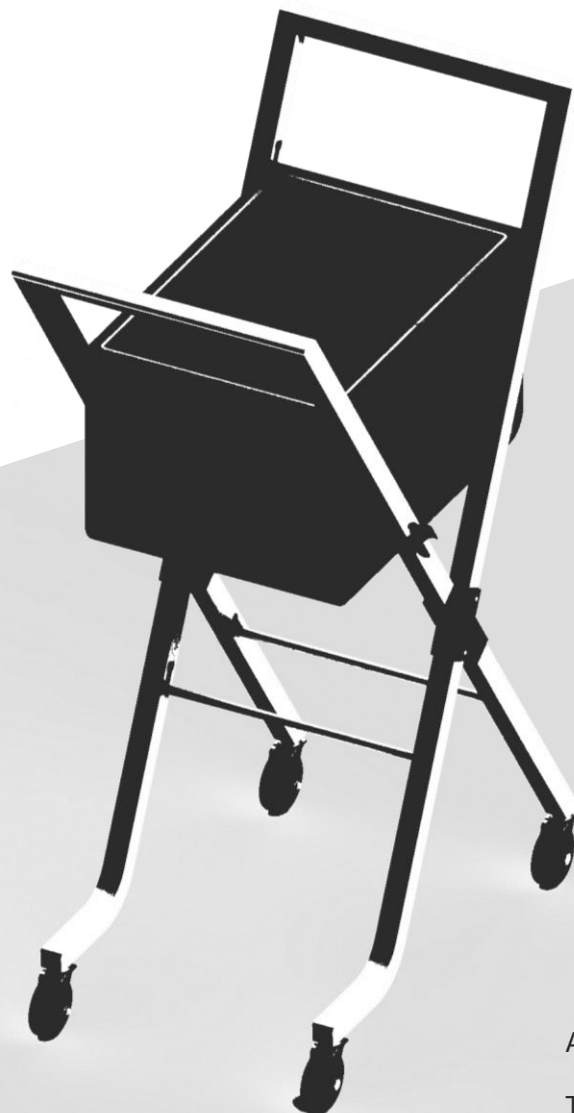


REDISEÑO DE UNA CESTA DE PELOTAS PARA TENIS

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

Octubre 2022



Autor: Joan Gavilà Martínez

Tutora: Cristina Rebollo Santamaría

ÍNDICE GENERAL

Memoria

1. OBJETIVO	13
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. ALCANCE	14
4. ANTECEDENTES	15
4.1. CESTAS SIMPLES	15
4.2. CESTAS CON RUEDAS	17
4.3. PATENTES	20
4.4. CONCLUSIONES Y JUSTIFICACIÓN DE LOS ANTECEDENTES	20
5. NORMATIVA Y REFERENCIAS	20
5.1. NORMATIVA	21
5.2. BIBLIOGRAFÍA	22
5.3. PROGRAMAS UTILIZADOS	24
5.4. PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	24
6. REQUISITOS DEL DISEÑO	25
6.1. OBJETIVOS	25
6.2. SIMPLIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS	27
6.3. CLASIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS	32
6.4. METODOLOGÍA CREATIVA - SCAMPER	34
7. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES	35
7.1. PROPUESTAS DE DISEÑO	35
7.2. SELECCIÓN PROPUESTA DE DISEÑO	40
7.3. CONCLUSIONES	47
8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	48
8.1. CÁLCULO DE EXCLUSIÓN	48
8.2. DESARROLLO ERGONÓMICO	49
8.3. DESARROLLO MECÁNICO	52

8.4. DESPIECE	55
8.5. ELEMENTOS DE UNIÓN	60
9. RESULTADOS FINALES	62
9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	62
9.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA	63
9.3. MATERIALES UTILIZADOS	65
9.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	65
9.5. DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE	66
9.6. RESULTADO FINAL	71
9.7. PLAN DE EXPLOTACIÓN Y VENTAS	74
10. PLANIFICACIÓN	77
10.1. GANTT	77
10.2. CONCLUSIONES	79
 ANEXO	
1. ESTUDIO DE EXCLUSIÓN	85
1.1. RESULTADOS OBTENIDOS	86
1.2. CONCLUSIONES	89
2. ESTUDIO ERGONÓMICO	90
2.1. ALTURA MÁXIMA DE LA CESTA	90
2.2. ALTURA MÍNIMA DE LA CESTA	91
2.3. DIÁMETRO MÁXIMO DE AGARRE	94
2.4. CONCLUSIONES	95
3. ESTUDIO MECÁNICO	96
3.1. CÁLCULOS REALIZADOS	96
3.2. CÁLCULOS VUELCO CESTA	97
3.3. CONCLUSIONES	100
4. PROCESOS DE FABRICACIÓN	100
4.1. LAMINADO DE TUBOS SIN COSTURA EN FRÍO	100
4.2. LAMINADO DE CHAPAS EN FRÍO	101

PLANOS

PLIEGO DE CONDICIONES

1. DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS	125
1.1. PIEZAS DISEÑADAS	125
1.2. PIEZAS COMERCIALES	129
2. SECUENCIA DE MONTAJE	130
3. MATERIALES	132
4. CONSIDERACIONES PARA LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN	133
4.1. TRONZADO	133
4.2. CORTE LÁSER	133
4.3. DOBLADO	134
4.4. PLEGADO	134
4.5. SOLDADURA	134

ESTADO DE MEDICIONES

1. LISTADO DE PIEZAS Y DIMENSIONES	139
1.1. PIEZAS DISEÑADAS	139
1.2. PIEZAS COMERCIALES	140
2. TIEMPO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE	141
2.1. TIEMPO DE FABRICACIÓN	141
2.2. TIEMPO DE MONTAJE	146

PRESUPUESTO

1. COSTES INICIALES	153
1.1. COSTES MATERIALES	153
1.2. COSTES PIEZAS COMERCIALES	153
1.3. COSTE MANO DE OBRA	154
1.4. COSTES DE FABRICACIÓN	155

1.5. COSTE MAQUINARIA TALLER	156
2. COSTE DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	157
3. PVP DE LA CESTA	157
4. VIABILIDAD	158
4.1. RENTABILIDAD	158
4.1.1. FLUJO DE CAJA Y VAN	159
4.1.2. PAY-BACK	160
4.1.3. TIR	160
4.2. CONCLUSIONES	161

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. OBJETIVO	13
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. ALCANCE	14
4. ANTECEDENTES	15
4.1. CESTAS SIMPLES	15
4.2. CESTAS CON RUEDAS	17
4.3. PATENTES	20
4.4. CONCLUSIONES Y JUSTIFICACIÓN DE LOS ANTECEDENTES	20
5. NORMATIVA Y REFERENCIAS	20
5.1. NORMATIVA	21
5.1.1. NORMATIVA RELACIONADA CON EL PROYECTO	21
5.1.2. NORMATIVA RELACIONADA CON LOS PLANOS DEL PROYECTO	21
5.1.3. NORMATIVA RELACIONADA CON LAS CESTAS DE TENIS	21
5.1.4. NORMATIVA RELACIONADA CON LOS MATERIALES	22
5.2. BIBLIOGRAFÍA	22
5.2.1. ASIGNATURAS DEL GRADO QUE HAN SIDO DE UTILIDAD	22
5.2.2. DOCUMENTACIÓN WEB	23
5.3. PROGRAMAS UTILIZADOS	24
5.4. PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	24
6. REQUISITOS DEL DISEÑO	25
6.1. OBJETIVOS	25
6.1.1. OBJETIVOS DEL PRODUCTO	25
6.1.2. OBJETIVOS DEL USUARIO	25
6.1.3. OBJETIVOS DEL DISEÑADOR	26
6.1.4. OBJETIVOS DEL FABRICANTE	26
6.1.5. OBJETIVOS DEL DISTRIBUIDOR	26
6.1.6. OBJETIVOS RELACIONADOS CON LA COMERCIALIZACIÓN	26
6.1.7. OBJETIVOS RELACIONADOS CON EL CICLO DE VIDA	27
6.2. SIMPLIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS	27
6.2.1. FUNCIONALIDAD	27

6.2.2. USABILIDAD	28
6.2.3. ESTÉTICA	29
6.2.4. RESISTENCIA	29
6.2.5. SEGURIDAD	30
6.2.6. PRODUCCIÓN	30
6.2.7. SOSTENIBILIDAD	31
6.2.8. COMERCIALIZACIÓN	31
6.3. CLASIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS	32
6.4. METODOLOGÍA CREATIVA - SCAMPER	34
7. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES	35
7.1. PROPUESTAS DE DISEÑO	35
7.1.1. PROPUESTA 1	35
7.1.2. PROPUESTA 2	37
7.1.3. PROPUESTA 3	38
7.2. SELECCIÓN PROPUESTA DE DISEÑO	40
7.2.1. ESPECIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS	40
7.2.2. MÉTODO CUALITATIVO – DATUM	44
7.2.3. MÉTODO CUANTITATIVO - PONDERACIÓN DE OBJETIVOS	45
7.3. CONCLUSIONES	47
8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA	48
8.1. CÁLCULO DE EXCLUSIÓN	48
8.2. DESARROLLO ERGONÓMICO	49
8.3. DESARROLLO MECÁNICO	52
8.4. DESPIECE	55
8.4.1. RUEDA	56
8.4.2. PATA DERECHA PLEGABLE	56
8.4.3. PATA IZQUIERDA PLEGABLE	56
8.4.4. ASA DERECHA	57
8.4.5. ASA IZQUIERDA	57
8.4.6. AGARRE FRONTAL	57
8.4.7. PATA DERECHA	58
8.4.8. PATA IZQUIERDA	58
8.4.9. SOPORTE	58
8.4.10. ASA DERECHA PLEGABLE	59
8.4.11. ASA IZQUIERDA PLEGABLE	59
8.4.12. CESTO	59

8.4.13. AGARRE POSTERIOR	60
8.5. ELEMENTOS DE UNIÓN	60
8.5.1. CLIP BOTÓN DE RESORTE	60
8.5.2. CLIP BOTÓN CON MUELLE	60
8.5.3. SOPORTE RAQUETA	61
8.5.4. CLIP BOTÓN DOBLE	61
8.5.5. ADHESIVO ARALDITE 2022-1	61
9. RESULTADOS FINALES	62
9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL	62
9.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA	63
9.3. MATERIALES UTILIZADOS	65
9.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN	65
9.4.1. TUBOS ACERO INOXIDABLE 304	65
9.4.2. CHAPA ACERO INOXIDABLE 304	65
9.5. DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE	66
9.6. RESULTADO FINAL	71
9.7. PLAN DE EXPLOTACIÓN Y VENTAS	74
10. PLANIFICACIÓN	77
10.1. GANTT	77
10.2. CONCLUSIONES	79

1. OBJETIVO

Las cestas de pelotas para tenis surgieron de la premisa de crear una forma más sencilla y práctica de transportar y utilizar un gran volumen de pelotas. Hoy en día es un producto que se ha vuelto imprescindible tanto dentro como fuera de las pistas, pero que no termina de satisfacer las necesidades de los usuarios debido a su difícil manejo.

Con esta problemática en mente, se pretende solucionar las deficiencias que presentan los modelos de cestas que se comercializan en la actualidad. Por ello, este proyecto se va a centrar en el rediseño de una cesta de pelotas de tenis que cubra estas necesidades y permita que todo tipo de usuario pueda utilizarla de forma sencilla.

A consecuencia de este objetivo principal, se proponen los siguientes objetivos secundarios:

- Propuesta de diseño de una estructura robusta y estable.
- Propuesta de diseño de una estructura plegable y desmontable.
- Revisión de los métodos existentes para la regulación de la altura.
- Propuesta de diseño de unas asas incorporadas en la estructura de la cesta.
- Propuesta de diseño de un enganche para colocar la raqueta.

De este modo, se busca implementar estos objetivos en el rediseño a desarrollar, con el objetivo de obtener como resultado una cesta funcional, práctica e inclusiva, pudiendo ser utilizada por todo tipo de usuarios.

2. JUSTIFICACIÓN

Las cestas de pelotas para tenis son productos que llevan en el mercado desde los años 70 y que han experimentado poca evolución en todo este tiempo. Los modelos que se comercializan en la actualidad son poco funcionales, inclusivos y poco prácticos de utilizar.

Este tipo de producto se utiliza para almacenar y transportar las pelotas de tenis que se van a utilizar durante las sesiones de entrenamiento, aunque actualmente empieza a haber modelos que permiten guardar material deportivo como conos, aros o escaleras de agilidad. Tanto niños como adultos utilizan a diario las cestas para almacenar las pelotas durante las clases, aunque estos últimos son los encargados de transportarla, debido al peso y la poca estabilidad que suelen tener (Fig. 1 y 2). Es frecuente ver cómo las cestas se tambalean frente al mínimo movimiento cayendo al suelo, así como

resultan incómodas de transportar tanto dentro como fuera de la pista. Del mismo modo son poco prácticas de utilizar para los niños pequeños y personas en sillas de ruedas, que no terminan de poder alcanzar las pelotas de dentro de la cesta debido a su altura. A su vez, no contemplan la posibilidad de enganchar alguna raqueta o material deportivo como los conos, de modo que el usuario termina poniendo todo encima de la cesta intentando que no se caiga durante el trayecto a la pista.

De esta forma, tras analizar el mercado y observar las distintas problemáticas que presentan este tipo de productos, se ha optado por crear un modelo de cesta que los solucione, de modo que todo tipo de usuario pueda utilizarla sin esfuerzo y preocupación.

3. ALCANCE

Para llevar a cabo este proyecto, se va a empezar por recopilar información sobre el contexto e historia de las cestas de tenis, los modelos de cestas existentes en el mercado, así como la normativa que deben cumplir.

Posteriormente se van a seguir las diversas etapas de diseño, definiendo los objetivos y las especificaciones, con tal de generar distintas soluciones y seleccionar la alternativa idónea, haciendo uso de las metodologías de diseño. Con esto definido, se va a desarrollar el diseño conceptual de la propuesta seleccionada siguiendo alguna de las propuestas de diseño actuales, además de analizar los distintos materiales, piezas, apoyos y uniones necesarias en la construcción del producto. (Apartado 1 del pliego de condiciones).

También se van a contemplar las diversas especificaciones de la normativa UNE, los procesos de ensamblado, fabricación, los costes detallados de producción y los planos necesarios para su fabricación.



Fig. 1. Empleo cesta tenis.



Fig. 2. Detalle cesta tenis.

4. ANTECEDENTES

La cesta de tenis fue inventada en 1968 por Jake Stap (Fig. 3), quien tras muchos años jugando al tenis y recogiendo las pelotas, tuvo la idea de crear una cesta con barras de alambre rígido donde poder almacenar una gran cantidad de ellas. De este modo, podía estar jugando más tiempo al tenis sin la necesidad de estar recogiendo las pelotas todo el rato, además de poder transportarlas con mayor facilidad.

No fue hasta mediados de la década de los 70, que con el auge del tenis a nivel mundial ganó fama este producto y se empezó a producir en masa.

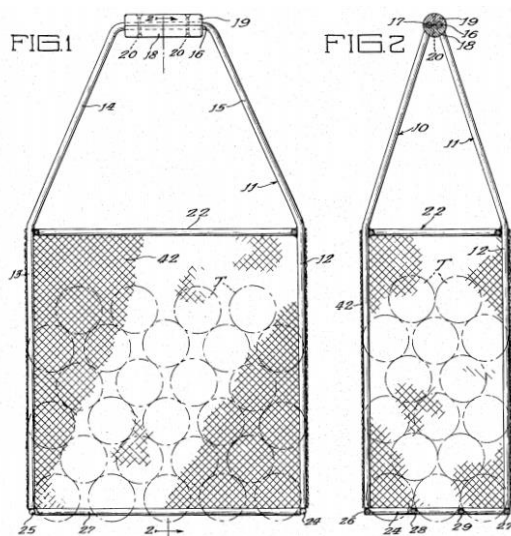


Fig. 3. Patente de Jake Stap.

Hoy en día, la mayoría de las cestas que se comercializan tienen unos diseños bastante similares, aunque se distinguen entre los modelos simples y los que utilizan ruedas.

4.1. CESTAS SIMPLES

Los modelos más simples de las cestas poseen un chasis bastante ligero, pero poco estable y práctico. Al tener dos patas tan finas y con tan poco contacto con el suelo, este tipo de cesta se balancea al mínimo golpe o impacto, terminando en el suelo la mayoría de las veces. Este tipo de patas con el paso del tiempo se deterioran y terminan teniendo holgura, de modo que es normal que las patas terminen abriéndose y dificultando más si cabe el uso de la cesta (Fig. 4).

Por otra parte, este tipo de cesta está pensada para transportarse volteando las patas, de modo que proporcione un agarre. Este agarre es poco práctico porque al voltear las patas se incrementa la altura de la cesta, por tanto, al transportarla va chocando con el suelo y el usuario, para evitar esto, termina levantando el brazo en exceso (Fig. 5). Además, el agarre resulta incómodo puesto que no tiene el suficiente grosor, haciendo una excesiva presión en los dedos debido a que el peso de la cesta se ha visto

incrementado al llevar las pelotas. Sin dejar de lado que suele estar sucio y poco higiénico puesto que, durante el desempeño de la cesta, esta se apoya en el suelo de la pista. Además de todo esto, uno de los mayores inconvenientes es lo incómodo y costoso que resulta fijar las patas en este tipo de posición, puesto que poseen un pequeño enganche del que las patas se suelen salir. De modo que se opta por transportar la cesta simplemente alzándola del suelo y cogiéndola por los laterales.



Fig. 4. Posición de uso cesta Artengo.



Fig. 5. Posición de transporte cesta Artengo.

Otro de los principales inconvenientes que tienen estas cestas es la estructura donde se alojan las pelotas y el tipo de cierre que utilizan. En la mayoría de los modelos el espacio entre los barrotes es demasiado grande en comparación al tamaño de las pelotas, de modo que es frecuente que al ejercer una ligera presión se cuelen las pelotas (Fig. 6). En cuanto al cierre, las cestas poseen uno a presión formado por los mismos barrotes que componen la estructura de la cesta (Fig.7), que debido al uso y al desgaste, termina por no cerrar.

Finalmente, comentar que este tipo de cesta no se puede doblar o plegar, ocupando bastante espacio en el coche cuando se desea transportar a otro lugar.



Fig. 6. Detalle pelotas colándose entre los barrotes.



Fig. 7. Cierre cesta Artengo.

A continuación, se muestra una tabla comparativa (Fig. 8) con distintos modelos de cestas que se encuentran en el mercado.


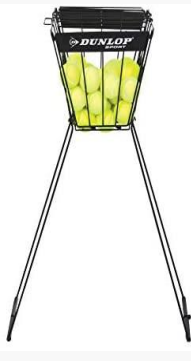


				
Nombre	Wilson Ball Pick Up Pelota	Dunlop 306332	Head 287251	Cesta para pelotas tenis Artengo
Marca	Wilson	Dunlop	Head	Artengo
Medidas (H x W x D)	713.7 x 281.9 x 364.7 mm	815 x 360 x 150 mm	700 x 200 x 200 mm	800 x 400 x 150 mm
Capacidad	75 pelotas	72 pelotas	72 pelotas	75 pelotas
Materiales	Acero	Acero	Acero	Acero
Peso	1.25 Kg	1.81 Kg	1 Kg	1.5 Kg
Plegable	No	No	No	No
Altura regulable	No	No	No	No
Precio	32.44 €	32.95 €	23.95 €	25.99 €

Fig. 8. Tabla comparativa cestas simples.

4.2. CESTAS CON RUEDAS

Debido a todas las limitaciones mencionadas y al reducido número de pelotas que pueden albergar el tipo de cestas mencionadas anteriormente, es más frecuente hoy en día utilizar los modelos con ruedas.

Este tipo de modelo tampoco está exento de problemas e inconvenientes. Uno de los principales inconvenientes que tiene es el tipo de ruedas que utiliza; estas permiten desplazar y girar la cesta en la dirección que se desee. Aunque inicialmente parece que de una ventaja se trate, con el paso del tiempo y del deterioro se convierte en un inconveniente. Esto se debe principalmente, al reducido tamaño que tienen las ruedas y a que están sobre superficies con arena o piedras, terminan por bloquear el mecanismo de giro, entorpeciendo el desplazamiento e incluso produciendo vuelcos de la cesta al frenarse de forma brusca (Fig. 9 y 10).



Fig. 9. Ruedas cesta.



Fig. 10. Rueda en detalle.

Al igual que ocurría con los modelos sin ruedas, estas tampoco tienen ningún tipo de asa o agarre para facilitar el transporte de la cesta. Debido a esto y a que tienen un mayor peso al poder albergar más pelotas que los modelos simples, resulta bastante engorrosa e incómoda de transportar.

Por último, se utiliza una bolsa de poliéster para depositar las pelotas en la cesta, esta se acopla a los extremos de las patas y posee un cierre con cremallera, como se muestra en las Fig. 11 y 12. El soporte que utiliza para acoplarse a la cesta se suele salir con facilidad puesto es un pequeño recuadro con la forma del acople, ocasionando en más de una ocasión que esta bolsa se caiga al suelo. Por otra parte, esta bolsa al no tener orificios suele almacenar bastantes residuos tales como, piedras, hojas o tierra, procedentes de las pelotas que se introducen. Por último, la cremallera con el paso del tiempo se deteriora y dificulta o incluso imposibilita el cierre de la bolsa.



Fig. 11. Detalle del cesto.



Fig. 12. Detalle enganche del cesto.

Al igual que con los modelos de cestas simples, también se ha realizado una tabla comparativa (Fig. 13) con los distintos modelos que se encuentran en el mercado actualmente.





				
Nombre	Wilson Teaching Cart	HWF Carro de Pelotas de Tenis	BEZT00, EZ Travel Cart	Cesta con ruedas para pelotas de tenis Artengo
Marca	Wilson	HWF	Gamma	Artengo
Medidas (H x W x D)	1092.2 x 304.8 x 304.8 mm	960 x 380 x 380 mm	909.3 x 200.2 x 190.5 mm	1000 x 200 x 200 mm
Capacidad	150 pelotas	160 pelotas	150 pelotas	120 pelotas
Materiales	Acero, aluminio y poliéster	Acero inoxidable, PVC y poliéster	Acero y poliéster	Acero, aluminio, polipropileno, poliamida y poliéster
Peso	3.5 Kg	3 Kg	4.45 Kg	3.25 Kg
Plegable	Si	Si	Si	Si
Altura regulable	No	Si	No	No
Precio	138.04 €	159.09 €	149.00 €	54.99 €

Fig. 13. Tabla comparativa cestas con ruedas.

4.3. PATENTES

Por otro lado, en cuanto a las patentes existentes se han encontrado las siguientes:

- [ES1056820](#) - Carro para recogida de bolas de tenis y similares.
- [ES1057720](#) - Carro para el transporte y recuperación de pelotas de tenis y pádel.
- [US2021038950 \(A1\)](#) - System and Apparatus to collect tennis balls in the court.
- [CN2834635Y](#) - Tennis ball basket with novel structure.
- [CN100393382C](#) - New structure tennis basket.
- [CN203379572U](#) - Variable-capacity-type tennis basket.
- [CN204319719U](#) - A kind of tennis basket with picking up ball function.

4.4. CONCLUSIONES Y JUSTIFICACIÓN DE LOS ANTECEDENTES

Una vez analizado los antecedentes y las patentes existentes, se puede llegar a la conclusión de que existen en el mercado una gran variedad de marcas cuyos modelos de cestas se asemejan entre sí, habiendo dos grupos de cestas claramente diferenciados: cestas simples y cestas con ruedas.

En base a lo mostrado en la Fig. 13, se puede concluir que este tipo de cestas suele tener una altura que ronda los 90 cm – 110 cm, un peso que varía entre los 3 kg – 4,5kg y que permiten almacenar entre 120 – 150 pelotas. Los materiales más utilizados son el acero para la estructura y el poliéster para el cesto, de este modo consiguen una estructura rígida y que se pueda plegar. El precio de esta clase de cestas ronda los 100€ - 150€.

De este modo, se ha podido observar cómo en general las cestas actuales presentan problemas de estabilidad, agarre y manejo, que sumado a otros inconvenientes mencionados, repercute de forma considerable en la experiencia final del usuario. Por ello, este proyecto se va a centrar en el desarrollo de una propuesta de cesta con ruedas, puesto que este tipo de cesta es el que permite implementar los objetivos previamente mencionados.

5. NORMATIVA Y REFERENCIAS

En este apartado, se va a citar la normativa y documentación necesaria para la elaboración de los documentos que conforman el proyecto técnico. Está compuesto principalmente por la normativa UNE, obtenida de la página oficial de AEONOR, la bibliografía, los programas utilizados, así como el plan de gestión de la calidad utilizado.

5.1. NORMATIVA

5.1.1. NORMATIVA RELACIONADA CON EL PROYECTO

- UNE-EN ISO 7200:2004. Documentación técnica de productos. Campos de datos en bloques de títulos y en cabeceras de documentos (ISO 7200:2004).
- UNE-ISO 21500:2013. Directrices para la dirección y gestión de proyectos.
- UNE 157001:2014. Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico.
- UNE-ISO 10006:2018. Gestión de la calidad. Directrices para la gestión de la calidad en los proyectos.

5.1.2. NORMATIVA RELACIONADA CON LOS PLANOS DEL PROYECTO

- UNE 1027:1995 Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE 1120:1996. Dibujos técnicos. Tolerancias de cotas lineales y angulares.
- UNE-EN ISO 5455:1996. Dibujos Técnicos. Escalas. (ISO 5455:1979).
- UNE 1027:1995. Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE-EN ISO 5456-2:2000. Dibujos técnicos. Métodos de proyección. Parte 2: Representaciones ortográficas. (ISO 5456-2:1996).
- UNE-EN ISO 11442:2006. Documentación técnica de productos. Gestión de documentos (ISO 11442:2006).
- UNE-EN ISO 5457:2000/A1:2010. Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo. Modificación 1. (ISO 5457:1999/Amd 1:2010).

5.1.3. NORMATIVA RELACIONADA CON LAS CESTAS DE TENIS

- UNE-EN 1510:2004. Equipos de campos de juego. Equipos de tenis. Requisitos funcionales y de seguridad, métodos de ensayo.
- UNE-EN 15312:2007+A1:2011. Equipos deportivos de acceso libre. Requisitos, incluyendo seguridad y métodos de ensayo.

5.1.4. NORMATIVA RELACIONADA CON LOS MATERIALES

- UNE-EN ISO 683-1:2019. Aceros para tratamiento térmico, aceros aleados y aceros de fácil mecanización. Parte 1: Aceros no aleados para temple y revenido. (ISO 683-1:2016).
- UNE-EN ISO 683-2:2019. Aceros para tratamiento térmico, aceros aleados y aceros de fácil mecanización. Parte 2: Aceros aleados para temple y revenido. (ISO 683-2:2016).
- UNE-EN 10283-1:2019. Aceros moldeados resistentes a la corrosión.
- UNE-EN 10294-2:2012. Barras huecas para mecanizado. Condiciones técnicas de suministro. Parte 2: Aceros inoxidables y aleaciones de níquel con propiedades de maquinabilidad específicas.
- UNE-EN 10088-3:2015. Aceros inoxidables. Parte 3: Condiciones técnicas de suministro para productos semiacabados, barras, alambrón, alambre, perfiles y productos calibrados de aceros resistentes a la corrosión para usos generales.
- UNE-EN ISO 9445-2:2011. Acero inoxidable laminado en frío y en continuo. Tolerancias dimensionales y de forma. Parte 2: Bandas anchas y chapas. (ISO 9445-2:2009).

5.2. BIBLIOGRAFÍA

5.2.1. ASIGNATURAS DEL GRADO CON TEMARIO QUE HA SIDO DE UTILIDAD

- DI1012 Diseño asistido por ordenador I
- DI1013 Mecánica y resistencia de materiales
- DI1014 Diseño conceptual
- DI1015 Materiales II
- DI1021 Procesos y tecnologías II
- DI1022 Metodologías del diseño
- DI1023 Ergonomía
- DI1028 Diseño asistido por ordenador II
- DI1029 Sistemas mecánicos
- DI1032 Proyectos de diseño
- DI1043 Diseño Inclusivo

- DI1044 Diseño emocional
- DI1045 Seguridad de los productos
- DI1048 Trabajo final de grado

5.2.2. DOCUMENTACIÓN WEB

- [Who Made That Tennis-Ball Hopper? - The New York Times \(nytimes.com\)](#)
- [Best Tennis Ball Hoppers \(tenniscourtsupply.com\)](#)
- [Tenis adaptado | Discapnet](#)
- [Tenis en silla de ruedas | Paralímpicos \(paralimpicos.es\)](#)
- [Amazon.es : cesta pelotas tenis](#)
- [Wilson Ball Pick Up Pelota-Unisex, Multicolor, NS: Amazon.es: Deportes y aire libre](#)
- [Dunlop 306332 Cesta Metálica para 72 Pelotas, Negro, Talla única: Amazon.es](#)
- [Head 287251 Cesta de Pelotas de Tenis, Unisex Adulto, Negro, Talla Ásñica](#)
- [CESTA PARA PELOTAS TENIS NEGRO Artengo | Decathlon](#)
- [Wilson Teaching Cart Carrito para Pelotas, Unisex Adulto, Multicolor, NS: Amazon.es](#)
- [CESTA CON RUEDAS PARA PELOTAS DE TENIS Artengo | Decathlon](#)
- [Oficina Española de Patentes y Marcas \(oepm.es\)](#)
- [EPO - Home](#)
- [Google Patents](#)
- [Cálculo de la exclusión para los viajes de los usuarios \(inclusivedesigntoolkit.com\)](#)
- [Tubos cuadrados de aluminio · Alu-Stock S.A.](#)
- [Tubos cuadrados - Hierros Gil](#)
- [Tubería Cuadrada Acero Inoxidable | Acinesgon](#)
- [Clips de botón de Magrenko Ltd](#)
- [Acero Inoxidable AISI 304 Ficha Técnica, Propiedades, Densidad, Dureza](#)
- [¿Cómo se producen los tubos de acero sin costura? | DECHO \(tjdecho.com\)](#)
- [4 CULTURA Y OCIO.indd \(ine.es\)](#)
- [anu20_04cultu.pdf \(ine.es\)](#)
- [CSD ESPA—A INTERIOR](#)

- [Clubes de tenis en España por comunidad autónoma | Statista](#)
- [Tubería De Acero Cuadrada Sin Costuras,Tubo Cuadrado De Hierro Negro De China](#)
- [Barra De Acero Inoxidable,Superdúplex 304](#)
- [Placa De Acero Inoxidable Sus 304,Fabricación De Láminas Metal Para La Venta](#)
- [Cesta De Bolas De Tenis De Gran Capacidad,Bolsa De Almacenamiento De Cartón](#)
- [Clip De Resorte Personalizado Para Kayak,Clip De Resorte Para Tienda,Botón Pulsador](#)
- [Colgador De Almacenamiento Montado En La Pared Para El Hogar](#)
- [Ruedas Giratorias Para Silla De Oficina,Repuesto De Rueda Giratoria De Estilo Roller](#)
- [DirectIndustry - El marketplace B2B de la industria: sensores, automatismos, motores](#)

5.3. PROGRAMAS UTILIZADOS

- Office 365
- Google Drive
- SolidWorks
- Adobe Photoshop

5.4. PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

Con tal de poder mantener un grado de calidad adecuado durante la realización del proyecto, se han determinado los siguientes aspectos:

Se han seguido los criterios generales recogidos en el apartado 5.1, en referencia a la normativa UNE recomendada para la elaboración tanto del proyecto como de los planos del mismo.

Para el correcto desempeño del proyecto y con el fin de que no haya ningún problema de compatibilidad entre distintas versiones o formatos, se ha optado por utilizar el Microsoft Word 2020.

El proyecto ha sido supervisado en todo momento tanto por el tutor del proyecto como por los distintos profesores encargados de diversas partes del proyecto, estableciendo revisiones periódicas.

6. REQUISITOS DEL DISEÑO

Una vez conocidos los defectos y las carencias actuales que presentan los productos mostrados, así como de la normativa involucrada, se procede a establecer unos requisitos de diseño con tal de poder elaborar la propuesta final.

De este modo, el siguiente paso consiste en definir los objetivos y las restricciones del diseño. Estas se utilizan para acotar algunos parámetros que el producto debe tener y normalmente vienen definidas por el usuario, el diseñador, el fabricante, el distribuidor...

6.1. OBJETIVOS

Con tal de establecer un listado con los objetivos de una forma clara y precisa, se han clasificado estos en distintos grupos generales relacionados con el producto.

6.1.1. OBJETIVOS DEL PRODUCTO

O1: Que sea estable.

O2: Que sea robusto.

O3: Que sea resistente.

O4: Que se adapte a las necesidades del usuario.

O5: Que sea agradable de usar.

O6: Que se pueda utilizar desde ambos sentidos.

O7: Que pueda incorporar ruedas en su diseño.

6.1.2. OBJETIVOS DEL USUARIO

O8: Que sea cómodo de usar.

O9: Que sea seguro de usar.

O10: Que sea duradero.

O11: Que sea manejable.

O12: Que sea regulable en altura.

O13: Que sea plegable.

O14: Que sea desmontable.

O15: Que incorpore un soporte para dejar la raqueta.

O16: Que se pueda transportar por todo tipo de superficies sin que se tropiece.

6.1.3. OBJETIVOS DEL DISEÑADOR

O17: Que el diseño sea lo más simple posible.

O18: Que el diseño sea novedoso y aporte valor al producto.

O19: Que el diseño sea inclusivo y funcional.

O20: Que el diseño sea intuitivo y fácil de utilizar.

O21: Que sea cómodo de utilizar para todo tipo de usuarios.

O22: Que sea reconocible.

O23: Que el esfuerzo al utilizarlo sea el mínimo posible.

O24: Que sea viable de producir.

6.1.4. OBJETIVOS DEL FABRICANTE

O25: Que los materiales sean de uso común.

O26: Que los materiales sean fáciles de mecanizar.

O27: Que el número de piezas sea el menor posible.

O28: Que las piezas sean estandarizadas.

O29: Que el montaje sea rápido y sencillo.

O30: Que la producción pueda ser en serie.

6.1.5. OBJETIVOS DEL DISTRIBUIDOR

O31: Que el empaquetado sea compacto de almacenar.

O32: Que el empaquetado sea apilable.

O33: Que el peso sea el menor posible.

O34: Que contenga el menor número posible de elementos frágiles.

6.1.6. OBJETIVOS RELACIONADOS CON LA COMERCIALIZACIÓN

O35: Que ocupe desmontado el menor espacio posible.

O36: Que el diseño resulte atractivo.

O37: Que el diseño tenga una buena aceptación.

O38: Que tenga un bajo índice de defectos o roturas.

6.1.7. OBJETIVOS RELACIONADOS CON EL CICLO DE VIDA

O39: Que sea resistente a la corrosión.

O40: Que no utilice materiales tóxicos.

O41: Que los materiales utilizados tengan el menor impacto posible.

O42: Que se pueda reparar con facilidad.

O43: Que el reemplazo de piezas sea lo más sencillo posible.

O44: Que la separación de sus materiales sea sencilla en su final de vida.

O45: Que sea reciclable.

6.2. SIMPLIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Una vez establecidos y analizados los objetivos generales mencionados en el apartado anterior, se procede a clasificarlos en distintas categorías, con el fin de filtrar y eliminar los objetivos que tengan un significado similar o sean contradictorios. De esta forma, se consigue obtener un conjunto reducido de objetivos pero que sean lo más representativos posible.

6.2.1. FUNCIONALIDAD

Al cumplir que el producto sea manejable (O11) da sentado que también se están cumpliendo otros objetivos como que sea estable (O1), que se pueda incorporar ruedas en su diseño (O7), que se pueda transportar por todo tipo de superficies sin que se tropiece (O16) y que el peso sea el menor posible (O33). Por otra parte, los objetivos comprendidos entre el O12 hasta el O15 presentan tanta importancia en el proyecto que se ha decidido mantenerlos intactos.

~~O1: Que sea estable.~~

~~O7: Que pueda incorporar ruedas en su diseño.~~

O11: Que sea manejable. (Optimizable)

O12: Que sea regulable en altura. (Restricción)

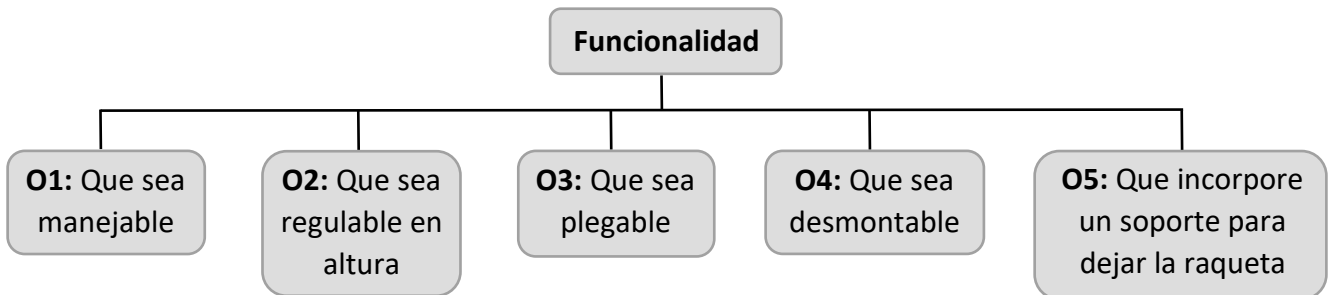
O13: Que sea plegable. (Restricción)

O14: Que sea desmontable. (Restricción)

O15: Que incorpore un soporte para dejar la raqueta. (Restricción)

~~O16: Que se pueda transportar por todo tipo de superficies sin que se tropiece.~~

~~O33: Que el peso sea el menor posible.~~



6.2.2. USABILIDAD

Se concibe que un producto se adapte a las necesidades del usuario (O4) como que entre otras cosas se pueda utilizar desde ambos sentidos (O6) o que el esfuerzo al utilizarlo sea el mínimo posible (O23). Del mismo modo que, si es agradable de usar (O5) implica que sea cómodo de usar (O8) además de que sea cómodo de utilizar por todo tipo de usuarios (O21).

O4: Que se adapte a las necesidades del usuario. (Optimizable)

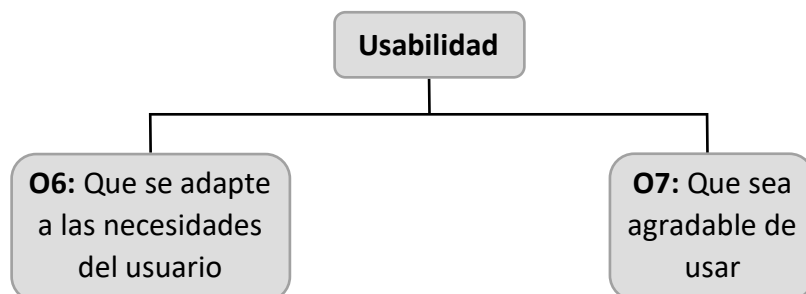
O5: Que sea agradable de usar. (Optimizable)

~~O6: Que se pueda utilizar desde ambos sentidos.~~

~~O8: Que sea cómodo de usar.~~

~~O21: Que sea cómodo de utilizar para todo tipo de usuarios.~~

~~O23: Que el esfuerzo al utilizarlo sea el mínimo posible.~~



6.2.3. ESTÉTICA

El hecho de que el diseño sea novedoso y aporte valor al producto (O18) implica que este sea reconocible (O22), además de que el diseño resulte atractivo (O36). Por otra parte, que el diseño sea inclusivo y funcional (O19) implica que se busque un diseño lo más simple posible (O17), así como que dicho diseño sea intuitivo y fácil de utilizar (O20).

~~O17: Que el diseño sea lo más simple posible.~~

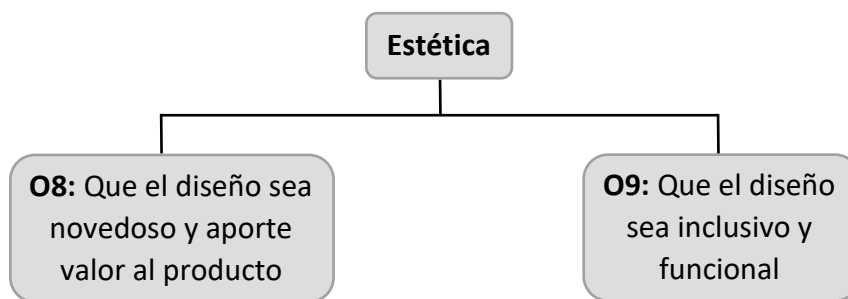
O18: Que el diseño sea novedoso y aporte valor al producto. (Optimizable)

O19: Que el diseño sea inclusivo y funcional. (Optimizable)

~~O20: Que el diseño sea intuitivo y fácil de utilizar.~~

~~O22: Que sea reconocible.~~

~~O36: Que el diseño resulte atractivo.~~



6.2.4. RESISTENCIA

Los objetivos O2, O3 y O10 se pueden agrupar en un nuevo objetivo, que se garantice la durabilidad del producto implica que sea robusto, resistente, y duradero.

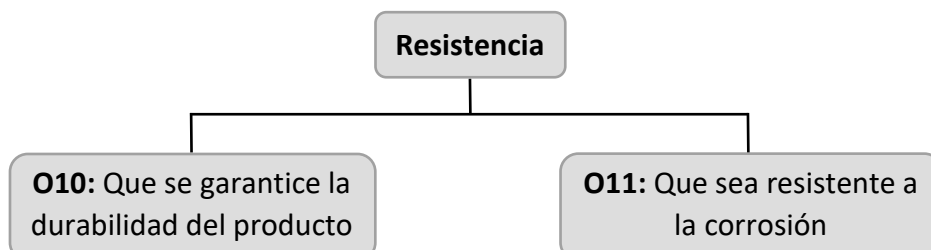
~~O2: Que sea robusto.~~

~~O3: Que sea resistente.~~

~~O10: Que sea duradero.~~

O2: Que se garantice la durabilidad del producto. (Optimizable)

O39: Que sea resistente a la corrosión. (Restricción)



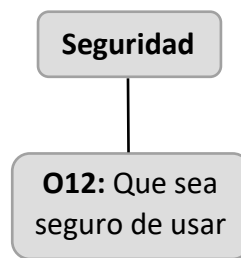
6.2.5. SEGURIDAD

Si la cesta es segura de usar (O9), quiere decir que entre otras cosas posee un índice bajo de defectos o roturas (O38), de modo que se puede utilizar con seguridad.

O9: Que sea seguro de usar. (Restricción)

~~O34: Que contenga el menor número posible de elementos frágiles.~~

~~O38: Que tenga un bajo índice de defectos o roturas.~~



6.2.6. PRODUCCIÓN

El concepto de que algo sea viable de producir (O24) engloba hechos como que los materiales sean de uso común (O25), que los materiales sean fáciles de mecanizar (O26), que el número de piezas sea el menor posible (O27), que las piezas sean estandarizadas (O28), etc. Por otra parte, se ha eliminado el O32 puesto que resulta redundante, para almacenar un gran número de paquetes su volumen debe ser el menor posible, por ende deben poder apilar.

O24: Que sea viable de producir. (Restricción)

~~O25: Que los materiales sean de uso común.~~

~~O26: Que los materiales sean fáciles de mecanizar.~~

~~O27: Que el número de piezas sea el menor posible.~~

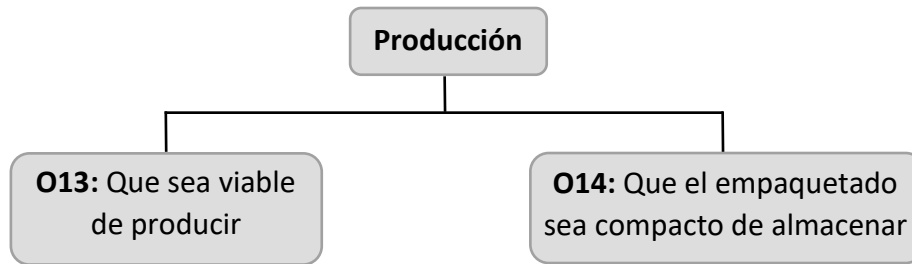
~~O28: Que las piezas sean estandarizadas.~~

~~O29: Que el montaje sea rápido y sencillo.~~

~~O30: Que la producción pueda ser en serie.~~

O31: Que el empaquetado sea compacto de almacenar. (Optimizable)

~~O32: Que el empaquetado sea apilable.~~



6.2.7. SOSTENIBILIDAD

Se entiende que, el hecho de que los materiales utilizados tengan el menor impacto posible (O42), repercute de forma directa en el uso de materiales respetuosos con el medio ambiente y por ello que no se utilicen materiales tóxicos (O41). Por otra parte, permitir que se pueda reparar con facilidad la cesta (O43) implica que los reemplazos de estas piezas sean lo más sencillo posible (O44). Finalmente, si es reciclable (O46) la separación de sus materiales debería ser sencilla en su final de vida (O45).

~~O40: Que no utilice materiales tóxicos.~~

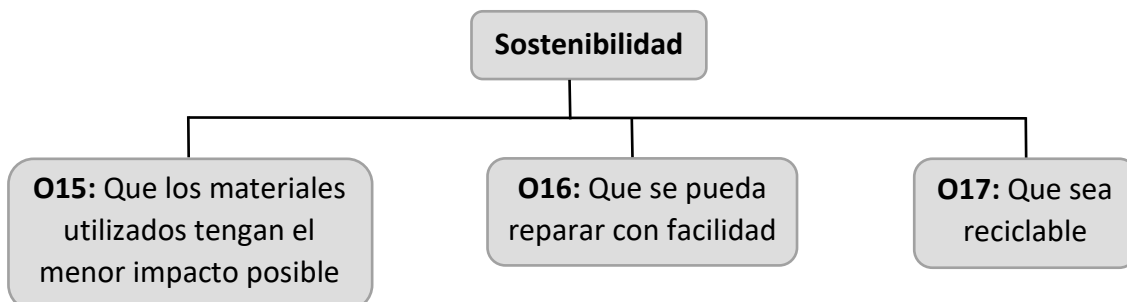
O41: Que los materiales utilizados tengan el menor impacto posible. (Optimizable)

O42: Que se pueda reparar con facilidad. (Optimizable)

~~O43: Que el reemplazo de piezas sea lo más sencillo posible.~~

~~O44: Que la separación de sus materiales sea sencilla en su final de vida.~~

O45: Que sea reciclable. (Restricción)

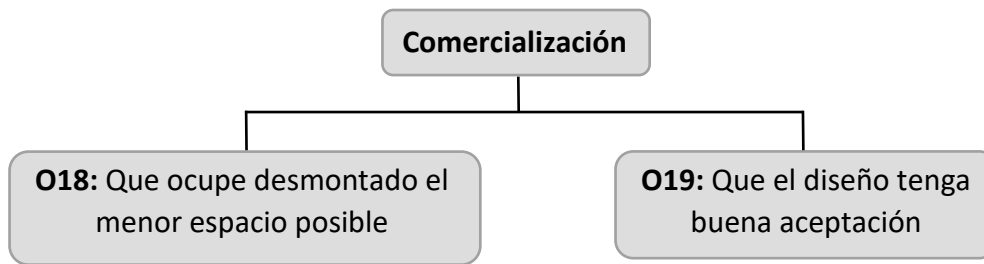


6.2.8. COMERCIALIZACIÓN

Al tratarse de un grupo reducido de objetivos y visto que no tienen mucha correlación entre sí, se ha decidido dejar los cuatro objetivos como están.

O35: Que ocupe desmontado el menor espacio posible. (Optimizable)

O37: Que el diseño tenga una buena aceptación. (Optimizable)



6.3. CLASIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

Tras haber analizado y simplificado los objetivos, se procede a elaborar una tabla que recopile los objetivos más representativos e influyentes. La función de dicha tabla consiste en agrupar todos los objetivos y clasificarlos según su tipo: Restricción (R) u Optimizable (O), definiendo de estas últimas su variable, criterio y escala. Con esto lo que se consigue es agilizar y facilitar futuras consideraciones o selecciones.

OBJETIVO	ESPECIFICACIÓN	TIPO	VARIABLE	CRITERIO	ESCALA
O1	Que sea manejable	O	Grado de manejabilidad	El más manejable	Ordinal (poco manejable / manejable / muy manejable)
O2	Que sea regulable en altura	R			
O3	Que sea plegable	R			
O4	Que sea desmontable	R			
O5	Que incorpore un soporte para dejar la raqueta	R			
O6	Que se adapte a las necesidades del usuario	O	Grado de adaptabilidad	El más adaptable	Ordinal (poco adaptable / adaptable / muy adaptable)
O7	Que sea agradable de usar	O	Grado de satisfacción	El más agradable	Ordinal (poco agradable / agradable / muy agradable)
O8	Que el diseño sea novedoso y aporte valor al producto	O	Grado de innovación	El más novedoso	Ordinal (poco novedoso / novedoso / muy novedoso)

O9	Que el diseño sea inclusivo y funcional	O	Grado de inclusión	El más inclusivo	Ordinal (poco inclusivo / inclusivo / muy inclusivo)
O10	Que se garantice la durabilidad del producto	O	Grado de durabilidad	El más duradero	Ordinal (poco duradero / duradero / muy duradero)
O11	Que sea resistente a la corrosión	R			
O12	Que sea seguro de usar	R			
O13	Que sea viable de producir	R			
O14	Que el empaquetado sea compacto de almacenar	O	Optimización del volumen	Volumen en cm ³	Proporcional (cm ³)
O15	Que los materiales utilizados tengan el menor impacto posible	O	Grado de sostenibilidad	El más sostenible	Ordinal (poco sostenible / sostenible / muy sostenible)
O16	Que se pueda reparar con facilidad	O	Grado de reparabilidad	El más reparable	Ordinal (poco reparable / reparable / muy reparable)
O17	Que sea reciclable	R			
O18	Que ocupe desmontado el menor espacio posible	O	Optimización del espacio	El menos voluminoso	Ordinal (muy voluminoso / voluminoso / poco voluminoso)
O19	Que el diseño tenga buena aceptación	O	Grado de aceptación	El más aceptado	Ordinal (poco aceptado / aceptado / muy aceptado)

Fig. 14. Tabla clasificación de los objetivos.

6.4. METODOLOGÍA CREATIVA - SCAMPER

Con tal de empezar a desarrollar diferentes propuestas del proyecto y que se adapten al mayor número posible de objetivos, se ha decidido utilizar el método creativo SCAMPER. De esta forma, se pretende abordar desde nuevos puntos de vista, algunos de los problemas mencionados en los primeros puntos del proyecto, con el objetivo de obtener soluciones con un enfoque distinto.

Dicho método consiste en formular una serie de preguntas, estas preguntas vendrían dadas por las siglas que forman SCAMPER: sustituir (S), combinar (C), adaptar (A), modificar (M), proponer otros usos (P), eliminar (E) y reordenar (R). Estas preguntas, estarán relacionadas con la problemática del proyecto y su intención sería proporcionar una serie de nuevas soluciones.

A continuación, se muestran las preguntas utilizadas para la elaboración de las distintas propuestas:

- **¿Se puede sustituir la estructura que utilizan actualmente las cestas con ruedas por otro tipo de estructura?**

Sí, se puede utilizar la estructura utilizada en otro producto similar, como por ejemplo en los carros de compra y adaptarla a las nuevas necesidades.

- **¿Se puede combinar la estructura con algún elemento para sujetar una raqueta?**

Sí, se le puede incorporar a la estructura algún soporte similar al utilizado para fijar las escobas y las fregonas a la pared, con tal de poder fijar de esta forma la raqueta a la cesta.

- **¿Se puede adaptar la estructura para que sea plegable y regulable en altura?**

Sí, se puede diseñar una estructura que algunas de sus partes sean móviles o plegables, así como que incorpore un sistema que permita regular la altura de la cesta.

- **¿Se puede modificar el sistema en que el cesto de las pelotas se fija a la estructura de la cesta?**

Sí, se puede anclar a la estructura de la cesta mediante un sistema a presión, con algún elemento desmontable, con varios puntos de fijación, etc.

- **¿Se puede utilizar para otros usos o ámbitos?**

Sí, se puede utilizar como una cesta convencional para transportar todo tipo de objetos o productos de mayor tamaño. Pudiendo ser utilizada por ejemplo por una persona de avanzada edad para realizar una pequeña compra o para que un adulto transporte a su jardín el utillaje necesario.

- **¿Se puede eliminar la movilidad extra de las ruedas, que permiten que estas giren en todas las direcciones posibles, sin que repercuta de forma negativa en la movilidad de la cesta?**

Sí, de hecho, la mayoría de productos que hacen uso de este tipo de ruedas, como son los carros del supermercado, las sillas de oficina o las maletas ven como su movilidad se dificulta con el deterioro de este tipo de ruedas. Mientras que otros productos como los carros para la compra o las mochilas con ruedas, que hacen uso de unas ruedas que carecen de este tipo de movilidad extra no suelen tener este tipo de problemas.

- **¿Se puede modificar la zona de agarre de la cesta para que sea más sencilla de transportar?**

Sí, actualmente el agarre de las cestas con ruedas suele darse en la propia estructura, puesto que carecen de asas o zonas específicas de agarre, de modo que de implementarse su transporte se vería considerablemente mejorado.

7. ANÁLISIS DE LAS SOLUCIONES

7.1. PROPUESTAS DE DISEÑO

Una vez se tiene claro dónde se localizan las actuales problemáticas y cuáles son sus posibles soluciones, se procede a realizar un desarrollo gráfico de las distintas propuestas de cestas. Estas propuestas, principalmente se han centrado en solucionar los problemas estructurales, así como proporcionar distintas formas de plegar y regular la altura de las cestas.

7.1.1. PROPUESTA 1

La primera de las propuestas se centra en la idea de una cesta con una estructura en tijera, inspirada en la forma y el mecanismo que tienen los tendederos que se utilizan en casa. De este modo, al ejercer un ligero esfuerzo descendente sobre las asas, la

estructura de la cesta se pliega sobre sí misma (Fig. 15). En cuanto al cesto, este se engancha a la cesta mediante unos soportes auxiliares que lo recorren y que se fijan a la estructura de la cesta (Fig. 16). La idea con esta alternativa es tener una cesta simple y sencilla de utilizar, que permite con un solo movimiento regular la altura de la misma.

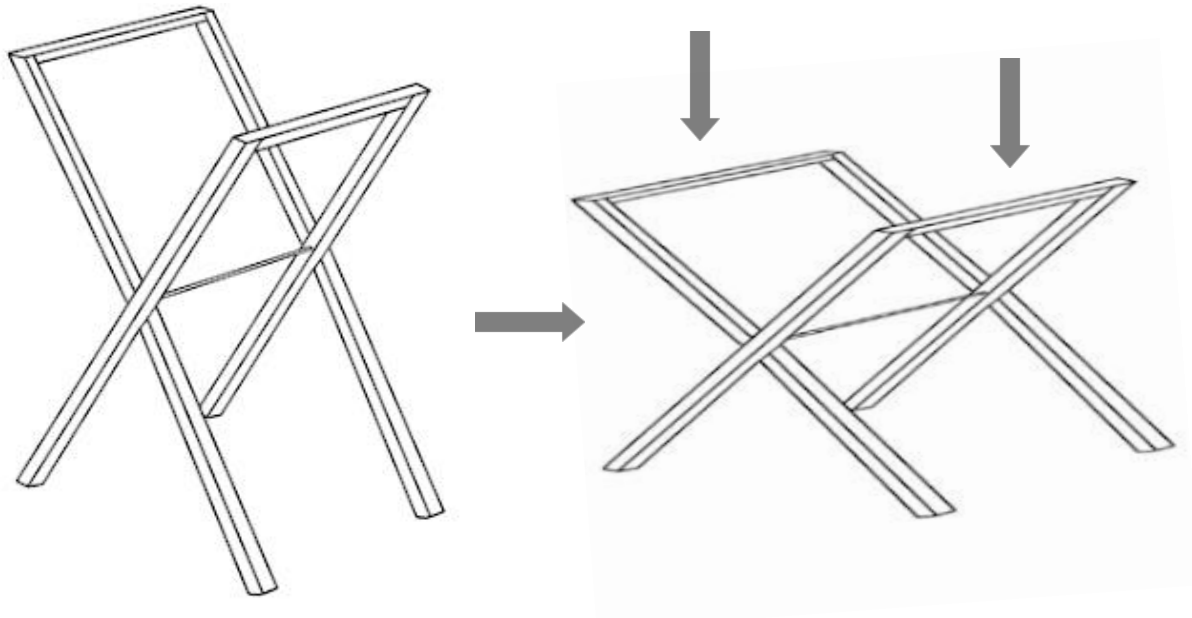


Fig. 15. Bocetos propuesta 1.

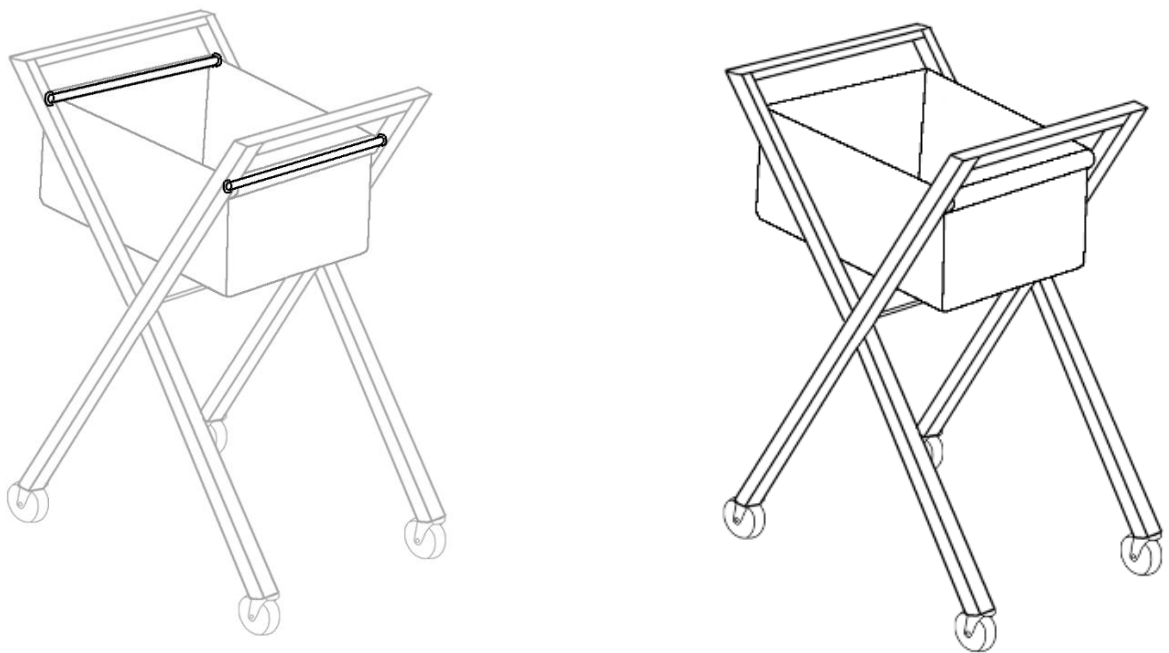


Fig. 16. Bocetos propuesta 1.

7.1.2. PROPUESTA 2

La segunda de las propuestas tiene una estructura más compleja que en la propuesta anterior, esta se inspira en un mecanismo hidráulico como el utilizado en las grúas. Este mecanismo dota de mayor estabilidad a la cesta además de que permite, mediante un movimiento vertical, regular la altura conforme el usuario desee. De este modo, conforme el usuario ejerce un esfuerzo sobre las asas, la estructura se pliega sobre sí misma y permite regular la cesta en distintas alturas, dependiendo de lo prolongado que sea este esfuerzo (Fig. 17). Esto permite que la cesta se pueda compactar, reduciendo considerablemente el espacio que ocupa. Por otra parte, el cesto se engancha a la cesta de la misma forma y con el mismo sistema que el mostrado en la primera propuesta (Fig. 18).

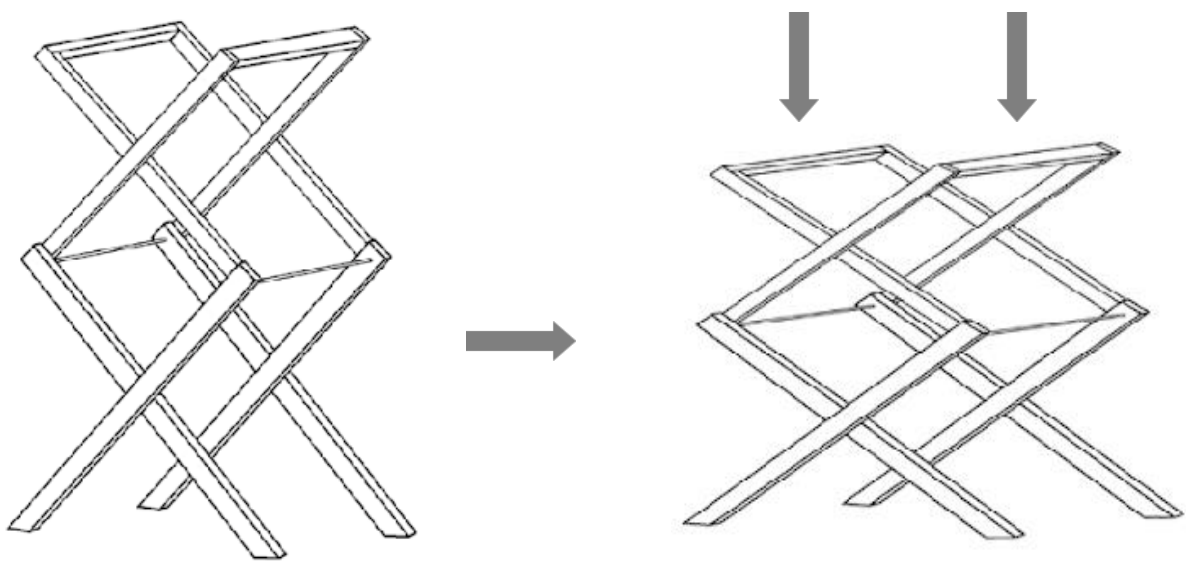


Fig. 17. Bocetos propuesta 2.

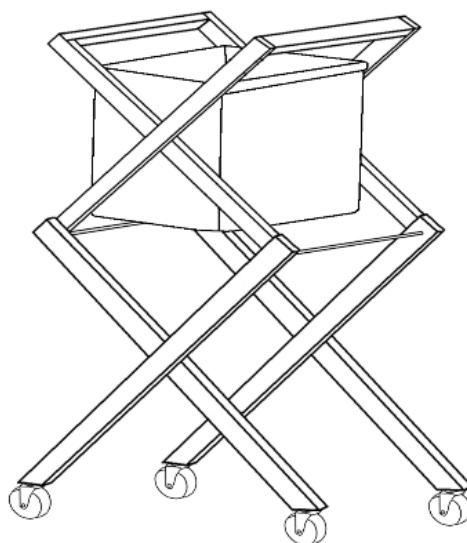


Fig. 18. Bocetos propuesta 2.

7.1.3. PROPUESTA 3

La última de las propuestas, se caracteriza por tener un diseño más original e innovador combinando partes plegables con deslizantes, este tipo de estructura suele utilizarse tanto en carros domésticos para la compra como en carros para bebés. Inicialmente, como se muestra en la (Fig. 19), esta propuesta parte del uso de dos estructuras independientes, que mediante unas guías en los laterales, permite unir ambas estructuras. Estas guías, a su vez, permiten que la estructura superior que es la que sostiene el cesto, pueda deslizarse sobre la estructura inferior para poder regular la altura de la cesta.

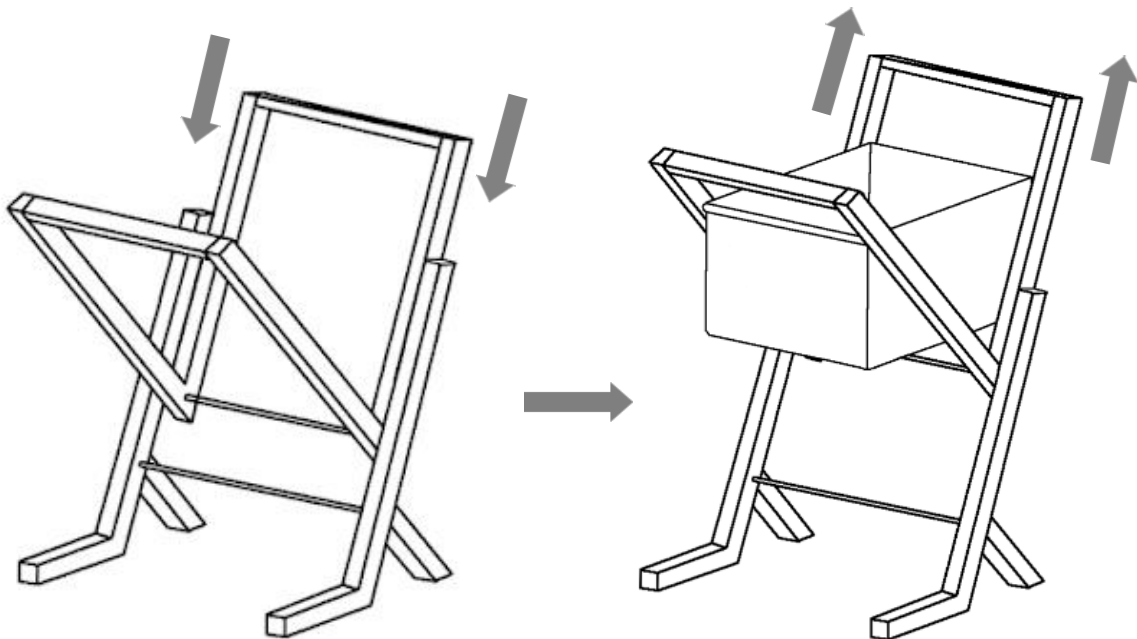


Fig. 19. Bocetos propuesta 3.

Posteriormente, este diseño se ha simplificado (Fig. 20), al insertar los extremos de la estructura superior en la estructura inferior, de modo que se dota de mayor estabilidad a la cesta al mismo tiempo que se mantienen funcionalidades mencionadas. Por otra parte, con el fin de reducir el volumen que ocupa la cesta una vez está desmontada y se quiere transportar, tanto el asa delantera como las ruedas traseras se pueden plegar sobre sí mismas para reducir el espacio que ocupan. Por otra parte, al igual que con el resto de las propuestas, el cesto se engancha a la cesta de la misma forma.

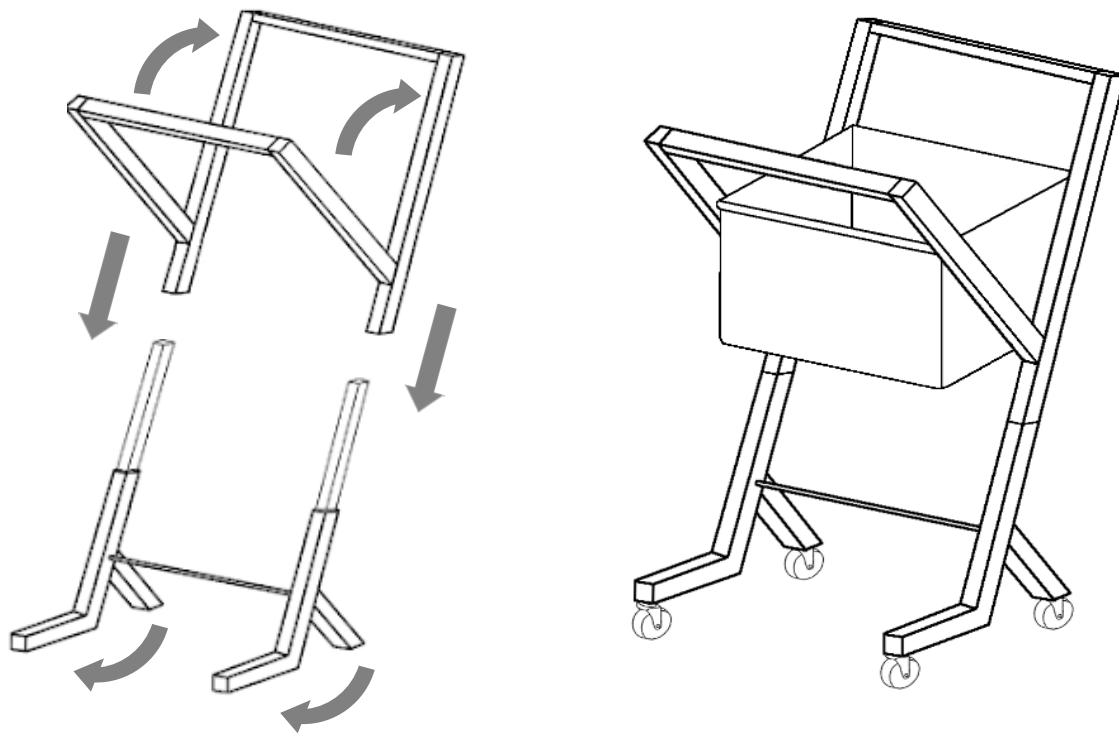


Fig. 20. Bocetos propuesta 3.

Aparte de las tres propuestas de cestas, también se ha estado trabajando en distintos tipos de cestos para las pelotas. Se han contemplado diversos tipos de diseños de cestos, barajando desde diseños más conservadores y similares a los utilizados en las cestas simples a diseños que se asemejan más a los vistos en los modelos de cestas con ruedas (Fig. 21). Por ello, se ha llegado a la conclusión, de seguir trabajando sobre este último conjunto de diseños, así como en distintos tipos de cierres.

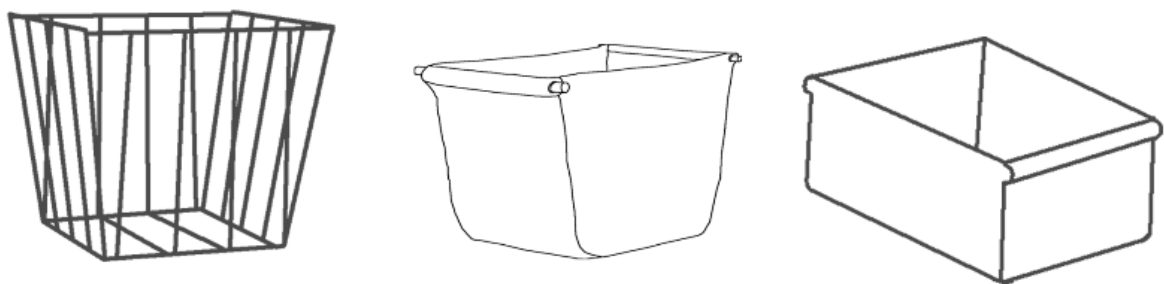


Fig. 21. Bocetos cestos.

7.2. SELECCIÓN PROPUESTA DE DISEÑO

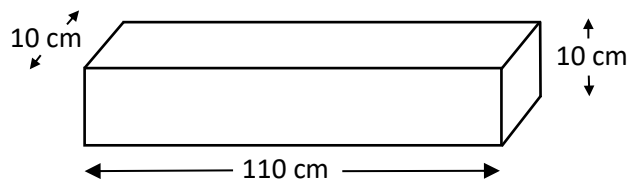
Para poder determinar cuál de las tres propuestas es la que cumple con la mayor cantidad de necesidades, se procede a hacer uso de la metodología cualitativa DATUM. Previamente a esto, se deben especificar los parámetros de cada una de las especificaciones optimizables, así como el valor asignado a cada una de las propuestas. Con esto, lo que se busca es elaborar una tabla que muestre las características de las distintas propuestas sobre la cual aplicar posteriormente el DATUM y poder determinar cuál de las tres propuestas debe ser la definitiva.

7.2.1. ESPECIFICACIÓN DE LOS OBJETIVOS

- **O1. Que sea manejable:** Teniendo en cuenta que se trata de propuestas preliminares, donde cuestiones como las dimensiones finales o el peso aún están por determinar, se han tenido las siguientes consideraciones. Debido a la posible complejidad del diseño de la propuesta 2 y que pueden llegar a repercutir en su uso, se considera que es manejable. Por otra parte, las propuestas 1 y 3 se consideran que son muy manejables puesto que ambos diseños son más robustos y presentan menor complejidad.
- **O6. Que se adapte a las necesidades del usuario:** Se considera que las tres propuestas son muy adaptables puesto que pueden regular su altura en distintos niveles, adaptándose a las necesidades de los distintos usuarios.
- **O7. Que sea agradable de usar:** Comparando las tres propuestas y el posible esfuerzo a realizar en cada una de ellas, se llega a la conclusión de que la propuesta 2 es la menos agradable de las tres. Siendo esta agradable de usar mientras que las propuestas 1 y 3 son muy agradables de utilizar, esto principalmente se debe a que en estas dos propuestas son más simples y por ende más fáciles de usar.
- **O8. Que el diseño sea novedoso y aporte valor al producto:** El diseño de cada una de las tres propuestas difiere bastante de los diseños actuales. De este modo se puede considerar que son muy novedosos y que les aporta cierto valor diferenciador.
- **O9. Que el diseño sea inclusivo y funcional:** Partiendo de la base de que las tres propuestas son inclusivas y funcionales, la propuesta 1 tiene un menor grado de inclusividad puesto que posee un menor rango de posiciones regulables. Por ello, se considera que la propuesta 1 es inclusiva y las propuestas 2 y 3 son muy inclusivas.

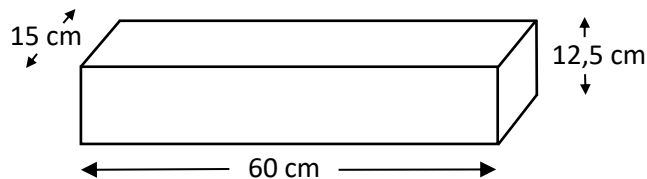
- **O10. Que se garantice la durabilidad del producto:** Teniendo en cuenta que este tipo de productos suele tener una vida útil de entre 5 – 10 años, se estima que bajo las mismas condiciones la propuesta 1 es la que mayor durabilidad debe tener. Para esta estimación, se ha tenido en cuenta el número de elementos que posee cada una de las propuestas y que conforman su estructura, de modo que las propuestas con mayor número de elementos tienen una mayor probabilidad de que alguno de estos se deteriore o estropee con el paso del tiempo. La propuesta 1 se compone de 7 elementos, la propuesta 2 de 12 elementos y la propuesta 3 de 11 elementos. Sabiendo esto, se estima que la propuesta 1 es muy duradera, mientras que las propuestas 2 y 3 son duraderas.
- **O14. Que el empaquetado sea compacto de almacenar:** Como cada una de las propuestas tiene unas dimensiones similares pero una estructura completamente distinta, cada una necesita un empaquetado específico. A continuación, se muestra de forma aproximada el volumen del paquete.

- **Propuesta 1:**



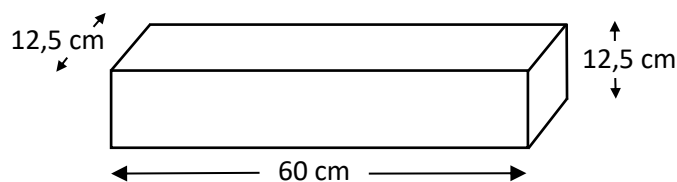
$$\text{Volumen} = 110 \times 10 \times 10 = 11.000$$

- **Propuesta 2:**



$$\text{Volumen} = 60 \times 15 \times 12,5 = 11.250 \text{ cm}^3$$

- **Propuesta 3:**



$$\text{Volumen} = 60 \times 12,5 \times 12,5 = 9.375 \text{ cm}^3$$

- **O15. Que los materiales utilizados tengan el menor impacto posible:** Las tres propuestas presentan los mismos materiales de construcción, acero inoxidable 304 para la estructura y poliéster reciclado para el cesto de las pelotas. Estos materiales son reciclables y sostenibles, pero siguen teniendo cierto impacto medioambiental puesto que el poliéster reciclado es un material que no es biodegradable.
- **O16. Que se pueda reparar con facilidad:** Tras conocer el número de elementos que componen la estructura de las tres propuestas y la facilidad con la que se pueden reparar, se estima que la propuesta 1 es muy reparable. Principalmente porque posee un menor número de elementos y son fácilmente reparables. En cambio, las propuestas 2 y 3 al poseer prácticamente el doble de elementos y estos tener una mayor complejidad, se considera que son reparables.
- **O17. Que sea reciclable:** Partiendo de la base de que las tres propuestas hacen uso de los mismos materiales para su construcción, se considera que todas las propuestas son reciclables.
- **O18. Que ocupe desmontado el menor volumen posible:** Cada una de las propuestas hace uso de una estructura y un mecanismo regulable distinto. De este modo, la propuesta 1 es la más voluminosa de las tres, puesto que precisa de un mayor espacio para poder regularse, considerándose una propuesta bastante voluminosa. Por otro lado, las propuestas 2 y 3 al hacer uso de mecanismos de carácter vertical no necesitan tanto espacio para poder regularse, aunque se trate de propuestas voluminosas.
- **O19. Que el diseño tenga buena aceptación:** Al igual que se ha comentado en los objetivos O1 y O7, las propuestas 1 y 3 presentan un diseño más simple y fácil de comprender, por ende, con una mayor aceptación. De este modo, dichas propuestas son muy aceptadas, mientras que la propuesta 2 simplemente es aceptada.

Con esta información, se ha elaborado la siguiente tabla:

OBJETIVO	ESPECIFICACIÓN	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
O1	Que sea manejable	Muy manejable	Manejable	Muy manejable
O6	Que se adapte a las necesidades del usuario	Muy adaptable	Muy adaptable	Muy adaptable

O7	Que sea agradable de usar	Muy agradable	Agradable	Muy agradable
O8	Que el diseño sea novedoso y aporte valor al producto	Muy novedoso	Muy novedoso	Muy novedoso
O9	Que el diseño sea inclusivo y funcional	Inclusiva	Muy inclusiva	Muy inclusiva
O10	Que se garantice la durabilidad del producto	Muy duradero	Duradero	Duradero
O14	Que el empaquetado sea compacto	11.000 cm ³	11.250 cm ³	9.375 cm ³
O15	Que los materiales utilizados tengan el menor impacto posible	Sostenible	Sostenible	Sostenible
O16	Que se pueda reparar con facilidad	Reparable	Reparable	Reparable
O17	Que sea reciclable	Reciclable	Reciclable	Reciclable
O18	Que ocupe desmontado el menor espacio posible	Muy voluminoso	Voluminoso	Voluminoso
O19	Que el diseño tenga buena aceptación	Muy aceptado	Aceptado	Muy aceptado

Fig. 22. Tabla especificación de los objetivos.

7.2.2. MÉTODO CUALITATIVO - DATUM

Una vez se han especificado y organizado los objetivos (Fig. 22), se procede a utilizar la metodología DATUM para determinar cuál de las tres propuestas es la que se debe seguir desarrollando.

En este caso, se parte de la primera propuesta como modelo DATUM y se va a comparar con las otras dos propuestas. De modo que se les debe asignar “-” si dicha propuesta si cumple peor dicho objetivo que la propuesta DATUM, “+” si dicha propuesta cumple de una mejor manera el objetivo o “S” si ambas propuestas cumplen el objetivo por igual.

Una vez conocido todo esto, se ha obtenido la siguiente tabla:

OBJETIVO	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3
O1	D	-	S
O6		S	S
O7		-	S
O8	A	S	S
O9		+	+
O10		-	-
O14	T	-	+
O15		S	S
O16	U	S	S
O17		S	S
O18		+	+
O19	M	-	S
E+		2	3
E-		5	1
ES		3	7
TOTAL		- 3	2

Fig. 23. Tabla metodología DATUM.

Tras utilizar la metodología DATUM (Fig. 23) y analizar los resultados obtenidos, se puede llegar a la conclusión de que las propuestas 1 y 3 cumplen los objetivos prácticamente de forma similar. Siendo ligeramente mejor la propuesta 3 pero sin tener un margen suficiente que determine que debe ser la propuesta seleccionada.

De este modo y puesto que se ha obtenido un resultado inconcluso, se debe ponderar los objetivos utilizados para determinar la importancia de cada uno de ellos. Con tal de determinar cuáles son los más importantes y cuál de las dos propuestas los cumplen. Pudiendo determinar de esta forma, cuál de las dos propuestas debería ser la propuesta a desarrollar en el proyecto.

7.2.3. MÉTODO CUANTITATIVO - PONDERACIÓN DE OBJETIVOS

Para poder cuantificar el grado de importancia de cada uno de los objetivos, se debe establecer en primer lugar un sistema de ponderación. Para esto, se va a realizar una tabla cruzada donde se van a comparar los objetivos entre sí, estableciendo una puntuación de “1” al objetivo más importante y de “0” al otro objetivo. Una vez comparados todos los objetivos, se deben recopilar dichos puntos y ponderar respecto al total de puntos, obteniendo de este modo el porcentaje de importancia de cada uno de los objetivos (Fig. 24).

	O1	O6	O7	O8	O9	O10	O14	O15	O16	O17	O18	O19	TOTAL
O1	-	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	9 (13,64%)
O6	1	-	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	10 (15,15%)
O7	0	0	-	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8 (12,12%)
O8	0	0	0	-	0	0	1	1	1	1	1	1	6 (9,09%)
O9	1	1	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	11 (16,67%)
O10	0	0	0	1	0	-	0	1	1	1	1	1	6 (9,09%)
O14	0	0	0	0	0	1	-	0	0	0	1	0	2 (3,03%)
O15	0	0	0	0	0	0	1	-	1	1	1	1	5 (7,57%)
O16	0	0	0	0	0	0	1	0	-	0	1	1	3 (4,54%)
O17	0	0	0	0	0	0	1	0	1	-	1	1	4 (6,06%)
O18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1 (1,51%)
O19	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	-	1 (1,51%)

Fig. 24. Tabla ponderación cruzada.

Tras realizar la tabla cruzada, con el fin de poder cuantificar numéricamente el cumplimiento de los distintos objetivos por cada una de las propuestas, se procede a elaborar una escala del “1” al “3”, siendo “1” el peor valor y “3” el mejor valor. Al mismo tiempo, puesto que algunos de los objetivos están compuestos por valores numéricos, se debe realizar una interpolación con tal de obtener los valores intermedios (Fig. 25).

	QUE EL EMPAQUETADO SEA COMPACTO
1	11.250 cm ³
2	
3	9.375 cm ³

Fig. 25. Tabla de valores máximos y mínimos.

- Que el empaquetado sea compacto:

1: 11.250 cm³

Y: 11.000 cm³

3: 9.375 cm³

$$Y = Ya + (X - Xa) \frac{Yb - Ya}{Xb - Xa} = 1.267$$

Finalmente, una vez se tiene recopilada toda esta información, se elabora una tabla con los resultados del cumplimiento de los distintos objetivos y la ponderación de los mismos (Fig. 26). De esta forma, se pueden comparar las distintas propuestas entre sí y obtener cuál de ellas es la que mejor cumple con los objetivos propuestos.

OBJETIVO	PROPUESTA 1	PROPUESTA 2	PROPUESTA 3	PONDERACIÓN
O1	3	2	3	13,64%
O6	3	3	3	15,15%
O7	3	2	3	12,12%
O8	3	3	3	9,09%

O9	2	3	3	16,67%
O10	3	2	2	9,09%
O14	1	1.267	3	3,03%
O15	2	2	2	7,57%
O16	2	2	2	4,54%
O17	2	2	2	6,06%
O18	1	2	2	1,51%
O19	3	2	2	1,51%
TOTAL	2.56	2.39	2.71	

Fig. 26. Tabla resultados ponderados.

7.3. CONCLUSIONES

Como se puede observar tras realizar el método de ponderación, la propuesta 1 y 3 obtienen unos resultados bastante similares debido a que comparten algunas de sus cualidades.

De esta forma y aunque la elección de la propuesta 3 como propuesta definitiva no queda totalmente justificada, aun siendo cuantitativamente la que mayor resultado ha obtenido. Se ha seleccionado puesto que al igual que en este caso, previamente en el método cualitativo DATUM, también ha sido la mejor valorada, de modo que se puede asegurar que de las tres propuestas es la mejor.

Por lo tanto, se va a tomar como base para el diseño de la propuesta final el utilizado en la propuesta 3, además de incorporar alguna de las cualidades más destacadas de las otras propuestas con tal de mejorar el diseño definitivo.

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

8.1. CÁLCULO DE EXCLUSIÓN

Para poder empezar a desarrollar el diseño definitivo de la propuesta, se va a realizar un cálculo de exclusión, con tal de determinar qué aspectos del diseño tienen una mayor implicación y pueden llegar a ser excluyentes para un segmento de los usuarios.

De este modo, se procede a utilizar la herramienta “Exclusion Calculator”, creada por la Universidad de Cambridge para poder calcular, en base a una muestra de la población británica, que porcentaje quedaría excluida. Con tal de poder mejorar algunas de las características del diseño de cara a la versión definitiva.

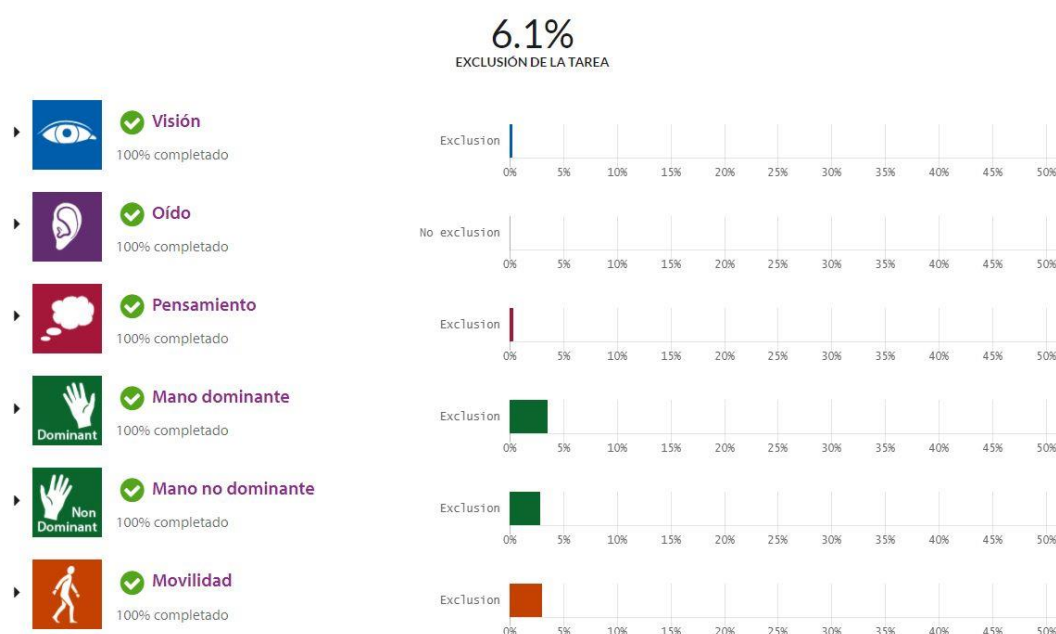


Fig. 27. Resultados Exclusion Calculator.

Como se puede observar en la (Fig. 27), el porcentaje de población británica excluida es de 6,1%, y cuyas capacidades más excluyentes están relacionados principalmente con el uso dominante, seguidos de la mano no dominante y la movilidad relacionada con el uso. El uso tanto de la mano dominante como de la no dominante son las capacidades más excluyentes debido a que durante el desempeño de la cesta, se realizan acciones de agarre y empuje. En cuanto a la movilidad relacionada con el uso, el usuario únicamente realiza la acción de regular la cesta en altura, estando parado y durante unos pocos segundos. Posteriormente a estas capacidades, se encuentran con un menor impacto de exclusión la capacidad visual y cognitiva. Debido a que se desempeñan

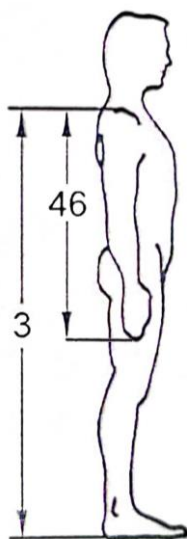
acciones secundarias y que precisan de una ligera agudeza visual, un menor esfuerzo y una menor concentración que las mencionadas anteriormente. Finalmente, la capacidad auditiva, al no utilizarse en este producto, no influye en el porcentaje de exclusión. A parte de lo mencionado, en el Anexo 3.1 se comenta de forma detallada la implicación de cada una de las capacidades analizadas.

De este modo, se puede llegar a la conclusión de que la cesta presenta un porcentaje de exclusión bastante bajo, así como cuáles de las capacidades analizadas repercuten de forma significativa en la exclusión y tenerlo en cuenta al diseño definitivo.

8.2. DESARROLLO ERGONÓMICO

Con el fin de dimensionar de forma adecuada la cesta, se va a realizar un estudio ergonómico para poder definir las dimensiones idóneas de algunos elementos en relación al usuario. Para ello, se van a tomar como referencia las medidas antropométricas de la población española de niños de 8 años, adultos en silla de ruedas y adultos de entre los 19 y los 65 años, para obtener los valores máximos y mínimos de la cesta así como el diámetro máximo de agarre. En el anexo 4 se detallan los procedimientos y criterios utilizados con los que se obtienen los cálculos que se van a mostrar a continuación.

El primer de los parámetros a calcular, es la altura máxima de la cesta, para ello se debe tener en cuenta las dimensiones de la altura de los hombros (D3) y la longitud hombro - agarre (D46), de los adultos de entre los 19 y los 65 años (Fig. 28). Para poder obtener dicha altura, se debe utilizar para un percentil 95 y la muestra de hombres, la altura de los hombros (D3), la altura de la mano respecto al suelo cuando se realiza el agarre (H) y la corrección de calzado. De modo que, al resolver la ecuación, se obtiene la altura máxima que debe tener la cesta.



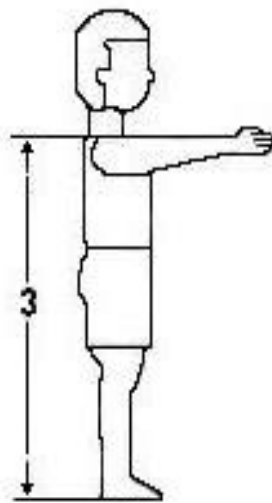
$$T \text{ (máxima)} = D3 (X_{95} \text{ Hombres}) - H (X_{95} \text{ Hombres}) + \text{Corrección}$$

$$T \text{ (máxima)} = 1552 \text{ mm} - 505,58 \text{ mm} + 25 \text{ mm} = \mathbf{1071,42 \text{ mm}}$$

Fig. 28. Cálculo altura de la mano.

Para obtener altura mínima de la cesta, se debe realizar un cálculo similar pero esta vez teniendo en cuenta los usuarios que más dificultades pueden tener a la hora de utilizar la cesta. Estos son los niños de 8 años y los adultos en silla de ruedas, puesto que los niños que empiezan a jugar al tenis, debido a su altura, pueden tener alguna dificultad para manejar la cesta y los adultos en silla de ruedas presentan el mismo problema al cual se le suma tener una menor movilidad. Por ello, se va a realizar el cálculo para ambos tipos de usuarios y se considerará el menor valor como el que debe tener la cesta como altura mínima.

Para obtener el cálculo para los niños de 8 años, se debe utilizar el valor que se obtiene de la muestra de niñas para el percentil 5, junto a la dimensión de la altura de los hombros (D3) y la corrección de calzado (Fig. 29).

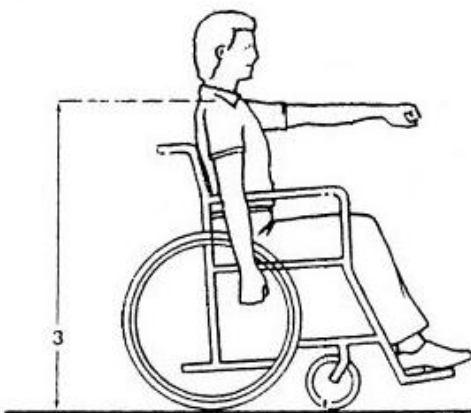


$$T (\text{mínima niñas}) = D3 (X_5 \text{ Niñas}) + \text{Corrección}$$

$$T (\text{mínima niñas}) = 946 \text{ mm} + 25 \text{ mm} = \mathbf{971 \text{ mm}}$$

Fig. 29. Dibujo antropométrico niño.

En cuanto al cálculo para los adultos en silla de ruedas, se debe seguir el procedimiento visto previamente, pero en este caso utilizar la muestra de mujeres con un percentil 5 y únicamente la dimensión del suelo al hombro (D3) (Fig. 30).



$$T (\text{mínima mujeres}) = D3 (X_5 \text{ Mujeres})$$

$$T (\text{mínima mujeres}) = \mathbf{978 \text{ mm}}$$

Fig. 30. Dibujo antropométrico adulto en silla de ruedas.

Una vez se han calculado los valores de altura mínima para las dos muestras de usuarios seleccionados y tras compararlas entre sí, se ha llegado a la conclusión de que el valor más adecuado es el obtenido de la muestra de niños de 8 años. Principalmente porque es el valor menor de los dos obtenidos y por ende, al utilizar esta medida también se está teniendo en cuenta a los usuarios en silla de ruedas.

Por último, una vez se han calculado la altura mínima y máxima de la cesta, el siguiente parámetro a calcular es el diámetro máximo de agarre (Fig. 31). Este valor tiene un gran impacto en la ergonomía final de la cesta, debido a que al tratarse de un producto que se va a estar moviendo y desplazando con gran frecuencia, el agarre debe ser cómodo de utilizar para la gran mayoría de usuarios. Como se comenta en el anexo 4.3, un incorrecto agarre durante un prolongado tiempo de uso termina provocando molestias o incluso lesiones, por ello el hecho de que la cesta se pueda regular en altura favorece a que el usuario adopte una posición natural a la hora de agarrar la cesta y evite este tipo de problemas. Por ello, dimensionar el agarre con un diámetro adecuado facilita el agarre y reduce el esfuerzo que el usuario debe realizar para poder desplazar la cesta.

Este valor se obtiene directamente de la tabla antropométrica de adultos para la dimensión del máximo diámetro de agarre (D17), en este caso para una muestra de hombres con un percentil 95.



T (mínima mujeres) = D17 (X₉₅ Hombres)

T (mínima mujeres) = 59 mm

Fig. 31. Dibujos antropométricos del diámetro de

Tras realizar el estudio ergonómico del producto, se ha llegado a la conclusión de que es una de las partes más importantes del proyecto y que mayor implicación tienen en la usabilidad y en la comodidad del producto. De este modo, se ha calculado que la altura mínima de la cesta tiene que ser de 971 mm, mientras que la altura máxima tiene que ser de 1071,42 mm. En cuanto al diámetro máximo de agarre, este no debe superar los 59 mm. El uso de estas dimensiones va a permitir que una gran parte de los usuarios que no podían utilizar este tipo de productos, puedan utilizar esta cesta con una mayor facilidad.

8.3. DESARROLLO MECÁNICO

Una vez se tiene claro el diseño y las dimensiones de la cesta, conviene comprobar que los elementos críticos, en este caso los soportes que se encargan de sostener el cesto y unir ambos laterales de la cesta (Fig. 32 y 33), responden mecánicamente con seguridad. Un mal desempeño de estos soportes pone en riesgo la integridad de la cesta, por ello se va a calcular el diámetro mínimo que deben tener para poder soportar las cargas máximas

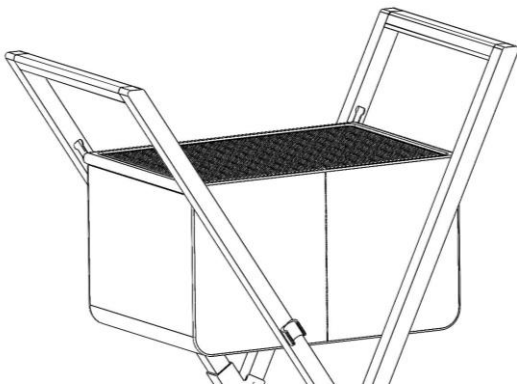


Fig. 32. Cesta en detalle.

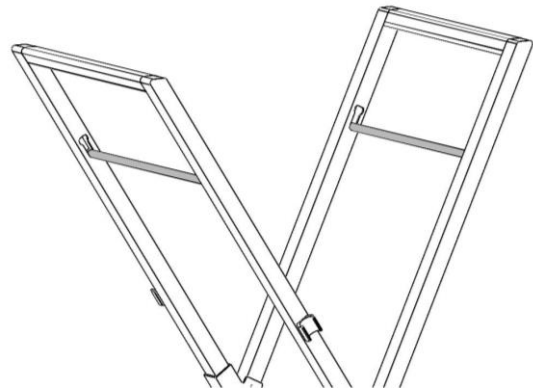


Fig. 33. Soporte cesto pelotas.

Para poder calcular dicho diámetro, se necesita conocer las siguientes variables: (N) esfuerzo axial, (L) longitud del soporte, (β) coeficiente de sujeción, (E) módulo elástico.

Para obtener (N) se tiene en cuenta que el peso de un cesto fabricado en poliéster y que alberga 150 pelotas pesa aproximadamente 400 g, cada una de estas pelotas pesa 58.5g.

$N = \text{Peso máximo} \times \text{gravedad}$

$$N = (0.4 \text{ kg} + 0.0585 \text{ kg} \times 150) \times 9.81 \text{ N / kg} \quad \mathbf{N = 90 \text{ N}}$$

N por soporte = 45 N

La longitud total del soporte (L), viene dada por la suma del ancho del cesto y el espesor de las asas.

$$L = 300 \text{ mm} + 2 \times 2 \text{ mm} \quad \mathbf{L = 304 \text{ mm}}$$

Por otro lado, los soportes al funcionar de vigas biempotradas tienen un coeficiente de sujeción (β) de 0.5 al tratarse de una viga biempotrada y mientras que el módulo elástico (E) del acero inoxidable 304 es de 193 GPa.

Una vez recopilado todas estas variables, se procede a calcular el diámetro mínimo de cada uno de los soportes, para ello se van a hacer uso de las siguientes fórmulas:

$$N = 45 \text{ N}$$

$$L = 304 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.5$$

$$E = 193 \text{ GPa}$$

$$N = \frac{\pi \times E \times I}{\beta \times L} \quad I = \frac{\pi \times r^4}{4} \quad \frac{\pi \times E \times N}{\beta \times L} = \frac{\pi \times r^4}{4}$$

$$r = \sqrt[4]{\frac{N \times (\beta \times L)}{\pi \times E} \times \frac{\pi}{4}} \quad r = \sqrt[4]{\frac{45 \times (0.5 \times 304 \times 10^{-3})}{\pi \times 193 \times 10^9} \times \frac{\pi}{4}} \quad r = 1.75 \text{ mm}$$

$$D = 2 \times r = 3.5 \text{ mm}$$

Por otra parte, también es necesario conocer cuál es la fuerza necesaria para poder volcar la cesta. De este modo, para poder conocer el caso más favorable y el más desfavorable se va a calcular contemplando la altura mínima y máxima de la cesta, con el cesto sin pelotas y con pelotas.

Para poder calcular esta fuerza, en primer lugar, se simplifica la forma de la cesta y se representa el diagrama de fuerzas que se aplican en la cesta (Fig. 34). En este caso se va a calcular para la altura mínima de la cesta.

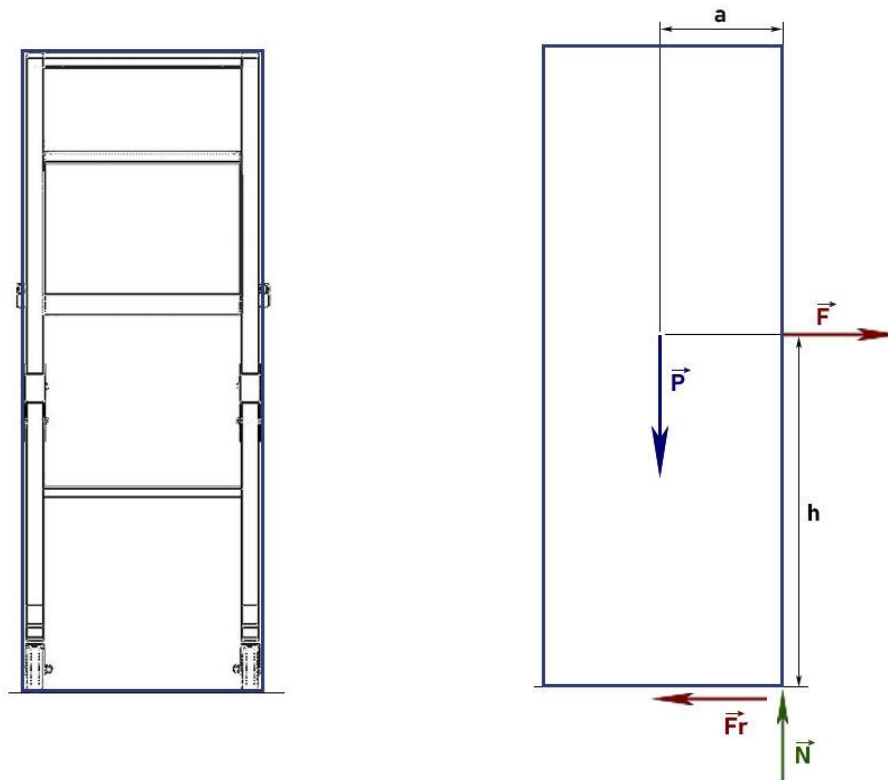


Fig. 34. Diagrama de fuerzas altura mínima.

Para poder calcular la fuerza de vuelco (F), se necesita conocer las siguientes variables: (a) anchura al centro del rectángulo, (h) altura al centro del rectángulo, (P) peso máximo de la cesta, (Fr) fuerza de rozamiento y (N) fuerza normal. Estas dos últimas se desprecian para el cálculo de la fuerza de vuelco.

P = Peso máximo x gravedad

$$P \text{ (sin pelotas)} = 4.918 \text{ kg} \times 9.81 \text{ N / kg} \quad \mathbf{P = 48.24 \text{ N}}$$

$$P \text{ (con pelotas)} = 4.918 \text{ kg} + (0.0585 \times 150) \text{ kg} \times 9.81 \text{ N / kg} \quad \mathbf{P = 134.33 \text{ N}}$$

$$\mathbf{h = 485.5 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{a = 175 \text{ mm}}$$

$$F = P \times a \times \frac{1}{h}$$

$$F \text{ (sin pelotas)} = 48.24 \times 0.175 \times \frac{1}{0.4885} \quad \mathbf{F = 17.39 \text{ N}}$$

$$F \text{ (con pelotas)} = 134.33 \times 0.175 \times \frac{1}{0.4885} \quad \mathbf{F = 48.12 \text{ N}}$$

Posteriormente se repite el procedimiento, pero en este caso con la altura máxima de la cesta (Fig. 35).

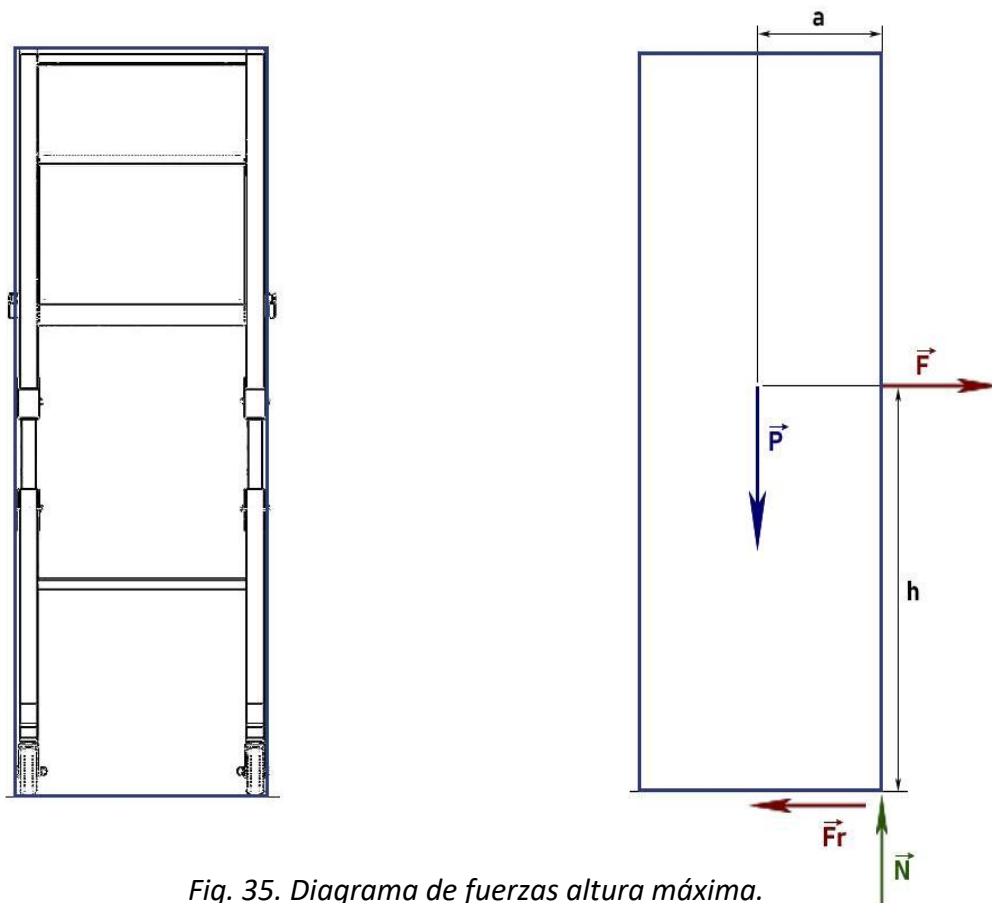


Fig. 35. Diagrama de fuerzas altura máxima.

$$P \text{ (sin pelotas)} = 48.24 \text{ N}$$

$$h = 535.7 \text{ mm}$$

$$P \text{ (con pelotas)} = 134.33 \text{ N}$$

$$a = 175 \text{ mm}$$

$$F = P \times a \times \frac{1}{h}$$

$$F \text{ (sin pelotas)} = 48.24 \times 0.175 \times \frac{1}{0.5357} \quad F = 15.76 \text{ N}$$

$$F \text{ (con pelotas)} = 134.33 \times 0.175 \times \frac{1}{0.5357} \quad F = 43.88 \text{ N}$$

El desarrollo mecánico ha servido para poder calcular dos de los parámetros más críticos del diseño de la cesta, como son el diámetro que debe tener el soporte del cesto de pelotas y la fuerza necesaria para volcar la cesta.

El diámetro mínimo obtenido para los soportes es de 3.5 mm para soportar el esfuerzo máximo. En base a esto y puesto que estos soportes también son los encargados de unir los laterales de la parte superior de la cesta, se ha optado por utilizar un diámetro de 10mm. Se ha tomado esta decisión para unificar las dimensiones de todos los soportes utilizados en la cesta, para de este modo facilitar y reducir el tiempo de producción, así como para abaratar dichos costes.

Por otra parte, el caso más desfavorable y con el cual al ejercer una menor fuerza se consigue volcar la cesta, es cuando tiene la altura máxima y el cesto no tiene pelotas, puesto que se necesita ejercer una fuerza de 15.76 N. En contrapartida, el caso más favorable es cuando la cesta tiene la altura mínima y el cesto está lleno de pelotas, puesto que en este caso se necesita una fuerza de 48.12 N para volcar la cesta. Los valores obtenidos en ambos casos son coherentes y determinan que el diseño escogido presenta una mejor estabilidad por lo que necesita ejercer una mayor fuerza para poder tumbar la cesta. De este modo se consigue cumplir uno de los principales objetivos que se habían planteado al principio del proyecto.

8.4. DESPIECE

Después de realizar los cálculos ergonómicos y mecánicos necesarios, se procede a describir cada una de las piezas que componen la cesta. De este modo, se especifica la función que desempeñan, el material y el proceso utilizado para su fabricación, así como en qué plano se encuentran detalladas sus dimensiones.

8.4.1. RUEDA

- **Función:** Dota de movilidad a la cesta para poder usarla y transportarla con mayor facilidad.
- **Material:** Acero y poliuretano.
- **Proceso de fabricación:** Pieza comercial.
- **Plano:** Pieza comercial.



Fig. 36. Rueda.

8.4.2. PATA DERECHA PLEGABLE

- **Función:** Se encarga de proporcionar estabilidad a la cesta, en caso de que se desee se puede plegar sobre la pata fija para reducir el volumen de la cesta cuando se desmonte.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura.
- **Plano:** 4.



Fig. 37. Pata derecha plegable.

8.4.3. PATA IZQUIERDA PLEGABLE

- **Función:** Se encarga de proporcionar estabilidad a la cesta, en caso de que se desee se puede plegar sobre la pata fija para reducir el volumen de la cesta cuando se desmonte.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura.
- **Plano:** 11.



Fig. 38. Pata izquierda plegable.

8.4.4. ASA DERECHA

- **Función:** Su desplazamiento permite modificar la altura de la cesta al mismo tiempo que dota a la estructura superior de rigidez y estabilidad. Junto con el asa plegable y los soportes mantienen fija el cesto de las pelotas además de servir de apoyo para el agarre frontal.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.

- **Plano:** 5.



Fig. 39. Asa derecha.

8.4.5. ASA IZQUIERDA

- **Función:** Su desplazamiento permite modificar la altura de la cesta al mismo tiempo que dota a la estructura superior de rigidez y estabilidad. Junto con el asa plegable y los soportes mantienen fija el cesto de las pelotas además de servir de apoyo para el agarre frontal.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.

- **Plano:** 7.



Fig. 40. Asa izquierda.

8.4.6. AGARRE FRONTAL

- **Función:** Proporciona un agarre óptimo de la cesta que facilita su manejo, mientras que mantiene unidos los dos laterales superiores de la cesta.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Corte láser, plegado y soldadura.

- **Plano:** 6.

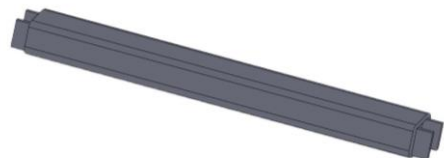


Fig. 41. Agarre frontal.

8.4.7. PATA DERECHA

- **Función:** Cohesiona la gran mayoría de piezas estructurales (asas, pata plegable, soportes y clips de botón) y proporciona el eje sobre el que se regula la altura de la cesta.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura.
- **Plano:** 3.



Fig. 42. Pata derecha.

8.4.8. PATA IZQUIERDA

- **Función:** Cohesiona la gran mayoría de piezas estructurales (asas, pata plegable, soportes y clips de botón) y proporciona el eje sobre el que se regula la altura de la cesta.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura.
- **Plano:** 13.



Fig. 43. Pata izquierda.

8.4.9. SOPORTE

- **Función:** Dota de rigidez a la cesta puesto que se encarga de unir ambos laterales, tanto en la parte inferior como superior. Por otra parte, también es el encargado de sujetar el cesto de las pelotas.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser y soldadura.
- **Plano:** 12.



Fig. 44. Soporte.

8.4.10. ASA DERECHA PLEGABLE

- **Función:** Se encarga de sujetar el cesto de las pelotas junto a la otra asa y servir de apoyo para el agarre posterior. Por otra parte, también permite regular la altura de la estructura superior.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.

- **Plano:** 10.



Fig. 45. Asa derecha plegable.

8.4.11. ASA IZQUIERDA PLEGABLE

- **Función:** Se encarga de sujetar el cesto de las pelotas junto a la otra asa y servir de apoyo para el agarre posterior. Por otra parte, también permite regular la altura de la estructura superior.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.

- **Plano:** 9.



Fig. 46. Asa izquierda plegable.

8.4.12. CESTO

- **Función:** Permite almacenar un gran volumen de pelotas de tenis al mismo tiempo de una forma rápida y sencilla.

- **Material:** Poliéster y acero.

- **Proceso de fabricación:** Pieza comercial.

- **Plano:** Pieza comercial.



Fig. 47. Cesto.

8.4.13. AGARRE POSTERIOR

- **Función:** Proporciona un agarre óptimo de la cesta que facilita su manejo, mientras que mantiene unidos los dos laterales superiores de la cesta.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Corte láser, plegado y soldadura.

- **Plano:** 8.

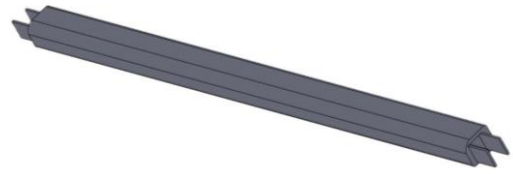


Fig. 48. Agarre posterior.

8.5. ELEMENTOS DE UNIÓN

8.5.1. CLIP BOTÓN DE RESORTE

- **Función:** Facilita la unión entre la pata, el asa y el asa plegable, permite que estas dos últimas se puedan regular para poder modificar la altura de la cesta. A su vez, también permite que el asa plegable se puede plegar cuando se desee desmontar la cesta.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Pieza comercial.

- **Plano:** Pieza comercial.



Fig. 49. Clip botón de resorte.

8.5.2. CLIP BOTÓN CON MUELLE

- **Función:** Proporciona la unión entre la pata y la pata plegable, permite que esta última se pueda plegar sobre la pata fija cuando se desee desmontar la cesta.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Pieza comercial.

- **Plano:** Pieza comercial.

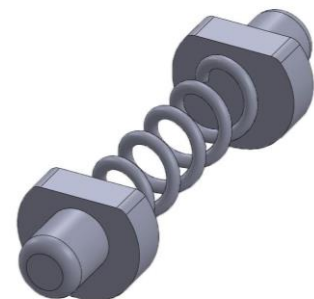


Fig. 50. Clip botón con muelle.

8.5.3. SOPORTE RAQUETA

- **Función:** Se encarga de fijar una raqueta en la cesta para que cuando esta no se vaya a utilizar se pueda tener a mano, de este modo facilita considerablemente transportar la cesta y la raqueta al mismo tiempo tanto dentro como fuera de la pista.

- **Material:** ABS.

- **Proceso de fabricación:** Pieza comercial.

- **Plano:** Pieza comercial.

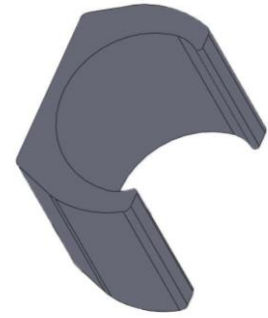


Fig. 51. Soporte raqueta.

8.5.4. CLIP BOTÓN DOBLE

- **Función:** Proporciona la unión entre el agarre y el asa, permite de esta forma que el agarre se pueda retirar cuando se desee.

- **Material:** Acero inoxidable 304.

- **Proceso de fabricación:** Pieza comercial.

- **Plano:** Pieza comercial.



Fig. 52. Clip botón doble.

8.5.5. ADHESIVO ARALDITE 2022-1

- **Función:** Facilita la unión permanente entre el asa plegable y el soporte para la raqueta. Al tratarse de un producto químico especializado en uniones entre metales y plásticos conviene tener en cuenta las especificaciones y consideraciones para su correcto uso.

- **Material:** Epoxi bicomponente.

- **Proceso de fabricación:** Pieza comercial.



Fig. 53. Adhesivo Araldite 2022-1.

9. RESULTADOS FINALES

9.1. DESCRIPCIÓN GENERAL

Desde el principio del proyecto, se ha trabajado para desarrollar una cesta cuyo diseño facilite su uso y desempeño para todo tipo de usuarios, tanto dentro como fuera de la pista.

Por ello, tras establecer unos objetivos que se debían cumplir para garantizar que el diseño escogido cumpliera con las necesidades establecidas, se han realizado diversos estudios para determinar las características finales que debe tener la cesta.

En primer lugar, relativo a la exclusión de la cesta, la propuesta de cesta escogida excluye únicamente a un 6.1% de la muestra poblacional utilizada, lo que supone una gran mejora frente a los modelos existentes de cesta.

Posteriormente, en cuanto al estudio ergonómico, para poder cumplir con los requisitos para el rango de usuarios seleccionados la cesta tiene que permitir un rango de altura mínima de 971 mm y máxima de 1071.42 mm. Con esto se garantiza que tanto los usuarios de menor y mayor estatura puedan utilizar de forma correcta la cesta. Para poder llevar a cabo este requisito, tanto la pata derecha (pieza 1) como izquierda (pieza 17) incorporan una guía sobre la cual se inserta el asa derecha (pieza 8) e izquierda (pieza 12) respectivamente. Esto permite con la ayuda de un clip botón de resorte (pieza 3), que la altura del cesto se pueda regular para utilizar la más idónea en cada momento. Por otra parte, para no producir molestias en el usuario tras un prolongado tiempo de uso el diámetro del agarre no tiene que superar los 59 mm.

Tras esto, el estudio mecánico determina que los soportes de la cesta deben tener un diámetro mínimo de 3.5 mm para soportar el esfuerzo que ejerce el cesto de pelotas sobre ellos. De esta forma y puesto que los soportes utilizados en las patas cumplen con esta condición, se decide unificar las dimensiones de todos ellos para tener un soporte único para las distintas partes de la cesta. Además, la cesta necesita de una fuerza mínima de 15.76 N para volcar en el caso más desfavorable y de 48.12 N en el caso más favorable.

Finalmente, al implementar todas estas mejoras en el diseño que se había escogido, se obtiene el diseño final de la cesta, el cual se muestra a continuación (Fig. 54 y 55).



Fig. 54. Diseño final cesta altura mínima.



Fig. 55. Diseño final cesta altura máxima.

9.2. DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, se muestra el despiece completo de la cesta (Fig. 56), en este se muestra cada uno de los elementos que la componen y que se especifican en la tabla (Fig. 57).

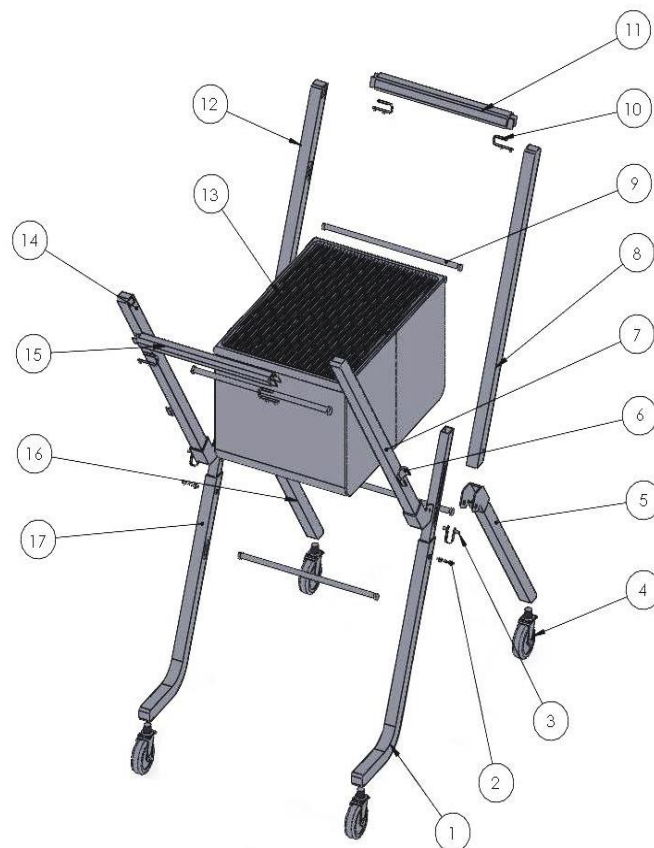


Fig. 56. Cesta en explosión.

PIEZA	NOMBRE	MATERIAL	PROCESO DE FABRICACIÓN
1	Pata derecha	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura
2	Clip botón con muelle	Acero inoxidable 304	Pieza comercial
3	Clip botón de resorte	Acero inoxidable 304	Pieza comercial
4	Rueda	Acero y poliuretano	Pieza comercial
5	Pata derecha plegable	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, plegado y soldadura
6	Soporte raqueta	ABS	Pieza comercial
7	Asa derecha plegable	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
8	Asa derecha	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
9	Soporte	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser y soldadura
10	Clip botón doble	Acero inoxidable 304	Pieza comercial
11	Agarre frontal	Acero inoxidable 304	Corte láser, plegado y soldadura
12	Asa izquierda	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
13	Cesto	Poliéster y acero	Pieza comercial
14	Asa izquierda plegable	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
15	Agarre posterior	Acero inoxidable 304	Corte láser, plegado y soldadura
16	Pata izquierda plegable	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, plegado y soldadura
17	Pata izquierda	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura

Fig. 57. Despiece cesta.

9.3. MATERIALES UTILIZADOS

Se ha utilizado el acero Inoxidable 304 para fabricar la gran mayoría de piezas (1, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16 y 17) debido principalmente a la gran relación que tiene entre resistencia y ligereza. Debido a su composición, es un material idóneo para ser utilizado en el aire libre puesto que tiene una gran resistencia a la corrosión y prácticamente no necesita mantenimiento. Se trata de uno de los materiales más utilizados en la industria debido a que proporciona acabados de gran calidad manteniendo grandes capacidades técnicas como las que se detallan a continuación:

- Buena resistencia a la corrosión.
- Gran relación dureza - ligereza.
- Alta tenacidad.
- Bajo coste de mantenimiento.
- Alta soldabilidad.
- Fácil de manipular y mecanizar en frío.
- Higiénico y fácil de limpiar.

9.4. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE FABRICACIÓN

Para poder diseñar las piezas mostradas en el apartado 9.1, se tienen que realizar distintos procesos de fabricación que seguidamente se van a comentar. En el apartado 2.1 del pliego de condiciones se detalla cada uno de los procesos de fabricación utilizados.

9.4.1. TUBOS ACERO INOXIDABLE 304

Para la fabricación de las distintas piezas diseñadas, se necesitan tanto tubos cuadrados huecos de 20 x 20 mm y 25 x 25 mm como macizos de 10 mm de diámetro. Todos estos se compran directamente al proveedor con las dimensiones mencionadas para cortarlos a medida y proceder con las operaciones de mecanizado.

En primer lugar, puesto que los tubos vienen de fábrica con una longitud en concreto se precisa de un **tronzado** para conseguir la longitud deseada para cada uno de los tubos. Una vez se tiene la longitud deseada, se procede a realizar un **corte con láser** para obtener todos los agujeros que albergan y acoplan las piezas 2, 3 y 9. Posteriormente se realiza un **roscado** en las piezas 1, 5, 16 y 17 para que se puedan enroscar las ruedas en el montaje de la cesta. Algunas piezas como la 1 y 17 necesitan de un **doblado** para obtener la forma final. Cuando todas las piezas poseen su forma final y los agujeros necesarios, se procede a **soldar** a las piezas 1, 5, 7, 8, 12, 14, 16 y 17 los elementos contruidos con chapa, que se mencionan en el apartado 9.4.2. A su vez a las piezas 1 y

17 se les necesita soldar en su extremo superior la guía para poder insertar las piezas 8 y 12, para que de esta forma las piezas estén finalmente terminadas.

9.4.2. CHAPA ACERO INOXIDABLE 304

En cuanto a la fabricación de las distintas piezas diseñadas con las chapas de acero inoxidable 304, el proveedor es el encargado de suministrar las chapas con un espesor de 2 mm, 2.5 mm y 5 mm.

Una vez se tienen las distintas chapas, se procede a **cortar en láser** las distintas piezas que se necesitan, así como los distintos agujeros que incorporan. Una vez las chapas están cortadas, estas se van a utilizar de dos formas diferentes, gran parte de ellas se van a **soldar** en los extremos de la mayoría de tubos que se han cortado anteriormente. Las piezas 1, 5, 7, 9, 11, 14, 15, 16 y 17 precisan en su extremo de una chapa soldada para poder soldar sobre esta la guía, el soporte para unir las patas y asas plegables a las que son fijas, así como soldar el enganche de los agarres para fijarlos en las asas. Además de esto, las piezas 1, 5, 7, 8, 12, 14, 16 y 17 poseen una chapa que ha sido **plegada**, en forma de “U” con una ligera inclinación, y soldada en los otros extremos libres para que tenga una mejor terminación, al quedar estos extremos redondeados. De este modo los tubos quedan cerrados para que no se pueda introducir ningún elemento no deseado y en el caso de las asas facilitan una mejor integración con los agarres. Estas asas se fabrican mediante dos chapas simétricas que se han plegado y soldado por la mitad para formar una única pieza sólida. Finalmente, las piezas 5, 7, 14 y 16 poseen un soporte para unir estas piezas plegables a las que son fijas, este soporte se fabrica con cuatro chapas que han sido cortadas a láser y soldadas entre sí para dar forma a la pieza final. Esta se suelda a los extremos de los respectivos tubos para terminar de fabricar la pieza.

Para que el acabado de todas las piezas fabricadas sea homogéneo, uniforme y con el acabado deseado, se les va a aplicar un decapado y un posterior pulido a todas las soldaduras que se han realizado.

9.5. DESCRIPCIÓN DEL MONTAJE

El montaje de la cesta es bastante sencillo puesto que no se necesita de herramientas y está pensado para que todas las piezas se acoplen de una forma rápida con un simple movimiento. Para montar los distintos tipos de piezas se han utilizado principalmente tres tipos de uniones. La más utilizada es la unión por interferencia entre el eje y el agujero, puesto que la mayoría de las piezas se insertan en otras y quedan fijadas con ayuda de las piezas mostradas en el apartado 8.5. La siguiente unión utilizada es la roscada, de este modo se consiguen fijar las ruedas a las patas. Finalmente, se ha utilizado la unión por adhesivo Araldite 2022-1 para fijar los soportes de las raquetas a las asas.

1. El primero de los pasos del montaje consiste en enroscar dos ruedas (pieza 4) en la pata derecha (pieza 1) y en la pata derecha plegable (pieza 5) respectivamente (Fig. 58).

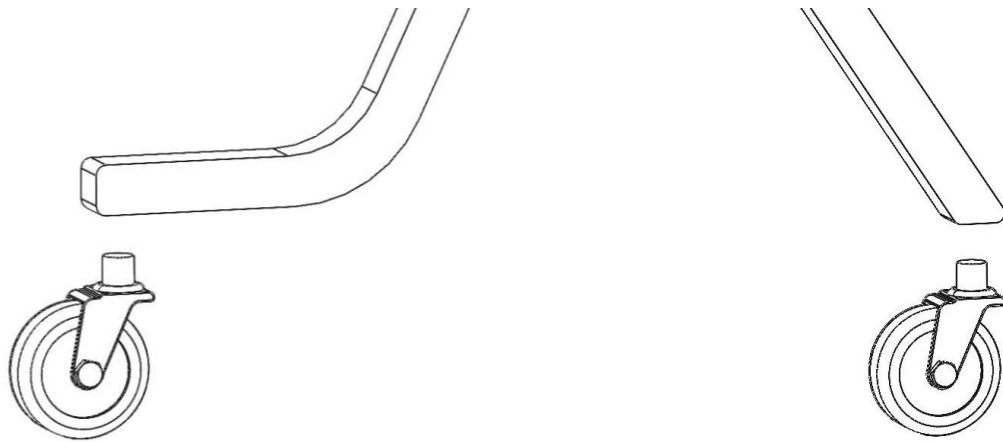


Fig. 58. Paso 1 del montaje.

2. El segundo paso consiste en insertar el eje del clip botón con muelle (pieza 2) dentro del agujero de la pieza 1. Una vez la pieza 2 ha sido insertada, se puede acoplar sobre esta la pieza 5 para que se quede fija (Fig. 59).

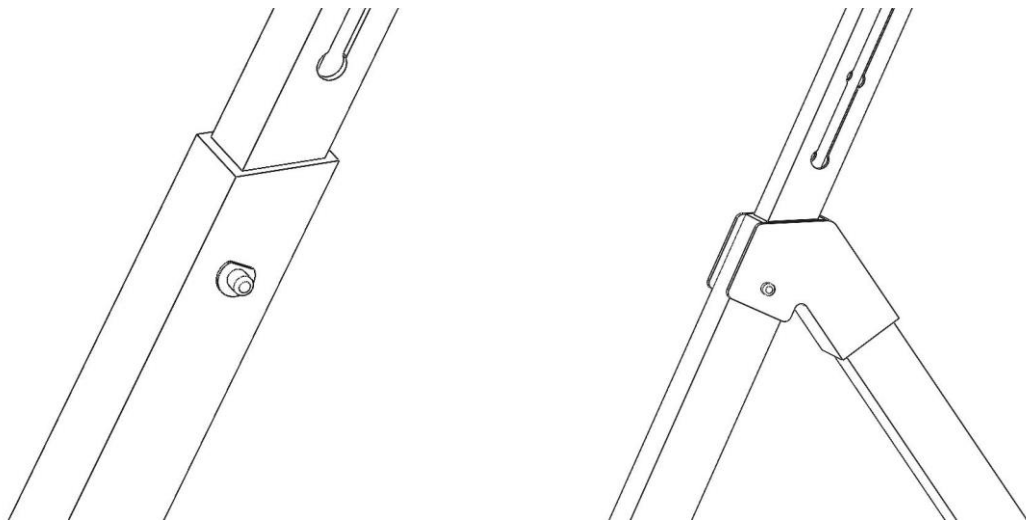


Fig. 59. Paso 2 del montaje.

3. A continuación, se tienen que repetir los pasos 1 y 2 con las piezas izquierdas de las utilizadas, es decir con la pata izquierda plegable (pieza 16) y con la pata izquierda (pieza 17), para de este modo tener montadas las cuatro patas de la cesta.

- De seguido, se tiene que insertar uno de los laterales del soporte (pieza 9) en el agujero de la pieza 1 y posteriormente con otra pieza 9 repetir el proceso e insertarlo en el agujero de la pieza 5. De este modo, una vez todas las piezas están unidas, se pueden insertar los otros extremos de la pieza 9 en los agujeros de las piezas 16 y 17, para tener ambos laterales de la cestas unidos y de pie (Fig.60).

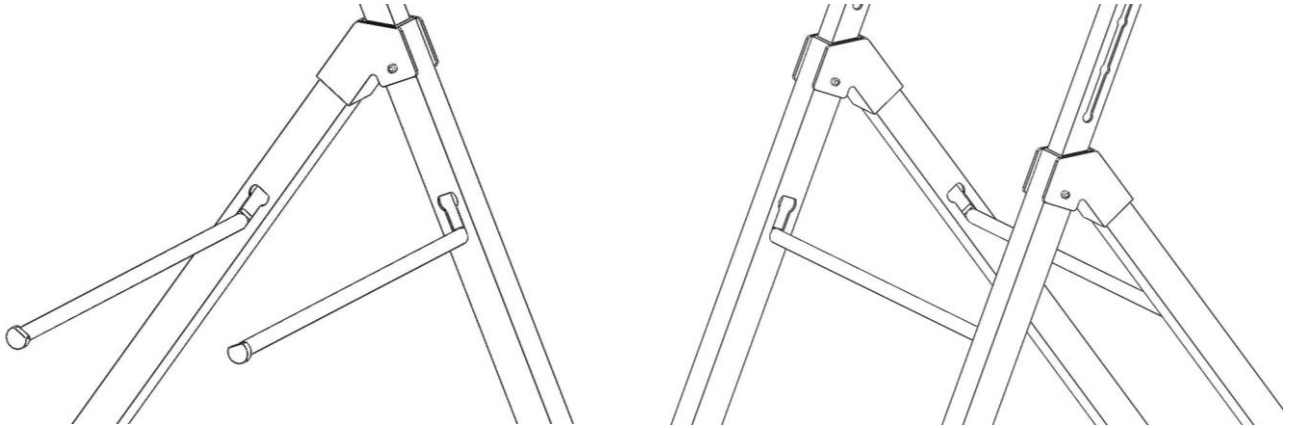


Fig. 60. Paso 4 del montaje.

- Se repite el procedimiento visto en el paso 2, pero en este caso se inserta el eje del clip botón de resorte (pieza 3) por la apertura de la guía de la pieza 1 y este se empuja hasta poder acoplarlo en el primer agujero de dicha guía. Posteriormente el asa derecha (pieza 8) se introduce sobre la guía de la pieza 1 y se insertan los clips de la pieza 3 en los agujeros de la pieza 8 para fijar entre sí ambas piezas. Este proceso se tiene que repetir con el asa izquierda (12) para introducirla sobre la guía de la pieza 17 (Fig. 61).

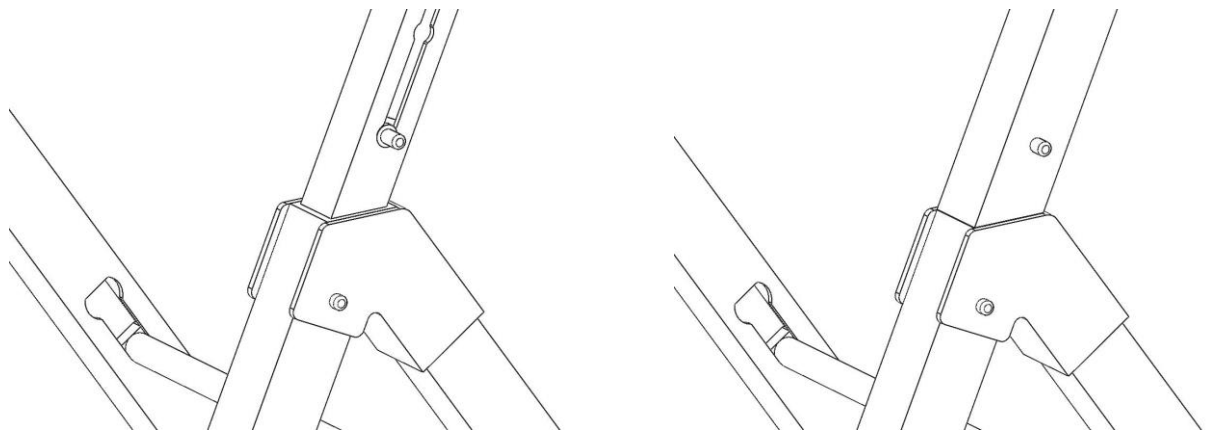


Fig. 61. Paso 5 del montaje.

6. Posteriormente, se tiene que unir el soporte de la raqueta (pieza 6) tanto en el asa derecha plegable (pieza 7) como en el asa izquierda plegable (pieza 14) con el adhesivo Araldite 2022-1. Una vez esté la pieza 6 fija, las piezas 7 y 14, se pueden acoplar sobre las piezas 8 y 12 respectivamente, para esto se insertan los clips de la pieza 3 en los agujeros de las piezas 7 y 14, de modo que estas queden completamente fijas (Fig. 62).

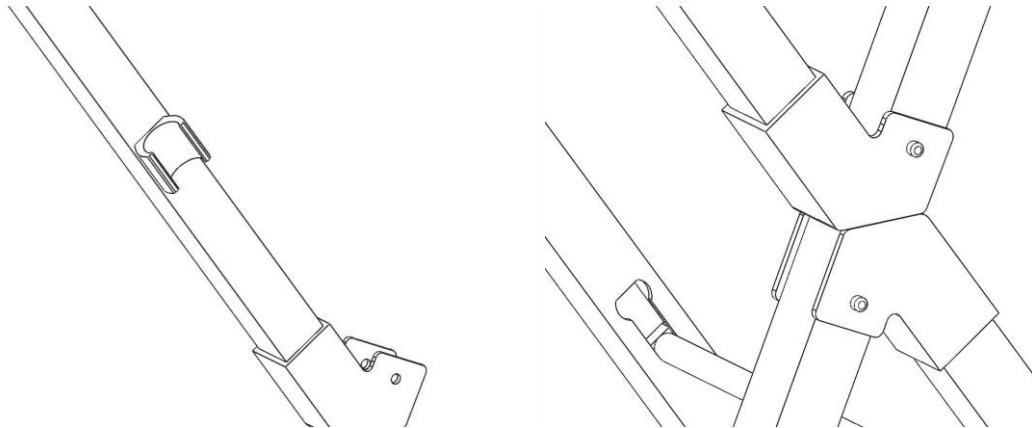


Fig. 62. Paso 6 del montaje.

7. El siguiente paso consiste en insertar dos piezas 9 en los agujeros laterales que posee el cesto (pieza 13). Una vez se ha insertado correcta y únicamente sobresalen los extremos de la pieza 9, estos se insertan en primer lugar en los agujeros de las piezas 7 y 8 y posteriormente en los agujeros de las piezas 12 y 14. Para que de este modo el cesto quede acoplado en la estructura de la cesta (Fig. 63).

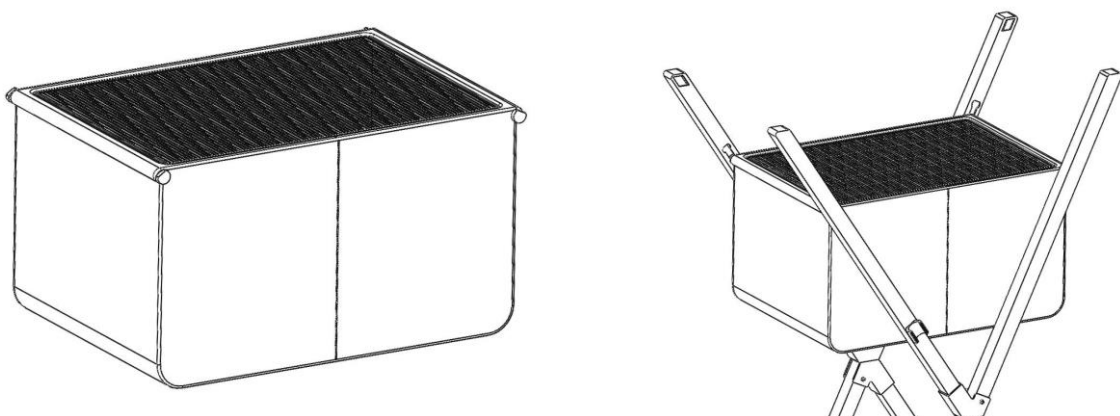


Fig. 63. Paso 7 del montaje.

8. A continuación, se acoplan dos clips botón doble (pieza 10) en cada uno de los extremos del agarre frontal (pieza 11) y del agarre posterior (pieza 15). Para ello, se tiene que insertar el primer clip de la pieza 10 en el agujero de la pieza 11 y 15, para que de este modo el segundo clip quede por fuera (Fig. 64).

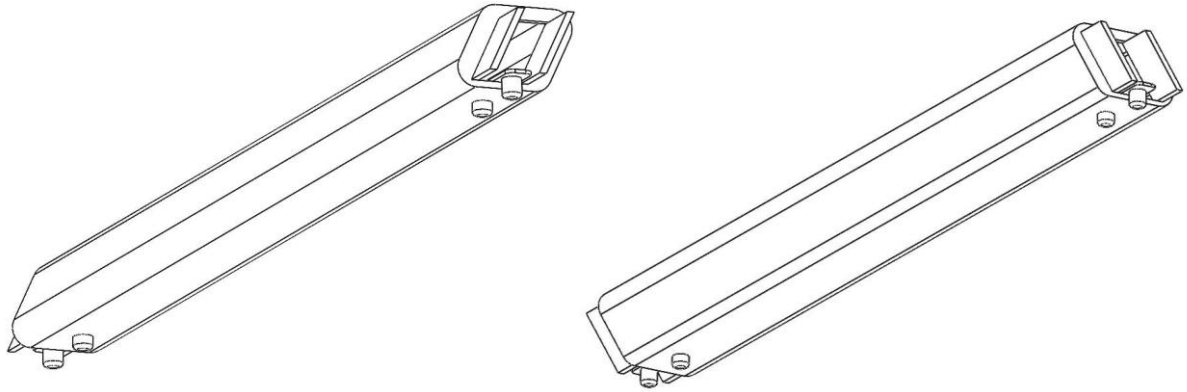


Fig. 64. Paso 8 del montaje.

9. Finalmente, la pieza 11 se tiene que insertar en las piezas 8 y 12 y la pieza 15 en las piezas 7 y 14, en este orden. Para poder fijar estos agarres, se tienen que introducir los dos salientes y el segundo clip, dentro del agujero de las respectivas asas. De esta forma, el montaje de la cesta de tenis estaría terminado (Fig. 65).

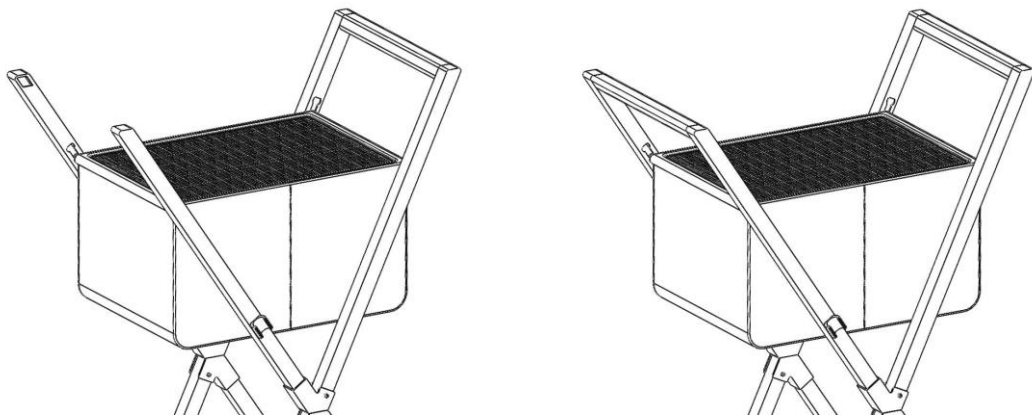


Fig. 65. Paso 9 del montaje.

Para poder desmontar la cesta, únicamente se tiene que repetir este proceso empezando por el último paso hasta llegar al primero. Para poder separar las piezas unidas mediante los distintos tipos de clip, se debe ejercer una ligera presión sobre el clip para poder retirar la pieza en cuestión.

9.6. RESULTADO FINAL

El siguiente de los pasos antes de poder comercializar la cesta, consiste en dotarle de un nombre. Durante todo el proceso que se ha seguido para poder llevar a cabo este producto, se han estado barajando distintos nombres y variaciones del mismo, finalmente se escogió Korb. Este proviene del alemán donde significa cesta y se ha escogido por distintos motivos: Se trata de un nombre corto y conciso, fácil de decir, pero con peso y cuerpo, al mismo tiempo que nos evoca a un producto industrial y moderno. Combina en su nombre el concepto clásico de cesta con el de un producto más minimalista y actual sin perder la esencia del producto.

Korb se enmarca en la tendencia (Dis)Connection Space, al tratarse de un producto sencillo, de calidad y con personalidad propia. Mantiene una estética ligera sin renunciar a un diseño pulcro, además de centrarse en las funciones esenciales que debe tener una cesta, sin tener elementos innecesarios o superfluos (Fig. 66 y 67).



Fig. 66 y 67. Renders finales.

Como se puede observar, la cesta combina una estructura moderna e industrial con elementos con tonalidades grises y plateadas. Distanciándose de los modelos más conservadores y de peor calidad que se encuentran en el mercado, de este modo consigue aportar nuevas funcionalidades sin perder la esencia del producto.



Fig. 68, 69 y 70. Implementaciones.

Como se ha podido observar en la Fig. 68, la cesta posee en ambos laterales un soporte para poder sujetar la raqueta cuando se desee, de este modo cuando el usuario desee transportar la cesta no tiene que sujetar al mismo tiempo la cesta y la raqueta. La cesta a su vez está pensada para poder manejarse desde ambos lados (Fig. 69), al igual que permite que los usuarios en silla de ruedas puedan acceder con comodidad al lateral de la misma (Fig. 70). De este modo, permite que todo tipo de usuario con sus distintas necesidades pueda utilizarla de una forma sencilla.



Fig. 71, 72 y 73. Regulación altura.

La altura de la cesta es completamente regulable mediante un mecanismo deslizante (Fig. 71, 72 y 73). El usuario puede regularla con un simple movimiento para ajustarla a la altura que más le convenga, de esta forma resulta más usable y práctica que los modelos actuales que se comercializan.



Fig. 74, 75 y 76. Plegado y desmontaje.

Por último, la estructura de la cesta y la bolsa para las pelotas se diseñaron para que se pudieran plegar y desmontar, de este modo se reduce en gran medida su volumen y facilita que se pueda guardar cuando no se vaya a utilizar (Fig. 74, 75 y 76).

9.7. PLAN DE EXPLOTACIÓN Y VENTAS

Por último, antes de planificar el número de ventas se debe realizar un plan de explotación para ver en qué sector del mercado conviene focalizarse con tal de facilitar la distribución y venta del producto.

En primer lugar, se ha consultado el último censo nacional de instalaciones deportivas, que se publicó en el año 2005 (Fig. 77), para conocer de forma aproximada el número total de polideportivos municipales por CC. AA que poseen pista de tenis donde imparten clases. De este modo, se puede saber en cuál de estas CC. AA conviene centrarse para distribuir un mayor número de cestas.

Instalaciones deportivas municipales (2005)

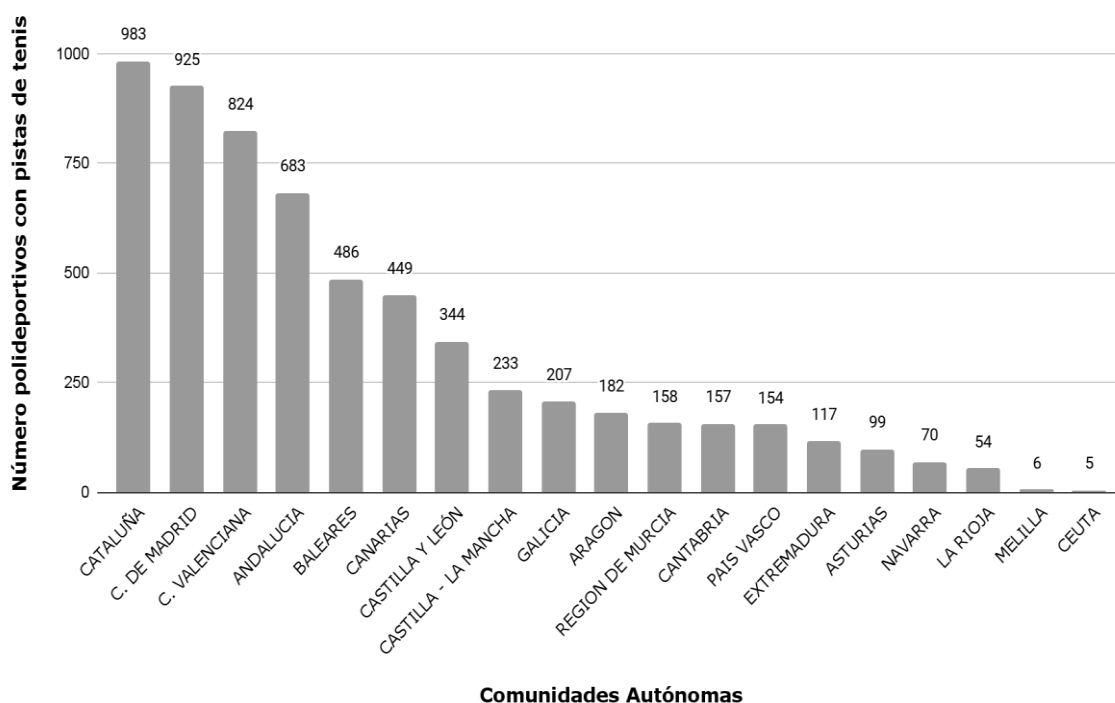


Fig. 77. Instalaciones deportivas municipales. CSD 2005.

Posteriormente, se consultan los anuarios estadísticos nacionales publicados por el INE en los años 2008, 2014 y 2020 para tener una visión general de la evolución del número de clubes de tenis federados a nivel nacional (Fig. 78). Se observa cómo por lo general hay una tendencia al alza, con un ligero incremento de un año a otro, a excepción de los últimos años que el número de clubes federados decreció ligeramente.

Clubes de tenis federados (1999 / 2018)

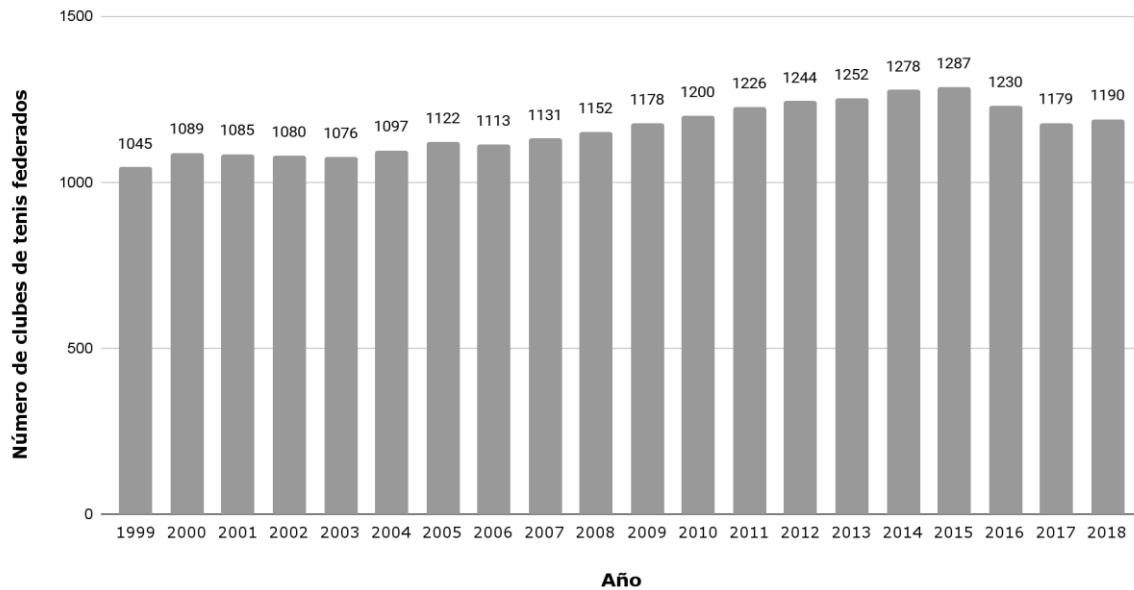


Fig. 78. Clubes de tenis federados. INE 2008, 2014 y 2020.

Seguidamente, se consultaron las estadísticas de los clubes federados por CC. AA en el 2020, con tal de analizar si hay correlación entre el número de instalaciones deportivas municipales con pistas de tenis y el número de clubes de tenis federados en esa CC. AA (Fig. 79). Se puede observar cómo existe una distribución similar entre ambas gráficas, de modo que con esta información se pueden conocer en qué CC. AA va a ser más sencillo distribuir la cesta y con ello obtener unos mayores beneficios.

Clubes de tenis federados por CC. AA (2020)

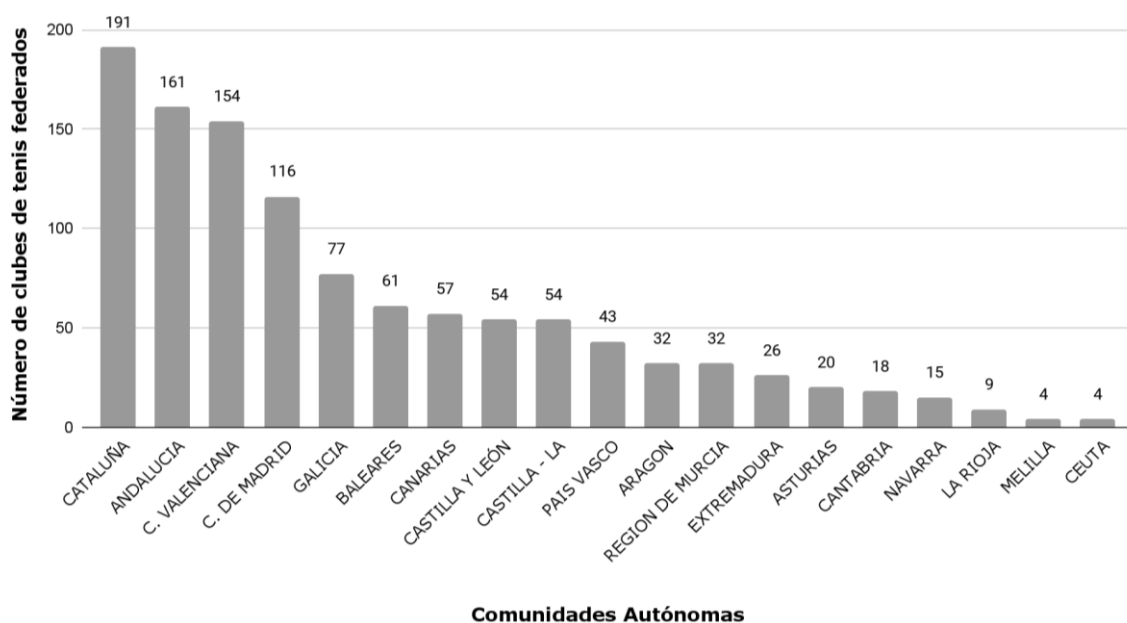


Fig. 79. Clubes de tenis federados por CC. AA. Statista

Para poder elaborar el plan de ventas, se debe tener en cuenta en primer lugar la vida útil de las cestas de tenis que se comercializan en la actualidad, esta edad ronda entre 5 y 10 años. Con esto en mente, se establece que el plan de ventas tiene que ser de 7 años.

Por otro lado, en cuanto al número de cestas que se pretende fabricar, hay que tener en cuenta que en España hay alrededor de 7268 instalaciones deportivas municipales y clubes de tenis federados donde se imparten clases de tenis. De este total de instalaciones el 85% son instalaciones deportivas municipales y el 15% son clubes de tenis federados. Por lo general un polideportivo suele impartir una clase de tenis por turno, mientras que en los clubes suelen ser tres por turno. De esta forma se establece que el número de cestas que se tiene que fabricar son 10.000 unidades, para poder abastecer en un plazo de 7 años a todas estas instalaciones deportivas. La distribución de ventas, aunque es a nivel nacional, se van a distribuir más cestas en las CC. AA con mayor número de instalaciones deportivas puesto que va a haber mayor demanda.

A continuación, se muestra la previsión de ventas a lo largo de los 7 años (Fig. 80).

AÑO	PREVISIÓN DE VENTAS
1	1430 unidades
2	1430 unidades
3	1430 unidades
4	1430 unidades
5	1430 unidades
6	1425 unidades
7	1425 unidades

Fig. 80. Previsión de ventas.

10. PLANIFICACIÓN

Para finalizar el proyecto, se tiene que realizar una planificación del tiempo estimado que se tarda en construir y montar la cesta. En esta planificación, se contempla los estudios previos a la fabricación tales como la búsqueda de inversores, proveedores, alquiler del taller, etc. La selección de la maquinaria y de los operarios encargados de fabricar las distintas piezas, así como de la compra y distribución de la distribución del material y de las piezas comerciales.

10.1. GANTT

El diagrama GANTT (Fig. 82) se ha elaborado a partir de la información recopilada en la tabla (Fig. 81), donde se detallan la duración de todas las tareas relacionadas con la fabricación de la cesta.

	TAREA	DURACIÓN	TAREA PRECEDENTE	PERSONAL
A	Estudios previos	7 días	-	C
B	Selección de la maquinaria y del personal	7 días	-	C
C	Pedido de los tubos	12 días	B	NC
D	Pedido de las chapas	7 días	B	NC
E	Pedido de los clips y del agarre de la raqueta	10 días	B	NC
F	Pedido del cesto de pelotas	15 días	B	NC
G	Pedido de las ruedas	20 días	B	NC
H	Tronzado, corte láser, roscado, doblado y plegado de las piezas	111 días	C, D	C
I	Soldadura, decapado y pulido	149 días	C, D	C
J	Montaje de la cesta	65 días	H, I	NC

Fig. 81. GANTT.

Para obtener el tiempo de envío de las piezas comerciales se ha consultado la página web de los distintos distribuidores. En cuanto a los procesos de fabricación realizados para obtener las piezas diseñadas, se ha tenido en cuenta cada uno de los procesos empleados para fabricar todas las piezas y se han sumado. De este modo, se consigue conocer cuánto tiempo se emplea en fabricar una cesta y este se puede extrapolar de este modo a la previsión anual de ventas. El tiempo empleado para el montaje de una cesta se ha calculado de la misma forma que con la fabricación de las piezas. Los cálculos de estos tiempos se encuentran en el apartado 2 del Estado de Mediciones.

En cuanto al personal utilizado en este proyecto, se ha utilizado personal cualificado (C), para las tareas relacionadas con la búsqueda de inversores, del alquiler del taller y de los operarios, así como de los proveedores de los materiales y de las piezas comerciales. Para la fabricación de las piezas diseñadas se necesita de tres técnicos de taller para realizar las operaciones de tronzado, corte láser, roscado, doblado y plegado de piezas. Aparte, se necesitan cinco soldadores que se encarguen de realizar las distintas soldaduras además del posterior decapado y pulido de estas. Por otra parte, se necesita de un operario no cualificado (NC) para que se encargue de realizar los distintos pedidos, así como el montaje de la cesta.

Diagrama GANTT

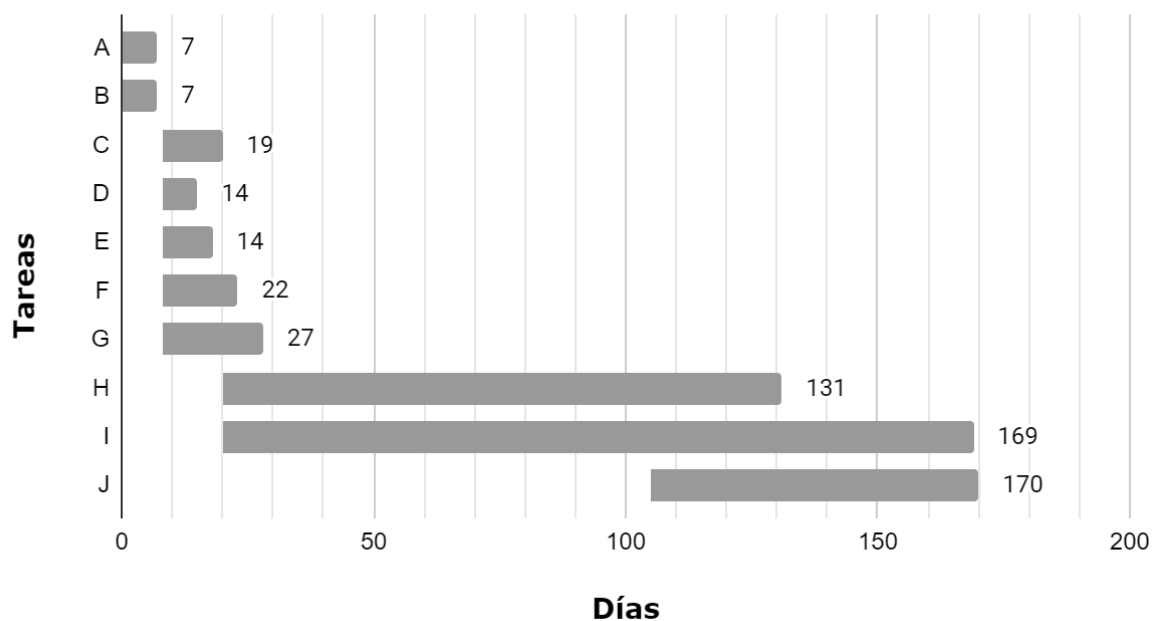


Fig. 82. Diagrama GANTT.

10.2. CONCLUSIONES

Con toda esta información se ha elaborado el diagrama GANTT, de esta forma se puede observar la distribución de los distintos plazos que se tiene que seguir durante todas las tareas implicadas en la fabricación de la cesta. Como se puede observar, las tareas que más tiempo necesitan son las relacionadas con la fabricación y montaje del lote completo y en la que más operarios trabajan de forma simultánea. Para fabricar el lote total de cestas se tarda 170 días hábiles, pero se puede empezar a comercializar a partir del día 110 donde ya se tendrá más de 110 cestas fabricadas y montadas. A partir de este momento, cada semana se montarán más de 150 cestas las cuales estarán listas para su comercialización.

Se puede concluir de esta forma, que la planificación obtenida del GANTT es coherente con el tiempo y los recursos que se necesitan. De este modo se pueden utilizar los recursos económicos de una forma más eficiente al contratar a los operarios durante el tiempo necesario y realizar el pedido de los materiales y de las piezas comerciales con antelación.

ANEXO

ÍNDICE ANEXO

1. ESTUDIO DE EXCLUSIÓN	83
1.1. RESULTADOS OBTENIDOS	86
1.2. CONCLUSIONES	89
2. ESTUDIO ERGONÓMICO	90
2.1. ALTURA MÁXIMA DE LA CESTA	90
2.2. ALTURA MÍNIMA DE LA CESTA	91
2.3. DIÁMETRO MÁXIMO DE AGARRE	94
2.4. CONCLUSIONES	95
3. ESTUDIO MECÁNICO	96
3.1. CÁLCULOS REALIZADOS	96
3.2. CONCLUSIONES	97
4. PROCESOS DE FABRICACIÓN	100
4.1. LAMINADO DE TUBOS SIN COSTURA EN FRÍO	100
4.2. LAMINADO DE CHAPAS EN FRÍO	101

1. ESTUDIO DE EXCLUSIÓN

Con tal de poder estimar el grado de inclusión que presenta la cesta a desarrollar, se pretende utilizar la herramienta “Exclusion Calculator”. Esta herramienta ha sido creada por la Universidad de Cambridge y utiliza como muestra un porcentaje de la población británica, de modo que al responder una serie de preguntas concretas se puede calcular el porcentaje de dicha muestra que sería excluida.

Como se puede observar a continuación (Fig. 83), esta herramienta parte de una muestra de población comprendida entre dos rangos de edades a la cual se le evalúa distintos parámetros. Estos parámetros, comprenden en las primeras cuestiones la agudeza visual y la agudeza auditiva del usuario, seguido del grado cognitivo, capacidad de memorización y comprensión lectora del mismo. Posteriormente, evalúa la destreza y la fuerza tanto de la mano dominante como de la no dominante y finaliza con algunos aspectos relacionados con la movilidad.



Fig. 83. Exclusion Calculator.

1.1. RESULTADOS OBTENIDOS

El primer de los parámetros evaluados, es el que hace referencia a la agudeza visual. En este caso como se muestra en la (Fig. 84), se necesita poca capacidad visual para la utilización de la cesta, esto se debe principalmente a que mediante el tacto se pueden alcanzar y localizar los elementos principales.

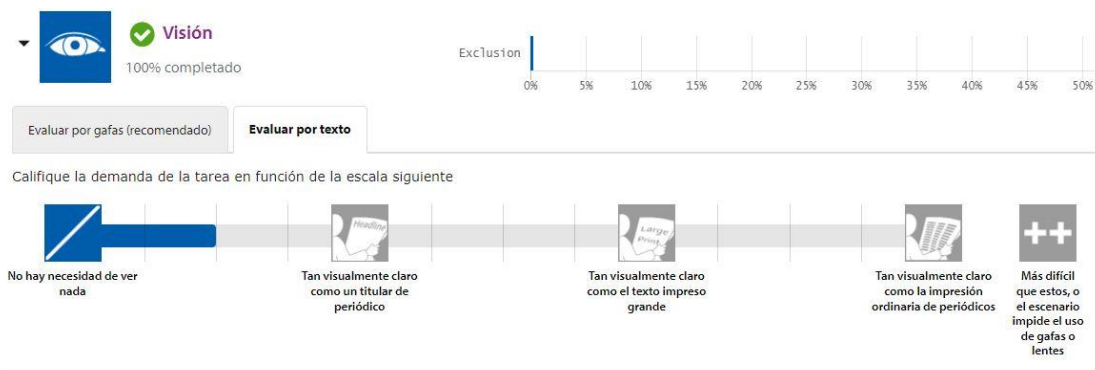


Fig. 84. Capacidad visual.

El siguiente parámetro que se evalúa es el relacionado con la agudeza auditiva. Como se puede observar en la (Fig. 85), este no presenta ningún tipo de exclusión, esto se debe a que no se requiere hacer uso de las capacidades auditivas para utilizar la cesta.

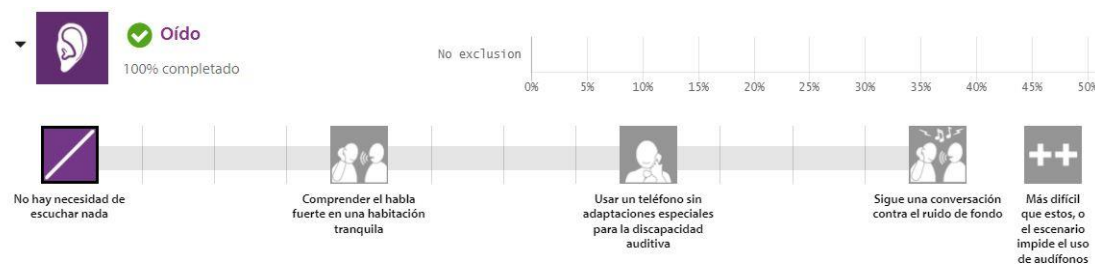


Fig. 85. Capacidad auditiva.

Posteriormente, se evalúan los aspectos cognitivos necesarios para la correcta utilización de la cesta. Se puede apreciar en la (Fig. 86), como es necesario un leve grado de concentración para manipular la cesta, así como cierto grado de memoria a largo plazo para recordar el funcionamiento del mecanismo que la regula en altura. Puesto que aun siendo sencillo de utilizar requiere un aprendizaje inicial.

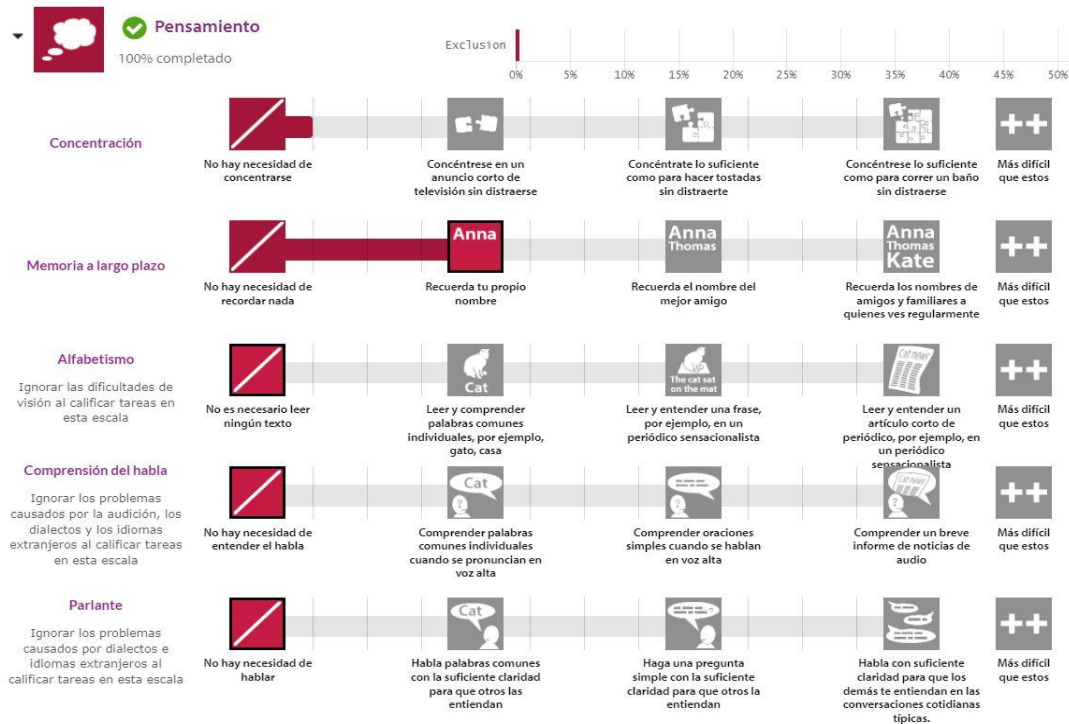


Fig. 86. Capacidad cognitiva.

A continuación, se evalúan las capacidades relacionadas tanto con la mano dominante como con la no dominante. Como se puede observar en las (Fig. 87 y 88), ambas manos necesitan de cierta fuerza de elevación para poder sujetar el asa de la cesta y ejercer una fuerza de empuje, con el objetivo de poder desplazarla. Además de esto, la mano dominante necesita tener una mínima destreza para poder manipular el mecanismo que regula la altura, así como una ligera capacidad para llegar a coger las pelotas que están dentro del cesto.

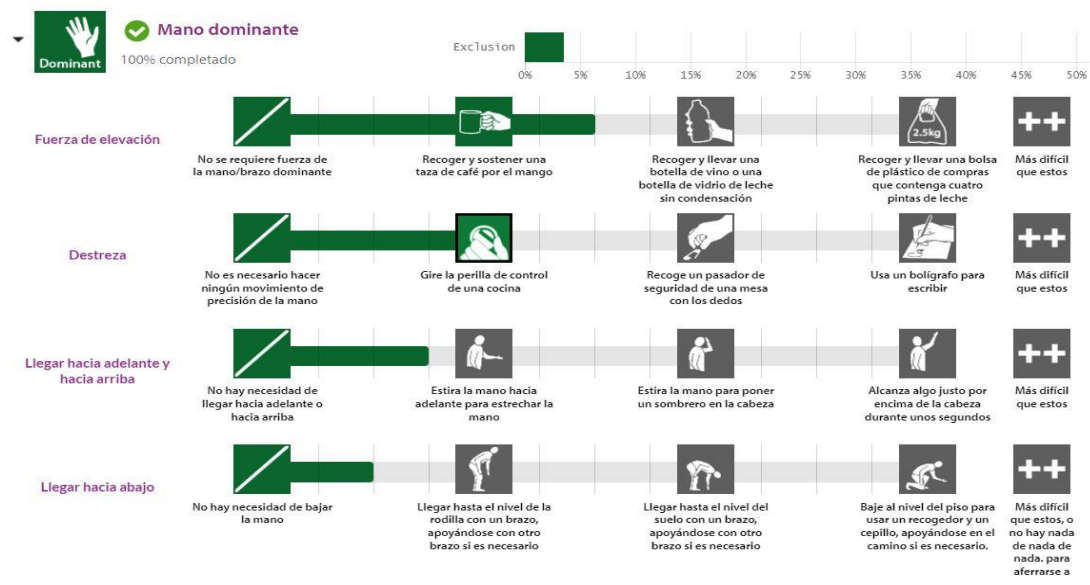


Fig. 87. Mano dominante.

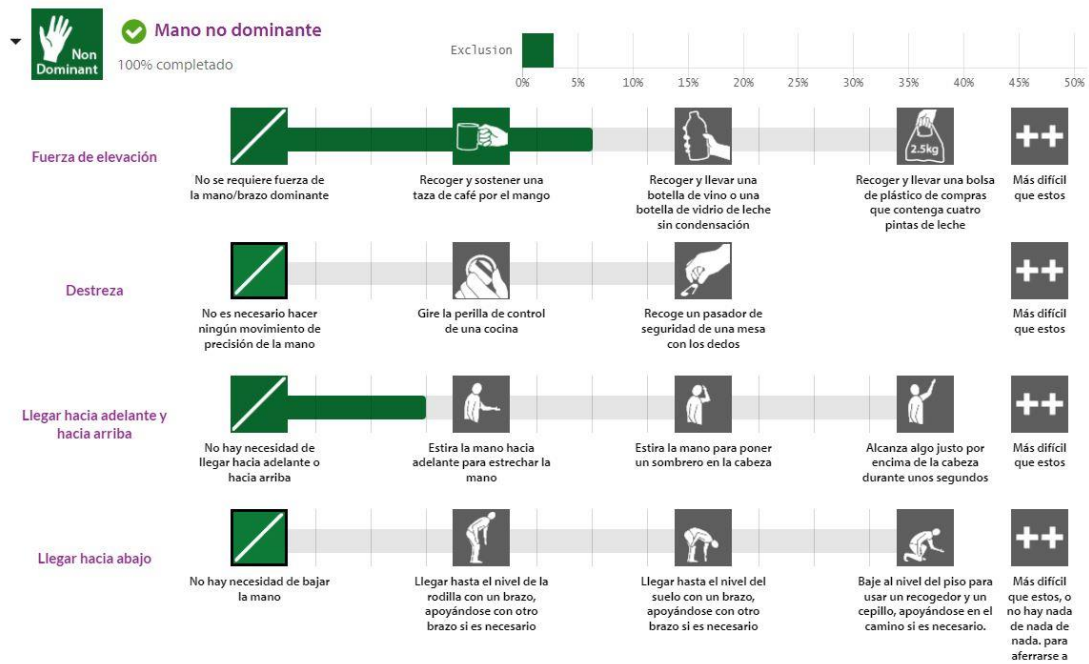


Fig. 88. Mano no dominante.

Finalmente, la última capacidad que se evalúa es la movilidad relacionada con la manipulación y el uso de la cesta. Tal como se puede observar en la (Fig. 89), no se necesitan realizar acciones en movimiento durante el desempeño de la cesta. Únicamente mencionar que, en caso de querer regular la altura de la cesta, el usuario debe detenerse durante unos pocos segundos para realizar la acción.

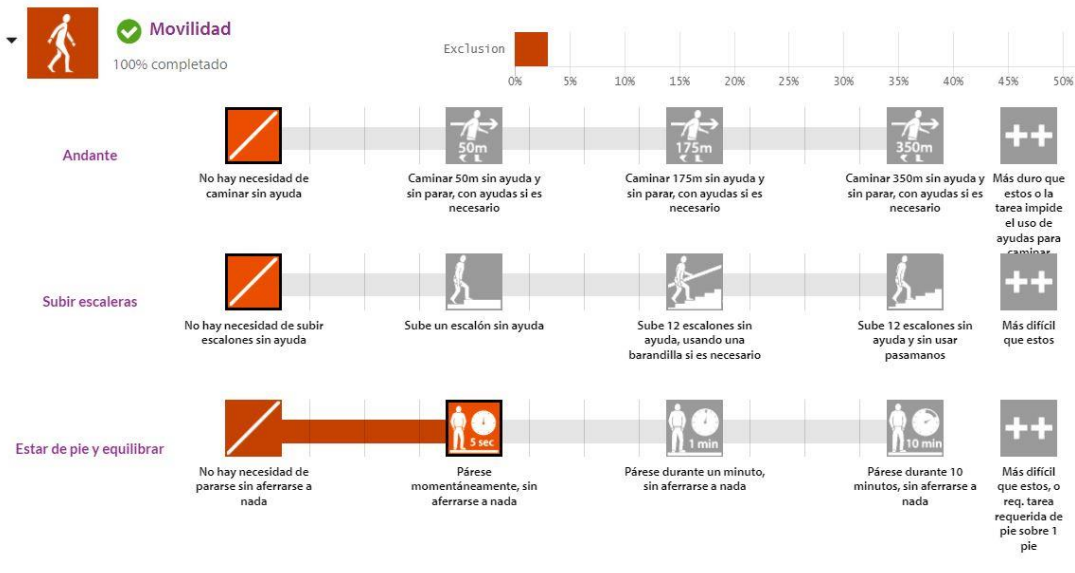


Fig. 89. Movilidad.

1.2. CONCLUSIONES

Una vez se obtienen los resultados del estudio de exclusión, se procede a analizarlos con tal de poder determinar como de excluyente es la cesta y qué capacidades son los encargados de esta exclusión.

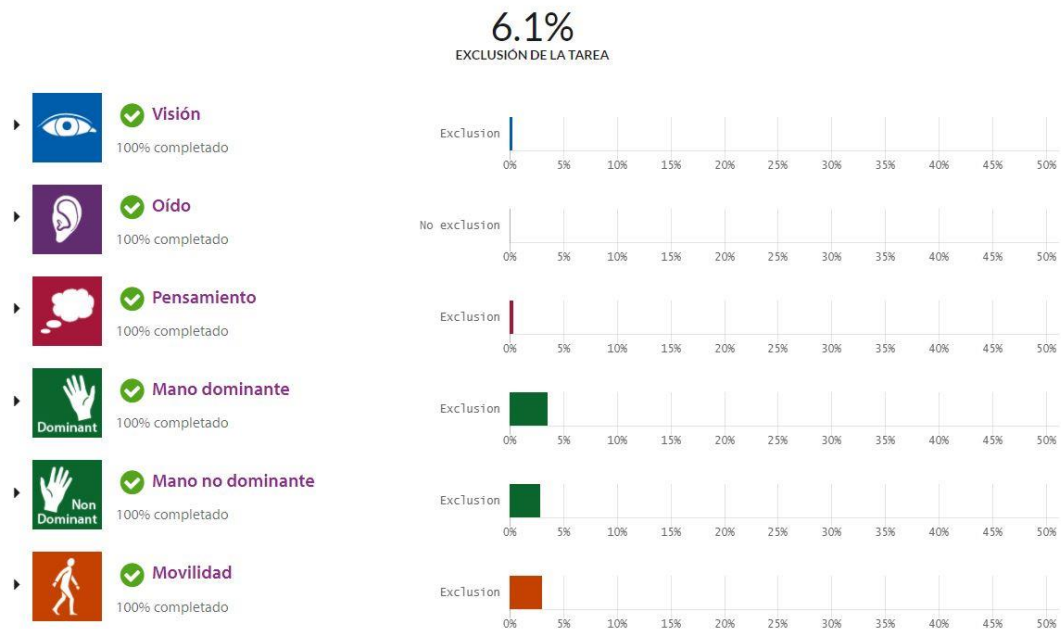


Fig. 90. Resultados Exclusion Calculator.

Como se observa en la (Fig. 90), el porcentaje de personas excluidas con la cesta es de un 6,1% de la muestra analizada. De esta forma, se puede apreciar como el factor más influyente y que mayor impacto tiene en el porcentaje de exclusión es el relacionado con el uso de la mano dominante. Seguido de cerca por el uso de la mano no dominante y la movilidad relacionada con el uso de la cesta. Esto se debe principalmente al tipo de producto que se está analizando, puesto que al tratarse de una cesta que almacena y transporta pelotas, el uso de la mano dominante tiene un papel fundamental. La mano no dominante tiene un papel secundario, encargándose de ayudar a la mano dominante en las tareas que se precise. El siguiente de los factores que mayor impacto tienen es el relacionado con la movilidad, esto se debe a que tiene una implicación directa en uno de los aspectos más importantes del diseño de la cesta, como es el mecanismo que regula la altura. Por otra parte, se puede observar como las capacidades visuales, auditivas y cognitivas tiene una menor influencia en el porcentaje de exclusión. Principalmente porque se deben a tareas secundarias y que precisan de menor esfuerzo y concentración que las mencionadas anteriormente.

Con todo esto, se puede llegar a la conclusión de que la cesta presenta un porcentaje de exclusión bastante bajo, en base a la muestra de usuarios utilizada, y cuáles de las capacidades analizadas son las que mayor implicación tienen en esta exclusión. De

forma que, de cara al diseño final de la cesta se puedan tener en cuenta para implementar algunas mejoras.

2. ESTUDIO ERGONÓMICO

A continuación, se van a detallar las medidas óptimas que debe tener la cesta en cuanto a altura y agarre. Dichas dimensiones se consideran de las más relevantes puesto que son dos de los parámetros que mayor importancia tienen en la utilización de la cesta. De este modo, se procede a calcular la altura máxima y mínima de la cesta, así como el diámetro máximo de agarre. Para poder obtener estos cálculos, se pretende tomar como referencia las tablas antropométricas del libro "Antropometría aplicada al diseño de producto" visto en la asignatura de Ergonomía. Se ha tomado, de estas tablas, una muestra de la población española formada por niños de 8 años, adultos en silla de ruedas y adultos de entre 19 y 65 años, así como los percentiles 5, 50, 95 y la desviación típica (DT).

2.1. ALTURA MÁXIMA DE LA CESTA

Para poder calcular la altura máxima de la cesta, se necesita conocer la altura máxima respecto al suelo que el usuario puede tener para sujetar el agarre de la cesta con comodidad. Para ello, hay que tener en cuenta dos dimensiones antropométricas, la altura de los hombros (D3) y la longitud hombro - agarre (D46). Para poder realizar todos estos cálculos, se utiliza como referencia el percentil 95 de hombres comprendidos entre los 19 y los 65 años de edad. Con esto claro, el primer valor a calcular es la altura que hay del hombro al agarre.

Hay que tener en cuenta que, para realizar este cálculo, se tiene que tomar como referencia la postura más desfavorable para sujetar la cesta sin perder el equilibrio. Esta se obtiene cuando el usuario sujeta la cesta con el brazo estirado, con un ángulo de 45° respecto al cuerpo (Fig. 91).

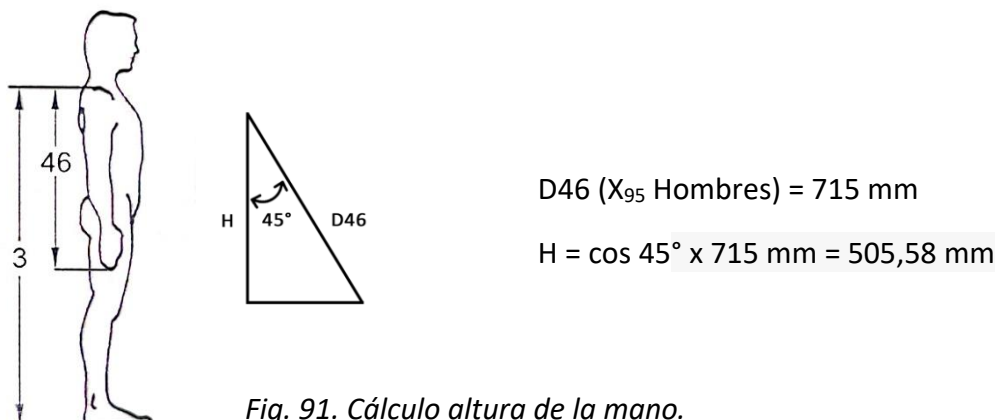


Fig. 91. Cálculo altura de la mano.

A continuación, se muestra una tabla (Fig. 92) con los datos antropométricos seguido del criterio y correcciones utilizadas para comprender las medidas y los valores utilizados en el cálculo de la altura máxima de la cesta.

DIMENSIONES	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
3. Altura de los hombros	1326	1439	1552	69,0	1227	1329	1430	61,9
46. Longitud hombro - agarre	595	655	715	36,6	555	608	660	32,0

Fig. 92. Tabla antropométrica adultos 19 - 65 años.

CRITERIO: Ajuste bilateral

DIMENSIONES: Altura de los hombros (D3)

PERCENTIL: X₉₅ Hombres

CORRECCIONES: 25 mm de calzado

T (máxima) = D3 (X₉₅ Hombres) - H (X₉₅ Hombres) + Corrección

T (máxima) = 1552 mm - 505,58 mm + 25 mm = **1071,42 mm**

Para obtener la altura máxima, se debe utilizar como partida la altura de los hombros respecto al suelo y descontarle la altura del hombro al agarre que previamente se ha calculado, a este valor se le tiene que sumar la corrección del calzado. Tras haber realizado los cálculos, se determina que dicha altura es de 1071,42 mm.

2.2. ALTURA MÍNIMA DE LA CESTA

En cuanto a la altura mínima de la cesta, para calcular este parámetro se debe tener en cuenta una muestra antropométrica de niños de 8 años y de adultos en silla de ruedas. Para obtener esta altura, se va a utilizar la misma metodología vista en el apartado anterior. En este caso, se debe tener en cuenta como dimensión antropométrica la altura de los hombros (D3) para los niños de 8 años (Fig. 93) y la altura suelo a hombro (D3) de los adultos en silla de ruedas (Fig. 95).

Para poder calcular la altura mínima en la muestra de niños, se debe utilizar como referencia el percentil 5 de niñas, al tener un valor con menor altura. Se utiliza

únicamente la altura de los hombros en este caso puesto que la posición de agarre de los niños se realiza a esa altura.

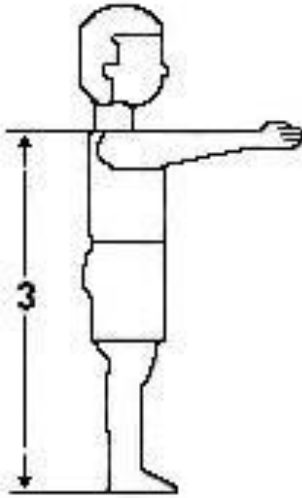


Fig. 93. Dibujo antropométrico niño.

A continuación, se muestra una tabla (Fig. 94) con los datos antropométricos utilizados, seguido del criterio y correcciones utilizadas en el cálculo.

DIMENSIONES	NIÑOS				NIÑAS			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
3. Altura de los hombros	947	1028	1109	49,1	946	1019	1092	44,4

Fig. 94. Tabla antropométrica niños 8 años.

CRITERIO: Ajuste bilateral

DIMENSIONES: Altura de los hombros (D3)

PERCENTIL: X₅ Niñas

CORRECCIONES: 25 mm de calzado

T (mínima niñas) = D3 (X₅ Niñas) + Corrección

T (mínima niñas) = 946 mm + 25 mm = 971 mm

En cuanto a la altura mínima que debe tener para la muestra de adultos en silla de ruedas, se utiliza como referencia el percentil 5 de mujeres. Se utiliza la dimensión comprendida entre el suelo y el hombro para poder obtener este cálculo, puesto que es la posición más natural para agarrar un objeto.

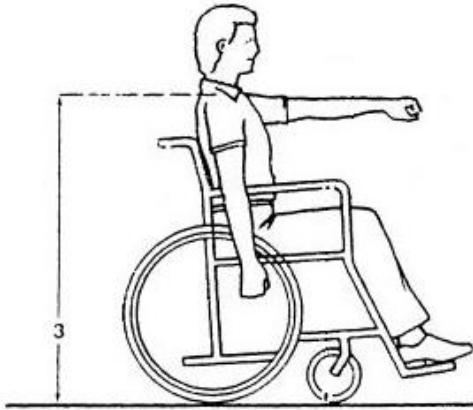


Fig. 95. Dibujo antropométrico adulto en silla de ruedas.

Con eso en mente y con los datos antropométricos que se muestran en la siguiente tabla (Fig. 96), seguido del criterio y de las correcciones utilizadas, se procede a realizar el cálculo.

DIMENSIONES	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
3. Suelo a hombro	1014	1080	1146	40	978	985	1062	47

Fig. 96. Tabla antropométrica adultos en silla de ruedas.

CRITERIO: Ajuste bilateral

DIMENSIONES: Suelo a hombro (D3)

PERCENTIL: X₅ Mujeres

CORRECCIONES: Ninguna

T (mínima mujeres) = D3 (X₅ Mujeres)

T (mínima mujeres) = 978 mm

Tras haber realizado los cálculos para las dos muestras seleccionadas y una vez se han comparado entre sí, se llega a la conclusión de que el valor más adecuado es el obtenido de la muestra de los niños de 8 años. Principalmente porque al ser el menor valor de los dos calculados, al utilizar este como altura mínima también sirve para los adultos en silla de ruedas.

2.3. DIÁMETRO MÁXIMO DE AGARRE

Por otra parte, la otra dimensión que tiene un gran impacto en la ergonomía de la cesta es el diámetro del agarre. Principalmente porque mantener la mano y la muñeca en una mala posición durante un prolongado tiempo puede repercutir en la aparición de molestias o lesiones como el síndrome del túnel carpiano.

De este modo, para prevenir este tipo de molestias o lesiones, se deben tener en cuenta una serie de consideraciones. La primera de ellas está relacionada con la posición de la muñeca y la orientación del agarre, puesto que una posición neutra facilita un mejor contacto superficial, una mayor fuerza de agarre y disminuye las presiones que se ejercen sobre los dedos (Fig. 97).

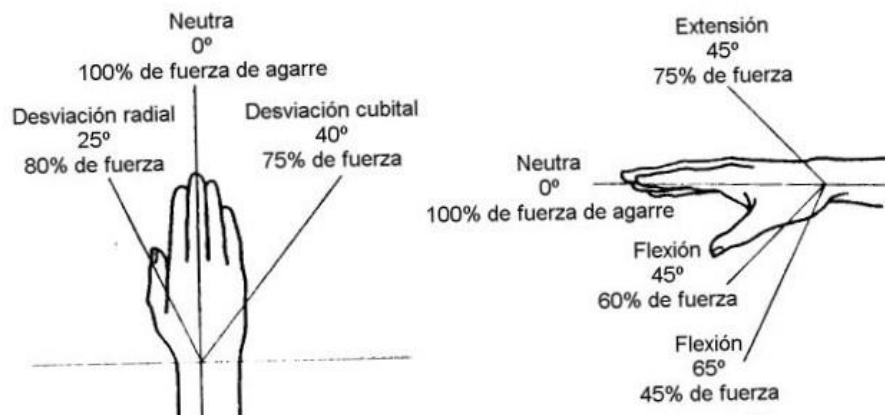


Fig. 97. Posiciones de la muñeca y la fuerza de

La siguiente consideración a tener en cuenta es el diámetro de la zona de agarre de la cesta. Un excesivo diámetro del agarre repercute directamente en una peor manipulación de la cesta así como aumenta la cantidad de esfuerzo que hay que realizar. (Fig. 98) Teniendo esto en cuenta, se procede a calcular el diámetro máximo que debe tener el agarre.



Fig. 98. Dibujos antropométricos del diámetro de agarre.

Para calcular este diámetro, se utiliza como dimensión el máximo diámetro de agarre para una muestra de percentil 95 de hombre. Además de esto, el criterio a utilizar es el de espacio libre, sin aplicar ningún tipo de corrección. A continuación, se muestran los datos utilizados, así como el resultado obtenido (Fig. 99).

DIMENSIONES	HOMBRES				MUJERES			
	5%	50%	95%	DT	5%	50%	95%	DT
17. Máximo diámetro de agarre	45	52	59	4	43	48	53	4

Fig. 99. Tabla antropométrica de la mano.

CRITERIO: Espacio libre

DIMENSIONES: Máximo diámetro de agarre (D17)

PERCENTIL: X₉₅ Hombres

CORRECCIONES: Ninguna

T (mínima mujeres) = D17 (X₉₅ Hombres)

T (mínima mujeres) = 59 mm

2.4. CONCLUSIONES

El estudio ergonómico de un producto es una de las partes más importantes del proyecto, puesto que te permite analizar y comprender parámetros que repercuten directamente en la usabilidad y la comodidad del producto. De este modo, con los resultados obtenidos, se ha llegado a la conclusión de que la cesta debe tener una altura mínima de 971 mm y una altura máxima de 1071,42 mm. En cuanto al diámetro máximo del agarre, este no debe superar los 59 mm. Estas dimensiones, van a ayudar en gran medida a que una gran parte de los usuarios, que hoy en día no podían utilizar este tipo de productos, puedan utilizar esta cesta con cierta facilidad.

3. ESTUDIO MECÁNICO

El estudio mecánico se utiliza para dimensionar y dar forma a los productos antes de ser fabricados, con tal de satisfacer las necesidades y cumplir con los requisitos demandados. Para este proyecto, se va a calcular el diámetro mínimo que debe tener el soporte para aguantar el peso del cesto y con las pelotas, así como calcular la fuerza necesaria para volcar la cesta.

3.1. CÁLCULOS DIÁMETRO MÍNIMO SOPORTE

Para el correcto desempeño de la cesta, se debe tener en cuenta qué elementos son los que van a soportar una mayor carga, para de este modo dimensionarlos correctamente. En este caso, dichos elementos son los soportes que fijan el cesto de pelotas a la estructura de la cesta (Fig. 100 y 101).

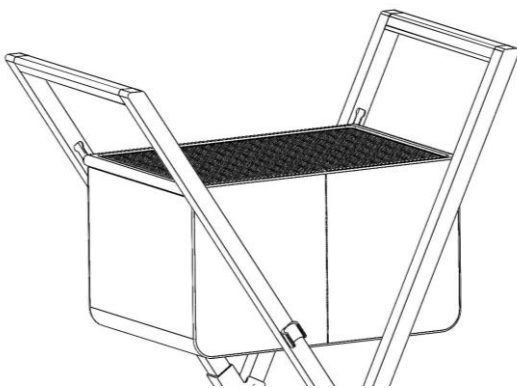


Fig. 100. Cesta en detalle.

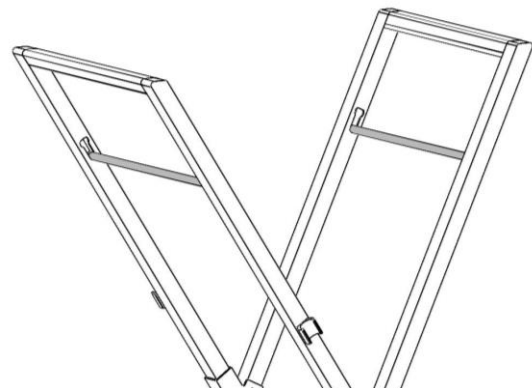


Fig. 101. Soporte cesto pelotas.

Para poder calcular el diámetro que debe tener cada uno de estos soportes, se tiene en cuenta la carga máxima a la que se somete, esta viene dada por el peso del cesto sumado al peso del total de pelotas que alberga. El peso de un cesto para 150 pelotas fabricado en poliéster es aproximadamente de unos 400 g y cada una de las pelotas pesa 58.5 g.

$N = \text{Peso máximo} \times \text{gravedad}$

$$N = (0.4 \text{ kg} + 0.0585 \text{ kg} \times 150) \times 9.81 \text{ N / kg} \quad \mathbf{N = 90 \text{ N}}$$

N por soporte = 45 N

En cuanto a la longitud del soporte (L), se obtiene del ancho que tiene el cesto sumado al espesor que tienen las asas.

$$L = 300 \text{ mm} + 2 \times 2 \text{ mm} \quad \mathbf{L = 304 \text{ mm}}$$

Por otro lado, se obtiene que el coeficiente de sujeción (β) tiene un valor de 0.5 al funcionar como una viga biempotrada y que el módulo elástico (E) del acero inoxidable 304 es de 193 GPa.

Con todos estos datos, se proceder a calcular el diámetro mínimo que debe tener cada uno de los dos soportes encargados de sujetar el cesto con las pelotas además de mantener unidos ambos laterales de la cesta.

$$N = 45 \text{ N}$$

$$L = 304 \text{ mm}$$

$$\beta = 0.5$$

$$E = 193 \text{ GPa}$$

$$N = \frac{\pi \times E \times I}{\beta \times L} \quad I = \frac{\pi \times r^4}{4} \quad \frac{\pi \times E \times N}{\beta \times L} = \frac{\pi \times r^4}{4}$$

$$r = \sqrt[4]{\frac{N \times (\beta \times L)}{\pi \times E} \times \frac{\pi}{4}} \quad r = \sqrt[4]{\frac{45 \times (0.5 \times 304 \times 10^{-3})}{\pi \times 193 \times 10^9} \times \frac{\pi}{4}} \quad r = 1.75 \text{ mm}$$

$$D = 2 \times r = 3.5 \text{ mm}$$

3.2. CÁLCULOS VUELCO CESTA

Para calcular la fuerza necesaria para volcar la cesta, se va a contemplar la altura mínima y máxima de la cesta, sin pelotas en el cesto y con pelotas en el cesto. Para de esta forma contemplar los dos casos más extremos y que fuerza es la necesaria para hacer volcar la cesta.

En primer lugar, se va a calcular la fuerza de vuelco sobre la cesta con la altura mínima. Para ello, se parte por simplificar la forma de la cesta con un rectángulo y sobre este representar el diagrama de fuerzas que se le aplica a la cesta.

Como se puede observar en el diagrama (Fig. 102), la fuerza (P) hace referencia al peso máximo de la cesta, en este caso sin que el cesto tenga pelotas.

$$P = \text{Peso máximo} \times \text{gravedad}$$

$$P (\text{sin pelotas}) = 4.918 \text{ kg} \times 9.81 \text{ N / kg}$$

$$P = 48.24 \text{ N}$$

$$P (\text{con pelotas}) = 4.918 \text{ kg} + (0.0585 \times 150) \text{ kg} \times 9.81 \text{ N / kg}$$

$$P = 134.33 \text{ N}$$

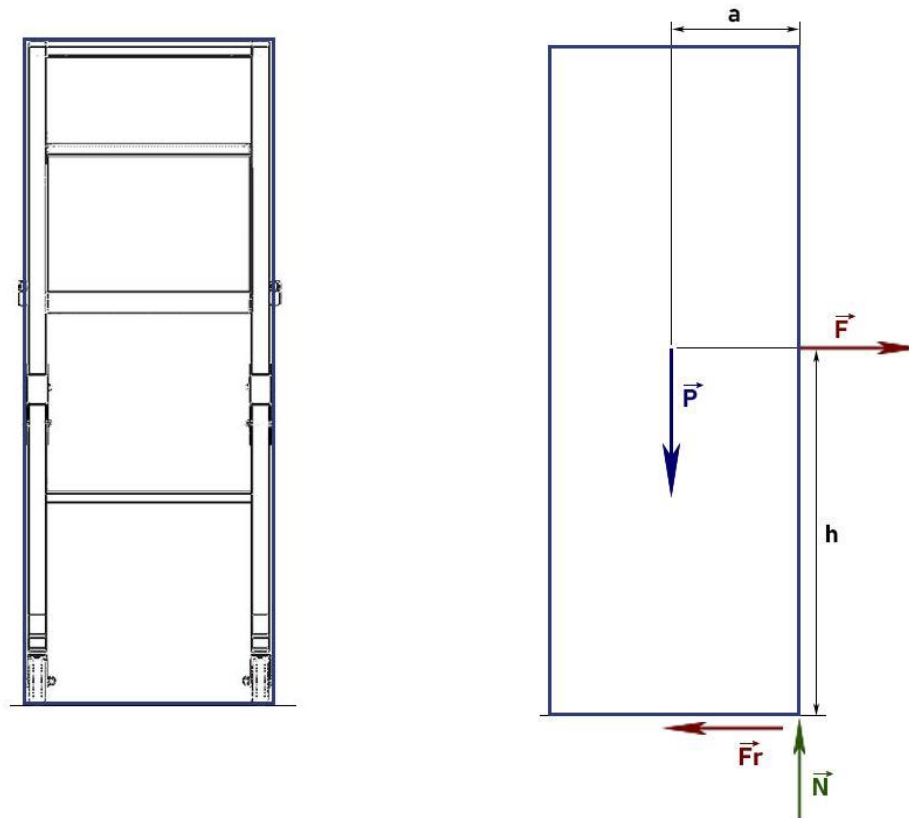


Fig. 102. Diagrama de fuerzas altura mínima.

Por otra parte, las fuerzas (F_r) fuerza de rozamiento y (N) fuerza normal, están relacionadas con la interacción entre la cesta y el suelo, aunque se desprecian para el cálculo que se va a realizar.

Por último, se representa la fuerza (F), que es la encargada de hacer volcar la cesta y que se va a calcular sin el peso de las pelotas y con el peso de las pelotas.

P (sin pelotas) = 48.24 N

h = 485.5 mm

P (con pelotas) = 134.33 N

a = 175 mm

$$F = P \times a \times \frac{1}{h}$$

$$F \text{ (sin pelotas)} = 48.24 \times 0.175 \times \frac{1}{0.4885}$$

F = 17.39 N

$$F \text{ (con pelotas)} = 134.33 \times 0.175 \times \frac{1}{0.4885}$$

F = 48.12 N

Posteriormente, se repiten los cálculos realizados, pero con la altura máxima de la cesta. De esta forma, se pretende comprobar si cuanto mayor es la altura tiene la cesta, menor es la fuerza que se tiene que ejercer para volcarla y cuál es el valor de esa fuerza.

$P = \text{Peso máximo} \times \text{gravedad}$

$$P (\text{sin pelotas}) = 4.918 \text{ kg} \times 9.81 \text{ N / kg}$$

$$P = 48.24 \text{ N}$$

$$P (\text{con pelotas}) = 4.918 \text{ kg} + (0.0585 \times 150) \text{ kg} \times 9.81 \text{ N / kg}$$

$$P = 134.33 \text{ N}$$

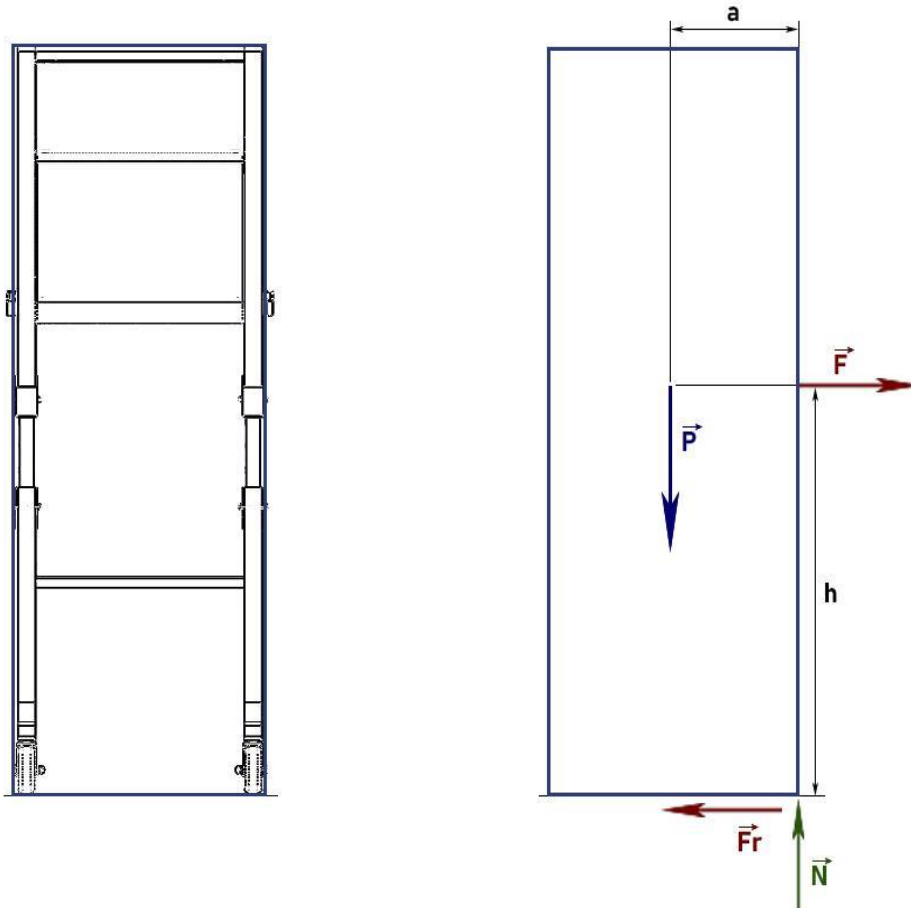


Fig. 103. Diagrama de fuerzas altura máxima.

$$P (\text{sin pelotas}) = 48.24 \text{ N}$$

$$h = 535.7 \text{ mm}$$

$$P (\text{con pelotas}) = 134.33 \text{ N}$$

$$a = 175 \text{ mm}$$

$$F = P \times a \times \frac{1}{h}$$

$$F (\text{sin pelotas}) = 48.24 \times 0.175 \times \frac{1}{0.5357}$$

$$F = 15.76 \text{ N}$$

$$F (\text{con pelotas}) = 134.33 \times 0.175 \times \frac{1}{0.5357}$$

$$F = 43.88 \text{ N}$$

3.3. CONCLUSIONES

El estudio mecánico ha servido para calcular y conocer el diámetro que debe tener el soporte, así como la distribución de fuerzas que soporta la cesta y con qué fuerza esta puede llegar a volcar.

De este modo, se obtiene que el diámetro mínimo que debe tener el soporte es de 3.5 mm para soportar el esfuerzo provocado por el cesto lleno de pelotas. En este caso, se ha optado por utilizar un soporte de 10 mm de diámetro puesto que además de lo mencionado anteriormente, este soporte también se va a encargar de unir ambos laterales de la cesta. Además de esto, otro de los motivos por el cual se ha decidido utilizar dicho diámetro se debe a que los soportes encargados de unir las patas de ambos laterales tienen las mismas dimensiones y se pretende unificar las dimensiones de ambas piezas. De esta forma se consigue facilitar y reducir el tiempo de producción además de abaratar dichos costes.

En cuanto a la fuerza necesaria de vuelco, se observa como el caso más desfavorable por el cual la cesta puede volcar con una menor fuerza, es cuando tiene la altura máxima y el cesto está sin pelotas puesto que necesita una fuerza de 15.76 N. Por lo contrario, el caso más favorable es cuando la cesta tiene la altura mínima y el cesto de pelotas está lleno, de este modo se necesita una fuerza de 48.12 N para volcar la cesta.

4. PROCESOS DE FABRICACIÓN

4.1. LAMINADO DE TUBOS SIN COSTURA EN FRÍO

Los tubos de acero sin costura se fabrican mediante una serie de pasos que se van a comentar a continuación:

En primer lugar, se preparan las palanquillas para poder empezar con el mecanizado de las mismas. Se realiza un proceso de decapado y lubricación de la palanquilla para poder laminarla y dotarla de las dimensiones necesarias al pasarla por una serie de rodillos, para obtener el tubo. Posteriormente, se realiza un tratamiento térmico y se endereza el tubo para dotarlo de las dimensiones y cualidades finales. El proceso finaliza con una revisión de los tubos obtenidos para comprobar que cumplen con los estándares correspondientes y no poseen ninguna grieta o imperfección.

Al utilizar este proceso de fabricación, se consiguen tubos con una mayor precisión y

unos mejores acabados superficiales, los espesores y las tolerancias son menores y se obtienen tubos más resistentes y con mayor dureza.

4.2. LAMINADO DE CHAPAS EN FRÍO

Para fabricar las chapas de acero inoxidable 304, se utiliza como proceso de fabricación el laminado en frío.

Este proceso se caracteriza por deformar plásticamente el material hasta obtener el espesor deseado. Para ello, el material fluye de forma continua por una cinta y pasa por distintos rodillos, cada vez con una menor separación entre ellos, que mediante fuerzas de compresión van reduciendo el espesor del material (Fig. 104). Por lo general, este proceso de fabricación está formado por cinco etapas, se realiza en primer un decapado para limpiar la pieza a mecanizar, se lamina la bobina y se desengrasa una vez se tiene el espesor final, posteriormente se realiza un recocido y se finaliza con un endurecimiento del material para dotarlo de las propiedades deseadas.

De esta forma, se consigue un mejor acabado superficial y unas mejores tolerancias dimensionales (entre el 0.5% y el 1%), una mejor resistencia, mayor ductilidad y resistencia a la corrosión, así como menores espesores.

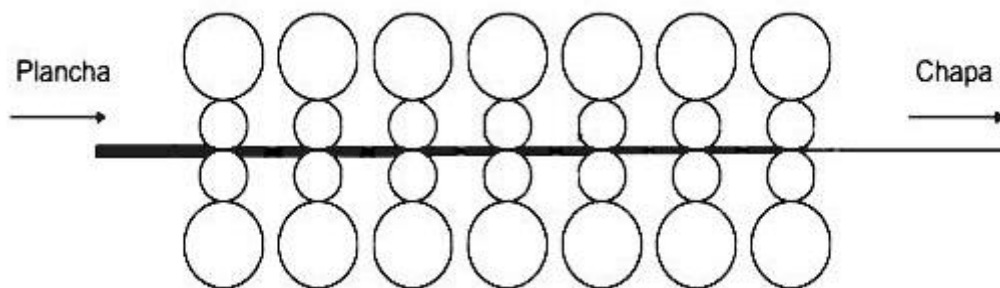
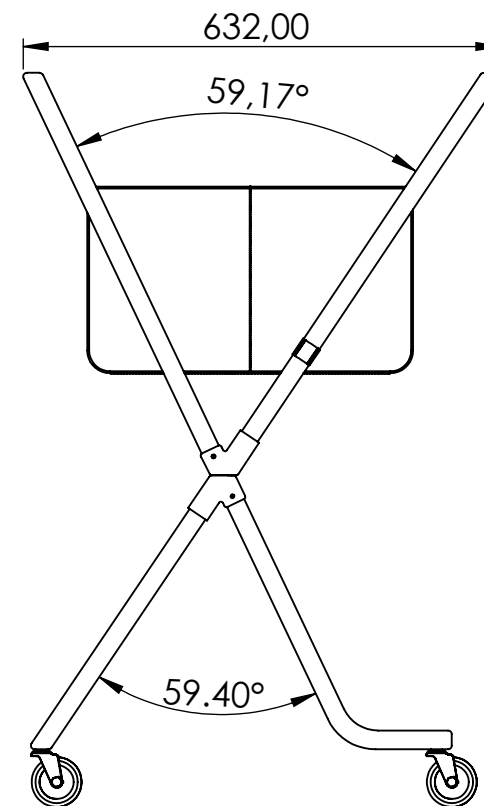
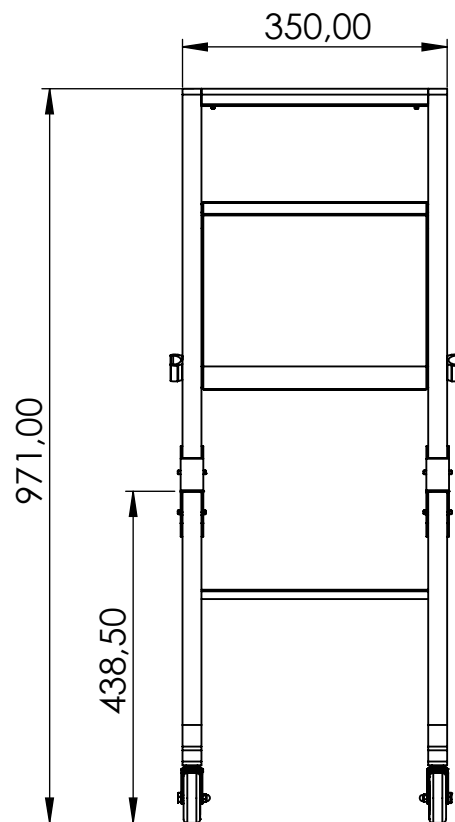





Fig. 104. Laminado de chapas en frío.

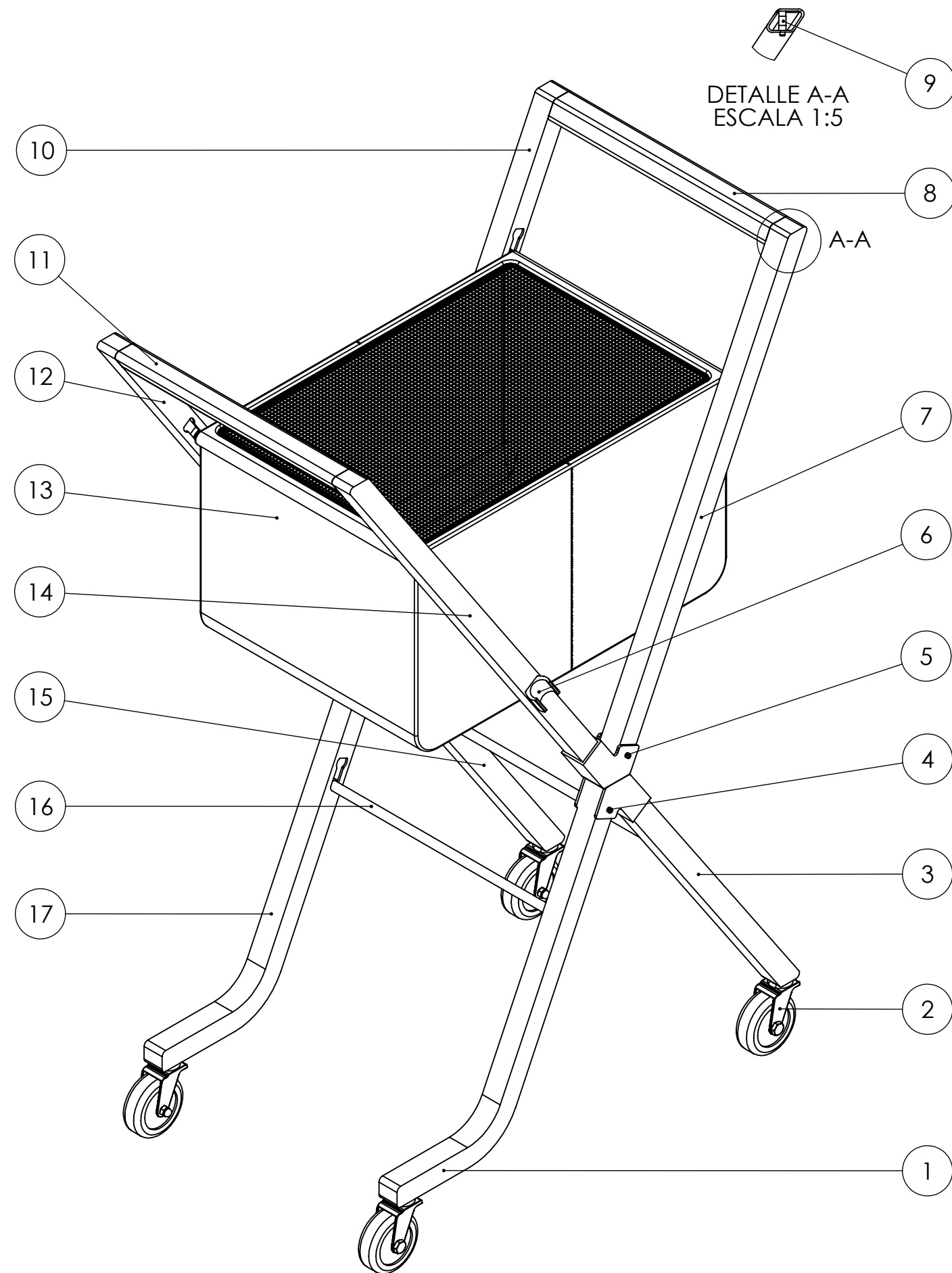
PLANOS

ÍNDICE ANEXO

1. CESTA TENIS	107
2. ENSAMBLAJE CESTA TENIS	108
3. PATA DERECHA	109
4. PATA DERECHA PLEGABLE	110
5. ASA DERECHA	111
6. AGARRE FRONTAL	112
7. ASA IZQUIERDA	113
8. AGARRE POSTERIOR	114
9. ASA IZQUIERDA PLEGABLE	115
10. ASA DERECHA PLEGABLE	116
11. PATA IZQUIERDA PLEGABLE	117
12. SOPORTE	118
13. PATA IZQUIERDA	119

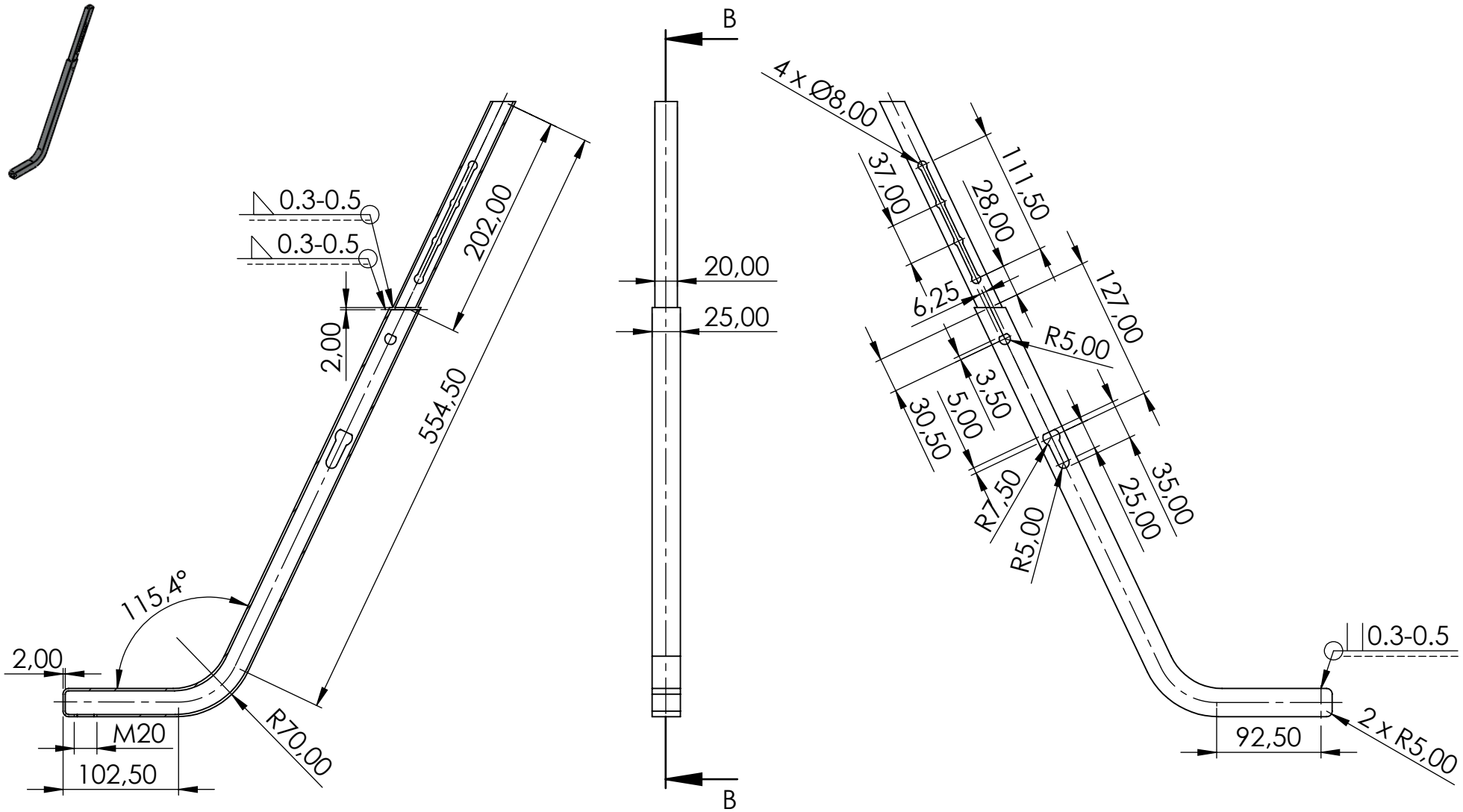


Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Cesta tenis	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
	 	Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	1






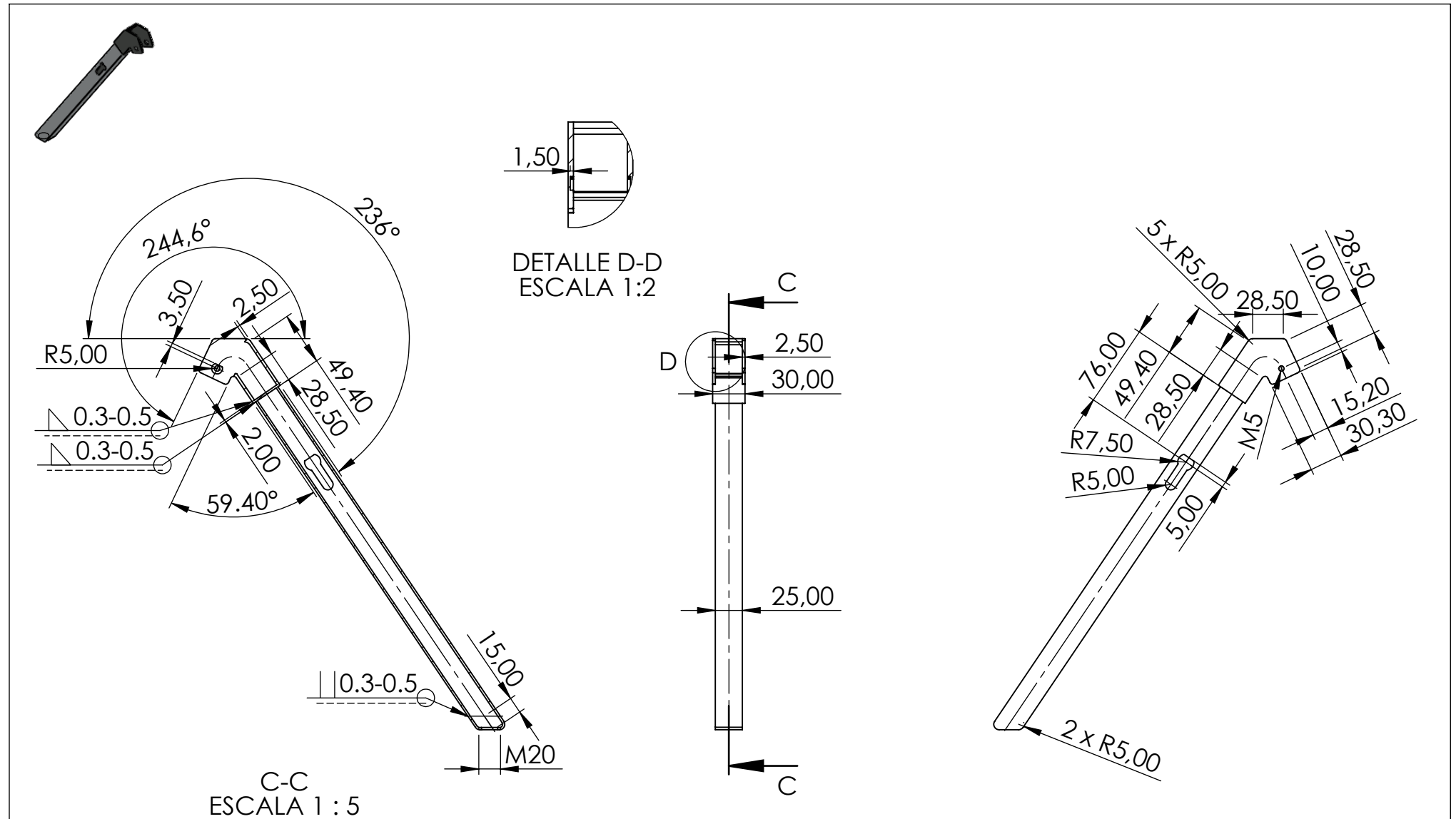
17	Pata izquierda	INOX 304	1
16	Soporte	INOX 304	4
15	Pata izquierda plegable	INOX 304	1
14	Asa derecha plegable	INOX 304	1
13	Cesto	-	1
12	Asa izquierda plegable	INOX 304	1
11	Agarre posterior	INOX 304	1
10	Asa izquierda	INOX 304	1
9	Clip botón doble	-	4
8	Agarre frontal	INOX 304	1
7	Asa derecha	INOX 304	1
6	Soporte raqueta	-	2
5	Clip botón de resorte	-	2
4	Clip botón con muelle	-	2
3	Pata derecha plegable	INOX 304	1
2	Rueda	-	4
1	Pata derecha	INOX 304	1
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD



Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Ensamblaje cesta tenis	mm	A3
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	2

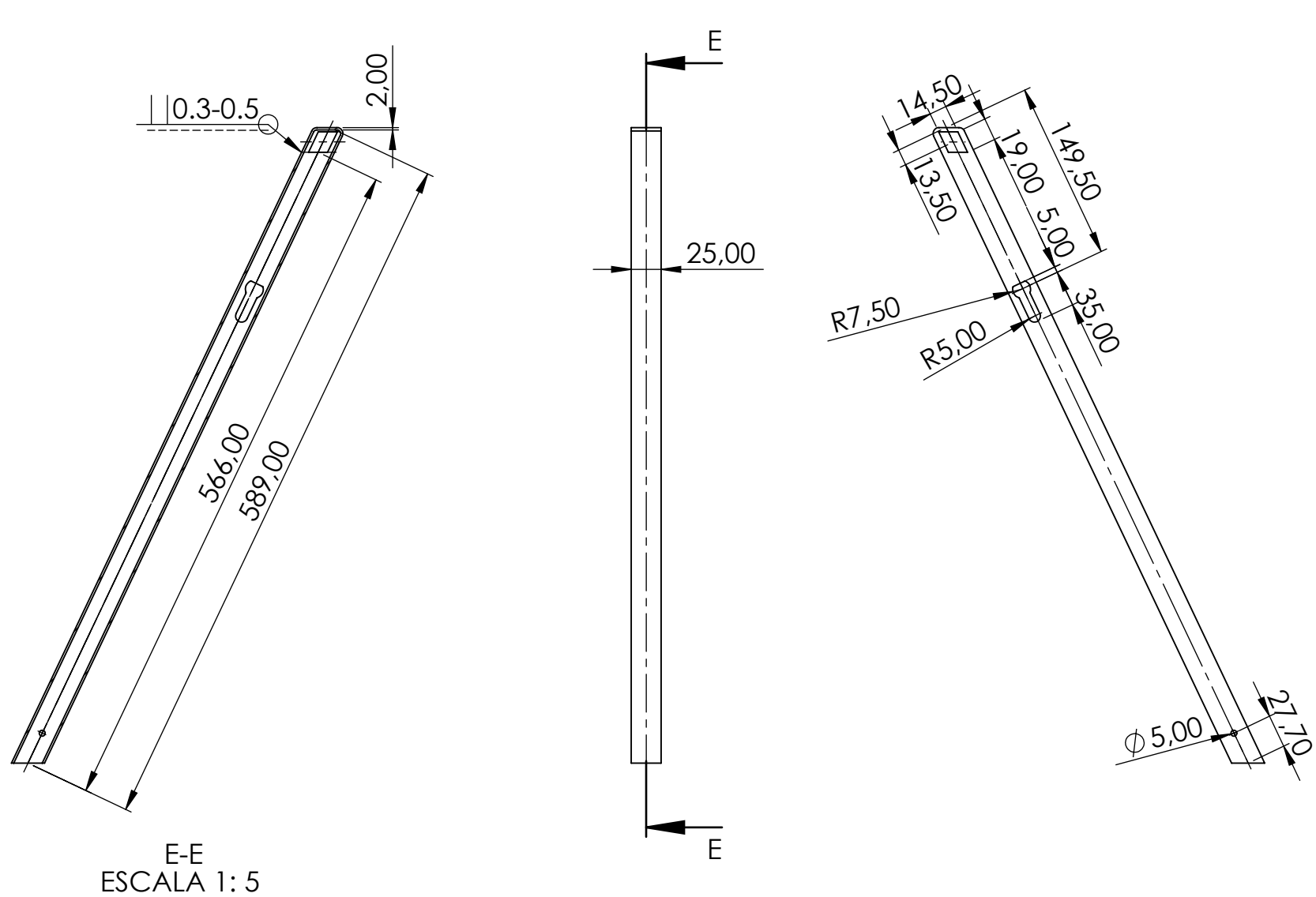


B-B
ESCALA 1:5

Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Pata derecha	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
	 	Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	3

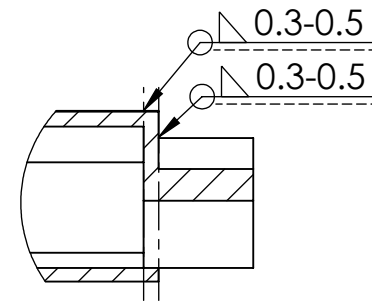


Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Pata derecha plegable	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	4

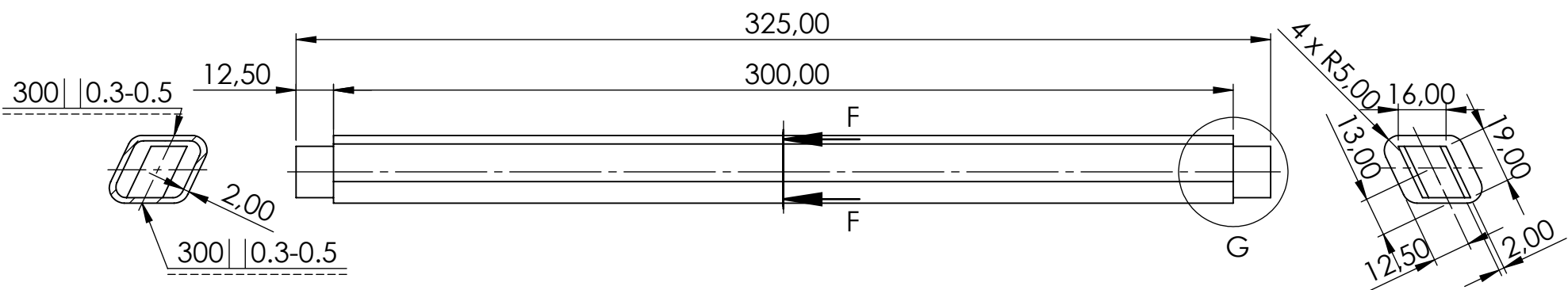


E-E
ESCALA 1: 5

Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Asa derecha	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
	 	Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	5

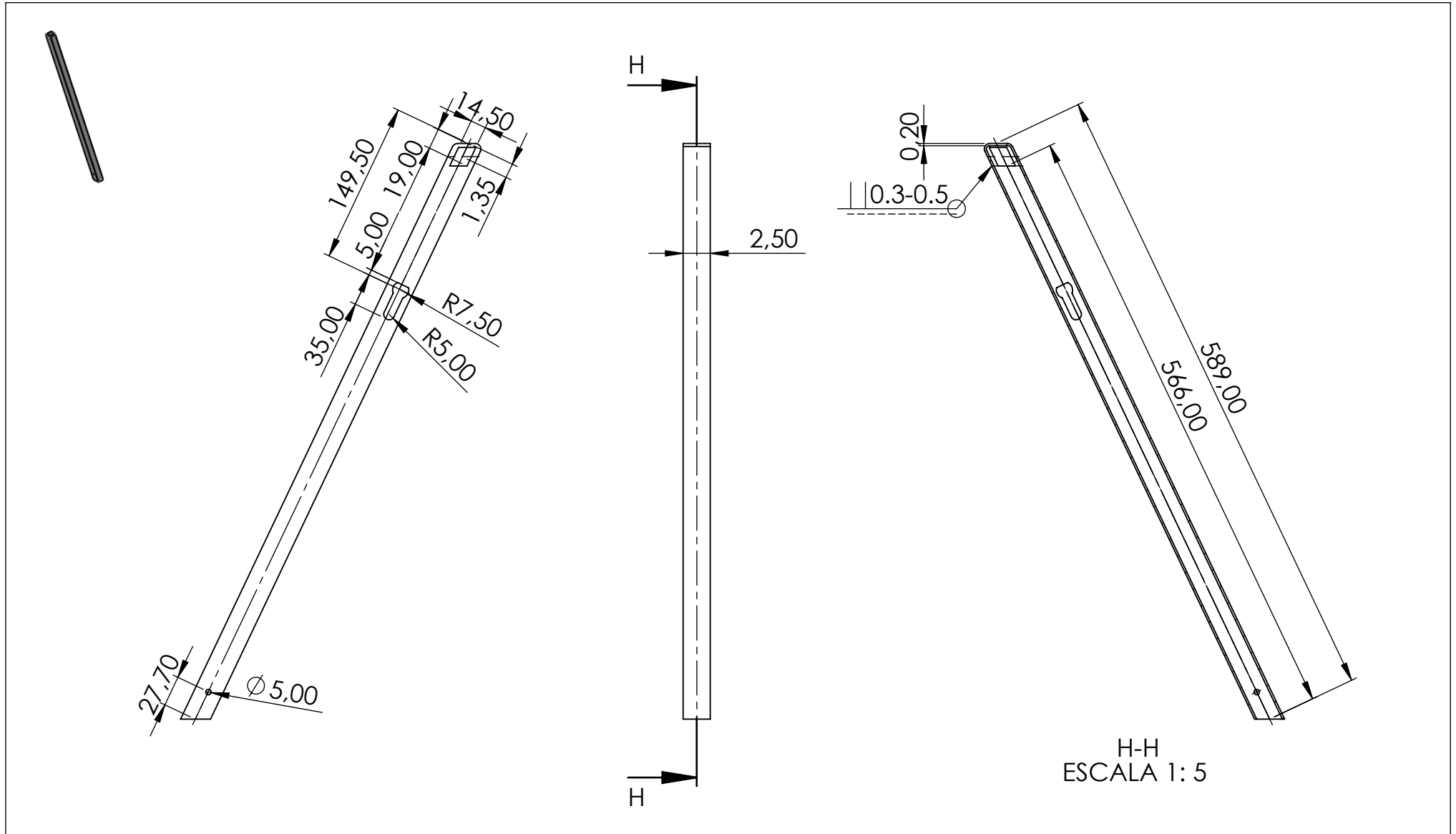


DETALLE G
ESCALA 1:2

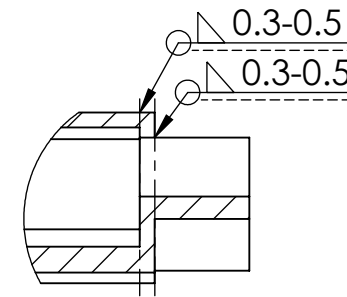


F-F
ESCALA 1:5

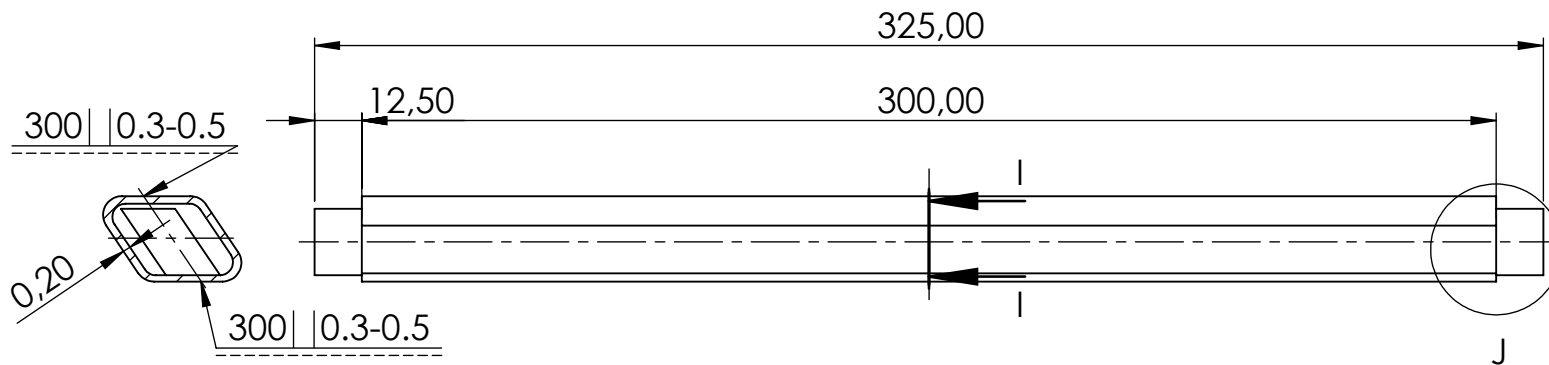
Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Agarre frontal	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	6



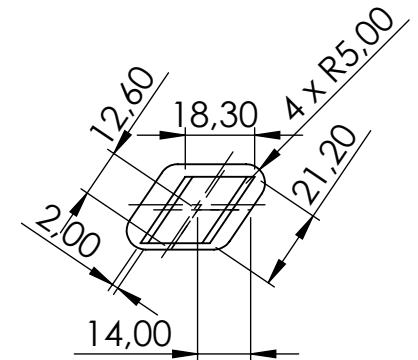
Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Asa izquierda	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	7



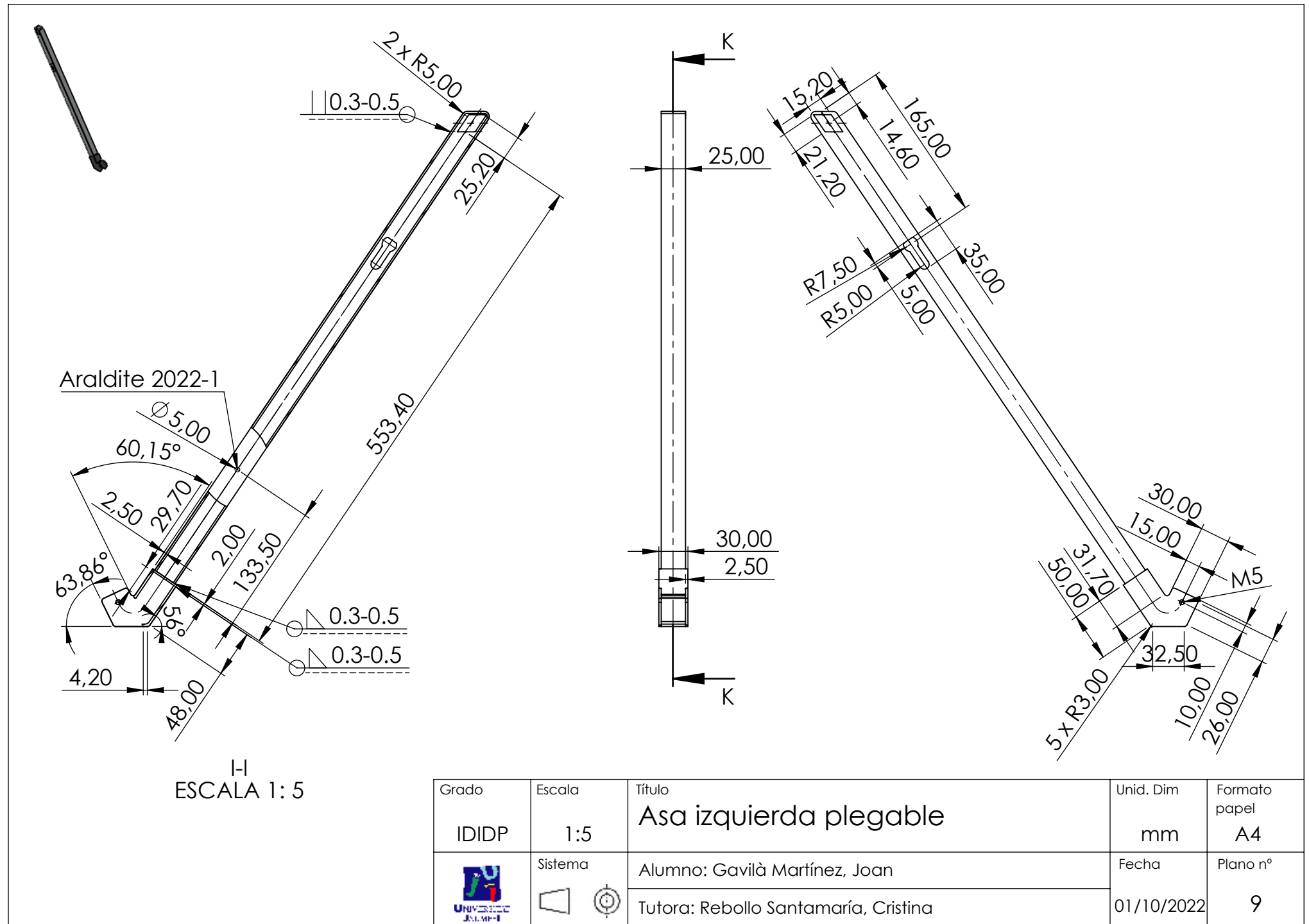
DETALLE J-J
ESCALA 1:2



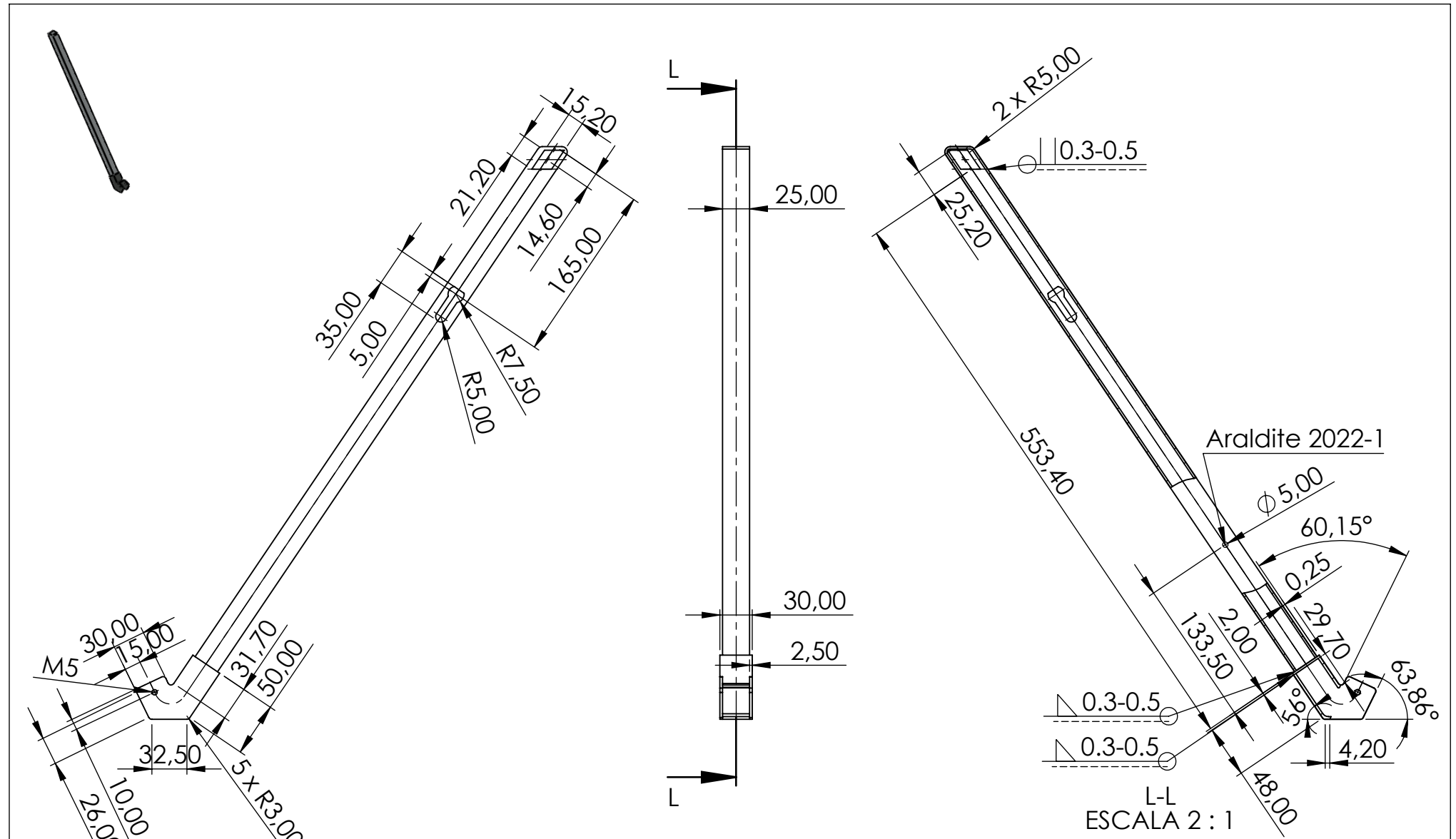
I-I
ESCALA 1:5





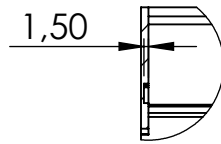
Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Agarre posterior	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	8



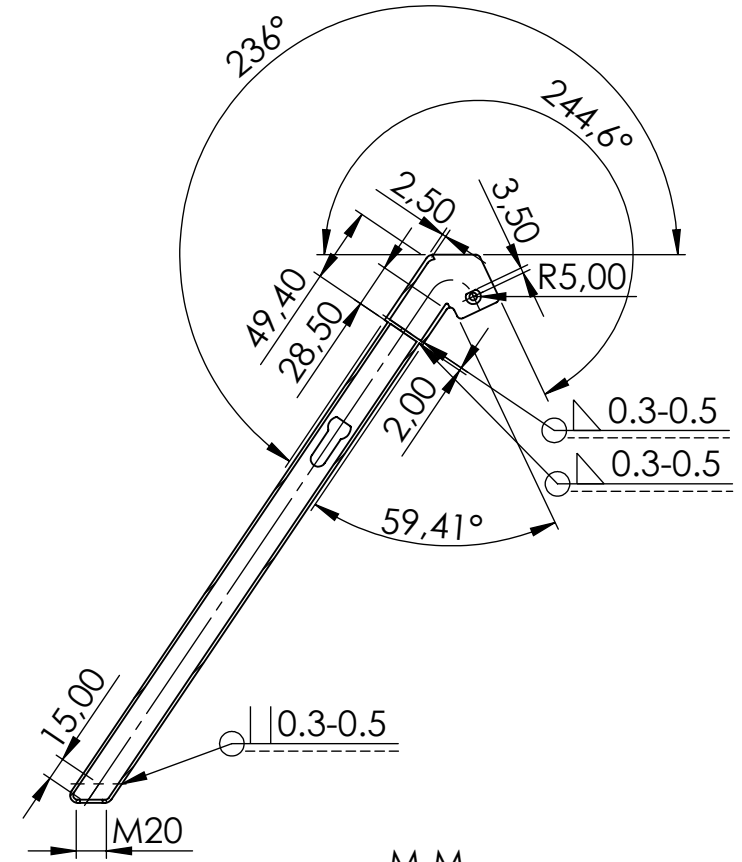
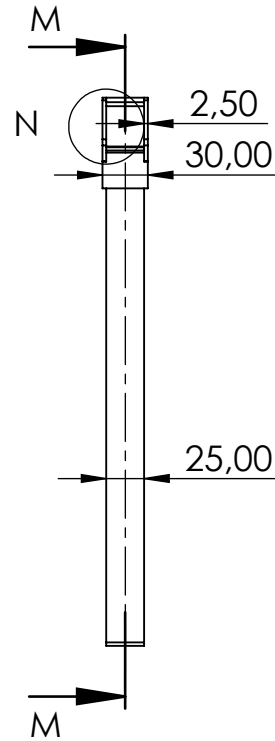
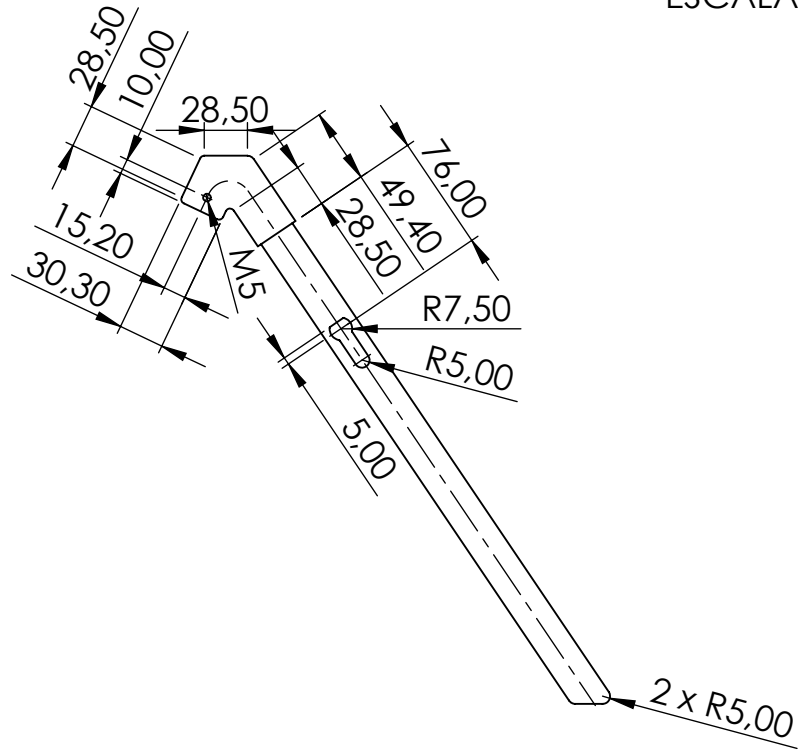
Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Asa izquierda plegable	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	9



Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Asa derecha plegable	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	10

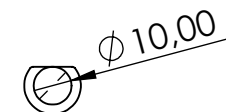
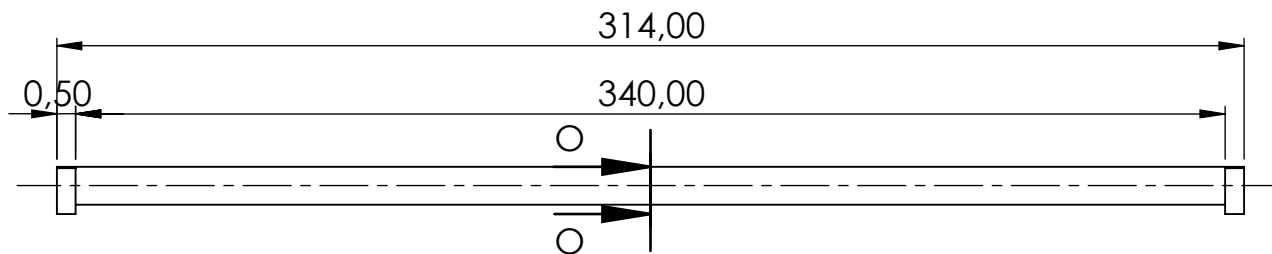
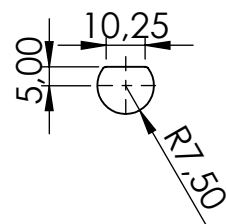


DETALLE N
ESCALA 1:2



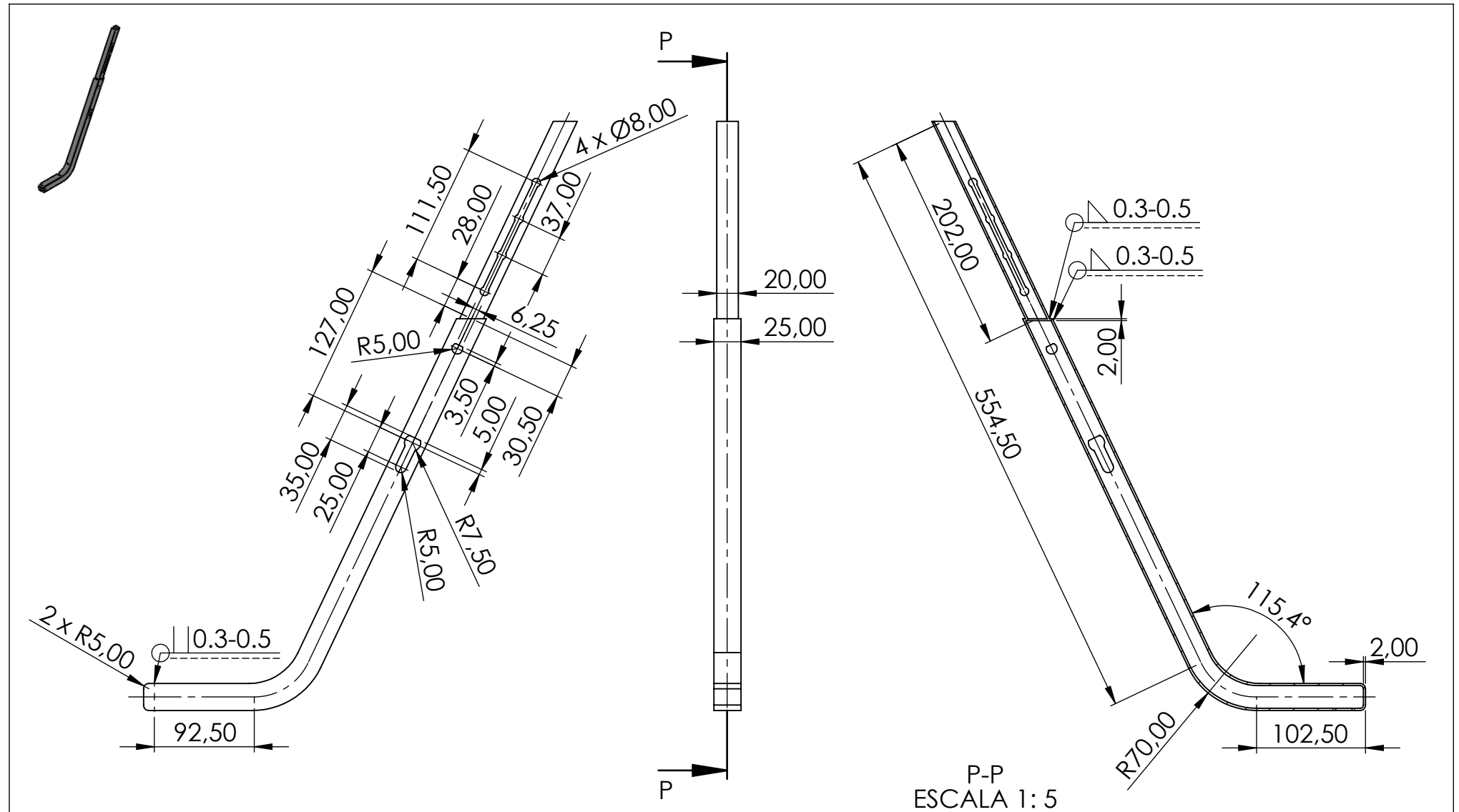
M-M
ESCALA 1:5

Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Pata izquierda plegable	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	11



O-O
ESCALA 1:5

Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Soporte	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	12



P-P
ESCALA 1:5

Grado	Escala	Título	Unid. Dim	Formato papel
IDIDP	1:5	Pata izquierda	mm	A4
	Sistema	Alumno: Gavilà Martínez, Joan	Fecha	Plano nº
		Tutora: Rebollo Santamaría, Cristina	01/10/2022	13

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE PLIEGO DE CONDICIONES

1. DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS	125
1.1. PIEZAS DISEÑADAS	125
1.1.1. PATA DERECHA	125
1.1.2. PATA DERECHA PLEGABLE	125
1.1.3. ASA DERECHA PLEGABLE	126
1.1.4. ASA DERECHA	126
1.1.5. SOPORTE	126
1.1.6. AGARRE FRONTAL	127
1.1.7. ASA IZQUIERDA	127
1.1.8. ASA IZQUIERDA PLEGABLE	127
1.1.9. AGARRE POSTERIOR	128
1.1.10. PATA IZQUIERDA PLEGABLE	128
1.1.11. PATA IZQUIERDA	128
1.2. PIEZAS COMERCIALES	129
1.2.1. CLIP BOTÓN CON MUELLE	129
1.2.2. CLIP BOTÓN DE RESORTE	129
1.2.3. RUEDA	129
1.2.4. SOPORTE RAQUETA	129
1.2.5. CLIP BOTÓN DOBLE	130
1.2.6. CESTO	130
2. SECUENCIA DE MONTAJE	130
3. MATERIALES	132
4. CONSIDERACIONES PARA LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN	133
4.1. TRONZADO	133
4.2. CORTE LÁSER	133
4.3. DOBLADO	134
4.4. PLEGADO	134
4.5. SOLDADURA	134

1. DESCRIPCIÓN DE LAS PIEZAS

Para la construcción de cesta se han utilizado dos grupos de piezas, el primero de ellos está compuesto por las piezas que han sido diseñadas y que se van a construir en el taller. El segundo grupo de piezas utilizado es el compuesto por las piezas comerciales, las cuales se van a comprar a un distribuidor el cual se encargará de fabricar y suministrar. Con esto claro, se va a proceder a comentar las características principales de cada una de las piezas utilizadas.

1.1. PIEZAS DISEÑADAS

1.1.1. PATA DERECHA

- **Dimensiones (H x W x D):** 603.3 x 14.5 x 25 mm.
- **Peso:** 484.55 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura.



Fig. 105. Pata derecha.

1.1.2. PATA DERECHA PLEGABLE

- **Dimensiones (H x W x D):** 437.2 x 40.6 x 30 mm.
- **Peso:** 350.465 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, plegado y soldadura.



Fig. 106. Pata derecha plegable.

1.1.3. ASA DERECHA PLEGABLE

- **Dimensiones (H x W x D):** 640.3 x 40.6 x 30 mm.
- **Peso:** 500.95 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.



Fig. 107. Asa derecha plegable.

1.1.4. ASA DERECHA

- **Dimensiones (H x W x D):** 589.1 x 25 x 25 mm.
- **Peso:** 411.79 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.



Fig. 108. Asa derecha.

1.1.5. SOPORTE

- **Dimensiones (H x W x D):** 314 x 15 x 12.5 mm.
- **Peso:** 101.79 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 4.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser y soldadura.



Fig. 109. Soporte.

1.1.6. AGARRE FRONTAL

- **Dimensiones (H x W x D):** 325 x 25 x 25 mm.
- **Peso:** 211.21 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Corte láser, plegado y soldadura.

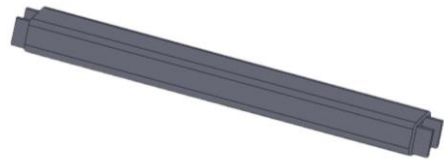


Fig. 110. Agarre frontal.

1.1.7. ASA IZQUIERDA

- **Dimensiones (H x W x D):** 589.1 x 25 x 25 mm.
- **Peso:** 205.89 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.



Fig. 111. Asa izquierda.

1.1.8. ASA IZQUIERDA PLEGABLE

- **Dimensiones (H x W x D):** 640.3 x 40.6 x 30 mm.
- **Peso:** 500.95 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, plegado y soldadura.



Fig. 112. Asa izquierda.

1.1.9. AGARRE POSTERIOR

- **Dimensiones (H x W x D):** 325 x 27.2 x 25 mm.
- **Peso:** 452.59 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Corte láser, plegado y soldadura.

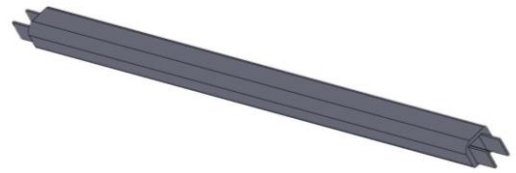


Fig. 113. Agarre posterior.

1.1.10. PATA IZQUIERDA PLEGABLE

- **Dimensiones (H x W x D):** 437.2 x 40.6 x 30 mm.
- **Peso:** 350.465 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, plegado y soldadura.



Fig. 114. Pata izquierda plegable.

1.1.11. PATA IZQUIERDA

- **Dimensiones (H x W x D):** 603.3 x 14.5 x 25 mm.
- **Peso:** 484.55 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 1.
- **Proceso de fabricación:** Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura.



Fig. 115. Pata izquierda.

1.2. PIEZAS COMERCIALES

1.2.1. CLIP BOTÓN CON MUELLE

- **Dimensiones (H x W x D):** 37.5 x 10 x 8.5 mm.
- **Peso:** 9.35 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 2.

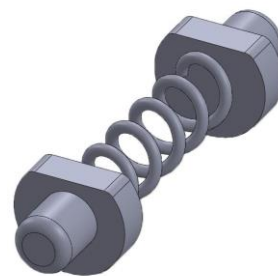


Fig. 116. Clip botón con muelle.

1.2.2. CLIP BOTÓN DE RESORTE

- **Dimensiones (H x W x D):** 30 x 37.5 x 9 mm.
- **Peso:** 14.47 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 2.

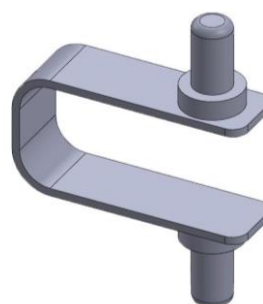


Fig. 117. Clip botón de resalte.

1.2.3. RUEDA

- **Dimensiones (H x W x D):** 66.9 x 27.5 x 88.1 mm.
- **Peso:** 50.40 g.
- **Material:** Acero y poliuretano.
- **Cantidad:** 4.



Fig. 118. Rueda.

1.2.4. SOPORTE RAQUETA

- **Dimensiones (H x W x D):** 15.7 x 27.2 x 25 mm.
- **Peso:** 18.15 g.
- **Material:** ABS.
- **Cantidad:** 2.

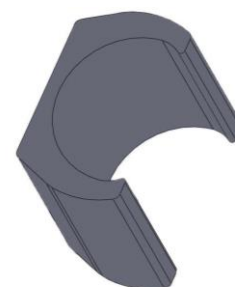


Fig. 119. Soporte raqueta.

1.2.5. CLIP BOTÓN DOBLE

- **Dimensiones (H x W x D):** 45 x 24.2 x 7 mm.
- **Peso:** 10.63 g.
- **Material:** Acero inoxidable 304.
- **Cantidad:** 4.



Fig. 120. Clip botón doble.

1.2.6. CESTO

- **Dimensiones (H x W x D):** 445.6 x 300 x 246.7 mm.
- **Peso:** 170 g.
- **Material:** Poliéster y acero.
- **Cantidad:** 1.

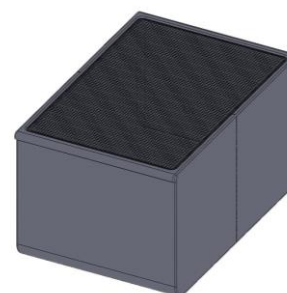


Fig. 121. Cesto.

2. SECUENCIA DE MONTAJE

Como se ha comentado en el apartado 9.5, el montaje de la cesta es bastante sencillo principalmente porque no se necesitan herramientas. Para poder unir o acoplar todas las piezas que componen el montaje se utilizan tres tipos de uniones: interferencia entre el eje y el agujero, uniones roscadas y uniones por adhesivo Araldite 2022-1. La secuencia de montaje se muestra a continuación (Fig. 122):

UNIÓN	PIEZA 1	PIEZA 2	PROCESO DE UNIÓN
1	Rueda (4)	Pata derecha (1)	Roscado
2	Rueda (4)	Pata derecha plegable (5)	Roscado
3	Clip botón con muelle (2)	Pata derecha (1)	Interferencia eje-agujero

4	Clip botón con muelle (2)	Pata derecha plegable (5)	Interferencia eje-agujero
5	Rueda (4)	Pata izquierda (17)	Roscado
6	Rueda (4)	Pata izquierda plegable (16)	Roscado
7	Clip botón con muelle (2)	Pata izquierda (17)	Interferencia eje-agujero
8	Clip botón con muelle (2)	Pata izquierda plegable (16)	Interferencia eje-agujero
9	Soporte (9)	Pata derecha (1)	Interferencia eje-agujero
10	Soporte (9)	Pata izquierda (5)	Interferencia eje-agujero
11	Soporte (9)	Pata derecha plegable (17)	Interferencia eje-agujero
12	Soporte (9)	Pata izquierda plegable (16)	Interferencia eje-agujero
13	Clip botón de resorte (3)	Pata derecha (1)	Interferencia eje-agujero
14	Clip botón de resorte (3)	Pata izquierda (17)	Interferencia eje-agujero
15	Asa derecha (8)	Clip botón de resorte (3)	Interferencia eje-agujero
16	Asa izquierda (12)	Clip botón de resorte (3)	Interferencia eje-agujero
17	Soporte raqueta (6)	Asa derecha plegable (7)	Adhesivo Araldite 2022-1
18	Soporte raqueta (6)	Asa izquierda plegable (14)	Adhesivo Araldite 2022-1
19	Asa derecha plegable (7)	Clip botón de resorte (3)	Interferencia eje-agujero
20	Asa izquierda plegable (14)	Clip botón de resorte (3)	Interferencia eje-agujero
21	Soporte (9)	Cesto (13)	Interferencia eje-agujero
22	Soporte (9)	Asa derecha plegable (7)	Interferencia eje-agujero

23	Soporte (9)	Asa derecha (8)	Interferencia eje-agujero
24	Soporte (9)	Asa izquierda plegable (14)	Interferencia eje-agujero
25	Soporte (9)	Asa izquierda (12)	Interferencia eje-agujero
26	Clip botón doble (10)	Agarre frontal (11)	Interferencia eje-agujero
27	Clip botón doble (10)	Agarre posterior (15)	Interferencia eje-agujero
28	Agarre frontal (11)	Asa derecha (8)	Interferencia eje-agujero
29	Agarre frontal (11)	Asa izquierda (12)	Interferencia eje-agujero
30	Agarre posterior (15)	Asa derecha plegable (7)	Interferencia eje-agujero
31	Agarre posterior (15)	Asa izquierda plegable (14)	Interferencia eje-agujero

Fig. 122. Secuencia de montaje entre piezas.

3. MATERIALES

Para fabricar la gran mayoría de piezas (1, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16 y 17) se ha utilizado el acero inoxidable 304, esto se debe principalmente a las grandes cualidades técnicas que posee. Se trata de un material con una gran relación entre su resistencia y su peso, idóneo para el tipo de producto que se desea construir. A continuación, se detallan las propiedades técnicas del material (Fig. 123).

	PROPIEDADES TÉCNICAS DEL ACERO INOXIDABLE 304
Densidad	7.93 g / cm ³
Punto de fusión	1398 - 1454 °C
Capacidad calorífica específica	500 J / kg x K

Módulo elástico	193 GPa
Dureza Rockwell	1035 HRC
Resistencia a tracción	500700 N / mm ²
Elasticidad con deformación en frío	195340 N / mm ²

Fig. 123. Propiedades técnicas acero inoxidable 304.

En cuanto al costo del material, en este caso se van a comprar tubos cuadrados huecos y chapas de distintos espesores para su posterior mecanizado. El desglose de este coste se muestra a continuación:

- El precio del tubo cuadrado hueco 20 x 20 mm es de 6 € el Kg.
- El precio del tubo cuadrado hueco 25 x 25 mm es de 6 € el Kg.
- El precio del tubo macizo de 10 mm de diámetro es de 6 € el Kg.
- El precio de la chapa de 2 mm de espesor es de 5 € el Kg.
- El precio de la chapa de 2.5 mm de espesor es de 5 € el Kg.
- El precio de la chapa de 5 mm de espesor es de 5 € el Kg.

4. CONSIDERACIONES PARA LOS PROCESOS DE FABRICACIÓN

A continuación, se van a comentar diversas consideraciones que se han de tener en cuenta en los distintos procesos de fabricación con tal de garantizar la calidad deseada en las distintas piezas.

4.1. TRONZADO

Para que el tronzo se efectúe de forma óptima sin producir desperfectos o rebabas en la pieza, se tiene que utilizar una herramienta y un reglaje acorde al material a mecanizar, al tipo de corte que se va a efectuar y a la calidad exigida.

4.2. CORTE LÁSER

De cara a fabricar las piezas mediante un corte por láser, se debe tener en cuenta la densidad y la capacidad reflectante del material a cortar para ajustar correctamente el

láser, estos parámetros se van a dejar a criterio del operador. También hay que tener en cuenta el espacio necesario entre las piezas, así como su espesor para que el láser pueda realizar los cortes de la mejor forma posible.

4.3. DOBLADO

Para conseguir la curvatura deseada en los tubos, se tiene que escoger una matriz con el radio interno igual al que se desea en el tubo a mecanizar y situar este radio de forma perpendicular al eje del tubo. El esfuerzo que se aplica sobre el tubo tiene que ser progresivo para no afectar a la integridad del material.

4.4. PLEGADO

Se debe tener en cuenta el retorno elástico del material y utilizar un utillaje acorde a las necesidades demandadas para obtener la pieza con el plegado especificado.

4.5. SOLDADURA

A la hora de realizar la soldadura conviene tomar las medidas de seguridad adecuadas para evitar quemaduras y respirar gases tóxicos. Para ello es necesario trabajar con la indumentaria de trabajo adecuada y tener un ambiente ventilado o hacer uso de extractores de humos. En este caso se ha escogido una soldadura TIG con una varilla 308L, principalmente debido a la facilidad para soldar acero inoxidable, el acabado de la soldadura es de gran calidad y con una mayor resistencia a la corrosión.

ESTADO DE MEDICIONES

ÍNDICE ESTADO DE MEDICIONES

1. LISTADO DE PIEZAS Y DIMENSIONES	139
1.1. PIEZAS DISEÑADAS	139
1.2. PIEZAS COMERCIALES	140
2. TIEMPO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE	141
2.1. TIEMPO DE FABRICACIÓN	141
2.1.1. PATA DERECHA	141
2.1.2. PATA DERECHA PLEGABLE	141
2.1.3. ASA DERECHA PLEGABLE	142
2.1.4. ASA DERECHA	142
2.1.5. SOPORTE	143
2.1.6. AGARRE FRONTAL	143
2.1.7. ASA IZQUIERDA	143
2.1.8. ASA IZQUIERDA PLEGABLE	144
2.1.9. AGARRE POSTERIOR	144
2.1.10. PATA IZQUIERDA PLEGABLE	145
2.1.11. PATA IZQUIERDA	145
2.1.12. TIEMPO DE FABRICACIÓN TOTAL	146
2.2. TIEMPO DE MONTAJE	146

1. LISTADO DE PIEZAS Y DIMENSIONES

1.1. PIEZAS DISEÑADAS

Se ha elaborado una tabla (Fig. 124) con las piezas diseñadas para recopilar todas sus características generales y tener una idea de cuánto pesa el conjunto de estas piezas. De esta forma, se facilita considerablemente cualquier consulta que se desee realizar.

PIEZA	NOMBRE	DIMENSIONES Y PESO	CANTIDAD	MATERIAL	PROCESO DE FABRICACIÓN
1	Pata derecha	603.3 x 14.5 x 25 mm 484.55 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura
5	Pata derecha plegable	437.2 x 40.6 x 30 mm 350.46 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, plegado y soldadura
7	Asa derecha plegable	640.3 x 40.6 x 30 mm 500.95 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
8	Asa derecha	589.1 x 25 x 25 mm 411.79 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
9	Soporte	314 x 15 x 12.5 mm 101.79 g	4	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser y soldadura
11	Agarre frontal	325 x 25 x 25 mm 205.89 g	1	Acero inoxidable 304	Corte láser, plegado y soldadura
12	Asa izquierda	589.1 x 25 x 25 mm 411.79 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
14	Asa izquierda plegable	640.3 x 40.6 x 30 mm 500.95 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, plegado y soldadura
15	Agarre posterior	325 x 27.2 x 25 mm 211.21 g	1	Acero inoxidable 304	Corte láser, plegado y soldadura

16	Pata izquierda plegable	437.2 x 40.6 x 30 mm 350.46 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, plegado y soldadura
17	Pata izquierda	603.3 x 14.5 x 25 mm 484.55 g	1	Acero inoxidable 304	Tronzado, corte láser, roscado, doblado, plegado y soldadura
PESO TOTAL		4.32 Kg			

Fig. 124. Características generales piezas diseñadas.

1.2. PIEZAS COMERCIALES

Al igual que en el apartado anterior, también se ha elaborado una tabla (Fig. 125) con las piezas comerciales. De este modo se puede observar de un vistazo todas las características de cada una de las piezas y facilitarle al proveedor de una forma más sencilla.

PIEZA	NOMBRE	DIMENSIONES Y PESO	CANTIDAD	MATERIAL
2	Clip botón con muelle	37.5 x 10 x 8.5 mm 9.35 g	2	Acero inoxidable 304
3	Clip botón de resorte	30 x 37.5 x 9 mm 14.47 g	2	Acero inoxidable 304
4	Rueda	66.9 x 27.5 x 88.1 mm 50.40 g	4	Acero y poliuretano
6	Soporte raqueta	15.7 x 27.5 x 25 mm 18.15 g	2	ABS
5	Clip botón doble	45 x 24.2 x 7 mm 10.63 g	4	Acero inoxidable 304
13	Cesto	445.6 x 300 x 246.7 mm 270 g	1	Poliéster y acero
PESO TOTAL		598.06 g		

Fig. 125. Características generales piezas comerciales.

2. TIEMPO DE FABRICACIÓN Y MONTAJE

2.1. TIEMPO DE FABRICACIÓN

Para poder tener una planificación precisa del tiempo que se va a tardar en fabricar el total de cestas previsto, se tiene que calcular cuánto tiempo se va a tardar en construir una cesta. Por ello, a continuación, se muestra el desglose de cada uno de los procesos de fabricación empleados en las distintas piezas y el tiempo que dura cada proceso (Fig.126 – 137).

2.1.1. PATA DERECHA

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	10 s
CORTE LÁSER	732 s
ROSCADO	3.5 s
DOBLADO	15 s
PLEGADO	20 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	900 s
TOTAL	28 min

Fig. 126. Tiempo fabricación pieza 1.

2.1.2. PATA DERECHA PLEGABLE

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	5 s
CORTE LÁSER	909.38 s
ROSCADO	3.5 s

PLEGADO	40 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	1575 s
TOTAL	42.21 min

Fig. 127. Tiempo fabricación pieza 5.

2.1.3. ASA DERECHA PLEGABLE

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	5 s
CORTE LÁSER	988.78 s
PLEGADO	40 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	1575 s
TOTAL	43.48 min

Fig. 128. Tiempo fabricación pieza 7.

2.1.4. ASA DERECHA

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	5 s
CORTE LÁSER	180 s
PLEGADO	20 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	225 s
TOTAL	7.17 min

Fig. 129. Tiempo fabricación pieza 8.

2.1.5. SOPORTE

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	20 s
CORTE LÁSER	0.138 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	315 s
TOTAL	5.58 min

Fig. 130. Tiempo fabricación pieza 9.

2.1.6. AGARRE FRONTAL

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
CORTE LÁSER	8.78 s
PLEGADO	40 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	2700 s
TOTAL	45.81 min

Fig. 131. Tiempo fabricación pieza 11.

2.1.7. ASA IZQUIERDA

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	5 s
CORTE LÁSER	180 s

PLEGADO	20 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	225 s
TOTAL	7.17 min

Fig. 132. Tiempo fabricación pieza 12.

2.1.8. ASA IZQUIERDA PLEGABLE

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	5 s
CORTE LÁSER	988.78 s
PLEGADO	40 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	1575 s
TOTAL	43.48 min

Fig. 133. Tiempo fabricación pieza 14.

2.1.9. AGARRE POSTERIOR

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
CORTE LÁSER	8.78 s
PLEGADO	40 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	2700 s
TOTAL	45.81 min

Fig. 134. Tiempo fabricación pieza 15.

2.1.10. PATA IZQUIERDA PLEGABLE

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	5 s
CORTE LÁSER	909.38 s
ROSCADO	3.5 s
PLEGADO	40 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	1575 s
TOTAL	42.21 min

Fig. 136. Tiempo fabricación pieza 16.

2.1.11. PATA IZQUIERDA

PROCESO FABRICACIÓN	TIEMPO
TRONZADO	10 s
CORTE LÁSER	732 s
ROSCADO	3.5 s
DOBLADO	15 s
PLEGADO	20 s
SOLDADURA, DECAPADO Y PULIDO	900 s
TOTAL	28 min

Fig. 137. Tiempo fabricación pieza 17.

2.1.12. TIEMPO DE FABRICACIÓN TOTAL

PIEZA	TIEMPO
1	28 min
5	42.21 min
7	43.48 min
8	7.17 min
9	5.58 min
11	45.81 min
12	7.17 min
14	43.48 min
15	45.81 min
16	42.21 min
17	28 min
TOTAL	5.93 h

Fig. 138. Tiempo de fabricación total.

Como se puede apreciar (Fig. 138), el tiempo total de fabricación de una cesta es de unas 5.93 h, de modo que para poder cumplir con la previsión de ventas anual se va a necesitar que haya diversos operarios en los procesos más costosos.

2.2. TIEMPO DE MONTAJE

Por otra parte, también se debe tener en cuenta el tiempo que se emplea en montar una cesta, para poder prever el tiempo que va a tardar en montar un lote anual de cestas. Para poder calcular el tiempo de montaje de una cesta se va a partir de los pasos de montaje descritos en el apartado 9.5 de la memoria para elaborar una tabla (Fig. 139) donde se recopile los tiempos unitarios de cada uno de los pasos y el tiempo total a emplear.

PASO	PROCESOS	TIEMPO UNITARIO	TIEMPO TOTAL
1	Enroscar pieza 4 en las piezas 1, 5, 16 y 17	5 s	20 s
2	Insertar pieza 2 en la pieza 1 y 17. Acoplar sobre esta pieza 5 y 16	7.5 s	15 s
3	Insertar pieza 9 en las piezas 1, 5, 16 y 17	2 s	8 s
4	Insertar sobre las piezas 1 y 17, las piezas 8 y 12	10 s	20 s
5	Pegar la pieza 6 en las piezas 7 y 14	600 s	1200 s
6	Acoplar sobre las piezas 8 y 12 las piezas 7 y 14	5 s	10 s
7	Insertar la pieza 9 sobre la pieza 13. Acoplar esta en las piezas 7, 8, 12 y 14	9 s	18 s
8	Insertar pieza 10 en las piezas 11 y 15	4 s	8 s
9	Insertar la pieza 11 en las piezas 8 y 12 y la pieza 15 en las piezas 7 y 14	5 s	10 s
		TOTAL	21.82 min

Fig. 139. Tiempo de montaje total.

Para montar una cesta se necesitan 21.82 min, de este tiempo, la gran mayoría está destinado a que el soporte para la raquera (pieza 6), se pegue sobre las dos asas plegables (pieza 7 y 14). Aun así, se trata de un montaje con un tiempo aceptable y que es bastante sencillo de montar.

PRESUPUESTO

ÍNDICE PRESUPUESTO

1. COSTES INICIALES	153
1.1. COSTES MATERIALES	153
1.2. COSTES PIEZAS COMERCIALES	153
1.3. COSTE MANO DE OBRA	154
1.4. COSTES DE FABRICACIÓN	155
1.5. COSTE MAQUINARIA TALLER	156
2. COSTE DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO	157
3. PVP DE LA CESTA	157
4. VIABILIDAD	158
4.1. RENTABILIDAD	158
4.1.1. FLUJO DE CAJA Y VAN	159
4.1.2. PAY-BACK	160
4.1.3. TIR	160
4.2. CONCLUSIONES	161

1. COSTES INICIALES

El primer paso para poder elaborar el presupuesto para este proyecto consiste en calcular los costes iniciales que se van a tener. Estos se distribuyen en los costes de los materiales, de las piezas comerciales, de la mano de obra y de la fabricación. Para realizar los primeros cálculos se ha utilizado la información de las tablas del apartado 1 del Estado de Mediciones.

1.1. COSTES MATERIALES

Los costes de los materiales se han obtenido en base a la cantidad de material que se ha utilizado para fabricar una cesta y multiplicar este valor por la previsión de ventas. De esta forma, se pueden conseguir unos precios más competitivos al comprar en masa el material que se va a utilizar (Fig. 140).

MATERIAL	CANTIDAD POR CESTA	PROVEEDOR	PRECIO MATERIAL	COSTE POR CESTA
Tubo cuadrado hueco 20 x 20 mm	145.36 g	Shandong Hongxin New Material Co.	6 € / Kg	0.87 €
Tubo cuadrado hueco 25 x 25 mm	3063.66 g	Shandong Hongxin New Material Co.	6 € / Kg	18.38 €
Tubo macizo de 10 mm	327.16 g	Shandong Linxu Materials Co.	5 € / Kg	1.96 €
Chapa 2 mm	560.34 g	Jiangsu Longqi Metal Manufacturing Co.	5 € / Kg	2.80 €
Chapa 2.5 mm	143.24 g	Jiangsu Longqi Metal Manufacturing Co.	5 € / Kg	0.72 €
Chapa 5 mm	80 g	Jiangsu Longqi Metal Manufacturing Co.	5 € / Kg	0.40 €
			TOTAL	25.13 €

Fig. 140. Costes materiales.

1.2. COSTES PIEZAS COMERCIALES

Al igual que con la compra del material, se va a realizar un pedido con todas las piezas comerciales necesarias para la fabricación del lote completo, con tal de conseguir unos precios más competitivos (Fig. 141).

PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD POR CESTA	PRECIO UNITARIO	COSTE POR CESTA
Clip botón con muelle (2)	Acero inoxidable 304	2	0.05 €	0.1 €
Clip botón de resorte (3)	Acero inoxidable 304	2	0.05 €	0.1 €
Rueda (4)	Acero y poliuretano	4	0.98 €	3.92 €
Soporte raqueta (6)	ABS	2	0.20 €	0.4 €
Clip botón doble (10)	Acero inoxidable 304	4	0.05 €	0.2 €
Cesto (13)	Poliéster y acero	1	6 €	6 €
Adhesivo Araldite 2022-1	Epoxi bicomponente	5 ml	8 €	0.8 €
			TOTAL	11.52 €

Fig. 141. Coste piezas comerciales.

1.3. COSTE MANO DE OBRA

El coste de la mano de obra se obtiene a partir de la estimación de tiempo mostrada en la Fig. 138 y del salario de los operarios encargados de los distintos procesos de fabricación y montaje.

OPERARIO	SALARIO	TIEMPO	COSTE	
Técnico de taller	12 € / h	1.84 h	22.08 €	
Soldador	11 € / h	4.09 h	44.96 €	
Montador	10 € / h	0.36 h	3.64 €	
			TOTAL	70.68 €

Fig. 142. Coste mano de obra.

En la tabla (Fig. 142), se ha mostrado el coste de mano de obra para una cesta el cual se va a desglosar a continuación:

OPERARIO	SALARIO	OPERACIÓN	TIEMPO	COSTE
Técnico de taller	12 € / h	Tronzado	0.02 h	0.24 €
		Corte láser	1.71 h	20.52 €
		Roscado	0.003 h	0.036 €
		Doblado	0.008 h	0.096 €
		Plegado	0.10 h	1.20 €
Soldador	11 € / h	Soldadura, decapado y pulido	4.09 h	44.96 €
Montador	10 € / h	Montaje	0.36 h	3.64 €
			TOTAL	70.68 €

Fig. 143. Desglose coste mano de obra.

1.4. COSTES DE FABRICACIÓN

Los costes de fabricación se obtienen en base al coste del pedido de material que se ha mostrado en la tabla (Fig. 140) y al coste de la mano de obra desglosado en la tabla (Fig. 143). De este modo, se puede calcular el coste que tiene calcular cada una de las piezas que componen la cesta (Fig. 144).

PIEZA	NOMBRE	CANTIDAD	COSTE
1	Pata derecha	1	5.35 €
5	Pata derecha plegable	1	8 €
7	Asa derecha plegable	1	8.25 €
8	Asa derecha	1	1.37 €
9	Soporte	4	1.03 €
11	Agarre frontal	1	8.41 €

12	Asa izquierda	1	1.37 €
14	Asa izquierda plegable	1	8.25 €
15	Agarre posterior	1	8.41 €
16	Pata izquierda plegable	1	8 €
17	Pata izquierda	1	5.35 €
		TOTAL	66.88 €

Fig. 144. Costes de fabricación.

1.5. COSTE MAQUINARIA TALLER

Al tratarse de una empresa que se ha formado recientemente y carece de la infraestructura necesaria para llevar a cabo la fabricación del proyecto. Se tiene que realizar una inversión inicial para comprar la maquinaria necesaria, el coste de las distintas máquinas necesarias se ha consultado a la empresa Direct Industry. Con esta información se detalla el coste de la maquinaria en la siguiente tabla (Fig. 145):

MÁQUINA	PIEZA	CANTIDAD	COSTE
Tronzadora	1, 5, 7, 8, 9, 12, 14, 16, 17	1	4000 €
Cortadora láser	1, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17	3	10000 €
Dobladora	1, 17	1	12000 €
Plegadora	1, 5, 7, 8, 11, 12, 14, 15, 16, 17	1	8000 €
Soldador TIG	1, 5, 7, 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17	5	3000 €
		TOTAL	57012 €

Fig. 145. Costes maquinaria taller.

2. COSTE DE FABRICACIÓN DEL PRODUCTO

El cálculo del coste de fabricación del producto se obtiene de la suma de los distintos costes directos implicados, en este caso está formado por el coste del material, de las piezas comerciales, de la mano de obra de los operarios, de la fabricación de las distintas piezas. De este coste directo se calcula un 10 % de costes indirectos que hacen referencia a costes generales de la fabricación, mano de obra y otros costes relacionados con el proyecto (Fig. 146).

	COSTE
Materiales	25.13 €
Piezas comerciales	11.52 €
Mano de obra	70.68 €
Fabricación	66.88 €
Costes directos	174.21 €
Costes indirectos (10 %)	17.42 €
TOTAL	191.63 €

Fig. 146. Coste fabricación del producto.

3. PVP DE LA CESTA

El precio de venta al público (PVP) se obtiene de la suma de los costes de fabricación, beneficios comerciales (20 % del coste de fabricación) y del 21 % de IVA. Por lo general a estos costes se le suele añadir un coste de comercialización, distribución y marketing. En este caso, al comercializar la cesta directamente con los clientes, clubes federados y las instalaciones deportivas municipales, no hay que contemplar este coste para calcular el PVP (Fig. 147).

	COSTE
Coste de fabricación	191.63 €
Beneficios industriales (20%)	38.32 €
IVA (21%)	40.24 €
TOTAL	270.19 €

Fig. 147. PVP de la cesta.

4. VIABILIDAD

El plan de viabilidad de este proyecto se realiza con una previsión de ventas a siete años como se ha comentado anteriormente. La idea con este plan es determinar la rentabilidad que se va a tener, para conocer cómo de viable es diseñar la cesta con la previsión de ventas actual (Fig. 148).

	PREVISIÓN DE VENTAS
1º Año	1430 unidades
2º Año	1430 unidades
3º Año	1430 unidades
4º Año	1430 unidades
5º Año	1430 unidades
6º Año	1425 unidades
7º Año	1425 unidades

Fig. 148. Previsión de ventas.

4.1. RENTABILIDAD

Para realizar el plan de viabilidad, se parten de los datos que se muestran en la tabla (Fig. 149). Estos hacen referencia a los costes de fabricación, la inversión inicial comprendida por los gastos del alquiler de la nave, los costes relacionados con la nave y la compra de la maquinaria del taller. A parte de esta inversión inicial, se tiene en cuenta el coste de una inversión anual para cubrir posibles imprevistos o gastos extra y el PVP de la cesta.

	COSTE (€)
Coste de fabricación	191.63 €
Inversión inicial	157012 €
Inversión anual	2500 €
PVP	270.19 €

Fig. 149. Datos rentabilidad.

4.1.1. FLUJO DE CAJA Y VAN

Para conocer si el proyecto es rentable o no, previamente se tiene que calcular el flujo de caja y el VAN. El flujo de caja hace referencia a la diferencia que hay entre los beneficios y la inversión realizada en un periodo de tiempo. El VAN por su parte, es un flujo de caja neto que se obtiene a partir de la ecuación que se muestra y se calcula con una inflación “i” del 5 %.

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{\text{Flujo caja}}{(1+i)^t} - \text{Inversión inicial}$$

El cálculo tanto del flujo de caja como del VAN, se ha desarrollado en la tabla que se muestra a continuación:

	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7
Inversiones	157012 €	2500 €	2500 €	2500 €	2500 €	2500 €	2500 €	2500 €
Unidades vendidas		1430 ud	1430 ud	1430 ud	1430 ud	1430 ud	1425 ud	1425 ud
Gastos		274030.9 €	274030.9 €	274030.9 €	274030.9 €	274030.9 €	273072.75 €	273072.75 €
Ingresos		386371.7 €	386371.7 €	386371.7 €	386371.7 €	386371.7 €	385020.75 €	385020.75 €
Beneficios		112340.8 €	112340.8 €	112340.8 €	112340.8 €	112340.8 €	111948 €	111948 €
Flujo caja	- 157012 €	109840.8 €	109840.8 €	109840.8 €	109840.8 €	109840.8 €	109448 €	109448 €
VAN	- 157012 €	- 52401.71 €	47227.13 €	142111.7 €	232478.04 €	318541.18 €	400212.96 €	477995.61 €

Fig. 150. Cálculo VAN.

4.1.2. PAY-BACK

Como se puede apreciar en la tabla (Fig. 150), entre el primer y el segundo año se produce la recuperación de la inversión inicial, este periodo se conoce como Pay-Back. Para poder conocer en qué momento se produce esta recuperación se va a calcular dicho Pay-Back con la siguiente fórmula:

$$\text{Pay-Back} = n + \frac{-\text{VAN}_n}{\text{Flujo caja}_{n+1}} = 1 + \frac{52401.71}{109840.80} = \mathbf{1.48 \text{ años}}$$

4.1.3. TIR

El TIR es la tasa interna de retorno con la cual se puede medir cómo de rentable es el proyecto. Consiste en medir durante el tiempo de explotación del producto el promedio de rentabilidad teniendo en cuenta la inversión realizada.

Para calcular el TIR, se necesita el valor de la inflación “i” utilizado para calcular el VAN y un segundo valor de inflación “i₂” con el cual se saca un VAN₂ negativo. Estos VAN son los obtenidos en el séptimo año del período de explotación del producto.

$$\text{TIR} = i + (i_2 - i) \frac{\text{VAN}}{\text{VAN} - \text{VAN}_2} = 0.05 + (0.6820 - 0.05) + \frac{477995.61}{477995.61 + 211.38} = \mathbf{68.23 \%}$$

4.2. CONCLUSIONES

Como se ha podido observar, las partes que tienen un coste mayor en el presupuesto de la cesta hace referencia a la fabricación y mano de obra de las piezas. Principalmente porque las soldaduras son el proceso que más tiempo necesitan al tenerse que decapar y pulir para obtener un mejor acabado y que las piezas aparenten estar construidas de ser una pieza.

En cuanto a la rentabilidad del proyecto, la cesta finalmente tiene un PVP de 270.19 €, superior al visto en las cestas con ruedas convencionales pero justificado si se tiene en cuenta las características y prestaciones que tiene. Además de que su venta se centra en clubes de tenis federados e instalaciones municipales deportivas que poseen un mayor poder adquisitivo.

Por otra parte, el VAN que se obtiene al final de la inversión es elevado principalmente porque, aunque la inversión inicial es considerable, el flujo de caja anual es constante y cuantioso. Por ello, el Pay-Back que se obtiene indica que en 1.48 años se recupera por completo la inversión que se ha hecho para el proyecto. Valor que concuerda con la evolución del VAN y con el TIR obtenido, el cual es del 68.23 %, este elevado TIR se da debido a que se tiene un Pay-Back temprano y un VAN considerable. De esta forma, con toda esta información, se puede estimar que el proyecto tiene una gran rentabilidad.

Finalmente destacar, que al tratarse de una cesta cuyas piezas se pueden desmontar y quitar fácilmente, esto permite que se pueda reutilizar gran parte de la estructura y añadir en un futuro nuevas piezas con nuevas y mejores funcionalidades sin la necesidad de una inversión importante.

