la mesa de trabajo por sargentos, con la finalidad de colocar de la manera correcta la pieza 1.1.5 sobre la anterior, tal como muestra la imagen. Una vez estén todas las piezas colocadas correctamente se procede a la soldadura de las piezas 1.1.3 y 1.1.5.

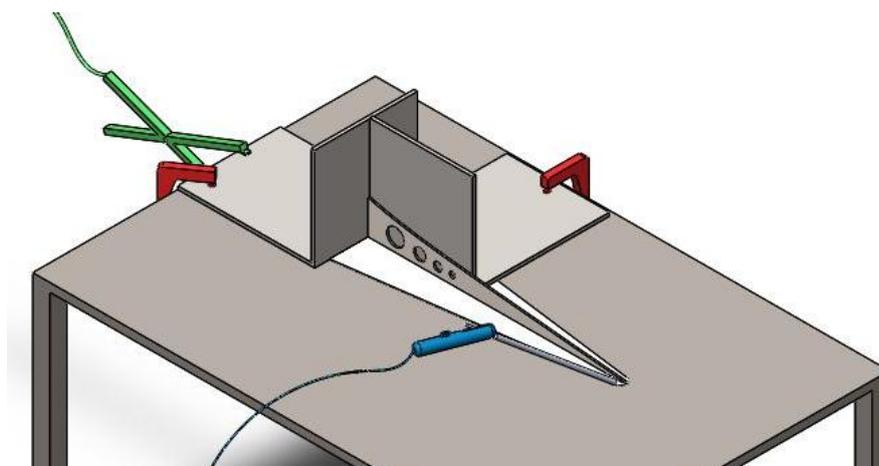


Figura 9. Unión ensamblaje 1.1.

2º El siguiente paso es colocar la pieza 1.1.1 entre el resultado del primer punto y el útil empleado para conseguir un ángulo de 90°. Se vuelven a emplear sargentos para sujetar las piezas en la posición adecuada. Una vez estén todas las piezas colocadas correctamente se procede a la soldadura de las piezas 1.1.3 y 1.1.5 con la 1.1.1.

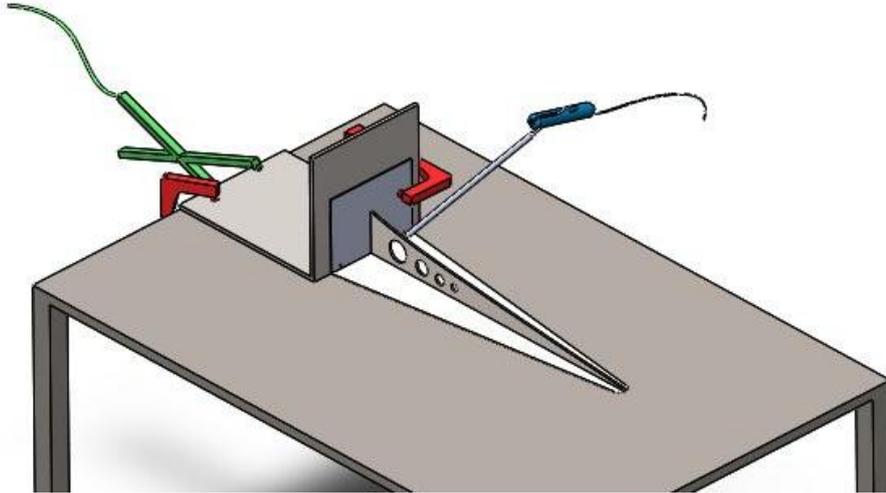


Figura 10. Unión ensamblaje 1.1.

3º Se gira el conjunto soldado hasta el momento para que quede apoyado sobre la pieza 1.1.1 de manera vertical. Se emplea el útil para colocar la pieza 1.1.4 de una manera correcta, con un ángulo de 90°. Se vuelven a emplear sargentos para sujetar las piezas en la posición adecuada. Una vez este colocado correctamente se procede a la soldadura de dicha pieza con el resto del conjunto.

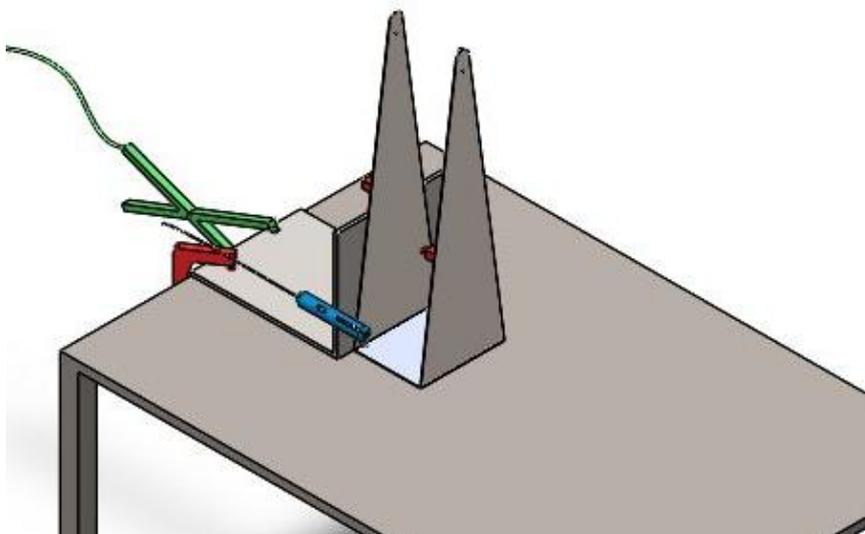


Figura 11. Unión ensamblaje 1.1.

4º Se vuelve a colocar el conjunto ya soldado de manera horizontal. Se vuelven a emplear sargentos para sujetar las piezas en la posición adecuada. Se coloca un útil con la finalidad de colocar sobre él la pieza 1.1.2 y que se pueda soldar a la altura adecuada. Una vez este colocado correctamente se procede a la soldadura de la pieza 1.1.2 con el resto del conjunto. Se ha finalizado la soldadura completa del conjunto 1.1.

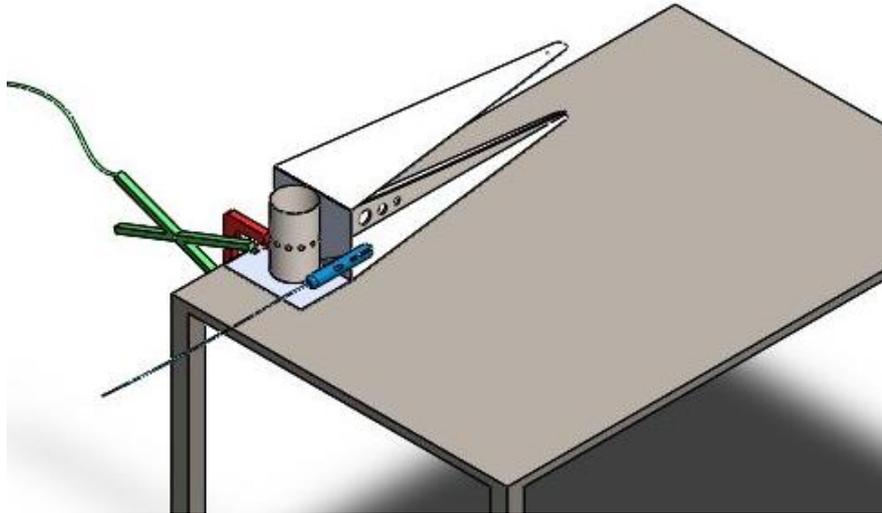


Figura 12. Unión ensamblaje 1.1.

5º Para finalizar el proceso de ensamblaje del conjunto 1.1 se limpia la escoria producida con un cepillo.

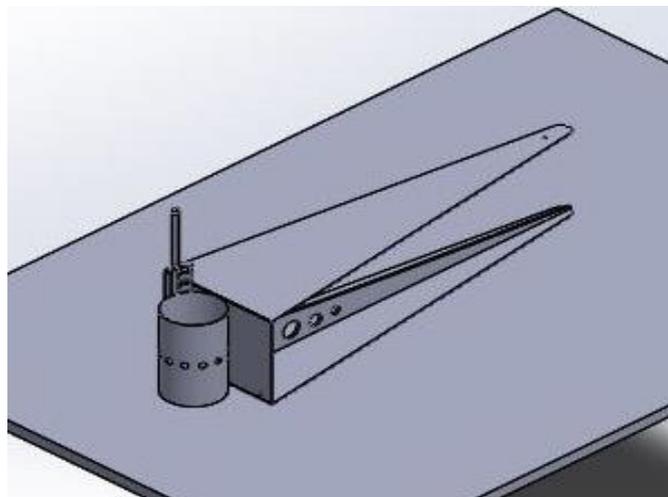


Figura 13. Unión ensamblaje 1.1.

Tabla 6 Ensamblaje del subconjunto peldaño 1.2.

ELEMENTOS DEL SUBCONJUNTO 1.2	
Marca	Denominación
1.2.1	Madera 1
1.2.2	Madera 2
1.2.3	Madera 3
1.2.4	Tornillo

El subconjunto 1.2 está compuesto por los siguientes elementos:

- Madera 1 (1.2.1).
- Madera 2 (1.2.2).
- Madera 3 (1.2.3).

1º Se coloca la pieza 1.2.1 horizontalmente sobre la mesa de trabajo y la pieza 1.2.2 verticalmente. Con la ayuda de dos escuadras y dos sargentos se sujetan ambas piezas para que estén colocadas correctamente, tal como se muestra en la imagen. Una vez esté bien colocado se procede al atornillado de ambas piezas con el taladro para ensamblarlas.

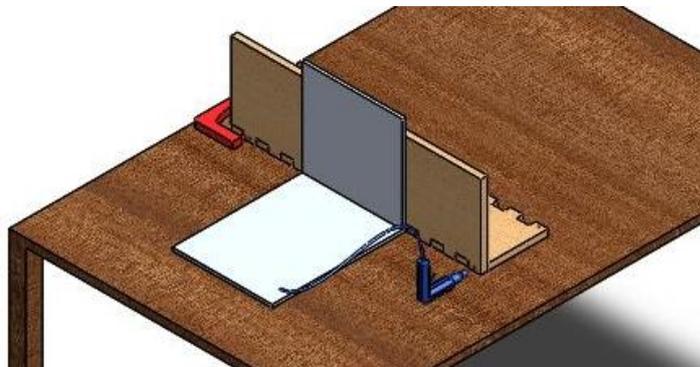


Figura 14. Unión ensamblaje 1.2.

2º Se gira el conjunto de piezas 1.2.1 y 1.2.2 para atornillar por el otro lado.

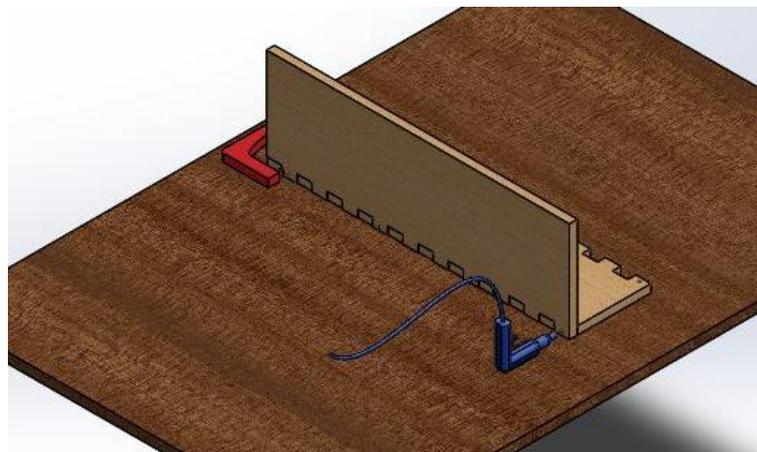


Figura 15. Unión ensamblaje 1.2.

3° Se gira el conjunto anterior para colocar la pieza 1.2.3. Del mismo modo, se utilizan sargentos y escuadras para conseguir una correcta colocación de las piezas. Una vez, esté todo correcto se procede al atornillado con el taladro.

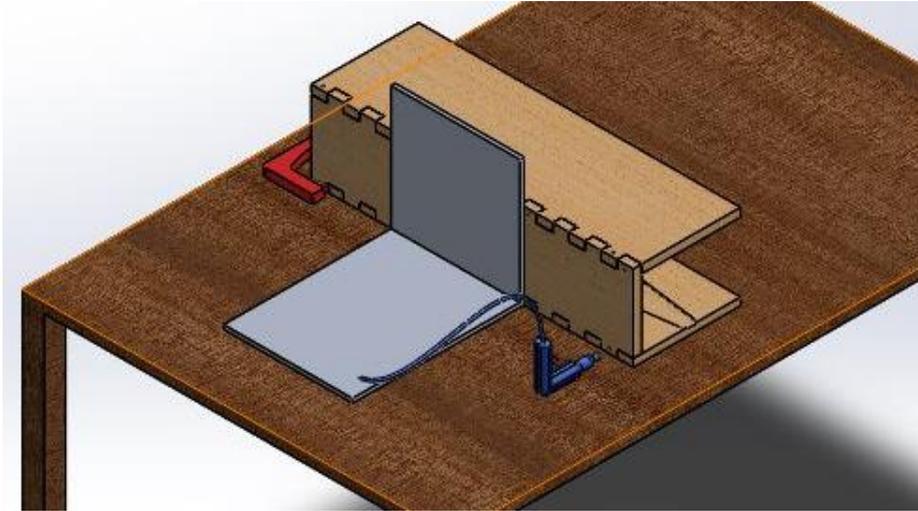


Figura 16. Unión ensamblaje 1.2.

4° Se gira el conjunto de piezas para atornillar por el otro lado.

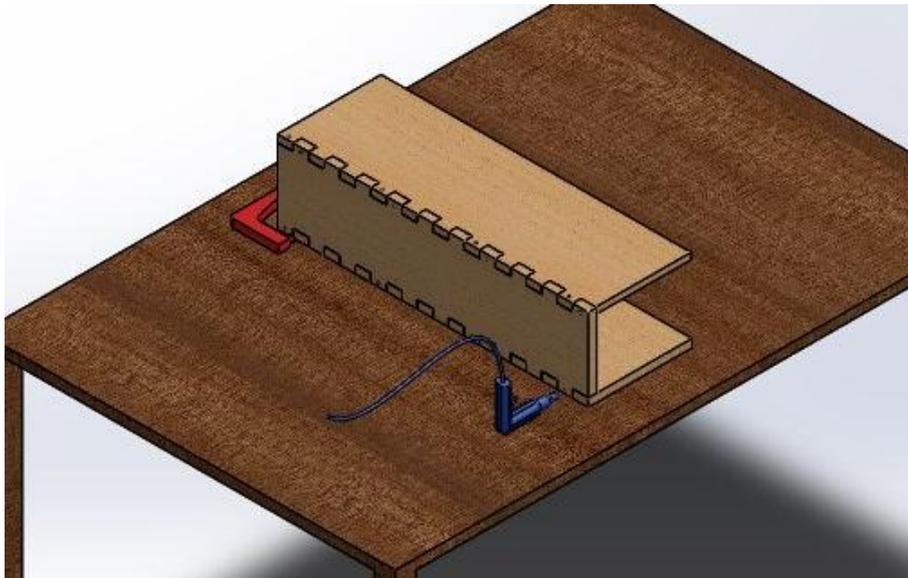


Figura 17. Unión ensamblaje 1.2.

Tabla 7 Ensamblaje peldaño completo 1

Elementos del Subconjunto 1	
Marca	Denominación
1.1	Conjunto refuerzo peldaño
1.2	Conjunto peldaño madera

1º El primer paso para realizar el ensamblaje del conjunto 1 es colocar el conjunto refuerzo peldaño sobre la mesa de trabajo y con un pincel se expande el pegamento epoxi sobre las superficies indicadas en la siguiente imagen.

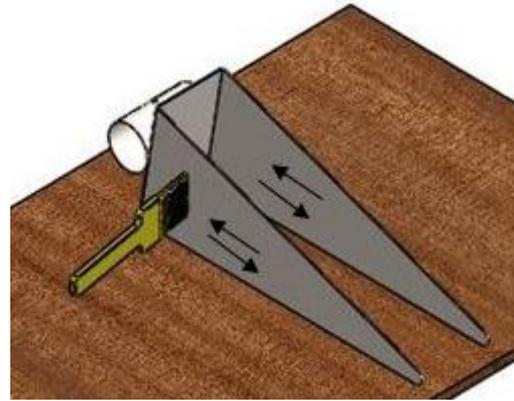


Figura 18. Unión ensamblaje 1.

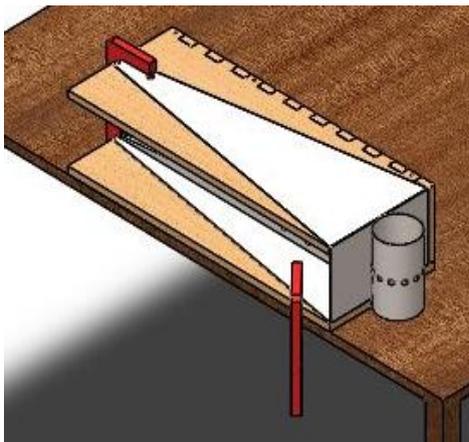


Figura 19. Unión ensamblaje 1.

2º El siguiente paso es colocar el peldaño de madera en la posición correcta y sujetar ambos subconjuntos con unos sargentos para conseguir un buen resultado.

3º Para finalizar y mejorar la sujeción del ensamblaje se procede al atornillado de dos tornillos, uno en la parte superior y otro en la inferior.

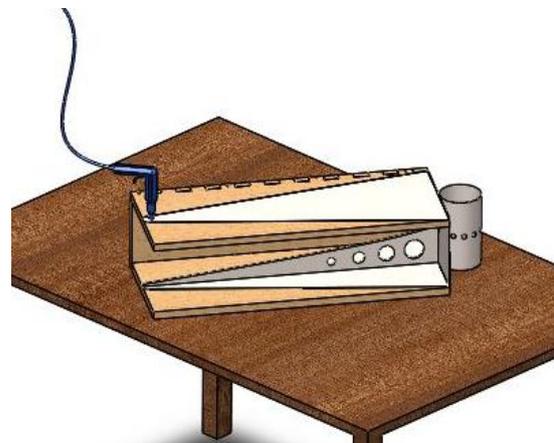


Figura 20. Unión ensamblaje 1.

1.7.3 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

Para realizar el análisis estructural se va a utilizar el programa de 3D SolidWorks, cálculo (Asistente para análisis SimulationXpress). Con ello, podemos aplicar unas fuerzas o presiones determinadas a la pieza y observar las tensiones y las deformaciones que se producen. El programa exagera la deformación producida para observarla más fácilmente.

Según la norma UNE-EN 1991-1-1 Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Pesos específicos, pesos propios, y sobrecargas de uso en edificios.

El punto 6.3.1.2 valores de las acciones indica lo siguiente:

Tabla 8 Valores de las acciones según UNE-EN 1991-1-1.

Categorías de zonas de carga	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Categoría A	2,0 a 4,0	2,0 a 4,0
- Escaleras		

Donde q_k es una carga uniformemente repartida y Q_k es una carga concentrada.

El análisis estructural va a consistir en el estudio del peldaño de madera y del refuerzo del peldaño por separado. A cada uno de ellos se va a aplicar una carga de 3KN, 4KN y 5KN. Para conocer cuáles son los cambios en las dimensiones y tensiones en cada uno de los elementos.

En primer lugar se ha realizado el estudio con una presión uniforme de 3KN sobre el peldaño de madera de haya. En la siguiente imagen se estudian las tensiones von Mises.

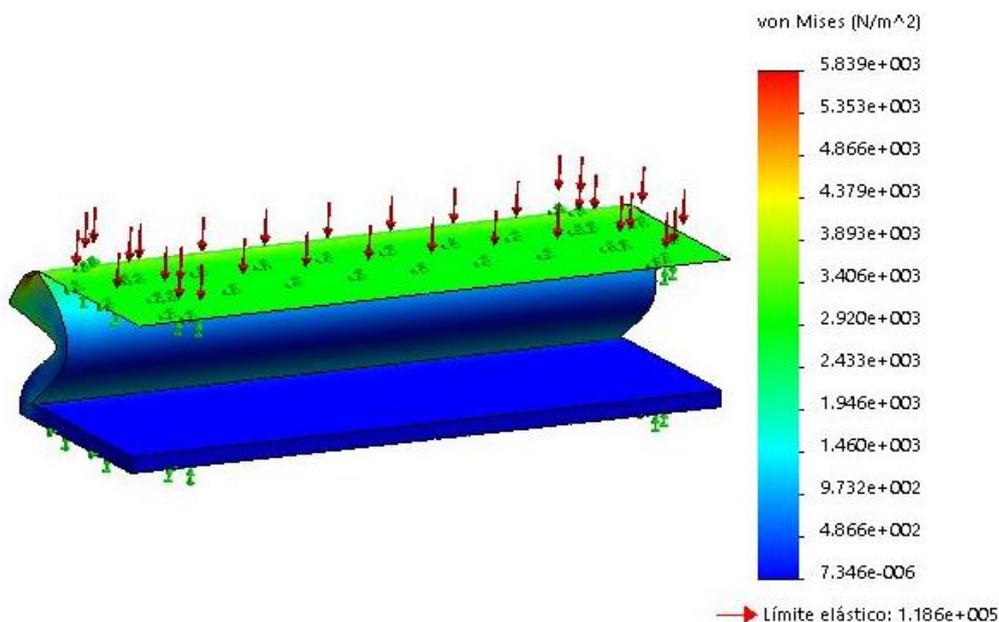


Figura 21. Análisis estructural.

Se observa en la imagen que el valor máximo que alcanza la tensión de von Mises es de 0,005839 Mpa. El límite elástico de la madera de haya es de 118589 Pa, por lo que el peldaño tiene un comportamiento óptimo bajo la carga aplicada.

5839 Pa < 118589 Pa.

En la siguiente imagen aparecen los desplazamientos producidos por la presión aplicada de 3KN sobre el peldaño de madera.

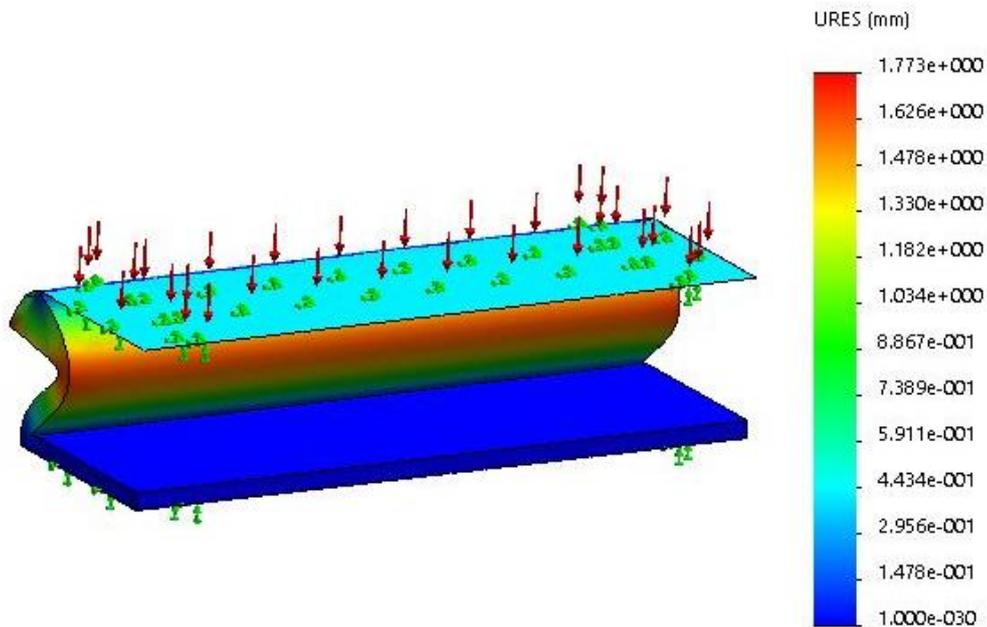


Figura 22. Análisis estructural.

Se observa que la madera vertical que forma el peldaño sufre un desplazamiento de 1,7 mm. Este puede ser un desplazamiento elevado, ya que la altura del peldaño es de 200 mm. Pero esto no es un problema, ya que el elemento que realmente soporta las cargas que se aplican es el refuerzo de acero inoxidable, cuyo estudio es el siguiente.

En primer lugar aparece el estudio de la tensiones von Mises en el refuerzo del peldaño, con una presión uniforme aplicada de 3KN.

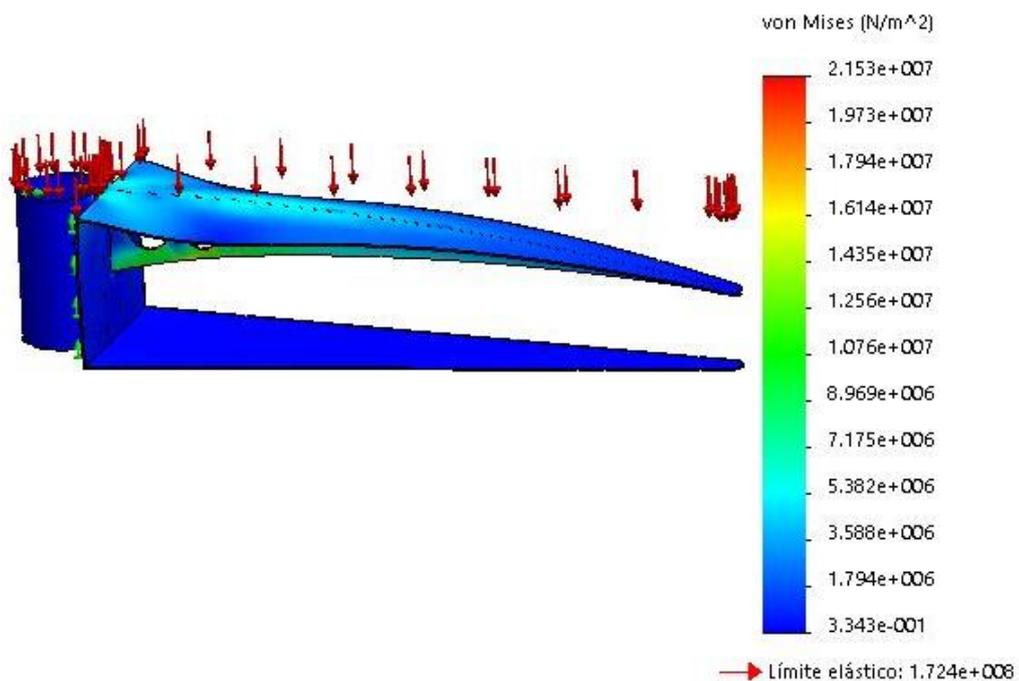


Figura 23. Análisis estructural.

Se observa en la imagen que el valor máximo que alcanza la tensión de von Mises es de 21,53 MPa, que es mucho menos que 172,4 MPa (límite elástico del acero inoxidable).

En la siguiente imagen aparecen los desplazamientos producidos por la presión aplicada de 3KN.

Se observa un desplazamiento de 0,254 mm, por lo tanto es mínimo.

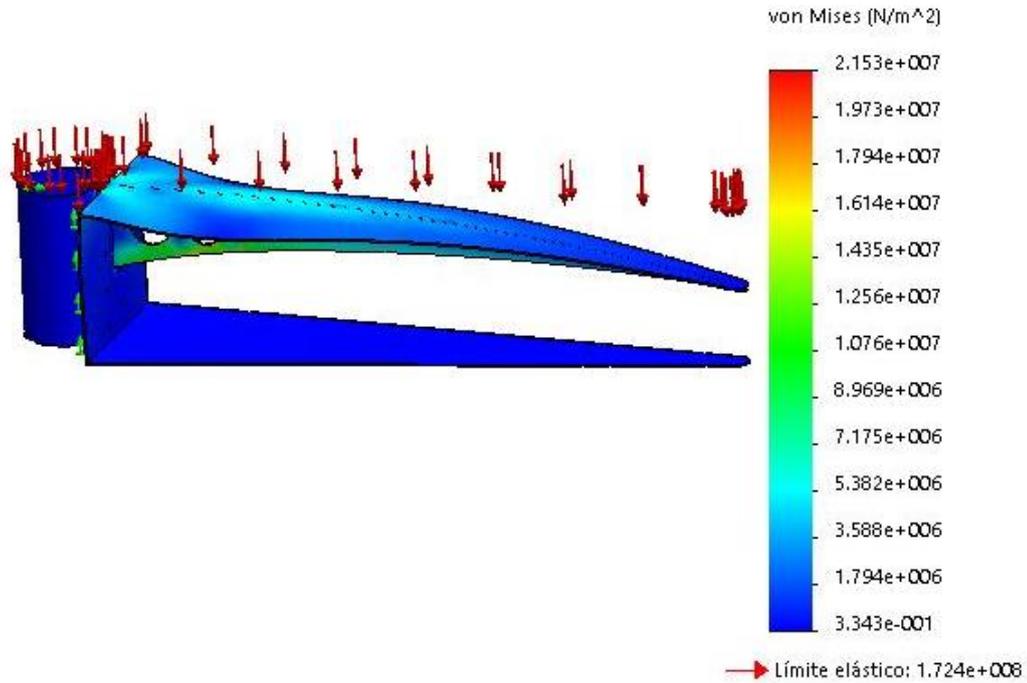


Figura 24. Análisis estructural.

En segundo lugar se ha realizado el estudio con una presión uniforme de 4KN. En la siguiente imagen se estudian las tensiones von Mises sobre el peldaño de madera.

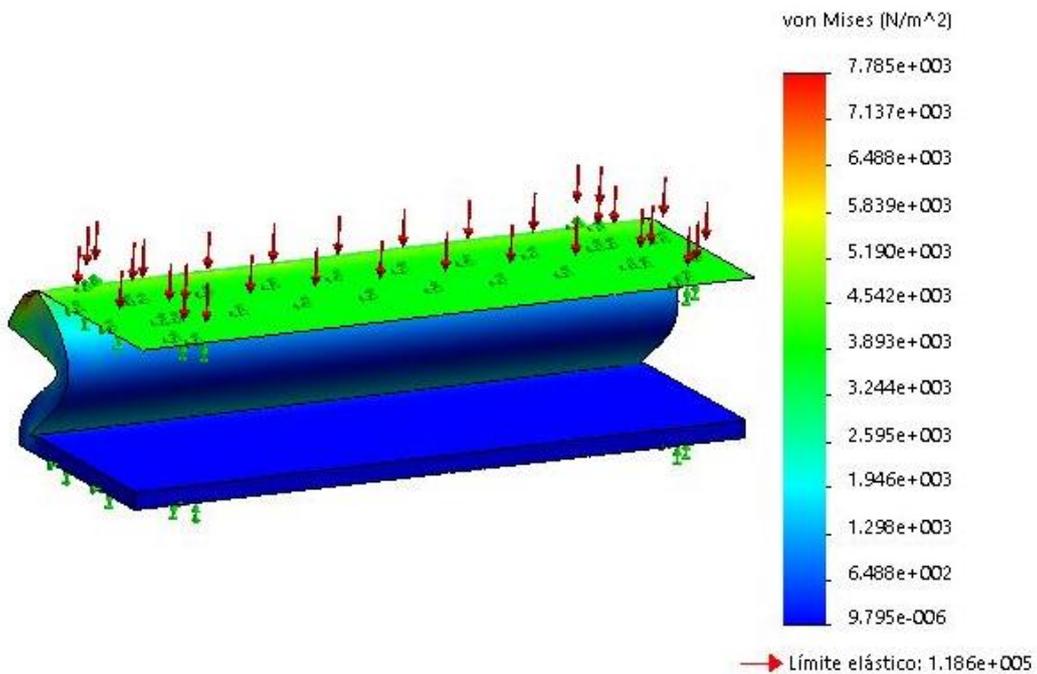


Figura 25. Análisis estructural.

Se observa en la imagen que el valor máximo que alcanza la tensión de von Mises es de 0,007785 Mpa. El límite elástico de la madera de haya es de 118589 Pa, por lo que el peldaño tiene un comportamiento óptimo bajo la carga aplicada. $7785 \text{ Pa} < 118589 \text{ Pa}$.

En la siguiente imagen aparecen los desplazamientos producidos por la presión aplicada de 4KN sobre el peldaño de madera.

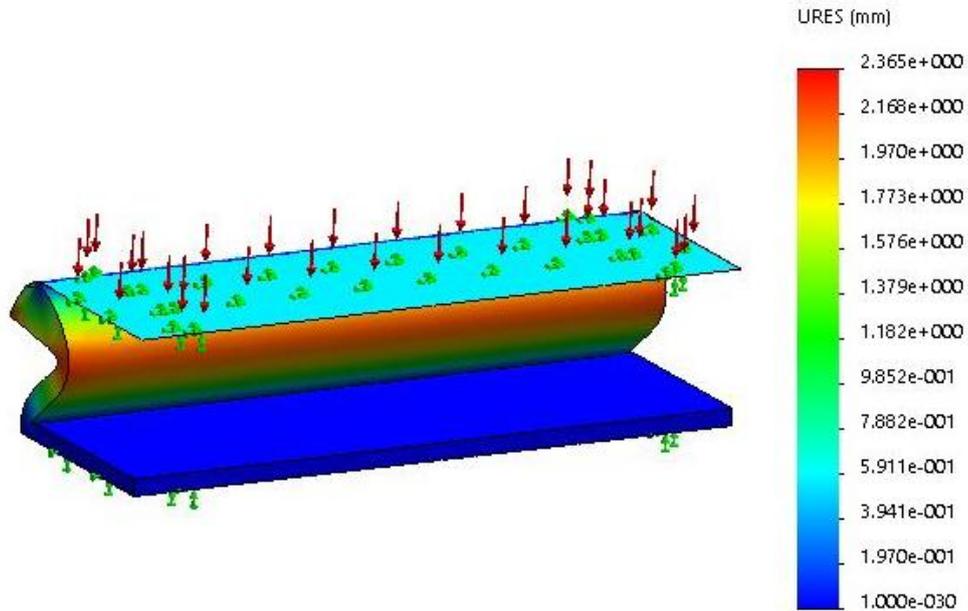


Figura 26. Análisis estructural.

Del mismo modo que en el estudio anterior, en este caso el desplazamiento que sufre la madera vertical es de 2,36 mm. El desplazamiento producido es aún mayor que en el estudio anterior, pero del mismo modo, no presenta problema alguno ya que el elemento que soporta las cargas es el refuerzo de acero, cuyo el estudio aparece a continuación con una carga aplicada en cada caso de 4 KN.

En primer lugar aparece el estudio de la tensiones von Mises.

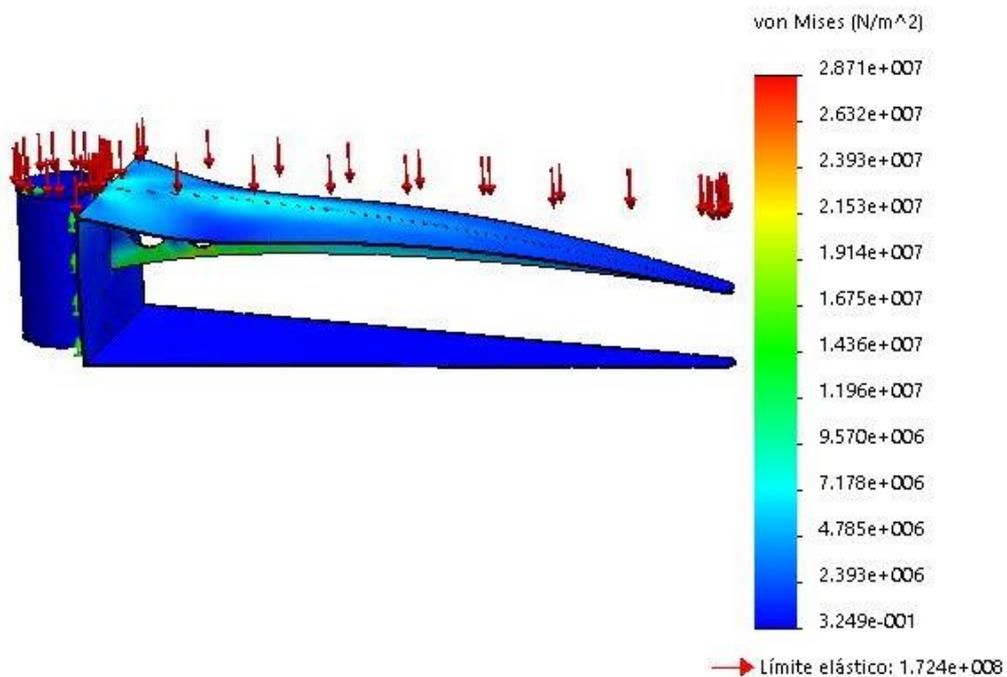


Figura 27. Análisis estructural.

Se observa en la imagen que el valor máximo que alcanza la tensión de von Mises es de 28,71 MPa, que es mucho menos que 172,4 MPa (límite elástico del acero inoxidable).
 A continuación los desplazamientos producidos por la carga aplicada.

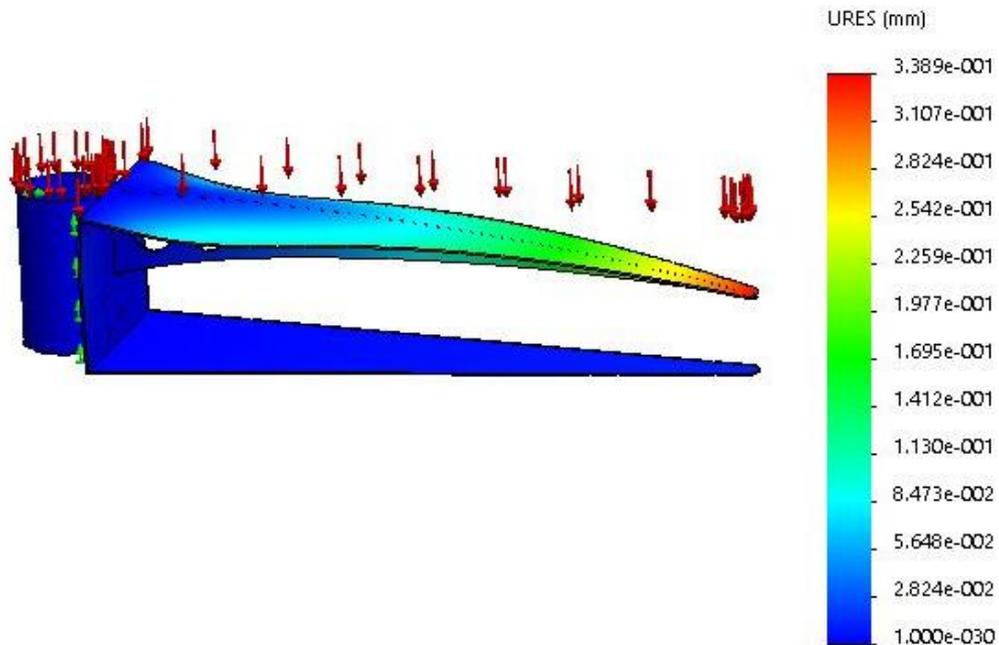


Figura 28. Análisis estructural.

Se observa un desplazamiento de 0,338 mm, es mayor que en el caso anterior, pero sigue siendo mínimo.

Por último, el estudio de las tensiones de von Mises en el peldaño, con una carga uniformemente aplicada de 5 KN.

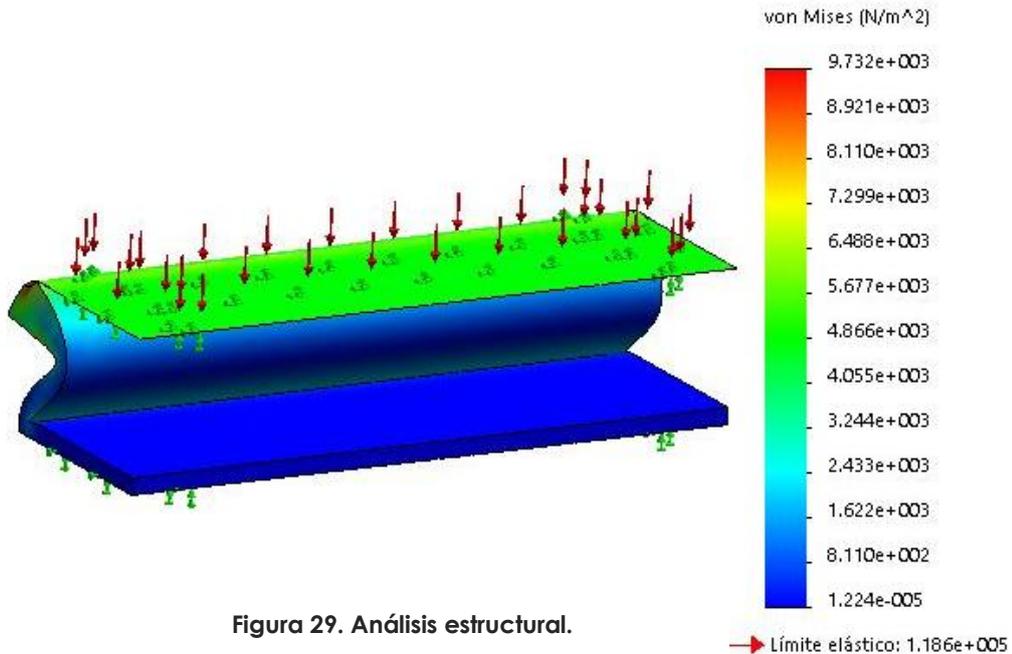


Figura 29. Análisis estructural.

Se observa en la imagen que el valor máximo que alcanza la tensión de von Mises es de 0,009732 Mpa. El límite elástico de la madera de haya es de 118589 Pa, por lo que el peldaño tiene un comportamiento óptimo bajo la carga aplicada.
 $9732 \text{ Pa} < 118589 \text{ Pa}$.

A continuación el desplazamiento producido en el peldaño por la carga aplicada de 5KN.

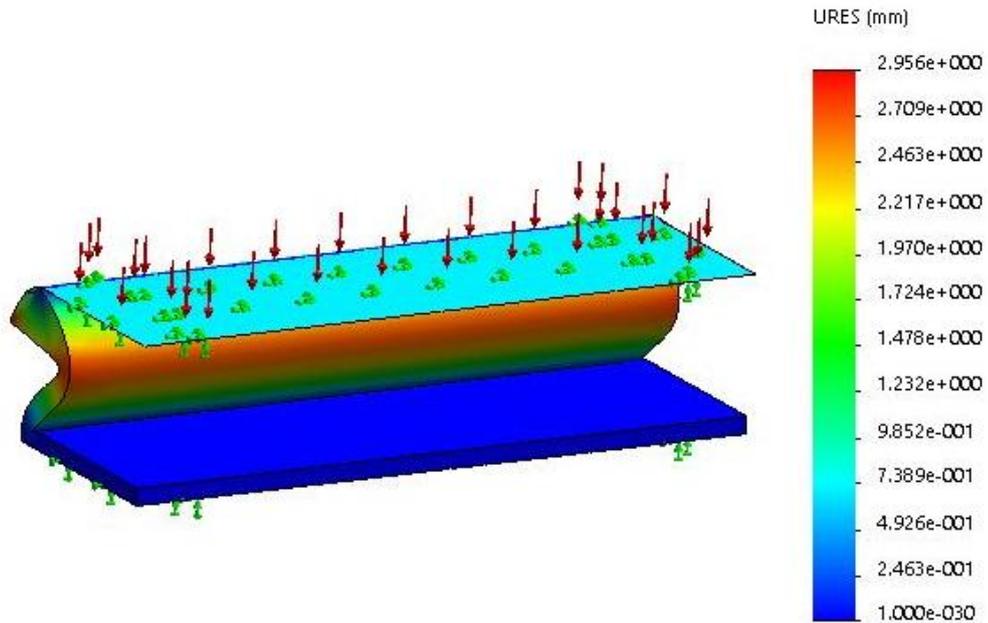


Figura 30. Análisis estructural.

En este Caso el desplazamiento que sufre la madera vertical es de 2,95 mm. El desplazamiento producido es aún mayor que en el estudio anterior, pero del mismo modo, no presenta problema alguno.

Para finalizar, el estudio de las tensiones von Mises en el refuerzo de acero, con una carga aplicada uniformemente de 5 KN.

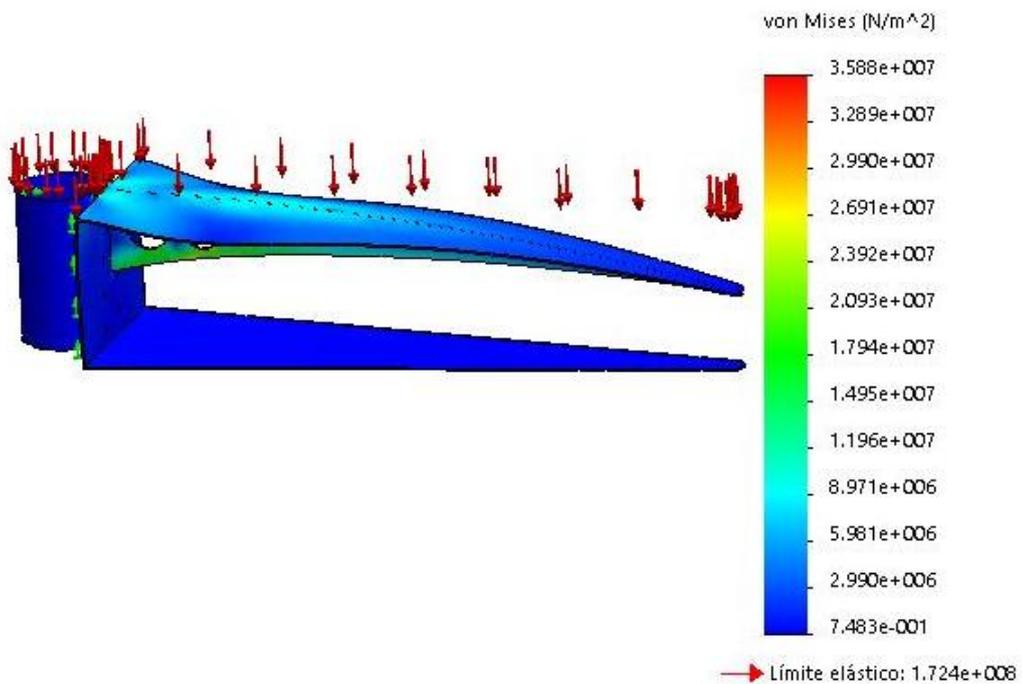


Figura 31. Análisis estructural.

Se observa en la imagen que el valor máximo que alcanza la tensión de von Mises es de 35,88 MPa, que es mucho menos que 172,4 MPa (límite elástico del acero inoxidable).

Por último el estudio del desplazamiento producido al aplicar una carga uniformemente repartida de 5KN.

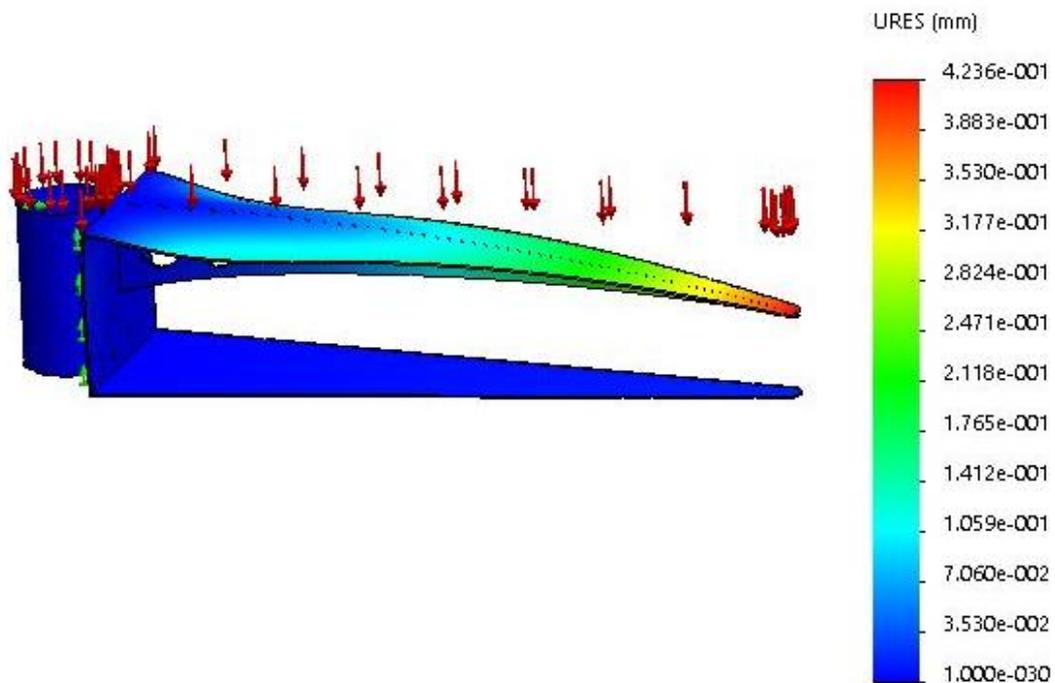


Figura 32. Análisis estructural.

Se observa un desplazamiento de 0,423mm, es mayor que en el caso anterior, pero sigue siendo mínimo.

Por lo tanto, después de los estudios de cálculo estructural realizados sin profundizar en grandes detalles, se puede confirmar que el diseño de la escalera de caracol multifuncional soporta más carga que la que la norma dicta en cuanto a los peldaños se refiere. Se trata de una escalera segura para su uso en cuanto a la resistencia.

También se han realizado los cálculos de compresión y de flexión a los que se expone el eje central. Los cálculos se han realizado en el punto más desfavorable, de esta manera, se asegura el correcto funcionamiento en cualquiera de sus partes.



COMPRESIÓN

4000 N

E acero inox. = 172369 N/m²

$$\text{Área} = \pi \cdot R^2 - \pi \cdot r^2 = \pi \cdot 50^2 - \pi \cdot 45^2 = 1492,26 \text{ mm}^2$$

TENSIÓN POR COMPRESIÓN

$$\sigma_C = \frac{4.000}{1.492,26} = 2,68 \text{ N/mm}^2$$

DEFORMACIÓN

$$\delta = \frac{F \cdot L}{A \cdot E} = \frac{4000 \cdot 2200}{1492,26 \cdot 172369} = 0,034 \text{ mm}$$

FLEXIÓN

4000 N

$$M_f = 4.000 \cdot d$$

$$M_f = 4.000 \cdot 375 = 1.500.000 \text{ N} \cdot \text{mm}$$

TENSIÓN POR COMPRESIÓN

$$\sigma_F = \frac{M_f \cdot C}{I_{xx}} = \frac{M_f \cdot C}{\frac{1}{4} \pi \cdot 50^4 - \frac{1}{4} \pi \cdot 45^4} = 44,42 \text{ N/mm}^2$$

DEFORMACIÓN

$$\delta = \frac{M \cdot L^2}{2 \cdot E \cdot I} = \frac{1500000 \cdot 2200^2}{2 \cdot 172369 \cdot 1688115}$$

$$= 12,47 \text{ mm}$$

Figura 33. Análisis estructural.

$\sigma_C + \sigma_F < E$ acero inoxidable

$$2,68 \text{ N/mm}^2 + 44,42 \text{ N/mm}^2 < 172,369 \text{ N/mm}^2$$

$$47,1 \text{ N/mm}^2 < 172,369 \text{ N/mm}^2$$

Por lo que no se produce la rotura del eje central de la escalera.

Respecto a la deformación; La deformación producida por compresión es de 0,034 mm y la deformación producida por la flexión es de 12,47 mm.

Aunque parezcan unos valores elevados, no lo son. Se ha de tener en cuenta que es un cálculo aproximado, en el que no se ha tenido en cuenta la acción de los anillos de teflón o de los cilindros que unen los peldaños al eje central, los cuales absorben parte de la acción que ejerce la presión aplicada.

1.7.4 DIMENSIONADO PREVIO

El orden del dimensionado previo viene dado por el criterio de prioridad del elemento más relacionado. Estas relaciones entre elementos se exponen en el Diagrama sistemático en el ANEXO 5: *Diagrama Sistemático*.

La normalización de las dimensiones de los elementos se realiza en base a la normativa, elementos relacionados, herramientas y elementos comerciales , descritos en el ANEXO 6: *Elementos*.

Los elementos comerciales no precisan su información gráfica, esta información aparece en el ANEXO 6: *Elementos*.

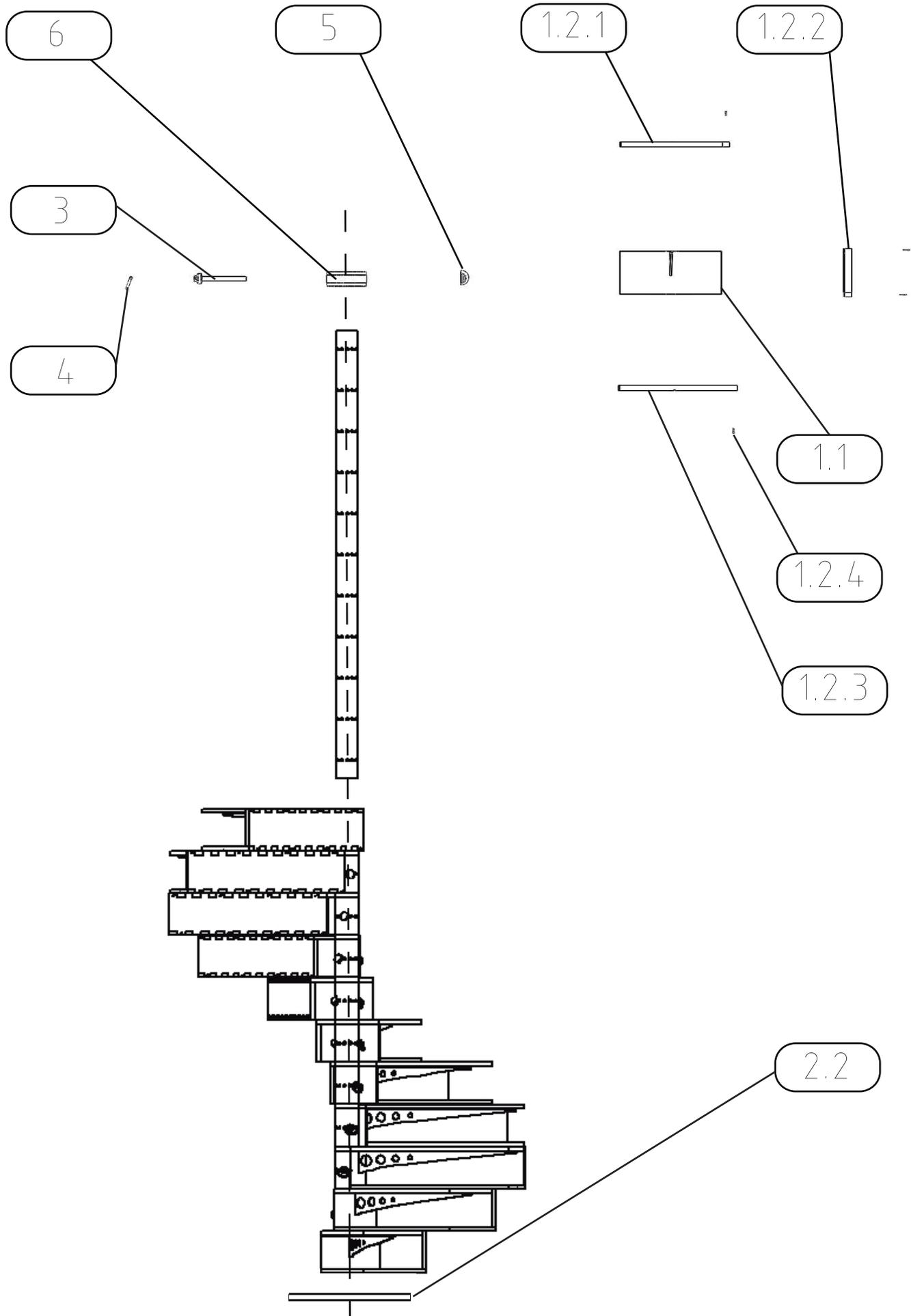


Tabla 9 Tabla del dimensionado previo.

ELEMENTO	NOMBRE	TIPO	Nº RELACIONES	ORDEN
1.1.1	Rectángulo soporte peldaño	A fabricar	4	1°
1.1.2	Eje soporte peldaño	A fabricar	4	2°
1.2.3	Madera 3	A fabricar	4	3°
1.3	Tornillo	Normalizado	4	4°
3	Pasador	Normalizado	4	5°
1.1.3	Pieza triangular soporte peldaño	A fabricar	3	6°
1.1.4	Pieza triangular soporte peldaño	A fabricar	3	7°
1.2.1	Madera 1	A fabricar	2	8°
1.2.2	Madera 2	A fabricar	3	9°
1.2.4	Tornillo	Normalizado	3	10°
2.1	Eje	A fabricar	3	11°
2.2	Base	A fabricar	3	12°
5	Tapón pasador	Normalizado	3	13°
1.1.5	Refuerzo soporte peldaño	A fabricar	2	14°
6	Anillo	A fabricar	2	15°
4	Anilla pasador	Normalizado	1	16°

Todos los elementos de tipo "A fabricar" se consideran también productos semielaborados, ya que se parte de planchas de diferentes dimensiones, las cuales se han de modificar .

La normalización de las dimensiones de los elementos se realiza en base a las normas, elementos normalizados, herramientas y elementos comerciales.

ELEMENTO 1.1.1 RECTÁNGULO SOPORTE PELDAÑO

Tabla 10 Tabla de elementos relacionados 1.1.1.

ELEMENTO	NOMBRE
1.1.2	Eje soporte peldaño
1.1.3	Pieza triangular soporte peldaño
1.1.4	Pieza triangular soporte peldaño
1.1.5	Refuerzo soporte peldaño

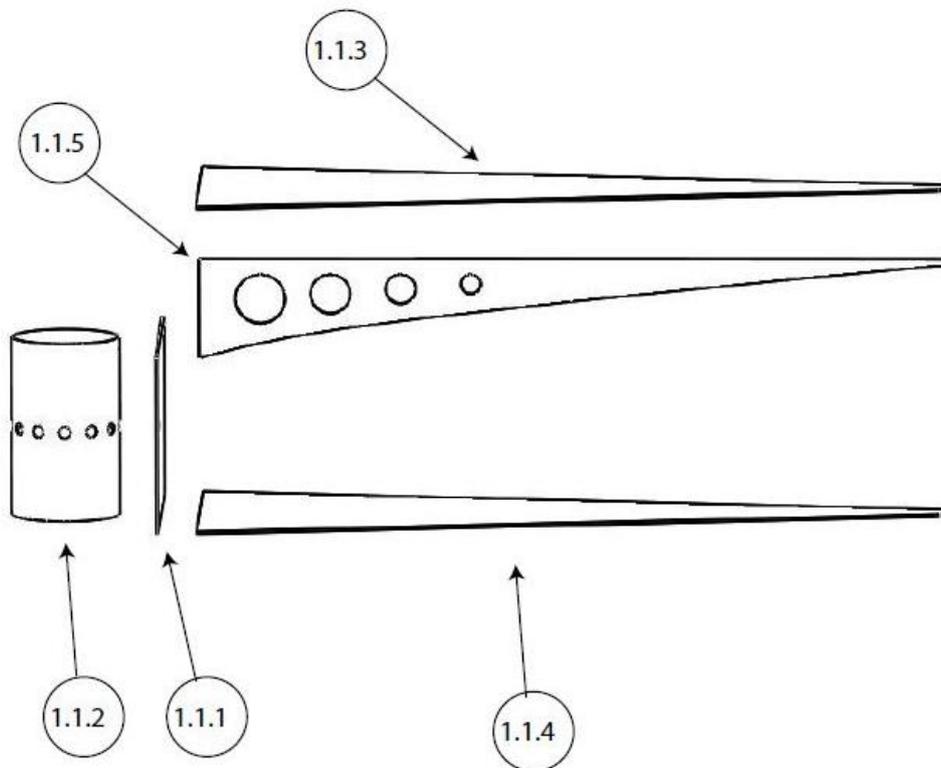
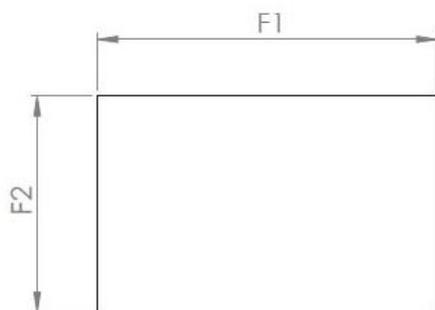


Figura 34. 1.1.1 Rectángulo soporte peldaño. Dimensionado previo.



F1: Hace referencia al ancho de la pieza. (F1 = 280 mm)
 F2: Hace referencia al alto de la pieza. (F2 = 180 mm)

Figura 35. Medidas elemento 1.1.1.

ELEMENTO 1.2.1 Madera 1

Tabla 11. Elementos relacionados 1.2.1.

ELEMENTO	NOMBRE
1.2.2	Madera 2
1.2.3	Madera 3
1.2.4	Tornillo

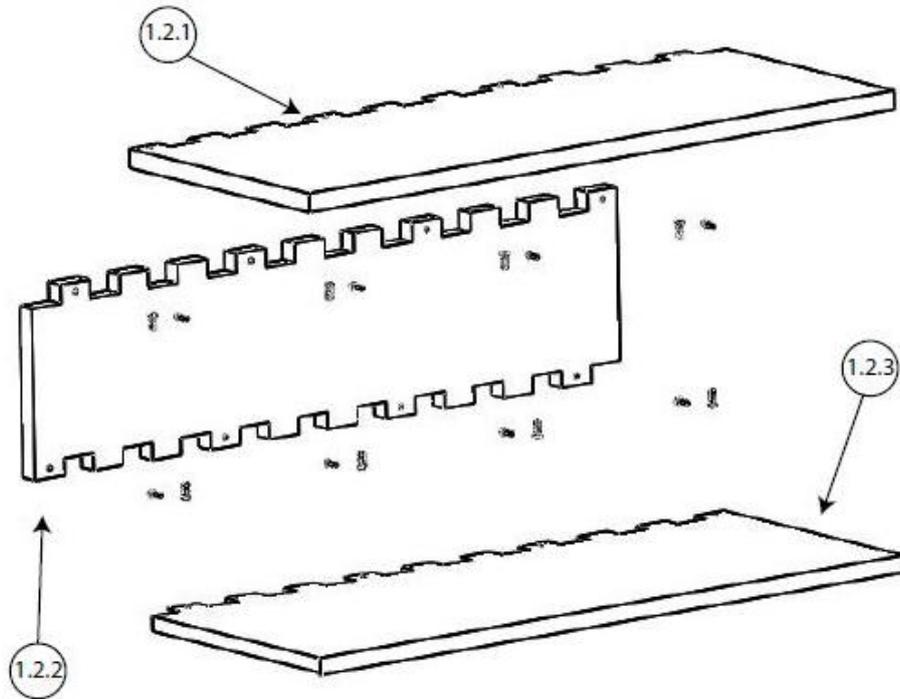


Figura 36. 1.2.1 Madera 1. Dimensionado previo.

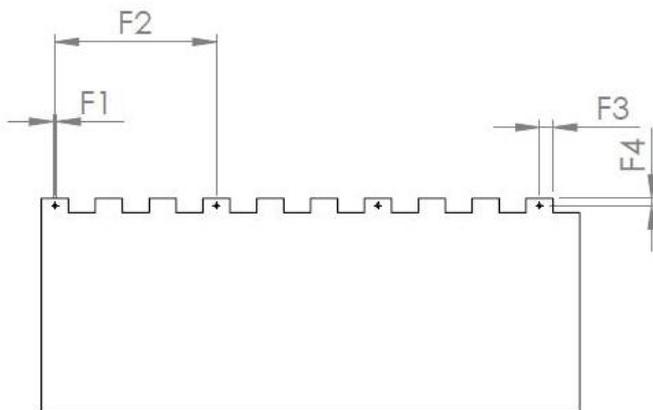


Figura 37. Medidas elemento 1.2.1.

F1: Hace referencia al diámetro del agujero donde se taladra el tornillo.

F2: Hace referencia a la distancia entre los agujeros de los tornillos.

F3: Hace referencia a que distancia se realiza el agujero.

F4: Hace referencia a que distancia se realiza el agujero.

ELEMENTO 2.1 Base

Tabla 12 Elementos relacionados 2.1.

ELEMENTO	NOMBRE
2.1	Eje
2.2	Base

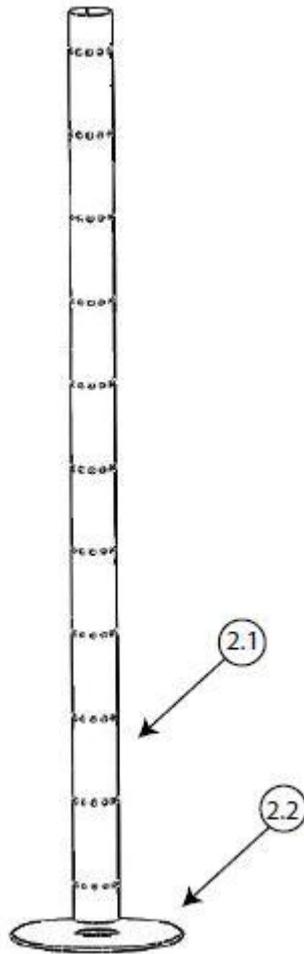


Figura 38. 2.1 base. Dimensionado previo.

1.8 PROTOTIPADO

Por la participación en el Elevator Pitch en la EPSA realicé una maqueta del proyecto con la finalidad de que el público observara el comportamiento y la funcionalidad de la escalera de caracol multifuncional.

Esta maqueta es una simulación del proyecto, se ha simplificado sus formas y mecanismos para que el público entendiera el concepto.

A continuación se muestran unas imágenes de la misma:



Figura 41. Maqueta.



Figura 40. Maqueta.



Figura 39. Maqueta.



Figura 44. Render escalera cerrada.



Figura 42. Render escalera abierta.

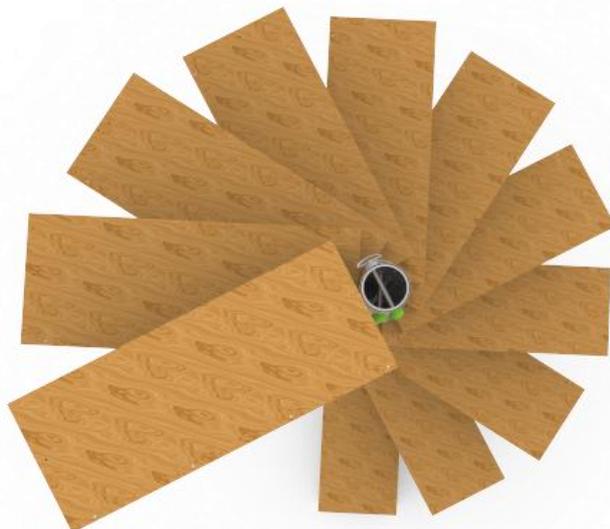


Figura 43. Render escalera vista desde arriba.

1.9 CONCLUSIONES

Por toda la información expuesta en los puntos anteriores se considera que el proyecto ha cumplido con los objetivos propuestos en un inicio, creando un producto nuevo e innovador que cubre un vacío en el mercado actual de escaleras para las viviendas. Innovador por el sistema de anclaje de los peldaños que permite el giro de los mismos.

2 ANEXOS

2.1 Anexo 1 - ESTUDIO DE MERCADO

Realizar un estudio de mercado antes de diseñar un producto es esencial. De esta manera, conocemos los productos que hay en el mercado con unas características similares al nuestro. Por ello, se ha procedido a estudiar las características, funciones, materiales empleados y diseño de 26 escaleras que están actualmente en el mercado y que también tienen una doble función.

Este diseño trata de una escalera tradicional de un solo tramo de formas simples. Para su fabricación se ha empleado madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas y se aprovecha la capacidad volumétrica del hueco de la escalera para colocar una serie de estanterías. Su ventaja es que optimiza el espacio, por ello ha sido diseñada para viviendas con espacio reducido.



Figura 45. Estudio de mercado 1.



Figura 46. Estudio de mercado 2.

Se trata de una escalera tradicional con formas simples. Consta de dos tramos rectos y un descansillo. Para su fabricación se ha empleado madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Se aprovecha la capacidad volumétrica del hueco de la escalera para construir un pequeño cuarto destinado al ocio de los niños. Su ventaja es que optimiza el espacio, por ello ha sido diseñada para viviendas con espacio reducido en la que vivan niños. Su desventaja es que el cuarto creado es de difícil acceso para los adultos.

Se trata de una escalera de formas simples. Con un solo tramo recto. Para su fabricación se ha empleado madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Se aprovecha la capacidad volumétrica del hueco de la escalera para crear una zona acomodada para el descanso y la lectura. Se ha construido al lado de una ventana, de esta manera se aprovecha la luz del sol y da un punto de calidez al espacio. La ventaja es que se aprovecha el espacio del hueco de la escalera, pero la desventaja es que se trata de una escalera con baja seguridad, ya que no tiene una barandilla.



Figura 47. Estudio de mercado 3.



Figura 48. Estudio de mercado 4.

Se trata de una escalera de formas simples. Con un solo tramo recto. Para su fabricación se ha empleado madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Se aprovecha la capacidad volumétrica de la escalera para poner estantes donde poder colocar los utensilios de la cocina. Su ventaja es que se optimiza el espacio, por ello está diseñada para viviendas con espacio reducido. Por otro lado, su desventaja está en la baja seguridad, ya que no está provista de una barandilla.

Se trata de una escalera tradicional, de formas simples. Es recta y de un solo tramo. El material que se ha empleado para su fabricación es la madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Se aprovecha la capacidad volumétrica de la escalera para colocar un mecanismo que permita la sujeción de las bicicletas. La ventaja de esta escalera es que se optimiza el espacio para almacenar las bicis, y su desventaja es la poca seguridad que presenta ya que no está provista de una barandilla.



Figura 49. Estudio de mercado 5.



Figura 50. Estudio de mercado 6.

Se trata de una escalera recta tradicional de dos tramos. El material que se ha empleado para su fabricación es la madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. En este caso se aprovecha el espacio del descansillo para crear una especie de baúl, que cumple la función de almacenaje, por lo que optimiza el espacio. Además los laterales de los peldaños se encuentran en voladizo, lo que le proporciona un elemento diferenciador al resto de escaleras vistas en este estudio de mercado. La desventaja que presenta es la barandilla, ya que se encuentra anclada a la pared, pero por el otro lado no tiene ningún elemento de seguridad.

La siguiente escalera ha sido diseñada por *Jordan Parnass Architecture*. Consiste en una escalera recta tradicional simple, de un solo tramo corto. El material que se ha empleado para su fabricación es la madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. La innovación que presenta es que utiliza el espacio de la contrahuella para colocar un cajón para almacenar lo que el usuario desee. La ventaja que presenta es que optimiza el espacio de una manera innovadora, por otro lado presenta el inconveniente de no tener una barandilla para aumentar la seguridad.



Figura 51. Estudio de mercado 7.



Figura 52. Estudio de mercado 8.

Se trata de un mueble que incorpora una pequeña escalera que ha sido diseñado por *Danny Kuo*. Consiste en una pila de cajones y armarios, los cajones de la parte inferior son lo que al extraerse toman la función de peldaños y forman una escalera para acceder a la parte superior del mueble. Se ha fabricado con madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Presenta la ventaja de ser un mueble muy completo que optimiza el espacio, pero la seguridad que presenta a la hora de acceder al armario más alejado de suelo es muy baja, ya que no presenta ningún elemento de sujeción.

Se trata de una escalera de caracol con forma cuadrada y simple. Para su fabricación se ha utilizado aluminio para la estructura y madera para los peldaños. Su función es la de comunicar varios espacios a diferentes alturas. Innova en la forma que presenta, ya que es un mix entre una escalera tradicional de varios tramos rectos con una de caracol circular. Es una escalera que ocupa poco espacio, por lo que está diseñada pensando en espacios reducidos. Además es un elemento estructural es un elemento decorativo.



Figura 53. Estudio de mercado 9.



Figura 54. Estudio de mercado 10.

Se trata de una escalera tradicional recta de un solo tramo. Para su fabricación se ha empleado hormigón para los peldaños y aluminio para la estructura y barandilla. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. La peculiaridad que presenta es que los peldaños están en voladizo, un extremo se encuentra anclado en la pared y desde el otro extremo nace un tubo de aluminio (que conforma la estructura). Este diseño proporciona a la estancia mayor amplitud. Además ocupa poco espacio. Por otro lado el hecho de que todos los peldaños estén en voladizo da una sensación de poca seguridad e inestabilidad al usuario.

Se trata de una escalera tradicional recta de un solo tramo. Los materiales que se han utilizado para su fabricación son el aluminio, el hormigón y placas de metacrilato. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. En este caso hay un hueco entre peldaños, esto hace que aumente la sensación de luminosidad y espacial. Las placas de metacrilato se han utilizado como medida de seguridad, van desde la barandilla hasta el peldaño. Tiene una estética un tanto industrial, por lo que da un toque moderno a la vivienda.

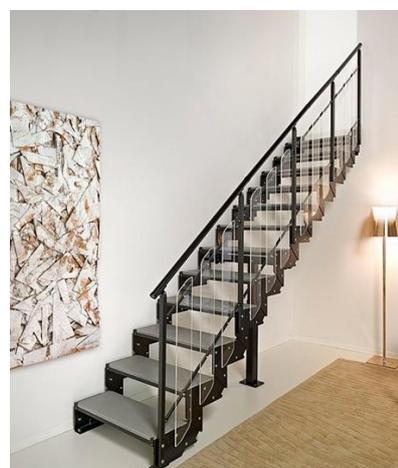


Figura 55. Estudio de mercado 11.



Figura 56. Estudio de mercado 12.

Consiste en una escalera recta de dos tramos con formas simples. Se ha utilizado aluminio, mármol y madera para su fabricación. El aluminio se ha empleado para la estructura, el mármol para los peldaños y la madera para la barandilla. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Como se muestra en la imagen, la estructura va desde el suelo hasta el techo de la vivienda. Tiene un diseño abierto que proporciona más luminosidad y la sensación de espacio abierto. Ocupa bastante espacio, por lo que está diseñada para viviendas espaciosas. Como en otros casos, además de ser un elemento estructural también lo es decorativo.

En este caso nos encontramos ante una escalera que es una mezcla de escalera recta tradicional y de caracol, ya que el paso de un tramo a otro es continuado formando una pequeña curva. Se ha utilizado la madera para su fabricación, que ha sido tratada, lijada y pintada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Este diseño también ha optimizado el espacio de la contrahuella para almacenar libros y formar pequeñas estanterías. Además de ser un elemento estructural es un elemento decorativo. Carece de barandilla, por lo que su seguridad es baja.



Figura 57. Estudio de mercado 13.

Se trata de una escalera recta tradicional, de un solo tramo. El material que se ha empleado para su fabricación es la madera, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Una de sus peculiaridades es que aprovecha el espacio de la contrahuella para almacenar libros, creando pequeñas librerías debajo de cada peldaño. Por otro lado, los peldaños varían su forma intermitentemente. El primero tiene la huella más amplia por el lado derecho y más estrecha en el lado izquierdo, el siguiente al revés. Esto es un elemento diferenciador respecto al resto de escaleras del mercado, pero puede producir algún accidente si no se va con sumo cuidado. Esta escalera está pensada para personas que posean un gran número de libros, el resultado es una escalera que optimiza espacio y aporta cierto valor estético al espacio.

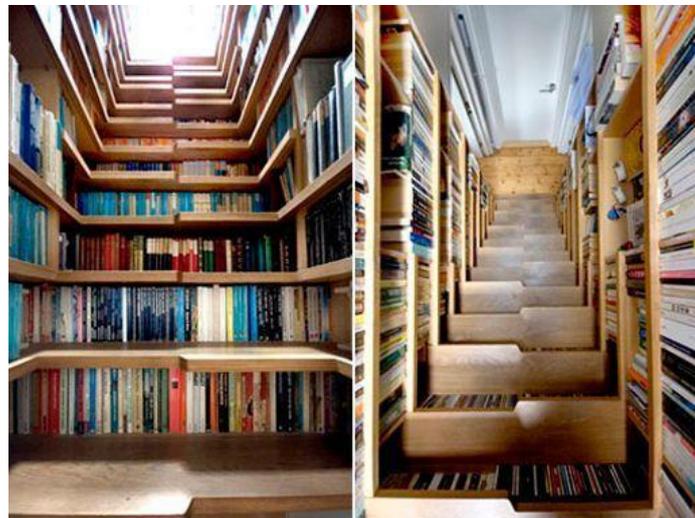


Figura 58. Estudio de mercado 14.

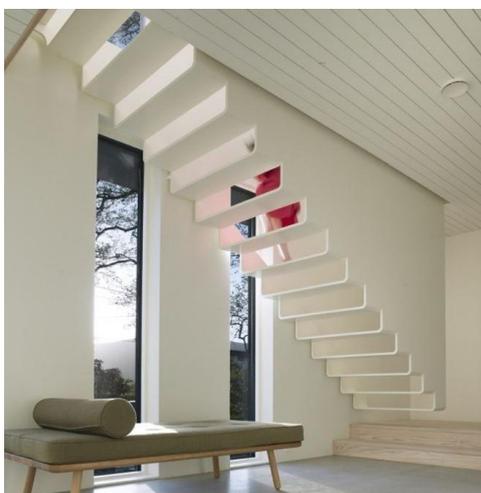


Figura 59. Estudio de mercado 15.

Se trata de una escalera simple y recta de un solo tramo. Se ha empleado un material plástico para su fabricación y construcción. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Es innovadora, tiene un diseño de escalera invertida, va del techo al suelo como se muestra en la imagen. En la contrahuella no hay material, por lo que queda un hueco entre peldaño y peldaño. Además de ser un elemento estructural es un elemento decorativo, que da un aspecto moderno al espacio. Como desventaja da la sensación de ser algo inestable.

Se trata de una escalera de caracol clásica de formas simples. Se ha empleado aluminio y material plástico para su fabricación. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Las escaleras de caracol ocupan un volumen inferior que las tradicionales de uno o varios tramos, por lo tanto son más adecuadas para espacios reducidos. En este caso tiene poco valor decorativo.



Figura 60. Estudio de mercado 16.



Figura 61. Estudio de mercado 17.

Se trata de una escalera de caracol clásica de formas simples. Se ha empleado aluminio y material plástico para su fabricación. Su función es la de comunicar varios espacios a diferentes alturas. Es adecuada para todo tipo de viviendas que tengan dos o más alturas y un espacio relativamente reducido. Tiene paneles anti-deslizantes y anti-desgastantes, lo cual se considera una ventaja que le añade seguridad al uso de esta escalera. Está disponible en el mercado en blanco, negro y gris. Tiene poco valor decorativo.

Se trata de una escalera de caracol clásica de formas simples. Se ha empleado el aluminio para su fabricación. Se puede pintar del color que se desee. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Esta escalera ha sido diseñada para el uso de los niños ya que utiliza un sistema de fijación por mordazas, por lo tanto no se requiere el uso de distanciadores y se facilita su montaje.

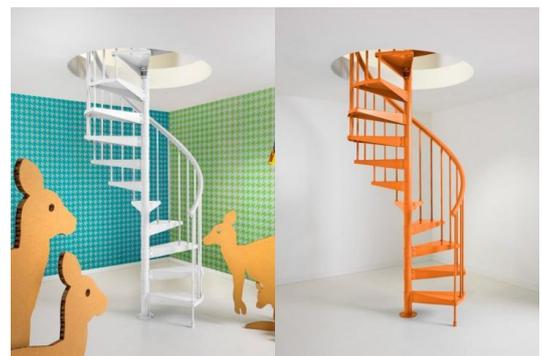


Figura 62. Estudio de mercado 18.



Figura 63. Estudio de mercado 19.

Se trata de una escalera de caracol clásica de formas simples. Se ha empleado el aluminio y material plástico para su fabricación. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. La peculiaridad que presenta es que no tiene un tubo central sobre el cual van los peldaños, son los propios peldaños los que se montan uno encima de otro.

Esto permite variar la altura de la escalera. Un vez montada ocupa muy poco espacio. Como desventaja es que puede parecer algo inestable.

Se trata de un diseñado de InterBau, es una escalera de caracol que varía la forma tradicional de estas. Forma una curva abierta. Se ha empleado el acero para su fabricación. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Es ideal para viviendas con espacio reducido, ya que la escalera ocupa muy poco volumen (1 m² en planta). Está provista de una hilera de botones de plástico antideslizantes en cada peldaño, lo cual aumenta la seguridad de la misma.



Figura 64. Estudio de mercado 20.



Figura 65. Estudio de mercado 21.

En este caso se presenta una escalera de caracol peculiar. El eje no es una línea recta ascendente si no que tiene una forma helicoidal tal como se muestra en la imagen. Se utilizado madera para la fabricación de la escalera y acero inoxidable para su barandilla. La madera ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Los peldaños son de gran tamaño, por ello y por su forma ocupa un gran volumen, por lo que está pensada para viviendas espaciosas. Además de ser un elemento estructural es un elemento decorativo.

Se trata de una escalera de caracol peculiar, como en el caso anterior. El eje no es línea recta ascendente si no que tiene una forma helicoidal tal como se muestra en la imagen. Para su fabricación se ha utilizado madera y cristal. La madera se ha utilizado para formar los peldaños, el eje central y la barandilla. El cristal forma una barrera de protección, va desde la barandilla hasta los peldaños. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. Ocupa bastante volumen, por lo que está diseñada para viviendas espaciosas. También es un importante elemento decorativo.



Figura 66. Estudio de mercado 22.



Figura 67. Estudio de mercado 23.

Se trata de una escalera de caracol de estilo rústico. Se ha empleado únicamente madera para su fabricación, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. La escalera está formada por bloques rectangulares de madera que están apilados uno encima de otro hasta conseguir la forma de la escalera. Ocupa muy poco volumen y se encuentra encaja en un hueco en la pared, por lo que aunque no tenga barandilla no da sensación de poca seguridad. Está pensada para viviendas con espacio reducido.

Es una escalera diseñada por el Estudio Treppen&Bauelemente Schmidt GmbH. Consiste en una escalera recta de un solo tramo. Se ha empleado la madera para su fabricación, que ha sido tratada, lijada y barnizada. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. La peculiaridad que presenta este diseño es que la escalera está formada por una lámina de madera continuada, con una forma de zig-zag tal como se muestra en la imagen. Ocupa muy poco volumen, por lo que es ideal para viviendas con espacio reducido. Además de ser un elemento constructivo es un importante elemento decorativo.



Figura 68. Estudio de mercado 24.



Figura 69. Estudio de mercado 25.

En este caso se trata de una escalera recta de un solo tramo. El material que se ha empleado para la fabricación es la madera, que se ha tratado, lijado y barnizado. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. La escalera esta formada por prismas triangulares, que se van alternando hasta formar la escalera, tal como se muestra en la imagen. Presenta la ventaja de ocupar muy poco espacio (por lo que está diseñada para viviendas con espacio reducido), como desventaja carece de barandilla que facilite el uso de la escalera.

Se trata de una escalera recta de dos tramos. Se ha empleado acero para su fabricación. Su función es la de comunicar espacios a diferentes alturas. En el primer tramo de escalera los peldaños conforman una estantería, en la que el espacio de la contrahuella se emplea para el amacenaje. En el segundo tramo de la escalera, los peldaños están en voladizo anclados a la pared. Ocupa muy poco volumen por lo que está diseñada para viviendas con espacio reducido. Como desventaja presenta baja seguridad, ya que no tiene barandilla. Además de ser un elemento constructivo es un importante elemento decorativo.



Figura 70. Estudio de mercado 26.

La gran parte de escaleras que aparecen en el estudio de mercado están fabricadas de madera. En su mayoría aprovechan el hueco de la escalera para colocar estanterías, armarios, adecuar el espacio para guardar las bicicletas o crear una zona de descanso. También utilizan el espacio de la contrahuella otorgándole la función de almacenaje con estanterías, librerías o cajoneras en algunos casos.

En los diseños de escaleras estudiados , la segunda función que se les da es la de almacenaje, optimizando así el espacio de la vivienda. Todas ellas son estáticas, ninguna permite el movimiento o rotación de ninguno de sus elementos. Muy pocas son modulables, permitiendo añadir o quitar peldaños a la escalera. Por lo tanto, hay una carencia en el mercado de escaleras con dichas características.

Un punto importante para recalcar es que los diseños de escaleras más innovadores carecen de barandilla, por una parte aumenta el valor estético o funcional del producto pero, por otra, se reduce la seguridad en el uso de dichas escaleras.

2.2 Anexo 2 - ELECCIÓN DE MATERIALES Y ACABADO SUPERFICIAL

Para la elección de los materiales, se ha tenido en cuenta las propiedades que deben cumplir según las exigencias que presenta la construcción de una escalera.

Como se ha visto en el estudio de mercado, los materiales más empleados por las escaleras que actualmente están en el mercado son la madera y el acero inoxidable, ya que son materiales que cumplen perfectamente con los objetivos físicos y mecánicos.

Los materiales elegidos para la fabricación del producto han sido los siguientes:

- Para la estructura de la escalera: Acero inoxidable.
- Para el refuerzo de los peldaños: Acero inoxidable.
- Para los peldaños: Madera de haya.
- Para la base de la escalera: Madera de haya.
- Para el anillo entre peldaños: Teflón.

El material elegido para la estructura y para el refuerzo de los peldaños es el acero inoxidable debido a sus características mecánicas y su acabado superficial. La madera de haya ha sido elegida por ser una madera dura, cuyas propiedades mecánicas son perfectas para la fabricación de escaleras. Además su tonalidad otorga al espacio una sensación de calidez y de hogar, que es lo que se pretende que la escalera de caracol multifuncional transmita.

En cuanto al acabado superficial de la madera, simplemente se le va a aplicar un barniz para proteger la superficie. De esta manera se mantienen las vetas y la forma natural de la madera, que es lo que se pretende para dar calidez al conjunto.

2.3 Anexo 3 - TABLA DE VALORACIÓN DE FUNCIONES

En el siguiente apartado se agrupan en una tabla todas las funciones nombradas. En ella también aparecen los siguientes parámetros:

- Número de orden: Necesario para referenciar a la función cuando se utilicen las técnicas de comparación y valoración de funciones.
- Designación: Debe ser completa e inequívoca, formada por el conjunto de un verbo y un complemento.
- Criterio: Representa la magnitud con la que comprobar y medir el cumplimiento de la función.
- Nivel: Valor o referencia que complementa al criterio.
- Flexibilidad: Representa la tolerancia que permite variar el valor del nivel.
- Restricción

Tabla 13 Valor flexibilidad y valor de importancia (vi)

CLASE	FLEXIBILIDAD	NIVEL DE NEGOCIACIÓN
0	NULA	IMPERATIVO
1	POCA	POCO NEGOCIABLE
2	BUENA	NEGOCIABLE
3	ALTA	MUY NEGOCIABLE

VALOR (vi)	IMPORTANCIA DE LA FUNCIÓN
1	ÚTIL
2	NECESARIA
3	IMPORTANTE
4	MUY IMPORTANTE
5	VITAL

VALORACIÓN ENTRE FUNCIONES

A continuación se va a enumerar las funciones más importantes que debe presentar el producto para realizar una matriz de importancia o dominación entre funciones.

- ✓ Ser utilizable como escalera. (f1)
- ✓ Ser utilizable como lugar de almacenamiento. (f2)
- ✓ Poder variar la posición de los peldaños. (f3)
- ✓ Tener fácil acceso a la zona de almacenaje. (f4)
- ✓ Ser fácil de variar la posición de los peldaños. (f5)
- ✓ Cumplir la normativa correspondiente a la seguridad. (f6)
- ✓ Representar un estilo moderno. (f7)

Matriz de dominación entre funciones más columna de Σ valores.

Tabla 14 Tabla de dominación entre funciones

	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	Σ Filas
f1	-	0.75	0.75	0.8	0.75	0.5	0.8	4.35
f2	0.25	-	0.25	0.75	0.5	0.25	0.75	2.75
f3	0.25	0.75	-	0.75	0.5	0.25	0.75	3.25
f4	0.2	0.25	0.25	-	0.25	0.2	0.75	1.9
f5	0.25	0.5	0.5	0.75	-	0.2	0.75	2.95
f6	0.5	0.75	0.75	0.8	0.8	-	0.8	4.4
f7	0.2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.2	-	1.4

$$f1 - f2 = 0.75 - 0.25$$

$$f1 - f3 = 0.75 - 0.25$$

$$f1 - f4 = 0.8 - 0.2$$

$$f1 - f5 = 0.75 - 0.25$$

$$f1 - f6 = 0.5 - 0.5$$

$$f1 - f7 = 0.8 - 0.2$$

$$f2 - f3 = 0.25 - 0.75$$

$$f2 - f4 = 0.25 - 0.75$$

$$f2 - f5 = 0.5 - 0.5$$

$$f2 - f6 = 0.75 - 0.25$$

$$f2 - f7 = 0.25 - 0.75$$

$$f3 - f4 = 0.75 - 0.25$$

$$f3 - f5 = 0.75 - 0.25$$

$$f3 - f6 = 0.8 - 0.2$$

$$f3 - f7 = 0.25 - 0.75$$

$$f4 - f5 = 0.25 - 0.75$$

$$f4 - f6 = 0.8 - 0.2$$

$$f4 - f7 = 0.25 - 0.75$$

$$f5 - f6 = 0.2 - 0.8$$

$$f5 - f7 = 0.2 - 0.8$$

$$f6 - f7 = 0.2 - 0.8$$

Tabla 15 Tabla conversión Σ Filas a valores v_i y valor de importancias de las funciones.

Σ Filas	V_i
Σ filas máx. posibles (n° funciones - 1) = 6	5
4.5	4
3	3
1.5	2
Σ Filas mín. posible 0	1

FUNCIÓN	V_i
f1	4
f2	3
f3	3
f4	2
f5	3
f6	4
f7	2

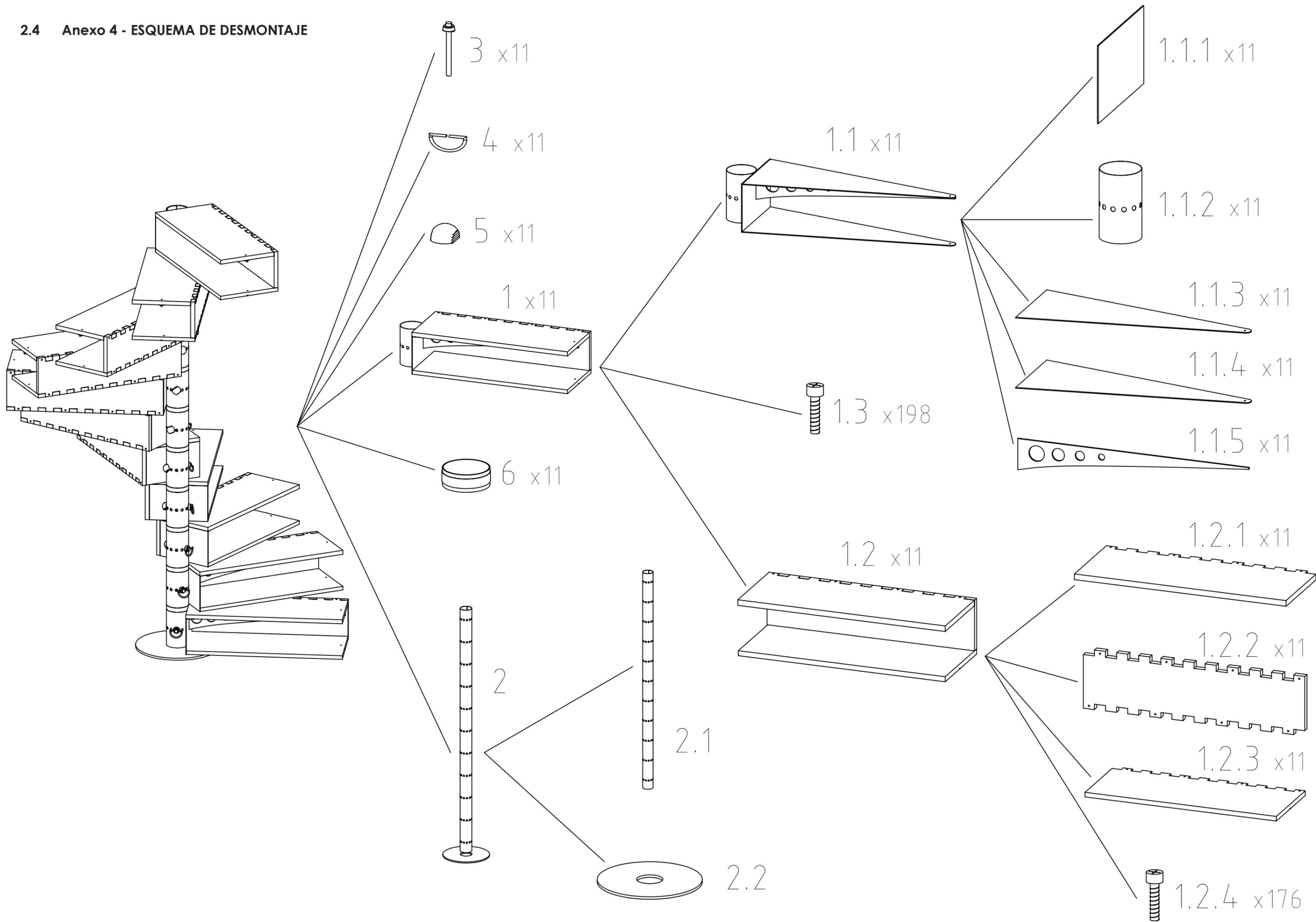
Tabla 16 Orden de importancia de las funciones.

Orden según matriz	FUNCIÓN
1º	Ser utilizable como escalera
2º	Cumplir la normativa correspondiente a la seguridad
3º	Ser utilizable como lugar de almacenamiento
4º	Poder variar la posición de los peldaños
5º	Ser fácil de variar la posición de los peldaños
6º	Tener fácil acceso a la zona de almacenaje
7º	Representar un estilo moderno

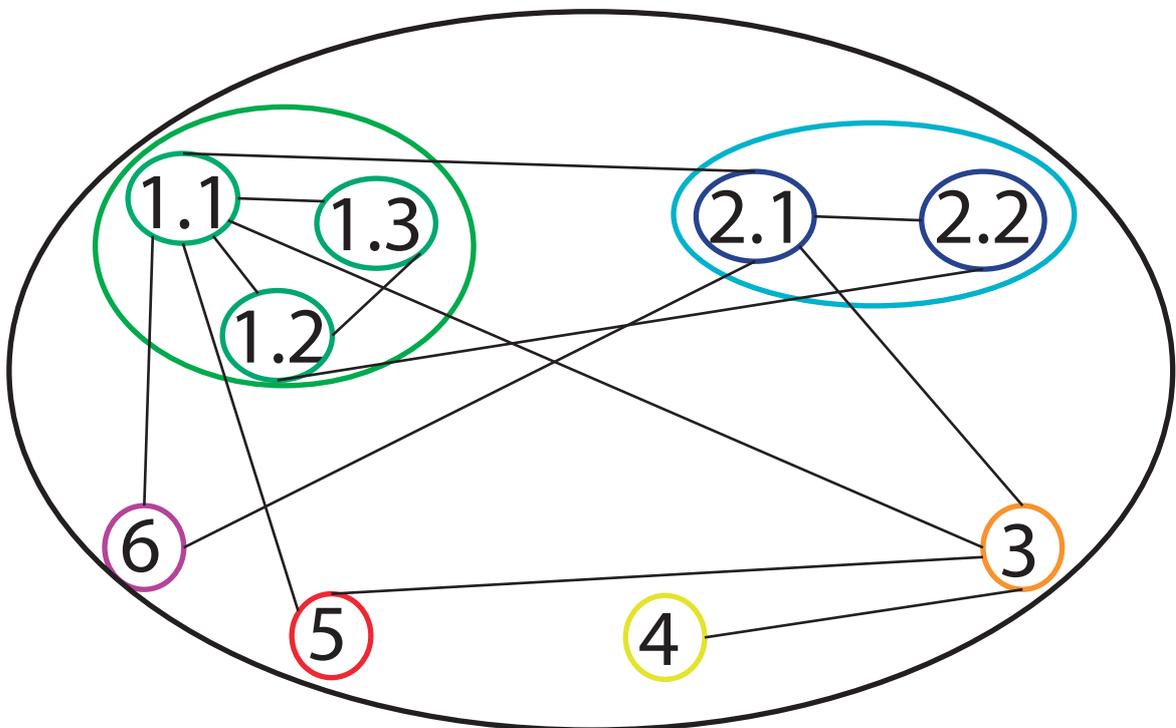
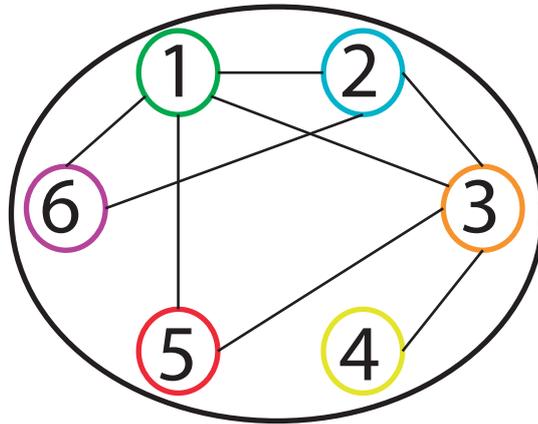
Por lo tanto;

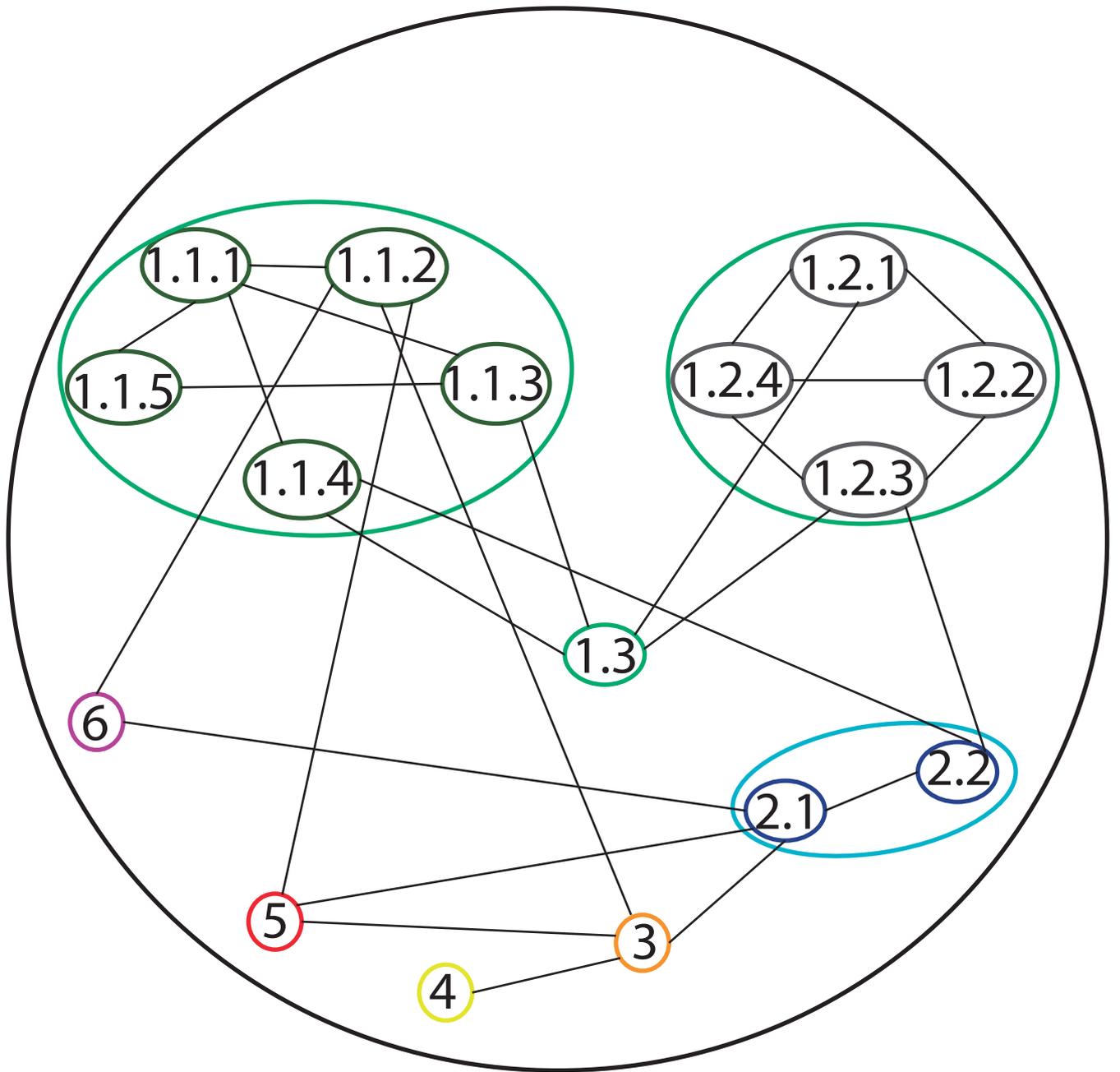
- f1: Ser utilizable como escalera. MUY IMPORTANTE
 f2: Ser utilizable como lugar de almacenamiento. IMPORTANTE
 f3: Poder variar la posición de los peldaños. IMPORTANTE
 f4: Tener fácil acceso a la zona de almacenaje. NECESARIA
 f5: Ser fácil de variar la posición de los peldaños. IMPORTANTE
 f6: Cumplir la normativa correspondiente a la seguridad. MUY IMPORTANTE
 f7: Representar un estilo moderno. NECESARIA

2.4 Anexo 4 - ESQUEMA DE DESMONTAJE



2.5 Anexo 5 - DIAGRAMA SISTEMÁTICO





2.6 Anexo 6 - ELEMENTOS

2.6.1 ELEMENTOS NORMALIZADOS

Los elementos normalizados presentes en el diseño son los siguientes:

- Tornillo autoperforante.

TEL-ALAS



Fijaciones de placas o maderas a perfilería. Aberturas, entrepisos, carrocerías, furgones, escenarios, casas rodantes, viviendas industrializadas, etc.

DESCRIPCION	Nº X PULG.	MEDIDAS			TRAT. SUP. ZINC. AZUL FOSF. NEGRO	CAJA GRANDE		ESTUCHE	MINI ESTUCHES
		DIAM	LONG	CAB		CANT.	CANT.	CANT.	
ALAS CON ESTRIAS	8 X 1,1/4	4,2	32	8	ZINC	6000	400	200	
ALAS CON ESTRIAS	10 X 1 1/2	4,8	39	8,6	ZINC	4000	300	100	
ALAS SIN ESTRIAS (PH-3)	10 x 1,5/8	4,8	42	9,3	ZINC	3000 ()	250 ()	100 (+)	
ALAS CON ESTRIAS	10 x 2	4,8	49	8,6	ZINC	2000 (+)	200 (+)	100 (+)	
ALAS CON ESTRIAS	12 X 2 1/2	5,5	63	10,7	ZINC	1500 (+)	100 (+)	50 (+)	
ALAS CON ESTRIAS	14 X 3	6,3	76	10,7	ZINC	1000 (+)	100 (+)	50 (+)	

Figura 71. Catálogo tornillo.

2.6.2 ELEMENTOS COMERCIALES

Los elementos comerciales presentes en el diseño de escalera son los siguientes:

- Pasador. La anilla que viene incorporada en el pasador será retirada para colocar una nueva anilla para estirar con facilidad y comodidad el pasador.

Pasadores de seguridad de desbloqueo rápido con anilla de tracción (WDS 955)

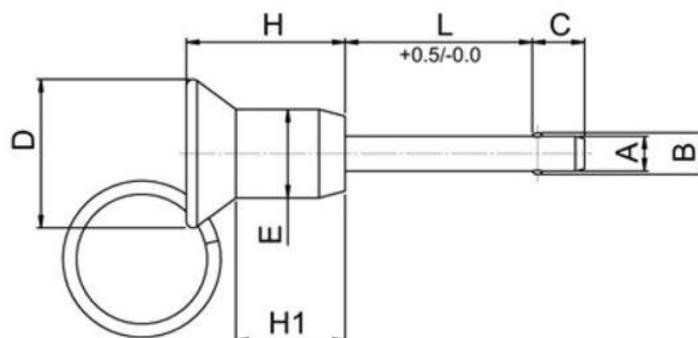


Figura 72. Pasador.

- Tapón pasador. Este producto está destinado a tapar botellas. En nuestro diseño su función será la de tapar el saliente del pasador para otorgar una mayor seguridad y mejorarla estética final del producto. El color del mismo, puede ser elegido por el usuario.



Figura 73. Tapón para pasador.

- Los anillos de teflón serán proporcionados por la empresa "pliflour" que trabaja con el PTFE. Esta empresa fabrica piezas según desee el cliente. Para ello se le proporciona un plano con las medidas y la empresa se encarga de realizarlas.

2.6.3 ELEMENTOS INTERMEDIOS O SEMIELABORADOS

Los elementos intermedios o semielaborados presentes en el diseño de escalera son los siguientes:

- Maderas que conforman el peldaño.

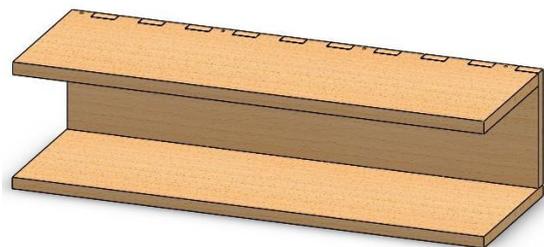


Figura 74. Estructura peldaño.

- Madera que forma la base de la escalera.

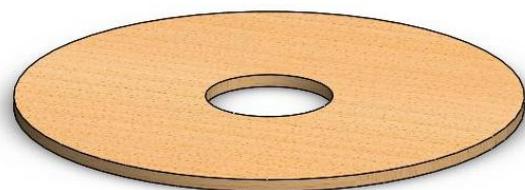


Figura 75. Base de la escalera.

- Piezas que conforman el refuerzo de acero inoxidable.

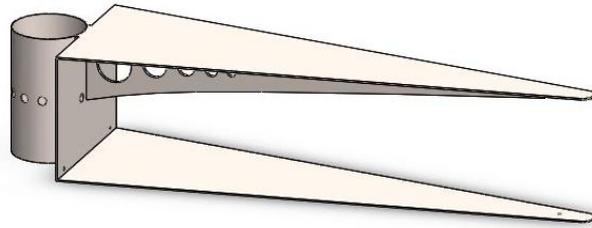


Figura 76. Refuerzo del peldaño.

- Eje de acero inoxidable (alma de la escalera).



Figura 77. Eje central de la escalera.

- Anillo.



Figura 78. Anillo separador.

2.6.4 ELEMENTOS FABRICADOS POR LA EMPRESA

La empresa no fabrica ningún elemento para la construcción del producto, ya que todos ellos son elementos intermedios o semielaborados, comerciales o normalizados.

2.6.5 MÁQUINAS, ÚTILES Y HERRAMIENTAS

2.6.5.1 PARA LA FABRICACIÓN

- Cortadora láser.

Para madera

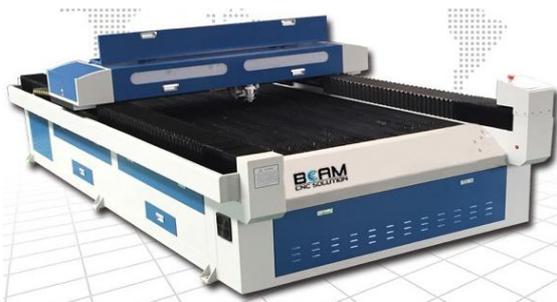


Figura 79. Cortadora láser de madera.

Para metal



Figura 80. Cortadora láser para metal.

- Taladro de columna.



Figura 81. Taladro de columna.

- Taladro manual.



Figura 82. Taladro manual.

- Sierra alternativa.



Figura 83. Sierra alternativa.

- Sierra de cinta.



Figura 84. Sierra de cinta.

2.6.5.2 PARA EL ENSAMBLAJE

- Taladro manual.



Figura 85. Taladro manual.

- Equipo soldadura.



Figura 86. Equipo de soldadura.

2.6.5.3 HERRAMIENTAS

- Hojas de sierra.

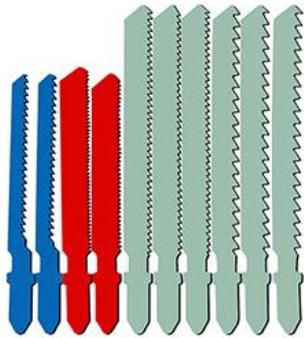


Figura 87. Hojas de sierra.

- Brocas.



Figura 88. Brocas.

2.6.5.4 ÚTILES

- Sargento.



Figura 90. Sargento.

- Escuadra.



Figura 89. Escuadra.

- Pincel para pegamento.



Figura 91. Pincel para pegamento.

- Cepillo para soldadura.



Figura 92. Cepillo para soldadura.

3 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

A continuación se exponen las condiciones técnicas necesarias para la construcción del prototipo de la escalera de caracol multifuncional para cada pieza, subconjunto y conjunto final.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO RECTANGULAR SOPORTE PELDAÑO 1.1.1

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza es el acero inoxidable. Las dimensiones son 280 mm de base y 180 mm de altura, con un espesor de 2'5 mm.

- ❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte de la morfología de la pieza.
 - Maquinaria: Cortadora láser.
 - Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
 - Medios auxiliares: No precisa.
 - Forma de realización:
 1. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 2. Introducir en el ordenador las medidas en las que se debe cortar la pieza.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Iniciar el corte automático de ésta.
 - Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
 - Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
 - Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

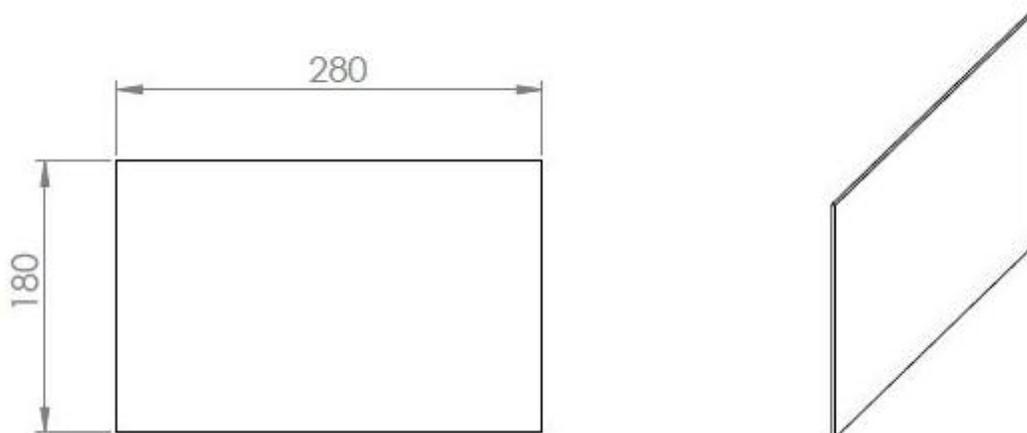


Figura 93. P.C.T medidas pieza 1.1.1.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO EJE SOPORTE PELDAÑO 1.1.2

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza es un tubo redondo de acero inoxidable, cuyas dimensiones aproximadas es de 106 mm de diámetro exterior y 104 mm de diámetro interior, con un espesor de 2,5 mm.

- ❖ **OPERACIÓN 1ª**: Corte de la longitud del tubo redondo.
 - Maquinaria: Sierra alternativa.
 - Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 3ª".
 - Medios auxiliares: Hoja de sierra para metal.
 - Forma de realización:
 1. Marcar la longitud que se desea obtener, 180 mm.
 2. Colocar la pieza en la posición adecuada para la operación.
 3. Encender la sierra alternativa.
 4. Seguir la longitud marcada con anterioridad.
 - Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
 - Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar el buen estado y colocación de la hoja de la sierra.
 3. Comprobar la altura de la guía.
 4. Comprobar la medida del tubo redondo a colocar.
 5. Comprobar que la perpendicularidad del corte es la correcta.
 6. Comprobar las dimensiones y geometría finales de la pieza.
 - Diámetro exterior de 53 mm y una longitud de 180 mm.
 - Pruebas: No precisa
- ❖ **OPERACIÓN 2ª** Realización de agujeros pasantes.
 - Maquinaria: Taladro de columna.
 - Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 3ª".
 - Medios auxiliares: Broca para metal.
 - Forma de realización:
 1. Fijación de tornillo de presión en bancada.
 2. Marcar centros de agujeros y punzonar antes de la colocación de la pieza en tornillo de presión.
 3. Colocar el tope de la broca (diámetro 12 mm)
 4. Colocación de pieza en tornillo de presión.
 5. Taladro de agujero (pasante).
 6. Voltrear la pieza 30°.
 7. Colocar y sujetar la pieza a la altura de la siguiente marca.
 8. Taladro de agujero (pasante).

9. Repetir esta operación 6 veces para conseguir los 12 agujeros sobre el perímetro de la pieza, tal como se muestra en la imagen.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
 - Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar el buen estado y colocación del tornillo de presi
 3. Comprobar el buen estado y colocación de las brocas.
 4. Comprobar y ajustar las velocidades de la máquina.
 5. Comprobar las dimensiones finales de los agujeros.
 - Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

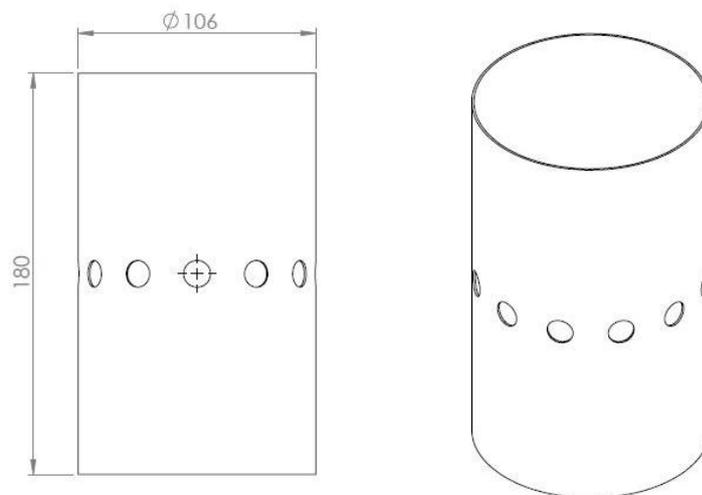


Figura 94. P.C.T medidas pieza 1.1.2.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO PIEZA TRIANGULAR SOPORTE PELDAÑO 1.1.3 y 1.1.4

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza es el acero inoxidable. Las dimensiones son 280 mm de base y 750 mm de altura, con un espesor de 2,5 mm. Uno de los extremos es redondeado, tal como se muestra en la imagen de "operaciones realizadas".

- ❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte de la morfología de la pieza.
 - Maquinaria: Cortadora láser.
 - Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
 - Medios auxiliares: No precisa.
 - Forma de realización:
 1. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 2. Introducir en el ordenador las medidas en las que se debe cortar la pieza.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Iniciar el corte automático de ésta.

- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
- Pruebas: No precisa.

❖ **OPERACIÓN 2ª** : Realización de agujeros

- Maquinaria: Cortadora láser.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
- Medios auxiliares: No precisa.
- Forma de realización:
 1. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 2. Introducir en el ordenador las medidas en las que se debe cortar la pieza.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Iniciar el corte automático de ésta.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
- Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

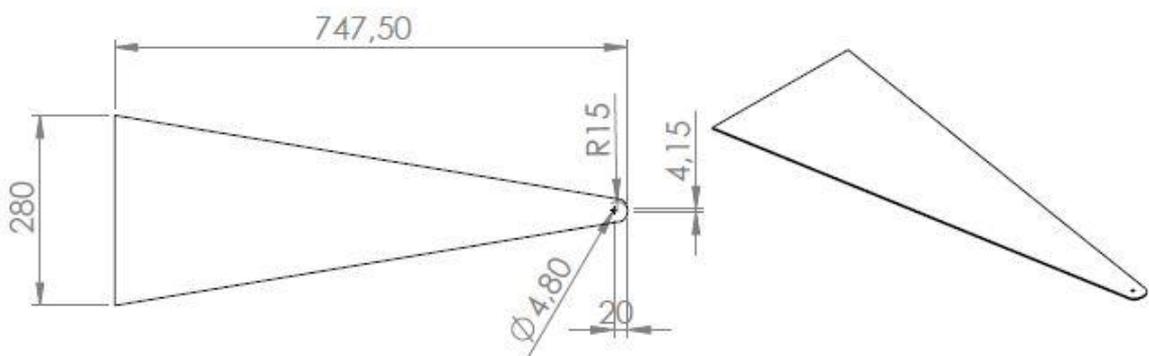


Figura 95. P.C.T medidas pieza 1.1.3 y 1.1.4.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO PIEZA REFUERZO SOPORTE PELDAÑO 1.1.5

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza es el acero inoxidable. Las dimensiones son 100 mm de base y 750 mm de altura, con un espesor de 5 mm. Tiene varios agujeros en el cuerpo de la pieza para liberarla de cierto peso.

❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte de la morfología de la pieza.

- Maquinaria: Cortadora láser.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
- Medios auxiliares: No precisa.
- Forma de realización:
 1. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 2. Introducir en el ordenador las medidas en las que se debe cortar la pieza.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Iniciar el corte automático de ésta.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
- Pruebas: No precisa.

❖ **OPERACIÓN 2ª** Realización de agujeros

- Maquinaria: Cortadora láser.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
- Medios auxiliares: No precisa.
- Forma de realización:
 1. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 2. Introducir en el ordenador las medidas en las que se debe cortar la pieza.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Iniciar el corte automático de ésta.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
- Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

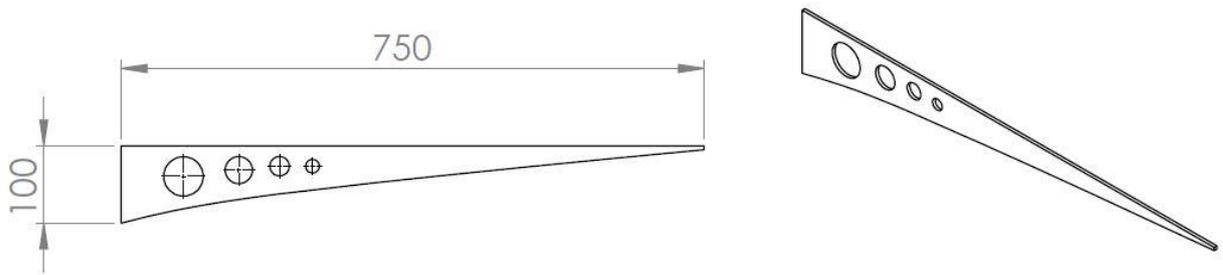


Figura 96. P.C.T medidas pieza 1.1.5.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO MADERA 1, 1.2.1

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza madera de haya. Las dimensiones son 750 mm y 300 mm, con un espesor de 20 mm.

❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte del tablero.

- Maquinaria: Cortadora láser.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
- Medios auxiliares: No precisa
- Forma de realización:
 1. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 2. Introducir en el ordenador las medidas en las que se debe cortar la pieza.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Iniciar el corte automático de ésta.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
- Pruebas: No precisa.

❖ **OPERACIÓN 2ª:** Realización de agujeros.

- Maquinaria: Taladro manual.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 2ª".
- Medios auxiliares: Kit de taladrar.
- Forma de realización:
 1. Fijación de soporte para taladro.
 2. Marcar centros de agujeros y punzonar la pieza.
 3. Colocar la broca en el taladro manual (diámetro 4'8 mm).

4. Colocación del taladro manual en el soporte para taladro.
 5. Puesta en marcha del taladro.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
 - Controles:
 1. Comprobar el buen estado del taladro.
 2. Comprobar el buen estado y colocación del soporte para taladro.
 3. Comprobar el buen estado y colocación de las brocas.
 4. Comprobar y ajustar las velocidades del taladro.
 5. Comprobar las dimensiones finales de los agujeros.
 - Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

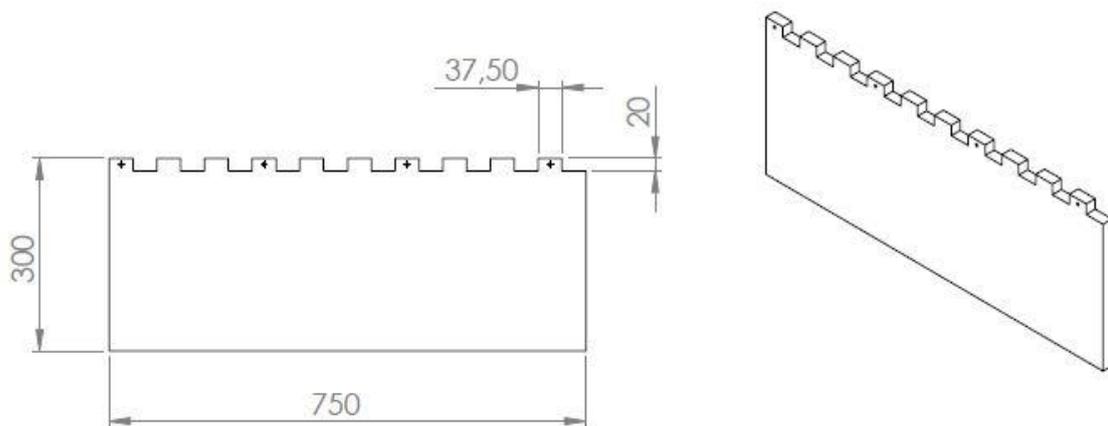


Figura 97. P.C.T medidas pieza 1.2.1.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO MADERA 3, 1.2.3

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza madera de haya. Las dimensiones son 750 mm y 300 mm, con un espesor de 20 mm.

- ❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte del tablero.
 - Maquinaria: Cortadora láser.
 - Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
 - Medios auxiliares: No precisa.
 - Forma de realización:
 1. Introducir las medidas que debe seguir la máquina para cortar la pieza. Las medidas de la pieza se aprecian en la siguiente imagen.
 2. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 3. Puesta en marcha de la máquina.

- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
- Pruebas: No precisa.

❖ **OPERACIÓN 2ª:** Rebaje de la pieza.

- Maquinaria: Cepillo eléctrico para madera.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 2ª".
- Medios auxiliares: No precisa
- Forma de realización:
 1. Fijar la pieza sobre la mesa de trabajo.
 2. Marcar en la madera la superficie que se ha de rebajar. Esta superficie coincide en medidas con las de las piezas 1.1.2 y 1.1.3.
 3. Puesta en marcha del cepillo eléctrico.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado del cepillo eléctrico.
 2. Comprobar el buen estado y colocación de la pieza a trabajar.
 3. Comprobar las medidas de la superficie a rebajar.
- Pruebas: No precisa.

❖ **OPERACIÓN 3ª:** Realización de agujeros.

- Maquinaria: Taladro manual.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 2ª".
- Medios auxiliares: Kit de taladrar.
- Forma de realización:
 1. Fijación de soporte para taladro.
 2. Marcar centros de agujeros y punzonar la pieza.
 3. Colocar la broca en el taladro manual (diámetro 4'8 mm).
 4. Colocación del taladro manual en el soporte para taladro.
 5. Puesta en marcha del taladro.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado del taladro.
 2. Comprobar el buen estado y colocación del soporte para taladro.
 3. Comprobar el buen estado y colocación de las brocas.
 4. Comprobar y ajustar las velocidades del taladro.

5. Comprobar las dimensiones finales de los agujeros.

- Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

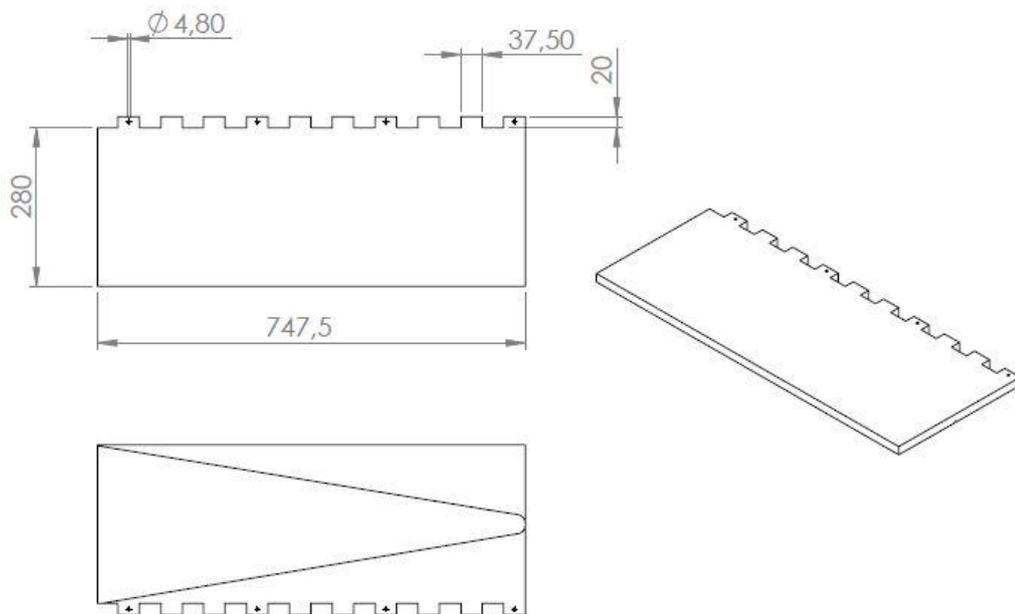


Figura 98. P.C.T medidas pieza 1.2.3.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO MADERA 2, 1.2.2

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza madera de haya. Las dimensiones son 750 mm y 250 mm, con un espesor de 20 mm.

❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte del tablero.

- Maquinaria: Cortadora láser.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
- Medios auxiliares: No precisa.
- Forma de realización:
 1. Introducir las medidas que debe seguir la máquina para cortar la pieza. Las medidas de la pieza se aprecian en la siguiente imagen.
 2. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza.
- Pruebas: No precisa.

❖ **OPERACIÓN 2ª:** Realización de agujeros.

- Maquinaria: Taladro manual.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 2ª".
- Medios auxiliares: Kit de taladrar.
- Forma de realización:
 1. Fijación de soporte para taladro.
 2. Marcar centros de agujeros y punzonar la pieza.
 3. Colocar la broca en el taladro manual (diámetro 4'8 mm).
 4. Colocación del taladro manual en el soporte para taladro.
 5. Puesta en marcha del taladro.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado del taladro.
 2. Comprobar el buen estado y colocación del soporte para taladro.
 3. Comprobar el buen estado y colocación de las brocas.
 4. Comprobar y ajustar las velocidades del taladro.
 5. Comprobar las dimensiones finales de los agujeros.
- Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

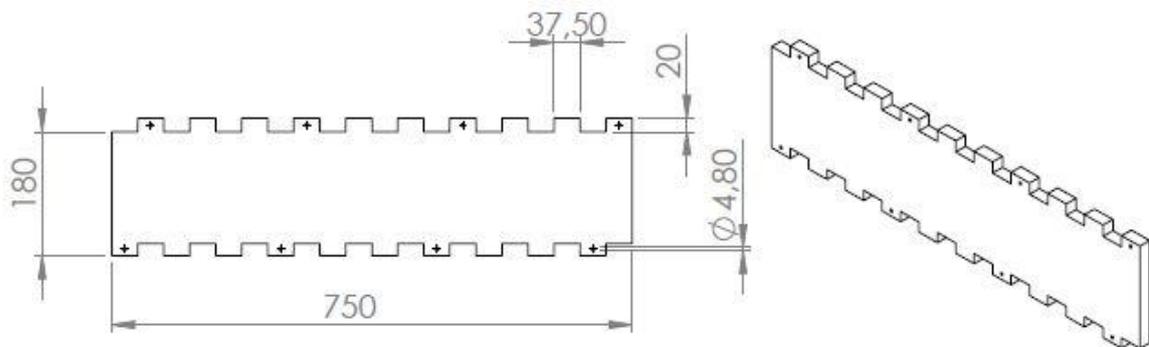


Figura 99. P.C.T medidas pieza 1.2.2.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO EJE 2.1

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza es un tubo redondo de acero inoxidable, cuyas dimensiones aproximadas es de 50 mm de diámetro exterior y 45 mm de diámetro interior, con un espesor de 5 mm y una longitud de 2200 mm.

❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte de la longitud del tubo redondo.

- Maquinaria: Sierra alternativa.

- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 3ª".
- Medios auxiliares: Hoja de sierra para metal.
- Forma de realización:
 1. Marcar la longitud que se desea obtener, 2200mm.
 2. Colocar la pieza en la posición adecuada para la operación.
 3. Encender la sierra alternativa.
 4. Seguir la longitud marcada con anterioridad.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar el buen estado y colocación de la hoja de la sierra.
 3. Comprobar la altura de la guía.
 4. Comprobar la medida del tubo redondo a colocar.
 5. Comprobar que la perpendicularidad del corte es la correcta.
 6. Comprobar las dimensiones y geometría finales de la pieza.
 - Diámetro exterior de 50 mm y una longitud de 2200 mm.
- Pruebas: No precisa

❖ **OPERACIÓN 2ª:** Realización de agujeros pasantes.

- Maquinaria: Cortadora láser.
- Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 1ª".
- Medios auxiliares: No precisa.
- Forma de realización:
 1. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 2. Introducir en el ordenador las medidas en las que se debe cortar la pieza.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Iniciar el corte automático de ésta.
- Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
- Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar que las medidas introducidas son las correctas.
 3. Comprobar las dimensiones y la geometría final de la pieza. Los agujeros deben de tener un diámetro de 12 mm.
- Pruebas: No precisa.

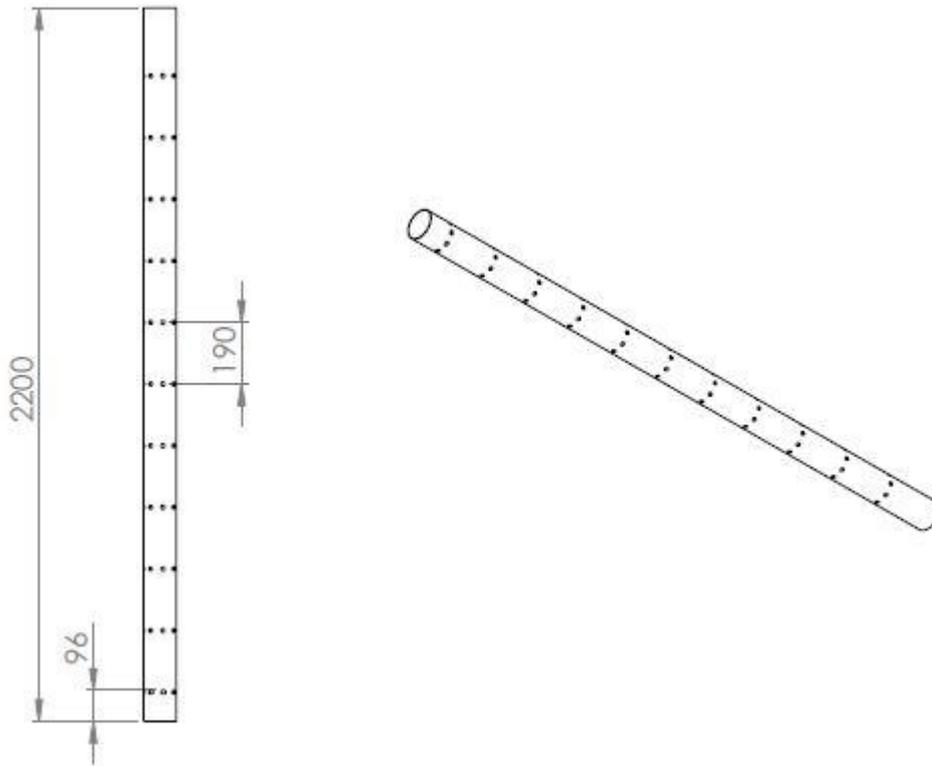


Figura 100. P.C.T medidas pieza 2.1.

PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS ELEMENTO BASE 2.2

El material de partida del cual vamos a obtener la pieza es la madera de haya, cuyas dimensiones son 400 mm de diámetro y espesor de 10 mm. En el centro un orificio de 100 mm de diámetro (donde encajará el eje de la escalera, elemento 1.1).

- ❖ **OPERACIÓN 1ª:** Corte de la morfología de la base.
 - Maquinaria: Sierra de cinta.
 - Mano de obra: La realización del trabajo de corte debe ser llevada a cabo por un operario con categoría mínima de "Oficial de 2ª".
 - Medios auxiliares: Hoja de sierra.
 - Forma de realización:
 1. Marcar una circunferencia de 400 mm de diámetro.
 2. Colocar la pieza en la posición adecuada.
 3. Puesta en marcha de la máquina.
 4. Detención de la máquina.
 5. Marcar una circunferencia de 100 mm de diámetro , compartiendo el mismo centro que la primera realizada.
 6. Colocar la pieza en la situación adecuada.
 - Seguridad: Guantes, gafas protectoras, ropa de trabajo y calzado de seguridad.
 - Controles:
 1. Comprobar el buen estado de la máquina.
 2. Comprobar el buen estado y colocación de la hoja de sierra.

3. Comprobar las dimensiones de las circunferencias realizadas a modo de guía.
4. Comprobar la perpendicularidad del corte.

- Pruebas: No precisa.

OPERACIONES REALIZADAS

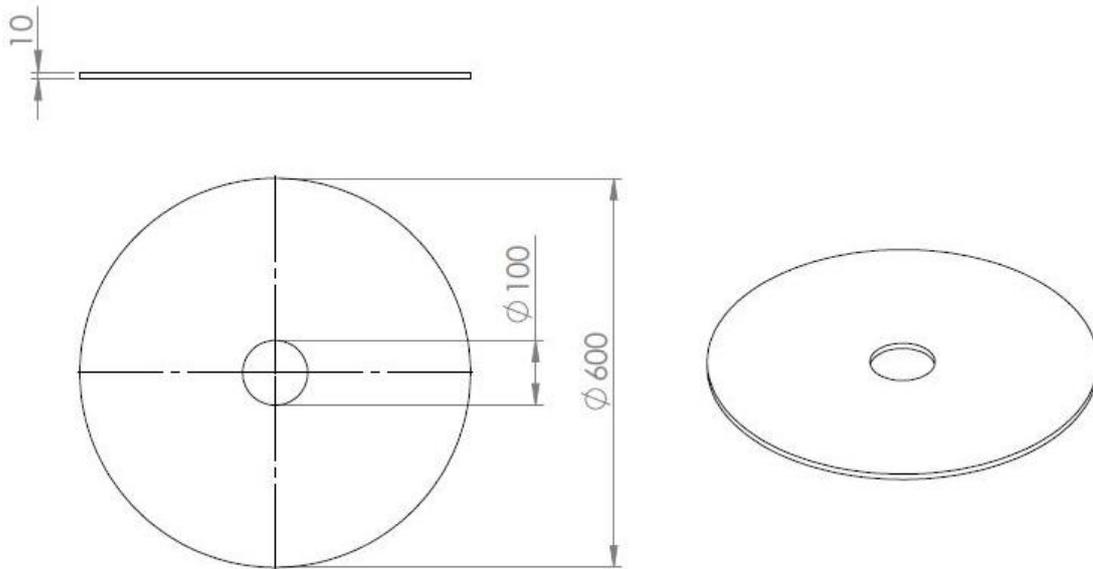


Figura 101. P.C.T medidas pieza 2.2.

4 PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Tabla 17 Presupuesto y mediciones.

UNIDAD DE OBRA	MEDICIÓN		DESCRIPCIÓN	PRECIO UNITARIO	IMPORTE	TOTAL
	CANT.	Ud.		(Euros/Ud)	(Euros)	(Euros)
1.1.1	11	Ud.	RECTÁNGULO SOPORTE PELDAÑO			
			Material			
	0,0582	kg	Plancha de acero inoxidable AISI 304L	75	4,365	48,015
			Trabajo de : CORTE			
			Maquinaria			
	0,25	h	Cortadora láser	0,05	0,0125	0,1375
			Mano de obra			
	0,25	h	Oficial de 1ª	20	5	55
			Medios auxiliares			
			Herramientas			
	0,25	h	Tornillo de presión de bancada	0,05	0,0125	0,1375
					Total	1369,90
1.1.2	11	Ud.	EJE SOPORTE PELDAÑO			
			Material			
	0,12599	kg	Tubo de acero inoxidable	55	6,92945	76,22395
			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,125	h	Sierra alternativa	0,05	0,00625	0,06875
			Mano de obra			
	0,125	h	Oficial de 3ª	20	2,5	27,5
			Medios Auxiliares			
			Herramientas:			
	0,125	h	Hoja de sierra	0,05	0,00625	0,06875
			Trabajo de: OBTENCIÓN DE AGUJEROS			
			Maquinaria			
	0,25	h	Taladro de columna	0,075	0,01875	0,20625
			Mano de obra			
	0,25	h	Oficial de 3ª	20	5	55
			Medios Auxiliares			
			Herramientas:			
	0,25	h	Broca para metal	0,2	0,05	0,55
			Útiles:			
	0,25	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,00625	0,06875
					Total	159,69
1.2.3	11	Ud.	MADERA 3			
			Material			
	3,614	kg	Madera de haya	44,3	160,1002	1761,1022

			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,45	h	Cortadora láser	1	0,45	4,95
			Mano de obra			
	0,45	h	Oficial de 1ª	30	13,5	148,5
			Medios Auxiliares			
			Útiles:			
	0,45	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,01125	0,12375
			Trabajo de: OBTENCIÓN DE AGUJEROS			
			Maquinaria			
	0,35	h	Taladro eléctrico	0,02	0,007	0,056
			Mano de obra			
	0,35	h	Oficial de 2ª	25	8,75	70
			Medios Auxiliares			
			Herramientas:			
	0,35	h	Broca para madera	0,2	0,07	0,56
			Útiles:			
	0,35	h	Sargentos	0,025	0,00875	0,07
			Trabajo de : REBAJE			
			Maquinaria			
	0,25	h	Cepillo eléctrico para madera	0,05	0,0125	0,1375
			Mano de obra			
	0,25	h	Oficial de 2º	25	6,25	68,75
					Total	2054,25
1.3	22	Ud.	TORNILLO MADERA-METAL	0,23	5,06	5,06
3	11	Ud.	PASADOR	1,69	18,59	18,59
1.1.3	22	Ud.	TRIÁNGULO SOPORTE PELDAÑO			
1.1.4			Material			
	0,289	kg	Plancha de acero inoxidable AISI 304L	75	21,675	476,85
			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,25	h	Cortadora láser	1	0,25	5,5
			Mano de obra			
	0,25	h	Oficial de 1ª	30	7,5	165
			Medios Auxiliares			
			Útiles:			
	0,25	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,00625	0,1375
			Trabajo de: OBTENCIÓN DE AGUJEROS			
			Maquinaria			
	0,1	h	Cortadora láser	1	0,1	2,2
			Mano de obra			
	0,1	h	Oficial de 1ª	30	3	66
			Medios Auxiliares			

			Útiles:			
	0,1	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,0025	0,055
					Total	715,74
1.2.1	11	Ud	MADERA 1			
			Material			
	4,35	kg	Madera de haya	44,3	192,705	2119,755
			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,45	h	Cortadora láser	1	0,45	4,95
			Mano de obra			
	0,45	h	Oficial de 1ª	30	13,5	148,5
			Medios Auxiliares			
			Útiles:			
	0,45	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,01125	0,12375
			Trabajo de: OBTENCIÓN DE AGUJEROS			
			Maquinaria			
	0,35	h	Taladro manual	0,02	0,007	0,056
			Mano de obra			
	0,35	h	Oficial de 2ª	25	8,75	70
			Medios Auxiliares			
			Herramientas:			
	0,35	h	Kit de taladrar	0,2	0,07	0,56
			Útiles:			
	0,35	h	Sargentos	0,025	0,00875	0,07
					Total	2344,01
1.2.2	11	Ud.	MADERA 2			
			Material			
	2,7121	kg	Madera de haya	44,3	120,14603	1321,60633
			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,45	h	Cortadora láser	1	0,45	4,95
			Mano de obra			
	0,45	h	Oficial de 1ª	30	13,5	148,5
			Medios Auxiliares			
			Útiles:			
	0,45	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,01125	0,12375
			Trabajo de: OBTENCIÓN DE AGUJEROS			
			Maquinaria			
	0,35	h	Taladro manual	0,02	0,007	0,056
			Mano de obra			
	0,35	h	Oficial de 2ª	25	8,75	70
			Medios Auxiliares			
			Herramientas:			

	0,35	h	Kit de taladrar	0,2	0,07	0,56
	0,35	h	Sargentos	0,025	0,00875	0,07
					Total	1545,87
1.2.4	176	Ud.	TORNILLO DE MADERA	0,1535	27,016	27,016
2.1	1	Ud.	EJE CENTRAL			
			Material			
	3,20388	kg	Tubo de acero inoxidable	55	176,2134	176,2134
			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,1	h	Sierra alternativa	0,05	0,005	0,005
			Mano de obra			
	0,1	h	Oficial de 3ª	20	2	2
			Medios Auxiliares			
			Herramientas:			
	0,1	h	Hoja de sierra	0,05	0,005	0,005
			Trabajo de: OBTENCIÓN DE AGUJEROS			
			Maquinaria			
	0,45	h	Taladro de columna	0,075	0,03375	0,03375
			Mano de obra			
	0,45	h	Oficial de 3ª	20	9	9
			Medios Auxiliares			
			Herramientas:			
	0,45	h	Broca para metal	0,2	0,09	0,09
			Útiles:			
	0,45	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,01125	0,01125
					Total	187,36
2.2	1	Ud.	BASE ESCALERA			
			Material			
	2,74889	kg	Madera de haya	44,3	121,775827	121,775827
			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,3	h	Cortadora láser	1	0,3	0,3
			Mano de obra			
	0,3	h	Oficial de 1ª	30	9	9
			Medios Auxiliares			
			Útiles:			
	0,3	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,0075	0,0075
					Total	131,08
5	11	Ud.	TAPÓN PASADOR	0,35	3,85	3,85
1.1.5	11	Ud.	REFUERZO SOPORTE PELDAÑO			
			Material			
	0,14689	kg	Plancha de acero inoxidable AISI 304L	75	11,01675	121,18425

			Trabajo de: CORTE			
			Maquinaria			
	0,15	h	Cortadora láser	1	0,15	1,65
			Mano de obra			
	0,15	h	Oficial de 1ª	30	4,5	49,5
			Medios Auxiliares			
			Útiles:			
	0,15	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,00375	0,04125
			Trabajo de: OBTENCIÓN DE AGUJEROS			
			Maquinaria			
	0,15	h	Cortadora láser	1	0,15	1,65
			Mano de obra			
	0,15	h	Oficial de 1ª	30	4,5	49,5
			Medios Auxiliares			
			Útiles:			
	0,15	h	Tornillo de presión de bancada	0,025	0,00375	0,04125
					Total	223,57
6	11	Ud.	ANILLO	2,31	25,41	25,41
4	11	Ud.	ANILLA PASADOR	1,23	13,53	13,53
1.1	1	Ud.	REFUERZO PELDAÑO			
			Trabajo de: MONTAJE			
			Maquinaria			
	0,5	h	Equipo de soldadura	0,05	0,025	0,025
			Mano de obra			
	0,5	h	Oficial de 1ª	30	15	15
			Medios auxiliares			
			Útiles:			
	0,5	h	Soporte para soldadura	0,025	0,0125	0,0125
			Herramientas:			
	0,5	h	Electrodo	5	2,5	2,5
					Total	17,54
1.2	11	Ud.	PELDAÑO MADERA			
			Trabajo de: MONTAJE			
			Maquinaria			
	0,5	h	Taladro manual	0,02	0,01	0,11
			Mano de obra			
	0,5	h	Oficial de 2ª	25	12,5	137,5
			Medios auxiliares			
			Útiles:			
	0,5	h	Kit taladro	0,08	0,04	0,44
			Herramientas:			
	0,5	h	Soporte para taladro	0,07	0,035	0,385
					Total	138,44

					TOTAL	8950,03
--	--	--	--	--	--------------	----------------

Tal y como se observa en la tabla, este sería el coste total del trabajo realizado para la fabricación de la escalera de caracol multifuncional.

Se debe añadir los gastos generales , que se estiman en un 2% del total de producción. GG = 179€.

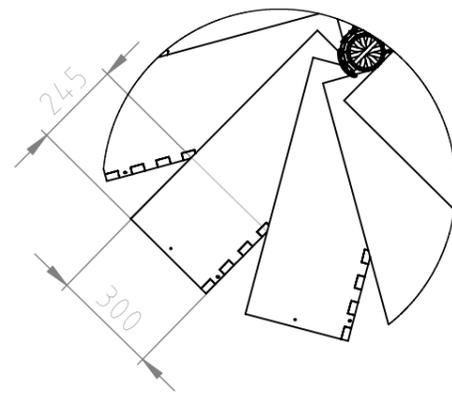
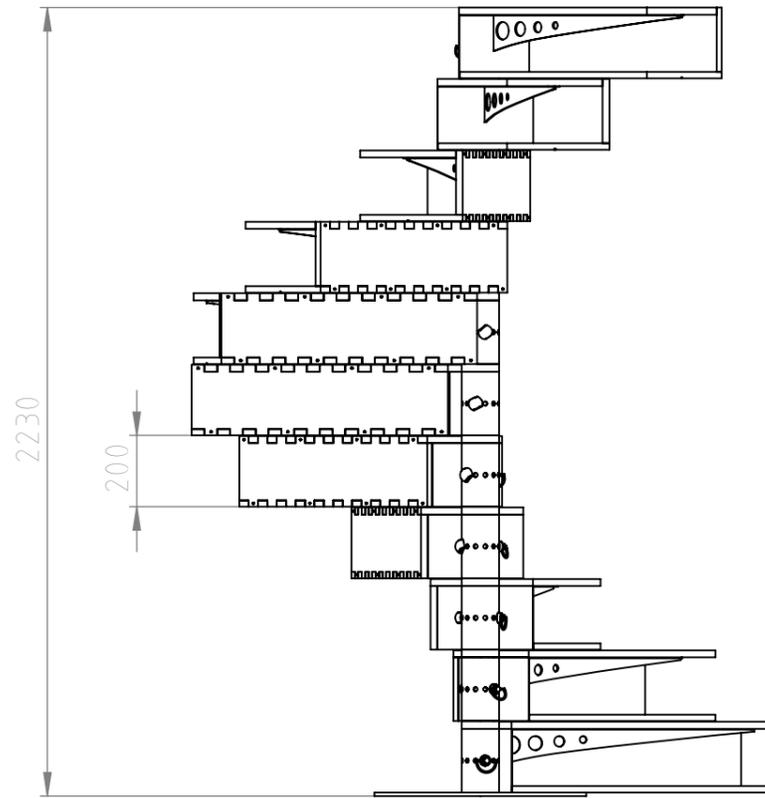
También es necesario tener en cuenta el Beneficio Industrial que la empresa debe obtener de la producción, se estima en un 10% de los costes de producción. BI = 895€.

Por lo tanto el coste total es de 1.0024 €. Al cual se le debe añadir el 21% de I.V.A :

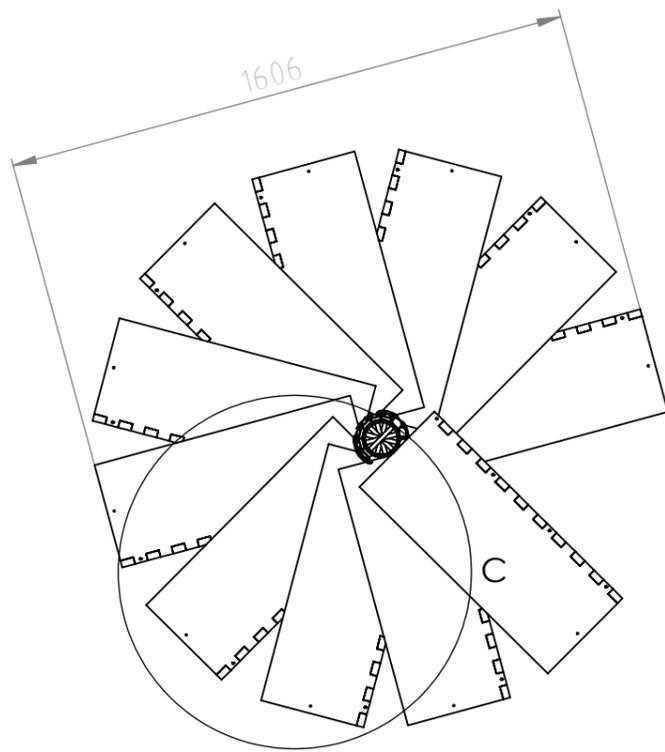
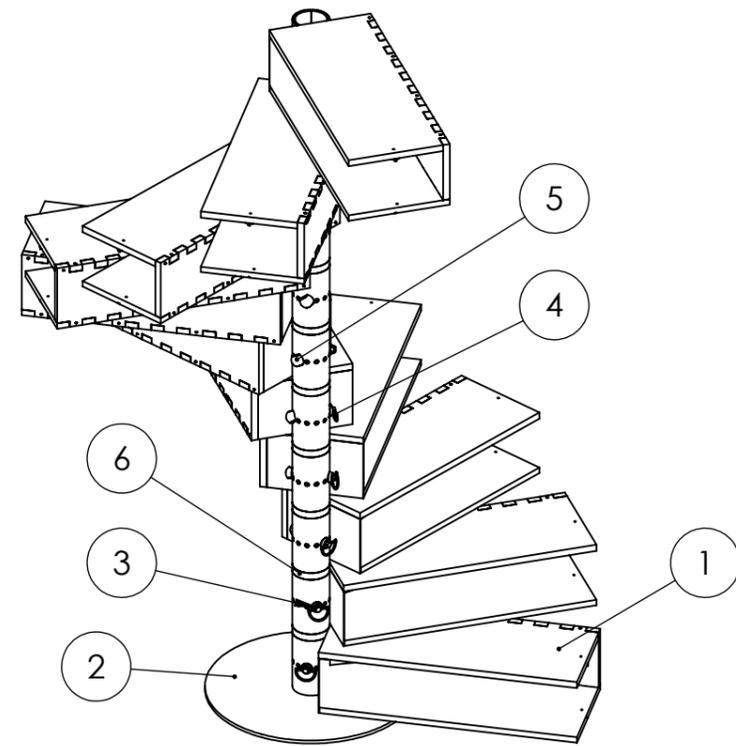
Coste total: 10829'5 €.

5 PLANOS

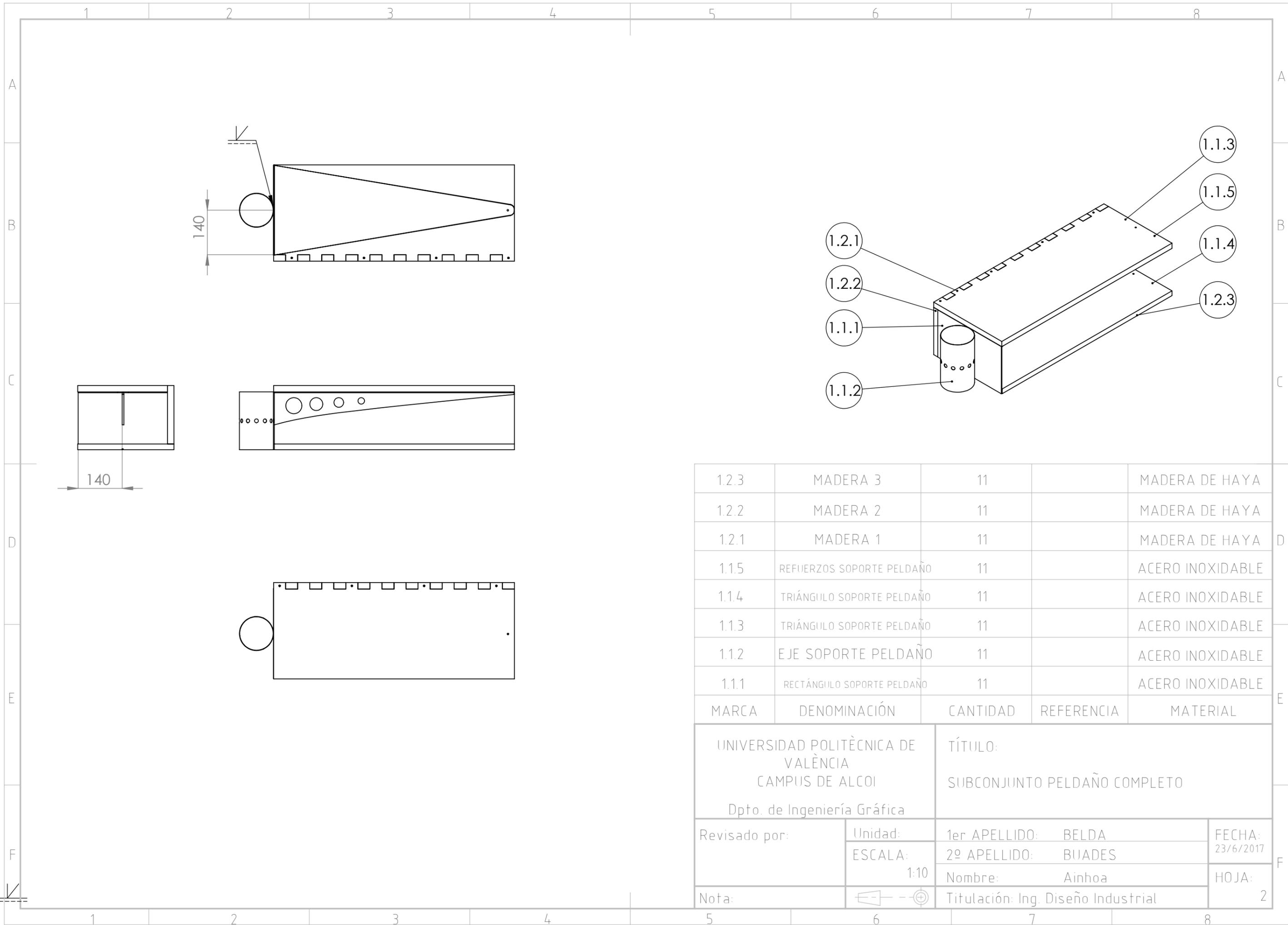
5.1 PLANOS DE DEFINICIÓN



DETALLE A
ESCALA 1:20

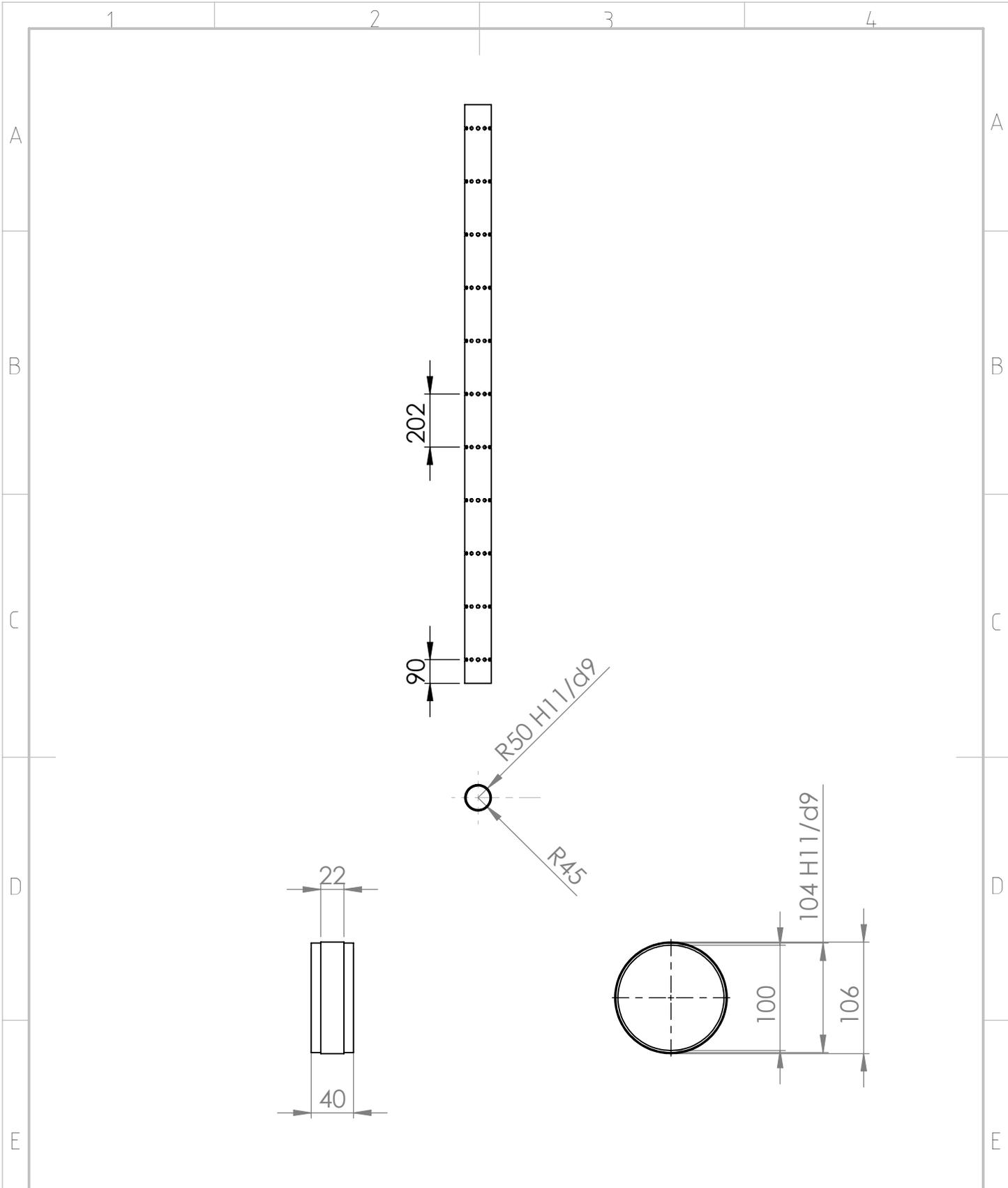


6	ANILLO	11		TEFLÓN
5	TAPÓN PASADOR	11		PLÁSTICO
4	ANILLA PASADOR	11		ACERO
3	PASADOR	11		ACERO
2	SUBCONJUNTO BASE-EJE			
1	SUBCONJUNTO PELDAÑO			
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS DE ALCOI Dpto. de Ingeniería Gráfica		TÍTULO: PLANO DE CONJUNTO		
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: BELDA	FECHA: 23/6/2017	
	ESCALA: 1:20	2º APELLIDO: BUADES	HOJA: 1	
Nota:		Titulación: Ing. Diseño Industrial		



1.2.3	MADERA 3	11		MADERA DE HAYA
1.2.2	MADERA 2	11		MADERA DE HAYA
1.2.1	MADERA 1	11		MADERA DE HAYA
1.1.5	REFUERZOS SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.4	TRIÁNGULO SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.3	TRIÁNGULO SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.2	EJE SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.1	RECTÁNGULO SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE

MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS DE ALCOI Dpto. de Ingeniería Gráfica		TÍTULO: SUBCONJUNTO PELDAÑO COMPLETO		
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: BELDA	FECHA: 23/6/2017	
	ESCALA: 1:10	2º APELLIDO: BUADES	HOJA: 2	
Nota:		Titulación: Ing. Diseño Industrial		



UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE
VALÈNCIA
CAMPUS DE ALCOI

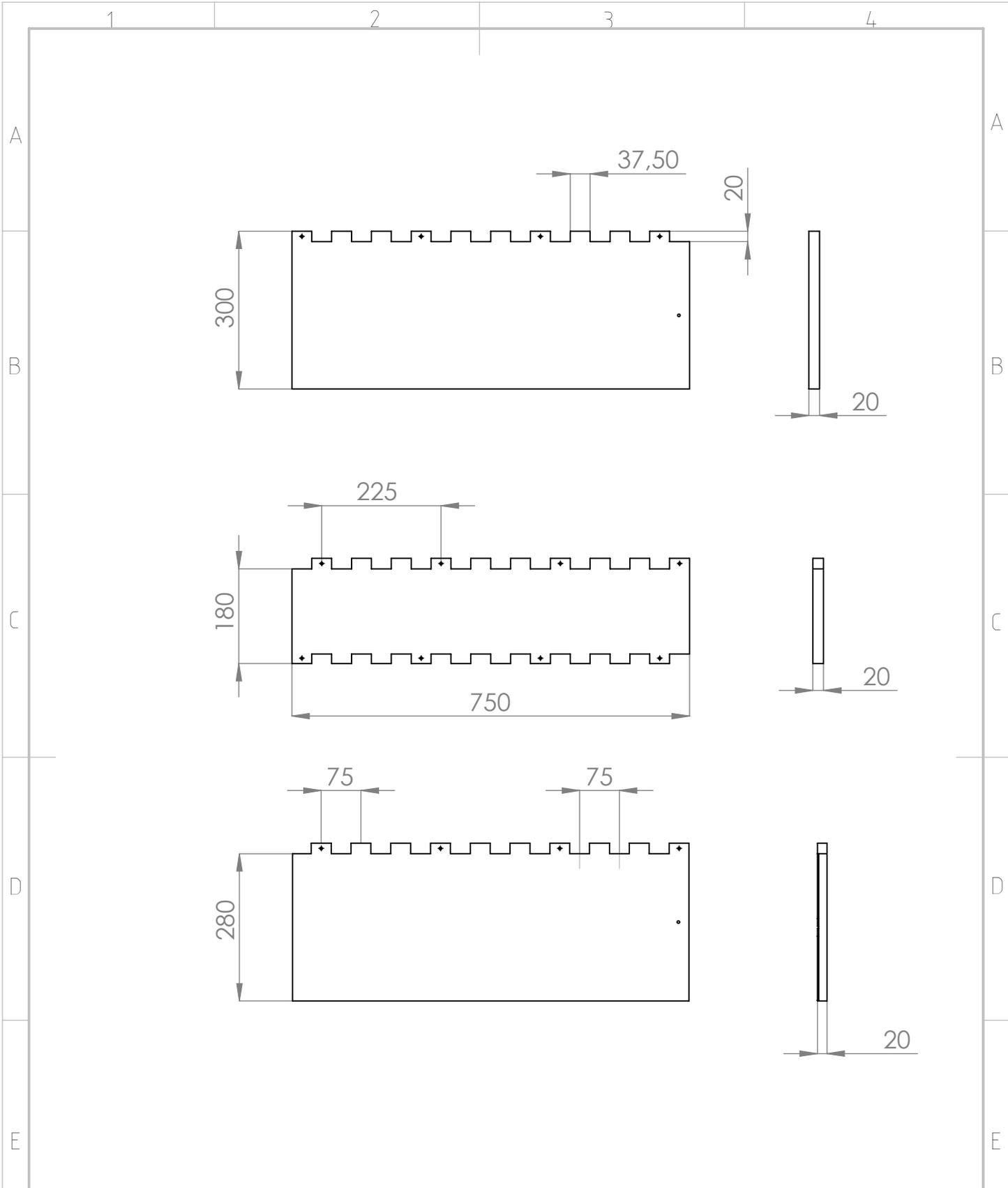
Dpto. de Ingeniería Gráfica

TÍTULO:

6 ANILLO

2.1 EJE

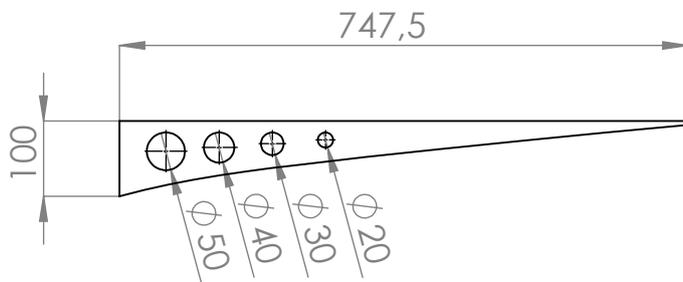
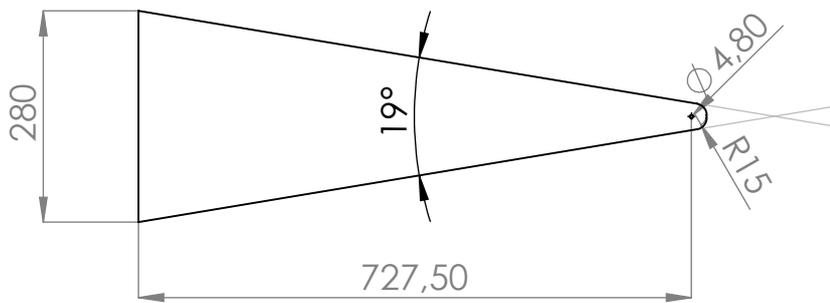
F	Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: BELDA	FECHA: 23/6/2017
		ESCALA: 1:20 / 1:5	2º APELLIDO: BUADES	
			Nombre: Ainhoa	HOJA:
	Nota:		Titulación: Ing. Diseño Industrial	3



UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE
VALÈNCIA
CAMPUS DE ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gráfica

TÍTULO:
1.2.1 MADERA 1
1.2.2 MADERA 2
1.2.3 MADERA 3

F	Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: BELDA	FECHA: 23/6/2017
		ESCALA: 1:10	2º APELLIDO: BUADES	
			Nombre: Ainhoa	HOJA:
	Nota:		Titulación: Ing. Diseño Industrial	4



UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE
VALÈNCIA
CAMPUS DE ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gráfica

TÍTULO:

1.1.3 Y 1.1.4 PIEZA TRIANGULAR SOPORTE PELDAÑO
1.1.5 REFUERZO SOPORTE PELDAÑO

Revisado por:

Unidad:

1er APELLIDO: BELDA

FECHA:

ESCALA:

2º APELLIDO: BUADES

23/6/2017

1:10

Nombre: Ainhoa

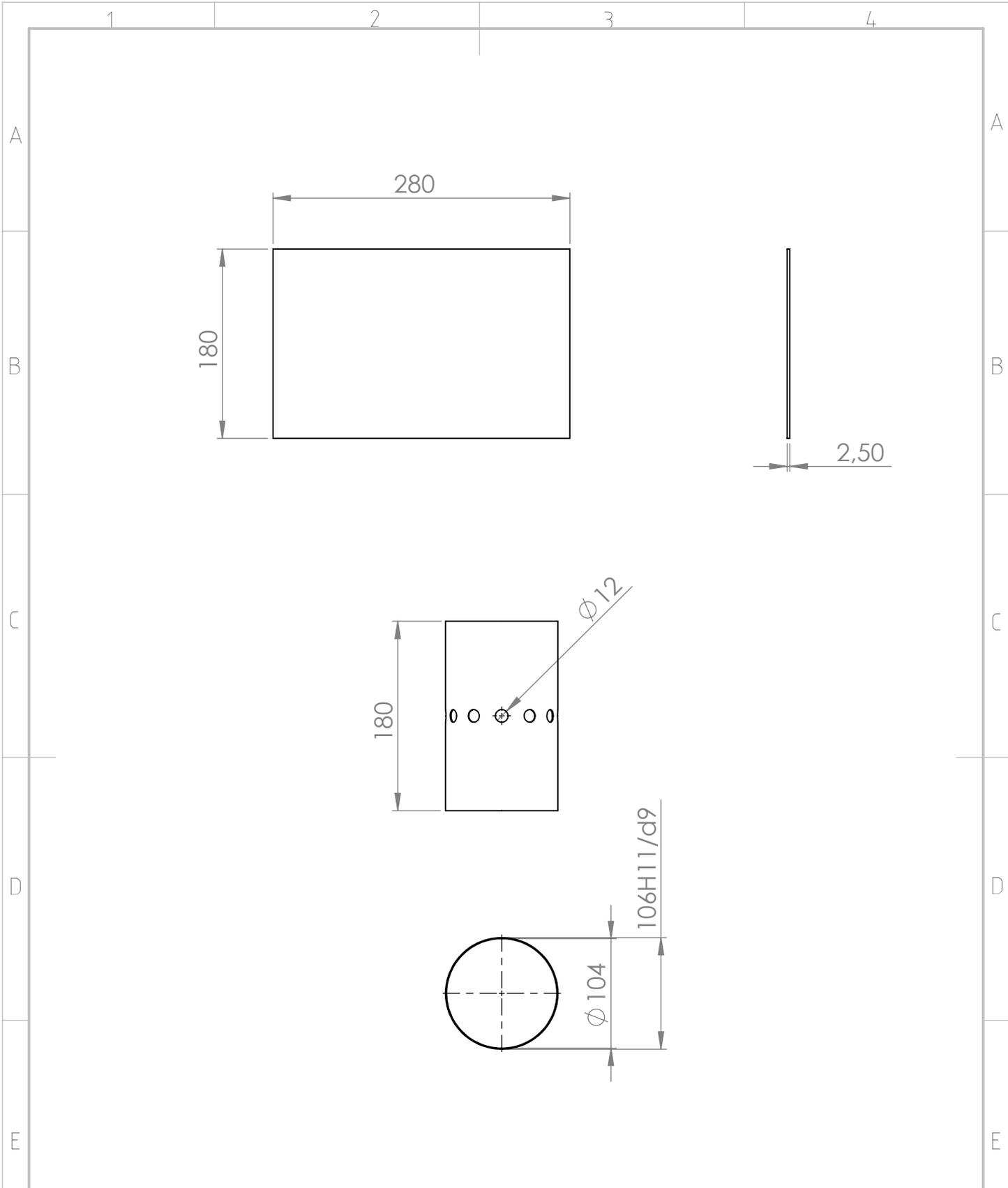
HOJA:

Nota:



Titulación: Ing. Diseño Industrial

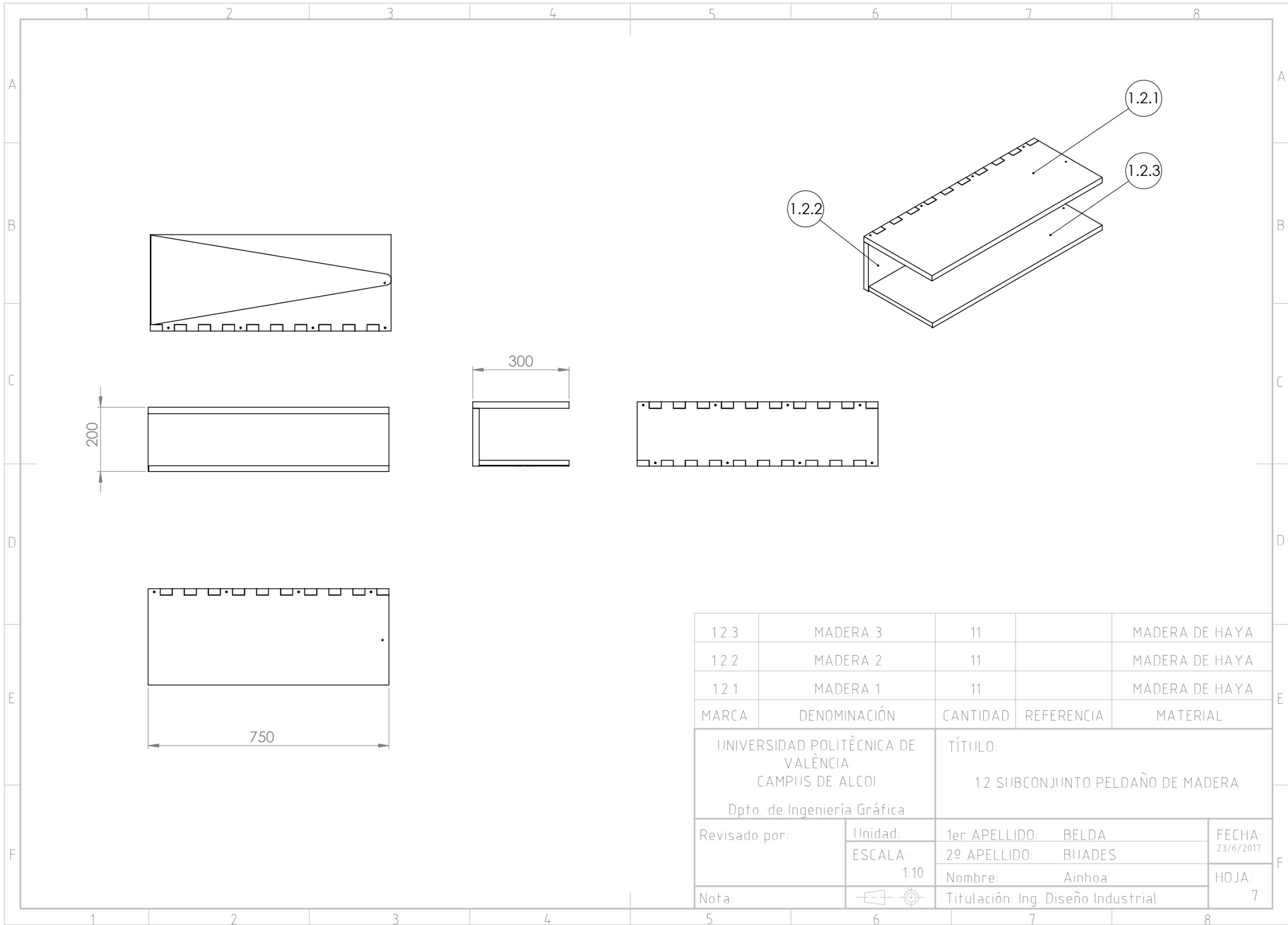
5



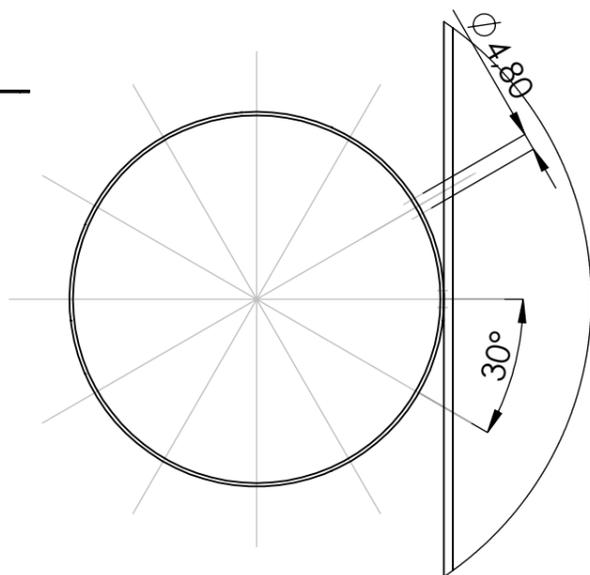
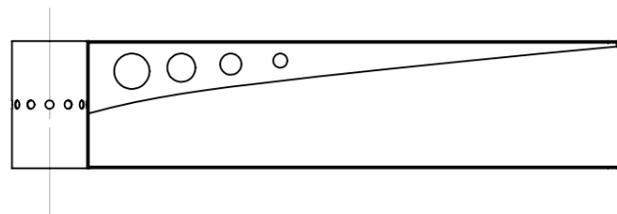
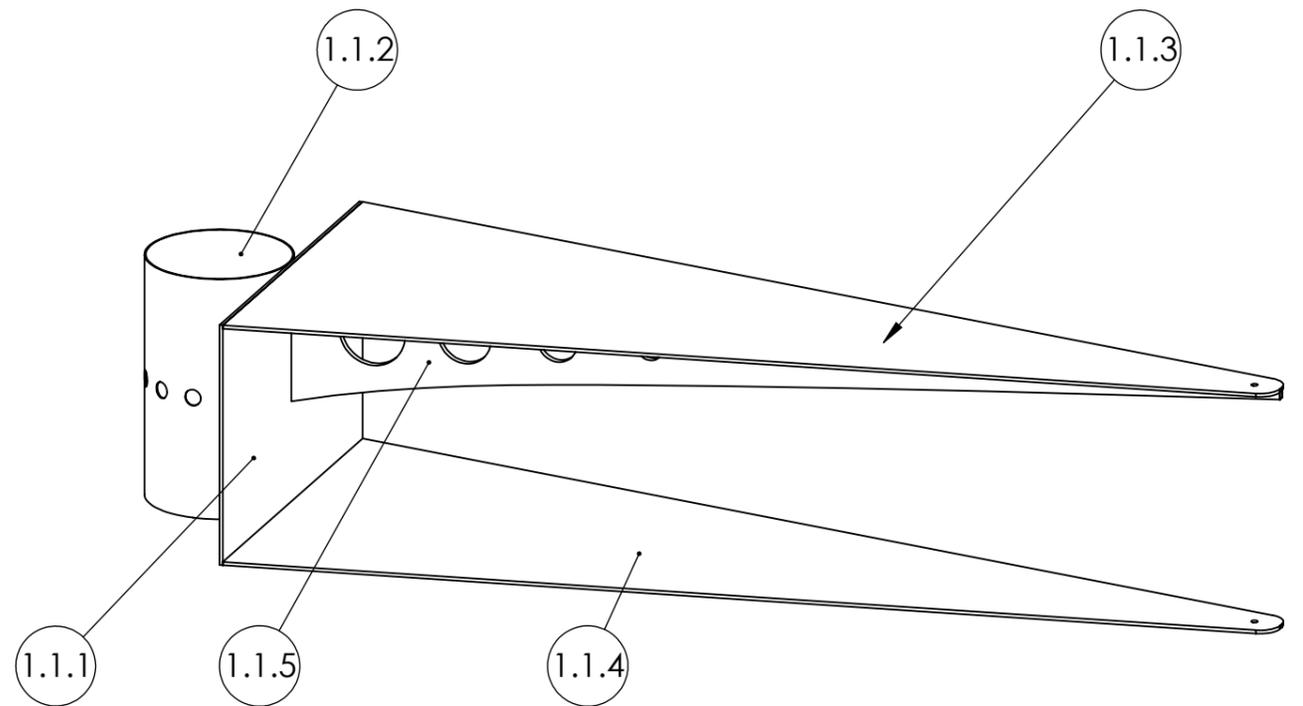
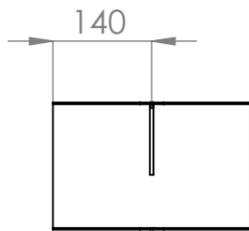
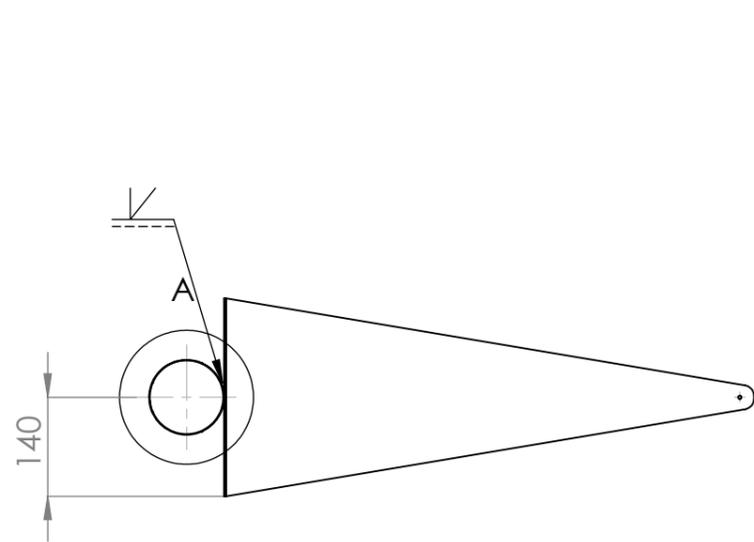
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE
VALÈNCIA
CAMPUS DE ALCOI
Dpto. de Ingeniería Gráfica

TÍTULO:
1.1.1 RECTÁNGULO SOPORTE PELDAÑO
1.1.2 EJE SOPORTE PELDAÑO

F	Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: BELDA	FECHA: 23/6/2017
		ESCALA: 1:5	2º APELLIDO: BUADES	
			Nombre: Ainhoa	HOJA:
	Nota:		Titulación: Ing. Diseño Industrial	6



1.2.3	MADERA 3	11		MADERA DE HAYA
1.2.2	MADERA 2	11		MADERA DE HAYA
1.2.1	MADERA 1	11		MADERA DE HAYA
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL
UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS DE ALCOI Dpto. de Ingeniería Gráfica		TÍTULO: 1.2 SUBCONJUNTO PELDAÑO DE MADERA		
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO:	BELDA	FECHA: 23/6/2017
	ESCALA: 1:10	2º APELLIDO:	BUADES	
Nota:		Nombre:	Ainhoa	HOJA: 7
		Titulación: Ing. Diseño Industrial		



DETALLE A
ESCALA 1 : 2

1.1.5	REFUERZO SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.4	TRIANGULO SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.3	TRIANGULO SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.2	EJE SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
1.1.1	RECTÁNGULO SOPORTE PELDAÑO	11		ACERO INOXIDABLE
MARCA	DENOMINACIÓN	CANTIDAD	REFERENCIA	MATERIAL

UNIVERSIDAD POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS DE ALCOI Dpto. de Ingeniería Gráfica		TÍTULO: 1.1 SUBCONJUNTO PELDAÑO		
Revisado por:	Unidad:	1er APELLIDO: BELDA	FECHA: 23/6/2017	
	ESCALA: 1:10	2º APELLIDO: BERNAT		
		Nombre: Ainhoa	HOJA: 8	
Nota:		Titulación: Ing. Diseño Industrial		

6 ÍNDICE DE FIGURAS Y TABLAS

6.1 ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de definiciones.	4
Figura 2. Vistas peldaño 1.	11
Figura 3. Vistas peldaño 2.	12
Figura 4. Vistas mecanismo 1.	12
Figura 5. Vistas mecanismo 2.	13
Figura 6. Vistas mecanismo 3.	13
Figura 7. Peldaño elegido.	16
Figura 8. Partes peldaño.	17
Figura 9. Unión ensamblaje 1.1.	20
Figura 10. Unión ensamblaje 1.1.	21
Figura 11. Unión ensamblaje 1.1.	21
Figura 12. Unión ensamblaje 1.1.	22
Figura 13. Unión ensamblaje 1.1.	22
Figura 14. Unión ensamblaje 1.2.	23
Figura 15. Unión ensamblaje 1.2.	23
Figura 16. Unión ensamblaje 1.2.	24
Figura 17. Unión ensamblaje 1.2.	24
Figura 18. Unión ensamblaje 1.	25
Figura 19. Unión ensamblaje 1.	25
Figura 20. Unión ensamblaje 1.	25
Figura 21. Análisis estructural.	26
Figura 22. Análisis estructural.	27
Figura 23. Análisis estructural.	27
Figura 24. Análisis estructural.	28
Figura 25. Análisis estructural.	28
Figura 26. Análisis estructural.	29
Figura 27. Análisis estructural.	29
Figura 28. Análisis estructural.	30
Figura 29. Análisis estructural.	30
Figura 30. Análisis estructural.	31
Figura 31. Análisis estructural.	31
Figura 32. Análisis estructural.	32
Figura 33. Análisis estructural.	33
Figura 34. 1.1.1 Rectángulo soporte peldaño. Dimensionado previo.	38
Figura 35. Medidas elemento 1.1.1.	38
Figura 36. 1.2.1 Madera 1. Dimensionado previo.	39
Figura 37. Medidas elemento 1.2.1.	39
Figura 38. 2.1 base. Dimensionado previo.	40
Figura 39. Maqueta.	41
Figura 40. Maqueta.	41
Figura 41. Maqueta.	41
Figura 42. Render escalera vista desde arriba.	42
Figura 43. Render escalera abierta.	42
Figura 44. Render escalera cerrada.	42
Figura 45. Estudio de mercado 1.	45
Figura 46. Estudio de mercado 2.	45

Figura 47. Estudio de mercado 3.	45
Figura 48. Estudio de mercado 4.	46
Figura 49. Estudio de mercado 5.	46
Figura 50. Estudio de mercado 6.	46
Figura 51. Estudio de mercado 7.	47
Figura 52. Estudio de mercado 8.	47
Figura 53. Estudio de mercado 9.	47
Figura 54. Estudio de mercado 10.	48
Figura 55. Estudio de mercado 11.	48
Figura 56. Estudio de mercado 12.	48
Figura 57. Estudio de mercado 13.	49
Figura 58. Estudio de mercado 14.	49
Figura 59. Estudio de mercado 15.	49
Figura 60. Estudio de mercado 16.	50
Figura 61. Estudio de mercado 17.	50
Figura 62. Estudio de mercado 18.	50
Figura 63. Estudio de mercado 19.	51
Figura 64. Estudio de mercado 20.	51
Figura 65. Estudio de mercado 21.	51
Figura 66. Estudio de mercado 22.	52
Figura 67. Estudio de mercado 23.	52
Figura 68. Estudio de mercado 24.	52
Figura 69. Estudio de mercado 25.	53
Figura 70. Estudio de mercado 26.	53
Figura 71. Catálogo tornillo.	60
Figura 72. Pasador.	60
Figura 73. Tapón para pasador.	61
Figura 74. Estructura peldaño.	61
Figura 75. Base de la escalera.	61
Figura 76. Refuerzo del peldaño.	62
Figura 77. Eje central de la escalera.	62
Figura 78. Anillo separador.	62
Figura 79. Cartadora láser de madera.	62
Figura 80. Cortadora láser para metal.	62
Figura 81. Taladro de columna.	63
Figura 82. Taladro manual.	63
Figura 83. Sierra alternativa.	63
Figura 84. Sierra de cinta.	63
Figura 85. Taladro manual.	63
Figura 86. Equipo de soldadura.	63
Figura 87. Hojas de sierra.	64
Figura 88. Brocas.	64
Figura 89. Escuadra.	64
Figura 90. Sargento.	64
Figura 91. Pincel para pegamento.	64
Figura 92. Cepillo para soldadura.	64
Figura 93. P.C.T medidas pieza 1.1.1.	65
Figura 94. P.C.T medidas pieza 1.1.2.	67
Figura 95. P.C.T medidas pieza 1.1.3 y 1.1.4.	68

Figura 96. P.C.T medidas pieza 1.1.5.	70
Figura 97. P.C.T medidas pieza 1.2.1.	71
Figura 98. P.C.T medidas pieza 1.2.3.	73
Figura 99. P.C.T medidas pieza 1.2.2.	74
Figura 100. P.C.T medidas pieza 2.1.	76
Figura 101. P.C.T medidas pieza 2.2.	77

6.2 ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tabla de condiciones funcionales de uso para la escalera de caracol multifuncional.	8
Tabla 2: Tabla de condiciones estéticas para la escalera de caracol multifuncional.	10
Tabla 3: Tabla VTP para la elección del diseño de peldaño.	15
Tabla 4. Tabla de viabilidad.	18
Tabla 5 Ensamblaje del subconjunto refuerzo peldaño 1.1.	20
Tabla 6 Ensamblaje del subconjunto peldaño 1.2.	23
Tabla 7 Ensamblaje peldaño completo 1	25
Tabla 8 Valores de las acciones según UNE-EN 1991-1-1.	26
Tabla 9 Tabla del dimensionado previo.	37
Tabla 10 Tabla de elementos relacionados 1.1.1.	38
Tabla 11. Elementos relacionados 1.2.1.	39
Tabla 12 Elementos relacionados 2.1.	40
Tabla 13 Valor flexibilidad y valor de importancia (vi)	55
Tabla 14 Tabla de dominación entre funciones	56
Tabla 15 Tabla conversión Σ Filas a valores vi y valor de importancias de las funciones.	57
Tabla 16 Orden de importancia de las funciones.	57
Tabla 17 Presupuesto y mediciones.	79

