

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Reconstrucción del Barco de Palas diseñado por Leonardo da Vinci



Grado en Ingeniería
en Tecnologías Industriales

Trabajo Fin de Grado

Autora: Oihane Munarriz Goñi

Directora: Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, Junio de 2020

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Reconstrucción del Barco de Palas diseñado por Leonardo da Vinci



Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

DOCUMENTO 1. MEMORIA

Autora: Oihane Munarriz Goñi

Directora: Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, Junio de 2020

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN.....	12
LISTA DE PALABRAS CLAVE	12
BIOGRAFÍA DE LEONARDO DA VINCI.....	13
1. CONTEXTUALIZACIÓN	15
2. OBJETIVO	18
3. ALCANCE	19
4. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS	20
4.1 SISTEMA MOTOR.....	20
4.2 TRANSMISIÓN DEL MOVIMIENTO.....	21
5. METODOLOGIA DE TRABAJO.....	23
6. DESCRIPCIÓN DE LOS SUBSISTEMAS	24
6.1 ACCIONAMIENTO CON PEDALES.....	24
6.2 TREN DE ENGRANAJES	25
6.2.1 PRIMERA ETAPA.....	25
6.2.2 SEGUNDA ETAPA.....	26
6.2.3 TERCERA ETAPA	26
6.3 TRASMISIÓN ROTATORIA A LA RUEDA DE PALAS	26
7. DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL MOTOR	28
7.1 ANÁLISIS DE ENGRANAJES.....	28
7.2 MODELADO 3D.....	30
7.2.1 MODELADO INICIAL DEL PROTOTIPO	30
7.2.2 ENSAMBLAJE DEL CONJUNTO	31
7.3 VALIDACION DEL DISEÑO: PROTOTIPADO ELEMENTOS FUNCIONALES.....	32
7.3.1 AMBIGUEDADES EN EL SISTEMA	33
7.4 CONCLUSIONES DEL DISEÑO	35
7.5 MODELADO VIRTUAL DEL REDISEÑO.....	36
7.5.1 ACCIONAMIENTO CON PEDALES	37
7.5.2 TREN DE ENGRANAJES	37
7.5.3 RUEDA DE PALAS	39
7.5.4 EJES.....	39
7.5.5 SOPORTES DE EJES	40
8. DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL CASCO	41
8.1 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	41
8.2 SOLUCIÓN ADOPTADA.....	41
8.3 MODELADO VIRTUAL	42
8.3.1 ESQUELETO	42
9. DISEÑO DEL SISTEMA DE GIRO.....	48

9.1	ALTERNATIVAS ESTUDIADAS.....	48
9.1.1.	ACCIONAMIENTO MEDIANTE DOS CORREAS	48
9.1.2.	GIRO MANUAL DEL ENGRANAJE CENTRAL.....	49
9.1.3.	GIRO MEDIANTE TIMÓN	49
9.2	SOLUCIÓN ADOPTADA.....	49
9.3	MODELADO VIRTUAL	50
10.	FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO.....	52
11.	REDISEÑO TRAS LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	58
12.	PRESUPUESTO	59
12.2.	DISEÑO.....	59
12.3.	MATERIALES.....	59
12.4.	FABRICACIÓN Y MONTAJE	60
12.5.	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	60
13.	CONCLUSIONES.....	61
14.	FOTOGRAFÍAS DEL ESTUDIO.....	62
14.1.	PROTOTIPO VIRTUAL.....	62
14.2.	PROTOTIPO FUNCIONAL	64
15.	BIBLIOGRAFIA	66

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Supuesto autorretrato de Leonardo da Vinci	13
Ilustración 2: Hoja 945r del Códice Atlántico	16
Ilustración 3: Vista frontal del croquis del tren de engranajes	20
Ilustración 4: Vista lateral del croquis del tren de engranajes	21
Ilustración 5: Croquis funcional del motor a pedales	22
Ilustración 6: Metodología de trabajo	23
Ilustración 7: Primer diseño virtual del mecanismo	24
Ilustración 8: Pedales y correa	25
Ilustración 9: Primera etapa del tren de engranajes	25
Ilustración 10: Segunda etapa del tren de engranajes	26
Ilustración 11: Tercera etapa del tren de engranajes	26
Ilustración 12: Trasmisión rotatoria a la rueda de palas	27
Ilustración 13: Hoja 5r del Códice de Madrid I	28
Ilustración 14: Engranaje de ejes paralelos recogido en la hoja 13r del Códice de Madrid I	29
Ilustración 15: Engranaje de ejes perpendiculares recogido en la hoja 15v del Códice de Madrid I	29
Ilustración 16: Despiece del mecanismo	30
Ilustración 17: Despiece del mecanismo en SolidWorks	31
Ilustración 18: Conjunto del motor	31
Ilustración 19: Conjunto del motor en SolidWorks	32
Ilustración 20: Prototipo del motor en SolidWorks e impresión 3D	33
Ilustración 21: Jaula central en impresión 3D	33
Ilustración 22: Jaula superior en impresión 3D	34
Ilustración 23: Engranaje interior en impresión 3D	34
Ilustración 24: Mecanismo antiretorno en impresión 3D	34
Ilustración 25: Engranaje exterior en impresión 3D	35
Ilustración 26: Prototipo del motor en SolidWorks	36
Ilustración 27: Pedal en SolidWorks	37
Ilustración 28: Eje de correa en SolidWorks	37
Ilustración 29: Jaula central en SolidWorks	37
Ilustración 30: Engranaje interior en SolidWorks	37
Ilustración 31: Rueda dentada en SolidWorks	38
Ilustración 32: Pieza de Bloqueo en SolidWorks	38
Ilustración 33: Engranaje exterior en SolidWorks	38
Ilustración 34: Soporte de engranaje exterior en SolidWorks	38
Ilustración 35: Engranaje superior en SolidWorks	39
Ilustración 36: Soporte de palas en SolidWorks	39
Ilustración 37: Pala en SolidWorks	39
Ilustración 38: Eje en SolidWorks	39
Ilustración 39: Soporte eje 1 en SolidWorks	40
Ilustración 40: Soporte central en SolidWorks	40
Ilustración 41: Soporte exterior en SolidWorks	40

Ilustración 42: Soporte de eje 3 en SolidWorks.....	40
Ilustración 43: Alternativa 1 del esqueleto	41
Ilustración 44: Alternativa 2 del esqueleto	41
Ilustración 45: Casco del barco en SolidWorks	42
Ilustración 46: Esqueleto del casco en SolidWorks	42
Ilustración 47: Quilla del esqueleto en SolidWorks	43
Ilustración 48: Costilla 1 en SolidWorks.....	43
Ilustración 49: Costilla 1 para soportes en SolidWorks	44
Ilustración 50: Costilla 2 en SolidWorks.....	44
Ilustración 51: Costilla 3 en SolidWorks.....	44
Ilustración 52: Costilla 4 en SolidWorks.....	44
Ilustración 53: Costilla 5 en SolidWorks.....	45
Ilustración 54: Costilla 6 en SolidWorks.....	45
Ilustración 55: Costilla 7 en SolidWorks.....	45
Ilustración 56: Costilla 8 en SolidWorks.....	45
Ilustración 57: Cubierta completa en SolidWorks.....	46
Ilustración 58: Base del motor en SolidWorks	46
Ilustración 59: Tapa superior en SolidWorks	47
Ilustración 60: Tapa trasera en SolidWorks	47
Ilustración 61: Alternativa de giro mediante dos correas	48
Ilustración 62: Alternativa de giro manual	49
Ilustración 63: Timón con pinzote	50
Ilustración 64: Timón con talón de Codaste	50
Ilustración 65: Conjunto de timón en SolidWorks.....	51
Ilustración 66: Pala de timón en SolidWorks	51
Ilustración 67: Caña de timón en SolidWorks.....	51
Ilustración 68: Bisagra de timón en SolidWorks.....	51
Ilustración 69: Tablón de madera cortado mediante cortadora láser	53
Ilustración 70: Montaje del esqueleto.....	54
Ilustración 71: Introducción de la cubierta	54
Ilustración 72: Proceso de unión del forro del casco	55
Ilustración 73: Soporte del barco.....	55
Ilustración 74: Ensamblaje de tapas en el esqueleto.....	56
Ilustración 75: Parte de las piezas cortadas para el motor	56
Ilustración 76: Parte de las piezas necesarias para el funcionamiento del motor	57
Ilustración 77: Prototipo del conjunto del motor	57
Ilustración 78: Vista isométrica del prototipo virtual	62
Ilustración 79: Vista de perfil del prototipo virtual.....	62
Ilustración 80: Vista en alzado del prototipo virtual.....	63
Ilustración 81: Vista en planta del prototipo virtual.....	63
Ilustración 82: Vista isométrica del prototipo funcional con casco forrado	64
Ilustración 83: Vista isométrica del prototipo funcional con casco descubierto	64
Ilustración 84: Vista isométrica trasera del prototipo funcional	65
Ilustración 85: Vista en alzado del prototipo funcional.....	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros de los engranajes	30
Tabla 2: Conjunto de piezas impresas en 3D	32
Tabla 3: Conjunto de piezas del accionamiento con pedales	37
Tabla 4: Conjunto de piezas del tren de engranajes	39
Tabla 5: Conjunto de piezas de la rueda de palas	39
Tabla 6: Conjunto de ejes del mecanismo	39
Tabla 7: Conjunto de soportes del mecanismo	40
Tabla 8: Conjunto de costillas del esqueleto	45
Tabla 9: Conjunto de cubiertas del barco	46
Tabla 10: Conjunto de tapas	47
Tabla 11: Conjunto de timón	51
Tabla 12: Lista de piezas fabricadas	53
Tabla 13: Presupuesto de diseño	59
Tabla 14: Presupuesto de materiales	60
Tabla 15: Presupuesto de fabricación y montaje	60
Tabla 16: Resumen del presupuesto total	60

RESUMEN

La investigación en el campo náutico interesó a menudo a la figura histórica de Leonardo da Vinci (1452-1519), ya que la navegación por el mar y ríos era en esa época el modo de transporte más rápido y eficaz.

Entre sus inventos se encuentra el conocido como Barco de palas, fechado en torno a 1487-1489. Se trata de un dispositivo de palas giratorias accionado por el mecanismo de propulsión a pedales. Este proyecto pertenece a una tipología ampliamente tratada por ingenieros anteriores, a la cual aporta notables mejoras a los mecanismos encargados del movimiento de las palas. Para ello, Leonardo se basó en la idea de reemplazar los remos por unas ruedas de palas, sirviéndose del accionamiento manual de la rueda con el fin de que el impacto de la palas con el agua hiciera avanzar la embarcación.

El objetivo del proyecto es aplicar nuevas tecnologías en la fabricación del modelo, tanto virtual como físico, a escala, del mecanismo histórico mencionado, ayudando a entender su funcionamiento.

LISTA DE PALABRAS CLAVE

Barco de palas, Leonardo da Vinci, engranaje, motor a pedales, mecanismo, modelado, prototipo.

BIOGRAFÍA DE LEONARDO DA VINCI

Leonardo di ser Piero da Vinci, más conocido como Leonardo da Vinci, nació el 15 de abril de 1452 en la localidad florentina de Vinci (Italia). A lo largo de su vida abarcó muchas disciplinas artísticas y científicas, destacando especialmente como pintor, arquitecto, ingeniero e inventor. Desde pequeño mostró un gran interés por la ciencia y por ello su padre le permitió ingresar como aprendiz del artista Verrocchio a los 17 años. Con él aprendió escultura y pintura, y trabajó en la construcción de la cúpula de la iglesia Santa María de Fiore junto a Brunelleschi.

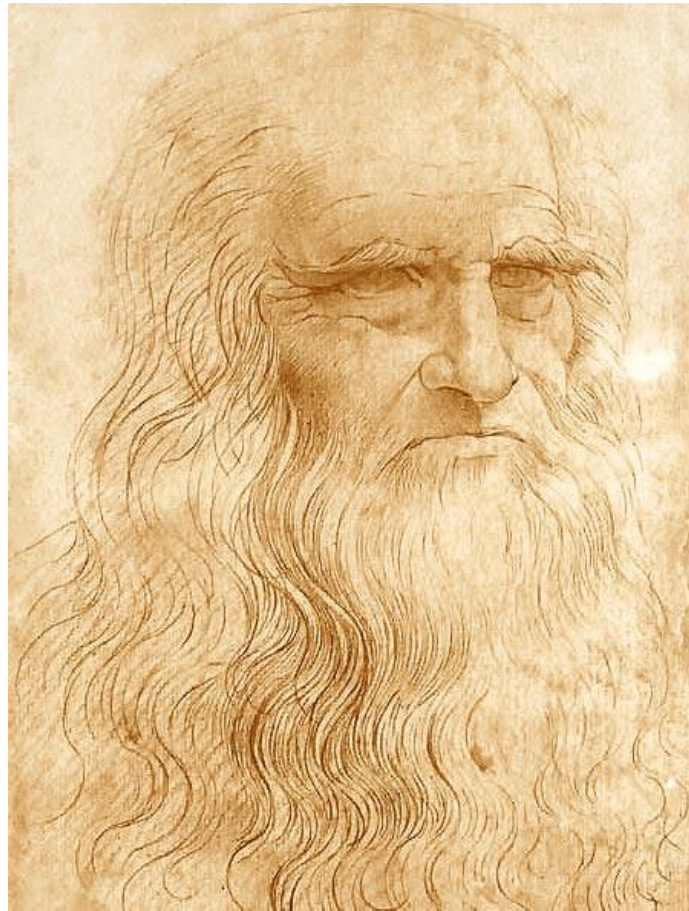


Ilustración 1: Supuesto autorretrato de Leonardo da Vinci

El renacimiento trajo grandes avances en comercio y arte, y propició el intercambio cultural, y como aprendiz, Da Vinci se introdujo en la pintura al óleo, una técnica proveniente de los Países Bajos. Esta técnica la empleó en su primera obra: La Adoración de los Magos. Tras formarse en numerosas técnicas y superar a su maestro quiso buscar nuevos retos.

En 1482 se fue a Milán y bajo la protección del mecenas de la ciudad, hizo proyectos sobre hidráulica, mecánica y arquitectura, así como obras pictóricas.

Por aquel entonces la peste negra asoló a Europa. Leonardo da Vinci estaba convencido de que la suciedad solo empeoraba la situación y por ello hizo planos para la canalización de los ríos, demostrando grandes nociones de ingeniería y arquitectura.

En 1483 fue contratado para realizar una pintura para la iglesia de San Francisco, la Virgen de las Rocas, en la que empleó una nueva e innovadora técnica: el "Sfumato". Esta técnica consistía en multiplicar las capas de pintura para conseguir contornos más imprecisos logrando efectos de mayor profundidad. Más adelante volvió a usar esta técnica para una de las obras más famosas de la historia: La Gioconda o también conocida como la Mona Lisa. Gracias al Sfumato logró crear un efecto óptico en el que la sonrisa de la protagonista parece desvanecerse cuando se le mira fijamente. Con ello se ha creado un gran halo de misterio a su alrededor a lo largo de los siglos hasta nuestros días.

Da Vinci no se dedicó solo a la pintura, en 1494 participó en la ilustración de la obra "De divina Proportione" del matemático Luca Pacioli. Sus rigurosos dibujos lo convirtieron en el creador de la ilustración científica moderna, y algunos de ellos se siguen estudiando hoy en día, como el "Hombre de Vitruvio". Esta obra es un estudio de las proporciones ideales del cuerpo humano.

Cuatro años más tarde, Leonardo finalizó otra de sus grandes obras, el mural de La última cena. Representa una escena bíblica donde Jesús comparte mesas con sus doce apóstoles antes de ser traicionado por Judas. Fue pintada directamente sobre la pared, y para la escena, da Vinci se alejó de la composición clásica intentando humanizar a los personajes. Esto fue algo totalmente revolucionario en el contexto religioso de la época. Se convirtió rápidamente en una pintura icónica haciendo que cientos de artistas de todo el continente se acercaran a observarla. Se trata de una pintura que ha creado numerosas especulaciones e investigaciones a lo largo de los siglos.

Hacia el año 1500 la tropas francesas conquistaron el Ducado de Milán, y por ello da Vinci decidió trasladarse a Venecia.

Su pasión por la ciencia cada vez era mayor, y allí asistía a disecciones de cadáveres para después elaborar ilustraciones en las que describía la estructura y el funcionamiento del cuerpo humano como nadie había hecho anteriormente.

Unos años más tarde el gobernador de Milán le ofreció el cargo de arquitecto y pintor de la corte, y por ello le ideó un castillo y ejecutó bocetos para el oratorio de Santa María delle Grazie. Sin embargo, se quedaron solo en proyectos al igual que muchas de sus obras.

Durante esta época, Leonardo invento un gran número de dispositivos asombrosos, desde un espejo octogonal que generaba un infinito número de imágenes, hasta las máquinas para las industrias básicas de su tiempo.

Tras una nueva época de inestabilidad política tuvo que abandonar la ciudad y se asentó en Roma. Vivió una temporada tranquila en el Vaticano bajo las directrices del Papa León X. Allí dibujó mapas y diseñó una residencia para los Médici, pero cada vez recibía menos encargos.

Tras la muerte del Papa dejó Italia para pasar sus últimos años de vida en el castillo de Clos Lucé en la localidad francesa Amboise. Allí el rey francés, Francisco I, le concedió un gran respeto y vivió como un miembro más de la nobleza.

Su salud fue deteriorándose poco a poco hasta que falleció el 2 de marzo de 1519, a los 67 años [1].

1. CONTEXTUALIZACIÓN

Se llama Renacimiento al periodo de la historia europea durante los siglos XV y XVI. Italia fue el epicentro de este periodo, donde surgió un siglo antes, en el siglo XIV, mientras el resto de Europa todavía despertaba un cambio de mentalidad.

Históricamente, el Renacimiento ha sido época de descubrimientos y conquistas, marcando el comienzo de la expansión de la cultura europea alrededor de todo el mundo. Esto conllevó a la visión del viajar como oportunidad para el encuentro con nuevos conocimientos.

El artista del Renacimiento se percató del valor y personalidad propia del individuo, viéndose atraído por nuevos saberes y comenzó a estudiar los modelos de la antigüedad clásica a la vez que investigaba nuevas técnicas. Se desarrollaron nuevas formas de visualizar el mundo con diferentes perspectivas y surgió un especial interés por la anatomía humana y las técnicas arquitectónicas.

Una figura histórica destacada es la de Leonardo da Vinci, reconocido como uno de los grandes genios del Renacimiento, y siendo su ocupación principal la de ingeniero militar, sus proyectos abarcaron la hidráulica, la mecánica y la arquitectura, además de la pintura y la escultura.

Como ingeniero e inventor, sus cuadernos presentan el desarrollo de ideas muy adelantadas a su tiempo, así como el helicóptero, el carro de combate, el submarino y el automóvil. Leonardo estudió también las armas, a la vez que guardaba distancia sobre su uso.

La navegación por el mar y los ríos era en esa época el modo de transporte más rápido y eficaz, permitiendo conocer nuevos lugares y expandir las vías comerciales. Ciudades de gran poder político y económico como Milán y Florencia, carecían de conexión directa con el mar por vía fluvial.

Por estas necesidades comerciales y por las exigencias bélicas, la ideación de nuevas embarcaciones recibió gran atención por parte de los ingenieros del renacimiento.

Leonardo trabajó como arquitecto e ingeniero militar para los venecianos, donde elaboró sistemas para defender la ciudad de un posible ataque naval de los turcos, destacando la invención de un tipo de escafandra submarina. En Florencia realizó un estudio sobre los cursos de agua y propuso un sistema de esclusas y así poder inundar toda una región que cubría las cercanías de Venecia.

En este contexto se sitúa uno de los numerosos inventos de Leonardo, el conocido como Barco de palas, fechado en torno a 1487-1489 [2].

Hoy en día, se desconoce si alguno de los proyectos desarrollados por Leonardo fueron llevados a la práctica, ya que solo se han conservado sus dibujos. Sin embargo, este hecho se valora positivamente, ya que de manera inversa, la pérdida habría sido mayor.

Los bocetos y apuntes desordenados, pero de gran eficacia, que hacían referencia al Barco de palas fueron recogidos en la hoja 945r del Códice Atlántico.

En el centro de dicha hoja se observa el mecanismo de propulsión a pedales. A su alrededor, otros detalles constructivos y varias anotaciones:

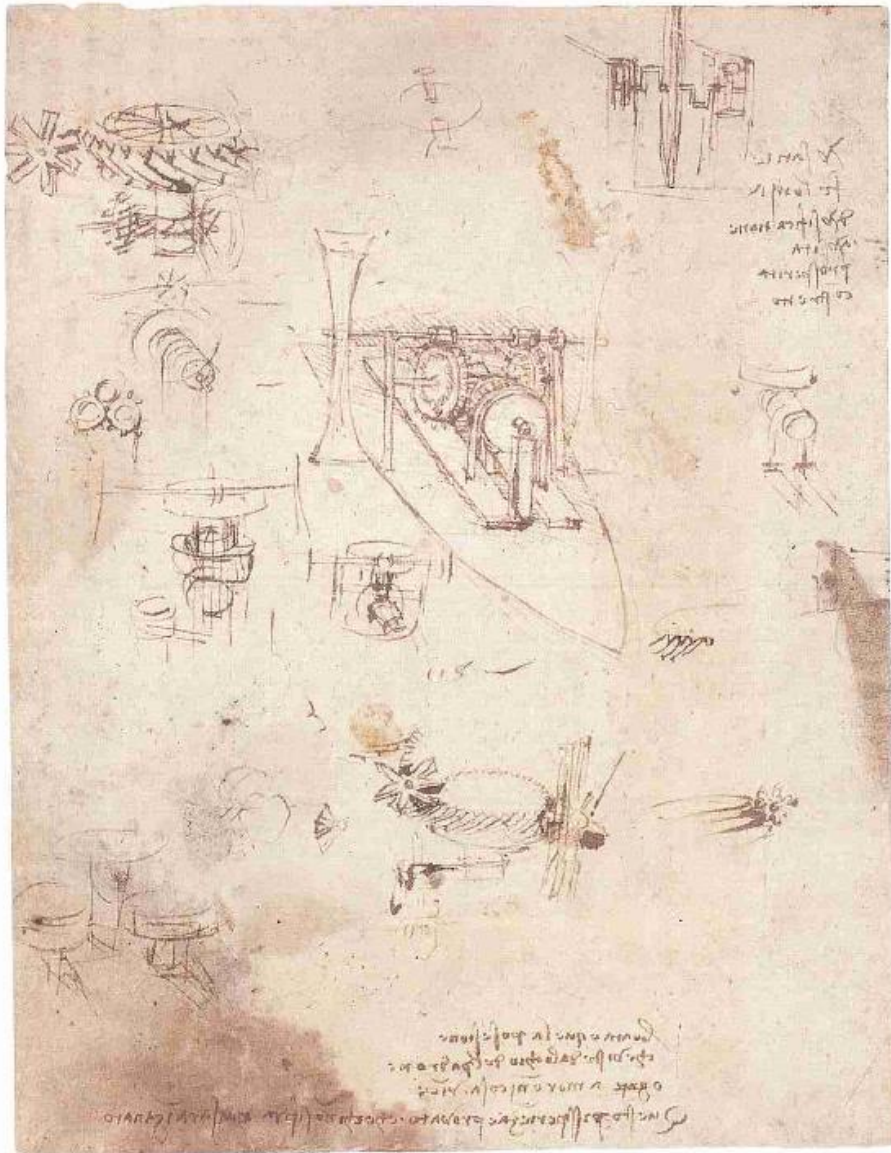


Ilustración 2: Hoja 945r del Códice Atlántico
Fuente: Las maquinas de Leonardo [2]

El artista parecía perseguir el objetivo de facilitar una representación precisa y plenamente detallista de la estructura y funcionamiento de los mecanismos. Para ello, recurría a diversos recursos gráficos que nunca antes habían sido utilizados.

Leonardo superó claramente el límite del modelo tridimensional, concediendo al dibujo prioridad sobre el modelo y reconociendo en él un valor proyectual indiscutible.

Precisamente reflejó un esfuerzo admirable para representar a través del dibujo las maquinas no solo en su apariencia estatuaria, sino para semejar eficazmente su funcionamiento, utilizando imágenes estáticas para simular la trasmisión de los

movimientos en diferentes componentes. Consiguiendo, a través de este método revolucionario, representaciones dinámicas.

En este sentido, Leonardo contribuyó fundamentalmente al desarrollo de las máquinas modernas, a través del lenguaje visual que se esforzó en desarrollar. De hecho, gracias a su capacidad para proyectar los diseños de las máquinas, se encuentra en sus dibujos su ideal y exclusiva forma de expresión.

Es importante comprender en estos dibujos el conjunto de las formas dibujadas, lo que incluye entender tanto la finalidad y el funcionamiento de la máquina, como las teorías que generaron un proyecto de máquina. En esencia, muchas de sus proyecciones no son más que la expresión gráfica de sus teorías científicas.

La concepción imaginaria de Leonardo aparecerá en este documento traducida en lenguaje digital. Si bien perderá la mágica atracción de los documentos escritos por la inimitable mano del maestro, se presentará de una forma más explicativa y didáctica, respetando siempre el diseño original.

2. OBJETIVO

El objetivo principal del presente Trabajo Fin de Grado es comprender y adaptar el diseño conceptual del mencionado Barco de palas diseñado por Leonardo da Vinci, de manera que permita su posterior modelado.

Para lograr dicho objetivo principal se establecen los siguientes objetivos específicos:

- Realizar la búsqueda exhaustiva de bibliografía sobre los diseños.
- Realizar una atenta y cuidadosa disección, aislando los componentes y representándolos por separado, con el fin de visualizar y comprender el montaje del dispositivo.
- Realizar el análisis de los mecanismos planteados.
- Realizar la reconstrucción en tres dimensiones de las piezas haciendo uso de la herramienta virtual SolidWorks.
- Estudiar tanto el funcionamiento como el movimiento de las piezas.
- Construir un prototipo físico funcional.

3. ALCANCE

En el presente proyecto se realizará el diseño del barco de palas completo, presentándolo mediante documentación técnica gráfica, planos y videos, donde se visualizarán el montaje y el movimiento de las piezas.

Para su diseño se realizarán cálculos de mecánica de engranaje y se determinará la escala correspondiente.

Una vez diseñado se construirá un prototipo funcional del modelo y se desarrollará la comercialización del producto, con el fin de que una persona pueda adquirir y montar su propio prototipo.

No se realizará el análisis de flotabilidad de la embarcación, por lo que no se tendrá en cuenta ese aspecto a la hora de diseñar el prototipo.

4. ANÁLISIS DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS MECANISMOS

Este proyecto pertenece a una tipología ampliamente tratada por ingenieros anteriores, a la cual Leonardo aporta notables mejoras a los mecanismos encargados del movimiento de las palas.

Se trata de un dispositivo de palas giratorias accionado por el mecanismo de propulsión a pedales. Leonardo consideró determinante en empleo de la rueda de palas, pasando a diseñar una alternativa al uso de los remos.

El diseño está basado en el principio de funcionamiento inverso al de los molinos, ya que no busca el aprovechamiento de la fuerza del agua para hacer mover la rueda, sino, al contrario, el accionamiento manual de la rueda con el fin de que el impacto de la pala con el agua haga avanzar la embarcación.

En los elementos de máquina de Leonardo, el enfoque a menudo se centra en cómo el mecanismo convierte el movimiento de una forma a otra a partir de la rotación continua.

Se definen los siguientes subsistemas dentro del diseño de Leonardo:

4.1 SISTEMA MOTOR

El sistema del motor a pedales se basa en dos trenes de engranajes simétricos respecto al primer eje. Estos comparten los 3 ejes que forman el motor y están compuestos por 4 engranajes cada uno de ellos, teniendo en común el engranaje central.

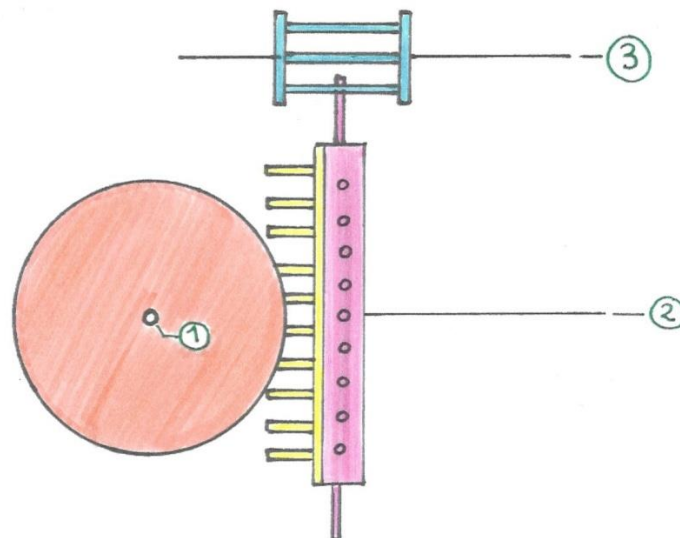


Ilustración 3: Vista frontal del croquis del tren de engranajes
Fuente: Elaboración propia

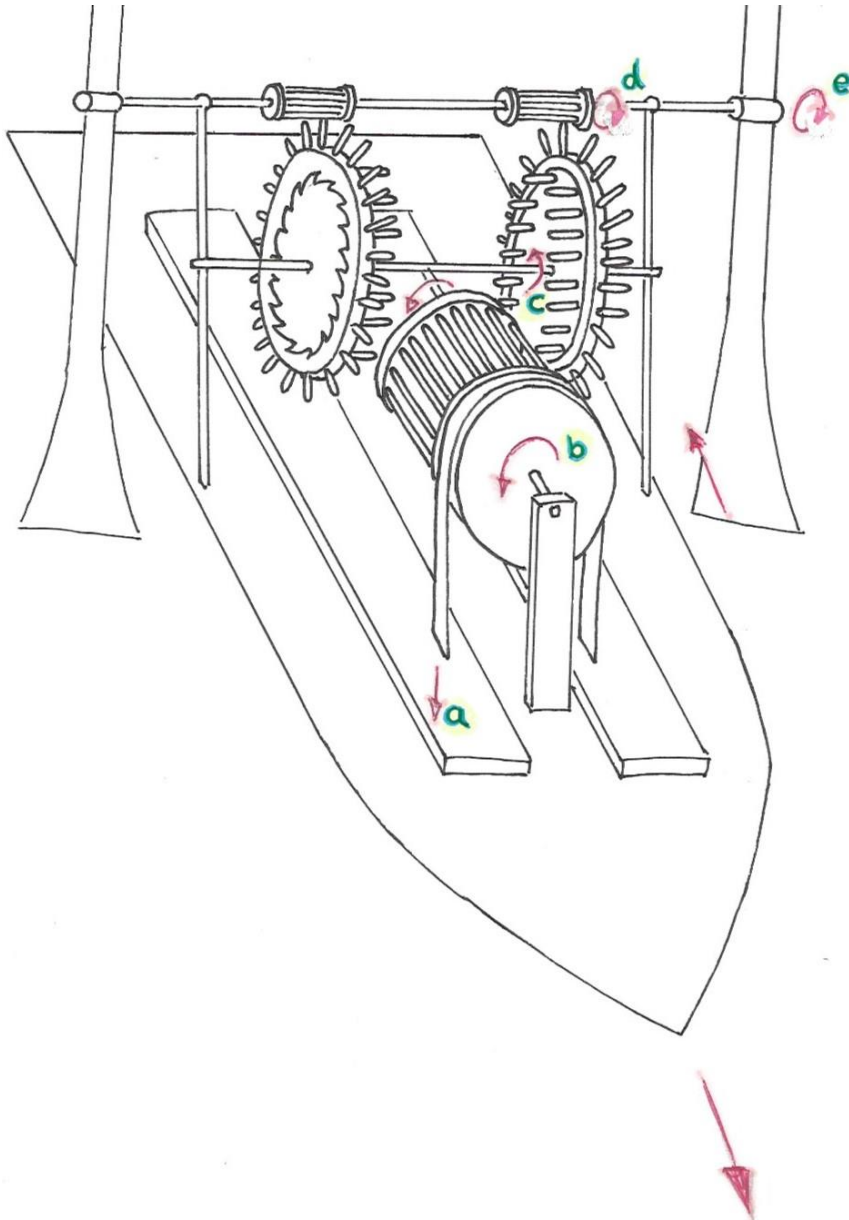


Ilustración 5: Croquis funcional del motor a pedales
Fuente: Elaboración propia

5. METODOLOGIA DE TRABAJO

La realización del proyecto se ha desarrollado siguiendo la metodología explicada a continuación.

Una vez documentado el diseño mediante una búsqueda exhaustiva de bibliografía y antes de pasar al diseño digital, se ha definido el diseño del mecanismo del motor mediante bocetos a mano alzada basados en los bocetos originales de Leonardo da Vinci (Ver ilustración 2).

A continuación, se ha traducido dicho mecanismo a lenguaje virtual mediante la herramienta SolidWorks.

Una vez definido el mecanismo, se procede a su primera reconstrucción física con el uso de impresoras 3D. Con este método se pretende realizar un prototipo funcional del diseño, con el fin de comprobar su funcionalidad y detectar posibles errores.

Una vez modificadas en SolidWorks las ambigüedades detectadas, se procede al diseño del casco del barco.

Finalmente, tras la reconstrucción virtual del prototipo completo, se procede a su reconstrucción funcional con diferentes técnicas y materiales que se detallarán en los correspondientes apartados del proyecto.

Lo indicado queda reflejado en el diagrama de flujo mostrado a continuación:

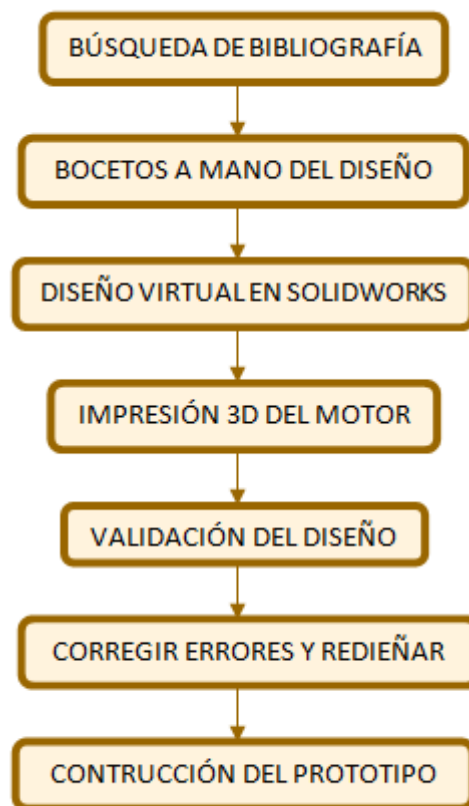


Ilustración 6: Metodología de trabajo

6. DESCRIPCIÓN DE LOS SUBSISTEMAS

A continuación se van a describir los principales subsistemas planteados por Leonardo para el motor a pedales de la embarcación.

El sistema motor diseñado por Leonardo se divide en tres subsistemas principales: el accionamiento del mecanismo con pedales (color azul), la transmisión del movimiento mediante un tren de engranajes de tres etapas y la transmisión final del movimiento a las palas (color verde), accionando su movimiento rotatorio y posibilitando el avance de la embarcación.

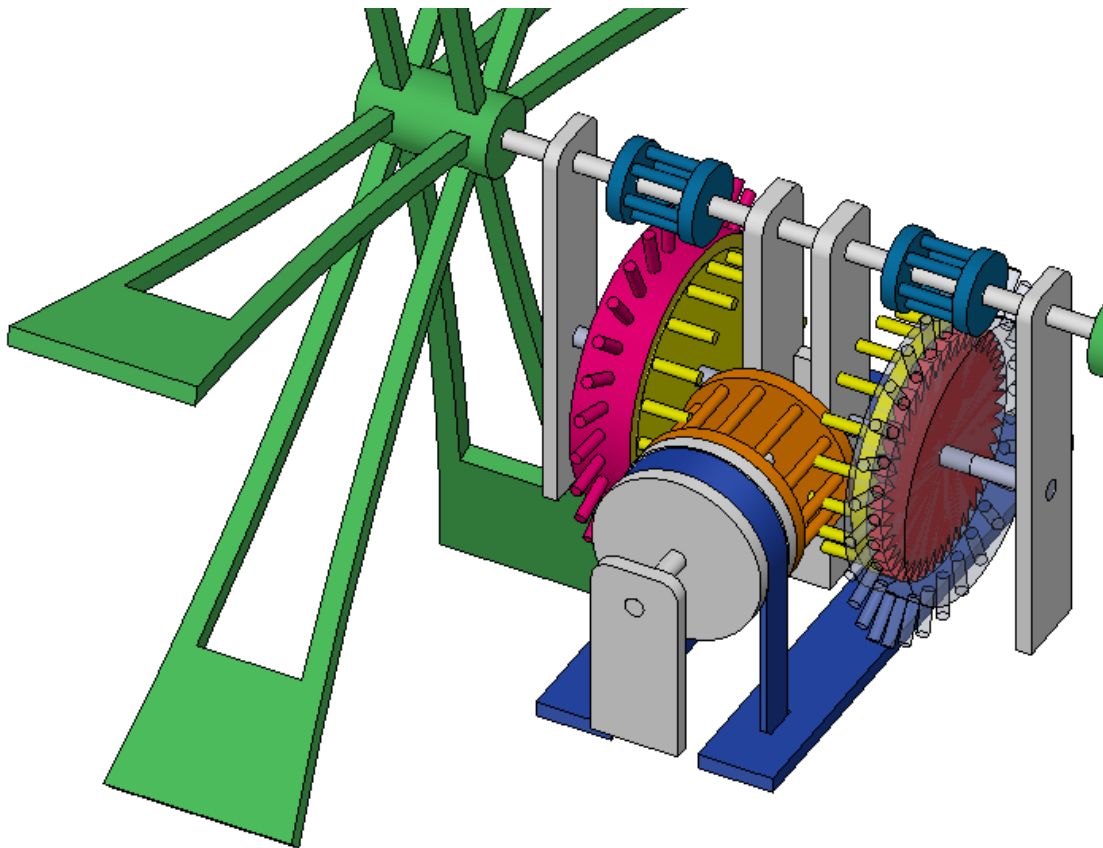


Ilustración 7: Primer diseño virtual del mecanismo

6.1 ACCIONAMIENTO CON PEDALES

El motor se acciona alternando la presión sobre los dos pedales. Estos arrastran una correa que hace girar el engranaje central tipo jaula situado sobre el primer eje del tren de engranajes.

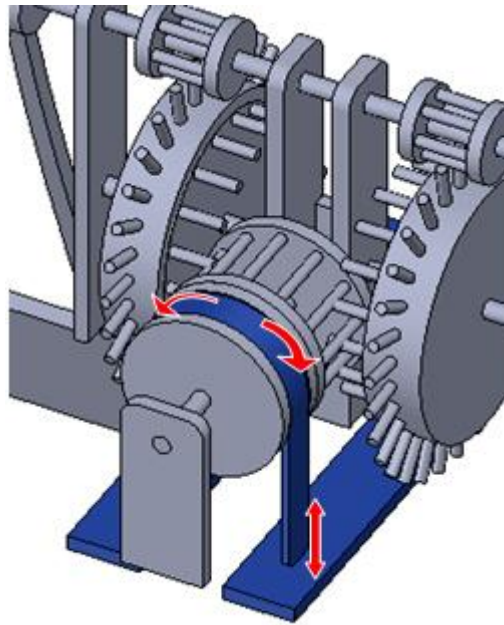


Ilustración 8: Pedales y correa

6.2 TREN DE ENGRANAJES

Este tren de engranajes está formado por 3 etapas situadas sobre 3 ejes fijos.

6.2.1 PRIMERA ETAPA

Accionado por la correa, el engranaje central tipo jaula gira en ambos sentidos, transmitiendo su movimiento al engranaje interior y la rueda dentada, que se encuentran unidos sobre el segundo eje.

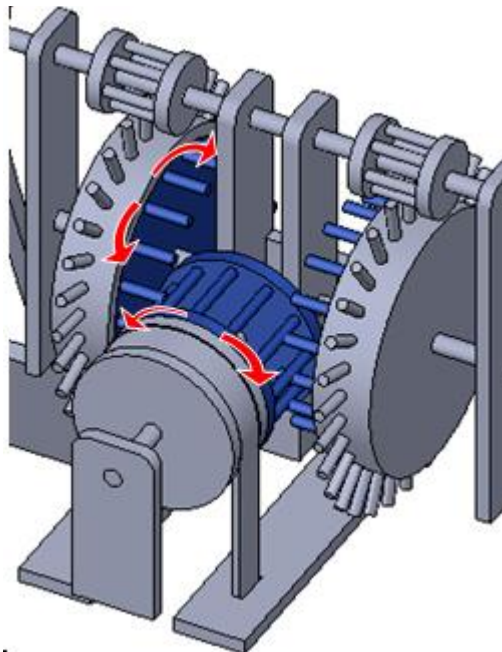


Ilustración 9: Primera etapa del tren de engranajes

6.2.2 SEGUNDA ETAPA

La rueda dentada engancha y engrana el engranaje exterior, transmitiéndole su movimiento rotatorio.

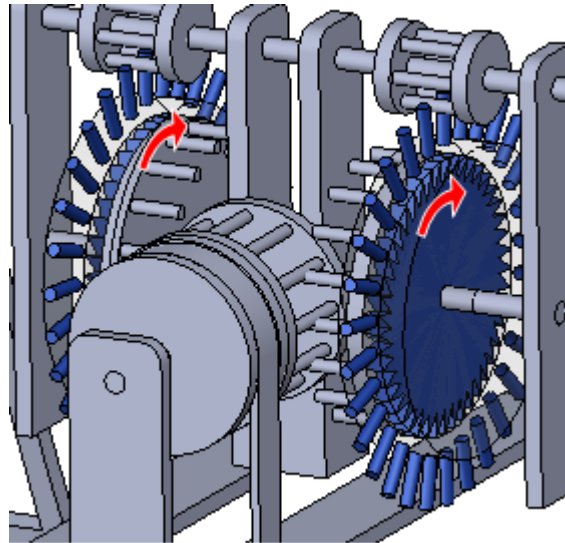


Ilustración 10: Segunda etapa del tren de engranajes

6.2.3 TERCERA ETAPA

En esta última etapa del tren de engranajes, el engranaje exterior transmite su movimiento rotatorio al engranaje superior tipo jaula situado sobre el tercer eje.

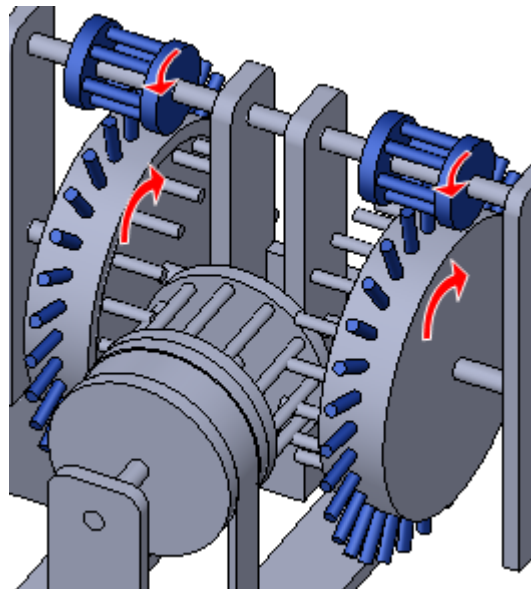


Ilustración 11: Tercera etapa del tren de engranajes

6.3 TRASMISIÓN ROTATORIA A LA RUEDA DE PALAS

El movimiento se transmite a las palas mediante el eje 3, sobre el que están fijados tanto los engranajes superiores tipo jaula como los soportes de las ruedas de palas.

7. DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL MOTOR

7.1 ANÁLISIS DE ENGRANAJES

El funcionamiento del mecanismo de la embarcación se basa en un tren de engranajes de tres etapas. Este permite transmitir el movimiento de los pedales a las ruedas de palas, y el impacto de la pala con el agua hace avanzar la embarcación.

Para realizar el estudio de los parámetros de los engranajes ha sido necesario profundizar en los mecanismos diseñados por Leonardo.

Hoy en día los elementos de máquinas están normalizados y se pueden encontrar en catálogos. Sin embargo, estos fueron anticipados por Leonardo da Vinci y se encuentran recogidos en el Códice de Madrid I.

Varios mecanismos unidos, junto con una fuente de movimiento o energía, forman máquinas complejas. A raíz de ese hecho, en los diseños de Leonardo el enfoque se centra a menudo en cómo el mecanismo convierte el movimiento de una forma a otra a partir de la rotación continua [3].

Leonardo estudió la iteración de los dientes entre dos ruedas de distinto tamaño, de donde consiguió extraer ciertas reglas geométricas. Este estudio aparece recogido en la hoja 5r del Códice de Madrid I [1].

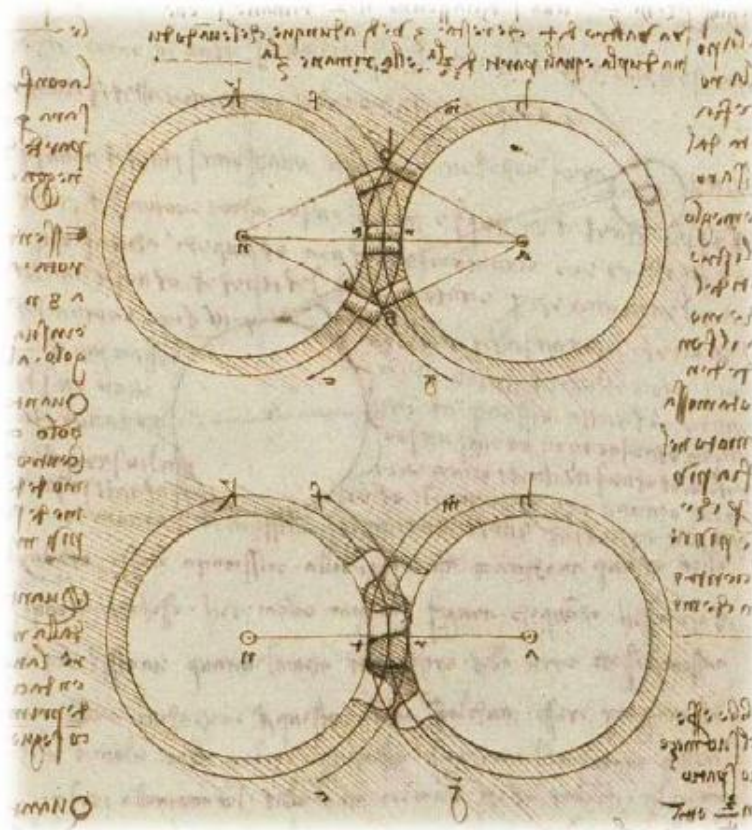


Ilustración 13: Hoja 5r del Códice de Madrid I
Fuente: Leonardo da Vinci: INGENIERO [1]

De los diversos métodos de transmisión de movimiento giratorio que estudio Leonardo, para el diseño del mecanismo del Barco de palas, utilizó mecanismos para transformar un movimiento giratorio continuo de entrada en giratorio continuo de salida, a través de engranajes cilíndricos entre ejes tanto perpendiculares como paralelos entre sí.

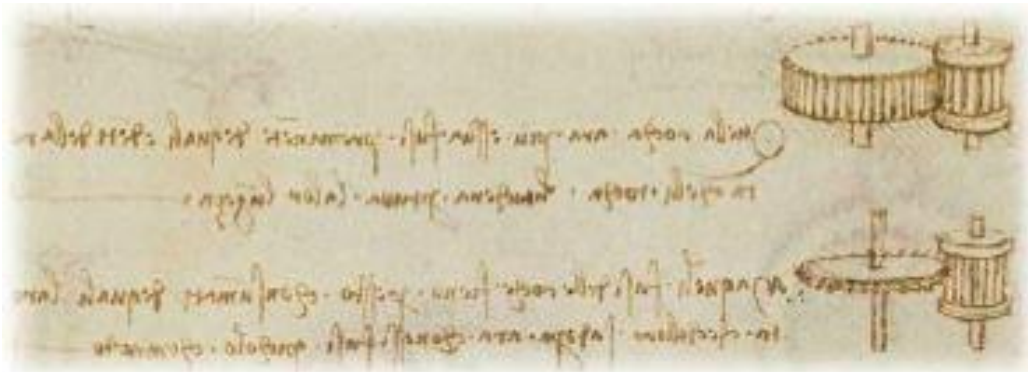


Ilustración 14: Engranaje de ejes paralelos recogido en la hoja 13r del Códice de Madrid I
Fuente: Leonardo da Vinci: INGENIERO [1]

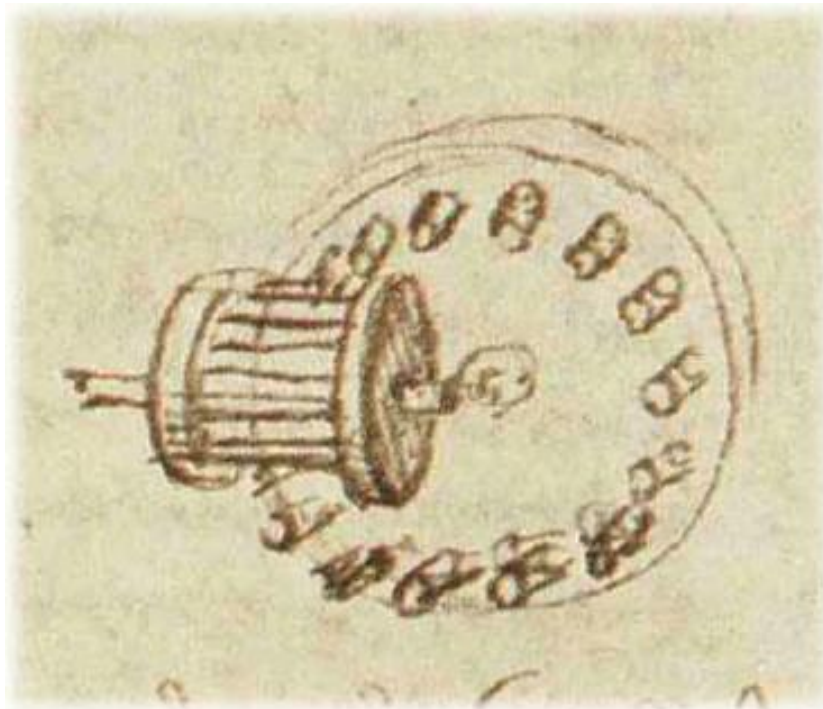


Ilustración 15: Engranaje de ejes perpendiculares recogido en la hoja 15v del Códice de Madrid I
Fuente: Leonardo da Vinci: INGENIERO [1]

Para el cálculo de los parámetros de los engranajes necesarios se ha utilizado el sistema de cálculo básico de teoría de máquinas.

Estos parámetros se han calculado partiendo de un número de dientes fijo para el engranaje central tipo jaula en la primera etapa del tren de engranajes explicado en el apartado anterior. De igual manera, se ha calculado la tercera etapa, partiendo de los dientes del engranaje exterior.

A continuación se muestra una tabla resumen de dichos parámetros:

Piezas	Diámetro primitivo	Dientes	Modulo	Espesor del diente
Engranaje central	39 mm	12	3,25	3 mm
Engranaje interior	58,5 mm	18	3,25	3 mm
Engranaje exterior	105 mm	30	3,5	3 mm
Engranaje superior	21 mm	6	3,5	3 mm

Tabla 1: Parámetros de los engranajes

7.2 MODELADO 3D

Para la realización del modelado 3D se han seguido los pasos explicados a continuación:

7.2.1 MODELADO INICIAL DEL PROTOTIPO

El primer paso ha sido revisar e interpretar la información obtenida en relación con el diseño del Barco de palas [2], [4], para poder determinar una escala. Finalmente la escala realizada es 1:20.

Una vez determinada la escala de diseño, se ha procedido a la construcción de todas y cada una de las piezas que componen el modelo, empleando el programa SolidWorks.

Para la creación de dichas piezas ha sido necesaria una interpretación del dibujo de la página 945r del Códice Atlántico [Ilustración 2]. Esta reinterpretación aparece ilustrada en el libro Las maquinas de Leonardo [2], en donde se basa el presente proyecto.

A partir de esta imagen y explicaciones indicadas en el libro se ha desarrollado el diseño de los diferentes componentes del motor.

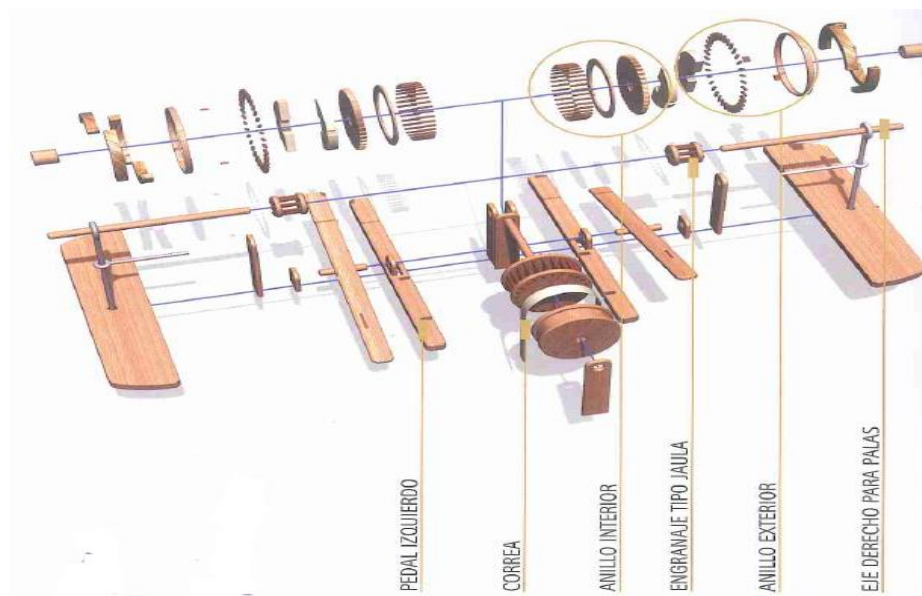


Ilustración 16: Despiece del mecanismo
 Fuente: Las maquinas de Leonardo

Las ruedas de engranajes están formadas por barras cilíndricas sujetas a una o dos tapas, por lo que han sido diseñadas mediante la operación de extrusión y utilizando matrices circulares.

Sin embargo, la mayor dificultad se encuentra oculta en la segunda etapa del tren de engranajes, ya que es aquí donde se sitúa la rueda dentada que posibilita el sistema antiretorno. Esta parte del mecanismo cambiará en varias ocasiones.

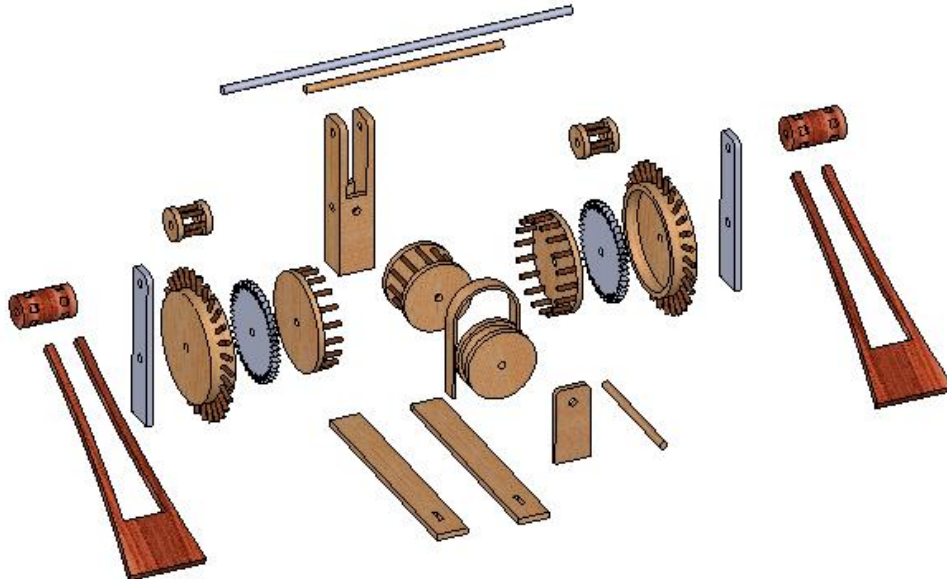


Ilustración 17: Despiece del mecanismo en SolidWorks

7.2.2 ENSAMBLAJE DEL CONJUNTO

Una vez modeladas las piezas, se ha ensamblado el conjunto del motor a pedales, pretendiendo lograr un diseño semejante al mostrado en el libro mencionado y que se observa a continuación.

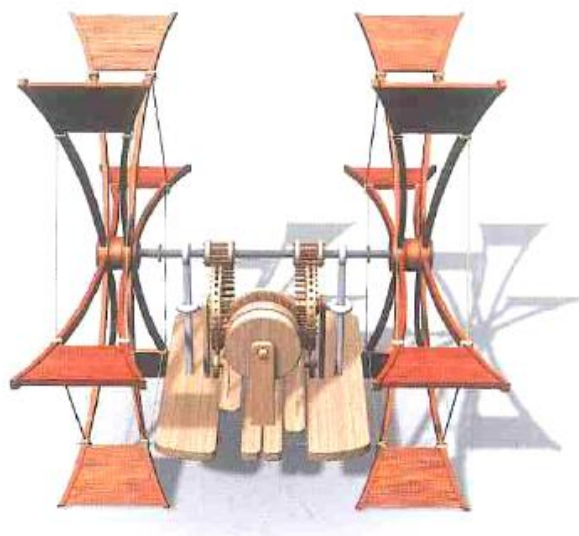


Ilustración 18: Conjunto del motor
Fuente: Las maquinas de Leonardo

El ensamblaje se ha realizado utilizando diversas relaciones de posición que ofrece SolidWorks. Una vez introducidos todos los elementos del mecanismo, se ha utilizado la relación de engranaje, mediante la relación entre diámetros de las ruedas, para comprobar el correcto funcionamiento del motor y el movimiento rotatorio transmitido a las palas.

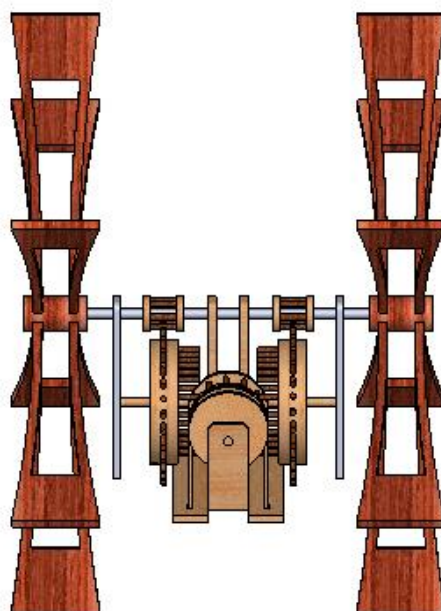


Ilustración 19: Conjunto del motor en SolidWorks

7.3 VALIDACION DEL DISEÑO: PROTOTIPADO ELEMENTOS FUNCIONALES

Tras el modelado virtual, se ha procedido a la impresión 3D de la mitad del conjunto, con el fin de detectar posibles errores y definir el tamaño final del prototipo.

Para la fabricación de las piezas se han utilizado diferentes impresoras de 3D en función de la geometría de la pieza, ya que cada impresora utiliza un método de impresión diferente:

Pieza	Cantidad	Material	Impresora
Engranaje central tipo jaula	1	ABS	Dimensión SST 1200
Engranaje superior tipo jaula	1	ABS	Dimensión SST 1200
Engranaje interior	1	PROTO GRY	3D System FabPro 1000
Rueda dentada	1	PROTO GRY	3D System FabPro 1000
Pieza de bloqueo	2	PROTO GRY	3D System FabPro 1000
Engranaje exterior	1	ABS	Dimensión SST 1200

Tabla 2: Conjunto de piezas impresas en 3D

Una vez obtenidas las piezas, se ha fabricado un soporte con las alturas correspondientes de los engranajes, determinadas mediante el ensamblaje de SolidWorks.

Gracias a este prototipo se han podido determinar las distancias entre las ruedas para que engranen sin problemas y no choquen entre ellas.

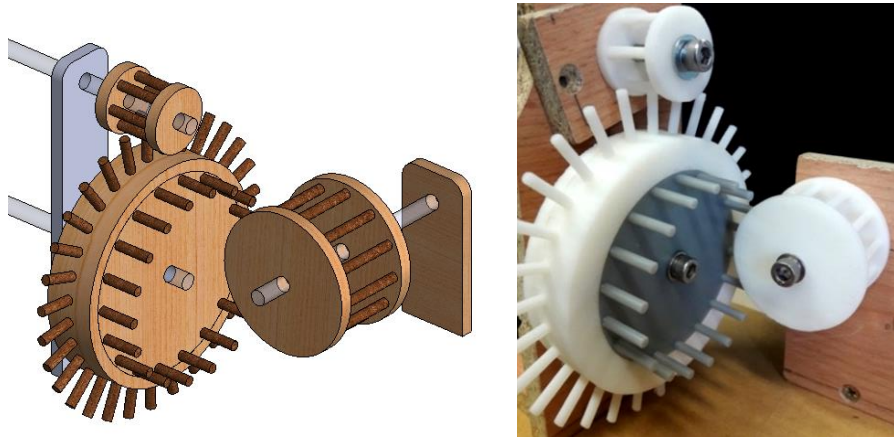


Ilustración 20: Prototipo del motor en SolidWorks e impresión 3D

7.3.1 AMBIGUEDADES EN EL SISTEMA

A continuación se describirán las ambigüedades encontradas en el modelo impreso y las soluciones adoptadas.

- ENGRANAJE CENTRAL TIPO JAULA

El engranaje central está compuesto por cilindros de 3 mm de diámetro y tapas de 4 mm de espesor. Estas medidas cambiarán en el diseño final, pasando a su construcción con tapas de 8 mm de espesor, con lo que la pieza tendrá una resistencia mayor.

El orificio interior pasará a tener 8 mm de diámetro, ampliando los 5 mm actuales.



Ilustración 21: Jaula central en impresión 3D

- ENGRANAJE SUPERIOR TIPO JAULA

El engranaje superior está compuesto por cilindros de 3 mm de diámetro y tapas de 4 mm de espesor. Estas medidas, al igual que en la jaula central, cambiarán en el diseño final, pasando a su construcción con tapas de 8 mm de espesor, con lo que la pieza tendrá una resistencia mayor.

El orificio interior pasará a tener 10 mm de diámetro, ampliando los 5 mm actuales.

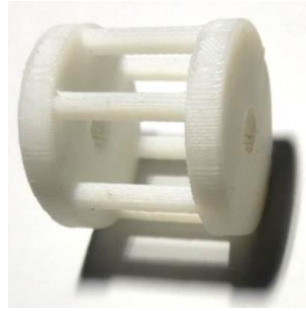


Ilustración 22: Jaula superior en impresión 3D

- ENGRANAJE INTERIOR

De la misma manera que las piezas anteriores, esta ha sido diseñada con cilindros de 3 mm y tapa de 4 mm de espesor. En el nuevo la tapa tendrá 8 mm de espesor.

El orificio interior pasará a tener 8 mm de diámetro, ampliando los 5 mm actuales.



Ilustración 23: Engranaje interior en impresión 3D

- MECANISMO DE ANTIRETORNO

Tanto los dientes de la rueda dentada como la pieza de bloqueo pasarán a tener un radio de redondeo con el que se facilitará su contacto continuo.

Se observa inestabilidad en la pieza del bloqueo, con lo que cambiara su diseño, pasando a tener mayor estabilidad tanto en su trayectoria como la sujeción del muelle.

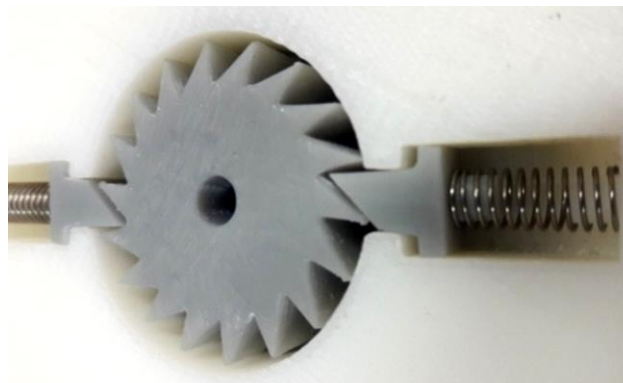


Ilustración 24: Mecanismo antiretorno en impresión 3D

- ENGRANAJE EXTERIOR

Teniendo en cuenta el cambio de espesor del engranaje interior, el espesor de esta pieza también cambiará, el cual se detallará una vez rediseñado el modelo.

El orificio donde se introduce la pieza de bloqueo se ampliará con el fin de mejorar su trayectoria y estabilidad.

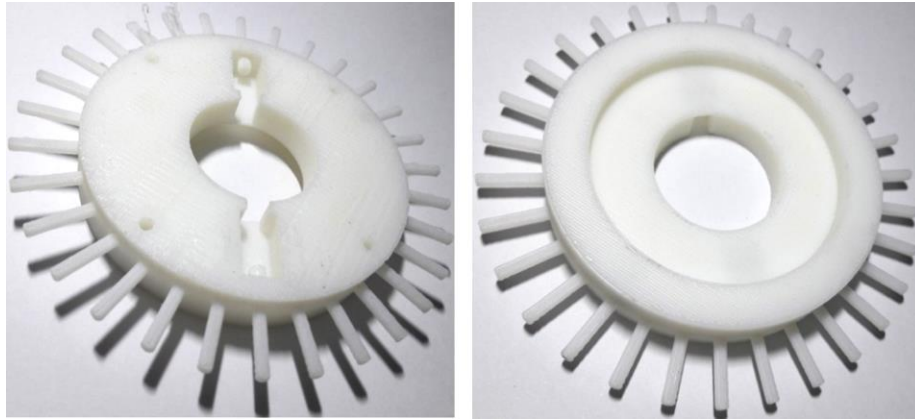


Ilustración 25: Engranaje exterior en impresión 3D

7.4 CONCLUSIONES DEL DISEÑO

Los engranajes transmiten el movimiento rotatorio de forma correcta, por lo que el análisis de engranajes inicial se mantendrá en el diseño final. Lo que significa que no variarán ni el número de dientes ni los diámetros primitivos de los engranajes.

Se ampliarán los espesores de las piezas propuestas con el fin de darle mayor resistencia a cada pieza.

Los 3 ejes que habían sido diseñados con diámetros de 5 mm cambiarán sus dimensiones a diámetros de 8 mm en el caso de los ejes 1 y 2, y 10 mm en el caso del eje 3. Estos ejes más gruesos soportarán mayores cargas y serán más estables.

Se deberá replantear el mecanismo de antiretorno en consecuencia de la inestabilidad visible del mecanismo.

7.5 MODELADO VIRTUAL DEL REDISEÑO

Se ha rediseñado la construcción de las piezas mediante la herramienta SolidWorks teniendo en cuenta las ambigüedades descritas en el apartado anterior.

Entre estos cambios se encuentran la ampliación de los espesores de todas las piezas y la ampliación de los diámetros de los ejes. Ambos cambios se han realizado con el fin de que el mecanismo sea más estable y resistente.

Para mejorar el mecanismo de antiretorno se han ampliado las dimensiones del orificio del engranaje exterior y las de la pieza de bloque, dejando una tolerancia menor entre ambas piezas. De esta manera la pieza de bloqueo se mantiene paralela y las paredes del orificio, por lo que su recorrido ya no presentará inestabilidad.

Una vez diseñadas las piezas, se ha ensamblado el nuevo conjunto del motor.

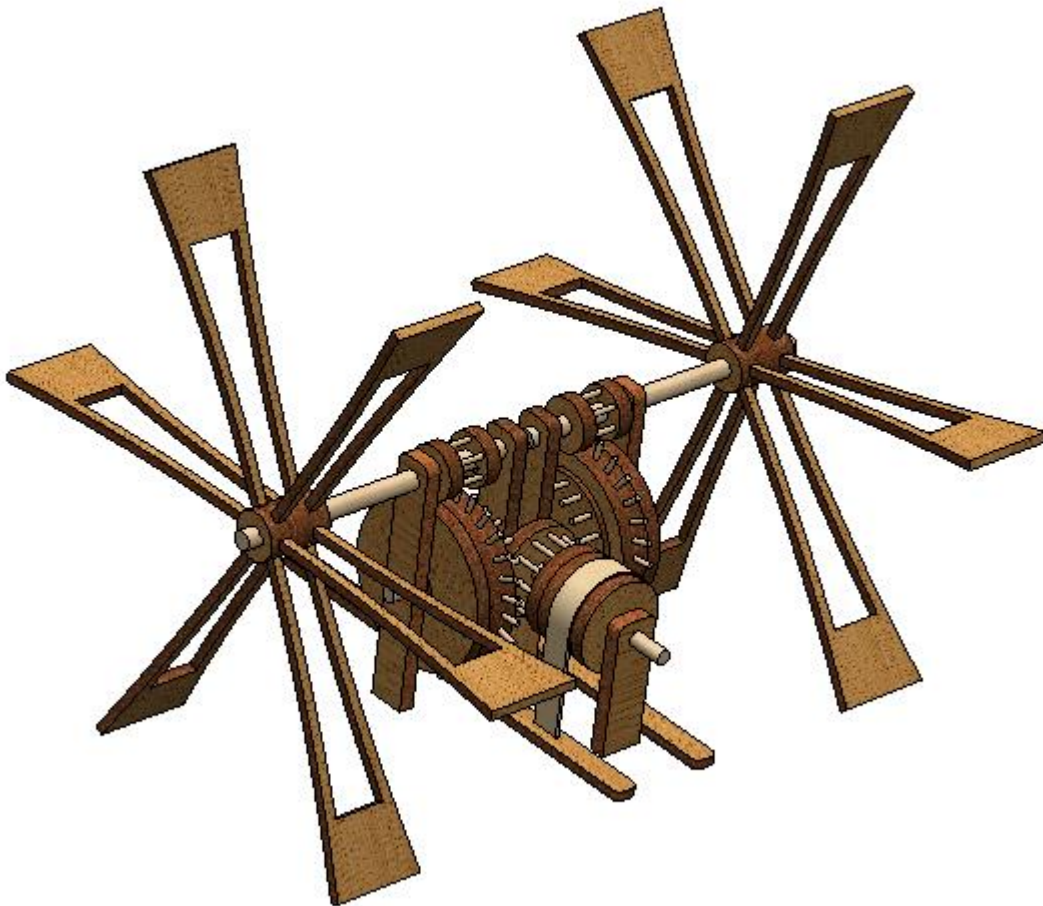


Ilustración 26: Prototipo del motor en SolidWorks

A continuación se resumen las características principales de las piezas que forman el mecanismo del motor:

7.5.1 ACCIONAMIENTO CON PEDALES

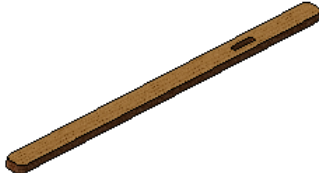

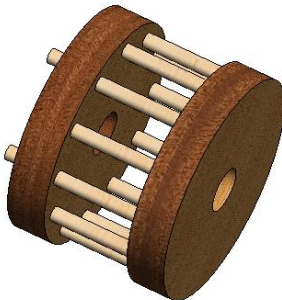
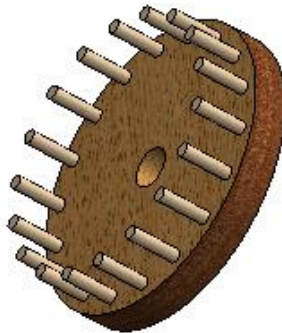

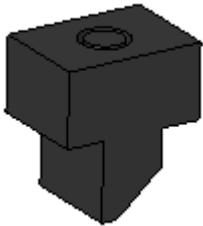


Pieza	Definición	Ilustración	Dimensiones generales	Cantidad
Pedal	El movimiento de esta pieza inicia el funcionamiento de todo el mecanismo.	 Ilustración 27: Pedal en SolidWorks	Longitud= 245 mm Espesor= 5 mm	2
Eje de correa	Esta pieza tiene la función de sostener la correa, transmitiendo el movimiento desde los pedales hasta el engranaje central.	 Ilustración 28: Eje de correa en SolidWorks	Ø interior= 8 mm Ø exterior= 46mm	1

Tabla 3: Conjunto de piezas del accionamiento con pedales

7.5.2 TREN DE ENGRANAJES

Pieza	Definición	Ilustración	Dimensiones generales	Cantidad
Engranaje central tipo jaula	Se trata del primer elemento del tren de engranajes. Este mecanismo gira tanto en sentido horario como anti horario, de lo que dependerá el giro de la palas.	 Ilustración 29: Jaula central en SolidWorks	Ø interior= 8 mm Ø exterior= 48mm Ø dientes= 3 mm	1
Engranaje interior	Se trata del segundo elemento del tren de engranajes. Estos se encargan de transmitir el movimiento a los engranajes exteriores, en donde se encuentran introducidos.	 Ilustración 30: Engranaje interior en SolidWorks	Ø interior= 8 mm Ø exterior= 66mm Ø dientes= 3 mm	2

<p>Rueda dentada</p>	<p>Su función es forzar el movimiento del engranaje exterior en una sola dirección, a través de la pieza de bloqueo. Son necesarias dos ruedas dentadas, cada una de ellas en contacto con una rueda interior</p>	 <p>Ilustración 31: Rueda dentada en SolidWorks</p>	<p>Ø interior= 8 mm Espesor= 10 mm</p>	<p>2</p>
<p>Pieza de bloqueo</p>	<p>Esta pieza está en contacto con la rueda dentada y su función es evitar que el engranaje interior gire en ambos sentidos</p>	 <p>Ilustración 32: Pieza de Bloqueo en SolidWorks</p>	<p>Espesor= 8 mm</p>	<p>4</p>
<p>Engranaje exterior</p>	<p>Se trata del tercer elemento del tren de engranajes. Estos se encargan de transmitir el movimiento a los engranajes superiores de tipo jaula.</p>	 <p>Ilustración 33: Engranaje exterior en SolidWorks</p>	<p>Ø interior= 33 mm Ø medio= 67mm Ø exterior= 86 mm Ø dientes= 3 mm</p>	<p>2</p>
<p>Soporte de engranaje exterior</p>	<p>La función de esta pieza es unir el engranaje exterior con el eje 2, con el fin de que puedan girar conjuntamente.</p>	 <p>Ilustración 34: Soporte de engranaje exterior en SolidWorks</p>	<p>Ø interior= 8 mm Ø exterior= 86mm Ø dientes= 3 mm</p>	<p>2</p>

<p>Engranaje superior tipo jaula</p>	<p>Se trata del último elemento del tren de engranajes. Este engranaje es arrastrado por el engranaje exterior y transmite su movimiento directamente a las palas mediante el eje 3.</p>	 <p>Ilustración 35: Engranaje superior en SolidWorks</p>	<p>Ø interior= 10 mm Ø exterior= 28mm Ø dientes= 3 mm</p>	<p>2</p>
--------------------------------------	--	--	---	----------

Tabla 4: Conjunto de piezas del tren de engranajes

7.5.3 RUEDA DE PALAS


Pieza	Definición	Ilustración	Dimensiones generales	Cantidad
<p>Soporte de palas</p>	<p>Esta pieza tiene la función de sostener las palas, con los huecos correspondientes para 6 palas cada uno de los soportes.</p>	 <p>Ilustración 36: Soporte de palas en SolidWorks</p>	<p>Ø interior= 10 mm Ø exterior= 25mm</p>	<p>2</p>
<p>Pala</p>	<p>Se trata de las palas que causan el movimiento de la embarcación, la última pieza del motor a pedales.</p>	 <p>Ilustración 37: Pala en SolidWorks</p>	<p>Longitud=166 mm Espesor= 5 mm</p>	<p>12</p>

Tabla 5: Conjunto de piezas de la rueda de palas

7.5.4 EJES

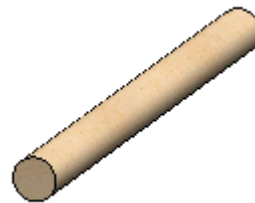
Ilustración	Pieza	Dimensiones generales	Cantidad
 <p>Ilustración 38: Eje en SolidWorks</p>	<p>Eje 1</p>	<p>Longitud= 100 mm Ø= 8 mm</p>	<p>1</p>
	<p>Eje 2</p>	<p>Longitud= 150 mm Ø= 8 mm</p>	<p>1</p>
	<p>Eje 3</p>	<p>Longitud= 340 mm Ø= 10 mm</p>	<p>1</p>

Tabla 6: Conjunto de ejes del mecanismo

7.5.5 SOPORTES DE EJES

Pieza	Definición	Ilustración	Dimensiones generales	Cantidad
Soporte eje 1	Esta pieza sostiene únicamente al eje 1 y se encuentra en la parte delantera de la embarcación.	 <p>Ilustración 39: Soporte eje 1 en SolidWorks</p>	Espesor= 8mm Longitud= 72 mm	1
Soporte central	Se trata de la pieza que sostiene los 3 ejes del motor y encuentra en el centro de este.	 <p>Ilustración 40: Soporte central en SolidWorks</p>	Espesores= 8mm Longitud= 134 mm	1
Soporte exterior	Estos soportes sostienen tanto el eje 2 como el eje 3.	 <p>Ilustración 41: Soporte exterior en SolidWorks</p>	Espesor= 8mm Longitud= 134 mm	2
Soporte eje 3	Esta pieza sostiene únicamente al eje 3 y se encuentra en la parte superior de la embarcación.	 <p>Ilustración 42: Soporte de eje 3 en SolidWorks</p>	Espesor= 5mm	2

Tabla 7: Conjunto de soportes del mecanismo

8. DISEÑO DEL PROTOTIPO DEL CASCO

Un vez obtenido el ensamblaje completo del conjunto del motor a pedales, y teniendo en cuenta sus dimensiones totales, se ha procedido al diseño del casco de la embarcación.

Este conjunto abarca toda la parte estructural del barco, siendo el encargado de soportar todas las cargas.

8.1 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

A continuación se van a exponer las dos propuestas para el diseño del esqueleto que dará forma al casco del barco de palas.

El diseño de la proa, parte delantera del barco, coincide en ambas alternativas estudiadas. Es en la popa, parte trasera del barco, donde distan entre ellas.

La quilla de la primera alternativa cuenta con un solo radio de curvatura en la parte delantera, mientras que la quilla de la segunda alternativa se forma por dos radios de curvatura en ambos extremos.

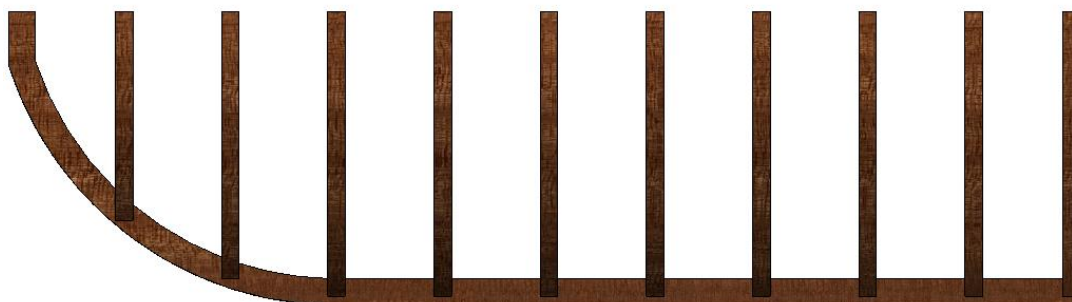


Ilustración 43: Alternativa 1 del esqueleto

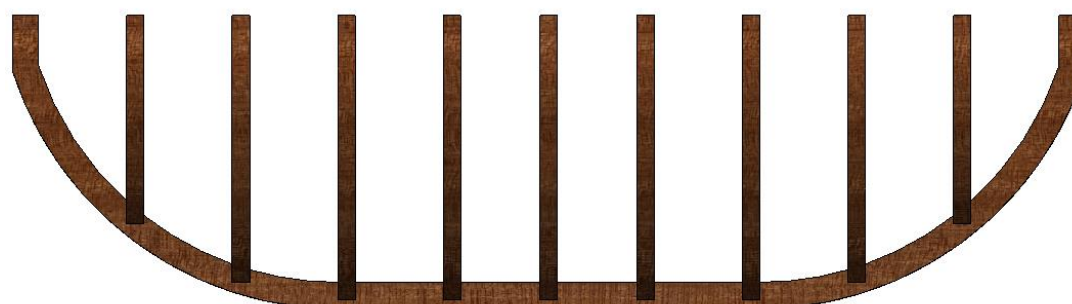


Ilustración 44: Alternativa 2 del esqueleto

8.2 SOLUCIÓN ADOPTADA

Tras estudiar ambas propuestas se ha escogido la alternativa 1. De esta manera se simplifica el posterior modelado del casco.

Es importante remarcar que el principal objetivo del trabajo es el diseño del motor, por lo que el casco queda en un segundo plano. Es por eso que se ha decidió desarrollar el diseño que permita un prototipado mas sencillo.

8.3 MODELADO VIRTUAL

El primer paso para el modelado del casco es el diseño del esqueleto que como se ha mencionado, soportará todas las cargas. A continuación se diseñan la cubierta, cuyo objetivo será la unión entre el casco y el motor, y las tapas del esqueleto.

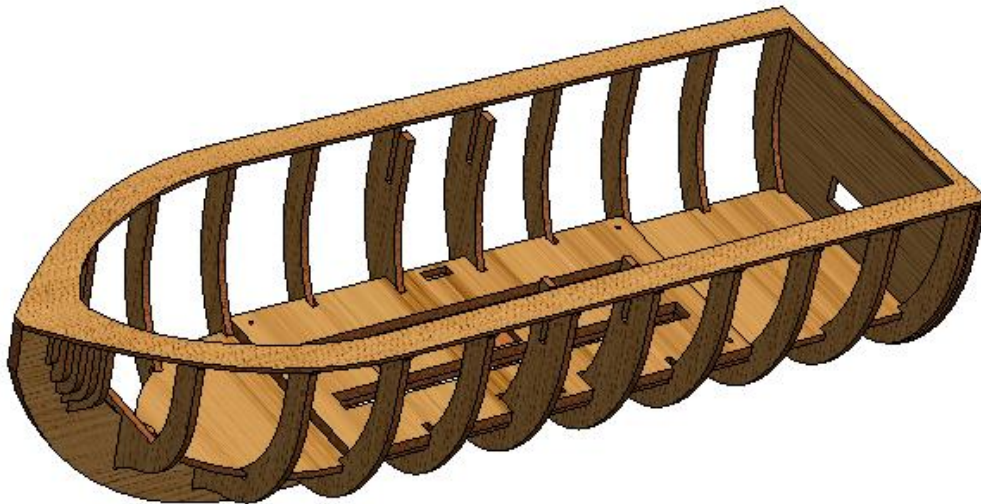


Ilustración 45: Casco del barco en SolidWorks

8.3.1 ESQUELETO

La estructura que conforma el esqueleto consiste en una pieza principal, la quilla, a la que se le acoplan las costillas, encargadas de darle forma al barco

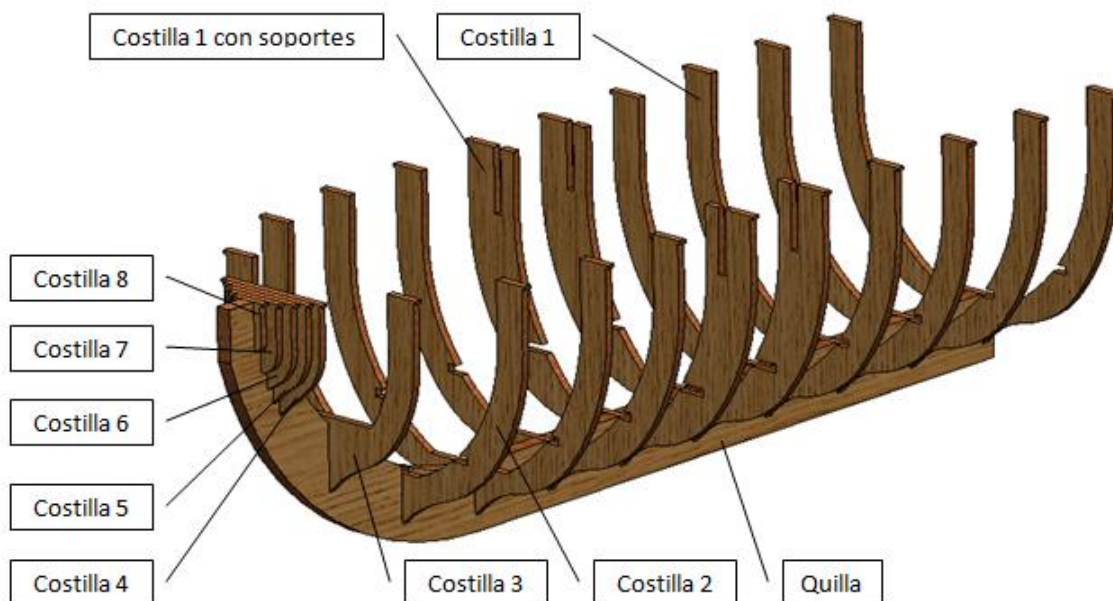


Ilustración 46: Esqueleto del casco en SolidWorks

A continuación se detallan las diferentes piezas que conforman el esqueleto:

- **QUILLA**

La quilla es la encargada de darle tanto la forma longitudinal al barco, como de soportar las cargas.

Esta pieza cuenta con los huecos correspondientes para cada una de las costillas que se mostrarán a continuación.

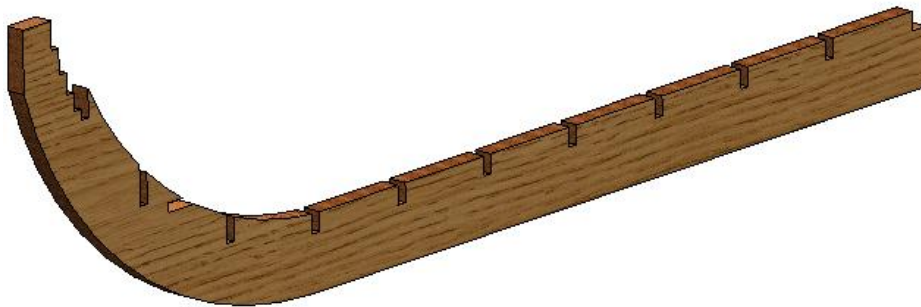



Ilustración 47: Quilla del esqueleto en SolidWorks


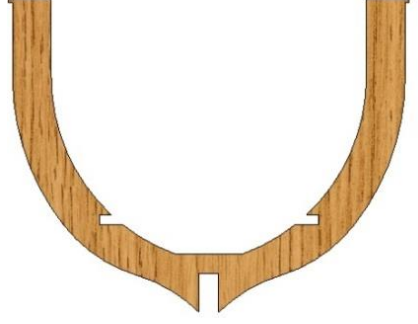

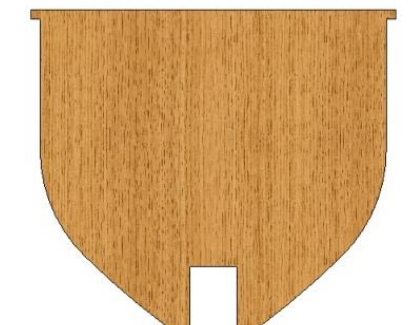
- **COSTILLAS**

A continuación se pueden observar las costillas que componen el esqueleto del barco. Cada una de ellas marcará la forma del casco y soportará la estructura de la embarcación.

Por lo tanto, estas piezas se han diseñado en función de las dimensiones requeridas para el barco, quedando todas alineadas en la parte superior y procurando mantener una curvatura continua en el caso. Cada una de ellas cuenta con los orificios donde se ensamblarán tanto la cubierta como la quilla.

En la siguiente tabla se observan las diferentes costillas que se han utilizado en el diseño, siendo todas del mismo espesor.

Pieza	Definición	Ilustración	Espesor	Cantidad
Costilla 1	La costilla 1 contiene las mayores dimensiones y se coloca en la zona recta de la quilla.	 Ilustración 48: Costilla 1 en SolidWorks	5 mm	6

<p>Costilla 1 con soportes</p>	<p>Sus dimensiones exteriores son las mismas que en la costilla 1. En este caso, contiene orificios a cada lado, donde se ensamblarán unos soportes para el eje de las palas.</p>	 <p>Ilustración 49: Costilla 1 para soportes en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>2</p>
<p>Costilla 2</p>	<p>Las dimensiones de la costilla 2 serán menores respecto a las costillas anteriores. Se sitúa en la parte más baja de la curvatura de la quilla.</p>	 <p>Ilustración 50: Costilla 2 en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>1</p>
<p>Costilla 3</p>	<p>Las dimensiones son menores respecto a las anteriores. En este caso, la cubierta se sitúa por debajo, por lo que no es necesario el orificio correspondiente.</p>	 <p>Ilustración 51: Costilla 3 en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>1</p>
<p>Costilla 4</p>	<p>Esta costilla se sitúa debajo de la tapa superior, por lo que no es necesario el hueco interior.</p>	 <p>Ilustración 52: Costilla 4 en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>1</p>

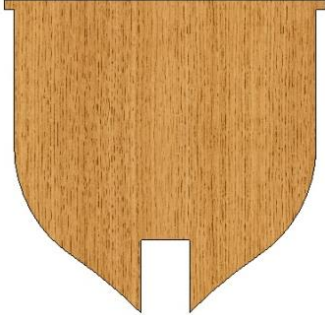



<p>Costilla 5</p>	<p>Las costilla 5 tiene las mismas características que la anterior, con dimensiones menores.</p>	 <p>Ilustración 53: Costilla 5 en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>1</p>
<p>Costilla 6</p>	<p>Las dimensiones de la costilla 6 serán menores respecto a las costillas anteriores.</p>	 <p>Ilustración 54: Costilla 6 en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>1</p>
<p>Costilla 7</p>	<p>Las costilla 7 tiene las mismas características que las anteriores, con dimensiones menores.</p>	 <p>Ilustración 55: Costilla 7 en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>1</p>
<p>Costilla 8</p>	<p>Esta costilla tiene las menores dimensiones y se encuentra en la parte final delantera de la quilla.</p>	 <p>Ilustración 56: Costilla 8 en SolidWorks</p>	<p>5 mm</p>	<p>1</p>

Tabla 8: Conjunto de costillas del esqueleto

- **CUBIERTA**

La cubierta del barco se compone por dos piezas diferentes, ambas cuentan con dos aberturas para los pedales y están sostenidas mediante los huecos de las costillas donde quedan introducidas.

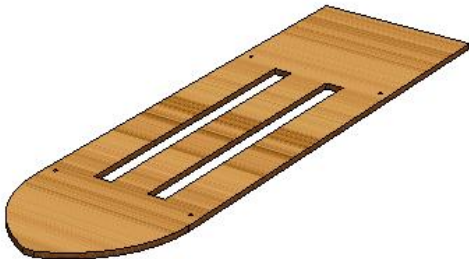

Pieza	Definición	Ilustración	Dimensiones generales	Cantidad
Cubierta completa	Esta pieza se extiende desde un extremo al otro del barco tapando por completos la parte inferior del esqueleto.	 <p>Ilustración 57: Cubierta completa en SolidWorks</p>	Espesor= 5 mm Longitud= 525 mm	1
Base del motor	Esta pieza tiene la función de sujetar el motor ya que en ella se introducen los soportes, donde quedan fijos.	 <p>Ilustración 58: Base del motor en SolidWorks</p>	Espesor= 8 mm Longitud= 295 mm	1

Tabla 9: Conjunto de cubiertas del barco

- **TAPAS**

La embarcación cuenta con dos piezas en modo de tapa en la parte superior y trasera del esqueleto:

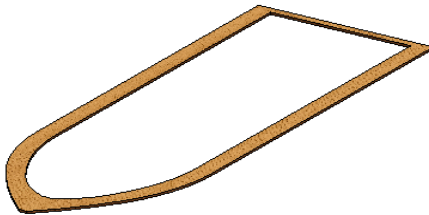
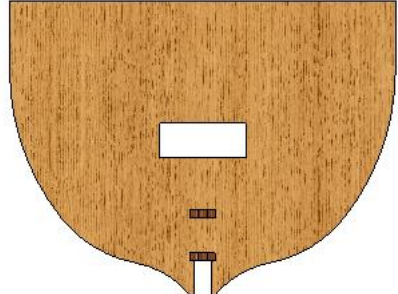
Pieza	Definición	Ilustración	Dimensiones generales	Cantidad
Tapa superior	Esta pieza se extiende desde un extremo al otro del barco tapando por completos la parte superior del esqueleto.	 <p>Ilustración 59: Tapa superior en SolidWorks</p>	Espesor= 3 mm Longitud= 630 mm	1
Tapa trasera	Esta pieza se coloca en la parte trasera del barco y cuenta con un orificio donde se introduce el timón.	 <p>Ilustración 60: Tapa trasera en SolidWorks</p>	Espesor= 5 mm Alto= 171 mm Ancho= 224 mm	1

Tabla 10: Conjunto de tapas

9. DISEÑO DEL SISTEMA DE GIRO

A pesar de que ni en el boceto de Leonardo da Vinci [Ilustración 2], ni en la reconstrucción realizada en el libro Las maquinas de Leonardo [2], aparecen diseñados sistemas de giro, en el presente proyecto se ha decidido estudiar diferentes alternativas.

El diseño del mecanismo del motor permite el giro de las ruedas de palas en una única dirección y siempre alternando el giro en cada una de ellas. Es decir, una rueda de palas no puede girar constantemente, por lo que elimina la posibilidad de cambiar el rumbo del barco haciendo girar únicamente uno de sus conjuntos de palas.

9.1 ALTERNATIVAS ESTUDIADAS

Como solución a dicha carencia, se han estudiado diferentes soluciones, teniendo en cuenta que el mecanismo de accionamiento por correa obliga a alternar el giro del engranaje central, por lo que no es posible el giro constante de este engranaje en una sola dirección.

9.1.1. ACCIONAMIENTO MEDIANTE DOS CORREAS

Como primera alternativa se ha estudiado la posibilidad de accionar el mecanismo mediante dos correas independientes. En este caso, cada uno de los pedales trasmite el movimiento a la correa correspondiente, permitiendo impulsar únicamente una de las correas en una única dirección.

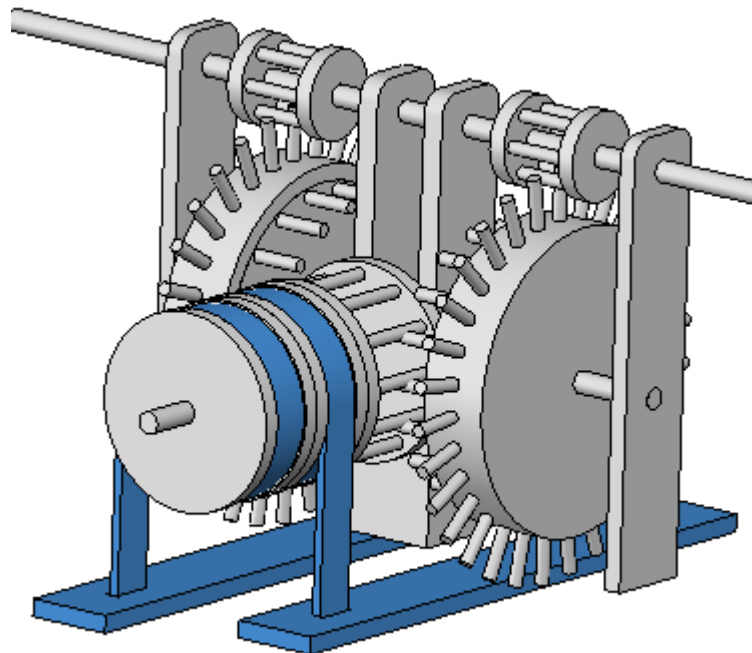


Ilustración 61: Alternativa de giro mediante dos correas

9.1.2. GIRO MANUAL DEL ENGRANAJE CENTRAL

Como segunda alternativa se ha estudiado la posibilidad de accionar el mecanismo de manera manual. Es decir, en este caso, el eje de correa y el engranaje central se separan, de manera que el giro del engranaje central se pueda dar sin utilizar los pedales como accionamiento.

Esta alternativa posibilita el funcionamiento del mecanismo por accionamiento de pedales cuando ambas piezas mencionadas se encuentran unidas, y el giro manual cuando se encuentran separadas.

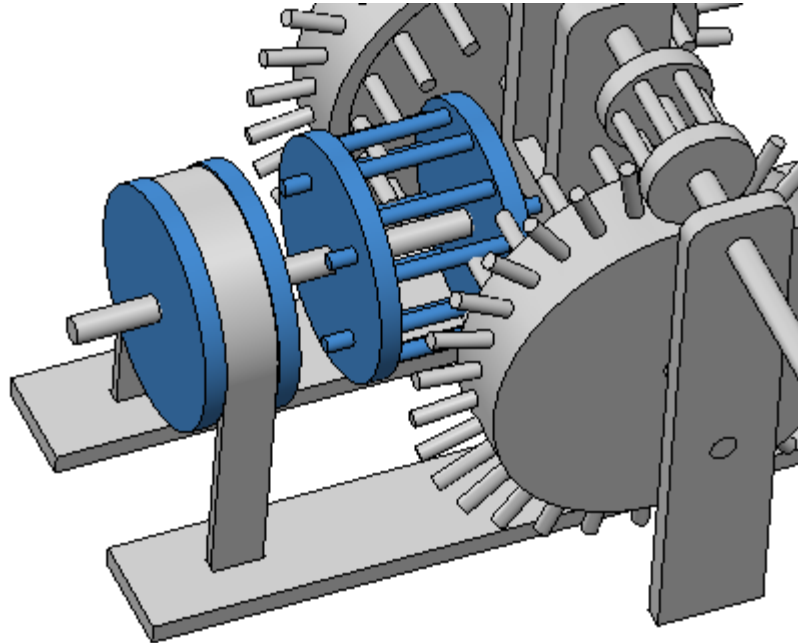


Ilustración 62: Alternativa de giro manual

9.1.3. GIRO MEDIANTE TIMÓN

La última alternativa estudiada es incluir un timón que permita el giro de la embarcación conservando el mecanismo de motor diseñado.

Se trata de un dispositivo utilizado para maniobrar un medio de transporte que se mueve a través de un fluido. Es decir, el rumbo del barco depende de la orientación en la que se encuentre el timón [4].

9.2 SOLUCIÓN ADOPTADA

La primera alternativa, que consiste en incluir una correa más, es descartada debido a la complejidad del mecanismo que, con toda seguridad, originaría un mayor número de fallos en el sistema.

La segunda alternativa, que supone la posibilidad de realizar el giro del barco girando el mecanismo central manualmente, es descartada ya que requiere una gran precisión a la hora de unir el eje de correa y el engranaje central.

Por lo tanto, tras estudiar las tres propuestas, se ha escogido la última alternativa: Incluir un timón.

9.3 MODELADO VIRTUAL

Para del diseño del timón se ha estudiado la evolución de la pieza a través del tiempo, ver [5]. En dicha referencia se pueden observar diferentes modelos de timones y los elementos que los forman:

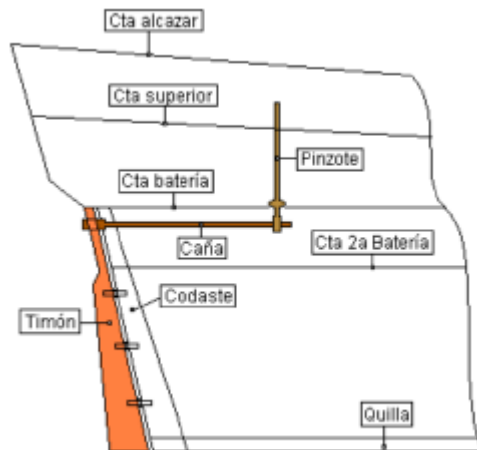


Ilustración 63: Timón con pinzote
Fuente: Análisis, diseño y dimensionado del timón de un Bulk Carrier [4]

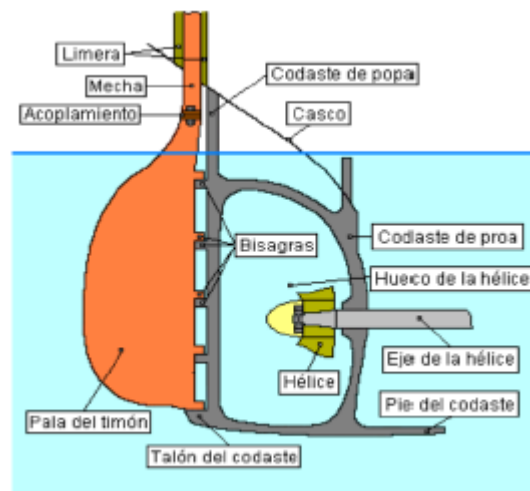


Ilustración 64: Timón con talón de Codaste
Fuente: Análisis, diseño y dimensionado del timón de un Bulk Carrier [4]

El diseño del timón utilizado en este proyecto contempla características de ambas ilustraciones mostradas, ya que utiliza el mecanismo de la ilustración 63 y se ha modelado siguiendo el diseño de la ilustración 64.

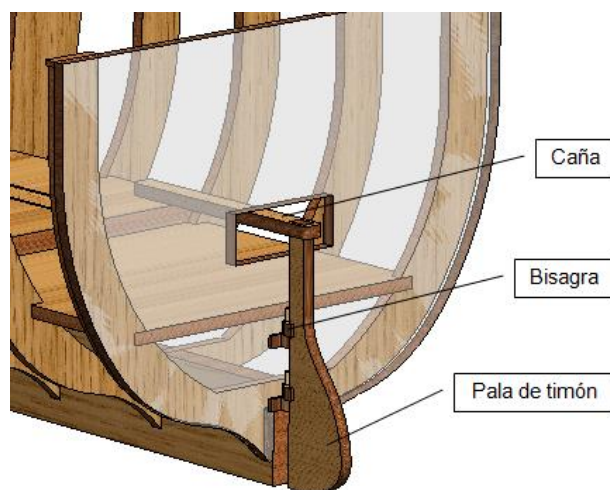


Ilustración 65: Conjunto de timón en SolidWorks

A continuación se detallan las diferentes piezas que conforman el timón:

Pieza	Definición	Ilustración	Dimensiones generales	Cantidad
Pala de timón	Se trata de la pieza principal del timón, cuya orientación determinará la orientación del barco.	 Ilustración 66: Pala de timón en SolidWorks	Espesor= 5 mm Longitud= 105 mm	1
Caña	Esta pieza se utiliza para determinar la orientación de la pala de manera manual.	 Ilustración 67: Caña de timón en SolidWorks	Espesor= 5 mm Longitud= 100 mm	1
Bisagra	La función de la bisagra es unir la pala de timón con la caña.	 Ilustración 68: Bisagra de timón en SolidWorks	Espesor= 10 mm	2

Tabla 11: Conjunto de timón

10. FABRICACIÓN DEL PROTOTIPO

Una vez finalizado el modelado 3D virtual, se procede a la fabricación del prototipo.

Para ello, antes se han definido los métodos de fabricación y materiales utilizados para cada pieza:

	Pieza	Cantidad	Espesor (5 mm)	Material	Método de fabricación
1	PEDAL	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
2	BASE DE CORREA	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
3	EJE DE CORREA	3	5	MDF	CORTE POR LÁSER
4	UNION CORREA	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
5	UNION CENTRAL	1	3	MDF	CORTE POR LÁSER
6	RUEDA CENTRAL	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
7	BASE CENTRAL	1	3	MDF	CORTE POR LÁSER
8	RUEDA INTERIOR	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
9	BASE INTERIOR	2	3	MDF	CORTE POR LÁSER
10	RUEDA DENTADA	4	5	MDF	CORTE POR LÁSER
11	PIEZA DE BLOQUEO	4	8	ONYX	IMPRESIÓN 3D
12	EXT. UNION INTERIOR	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
13	EXT. CENTRO	2	3	MDF	CORTE POR LÁSER
14	EXT. BASE UNION BLOQUEO	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER + FRESADORA
15	EXT. UNION BLOQUEO	2	3	MDF	CORTE POR LÁSER
16	UNION SOPORTE ENGRANAJE	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
17	BASE SOPORTE ENGRANAJE	2	3	MDF	CORTE POR LÁSER
18	BASE SUPERIOR	4	3	MDF	CORTE POR LÁSER
19	RUEDA SUPERIOR	4	5	MDF	CORTE POR LÁSER
20	SOP. PALA BASE	10	5	MDF	CORTE POR LÁSER
21	SOP. PALA UNION	4	5	MDF	CORTE POR LÁSER
22	PALA	12	5	MDF	CORTE POR LÁSER
23	SOP. 1	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
24	SOP. 1 REFUERZO	1	3	MDF	CORTE POR LÁSER
25	SOP. 2 CENTRO ALTO	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
26	SOP. 2 CENTRO ALTO REFUERZO	1	3	MDF	CORTE POR LÁSER
27	SOP. 2 CENTRO BAJO	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
28	SOP. 2 CENTRO BAJO REFUERZO	1	3	MDF	CORTE POR LÁSER
29	SOP. 2 LATERAL	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
30	SOP. 2 LATERAL REFUERZO	2	3	MDF	CORTE POR LÁSER
31	SOP. 3	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
32	SOP. 3 REFUERZO	2	3	MDF	CORTE POR LÁSER
33	SOP. 3	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
34	EJE 1	1	8	HAYA	CORTE MANUAL
35	EJE 2	2	8	HAYA	CORTE MANUAL
36	EJE 3	1	10	HAYA	CORTE MANUAL
37	QUILLA	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
38	COSTILLA 1	6	5	MDF	CORTE POR LÁSER
39	COSTILLA CON SOPORTE	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
40	COSTILLA 2	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
41	COSTILLA 3	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
42	COSTILLA 4	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
43	COSTILLA 5	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
44	COSTILLA 6	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
45	COSTILLA 7	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER

46	COSTILLA 8	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
47	CUBIERTA COMPLETA	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
48	BASE MOTOR	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
49	BAJO BASE DE MOTOR	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
50	TAPA SUPERIOR	1	3	MDF	CORTE POR LÁSER
51	TAPA TRASERA	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
52	PALA DE TIMÓN	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
53	CAÑA DE TIMÓN	1	5	MDF	CORTE POR LÁSER
54	BISAGRA INTERIOR	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
55	BISAGRA EXTERIOR	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
56	VARILLA 8 mm	4	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
57	VARILLA 10 mm	10	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
58	VARILLA 15 mm	56	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
59	VARILLA 17 mm	36	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
60	VARILLA 21,5 mm	4	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
61	VARILLA 25 mm	12	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
62	VARILLA 28 mm	12	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
63	VARILLA 35 mm	2	3	BAMBÚ	CORTE MANUAL
64	SOP. BARCO 1	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
65	SOP. BARCO 2	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
66	SOP. BARCO 3	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
67	SOP. BARCO 4	2	5	MDF	CORTE POR LÁSER
68	LISTÓN FORRO	60	2	NOGAL	CORTE MANUAL

Tabla 12: Lista de piezas fabricadas

La maqueta se realizará casi al completo de madera, utilizando tablones de 3 y 5 mm de MDF, ya que la cortadora laser utilizada en este proyecto no tiene capacidad para cortar espesores superiores.

Los parámetros de corte empleados por la cortadora laser son los siguientes:

- Para los tablones de 5 mm: Velocidad 8 mm/s y potencia 95%
- Para los tablones de 3 mm: Velocidad 17 mm/s y potencia 95%

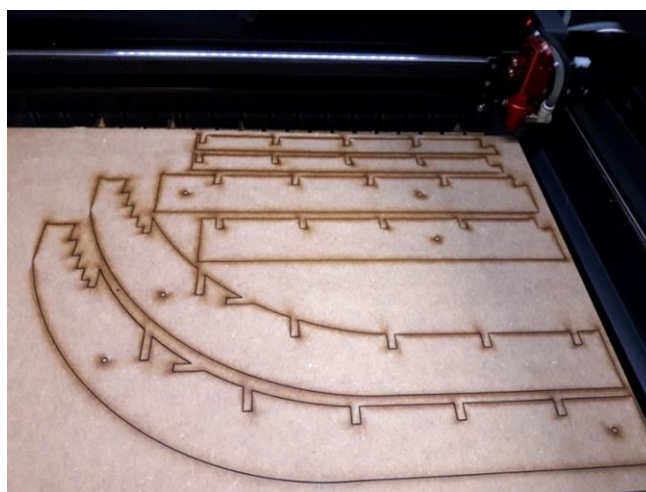


Ilustración 69: Tablón de madera cortado mediante cortadora láser

Para la impresión 3D de la pieza de bloqueo se ha utilizado la impresora Markforged Onyx Pro Gen 2, que utiliza material onyx.

Una vez fabricadas las piezas, se procede a montar la maqueta, uniendo las piezas mediante cola blanca de secado rápido para madera, o bien encajándolas sin necesidad de pegarlas. Para ello se seguirán los siguientes pasos:

- PASO 1: ENSAMBLAJE DEL ESQUELETO

Se unen las dos quillas fabricadas con cuidado, ya que los huecos donde se introducen las costillas deben quedar perfectamente alineados. Para asegurar la correcta unión se ha incluido un orificio en cada una de las piezas, donde se introduce una varilla de 3 mm de diámetro.

Una vez se obtiene la quilla completa, se procede al montado del esqueleto introduciendo las costillas en los huecos correspondientes.



Ilustración 70: Montaje del esqueleto

Por último, se introduce la cubierta completa, insertándola en los huecos de las costillas, donde queda fijada.



Ilustración 71: Introducción de la cubierta

- PASO 2: FORRO DEL CASCO

En este paso se procede a cubrir la parte exterior del casco mediante listones de nogal de 2x5mm previamente plegados.

Los listones se curvarán al vapor, aplicando calor y una cierta presión sobre la parte húmeda que se quiere curvar. Una vez se obtiene la curvatura deseada, se procede a unirlos mediante cola blanca y ejerciendo presión para que queden fijos.

Por último, se lija la superficie exterior para que no queden escalones entre listones, obteniendo un forro del casco liso y unificado [6].



Ilustración 72: Proceso de unión del forro del casco

- PASO 3: ENSAMBLAJE DEL SOPORTE DEL BARCO

Se ensamblan las piezas que forman el soporte introduciéndolas en los huecos correspondientes y se coloca el casco sobre el soporte. A continuación, se ajustan las tuercas, quedando el casco fijado.



Ilustración 73: Soporte del barco

- PASO 4: ENSAMBLAJE DE LAS TAPAS

Se unen el timón y la tapa trasera mediante las dos bisagras a la distancia indicada en los planos [Documento 2] y se introducen en el esqueleto del barco.

En la parte superior del esqueleto se coloca la tapa superior mediante cola blanca, ocultando las costillas.



Ilustración 74: Ensamblaje de tapas en el esqueleto

- PASO 5: FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS DEL MOTOR A PEDALES

Como se ha mencionado, las piezas han sido fabricadas en tabloncillos de espesores de 3 y 5 mm, por lo que se deben unir las piezas para obtener los espesores totales y completar las piezas necesarias para el funcionamiento del motor.

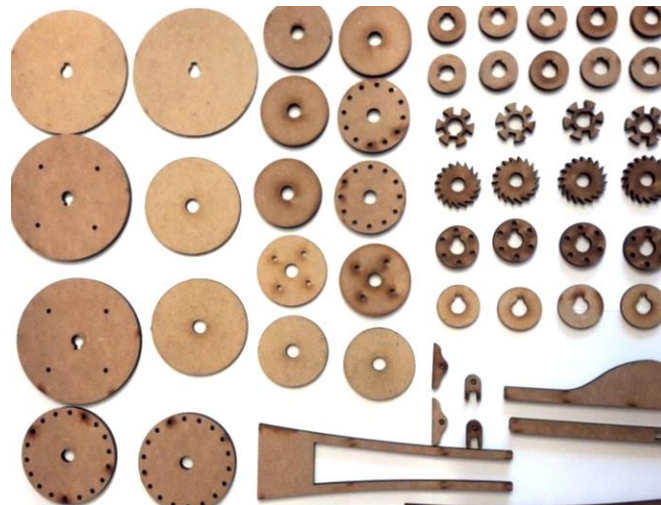


Ilustración 75: Parte de las piezas cortadas para el motor

Una vez obtenidos los espesores totales necesarios, se ha procedido al montaje de las piezas, uniéndolas con las varillas de 3 mm de diámetro, de la manera indicada en los planos [Documento 2].

Las piezas se han unido mediante cola blanca y ejerciendo presión sobre ellas.

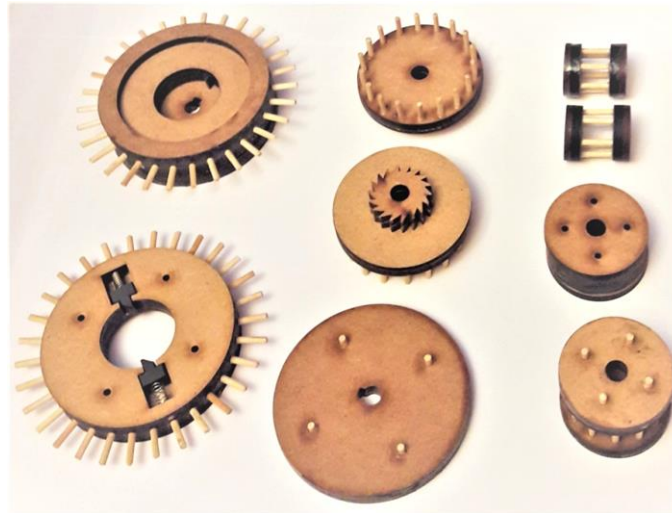


Ilustración 76: Parte de las piezas necesarias para el funcionamiento del motor

Para la unión del eje de correa y los pedales, se ha pegado una cinta de algodón en el eje y se ha cosido alrededor de los orificios de los pedales, quedando las piezas unidas.

- PASO 6: ENSAMBLAJE DEL MOTOR A PEDALES

Una vez fabricadas todas las piezas necesarias para el funcionamiento del motor, se procede al montaje del motor introduciendo las piezas en sus ejes correspondientes, previamente cortados.

Se introducen los ejes en los orificios de los soportes que quedan fijos sobre la base del motor, obteniendo el motor completo.

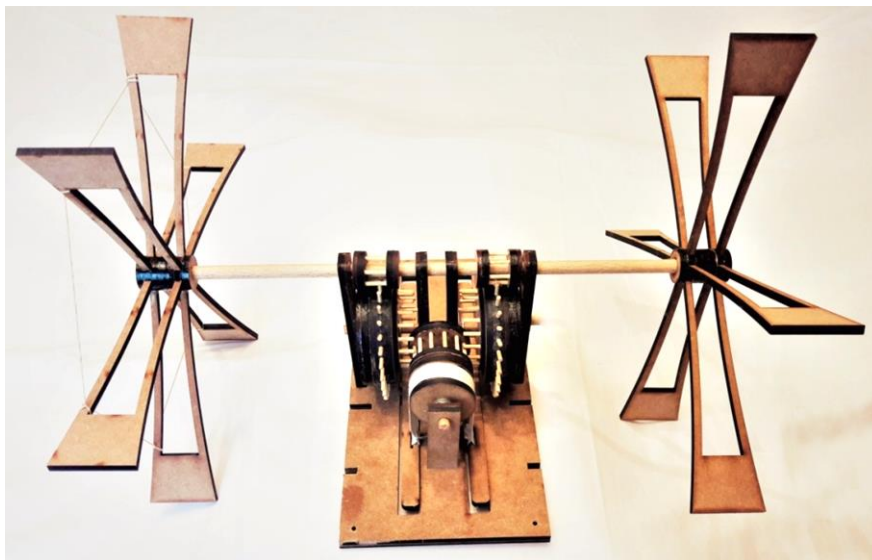


Ilustración 77: Prototipo del conjunto del motor

- PASO 7: ENSAMBLAJE DEL BARCO DE PALAS

Finalmente, se ensamblan el casco y el motor sobre el soporte, obteniendo el barco de palas completo.

11. REDISEÑO TRAS LA CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO

Una vez construido el prototipo funcional, se observan ciertos aspectos sin definir que obstaculizan el correcto funcionamiento del mecanismo, y que deben ser modificados o mejorados.

Las piezas que forman el mecanismo del motor presentan cierta holgura que permite que se deslicen por el eje, lo que causa una notable imprecisión en el sistema de engranajes.

Como solución se han modificado los siguientes aspectos:

- Se define la posición exacta de cada engranaje en su respectivo eje con el propósito de que los dientes engranen con mayor precisión.
- Se colocan arandelas de 8 mm de diámetro en el prototipo funcional, tanto en el eje 1 como en el eje 2, para mantener dicha posición.
- El prototipo había sido diseñado con dos unidades del eje 3, por lo que cada rueda de palas podía girar de manera independiente. Sin embargo, tras la construcción se ha observado la posibilidad del diseño con un solo eje. Por lo tanto, ambas ruedas de palas giran conjuntamente, lo que permitiría al barco avanzar con mayor velocidad y con una trayectoria recta mejor definida.

12. PRESUPUESTO

En este apartado se ha realizado un estudio del presupuesto estimado para la fabricación de un prototipo de la reconstrucción del Barco de Palas diseñado por Leonardo da Vinci realizado en este proyecto, una vez diseñado el prototipo final.

Se considera necesario un plazo de 2 meses para el diseño, la fabricación y la realización de la correspondiente documentación del proyecto.

Para la estimación del presupuesto se han estudiado los siguientes puntos:

12.2. DISEÑO

Para el cálculo del coste del diseño se han tenido en cuenta diferentes factores indicados a continuación, y se han aproximado las horas invertidas en cada uno de dichos factores.

Factor	Resumen	Horas	Precio (€/h)	Importe
Ingeniería analítica	Análisis de la información requerida para el diseño del Barco de palas.	10	20	200,0 €
Ingeniería gráfica	Elaboración de diseños 3D y planos mediante la herramienta SolidWorks.	80	20	1600,0 €
Ingeniería de cálculo	Realización de cálculos y estudios para la comprobación del correcto funcionamiento.	40	30	1200,0 €
TOTAL				3.000,0 €

Tabla 13: Presupuesto de diseño

12.3. MATERIALES

A continuación se indica el coste de los materiales utilizados para la fabricación del prototipo.

Concepto	Coste unitario	Cantidad	Total
Varillas 3x3mm x 22 cm (lote 500 piezas)	18,04 €	1	18,04 €
Listón de haya 8 x 8 mm x 1 m	0,9 €	1	0,9 €
Listón de haya 10 x 10 mm x 1 m	1,19 €	1	1,19 €
Tablero de MDF 122 x 240 x 0,3 cm	9,99 €	1	9,99 €
Tablero de MDF 122 x 240 x 0,5 cm	14,4 €	2	28,8 €
Listón nogal 2x5 mm x 1 m	0,7	60	42 €

Muelles	0,5 €	4	2 €
Cinta de algodón blanco 20 cm	0,5 €	1	0,5 €
Cola Blanca	1,99 €	1	1,99 €
TOTAL			105,41 €

Tabla 14: Presupuesto de materiales

12.4. FABRICACIÓN Y MONTAJE

Para la estimación del coste de la fabricación y el montaje del prototipo se han tenido en cuenta los diferentes tratamientos llevados a cabo para la obtención de las piezas.

Proceso	Horas	Precio (€/h)	Importe
Corte por laser	3	30	90,0 €
Corte	1	30	30,0 €
Impresión 3D	3	30	90,0 €
Fresadora	0,5	30	15,0 €
TOTAL			225,0 €

Tabla 15: Presupuesto de fabricación y montaje

12.5. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

En este apartado se resume el coste total de la fabricación del prototipo del Barco de palas diseñado por Leonardo da Vinci reconstruido en el presente proyecto.

	<u>IMPORTE</u>
- Diseño	3.000,0 €
- Materiales	104,91€
- Fabricación y montaje	225,0 €
SUBTOTAL	3.330,41 €
I.V.A (21%)	699,39 €
TOTAL	4.029,80 €

Tabla 16: Resumen del presupuesto total

13. CONCLUSIONES

Una vez finalizado el estudio del presente proyecto, se concluye que el resultado es satisfactorio, ya que se ha cumplido el objetivo principal del proyecto: comprender y adaptar el diseño conceptual del Barco de palas diseñado por Leonardo da Vinci, y realizar su modelado.

Para lograr dicho objetivo, se han cumplido las siguientes especificaciones:

- Se ha realizado una búsqueda exhaustiva de bibliografía sobre los diferentes diseños existentes, que han servido como punto de inspiración para el diseño del prototipo.
- Se ha realizado una atenta y cuidadosa disección del mecanismo, aislando los componentes y representándolos por separado, lo que ha permitido visualizar y comprender el montaje del dispositivo, y estudiar tanto el funcionamiento como el movimiento de las piezas.
- Se ha realizado la reconstrucción en tres dimensiones de las piezas mediante la herramienta virtual SolidWorks.
- Se ha realizado un primer prototipo funcional del mecanismo mediante impresión 3D, que ha permitido detectar errores y definir el tamaño final del prototipo.
- Se ha realizado un rediseño del mecanismo, con el que se ha construido el prototipo físico funcional del Barco de palas.
- Se ha validado el diseño realizado y el correcto funcionamiento del mecanismo del motor a pedales.

Por lo tanto, una vez construido el prototipo, se ha demostrado la viabilidad y el correcto funcionamiento del invento que Leonardo da Vinci plasmó, en torno a 1487-1489, en el boceto recogido en la hoja 945r del Códice Atlántico. Es decir, se pone en manifiesto que da Vinci poseía conocimientos de avances tecnológicos que no se desarrollarían hasta más tarde, y que gracias a su representación en los manuscritos, se pueden estudiar hoy en día.

Por otro lado, debido a la situación de excepción actual ocasionada por el COVID-19 no se ha podido completar el alcance del proyecto, quedando pendiente la realización de la propuesta de comercialización del producto. Sin embargo, los planos recogidos en Documento 2 se han realizado con el fin de que una persona pueda adquirir y construir su propio prototipo.

14. FOTOGRAFÍAS DEL ESTUDIO

A continuación se han incluido fotografías del prototipo final completo, tanto del diseño virtual como del prototipo físico funcional.

14.1. PROTOTIPO VIRTUAL

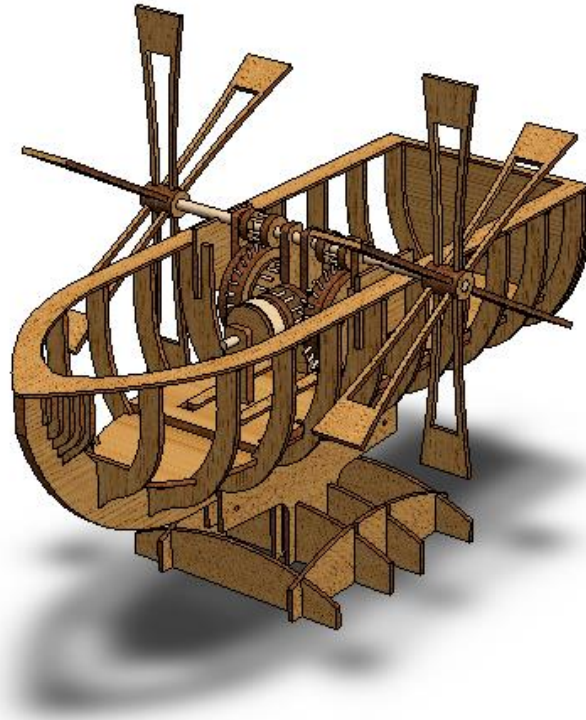


Ilustración 78: Vista isométrica del prototipo virtual

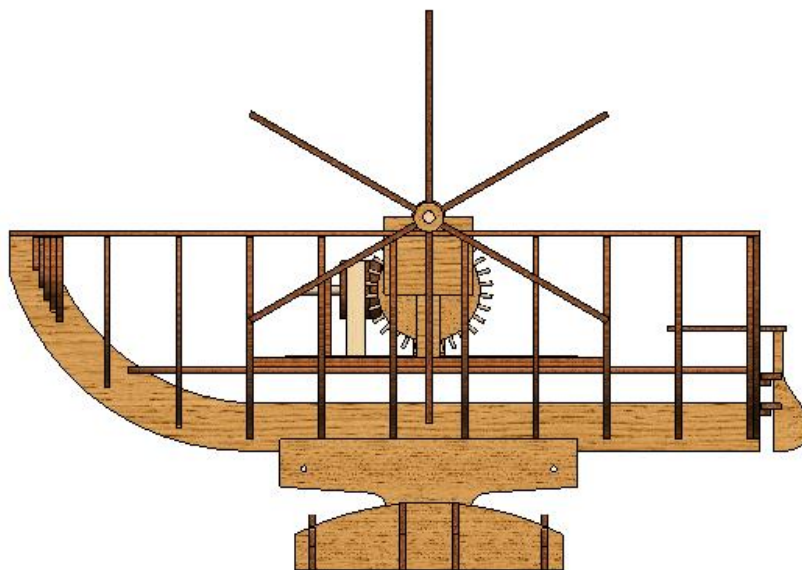


Ilustración 79: Vista de perfil del prototipo virtual

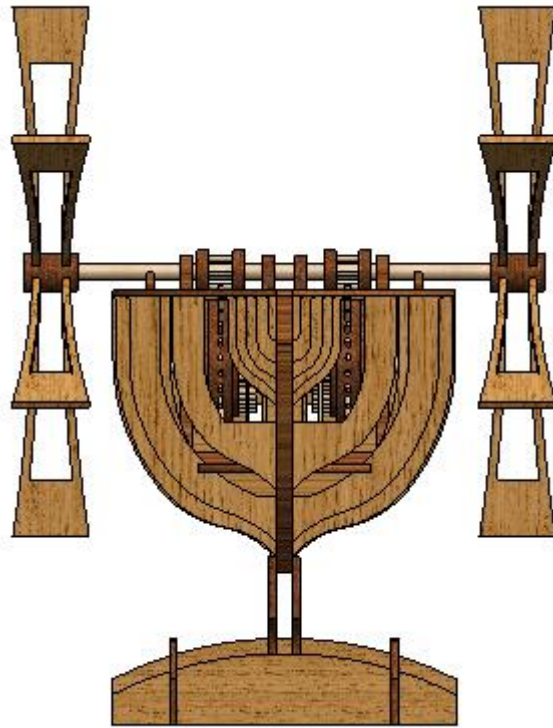


Ilustración 80: Vista en alzado del prototipo virtual

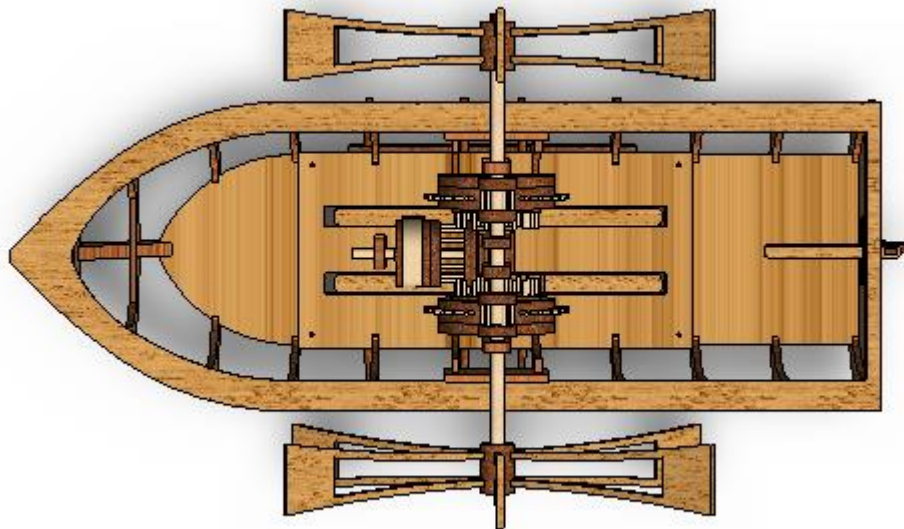


Ilustración 81: Vista en planta del prototipo virtual

14.2. PROTOTIPO FUNCIONAL

Se han realizado unas fotografías con el fin de mostrar el aspecto terminado del prototipo. Respecto al casco del barco, se ha mantenido al descubierto uno de los lados, permitiendo mostrar el interior y así poder visualizar el motor a pedales.



Ilustración 82: Vista isométrica del prototipo funcional con casco forrado

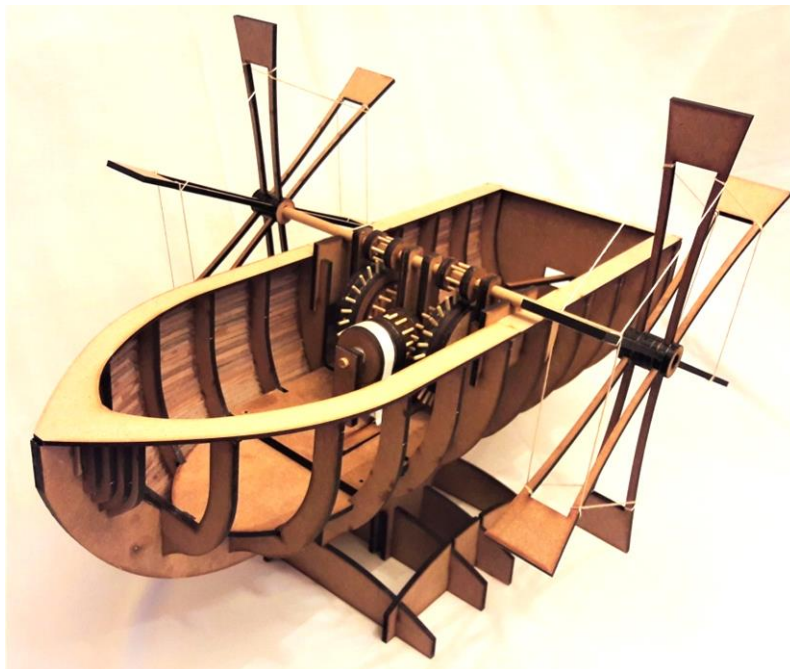


Ilustración 83: Vista isométrica del prototipo funcional con casco descubierto



Ilustración 84: Vista isométrica trasera del prototipo funcional



Ilustración 85: Vista en alzado del prototipo funcional

15. BIBLIOGRAFIA

- [1] M.A. Contreras López, “Leonardo da Vinci: INGENIERO”, tesis doctoral, Universidad de Málaga, 2015.
- [2] M.Taddei, E. Zanon y D. Laurenza, *Atlas ilustrado de las maquinas de Leonardo. Secretos e invenciones en los Códices da Vinci*, 2006.
- [3] F.C. Moon, *The Machines of Leonardo da Vinci and Franz Reuleaux*, Cornell University, Ithaca, New York, 2007.
- [4] C. Sanz Cordovilla, “Recreación virtual en CATIA V5 R19 del barco de palas diseñado por Leonardo da Vinci”, trabajo de fin de grado, Universidad de Sevilla, 2011.
- [5] D. Benedicto Basallote, “Análisis, diseño y dimensionado del timón de un Bulk Carrier”, trabajo de fin de grado, Universitat Politècnica de Catalunya, 2016.
- [6] P. Martinez, “Guida montaggio velieri antichi”, 2013. [Video]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=fUgXBk341T0&t=889s>.

E.T.S. de Ingeniería Industrial, Informática y de
Telecomunicación

Reconstrucción del Barco de Palas diseñado por Leonardo da Vinci



Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales

DOCUMENTO 2. PLANOS

Autora: Oihane Munarriz Goñi

Directora: Sara Marcelino Sádaba

Pamplona, Junio de 2020

Documento Nº2: Planos
Reconstrucción del Barco de Palas diseñado por Leonardo da Vinci

ÍNDICE DE PLANOS

- P1: CONJUNTO DE BARCO DE PALAS (E 1:4)
- P2: MOTOR A PEDALES (E 1:3)
- P3: BASE DEL MOTOR (E 1:2)
- P4: PEDAL (E 1:2)
- P5: EJE DE CORREA (E 1:1)
- P6: ENGRANAJE CENTRAL TIPO JAULA (E 1:1)
- P7: ENGRANAJE INTERIOR (E 1:1)
- P8: RUEDA DENTADA (E 2:1)
- P9: PIEZA DE BLOQUEO (E 5:1)
- P10: ENGRANAJE EXTERIOR (E 1:2)
- P11: SOPORTE ENGRANAJE EXTERIOR (E 1:1)
- P12: ENGRANAJE SUPERIOR TIPO JAULA (E 2:1)
- P13: SOPORTE DE PALAS (E 2:1)
- P14: PALA (E 1:1)
- P15: SOPORTE EJE 1 (E 1:1)
- P16: SOPORTE CENTRAL (E 1:1)
- P17: SOPORTE LATERAL (E 1:1)
- P18: EJES (E 1:1)
- P19: ESQUELETO DEL CASCO (E 1:3)
- P20: QUILLA (E 1:2)
- P21: COSTILLAS 1-3 (E 1:2)
- P22: COSTILLAS 4-8 (E 1:1)
- P23: CUBIERTA COMPLETA (E 1:3)
- P24: TAPA SUPERIOR (E 1:3)
- P25: TAPA TRASERA (E 1:2)
- P26: TIMÓN (E 1:1)
- P27: BISAGRA (E 2:1)

Documento Nº2: Planos

Reconstrucción del Barco de Palas diseñado por Leonardo da Vinci

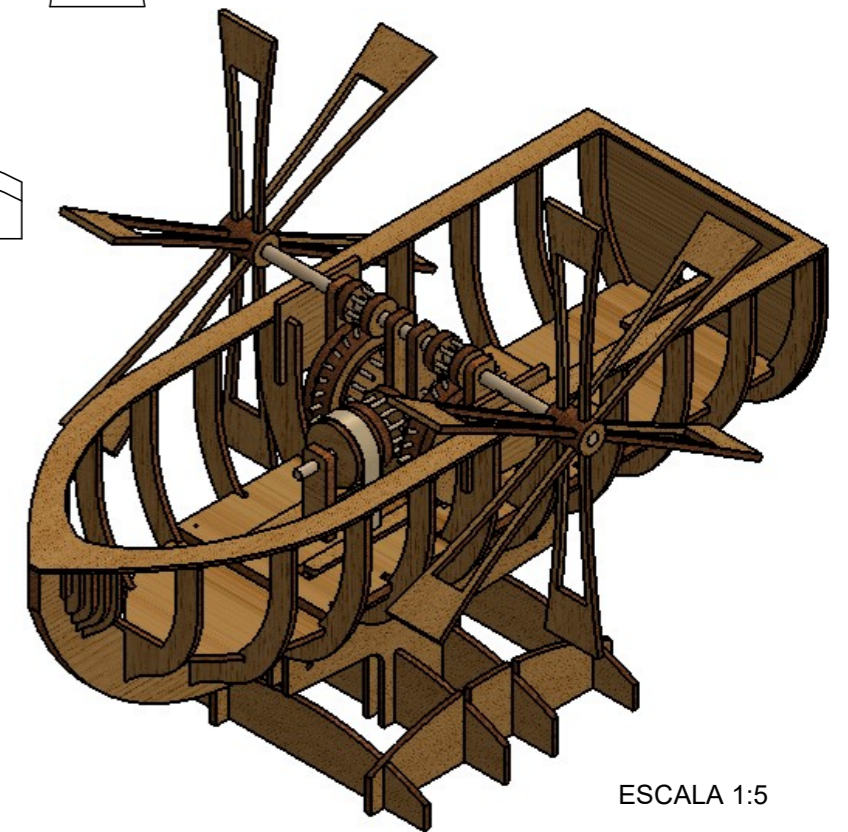
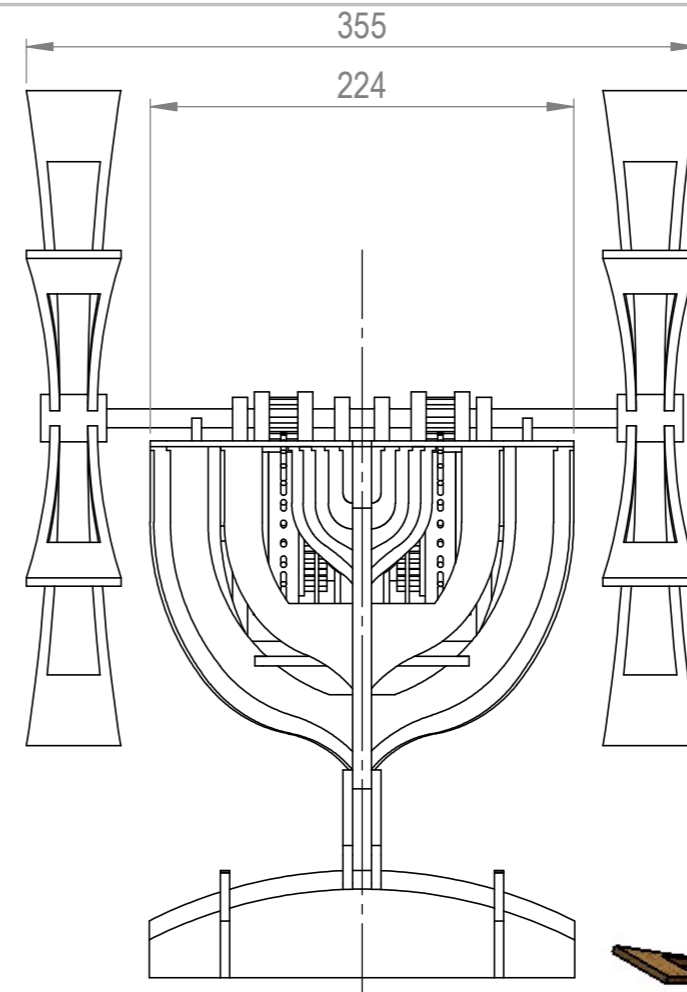
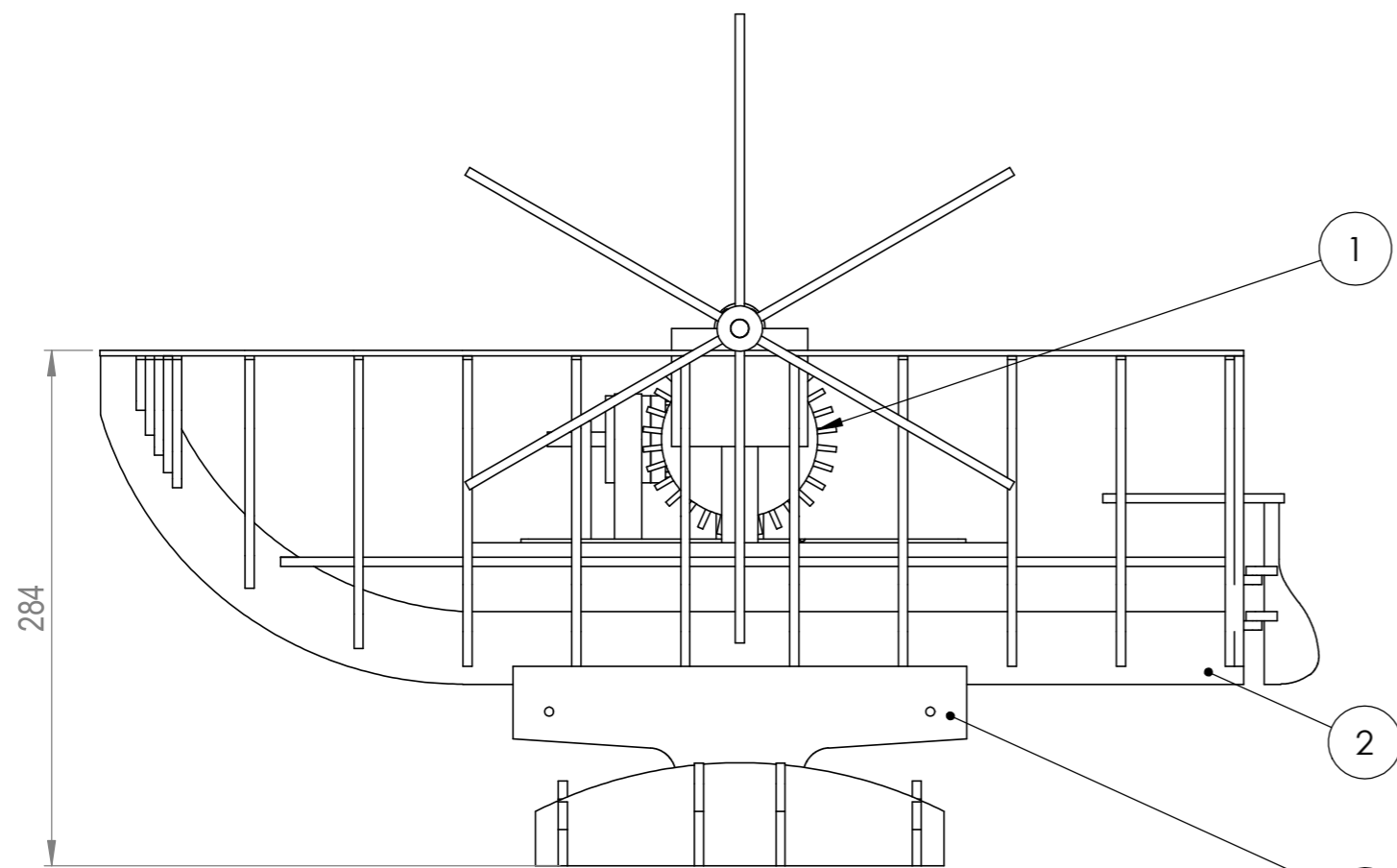
P28: SOPORTE EJE 3 (E 1:1)

P29: SOPORTE DEL CASCO (E 1:2)

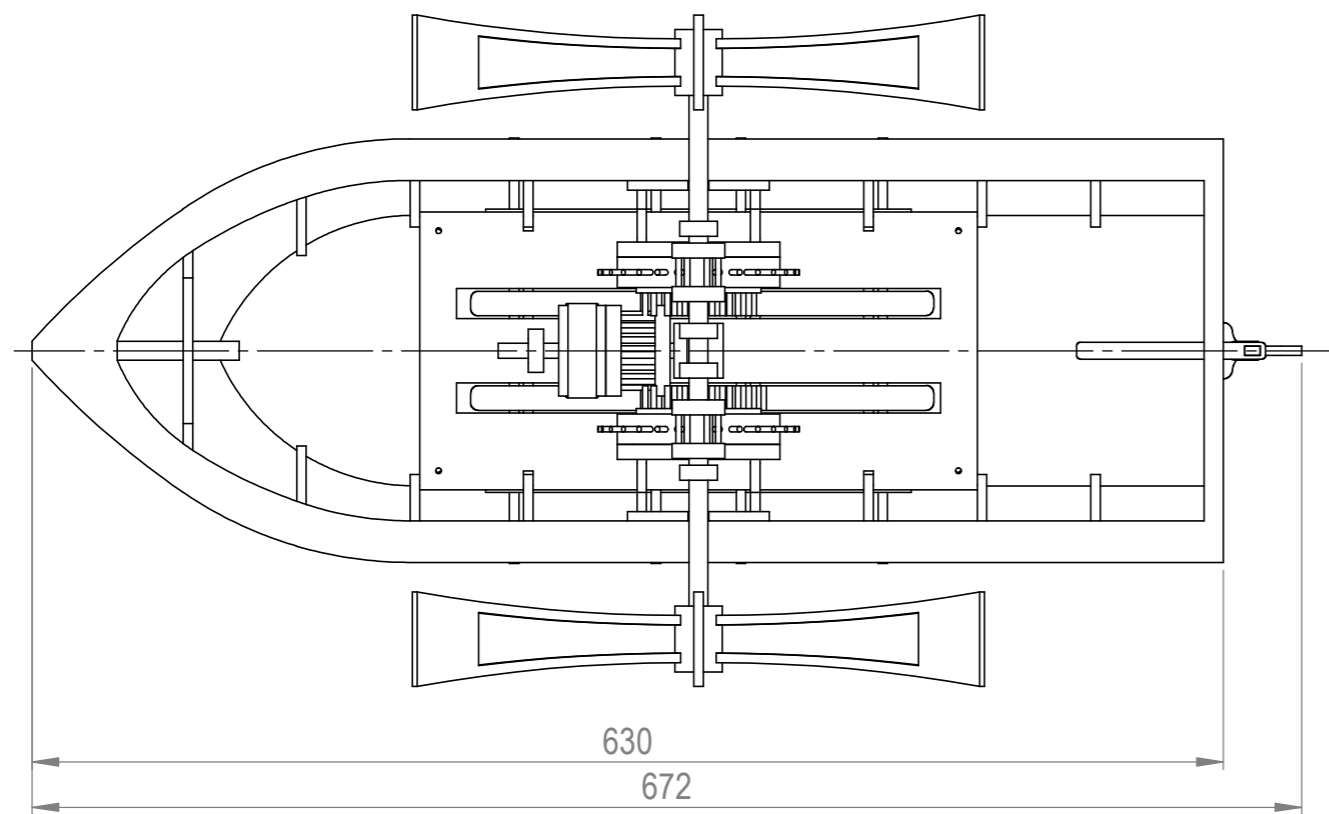
P30: ENSAMBLAJE DE EJE 1 (E 1:1)

P31: ENSAMBLAJE DE EJE 2 (E 1:1)

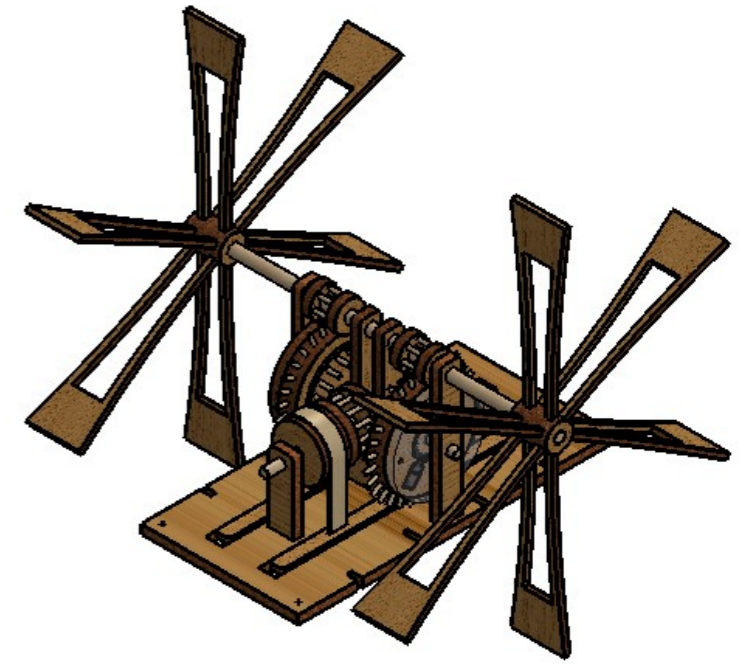
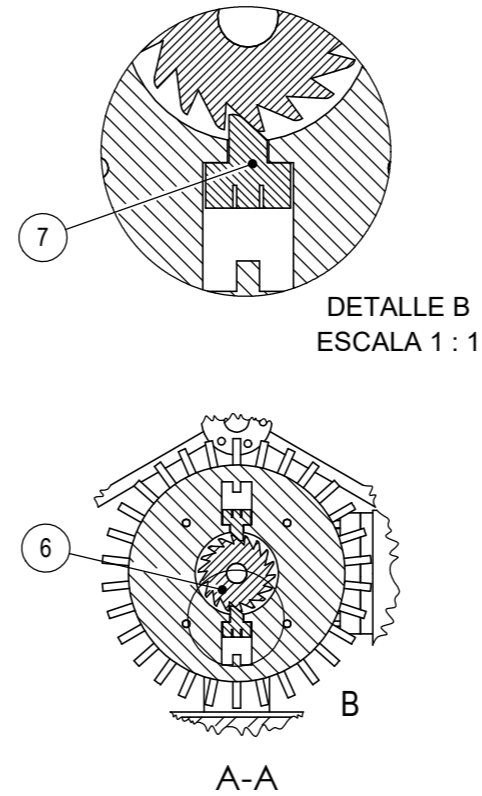
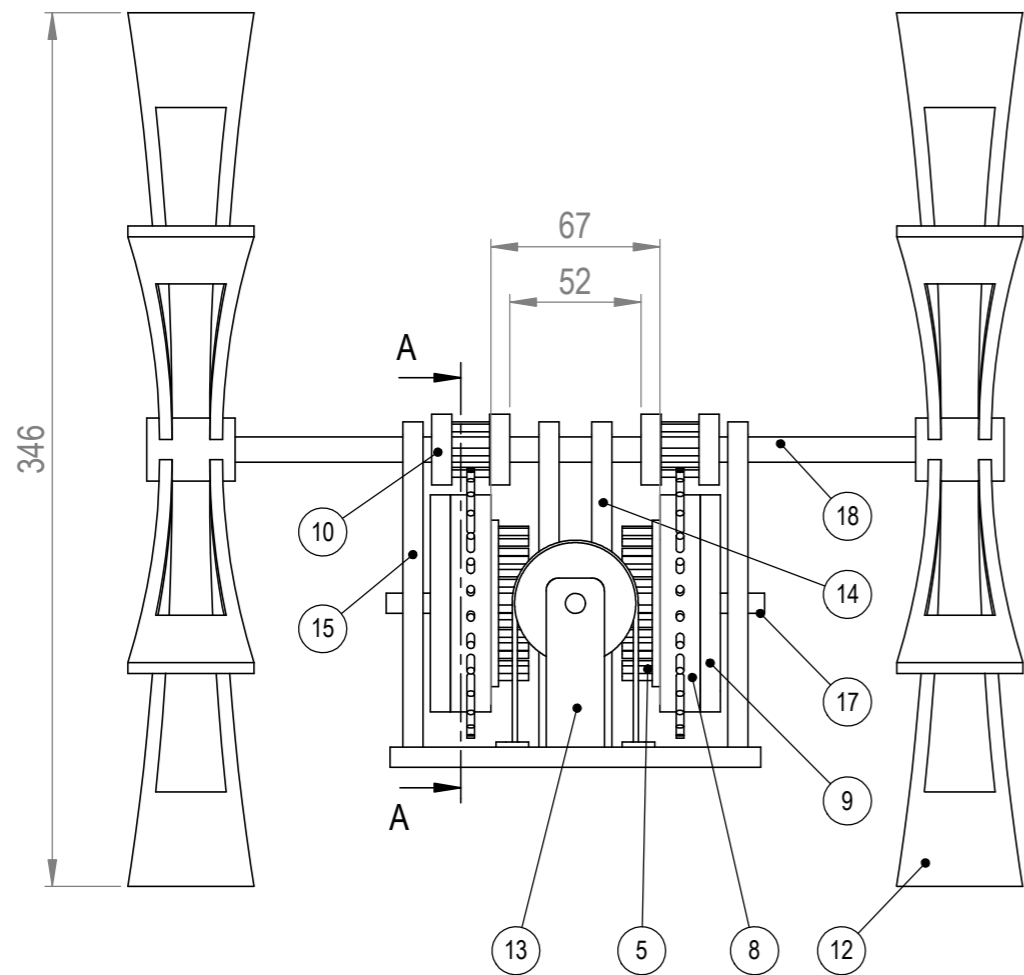
P32: ENSAMBAJE DE EJE 3 (E 1:2)



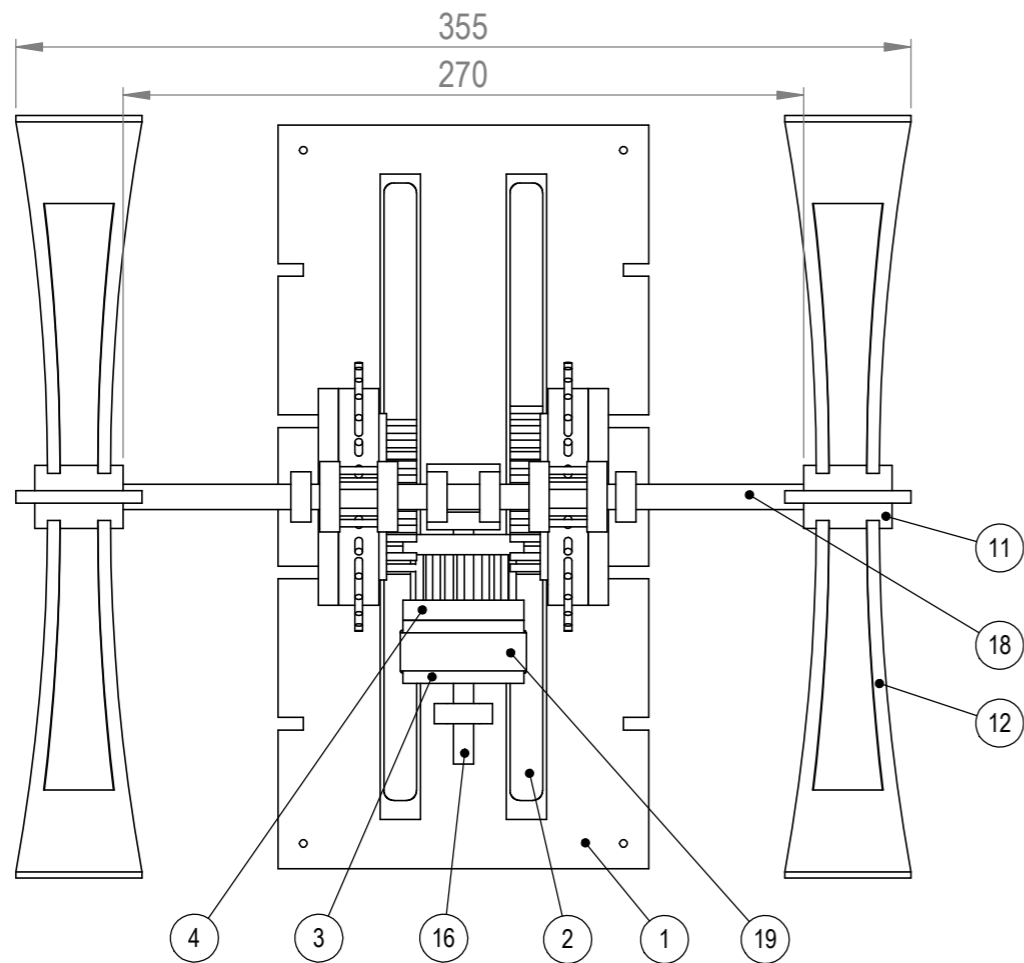
ESCALA 1:5



N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO	CANTIDAD
1	MOTOR A PEDALES	2	1
2	ESQUELETO DEL CASCO	19	1
3	SOPORTE DEL CASCO	29	1
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI			FIRMA
PLANO: CONJUNTO BARCO DE PALAS			<i>[Signature]</i>
MATERIAL:		ESPESOR:	Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI		A3	ESCALA
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	1:4
			1



ESCALA 1:5



N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO	CANTIDAD
1	BASE DEL MOTOR	3	1
2	PEDAL	4	2
3	EJE DE CORREA	5	1
4	ENGRANAJE CENTRAL TIPO JAULA	6	1
5	ENGRANAJE INTERIOR	7	2
6	RUEDA DENTADA	8	2
7	PIEZA DE BLOQUEO	9	4
8	ENGRANAJE EXTERIOR	10	2
9	SOPORTE ENGRANAJE EXTERIOR	11	2
10	ENGRANAJE SUPERIOR TIPO JAULA	12	2
11	SOPORTE DE PALAS	13	2
12	PALA	14	12
13	SOPORTE EJE 1	15	1
14	SOPORTE CENTRAL	16	1
15	SOPORTE LATERAL	17	2
16	EJE 1	18	1
17	EJE 2	18	1
18	EJE 3	18	1
19	CORREA		1

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

FIRMA

PLANO: MOTOR A PEDALES

MATERIAL:

ESPESOR:

Nº PLANO

NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI

A3

ESCALA

2

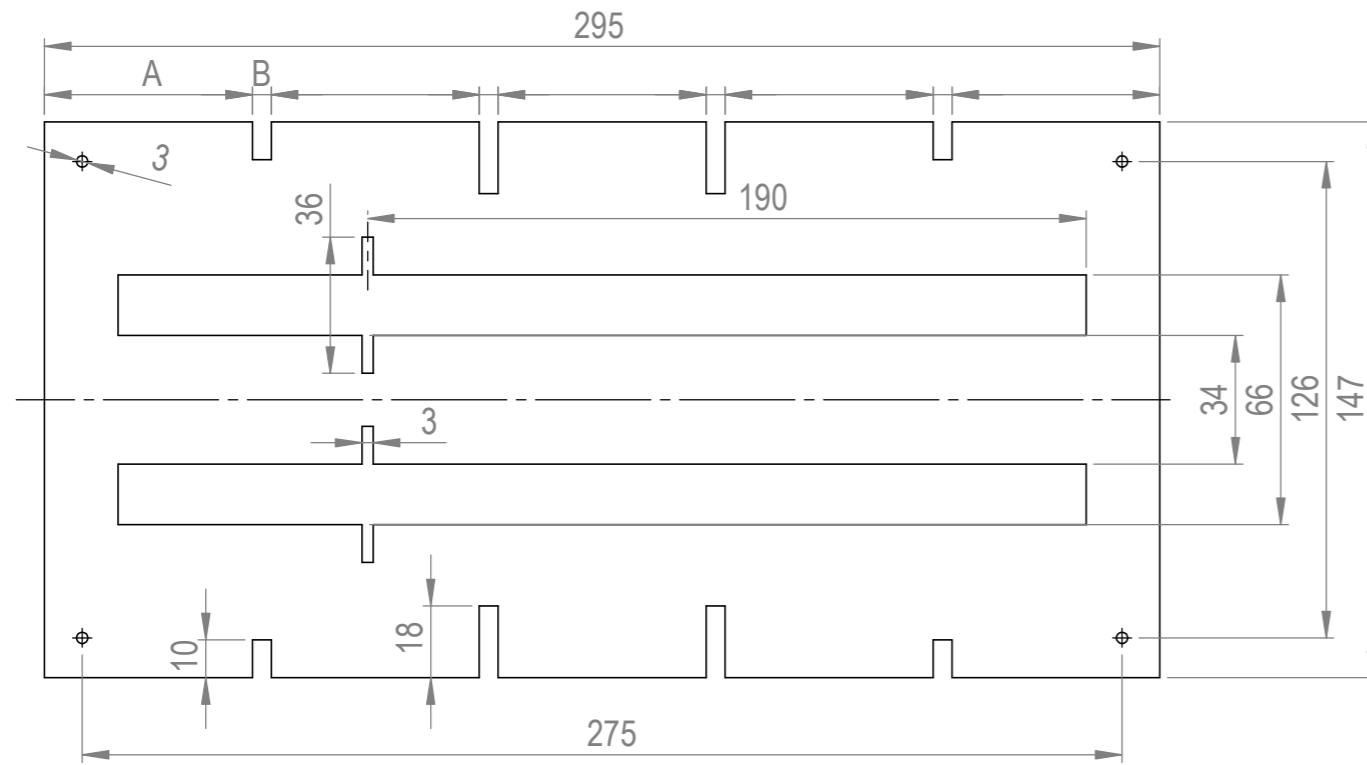
E.T.S.I.I.T.

UPNA

FECHA: 07/06/2020

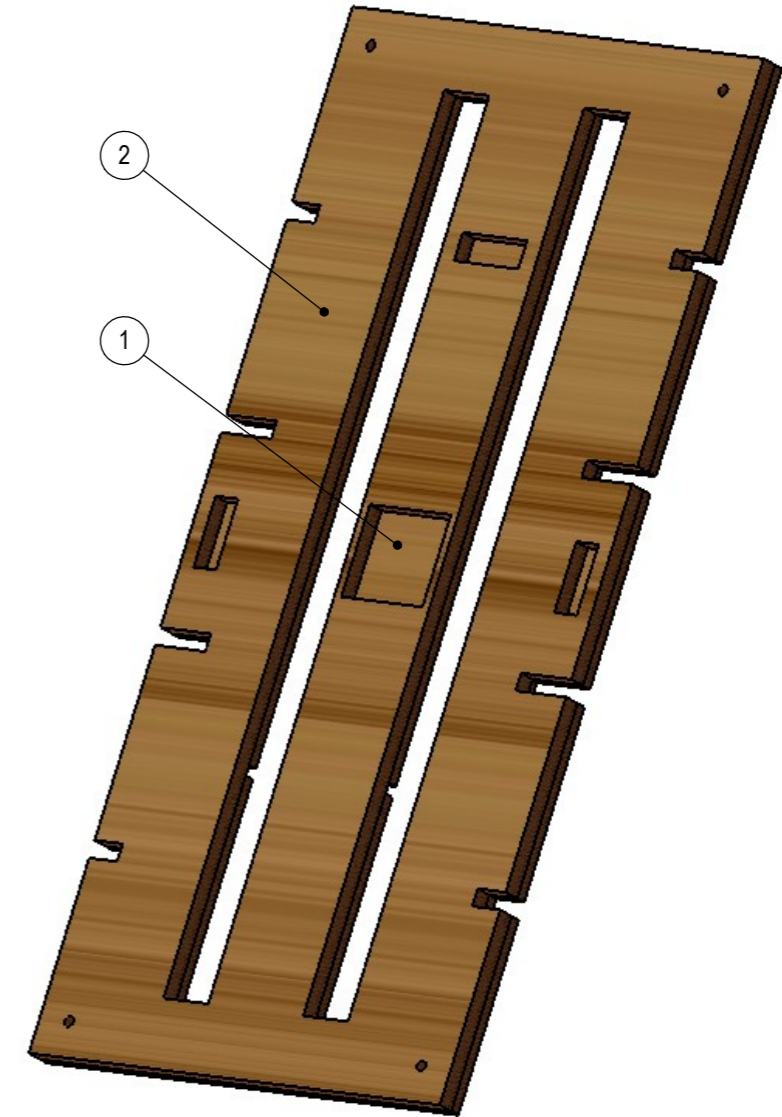
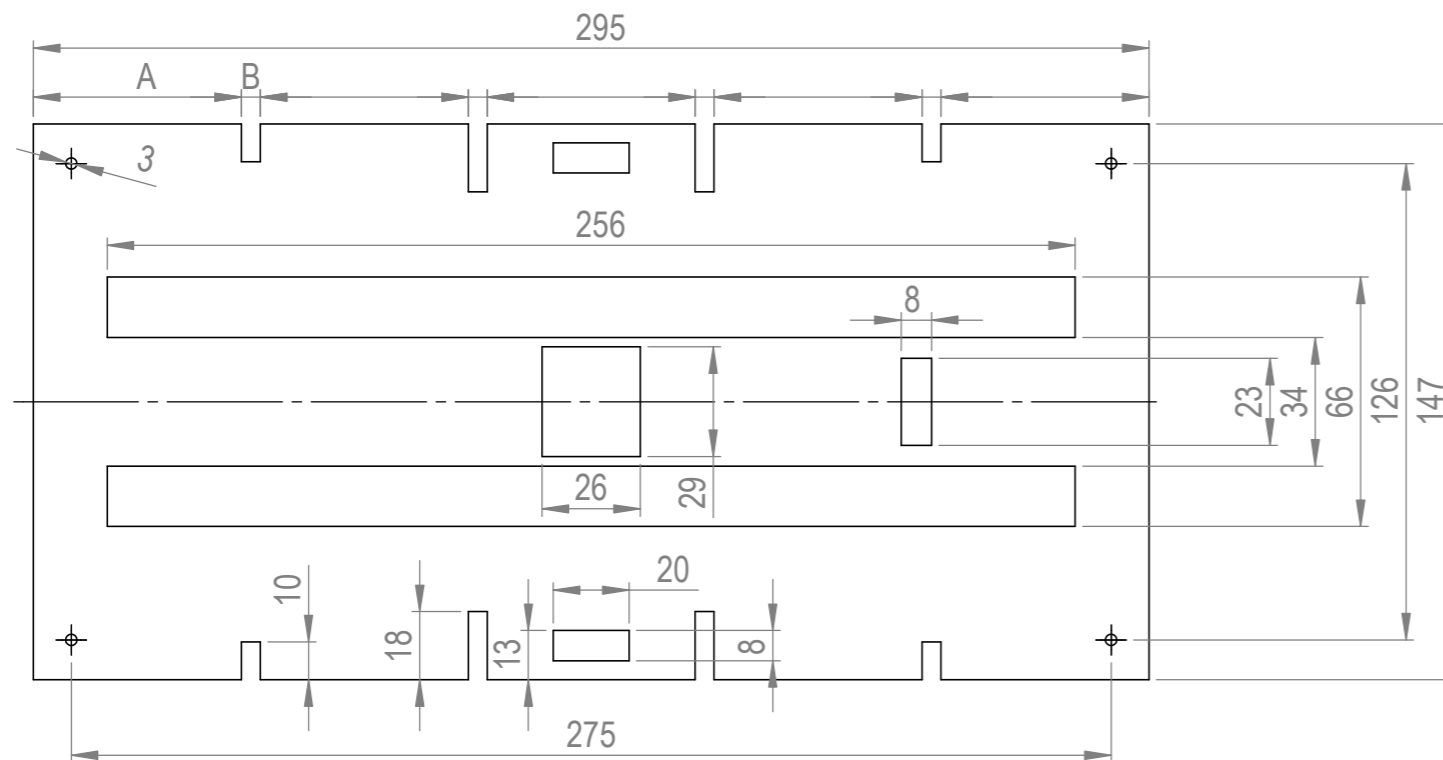
1:3

PIEZA 1

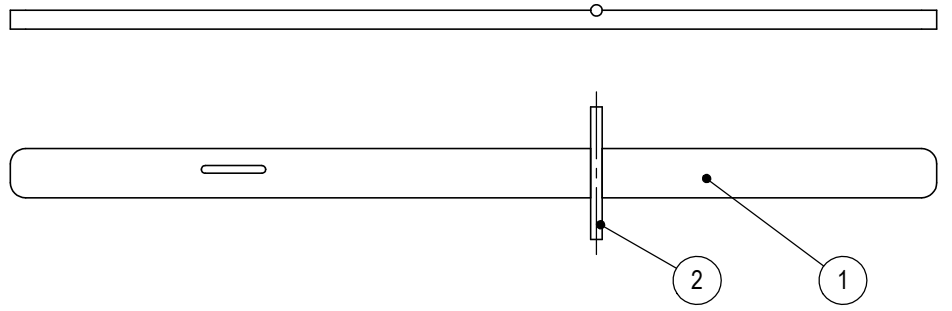


A= 55
B= 5

PIEZA 2

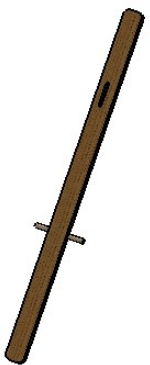
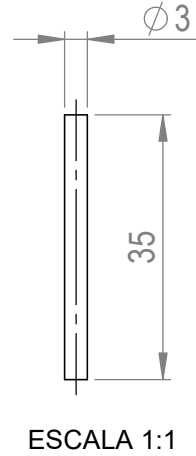
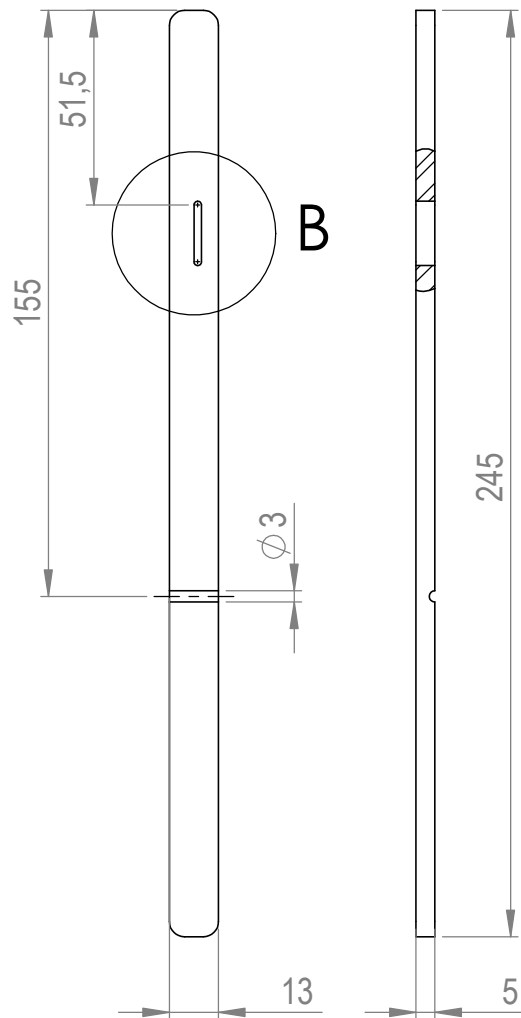
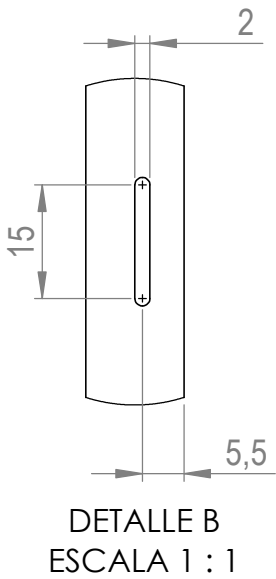


N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	BAJO BASE MOTOR	MDF	3 mm	1
2	BASE MOTOR	MDF	5 mm	1
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: BASE DEL MOTOR				
MATERIAL: MDF		ESPEJOR: 8 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A3	ESCALA
E.T.S.I.I.T. UPNA			FECHA: 07/06/2020	1:2
				3



PIEZA 1

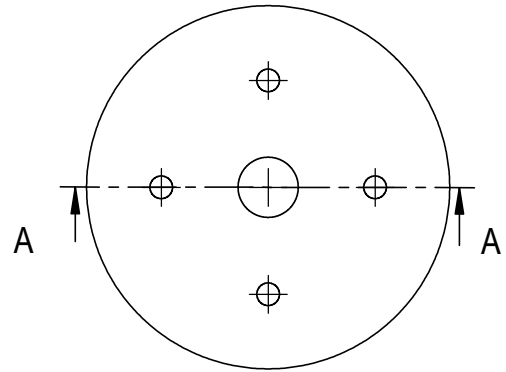
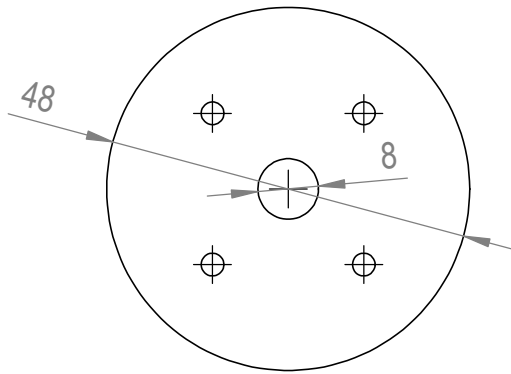
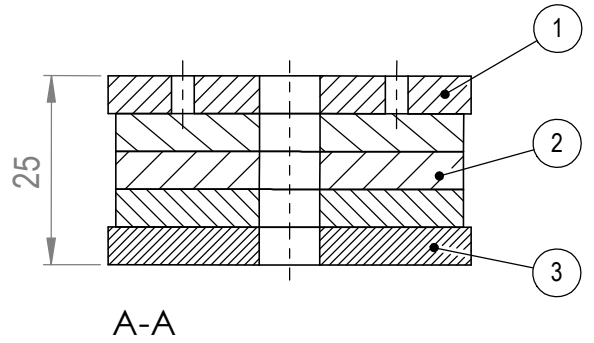
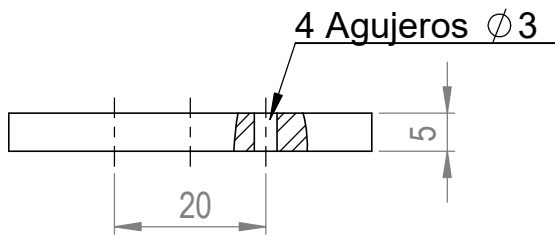
PIEZA 2



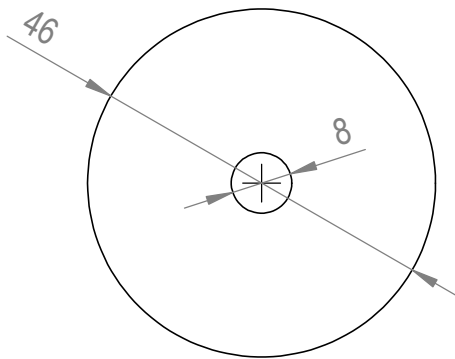
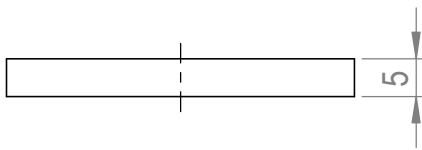
ESCALA 1:5

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	PEDAL	MDF	5 mm	1
2	UNION PEDAL	BAMBÚ		1
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: PEDAL				
MATERIAL: MDF		ESPEJOR: 5 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	4
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 04/06/2020	ESCALA 1:2	

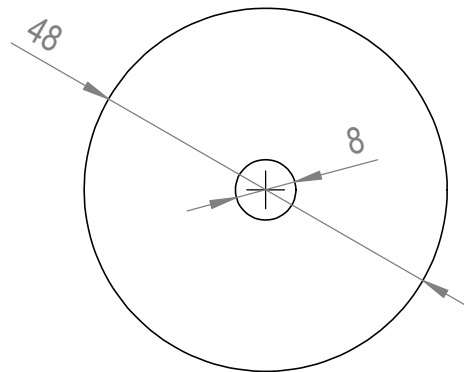
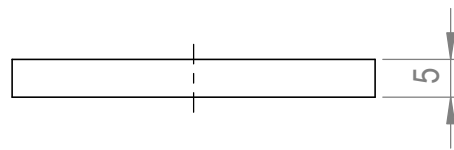
PIEZA 1



PIEZA 2



PIEZA 3



ESCALA 1:2

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	UNION CORREA	MDF	5 mm	1
2	EJE CORREA	MDF	5 mm	3
3	BASE CORREA	MDF	5 mm	1

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

PLANO: EJE DE CORREA

MATERIAL: MDF

ESPEJOR: 25 mm

NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI

A4

ESCALA

E.T.S.I.I.T.

UPNA

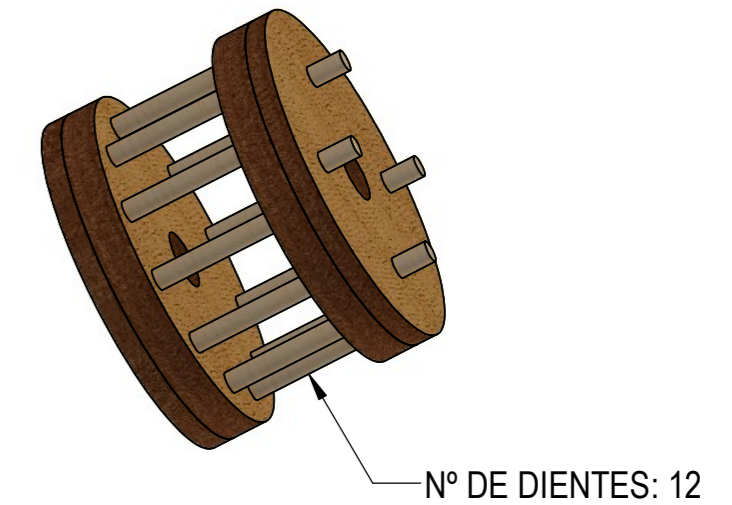
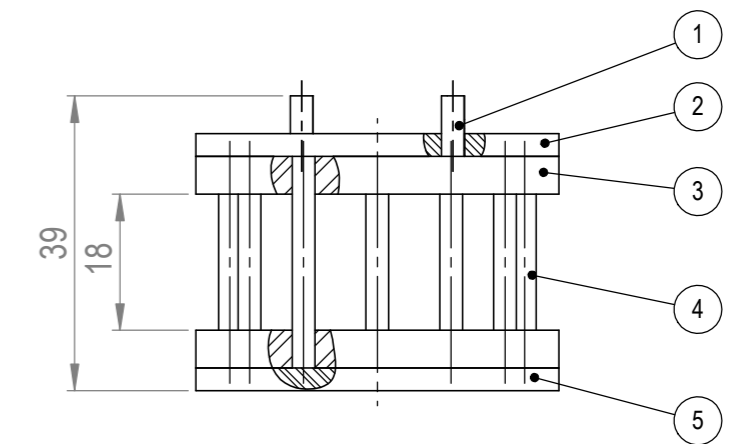
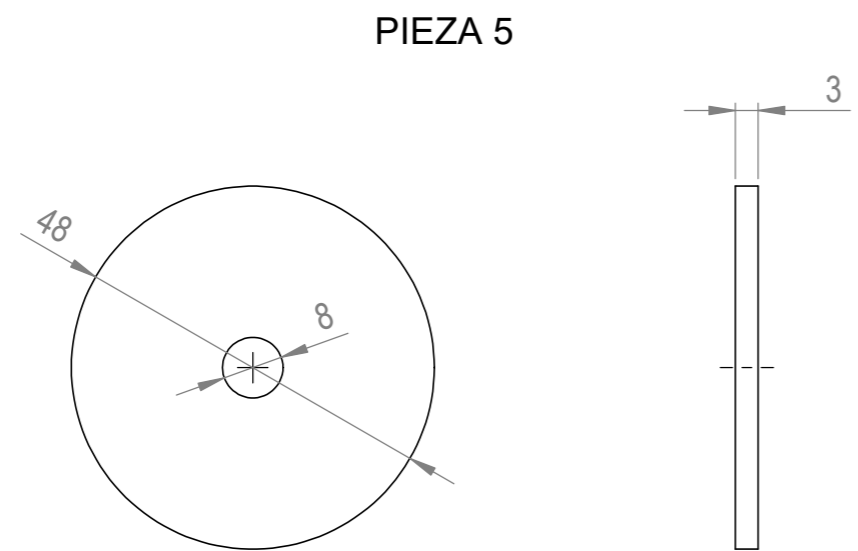
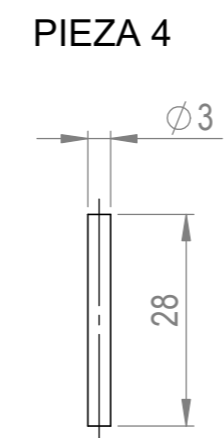
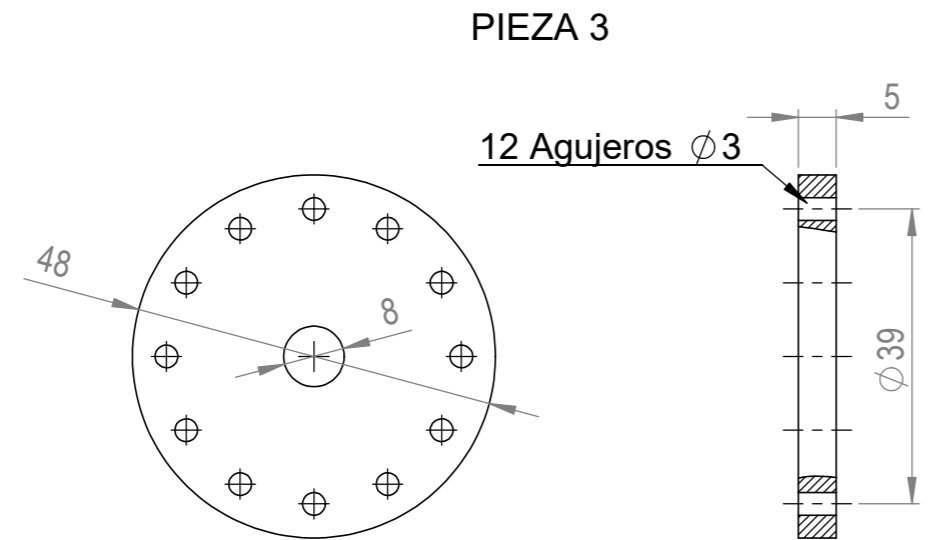
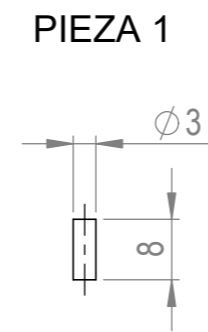
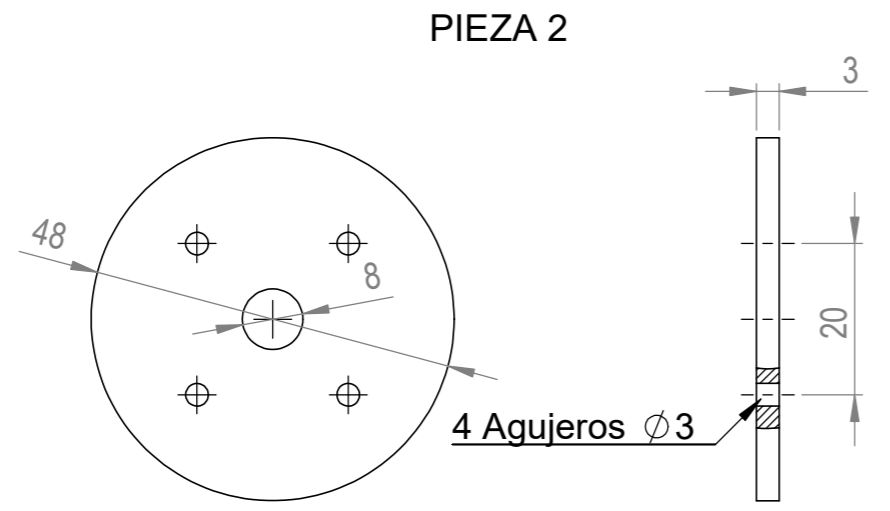
FECHA: 04/06/2020

1:1

FIRMA

Nº PLANO

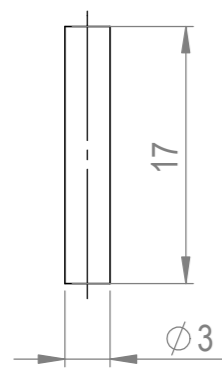
5



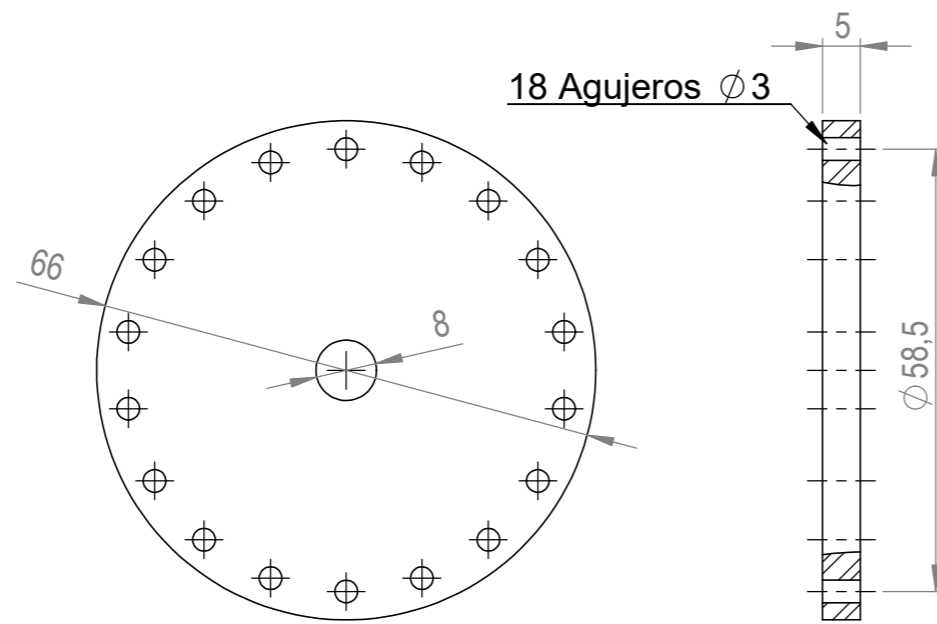
N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	ENGANCHE CENTRAL	BAMBÚ		4
2	UNION CENTRAL	MDF	3 mm	1
3	RUEDA CENTRAL	MDF	5 mm	2
4	DIENTE CENTRAL	BAMBÚ		12
5	BASE CENTRAL	MDF	3 mm	1

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: ENGRANAJE CENTRAL TIPO JAULA				
MATERIAL:		ESPEJOR: 39 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A3	ESCALA
E.T.S.I.I.T. UPNA			FECHA: 04/06/2020	1:1
				6

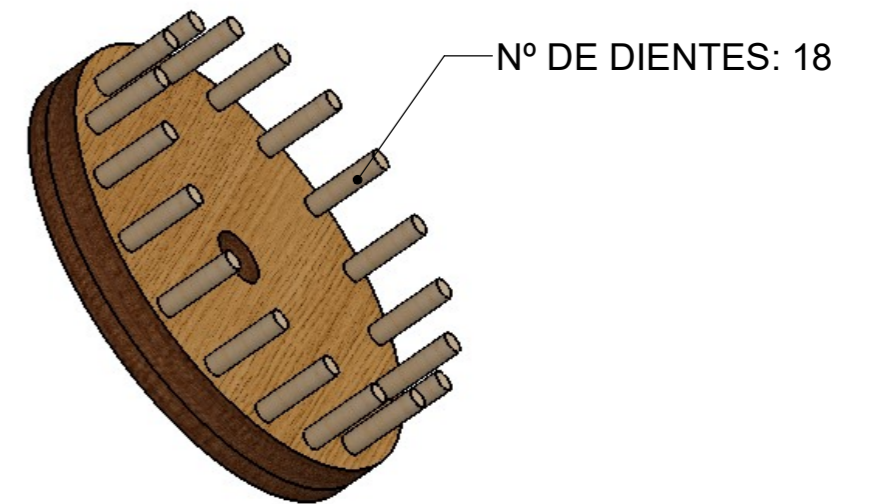
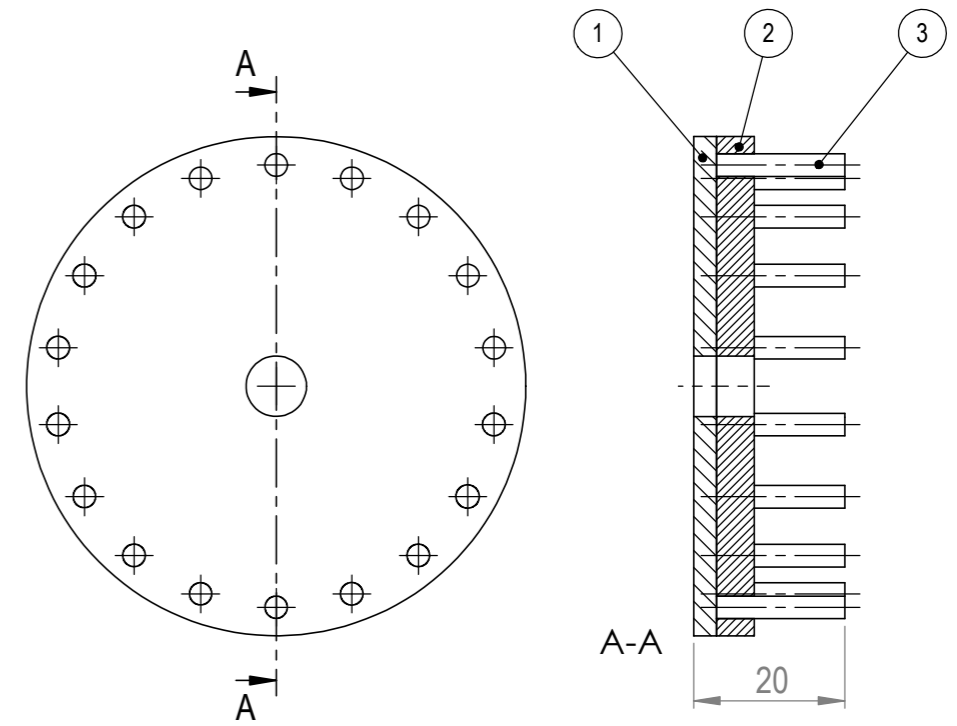
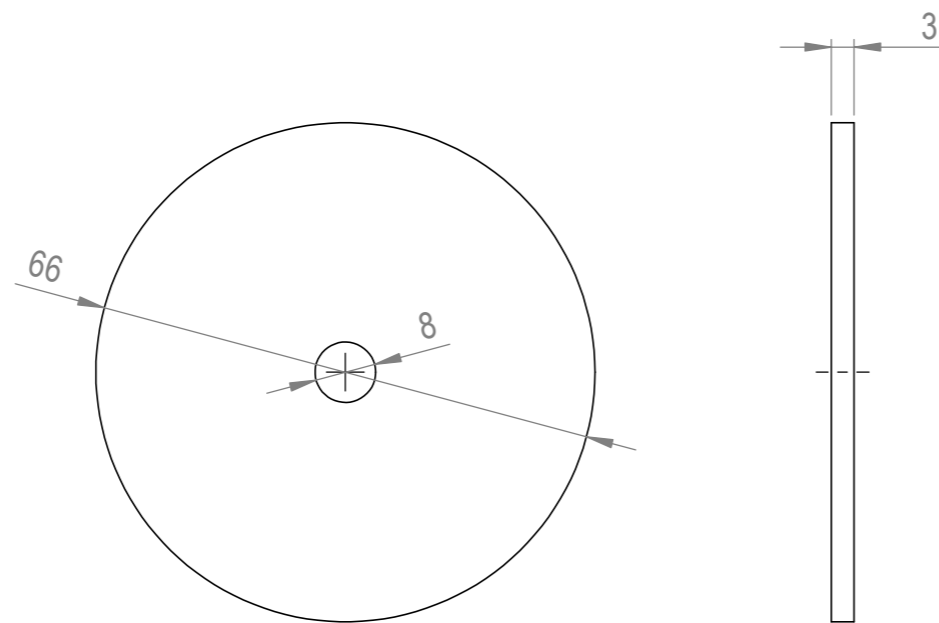
PIEZA 1



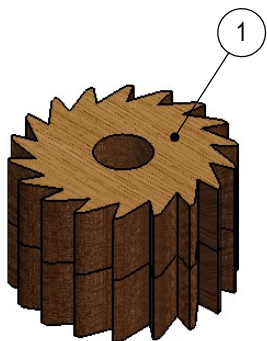
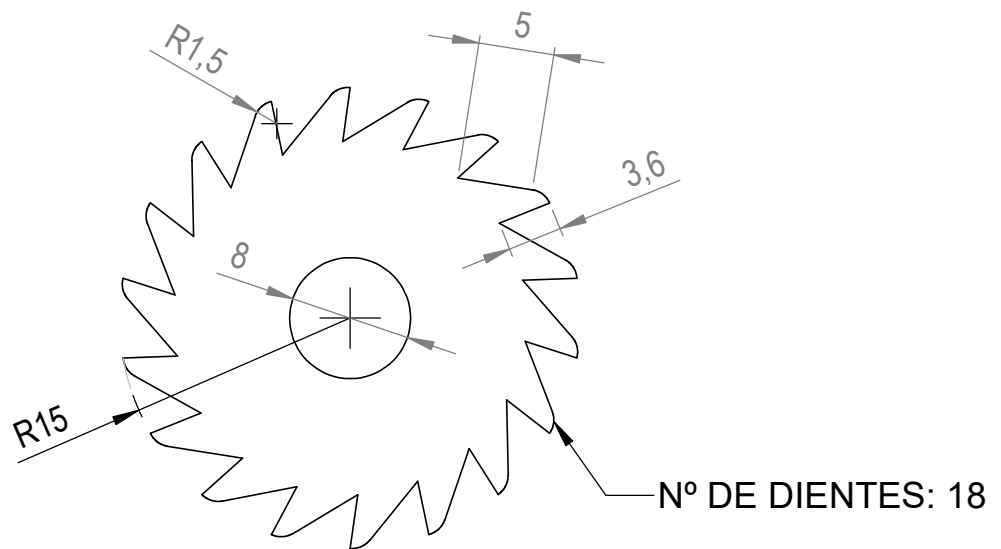
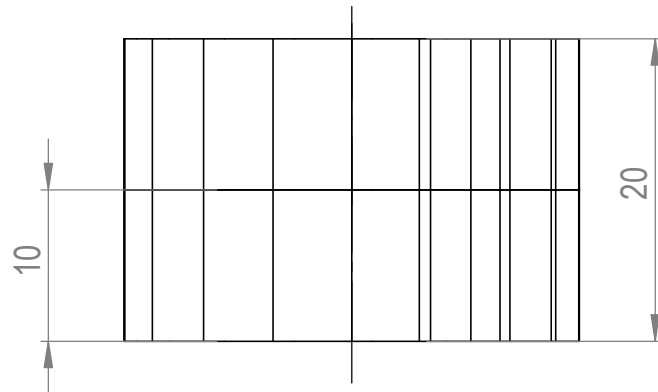
PIEZA 2



PIEZA 3

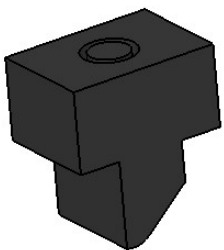
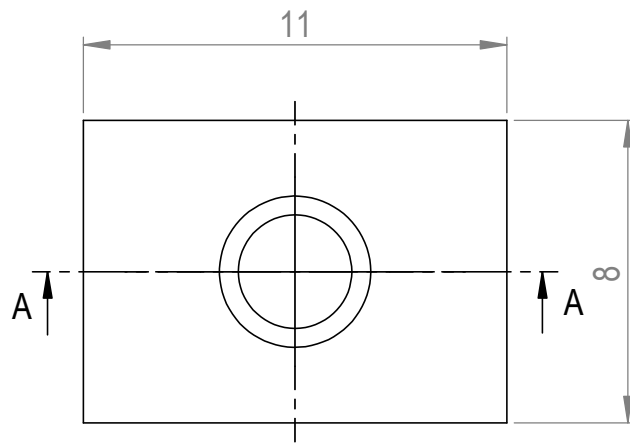
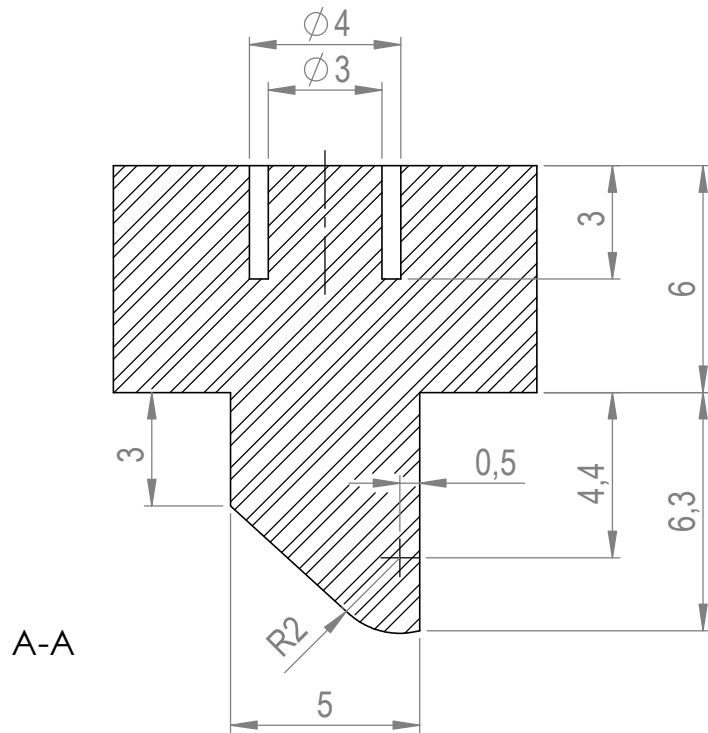


N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	BASE ENGRANAJE INTERIOR	MDF	3 mm	1
2	RUEDA ENGRANAJE INTERIOR	MDF	5 mm	1
3	DIENTE ENGRANAJE INTERIOR	BAMBÚ		18
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: ENGRANAJE INTERIOR				
MATERIAL:		ESPEJOR: 20 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI		A3	ESCALA	7
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 04/06/2020	1:1	



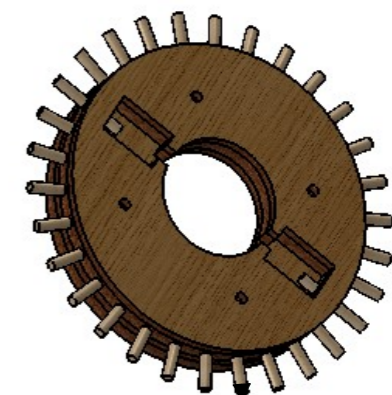
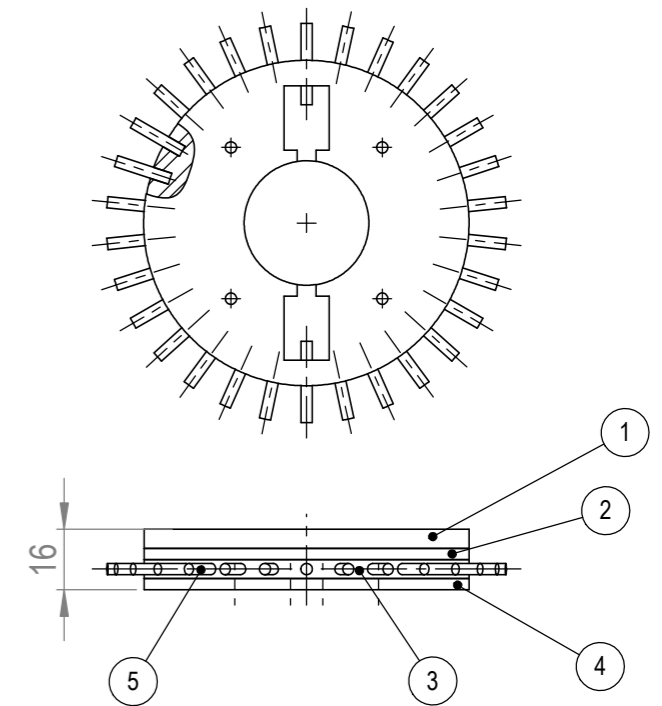
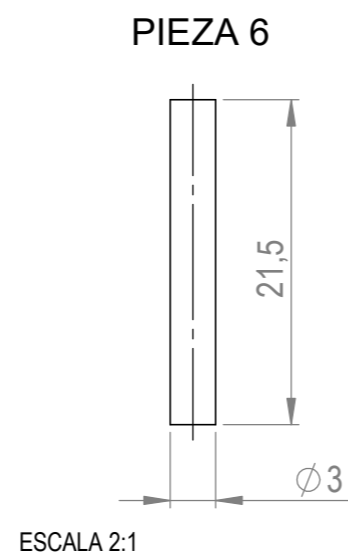
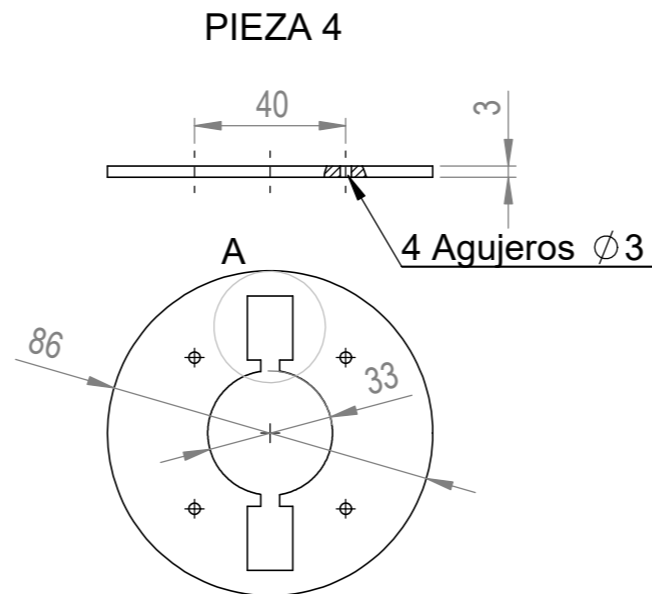
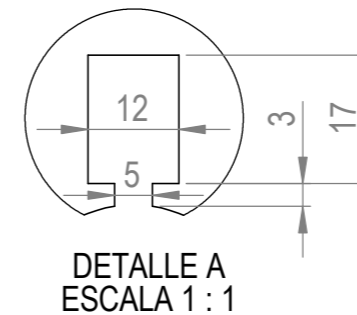
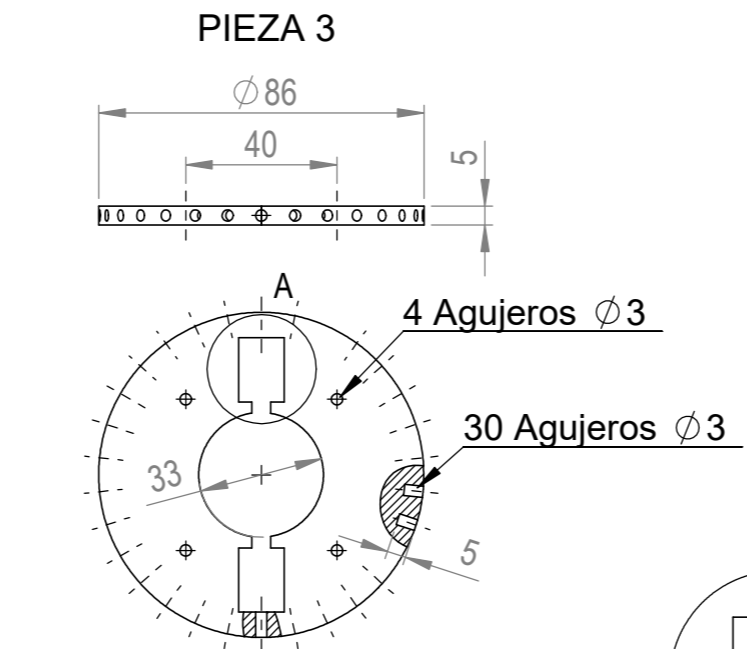
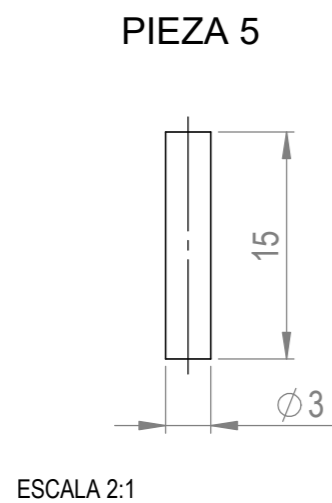
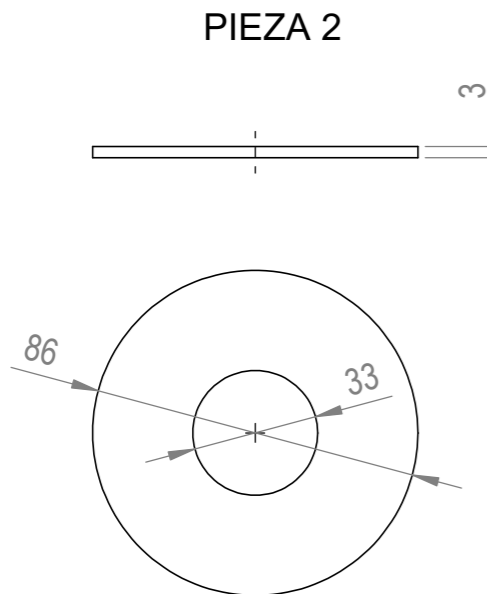
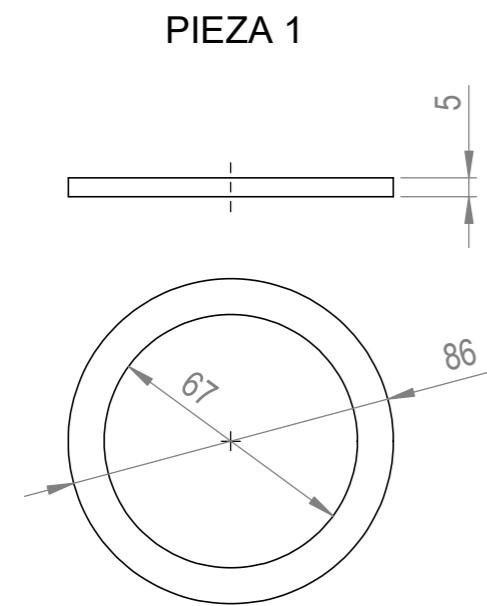
ESCALA 1:1

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	RUEDA DENTADA	MDF	5 mm	2
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: RUEDA DENTADA				
MATERIAL: MDF		ESPEJOR: 10 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	8
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 04/06/2020	ESCALA 2:1	



ESCALA 2:1

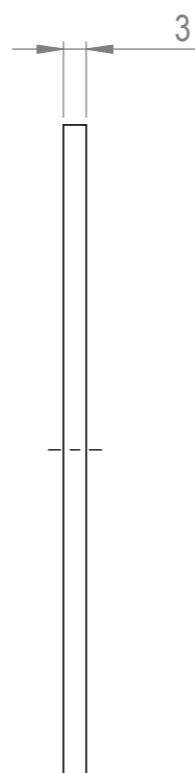
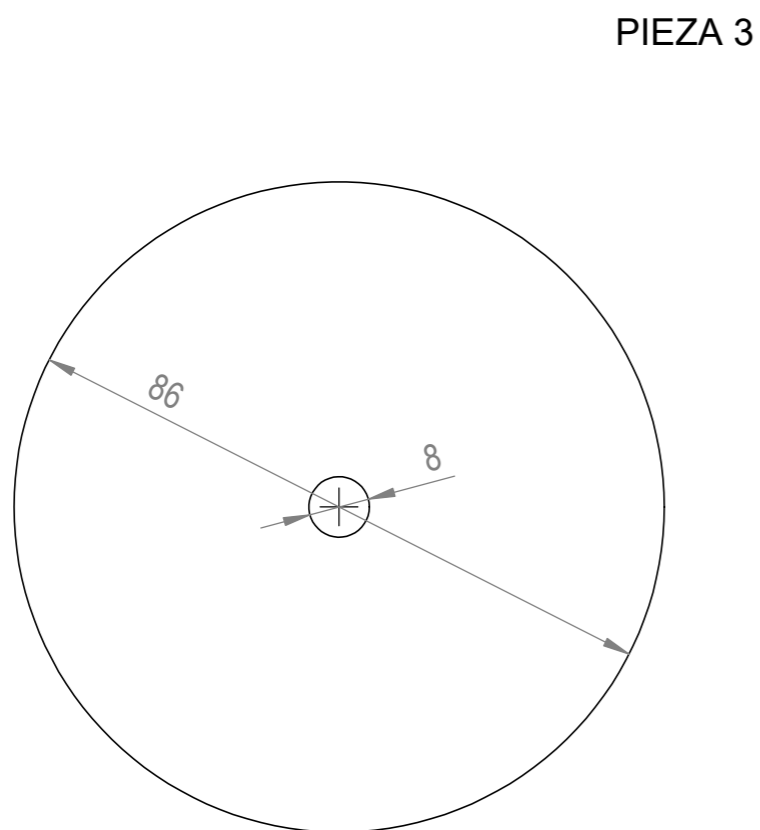
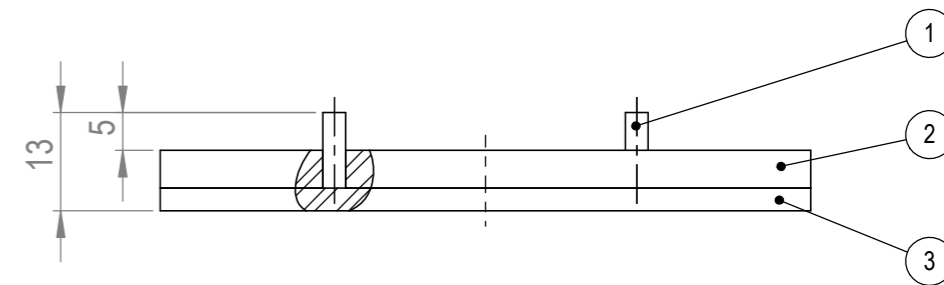
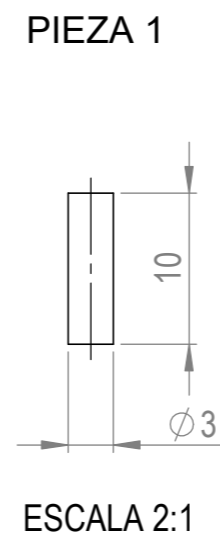
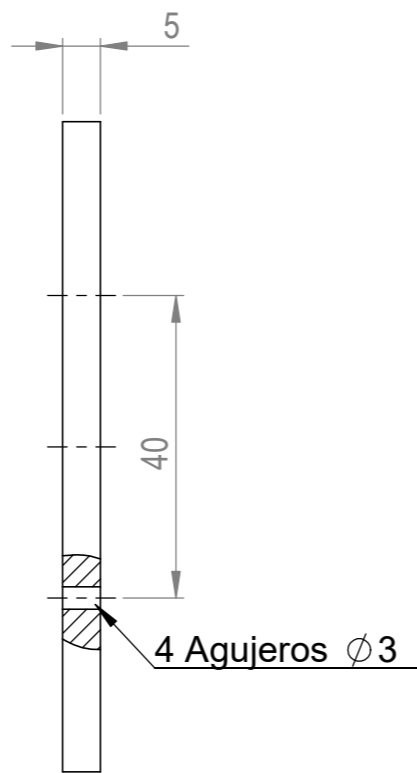
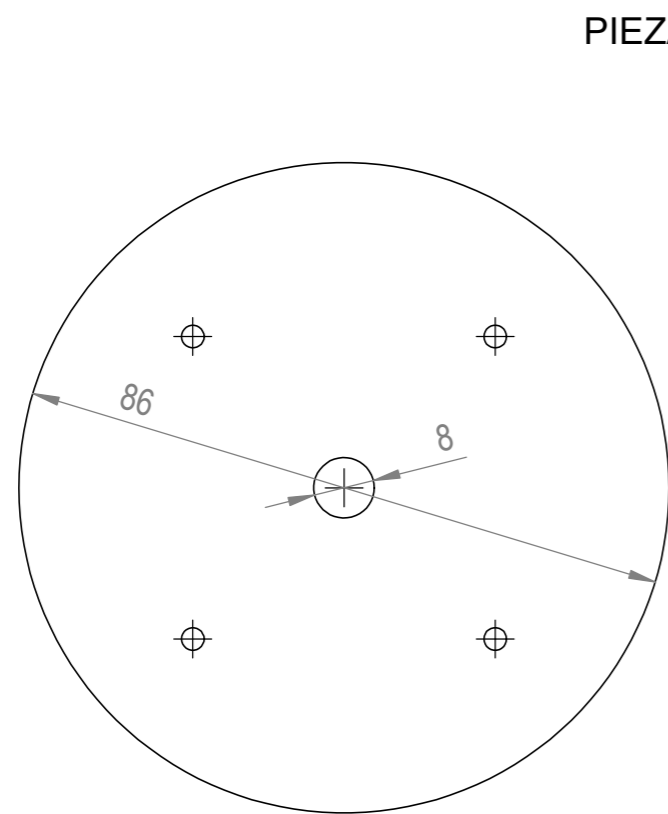
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: PIEZA DE BLOQUEO				<i>[Signature]</i>
MATERIAL: ONYX		ESPESOR: 8 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	ESCALA
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	5:1	9



Nº DE DIENTES: 30

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	UNION INTERIOR	MDF	5 mm	1
2	CENTRO EXTERIOR	MDF	3 mm	1
3	BASE UNION BLOQUEO	MDF	5 mm	1
4	UNION BLOQUEO	MDF	3 mm	1
5	DIENTE EXTERIOR	BAMBÚ		28
6	ENGANCHE BLOQUEO	BAMBÚ		2

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: ENGRANAJE EXTERIOR				
MATERIAL:		ESPEJOR: 16 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A3	ESCALA
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 04/06/2020	1:2	10



N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	ENGANCHE EXTERIOR	BAMBÚ		4
2	UNION SOPORTE ENGRANAJE	MDF	5 mm	1
3	BASE SOPORTE ENGRANAJE	MDF	3 mm	1

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

PLANO: SOPORTE ENGRANAJE EXTERIOR

MATERIAL: ESPESOR: 13 mm

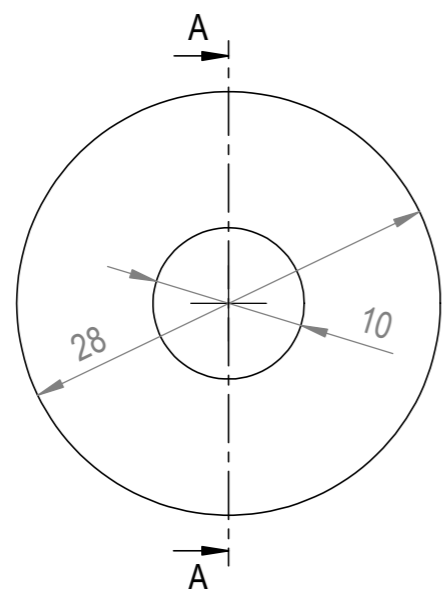
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI A3 ESCALA

E.T.S.I.I.T. UPNA FECHA: 04/06/2020 1:1

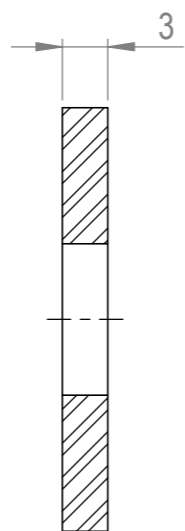
FIRMA

Nº PLANO

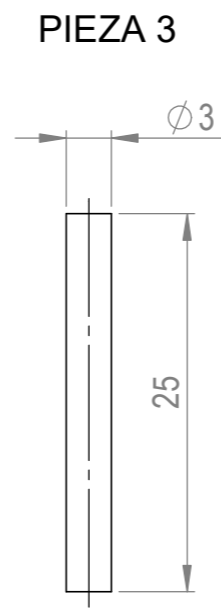
11



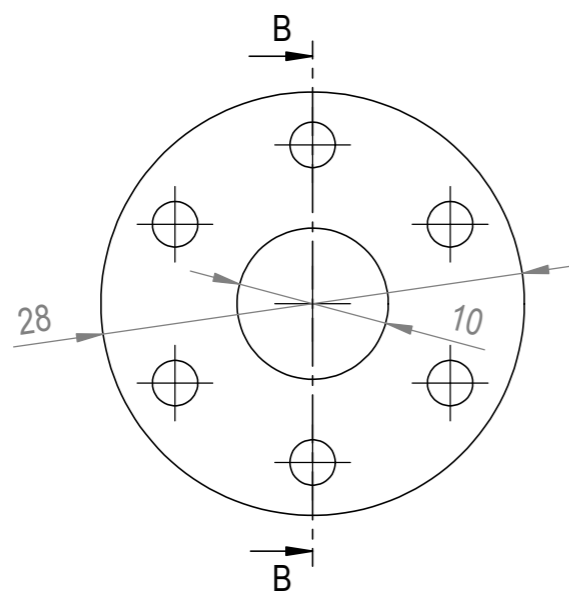
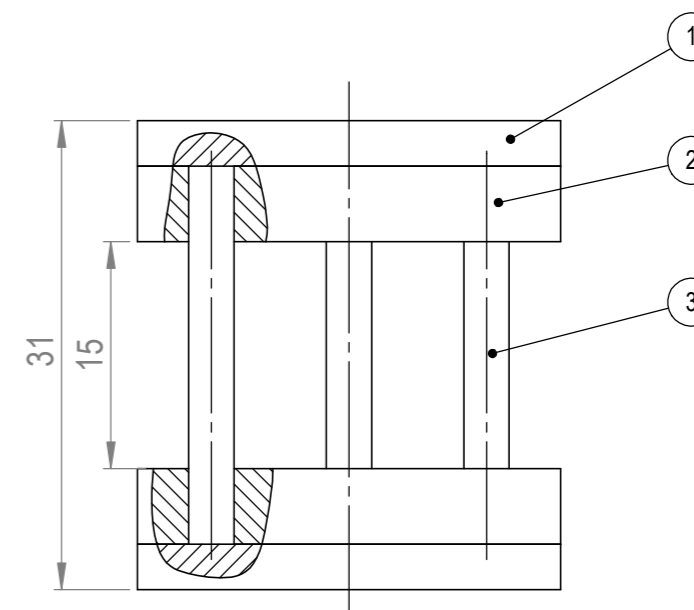
PIEZA 1



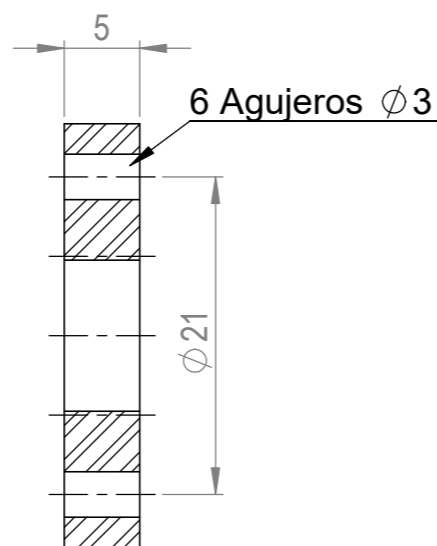
A-A



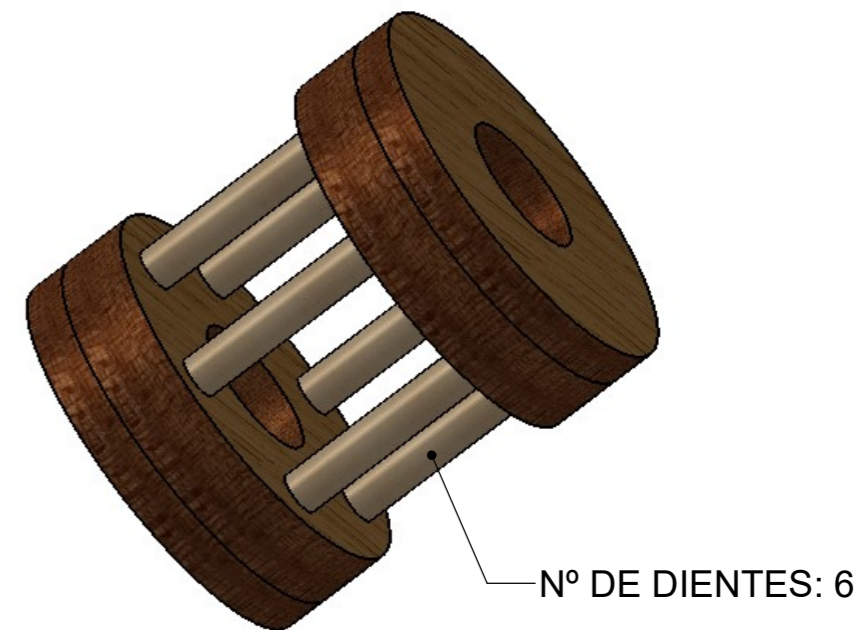
PIEZA 3



PIEZA 2



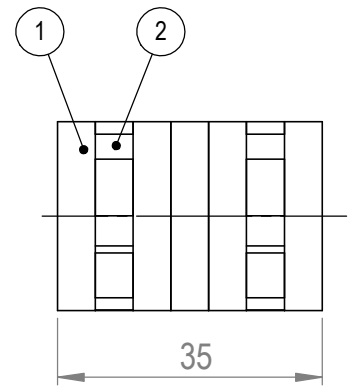
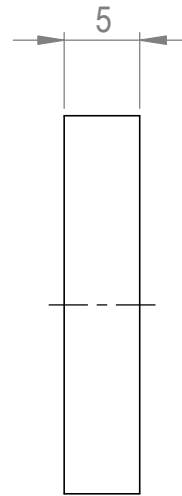
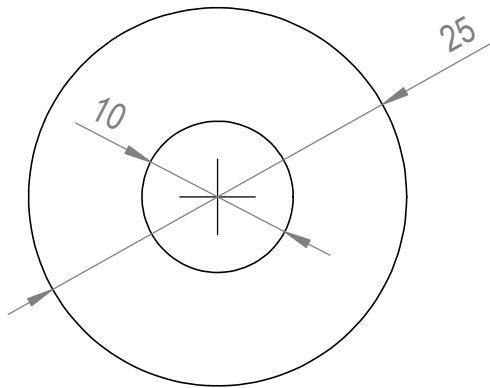
B-B



N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPESOR	CANTIDAD
1	BASE ENGRANAJE SUPERIOR	MDF	3 mm	2
2	RUEDA ENGRANAJE SUPERIOR	MDF	5 mm	2
3	DIENTE SUPERIOR	BAMBÚ		6

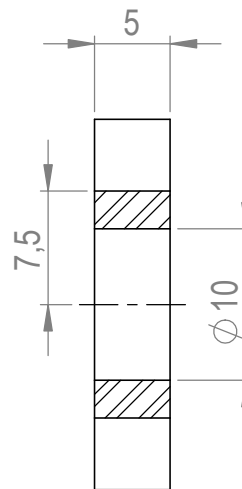
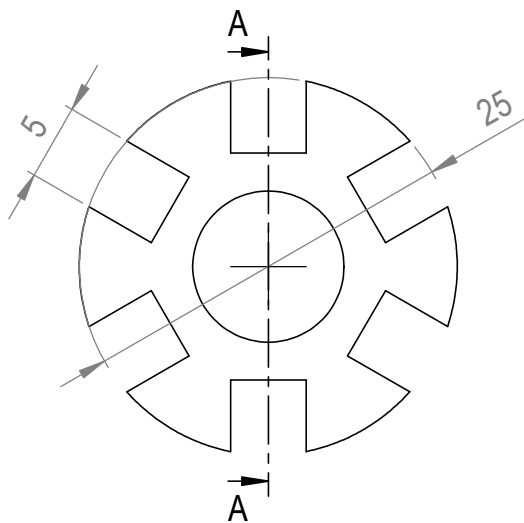
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: ENGRANAJE SUPERIOR TIPO JAULA				
MATERIAL:		ESPESOR: 31 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A3	ESCALA 2:1
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020		
				12

PIEZA 1

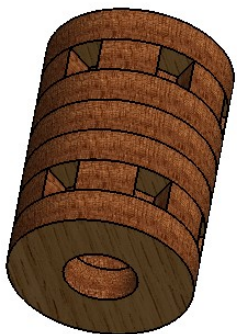


ESCALA 1:1

PIEZA 2



A-A



ESCALA 1:1

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	BASE DE SOPORTE	MDF	5 mm	5
2	UNION PALA	MDF	5 mm	2

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

PLANO: SOPORTE DE PALAS

MATERIAL: MDF

ESPEJOR: 35 mm

NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI

A4

ESCALA

E.T.S.I.I.T.

UPNA

FECHA: 07/06/2020

2:1

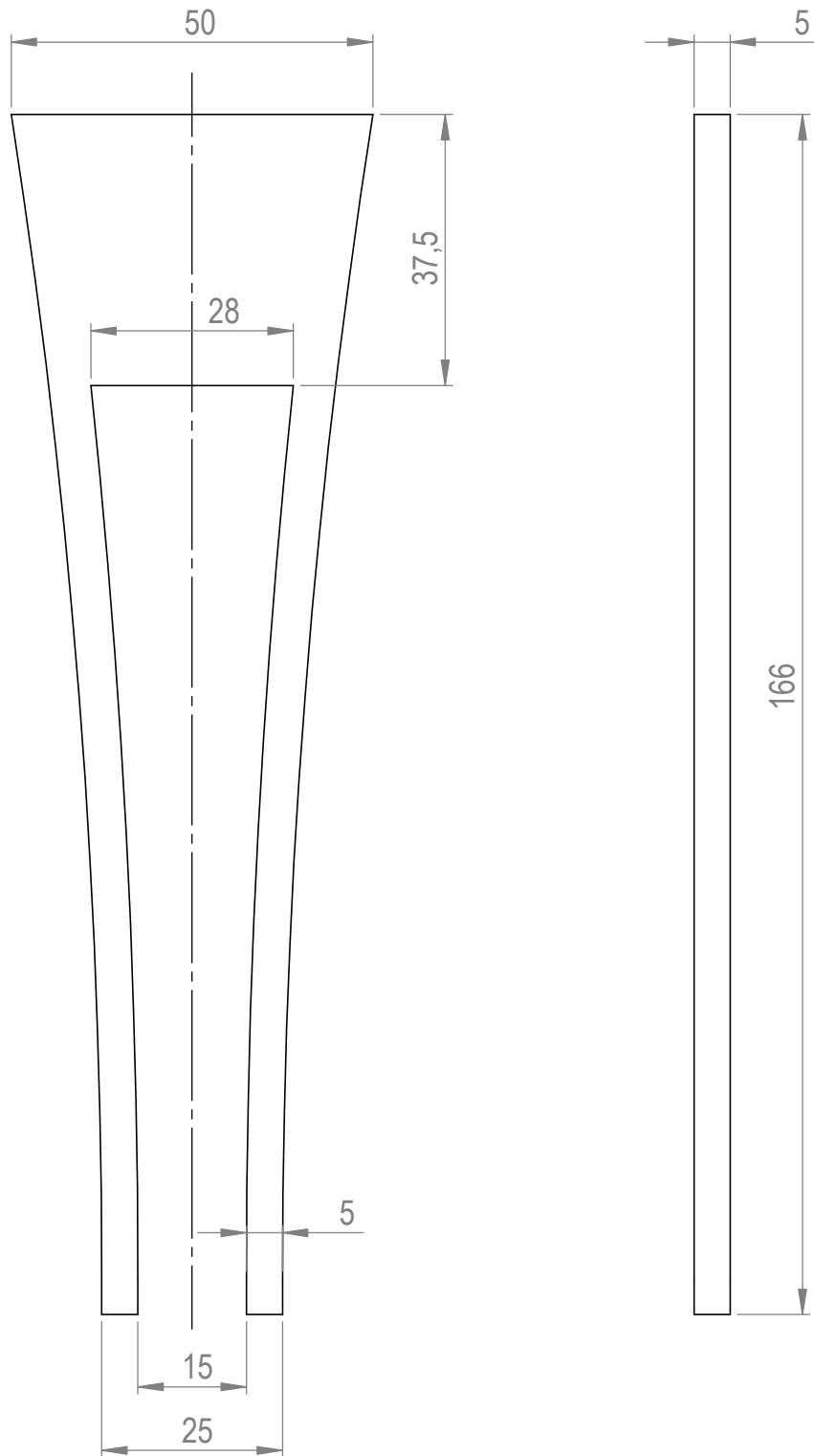
FIRMA

Nº PLANO

13

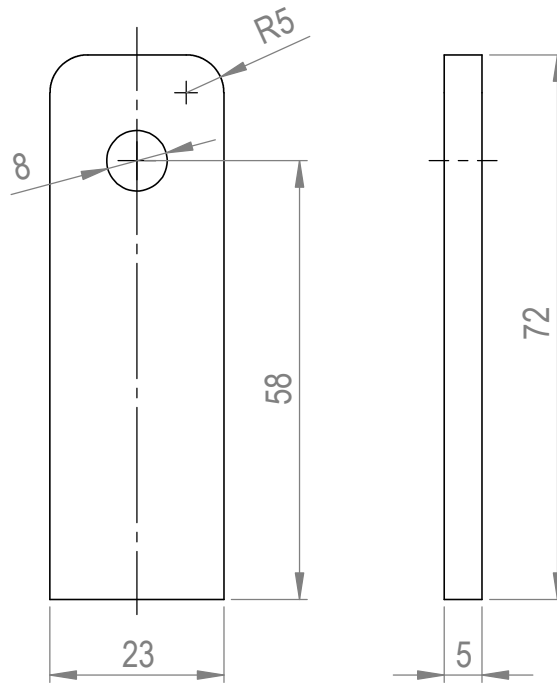


ESCALA 1:2

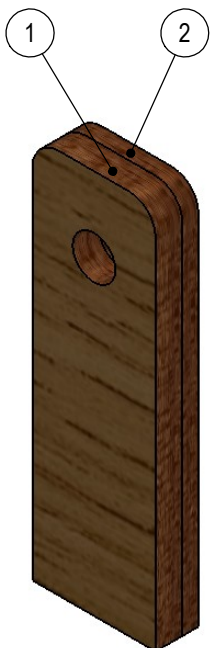
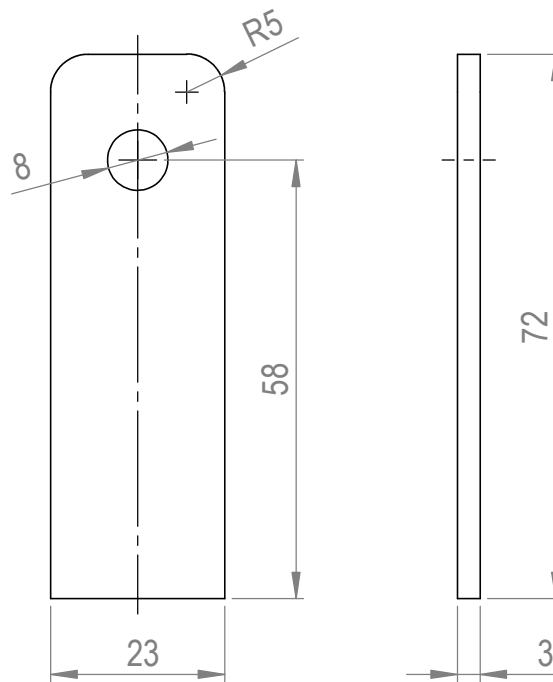



PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA	
PLANO: PALA					
MATERIAL: MDF		ESPESOR: 5 mm		Nº PLANO	
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	ESCALA	
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA:	07/06/2020	1:1	
				14	

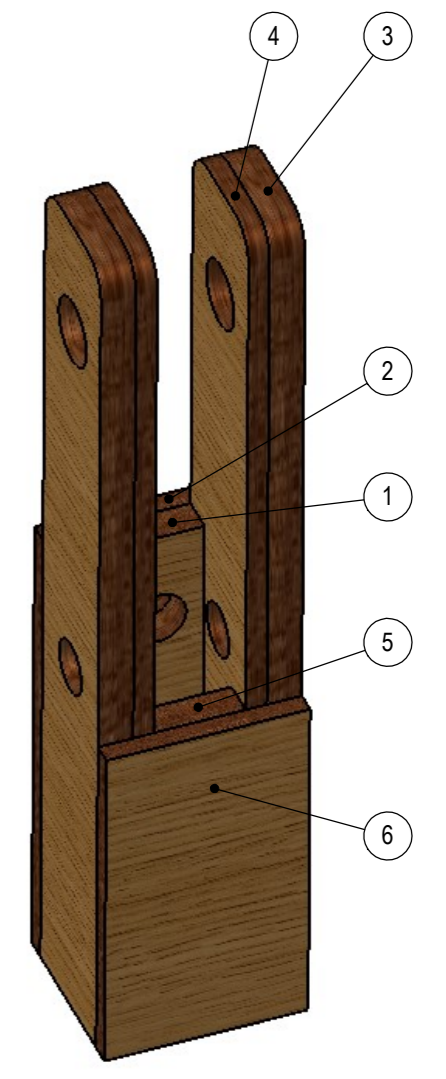
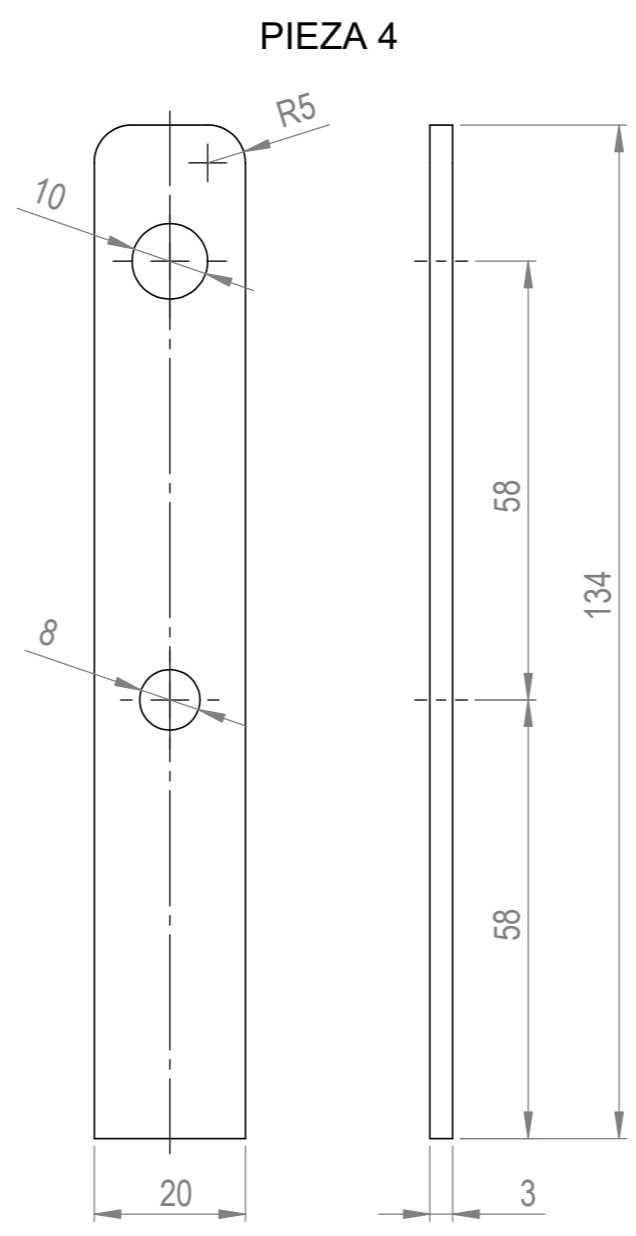
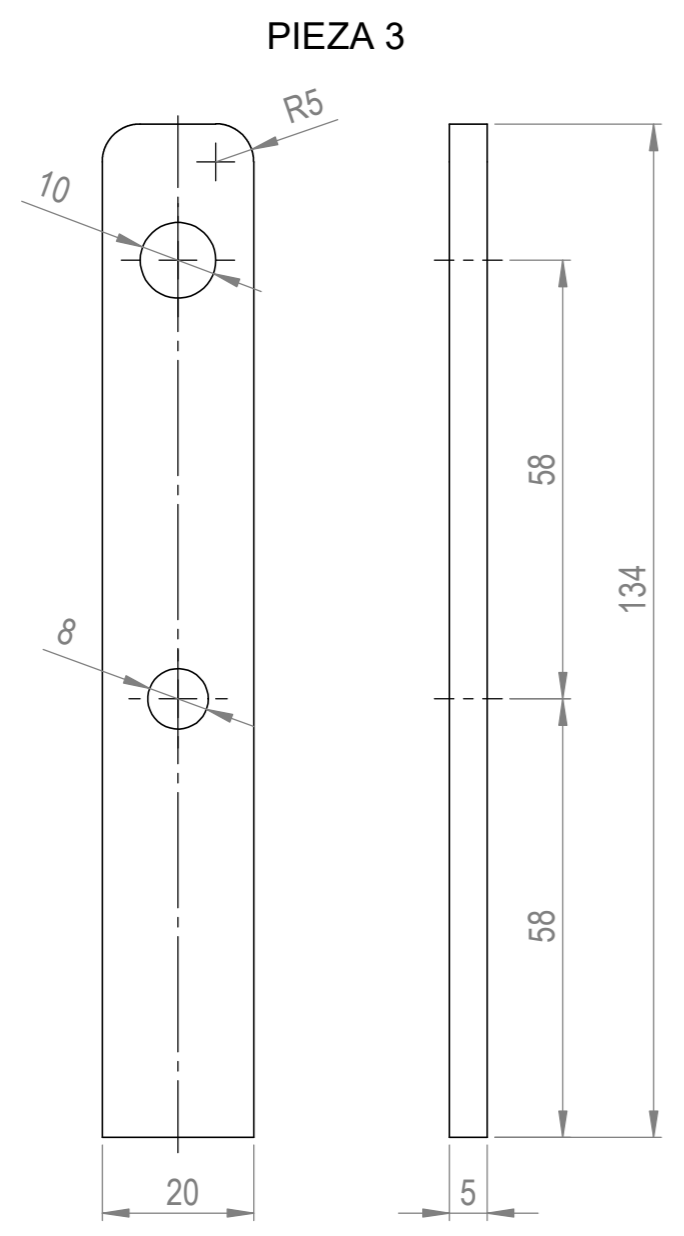
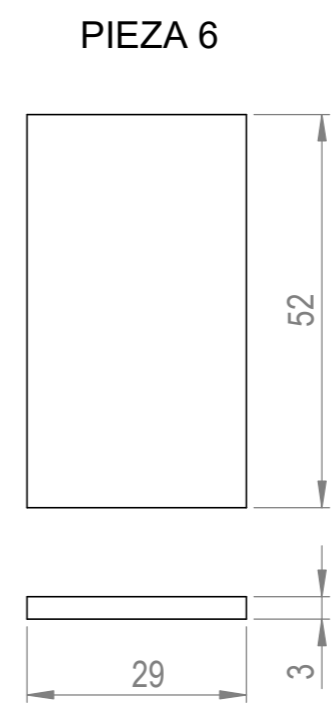
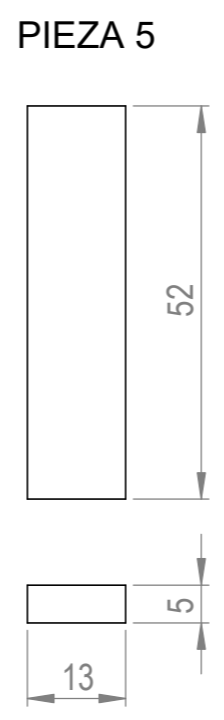
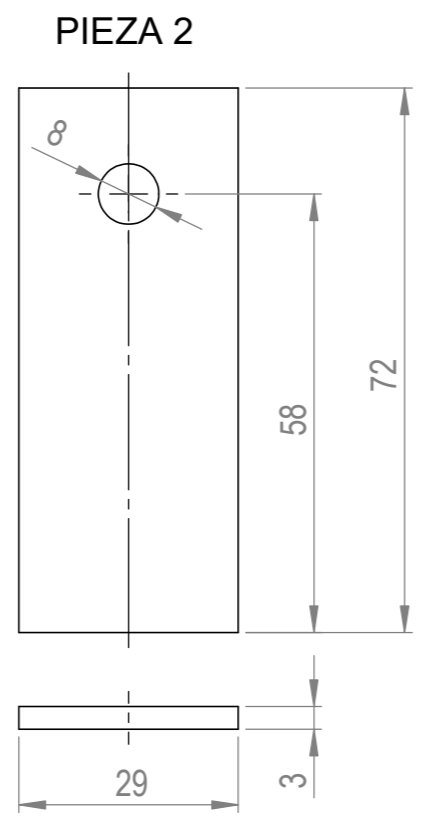
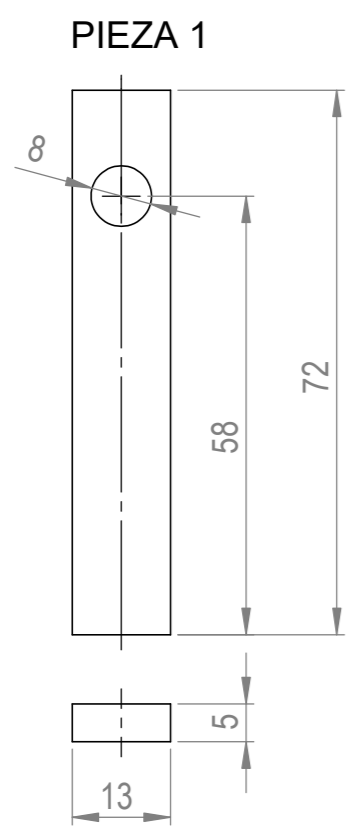
PIEZA 1



PIEZA 2



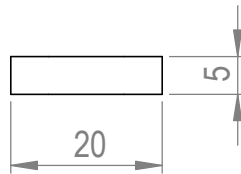
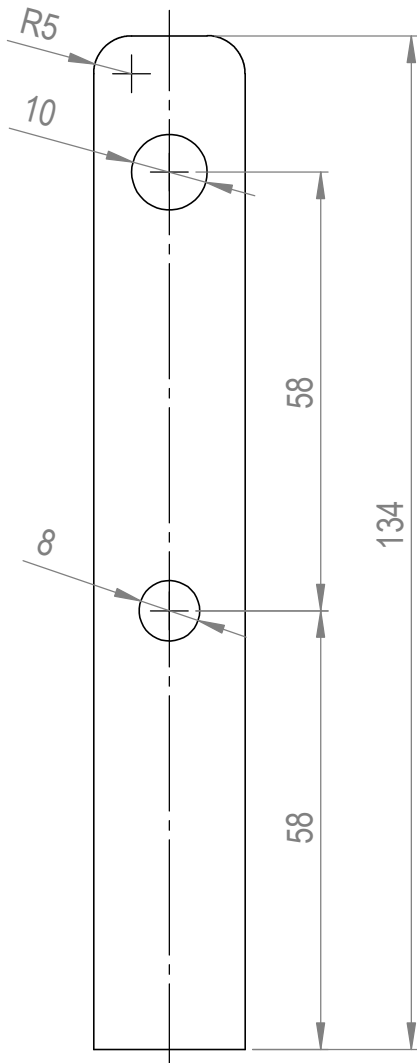
N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPESOR	CANTIDAD
1	SOPORTE 1	MDF	5 mm	1
2	SOPORTE 1 REFUERZO	MDF	3 mm	1
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: SOPORTE EJE 1				
MATERIAL: MDF		ESPESOR: 8 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	ESCALA
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	1:1	15



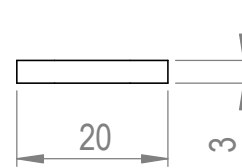
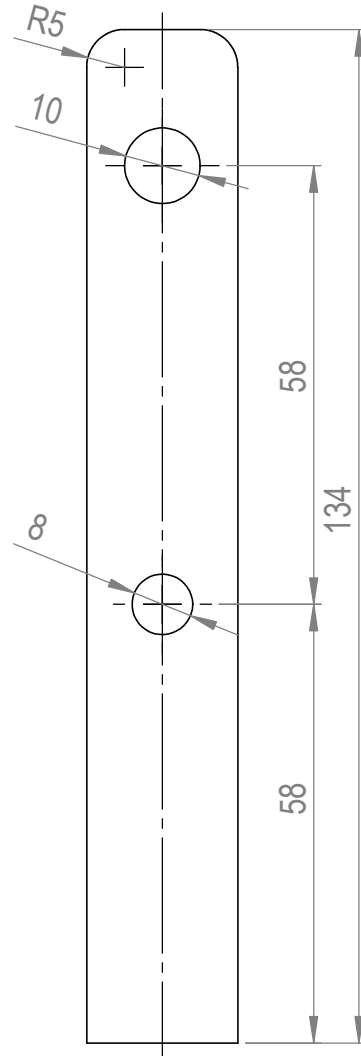
N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	SOP. 2 CENTRO ALTO	MDF	5 mm	1
2	SOP. 2 CENTRO ALTO REFUERZO	MDF	3 mm	1
3	SOPORTE 2 LATERAL	MDF	5 mm	2
4	SOPORTE 2 LATERAL REFUERZO	MDF	3 mm	2
5	SOP. 2 CENTRO BAJO	MDF	5 mm	1
6	SOP. 2 CENTRO BAJO REFUERZO	MDF	3 mm	1

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: SOPORTE CENTRAL				
MATERIAL: MDF		ESPEJOR: 8 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A3	ESCALA
E.T.S.I.I.T. UPNA			FECHA: 07/06/2020	1:1
				16

PIEZA 1



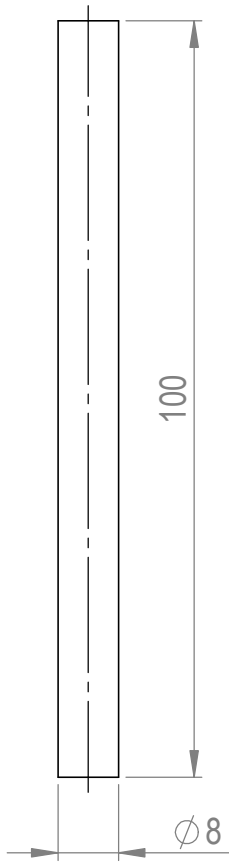
PIEZA 2



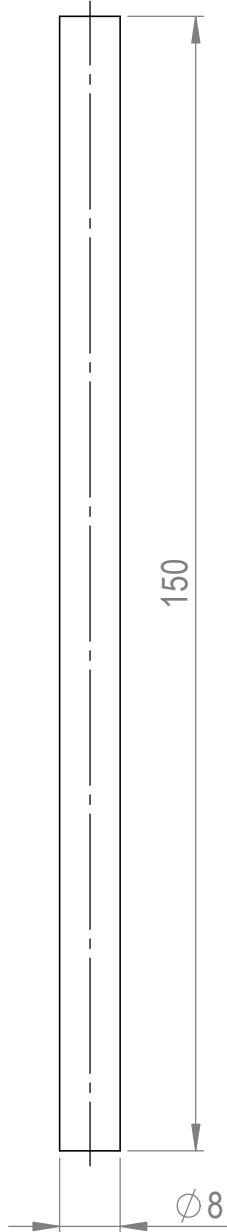
ESCALA 1:2

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	SOPORTE 3	MDF	5 mm	1
2	SOPORTE 3 REFUERZO	MDF	3 mm	1
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: SOPORTE LATERAL				
MATERIAL: MDF		ESPEJOR: 8 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	ESCALA
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	1:1	17

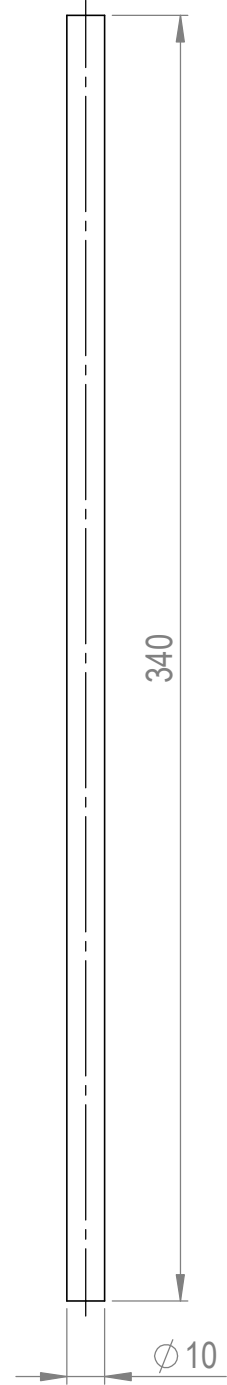
EJE 1



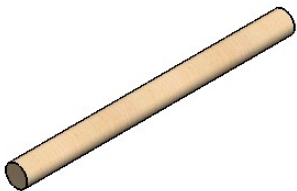
EJE 2



EJE 3

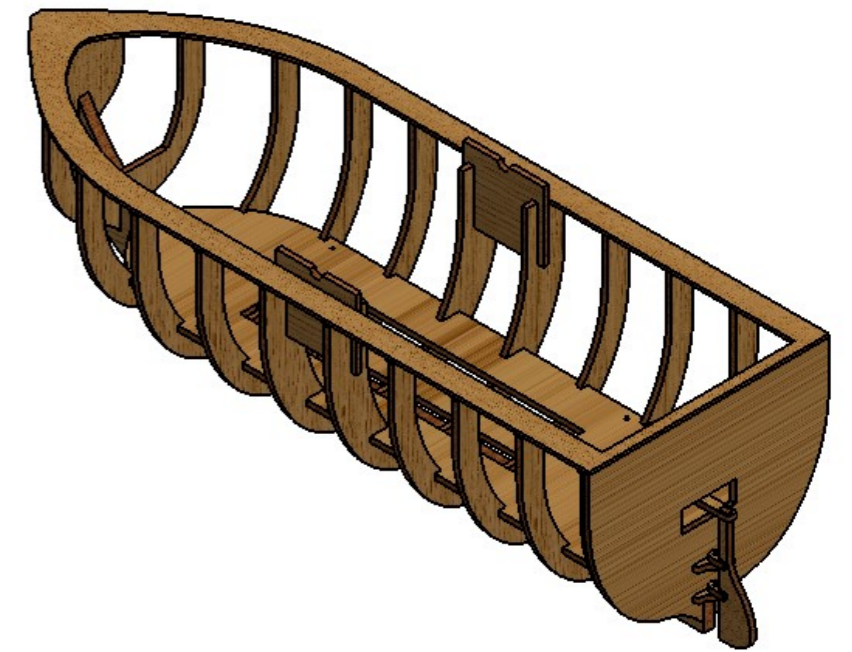
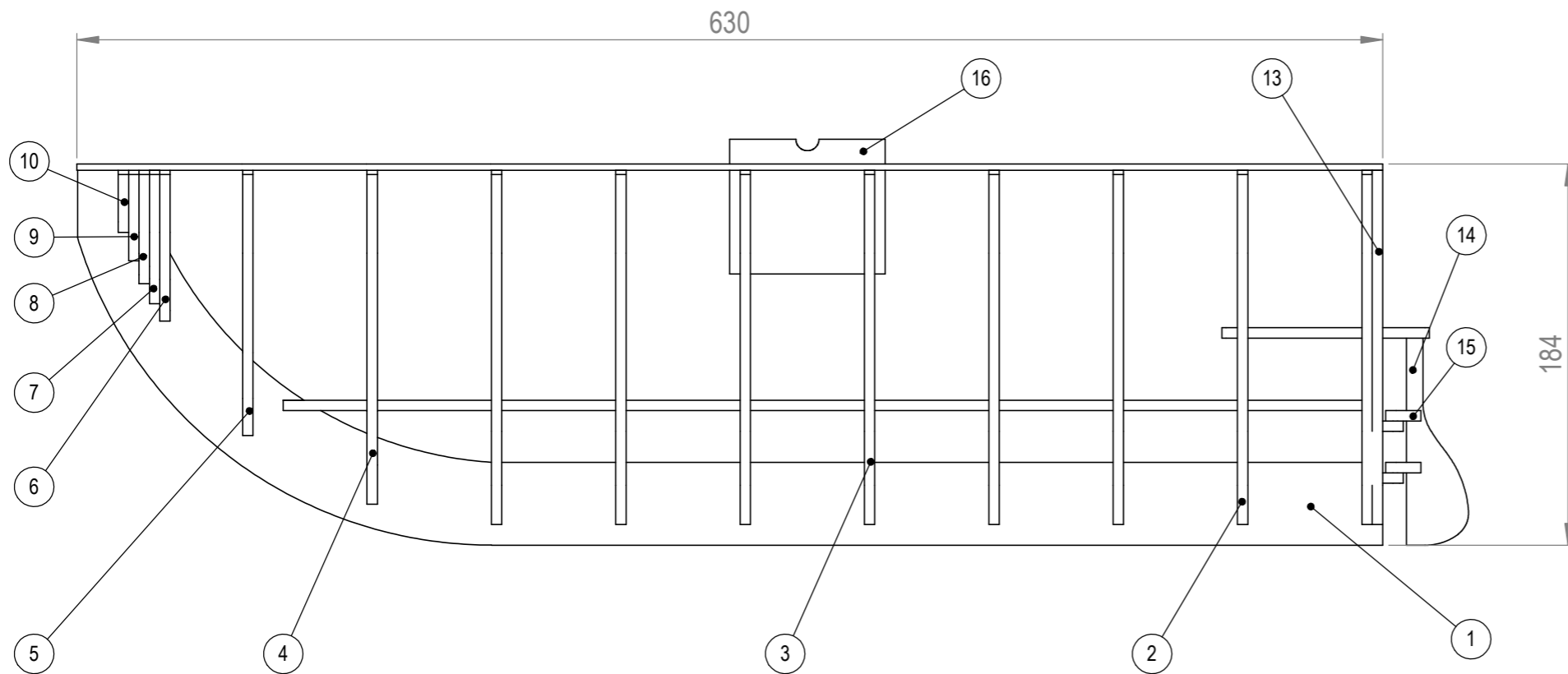


ESCALA 1:2

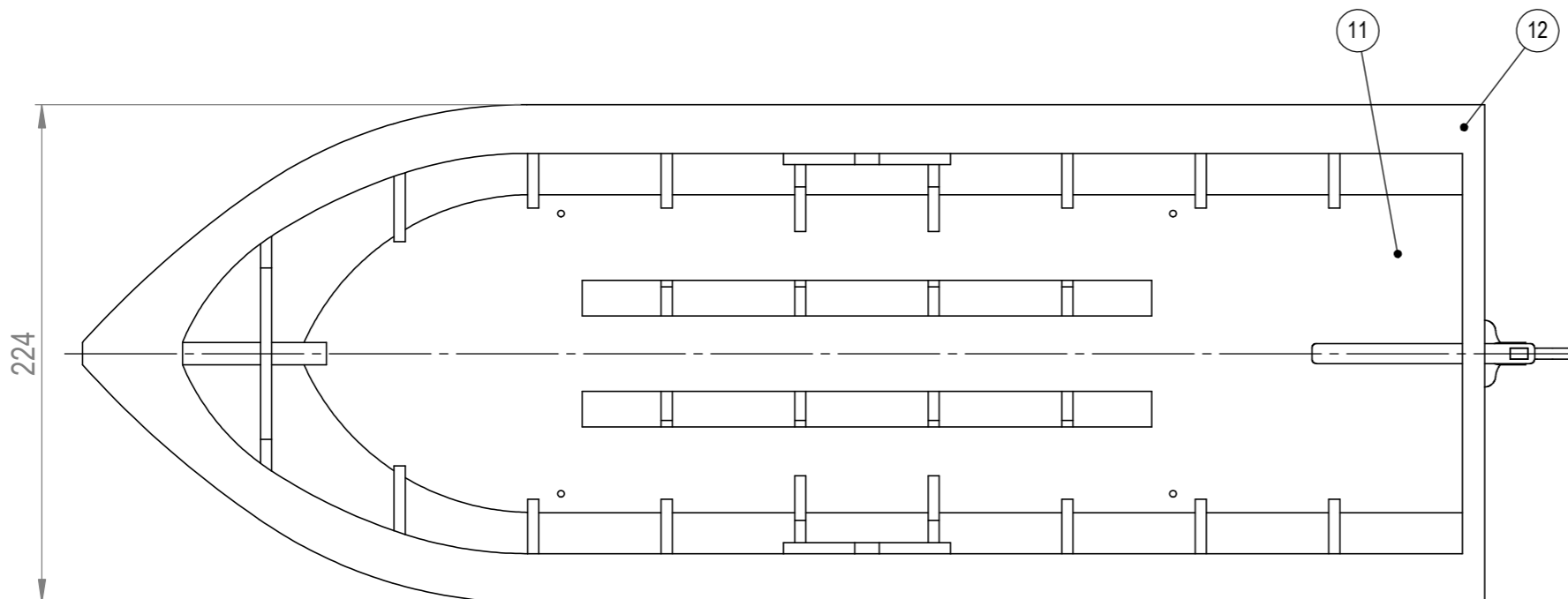


ESCALA 1:2

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA	
PLANO: EJES					
MATERIAL: HAYA		ESPESOR:		Nº PLANO	
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	ESCALA	
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020		1:1	
				18	



ESCALA 1:5



N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO	CANTIDAD
1	QUILLA	20	1
2	COSTILLA 1	21	6
3	COSTILLA CON SOPORTE	21	2
4	COSTILLA 2	21	1
5	COSTILLA 3	21	1
6	COSTILLA 4	22	1
7	COSTILLA 5	22	1
8	COSTILLA 6	22	1
9	COSTILLA 7	22	1
10	COSTILLA 8	22	1
11	CUBIERTA COMPLETA	23	1
12	TAPA SUPERIOR	24	1
13	TAPA TRASERA	25	1
14	TIMÓN	26	1
15	BISAGRA	27	2
16	SOPORTE DE EJE 3	28	2

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

PLANO: ESQUELETO DEL CASCO

MATERIAL: MDF

NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI

E.T.S.I.I.T. UPNA FECHA: 07/06/2020

A3

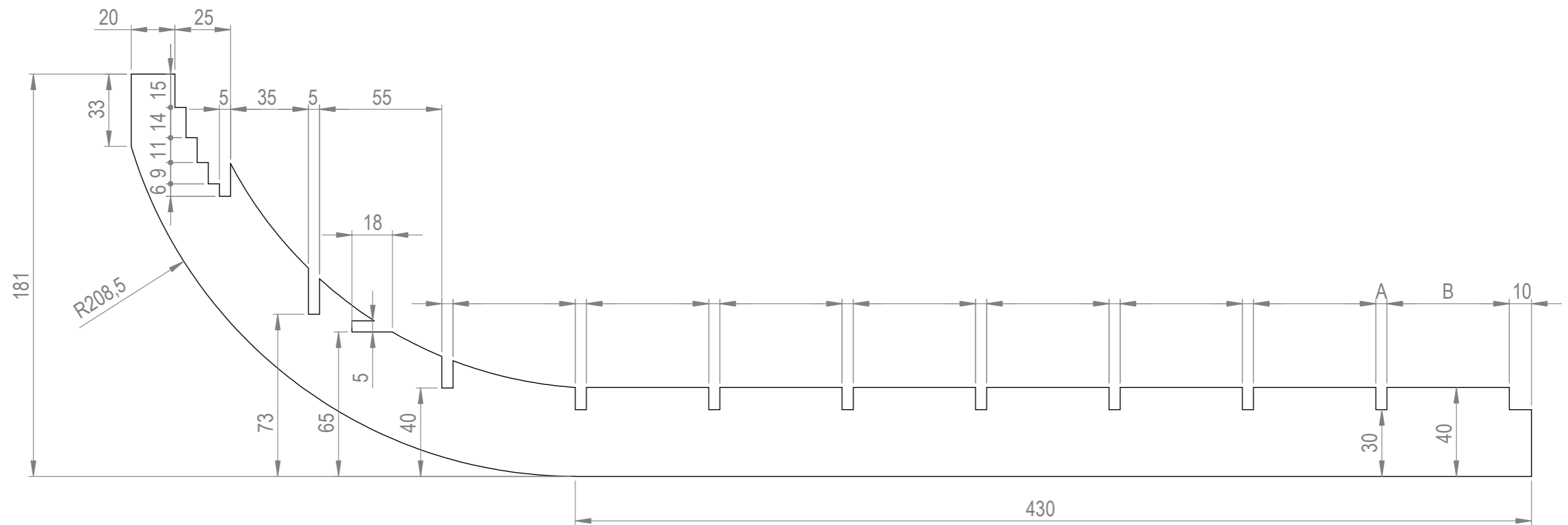
ESCALA

1:3

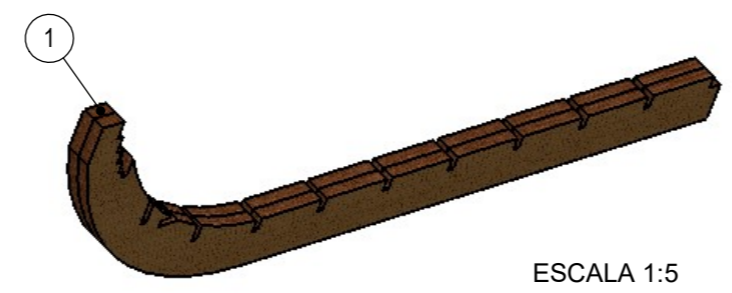
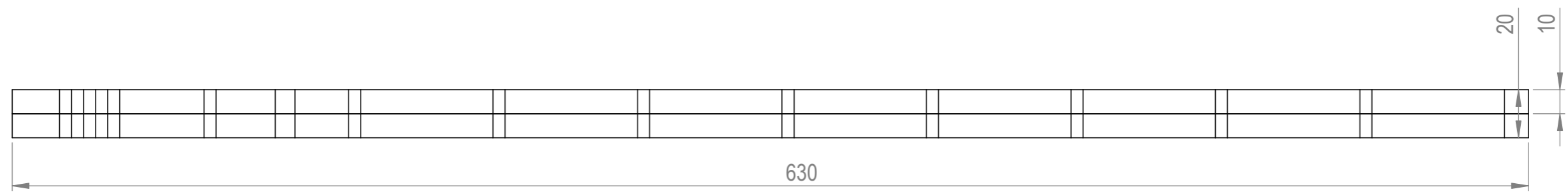
FIRMA

Nº PLANO

19



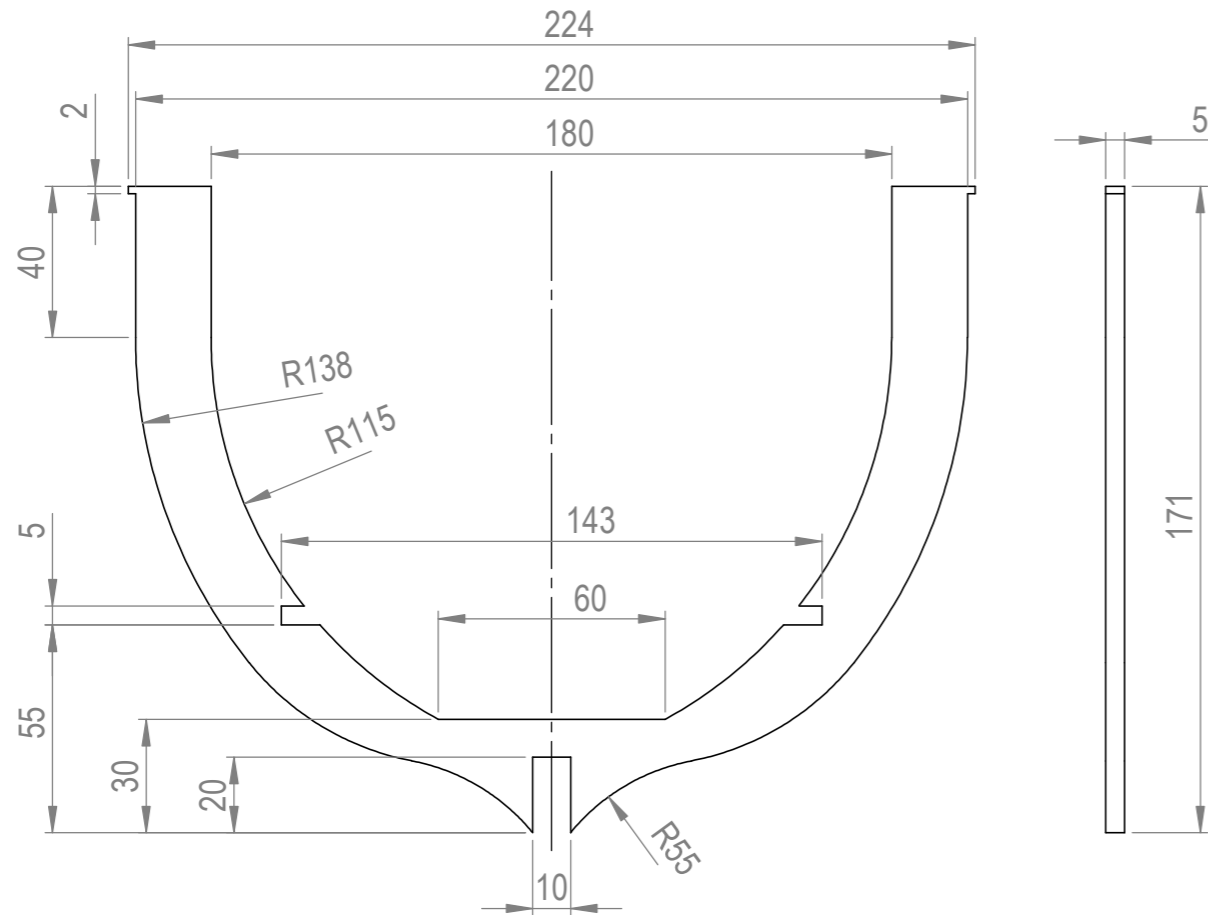
A = 55
B = 5



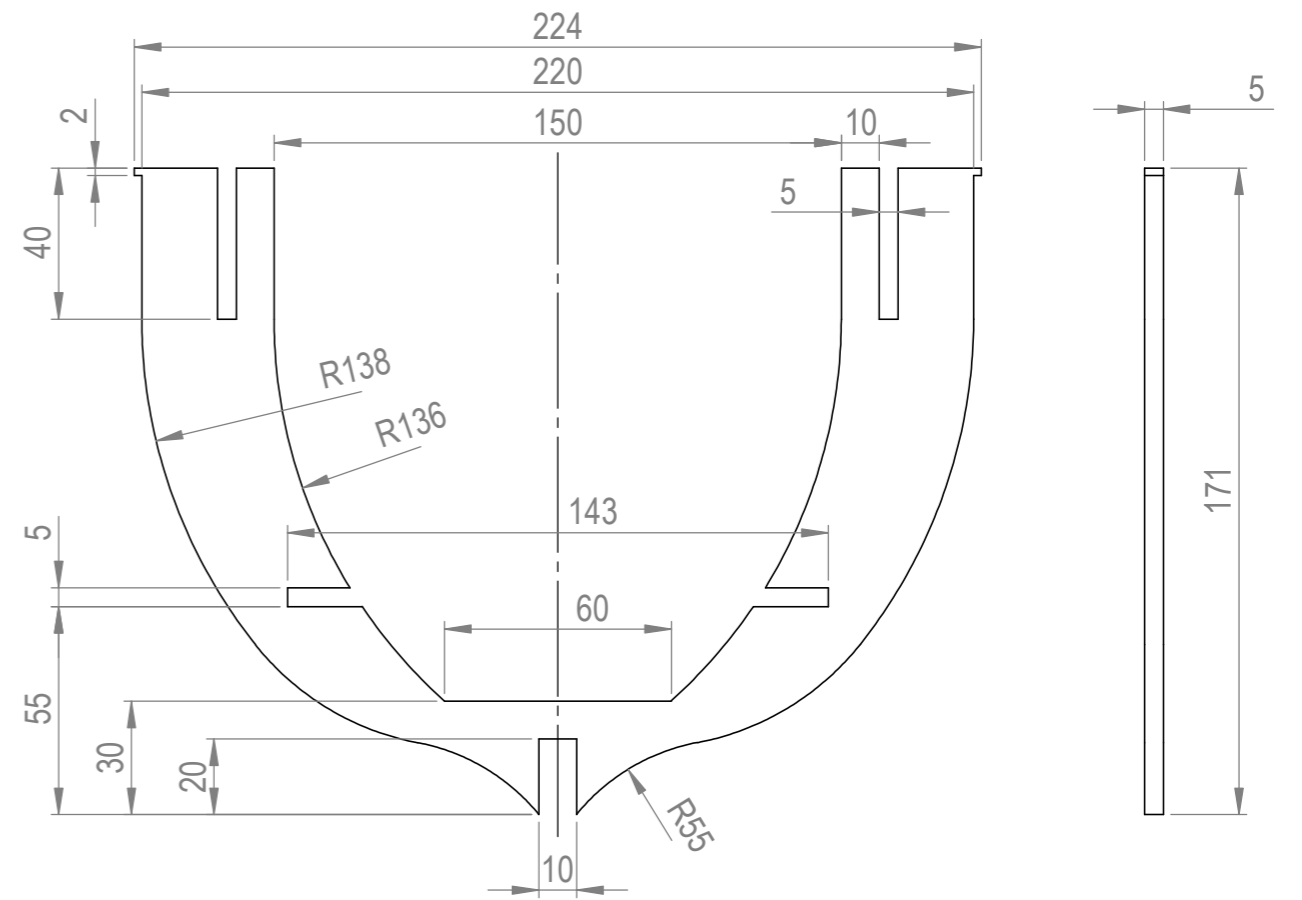
ESCALA 1:5

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	QUILLA	MDF	5 mm	2
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: QUILLA				
MATERIAL: MDF		ESPEJOR: 10 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A3	ESCALA 1:2
E.T.S.I.I.T. UPNA			FECHA: 04/06/2020	
				20

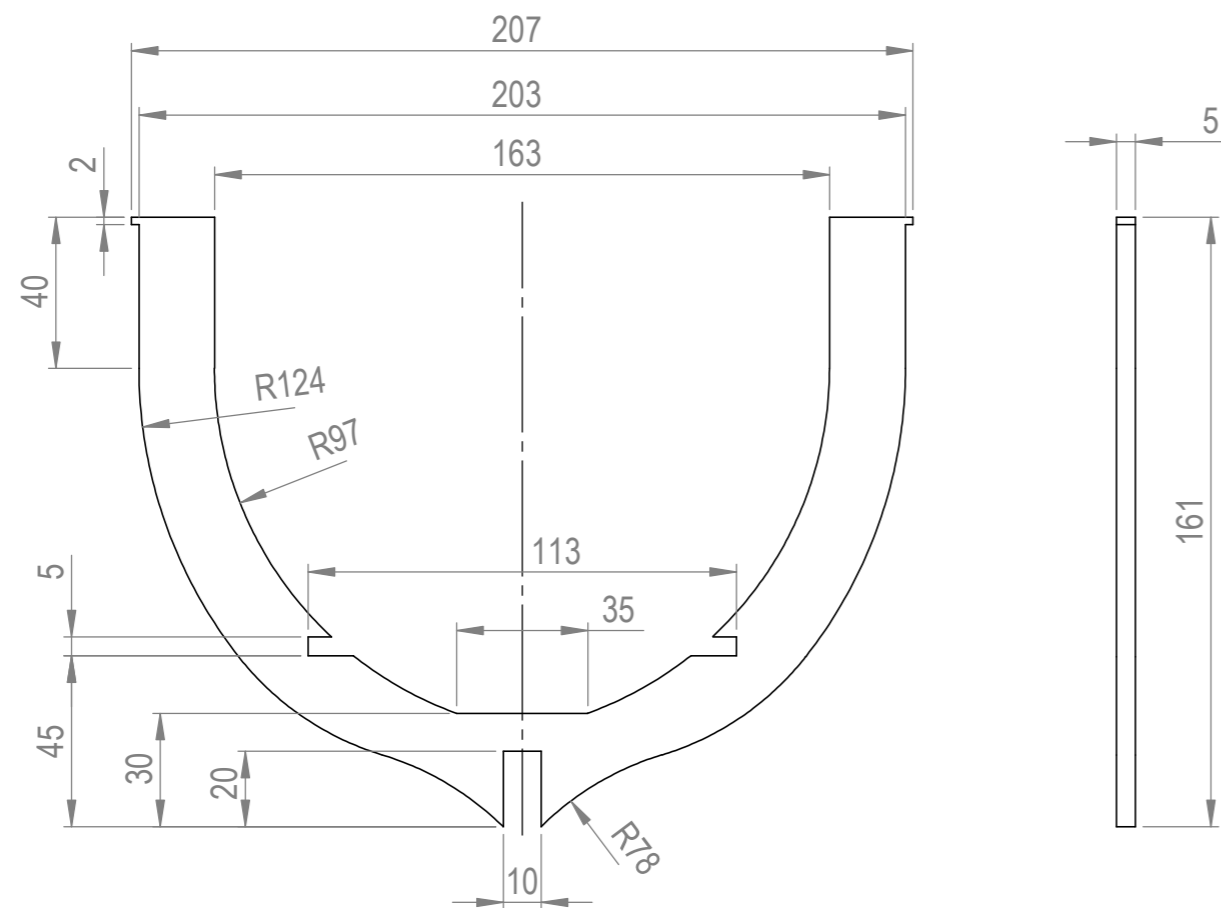
COSTILLA 1



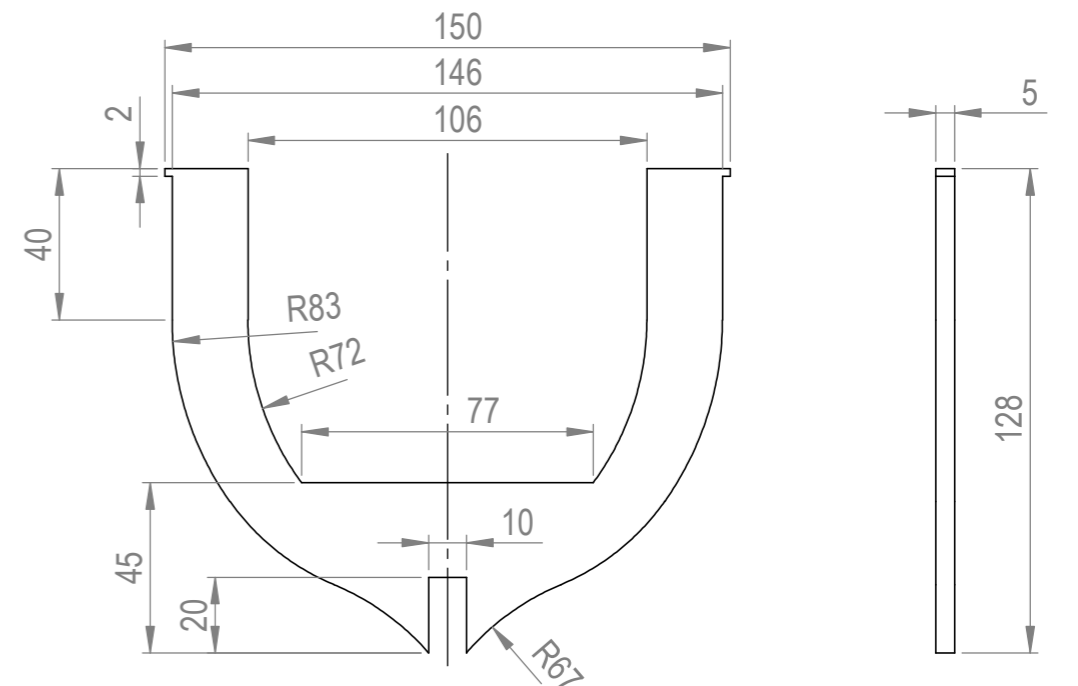
COSTILLA CON SOPORTES



COSTILLA 2

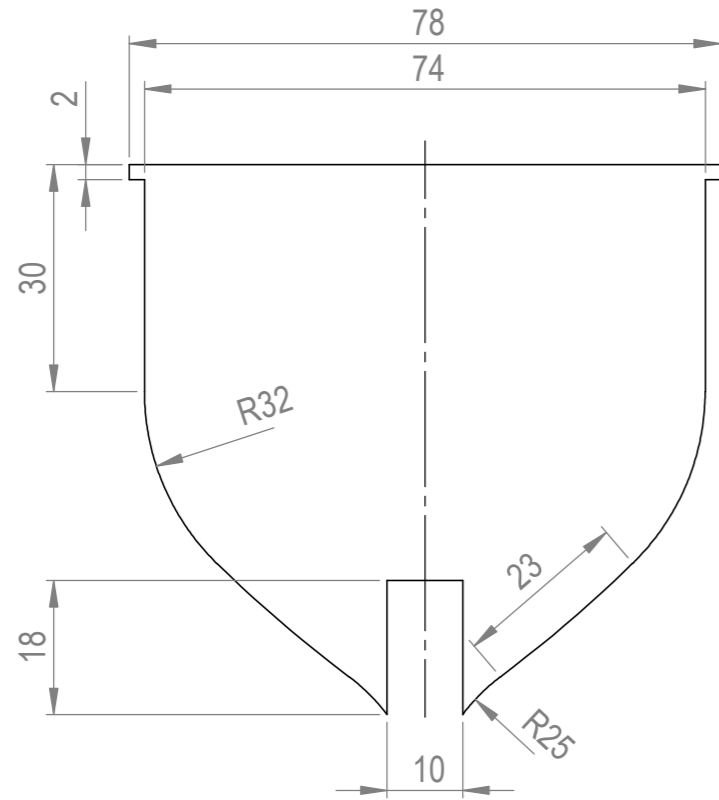


COSTILLA 3

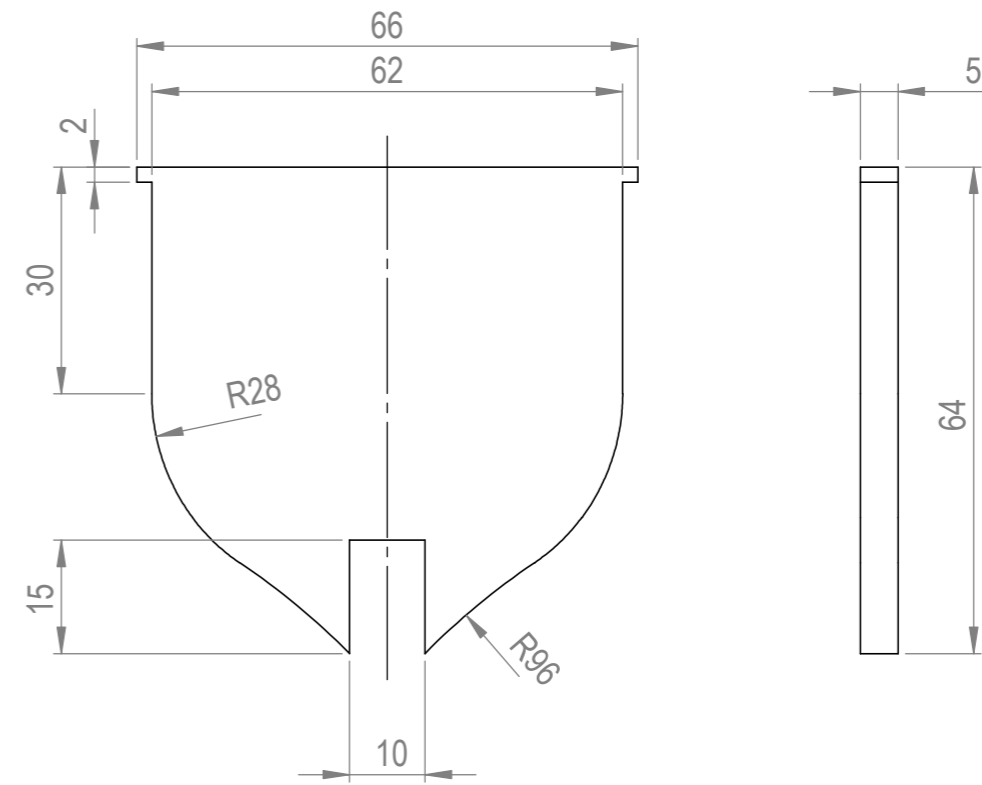


PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI			FIRMA	
PLANO: COSTILLAS 1-3				
MATERIAL: MDF		ESPESOR: 5 mm		
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI		A3	ESCALA	Nº PLANO
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	1:2	21

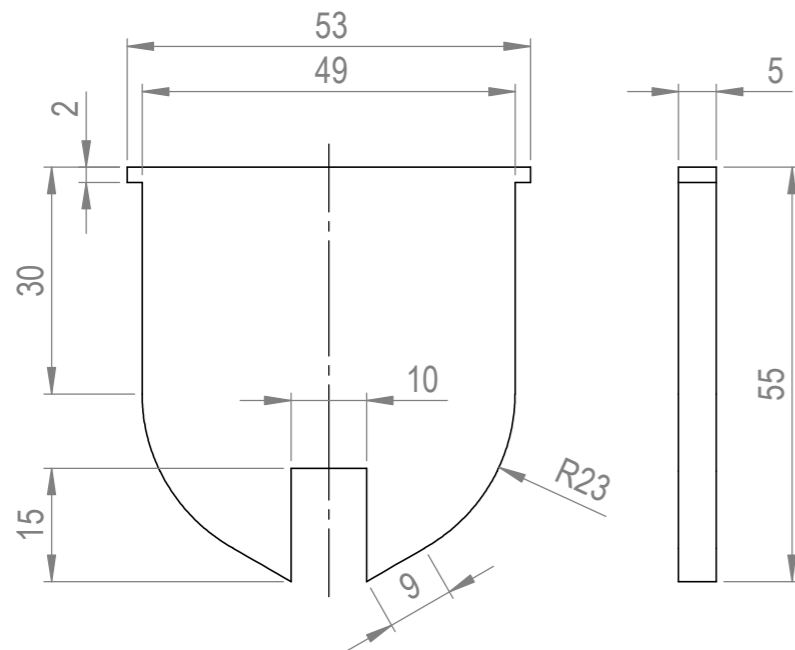
COSTILLA 4



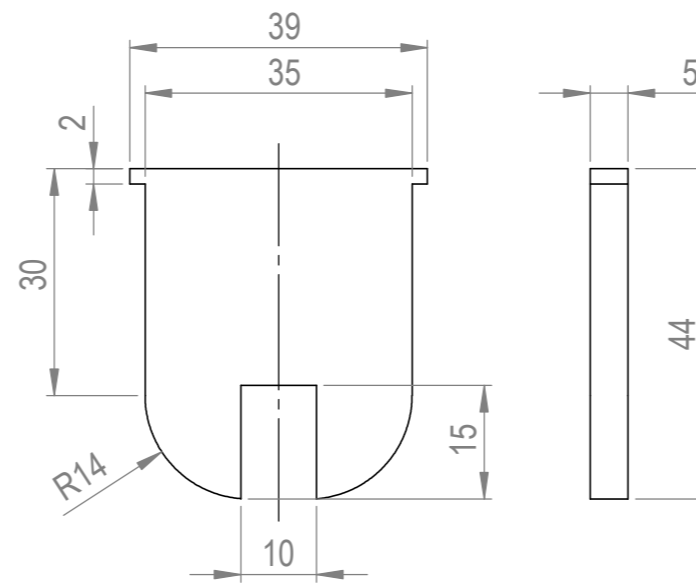
COSTILLA 5



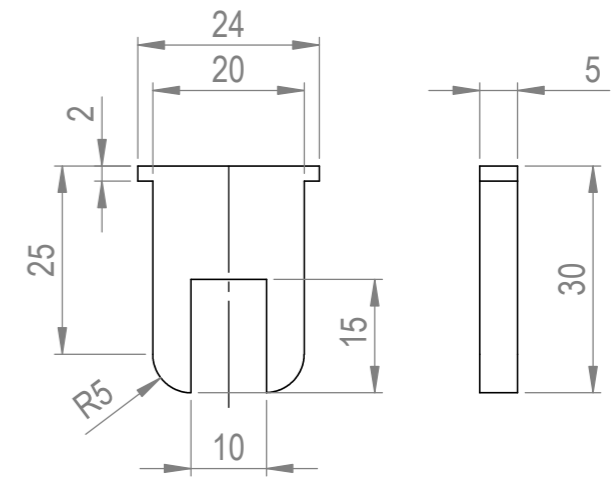
COSTILLA 6



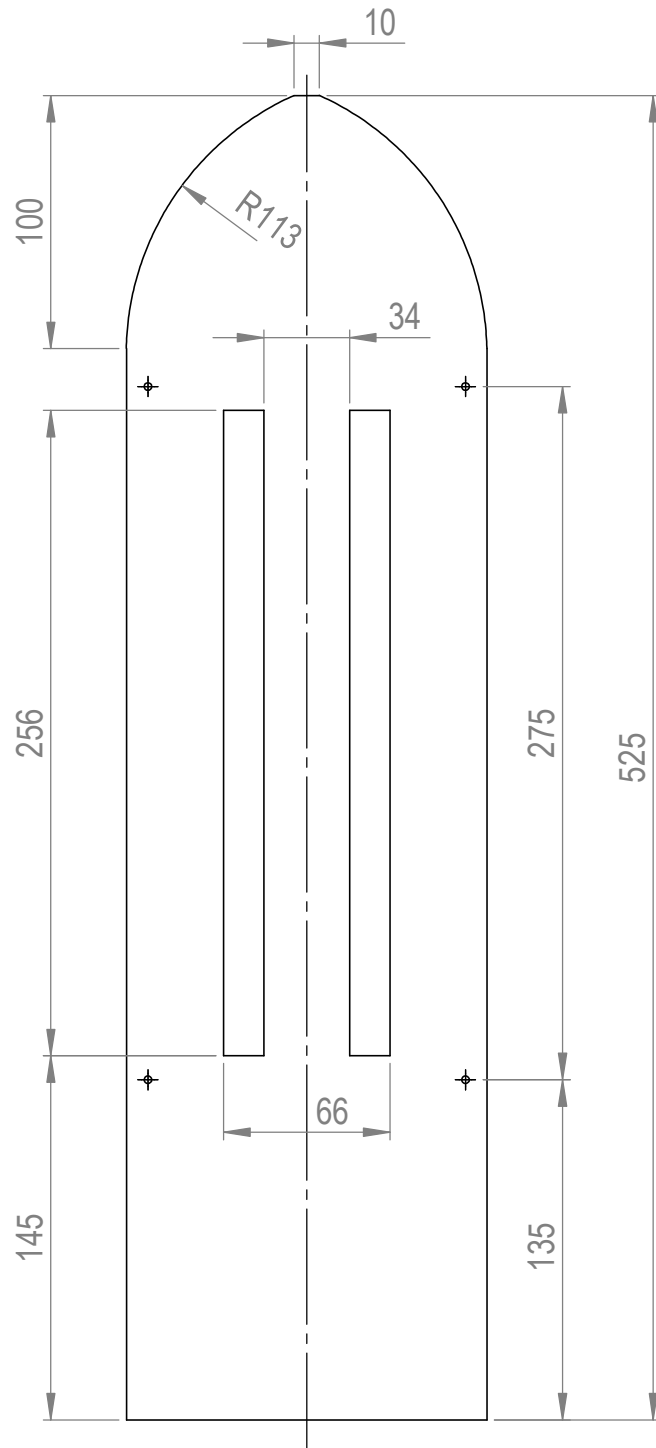
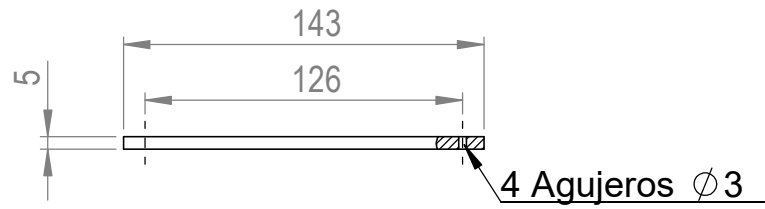
COSTILLA 7



COSTILLA 8



PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: COSTILLAS 4-8				
MATERIAL: MDF		ESPESOR: 5 mm		Nº PLANO 22
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A3	
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	ESCALA 1:1	



ESCALA 1:10

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

FIRMA

PLANO: CUBIERTA COMPLETA

MATERIAL: MDF

ESPESOR: 5 mm

Nº PLANO

NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI

A4

ESCALA

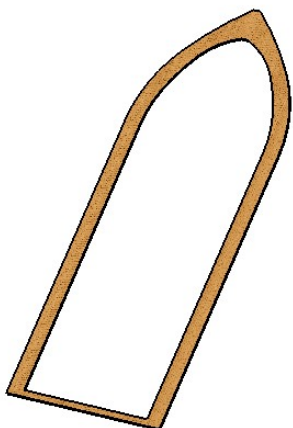
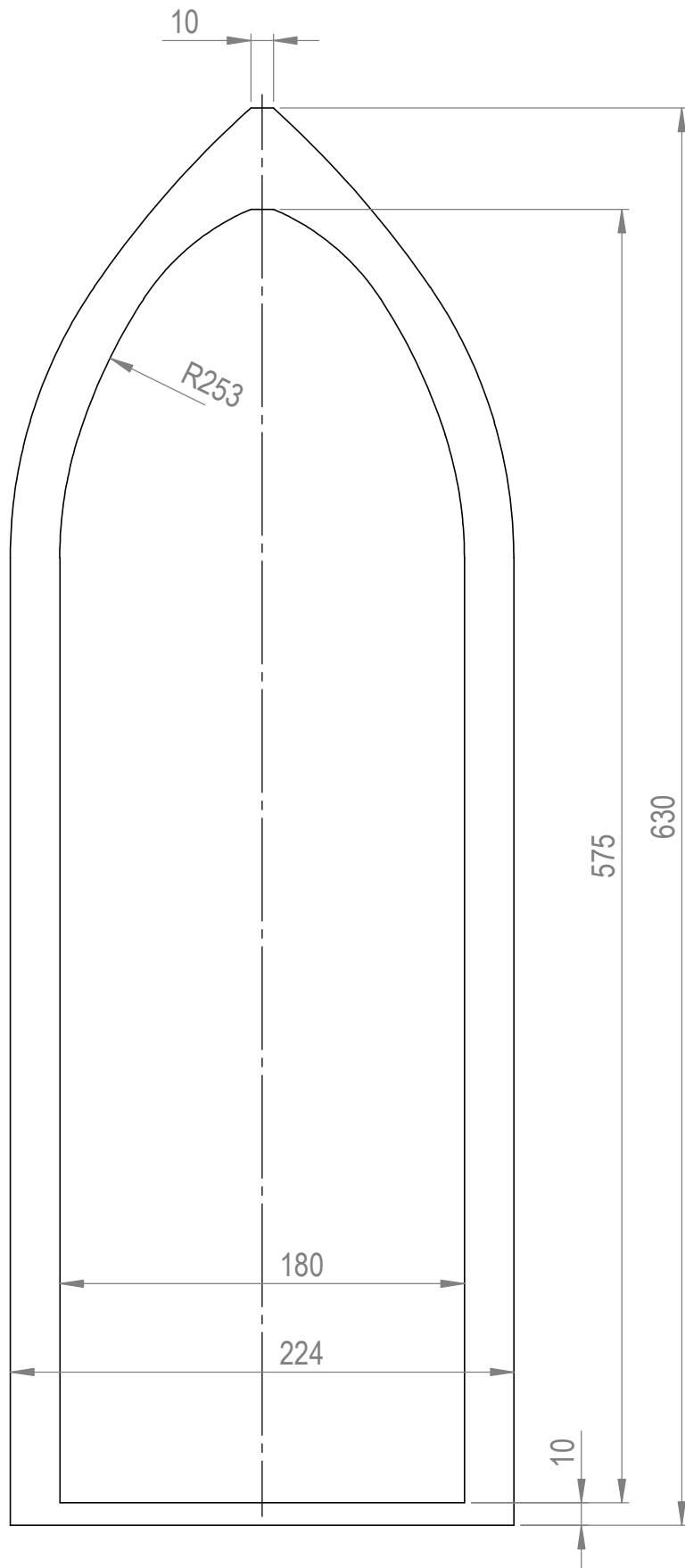
23

E.T.S.I.I.T.


UPNA

FECHA: 07/06/2020

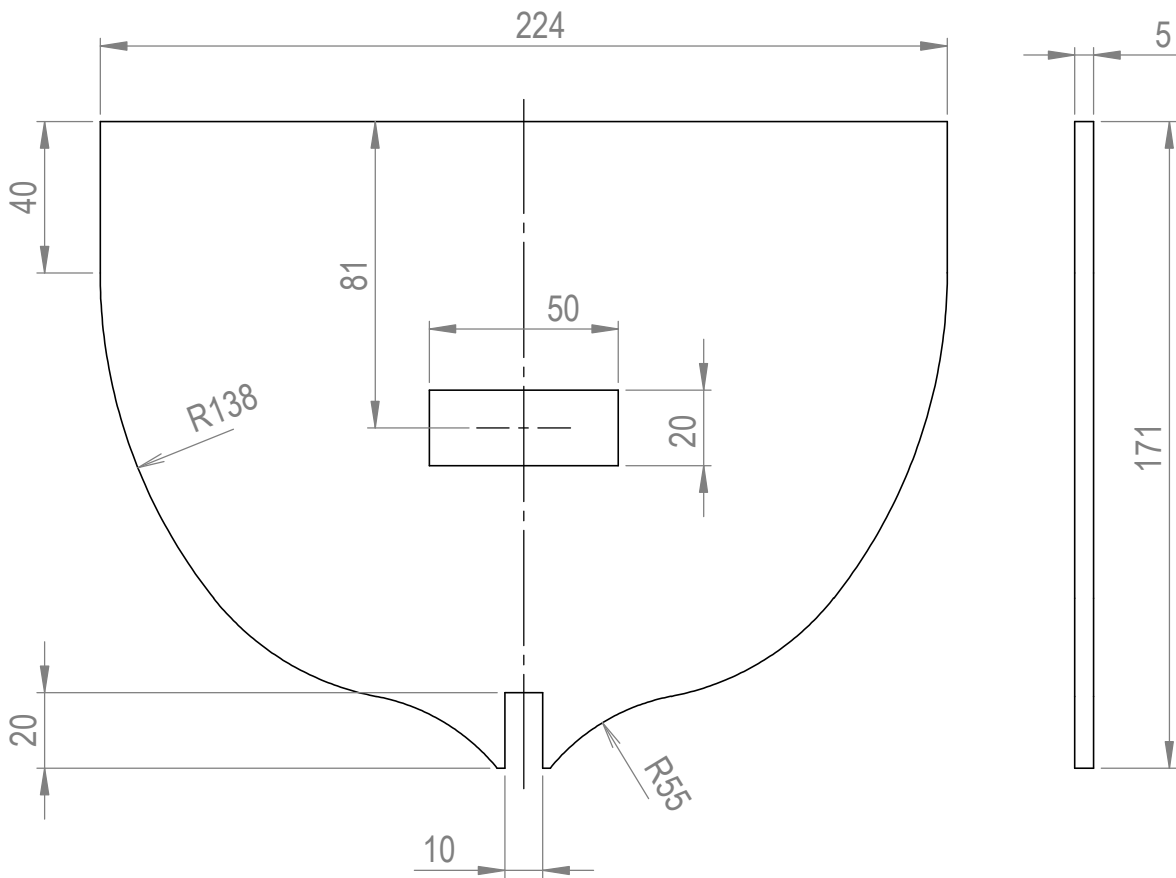
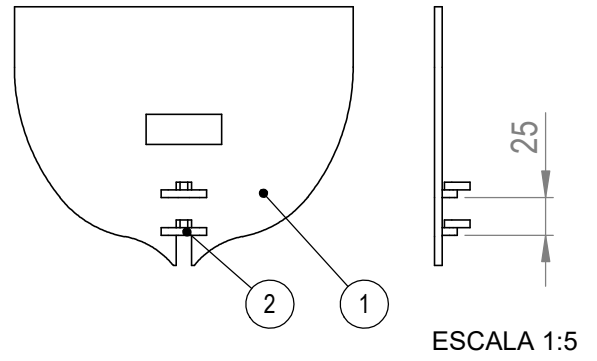
1:3



ESCALA 1:10

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI			FIRMA
PLANO: TAPA SUPERIOR			
MATERIAL: MDF	ESPESOR: 3 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI	A4	ESCALA	24
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	

1:3



ESCALA 1:5

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPESOR	CANTIDAD
1	TAPA TRASERA	MDF	5 mm	1
2	BISAGRA			2

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

FIRMA

PLANO: TAPA TRASERA

MATERIAL: MDF

ESPESOR: 5 mm

Nº PLANO

NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI

A4

ESCALA

25

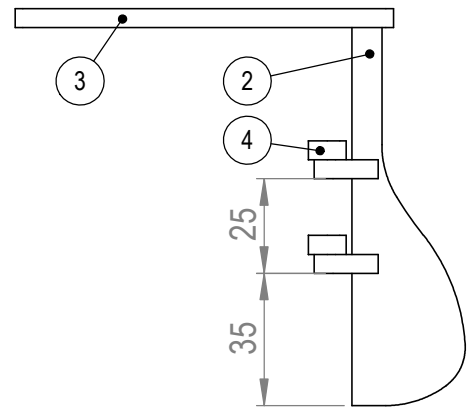
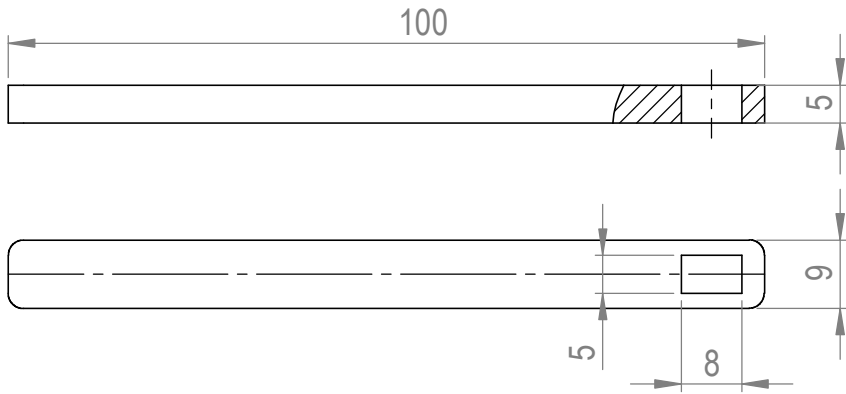
E.T.S.I.I.T.

UPNA

FECHA: 07/06/2020

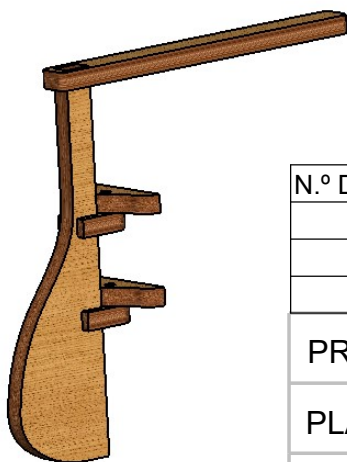
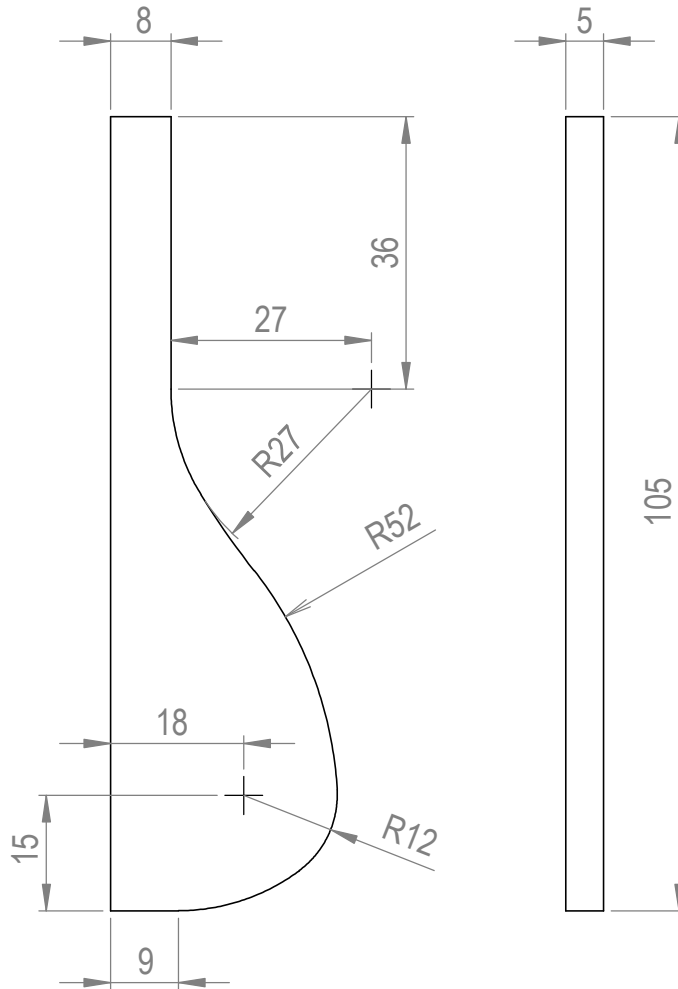
1:2

PIEZA 3



ESCALA 1:2

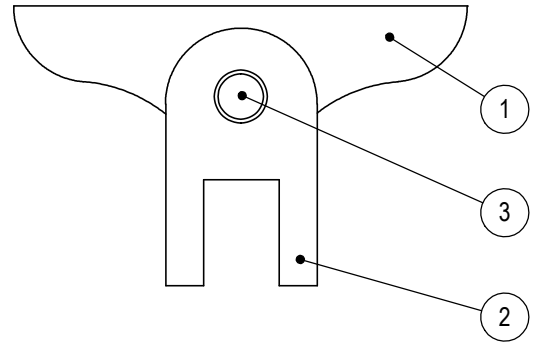
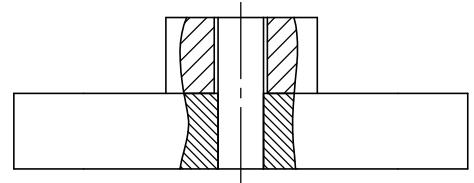
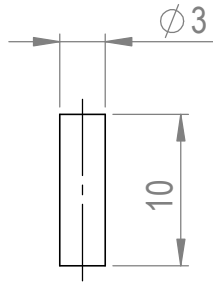
PIEZA 2



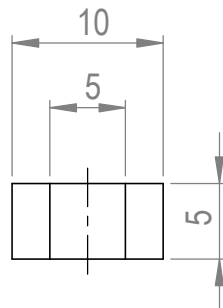
ESCALA 1:2

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPESOR	CANTIDAD
1	BISAGRA		10 mm	2
2	PALA DE TIMON	MDF	5 mm	1
3	CAÑA	MDF	5 mm	1
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: TIMÓN				
MATERIAL: MDF		ESPESOR: 5 mm		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	26
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	ESCALA 1:1	

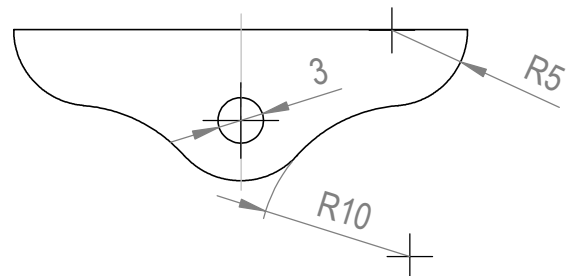
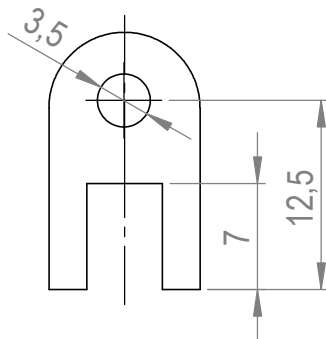
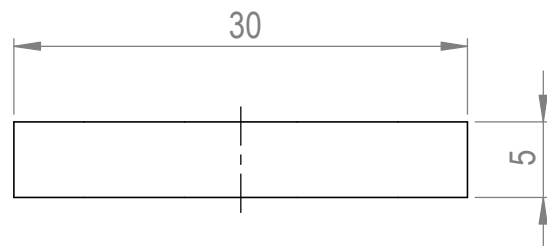
PIEZA 3



PIEZA 2



PIEZA 1



ESCALA 1:1

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	BISAGRA INTERIOR	MDF	5 mm	1
2	BISAGRA EXTERIOR	MDF	5 mm	1
3	BISAGRA UNION	BAMBÚ		1

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI

FIRMA

PLANO: BISAGRA

MATERIAL:

ESPEJOR: 10 mm

Nº PLANO

NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI

A4

ESCALA

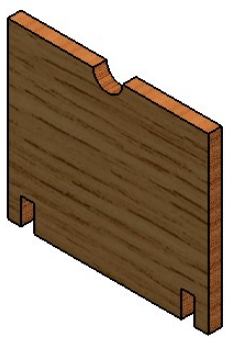
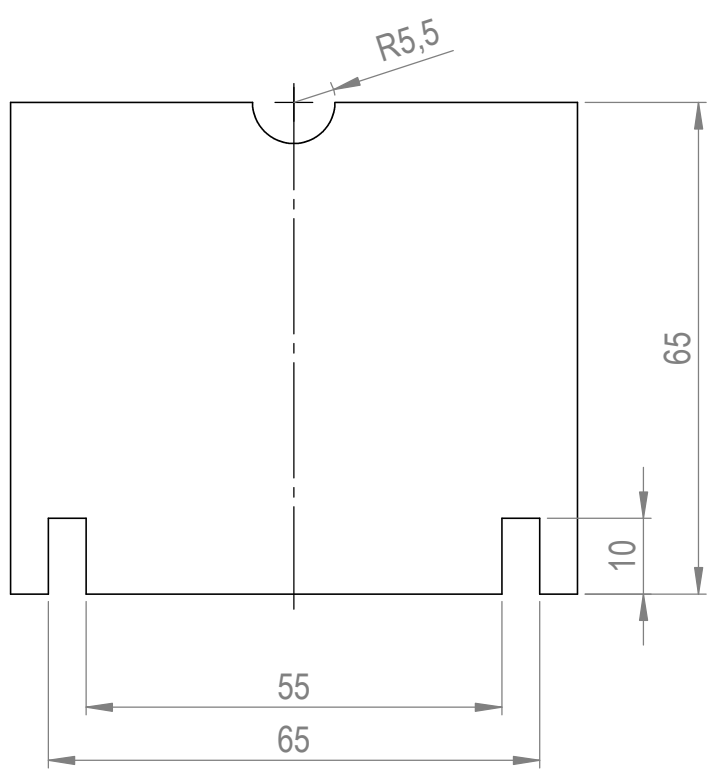
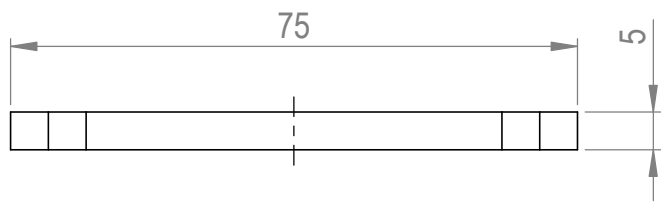
E.T.S.I.I.T.

UPNA

FECHA: 07/06/2020

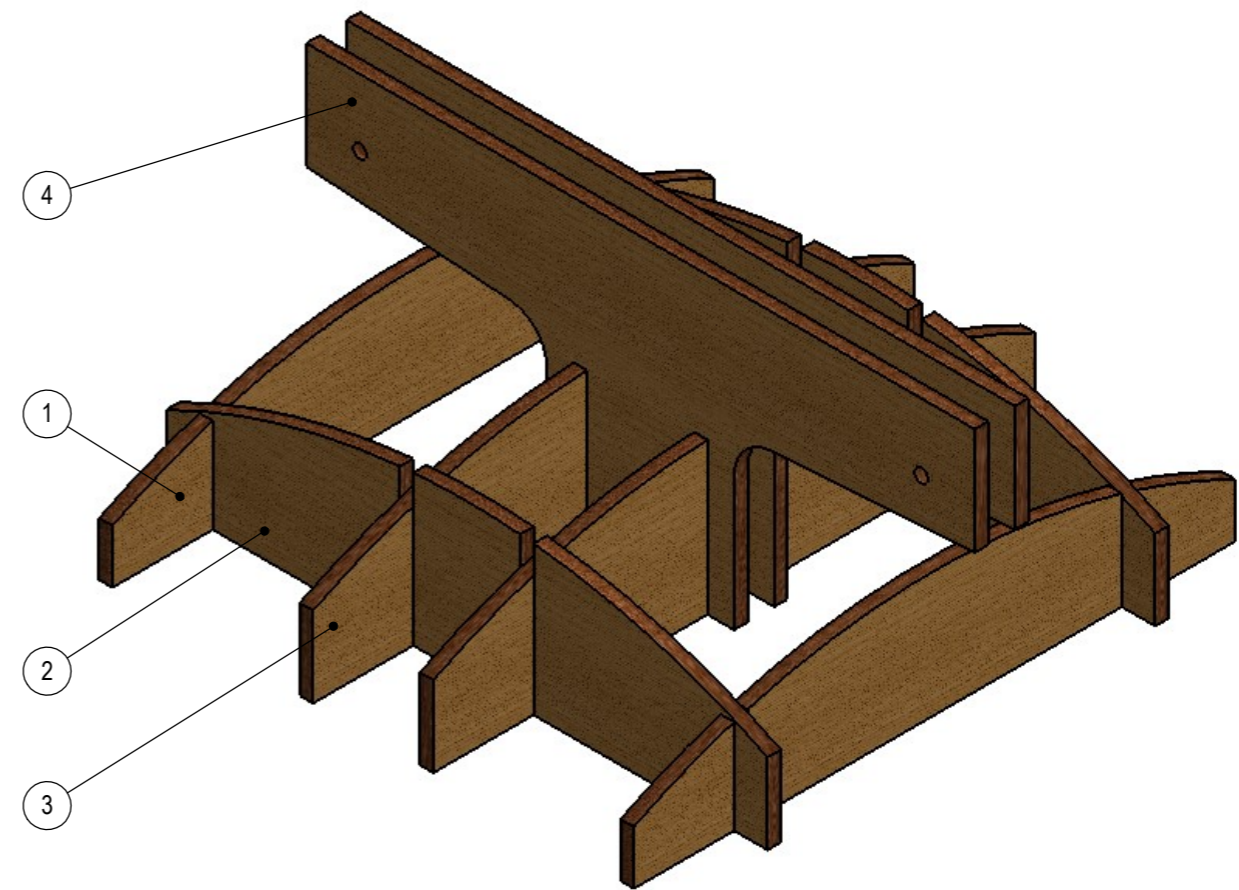
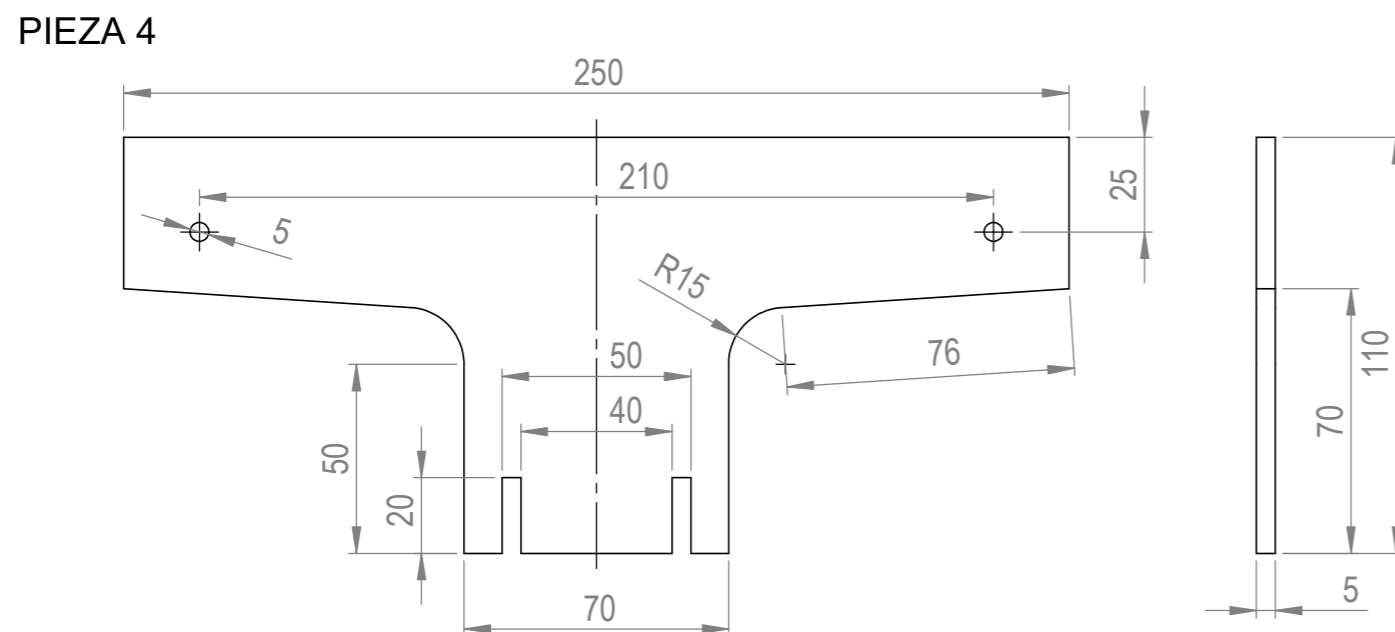
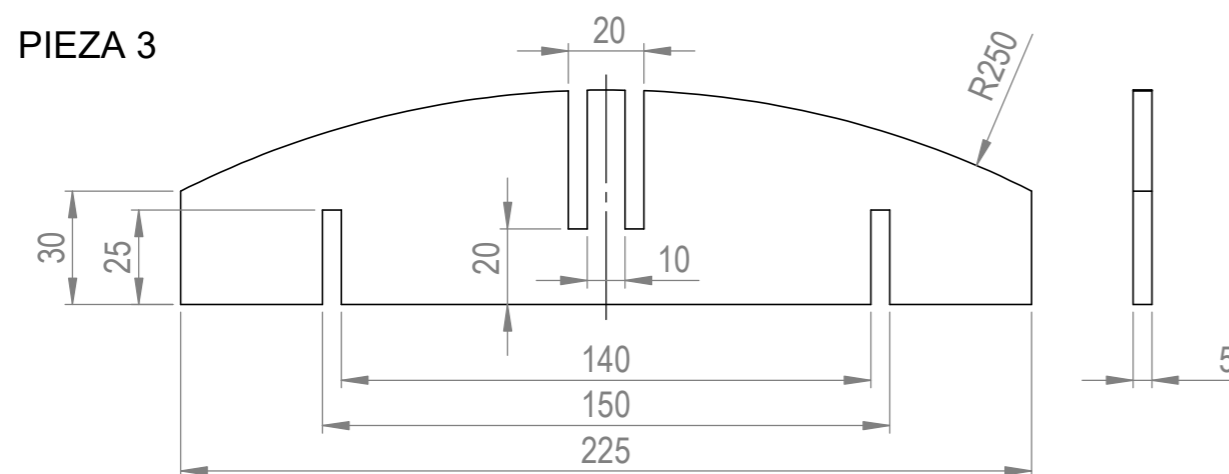
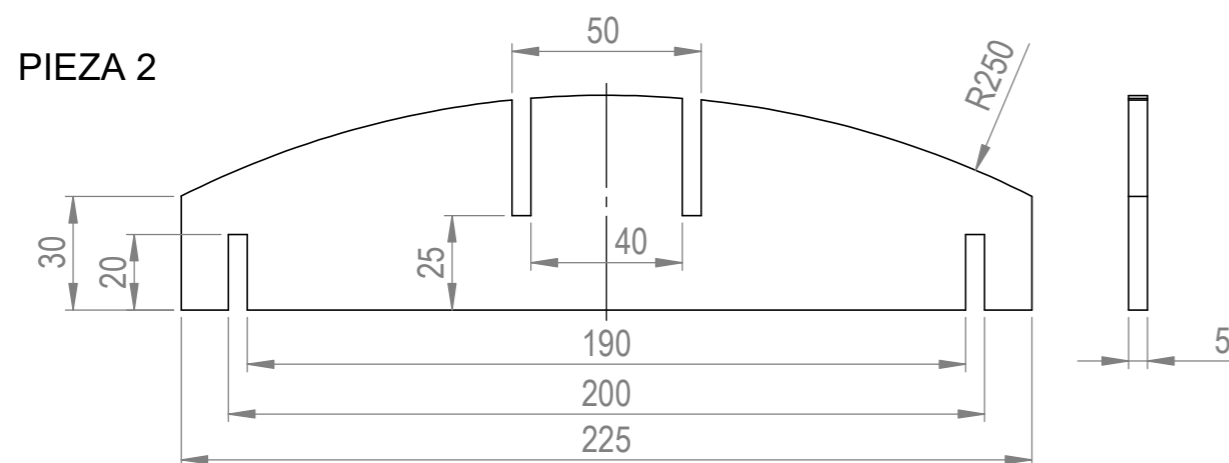
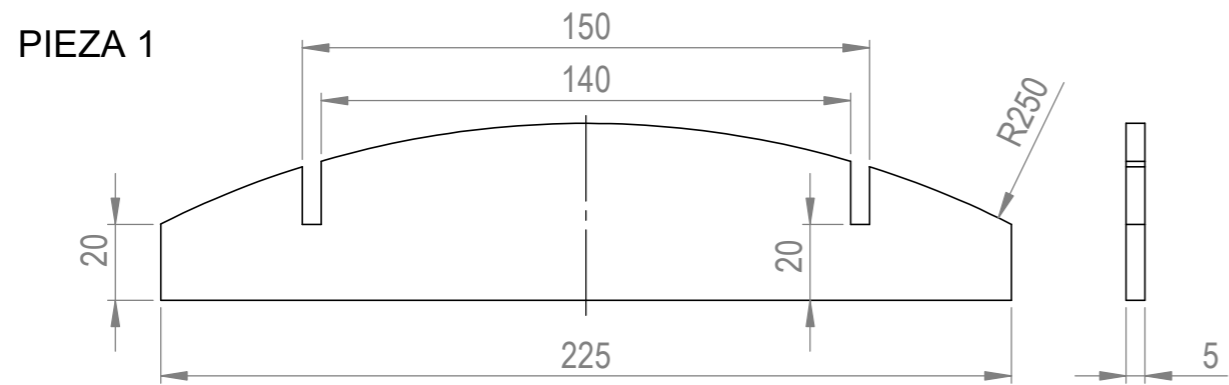
2:1

27



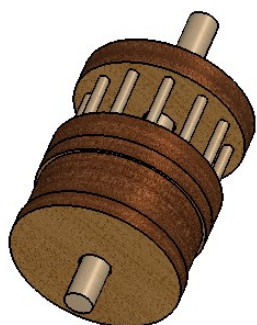
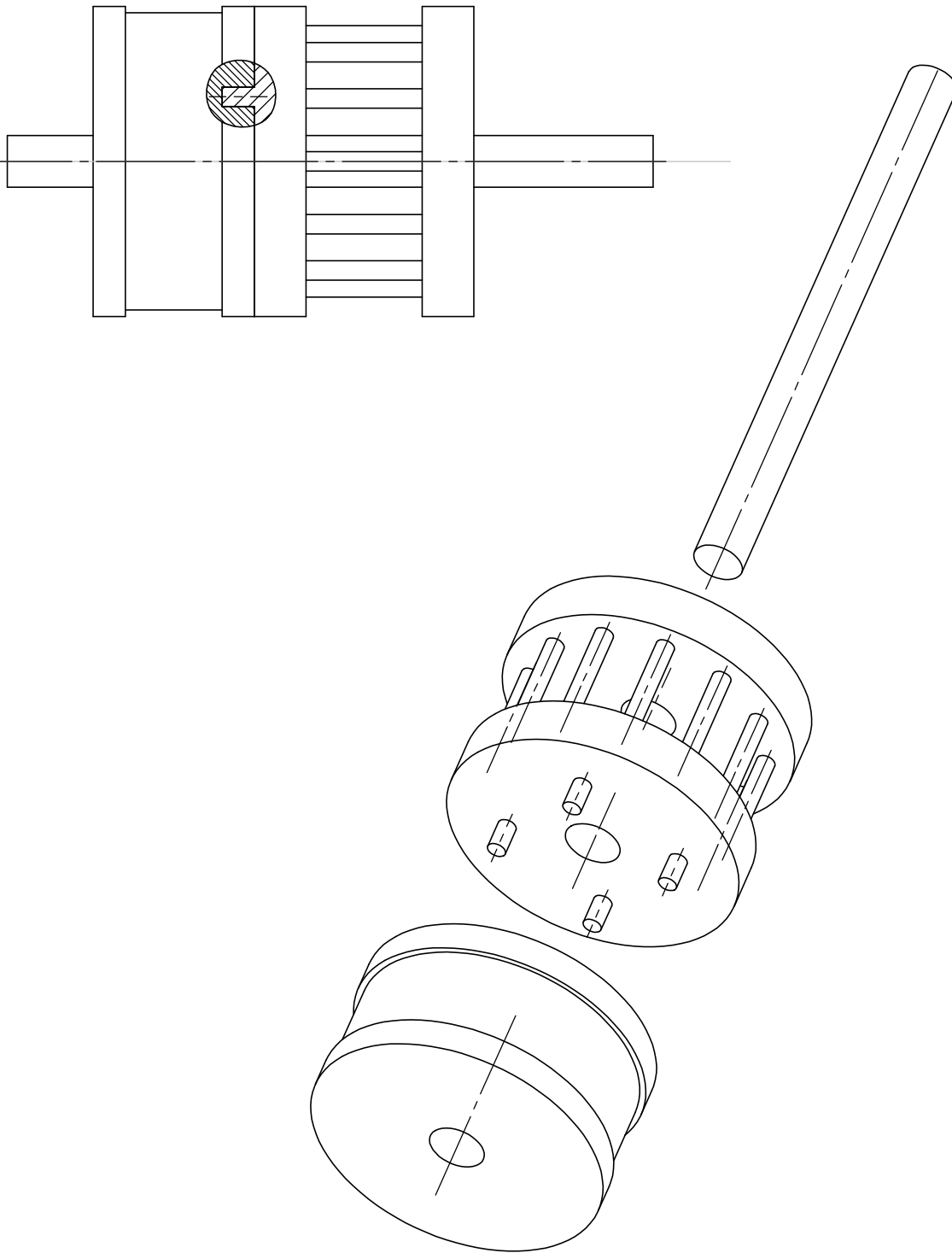
ESCALA 1:2

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA	
PLANO: SOPORTE EJE 3					
MATERIAL: MDF		ESPESOR: 5 mm		Nº PLANO	
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI			A4	ESCALA	28
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	1:1		




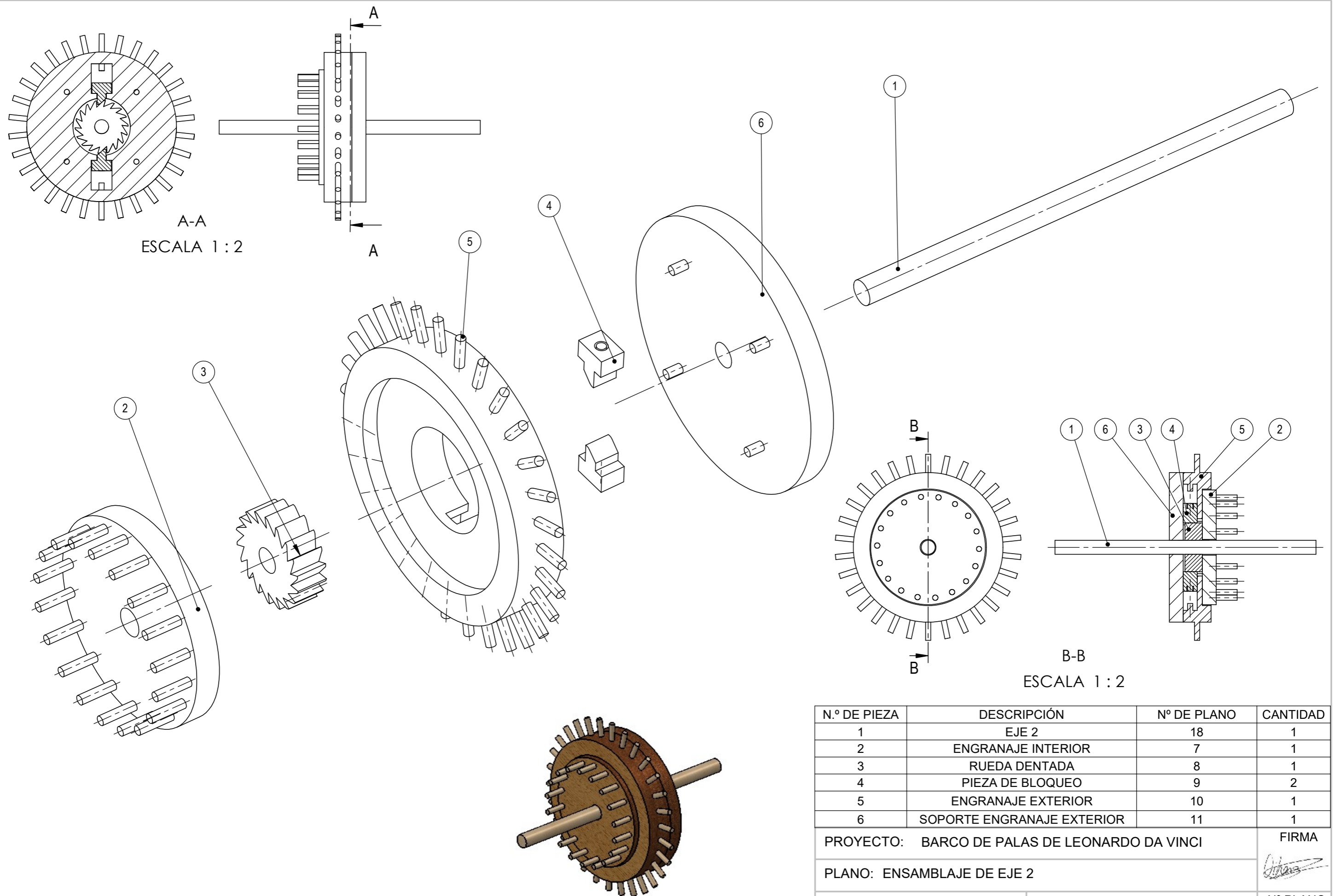
N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	ESPEJOR	CANTIDAD
1	SOP. BARCO 1	MDF	5 mm	2
2	SOP. BARCO 2	MDF	5 mm	2
3	SOP. BARCO 3	MDF	5 mm	2
4	SOP. BARCO 4	MDF	5 mm	2

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI				FIRMA
PLANO: SOPORTE DEL CASCO				
MATERIAL: MDF		ESPEJOR: A3		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI		ESCALA: 1:2		29
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020		



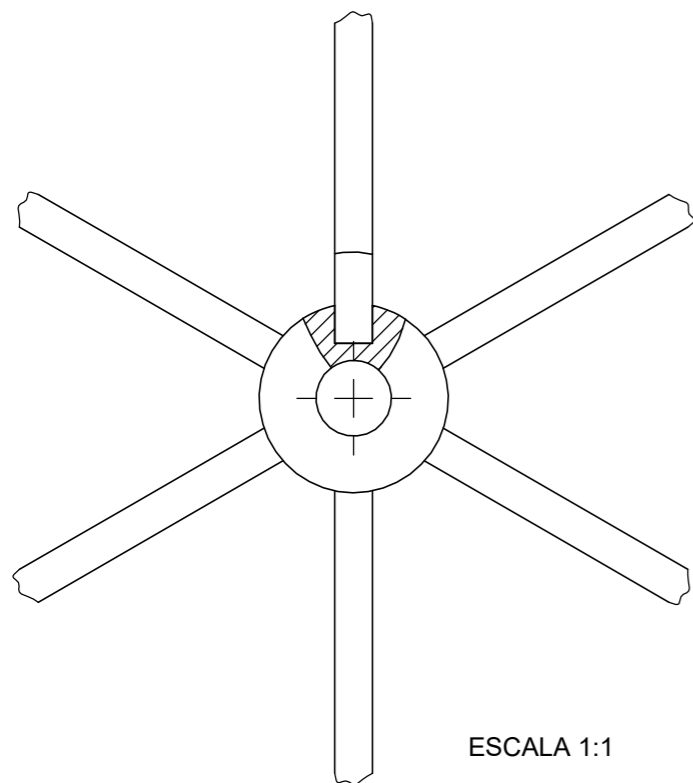
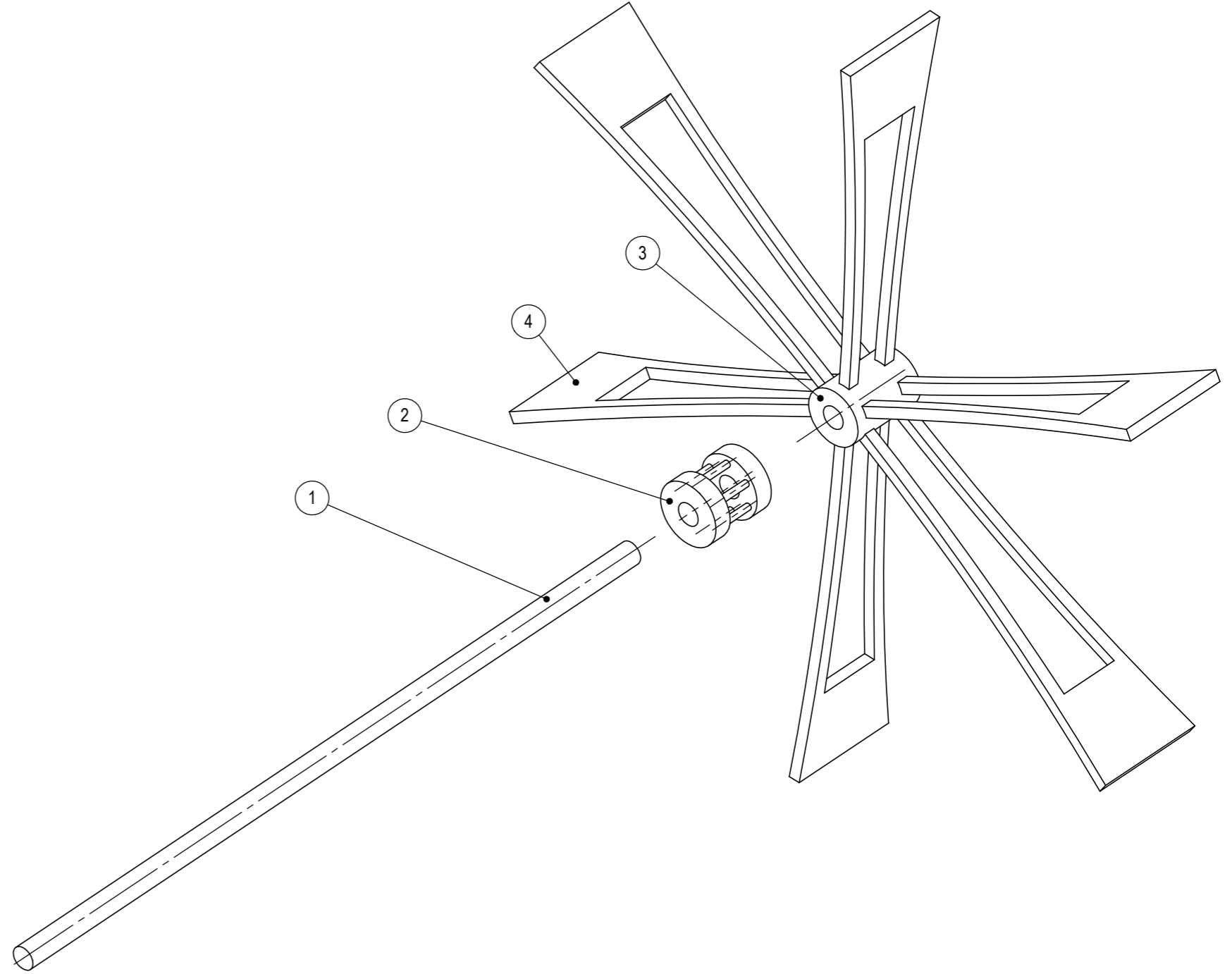
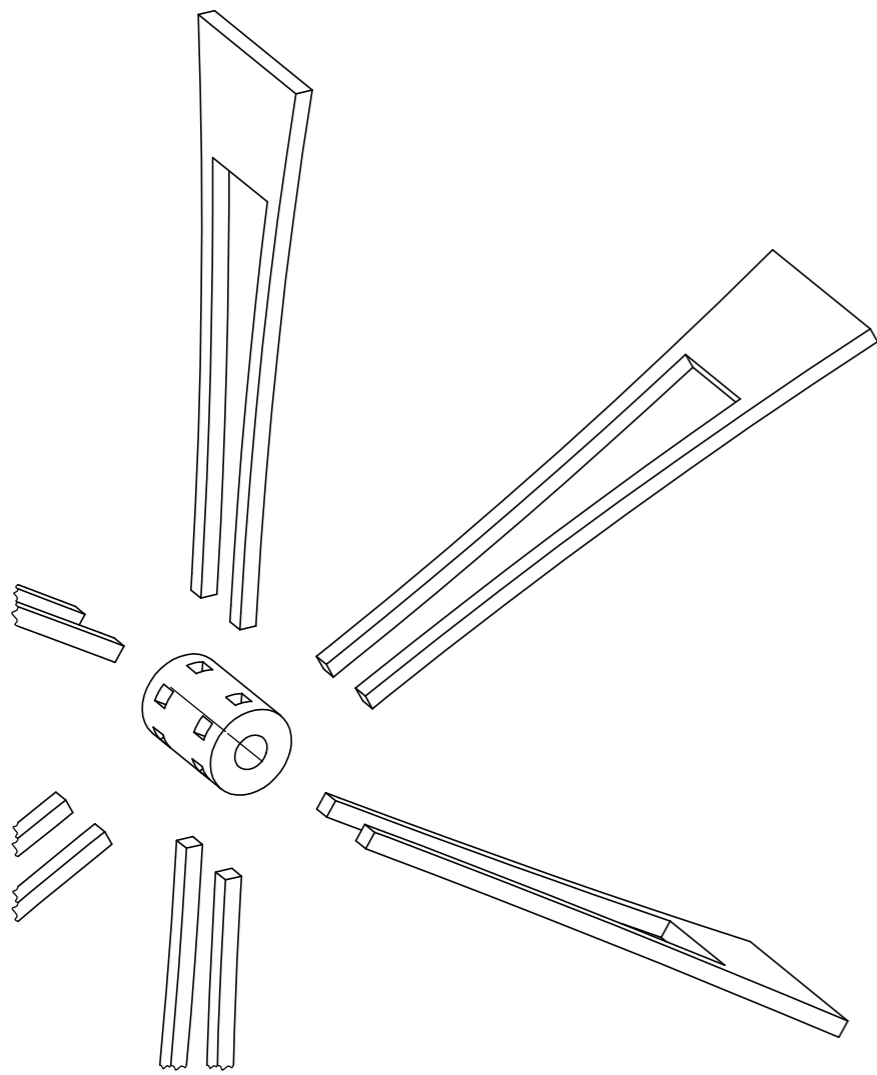
ESCALA 1:2

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO	CANTIDAD
1	EJE 1	18	1
2	EJE DE CORREA	5	1
3	ENGRANAJE CENTRAL TIPO JAULA	6	1
PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI			FIRMA
PLANO: ENSAMBLAJE DE EJE 1			
MATERIAL:		ESPESOR:	Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI		A4	30
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	
			ESCALA 1:1

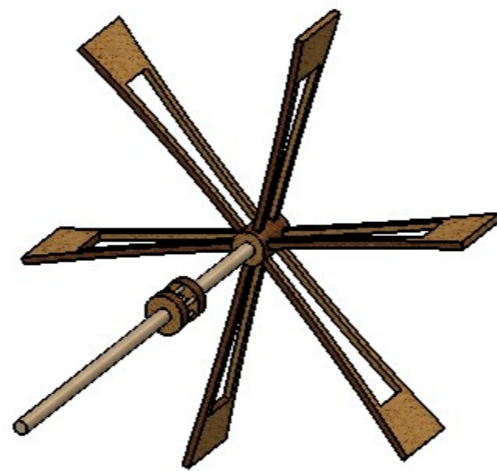


N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANO	CANTIDAD
1	EJE 2	18	1
2	ENGRANAJE INTERIOR	7	1
3	RUEDA DENTADA	8	1
4	PIEZA DE BLOQUEO	9	2
5	ENGRANAJE EXTERIOR	10	1
6	SOPORTE ENGRANAJE EXTERIOR	11	1

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI			FIRMA
PLANO: ENSAMBLAJE DE EJE 2			
MATERIAL:	ESPESOR:		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI	A3	ESCALA	31
E.T.S.I.I.T. UPNA	FECHA: 09/06/2020	1:1	



ESCALA 1:1



ESCALA 1:5

N.º DE PIEZA	DESCRIPCIÓN	Nº DE PLANOS	CANTIDAD
1	EJE 3	18	1
2	ENGRANAJE SUPERIOR TIPO JAULA	12	1
3	SOPORTE DE PALAS	13	1
4	PALA	14	6

PROYECTO: BARCO DE PALAS DE LEONARDO DA VINCI			FIRMA
PLANO: ENSAMBLAJE DE EJE 3			
MATERIAL:	ESPESOR:		Nº PLANO
NOMBRE: OIHANE MUNARRIZ GOÑI	A3	ESCALA	32
E.T.S.I.I.T.	UPNA	FECHA: 07/06/2020	