



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Aeroespacial
y Diseño Industrial

Diseño y desarrollo de un sistema de energía portátil para
uso de emergencia de cortes eléctricos en hogares.

Trabajo Fin de Grado

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

AUTOR/A: Tarajano Ramírez, Maira Andrea

Tutor/a: Pacheco Blanco, Bélgica Victoria

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño

Diseño y desarrollo de un sistema de energía portátil para uso de emergencia de cortes eléctricos en hogares

Trabajo Final Del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos

AUTORA:

Maira Andrea Tarajano Ramírez

TUTORA:

Bélgica Pacheco Blanco

CURSO ACADEMICO:

2024-2025

Valencia, julio de 2025

Resumen

El presente Trabajo Fin de Grado (TFG) tiene como objetivo documentar el proceso de diseño y desarrollo de un sistema de energía portátil para su uso en situaciones de emergencia ante cortes eléctricos en hogares.

Este proyecto surge de la necesidad de contar con una solución eficiente, autónoma y sostenible, capaz de proporcionar suministro de energía eléctrica para dispositivos esenciales y una fuente de iluminación confiable en situaciones imprevistas.

Para su desarrollo, se realiza un análisis de las necesidades reales de los usuarios, identificando los desafíos más críticos que enfrentan durante los cortes prolongados de electricidad. Posteriormente, se lleva a cabo un estudio de antecedentes, examinando las causas de estos eventos y la evolución de las soluciones implementadas en estos escenarios. A partir de esta información, se evalúan las tecnologías de almacenamiento energético disponibles en el mercado y se analizan las normativas de seguridad y eficiencia energética para garantizar que el producto cumple con los estándares requeridos.

Con estos datos, se procede al diseño conceptual y detallado del producto, definiendo los requerimientos técnicos, materiales adecuados, impacto y aporte. La solución propuesta busca integrar múltiples métodos de carga (como red eléctrica, solar o vehicular), puertos de salida como USB, enchufes universales y un compartimiento de almacenamiento, así como un sistema de iluminación plegable para ampliar su utilidad en condiciones críticas.

Finalmente, se realizan pruebas de rendimiento y validación técnica con usuarios, asegurando que el producto cumple con las necesidades establecidas y los estándares de eficiencia. El enfoque del proyecto prioriza la optimización de recursos, la integración de fuentes de energía limpia y el desarrollo de una alternativa innovadora, capaz de proporcionar autonomía energética en hogares en distintos escenarios de emergencia.

Como parte fundamental del presente TFG, se incluyen los planos técnicos, el pliego de condiciones y el presupuesto, asegurando la viabilidad y aplicabilidad del producto en el mercado.

Palabras clave: Energía; Portátil; Carga Eléctrica; Autonomía Energética; Baterías; Recargable; Iluminación de Emergencia; Solar; Diseño de Producto; Cortes Eléctricos; Esencial.

Summary

The objective of this Final Degree Project is to document the design and development process of a portable energy system for use in emergencies in case of power outages in homes.

This project arises from the need for an efficient, autonomous, and sustainable solution, capable of providing a power supply for essential devices and a reliable lighting source in unforeseen situations.

For its development, an analysis of the real needs of users is carried out, identifying the most critical challenges they face during prolonged power outages. Subsequently, a background study is carried out, examining the causes of these events and the evolution of the solutions implemented in these scenarios. Based on this information, the energy storage technologies available in the market are evaluated and safety and energy efficiency regulations are analyzed to ensure that the product meets the required standards.

With this data, we proceed to the conceptual and detailed design of the product, defining the technical requirements, suitable materials, impact, and contribution. The proposed solution integrates multiple charging methods (such as mains, solar, or vehicular), USB output ports, universal plugs, and a storage compartment, as well as a foldable lighting system to extend its usefulness in critical conditions.

Finally, performance and technical validation tests are carried out with users, ensuring that the product meets the established needs and efficiency standards. The focus of the project prioritizes the optimization of resources, the integration of clean energy sources, and the development of an innovative alternative, capable of providing energy autonomy in homes in different emergency scenarios.

As a fundamental part of this project, technical drawings, specifications, and budgets are included, ensuring the viability and applicability of the product in the market.

Keywords: Energy; Portable; Electric Charging; Energy autonomy; Batteries, Rechargeable; Emergency Lighting; Solar; Product Design; Emergency; Power Outages; Essential.

Agradecimientos

Me gustaría expresar mi agradecimiento a todas las personas que, de una forma u otra, contribuyeron a la realización de este Trabajo de Fin de Grado.

Gracias a mi tutora académica, Bélgica Pacheco, por su acompañamiento y orientación técnica durante el desarrollo del proyecto, y al profesor Tomas Zamora por su apoyo y ayuda con todas las dudas que fueron surgiendo.

A todas las personas que participaron en las entrevistas y encuestas, tanto dentro como fuera de España, gracias por su tiempo y colaboración.

También agradezco a mi familia, que, aunque se encuentren lejos, siempre he contado con su apoyo.

Por último, gracias a los compañeros y compañeras que me han acompañado durante estos años, tanto del grado de Diseño como de Electrónica, así como a mis compañeras de equipo y de residencia, por participar con buena disposición en las evaluaciones del proyecto.

Índice

Resumen ejecutivo	
Índice de Tablas	7
Índice de Figuras	7
1. Introducción	10
2. Objetivos	11
2.1. Planteamiento del problema	11
2.2. Objetivo general.....	11
2.3. Objetivos específicos	11
3. Evolución a lo largo de la historia y Progreso	14
3.1. Antecedentes históricos	14
3.2. Conclusiones	19
4. Alcance y estudio de necesidades.....	19
4.1. Método	19
4.2. Herramienta de estudio.....	20
4.3. Resultado de entrevistas	20
4.3.1. Perfil del entrevistado	20
4.3.2. Contexto de la situación	20
4.3.3. Impacto personal y soluciones utilizadas	21
4.3.4. Problemas específicos	23
4.3.5. Utilidad del diseño para el entrevistado	23
4.4. Análisis entrevistas. Necesidades observadas.....	24
5. Análisis de Productos en el mercado	25
6. Tecnologías y estudios en almacenamiento energético.....	31
6.1. La tecnología en almacenamiento energético	31
6.2. Proyectos de desarrollo afines	35
6.3. Conclusiones.....	38
7. Propuesta conceptual	39
7.1. Requerimientos del producto.....	39
7.2. Planteamiento y Soluciones.....	43
7.2.1. Propuestas	43
7.2.1.1. Propuesta 1.....	43
7.2.1.2. Propuesta 2.....	44
7.2.1.3. Propuesta 3.....	45

7.2.1.4.	Propuesta 4.....	46
7.2.2.	Toma de decisiones	47
7.3.	Justificación de la propuesta seleccionada.....	49
8.	Proceso de diseño del dispositivo	50
8.1.	Diseño conceptual	50
8.1.1.	Bocetos	50
8.1.2.	Evaluación de los usuarios.....	51
8.1.2.1.	Maquetas y pruebas de usuario	51
8.1.2.2.	Análisis requerido	54
8.1.2.3.	Resultados.....	55
8.2.	Soluciones	56
8.2.1.	Funcionales	56
8.2.2.	Visuales.....	57
8.2.3.	Aspectos en detalle	58
8.2.3.1.	Especificaciones necesarias para la batería.....	58
8.2.3.2.	Uniones.....	59
8.2.3.3.	Especificaciones de materiales	60
8.3.	Proceso de ideación y validación del diseño	60
8.3.1.	Pruebas estructura. Estudio estático	60
8.3.1.1.	Características del estudio	61
8.3.1.2.	Resultados.....	63
8.3.1.3.	Conclusiones.....	71
8.3.2.	Maquetación.....	72
8.3.3.	Diseño al detalle	76
8.3.3.1.	Pantalla LCD	76
8.3.3.2.	Botones de encendido y navegación	77
8.3.3.3.	Controles Radio	78
8.3.3.4.	Conectores de carga	78
8.3.4.	Pruebas y validación con usuarios.....	79
8.3.4.1.	Usuario 1.....	79
8.3.4.2.	Usuario 2.....	82
8.3.4.3.	Usuario 3.....	84
8.3.4.4.	Conclusiones.....	86
8.4.	Evaluación final	87
8.4.1.	Resultados	89

9.	Conclusión	92
10.	Pliego de condiciones	94
10.1.	Objeto y Alcance.....	94
10.2.	Normativas	94
10.3.	Características de Materiales	97
10.4.	Especificaciones técnicas.....	99
10.4.1.	Piezas diseñadas	99
10.4.2.	Piezas no diseñadas	101
10.4.2.1.1.	Pieza 21. Batería.....	104
10.4.3.	Ensamblaje y especificaciones.....	105
10.4.3.1.	Presentación del Manual de montaje	105
10.4.3.2.	Precauciones de Seguridad Eléctrica	113
10.4.3.3.	Diagrama de Conexión Eléctrica	113
10.4.3.4.	Comprobación subsistemas y mecanismos.....	115
10.4.3.5.	Pruebas y ajustes finales.....	115
10.5.	Pruebas de cumplimiento.....	116
11.	Presupuesto.....	117
11.1.	Costes directos	117
11.1.1.	Fabricación.....	118
11.1.1.1.	Materia prima	118
11.1.1.2.	Piezas fabricadas.....	119
i.	Inyección de plástico.....	119
ii.	Mecanizado CNC.....	120
iii.	Piezas de Aluminio	121
11.1.2.	Piezas subcontratadas	122
11.1.2.1.	Componentes comerciales	122
11.1.2.2.	Piezas encargadas con medidas.....	124
11.1.3.	Mano de obra	125
11.2.	Costes indirectos o margen	127
11.3.	Coste Total.....	127
12.	Referencias	128
13.	Anexos	132
13.1.	ODS relacionados.....	132
13.2.	Entrevista realizada	133
13.3.	Complementos	134

13.4.	Planos	145
-------	--------------	-----

Índice de Tablas

TABLA 1. PLANIFICACIÓN DEL TRABAJO DE FIN DE GRADO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	13
TABLA 2. APAGONES ALREDEDOR DEL MUNDO, PAÍS, DURACIÓN, CAUSAS Y AFECTADOS. FUENTES: VARIAS.	17
TABLA 3. COMPARACIÓN DE PRODUCTOS DE ALMACENAMIENTO ELÉCTRICO QUE SE PUEDE ENCONTRAR EN EL MERCADO ACTUALMENTE. FUENTE: VARIAS.	29
TABLA 4. MÉTODO DE PUNTUACIÓN PONDERADA.....	47
TABLA 5. RESULTADO Y VALORES DEL MÉTODO DE COPELAND.	48
TABLA 6. UTILIZACIÓN DE LA REGLA DE COPELAND.....	48
TABLA 7. ANÁLISIS ESTÁTICO. TENSIONES 1. FUENTE: SOLIDWORKS.....	64
TABLA 8. ANÁLISIS ESTÁTICO. DESPLAZAMIENTO 1. FUENTE: SOLIDWORKS	64
TABLA 9. ANÁLISIS ESTÁTICO. DEFORMACIONES UNITARIAS 1. FUENTE: SOLIDWORKS.....	65
TABLA 10. ANÁLISIS ESTÁTICO. TENSIONES 2. FUENTE: SOLIDWORKS.....	66
TABLA 11. ANÁLISIS ESTÁTICO. DESPLAZAMIENTO 2. FUENTE: SOLIDWORKS	67
TABLA 12. ANÁLISIS ESTÁTICO. DEFORMACIONES UNITARIAS 2. FUENTE: SOLIDWORKS. ...	67
TABLA 13. PIEZAS QUE HAN SIDO DISEÑADAS.	101
TABLA 14. PIEZAS NO DISEÑADAS. COMPONENTES SUBCONTRATADOS.....	104
TABLA 15. PIEZAS NO DISEÑADAS. COMPONENTES ENCARGADOS A MEDIDA.	105
TABLA 16. MATERIA PRIMA.	118
TABLA 17. PIEZAS FABRICADAS CON INYECCIÓN DE PLÁSTICO.	120
TABLA 18. PIEZAS FABRICADAS CON MECANIZADO CNC.....	121
TABLA 19. PIEZAS FABRICADAS DE ALUMINIO.....	121
TABLA 20. TOTAL, COSTE DE PIEZAS FABRICADAS.	122
TABLA 21. COMPONENTES COMERCIALES.	124
TABLA 22. COMPONENTES ENCARGADOS A MEDIDA.	125
TABLA 23. MANO DE OBRA.....	126
TABLA 24. TOTAL, COSTES DIRECTOS.	126
TABLA 25. COSTE TOTAL SPO.	127

Índice de Figuras

FIGURA 1. GRÁFICO DE SEGUIMIENTO DE LA DEMANDA DE ENERGÍA ELÉCTRICA. FUENTE; WWW.REE.ES. CONSULTADO: 12 DE MAYO DE 2025.	18
FIGURA 2. CONTEXTO DE SITUACIONES QUE ENFRENTARON LOS ENTREVISTADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	21
FIGURA 3. GRÁFICOS REFERENTES A “IMPACTO PERSONAL Y SOLUCIONES UTILIZADAS”. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	22
FIGURA 4. GRÁFICOS REFERENTES A “PROBLEMAS ESPECÍFICOS”. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	23
FIGURA 5. GRÁFICOS REFERENTES A “DISEÑO QUE CREE ÚTIL” DE LOS ENTREVISTADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	24
FIGURA 6. TESLA POWERWALL.	27

FIGURA 7.SAI- WOXTER UPS	28
FIGURA 8. BANDERA POWER 125.....	28
FIGURA 9. RUNNINGSNAIL EMERGENCY 090PG	28
FIGURA 10. GENERGÍA GZE-1210	28
FIGURA 11. ANKER BANCO DE ENERGÍA CENTRAL.....	28
FIGURA 12.BLUETTI ELITE 200	29
FIGURA 13. WASTDE- POWER BANK SOLAR	29
FIGURA 14. S500+100W SWAREY	29
FIGURA 15. ECOFLOW DELTA	29
FIGURA 16. POWERWALL	29
FIGURA 17.CLASIFICACIÓN DE LOS ESS ACORDE A LA FORMA EN LA QUE SE ALMACENA LA ENERGÍA. FUENTE: ENERGYSTORAGEEXCHANGE.ORG	33
FIGURA 18. RELACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE BATERÍAS MÁS UTILIZADAS EN BESS. FUENTE: ENERGYSTORAGEEXCHANGE.ORG	34
FIGURA 19.PROTOTIPO DEL SISTEMA. AUTORES: CASTAÑEDA, J. M. Y BAUTISTA, I. R. (2021).	36
FIGURA 20.DISEÑO DEL CIRCUITO FOTOVOLTAICO. AUTOR: MURILLO LANDETA, G. S. (2018)	37
FIGURA 21.ESQUEMA DEL SISTEMA DEL DISEÑO. AUTORES: MUENSUKSAENG ET AL. (2022).	38
FIGURA 22.DIAGRAMA DE SOLUCIONES POR MEDIO DEL DISEÑO PARA LAS DIFERENTES NECESIDADES.....	42
FIGURA 23.IMAGEN GENERADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL. FUENTE: CANVA. ESCRIBIENDO AL GENERADOR: “LINTERNA Y CARGADOR PORTÁTIL CON PANEL SOLAR RETRÁCTIL” PARA SU GENERACIÓN.....	44
FIGURA 24. IMAGEN GENERADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL. FUENTE: CANVA. ESCRIBIENDO AL GENERADOR: “DISPOSITIVO DE CARGA ENERGÉTICA INTEGRADA EN LA ESTRUCTURA DE LOS HOGARES.	45
FIGURA 25. IMAGEN GENERADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL. FUENTE: CANVA. ESCRIBIENDO AL GENERADOR: “ESTACIÓN DE CARGA MULTICANAL, COMPACTA TIPO MALETÍN” PARA SU GENERACIÓN.....	45
FIGURA 26.IMAGEN GENERADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL. FUENTE: CANVA. ESCRIBIENDO AL GENERADOR: “MOCHILA DE EMERGENCIA CON SISTEMA DE CARGA Y COMUNICACIÓN” PARA SU GENERACIÓN.....	46
FIGURA 27. PRIMEROS BOCETOS DEL DISEÑO DEL DISPOSITIVO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	51
FIGURA 28.IDENTIDAD VISUAL DEL PRODUCTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	58
FIGURA 29. PRIMER ANÁLISIS. MODELO ASA FIJA-GRAVEDAD-UNIÓN RÍGIDA. ANÁLISIS ESTÁTICO. FUENTE: SOLIDWORKS	63
FIGURA 30.SEGUNDO ANÁLISIS. MODELO BASE FIJA-LEVANTAMIENTO-UNIÓN RÍGIDA. ANÁLISIS ESTÁTICO. FUENTE: SOLIDWORKS.....	65
FIGURA 31.ANÁLISIS ESTÁTICO REPRESENTANDO LAS UNIONES CON PERNOS. PROGRAMA: SOLIDWORKS.	68
FIGURA 32.DESPLAZAMIENTOS PREOCUPANTES DE LA ESTRUCTURA REPRESENTADO CON ROJO COMO LAS SECCIONES CRÍTICAS. PROGRAMA: SOLIDWORKS	69
FIGURA 33.DEFORMACIONES UNITARIAS COMUNES EN LA ESTRUCTURA REPRESENTADO CON VERDE/ ROJO COMO LAS SECCIONES CRÍTICAS. PROGRAMA: SOLIDWORKS.....	69

FIGURA 34.TENSIONES PREOCUPANTES DE LA ESTRUCTURA REPRESENTADO CON VERDE COMO LA SECCIÓN MÁS CRÍTICA. PROGRAMA: SOLIDWORKS.....	70
FIGURA 35.TENSIONES PREOCUPANTES DE LA ESTRUCTURA REPRESENTADO DE UNA FORMA EXAGERADA EL MOVIMIENTO EN LA SECCIÓN MÁS CRÍTICA. PROGRAMA: SOLIDWORKS	70
FIGURA 36.COMPARACIÓN DE LA DEFORMACIÓN ESPERADA CON LA REAL DE LA SIMULACIÓN. PROGRAMA: SOLIDWORKS.	71
FIGURA 37. MAQUETA ESCALA REAL CON CARTÓN COMPACTO. ELABORACIÓN PROPIA..	73
FIGURA 38. MAQUETA ESCALA REAL. CARTÓN COMPACTO. CON LOS DESPLIEGUES PLANTEADOS DE LA UTILIZACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.....	74
FIGURA 39.MAQUETA ESCALA REAL. CARTÓN COMPACTO. DETALLES.	74
FIGURA 40.PIEZAS RECREADAS EN CARTÓN COMPACTO PARA EL ENSAMBLAJE DE LA MAQUETA FINAL. RECREANDO LA MODULARIDAD DEL SPO. ELABORACIÓN PROPIA.	75
FIGURA 41.ACERCAMIENTO A DETALLE DE LA MAQUETA MOSTRANDO SUS UNIONES DE PIEZAS. ELABORACIÓN PROPIA.	75
FIGURA 42.GUÍA PANTALLA LCD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	76
FIGURA 43. REPRESENTACIÓN BOTONES ENCENDIDO Y NAVEGACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	77
FIGURA 44. INDICADORES DE RADIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	78
FIGURA 45. DISTRIBUCIÓN DE LOS CONECTORES DE CARGA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	78
FIGURA 46. FOTOS DE LA MANIPULACIÓN DE LA MAQUETA. USUARIO 1.	80
FIGURA 47.MAQUETA ESCALA REAL CON ILUSTRACIONES REPRESENTATIVAS MÁS REALISTAS DEL EQUIPO POR MEDIO DE LAS ILUSTRACIONES DE LAS ESPECIFICACIONES VISUALES. ELABORACIÓN PROPIA.....	81
FIGURA 48. FOTOS DE LA MANIPULACIÓN DE LA MAQUETA. USUARIO 2	83
FIGURA 49. FOTOS DE LA MANIPULACIÓN DE LA MAQUETA. USUARIO 3.....	85
FIGURA 50. PRESENTACIÓN TÉCNICA Y COMERCIAL DEL SPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON IMÁGENES POR IA.	87
FIGURA 51. FORMAS DE CARGA Y COMPONENTES DEL SPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	88
FIGURA 52. RENDERIZADO DEL SPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA. PROGRAMA: KEYSHOT.	88
FIGURA 53. ENCUESTA DE CÓMO SE PERCIBE EL PRODUCTO FINAL.....	89
FIGURA 54. GRÁFICO DE EVALUACIÓN FINAL DEL SPO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..	90
FIGURA 55. MANUAL DE MONTAJE TÉCNICO (PÁGINA 1 A 19). ELABORACIÓN PROPIA. .	112
FIGURA 56. DIAGRAMA DE CONEXIÓN ELÉCTRICA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.....	114

1. Introducción

El presente proyecto aborda y estudia una problemática creciente: la falta de soluciones prácticas y eficientes para afrontar cortes prolongados de suministro eléctrico, específicamente dentro de hogares. Estos incidentes, generados por diversos contextos como la deficiencia de mantenimiento en infraestructuras, desastres naturales o reformas en el sistema de cableado, impactan significativamente la vida cotidiana de las personas. La propuesta busca amortizar estas dificultades a través del desarrollo de un producto específico, si bien los cortes de luz pueden no ser frecuentes en algunas partes del mundo; en situaciones adversas, es evidente cómo afectan el ritmo de vida de las poblaciones de manera significativa.

La justificación de este proyecto reside en la identificación de una insuficiencia en el mercado de productos accesibles a la vez de capaces de hacer frente de manera efectiva a este tipo de situaciones. Por ello, el objetivo principal es amortizar las dificultades generadas por la falta de energía eléctrica a través de una revisión de antecedentes, entrevistas con usuarios que directamente han sido afectados y un análisis técnico.

El presente documento detalla el desarrollo de esta propuesta de diseño, enfocado desde el planteamiento inicial del problema hasta la concepción y validación de una solución por medio de un producto industrial. Se culmina con la generación de toda la documentación técnica, elementos que son indispensables para la futura validación y fabricación industrial del producto.

2. Objetivos

2.1. Planteamiento del problema

A lo largo de la historia, los cortes prolongados de suministro eléctrico representan una problemática de creciente relevancia, especialmente considerando la alta dependencia energética que caracteriza a la sociedad en la actualidad. Estas interrupciones se originan por diferentes causas, como fallos en la infraestructura eléctrica, fenómenos naturales, conflictos sociopolíticos o inapropiada gestión de los sistemas energéticos.

Las consecuencias de estos eventos no solo interrumpen la rutina diaria, sino que comprometen aspectos esenciales como la seguridad, la salud, la comunicación y la conservación de alimentos, esto debido a la falta de funcionamiento de dispositivos electrónicos imprescindibles. Si bien existen soluciones convencionales como generadores a combustión o linternas, estas presentan limitaciones significativas. Por otra parte, aunque se encuentran disponibles en el mercado tecnologías más avanzadas, muchas de ellas resultan inaccesibles para la mayoría de los usuarios, ya sea por su elevado costo o por el desconocimiento de su existencia.

En este sentido, resulta fundamental y de gran valor por diferentes aspectos, el desarrollo de soluciones innovadoras orientadas específicamente a mitigar esta problemática paulatina.

2.2. Objetivo general

El objetivo general de este proyecto es **diseñar y desarrollar una solución energética multifuncional destinada a afrontar cortes prolongados del suministro eléctrico en diversos contextos, con especial enfoque en su aplicación dentro de entornos domésticos**. Para ello, se aplica el proceso de diseño de productos adecuado, siendo fundamentado en los conocimientos adquiridos a lo largo del grado.

2.3. Objetivos específicos

Ya establecido el objetivo general, se plantean líneas de trabajo que permiten abordar de manera específica y sistemática los distintos aspectos del desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, desde la identificación de necesidades hasta la validación del producto final. Estos objetivos guían tanto la fase de investigación como la de diseño, producción y

aplicación del proyecto, estableciendo la base para la elaboración de los documentos técnicos correspondientes: planimetría, pliego de condiciones y presupuesto.

En primer lugar, se analizará la evolución histórica del problema para así verificar su frecuencia, causas y cantidad de afectados en distintos contextos. De igual forma, se lleva a cabo realizar un estudio de las necesidades de usuarios que hayan experimentado esta problemática, con esta aproximación se permite recopilar información directa sobre las principales dificultades experimentadas. Con base en estos hallazgos, se llevará a cabo un estudio comparativo de tecnologías, productos existentes en el mercado y proyectos afines de carácter experimental. Este análisis permitirá identificar las limitaciones de las soluciones actuales, así como extraer criterios técnicos y funcionales relevantes para la conceptualización del dispositivo.

Por otra parte, se definirá el conjunto de requerimientos técnicos y estructurales que debe de cumplir el producto. Se seleccionarán materiales apropiados en función de diferentes criterios. A partir de esta información, se desarrollará un diseño conceptual y detallado del dispositivo, aplicando metodologías propias del diseño industrial.

Finalmente, se llevará a cabo la validación de la solución mediante el desarrollo de modelos tridimensionales y prototipos físicos (maqueta). Esta fase incluirá pruebas de viabilidad técnica, evaluación estructural y recopilación de retroalimentación por parte de potenciales usuarios, asegurando así que el dispositivo responda adecuadamente a las necesidades identificadas y cumpla con los criterios planteados.

Se presenta la siguiente tabla con el propósito de organizar y dar un seguimiento claro a los aspectos abordados en este Trabajo de Fin de Grado. Esta estructura permite mantener un orden y garantizar la coherencia en el desarrollo de cada uno de los objetivos específicos planteados.

Objetivo General	Objetivos Específicos	Tareas	Fases
Diseñar y desarrollar una solución multifuncional para afrontar cortes prolongados de suministro eléctrico en diversos contextos	1. Analizar las principales necesidades reales de los usuarios.	1.1 Realizar entrevistas semiestructuradas a personas que han experimentado apagones.	- Fase de investigación cualitativa. - Análisis de respuestas y categorización de problemas comunes.
		1.2 Recopilar y analizar cuantitativamente los casos sobre cortes de energía en distintas regiones.	
	2. Investigar tecnologías y soluciones existentes.	2.1 Revisión bibliográfica.	- Análisis de mercado y tecnologías - evaluación comparativa
		2.2 Benchmarking de productos.	
		2.3 Análisis de innovaciones.	
	3. Definir los requerimientos técnicos y funcionales.	3.1 Determinar especificaciones	- Diseño funcional. - Realización del Diseño Conceptual. - Elaboración de bocetos preliminares y conceptos de diseño.
		3.2 Selección de materiales	
	4. Diseñar el producto planteado.	4.1 Elección con criterios y justificación del diseño	- Creación de maquetas y simulaciones digitales. - Modelado por medio de Software CAD, SolidWorks.
		4.2 Modelado CAD	
		4.3 Creación de maqueta física 1:1	
		4.4 Desarrollo de renders	
	5. Evaluar y validar la propuesta final.	5.1 Análisis estático	- Pruebas simuladas y físicas - Retroalimentación de usuarios
		5.3 Interacción con maqueta	
		5.4 Validación de resistencia y funcionalidad.	

Tabla 1. Planificación del Trabajo de fin de Grado. Fuente: Elaboración Propia.

Mediante esta tabla se plantea el seguimiento para un adecuado desarrollo relacionado con la memoria del proyecto.

3. Evolución a lo largo de la historia y Progreso

Para un adecuado punto de partida en el desarrollo de este proyecto, es necesario un análisis de antecedentes tanto históricos como de investigación.

3.1. Antecedentes históricos

Desde el inicio de la era moderna, la electricidad se ha consolidado como un recurso esencial para el funcionamiento de los sistemas industriales, sociales y económicos contemporáneos. El suministro energético a través de la red eléctrica proviene de diversas fuentes, siendo los combustibles fósiles la opción predominante.

Esta dependencia ha generado una creciente preocupación por su impacto ambiental, lo que ha motivado, en las últimas décadas, la promoción de políticas e iniciativas orientadas a fuentes de energía renovable. Sin embargo, a lo largo de la historia reciente, aun con distintas fuentes de suministro, se han producido los llamados **apagones**, refiriéndose a interrupción temporal del suministro de energía eléctrica en un área, generando problemas a nivel comunitario y económico.

Las causas de estos apagones pueden ser diversas, pero entre las más frecuentes se encuentran el deterioro de equipos, la sobrecarga en la red y los fenómenos naturales tales como terremotos, huracanes, olas de frío o inundaciones. Si bien algunas de estas causas pueden ser previstas o atenuadas, en muchos casos escapan al control de la población, provocando que estos apagones afecten a millones de personas en diferentes partes del mundo. Algunos de estos eventos han sido más críticos que otros, dejando en evidencia la vulnerabilidad de los sistemas eléctricos y la necesidad de contar con soluciones eficientes para afrontar estas situaciones de forma más individual para las localidades.

Como ejemplo reciente y relevante en el contexto nacional, se toma el caso ocurrido el 29 de octubre de 2024 en España, a raíz de un episodio de DANA, en el cual, por consecuencia de una catástrofe ambiental causada por una depresión aislada en niveles altos, hubo inundaciones por 75 municipios de Valencia, 2 en Castilla-La Mancha y 1 en Andalucía. En el artículo titulado *El mapa de las viviendas dañadas por la DANA en Valencia*, más de 1.500 viviendas resultaron afectadas como consecuencia directa de la catástrofe. (Bosch, 2025).

Para este caso se expone: “Con el paso de la DANA, en este municipio del interior de Valencia, Chera, se quedaron sin electricidad. Ese día en esta localidad cayeron más de 400 litros de agua y esto provocó que el río Reatillo se desbordara y cayeran las 9 torres de media tensión, que son las encargadas de llevar el suministro eléctrico a este municipio de 500 habitantes” (Tomás, 2024).

Como consecuencia de uno de los tantos daños ocasionados por esta catástrofe, se han instalado generadores de emergencia en esta población de Chera que, según declara Salvador García, secretario de la Cooperativa Eléctrica, consumen más de 1.000 litros de gasoil al día, lo que representa un coste superior a los 1.000 euros diarios. El mismo artículo señala que, en algunas zonas afectadas, los residentes permanecieron **sin suministro eléctrico durante aproximadamente 40 días**, recurriendo de forma continua al uso de estos generadores de gasoil y linternas como solución provisional que se fue alargando (Tomás, 2024). Esta situación pone de manifiesto la dependencia crítica de fuentes fósiles de energía y los elevados costes económicos que implican las soluciones temporales ante fallos prolongados en el sistema eléctrico, lo cual es muy desafortunado si se prolonga su utilización en un tiempo indefinido.

Asimismo, se puede establecer que los apagones, independientemente de su causa, constituyen un fenómeno que puede ser cercano y recurrente que afecta a múltiples regiones en el mundo sin distinción geográfica, política o económica. Con el fin de afinar esta afirmación, se ha elaborado la siguiente tabla informativa, la cual recopila algunos de los apagones más significativos ocurridos en los últimos treinta años. En ella se observa que, en distintos países y bajo diversas circunstancias, millones de personas han resultado afectadas durante periodos que se han extendido desde varios días hasta incluso semanas.

Nombre e inicio	País	Duración aprox.	Causa	Personas afectadas aprox.	Ref.
Apagón de Auckland. 20 de febrero de 1998	 Nueva Zelanda	35 días	Fallo de cables subterráneos de alta tensión por falta de mantenimiento.	6.000	[1]
Apagón de Buenos Aires. 15 de febrero de 1999.	 Argentina	11 días	Provocado por un incendio en la subestación eléctrica Azopardo. Falla masiva en la red de distribución eléctrica.	700.000	[2]

Apagón de Irán. 20 de mayo de 2001	 Irán	35 días	Provocado por una problemática en una subestación eléctrica causando el colapso.	30.000.000	[3]
Tormenta tropical Delta. 22 de noviembre de 2005	 España	7 días	Tormenta tropical en Canarias causada por vientos hasta 250km/h que derribaron torres eléctricas y líneas de alta tensión.	300.000	[4]
Apagón de Oakland y Wayne. 12 de septiembre de 2010	 Estados Unidos	4 horas	Provocado por un incendio en una subestación eléctrica, dañando equipos significativos e interrumpiendo el servicio en la región.	50.000	[5]
Apagón total en el SIC. 26 de febrero de 2010	 Chile	18 días	Producido durante el mega terremoto y tsunami generando una falla en la transmisión eléctrica.	13.000.000	[6]
Apagón de Filipinas. 3 de diciembre de 2012	 Filipinas	3 meses	Daños severos causados a la red eléctrica por el Tifón Bopha.	6.700.000	[7]
Apagón de Mármara. 14 de enero de 2012	 Turquía	3,5 meses	Provocado por falla de un transformador y desviaciones de voltaje en la red eléctrica interconectada.	20.000.000	[8]
Apagón de Crimea de 2015 y 2016. 22 de noviembre de 2015	 Ucrania	3 meses	Explosiones en las torres de transmisión en la región de Jesón debido a un acto de sabotaje y terrorismo según autoridades.	1.600.000	[9]
Apagón de Puerto Rico de 2017 y 2018. 20 de septiembre de 2017	 Puerto Rico	4 meses	El paso del Huracán María (tormenta categoría 4) y huracán Irma que afectó gravemente el tendido eléctrico de la isla. La red eléctrica ya llevaba deficiencia debido a años de falta de mantenimiento.	3.400.000	[10]
Apagón de Vancouver. 20 de diciembre de 2018	 Canadá	11 días	Una tormenta con vientos a velocidades de 122 km/h derribo múltiples árboles y líneas eléctricas. Dañó 300	600.000	[11]

			polos de potencia y 170 transformadores.		
Apagón nacional. 7 de marzo de 2019	 Venezuela	3 meses	Apagón masivo e intermitente por fallas en la Central Hidroeléctrica Simón Bolívar, el cual es la principal fuente de generación eléctrica del país. Afectando 23 de los 25 estados.	27.500.000	[12]
Borrasca Filomena. 6 de enero de 2021	 España	6 días	Las fuertes nevadas y temperaturas extremas dañaron infraestructuras eléctricas dejando sin luz zonas de las comunidades de Madrid, Castilla-La Mancha y Cataluña.	33.000	[13]
Crisis energética de Texas. 14 de febrero de 2021	 Estados Unidos	12 días	Fallas masivas del sistema eléctrico estatal gestionado por ERCOT por falta de preparación a temperaturas bajo cero. Se congelaron y colapsaron plantas de gas natural, carbón, nucleares y eólicas.	4.500.000	[14]

Tabla 2. Apagones alrededor del mundo, país, duración, causas y afectados. Fuentes: varias.

Se observa en la *Tabla 2* que estos apagones efectivamente han impactado a millones de personas a nivel global en diferentes décadas.

Para agregar, mientras se desarrollaba este proyecto, ocurrió un fenómeno al que es sumamente significativo mencionar, ya que afecta directamente la población española y es concretamente esta problemática, se trata del **Apagón Masivo en España del 28 de abril** del presente año. En torno a las 12:33 horas, hubo una caída súbita en la red eléctrica peninsular. Unos 15 gigavatios, aproximadamente el 60% de la demanda de ese momento provoco un apagón que desconecto sin previo aviso a la mayor parte del país durante horas. (Europapress, 2025)

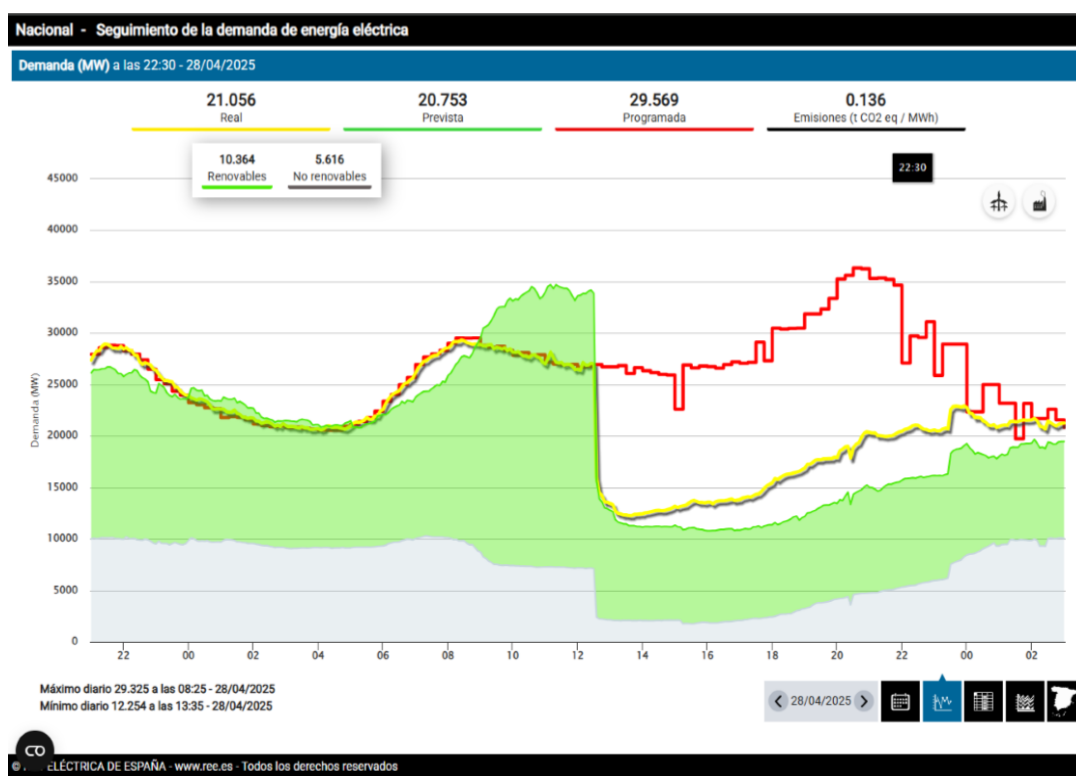


Figura 1. Gráfico de Seguimiento de la demanda de energía eléctrica. Fuente; www.ree.es. Consultado: 12 de mayo de 2025.

En la Figura 1, proporcionada por Red Eléctrica Española (REE) a través de una consulta en su página web de acceso público, se puede observar claramente el apagón ocurrido el pasado 28 de abril, donde se perdió una cantidad significativa de gigavatios de energía. En el diagrama, la línea roja refleja la diferencia entre la demanda prevista y la energía efectivamente suministrada en esas horas. Este acontecimiento, ocurrido en este país, pone de manifiesto que las emergencias energéticas **pueden surgir de manera repentina**, generando evidentes dificultades derivadas de la falta de suministro eléctrico. Aunque las causas exactas aún no se han esclarecido concretamente, la magnitud de este suceso evidenció la necesidad que la población busque medidas de preparación frente a estos eventos.

Para concluir, también es importante destacar dentro de las noticias más recientes, en donde en marzo de 2025 la Comisión Europea presentó una estrategia de preparación ante alguna crisis, pide a los hogares europeos almacenar suministros esenciales para subsistir durante al menos 72 horas sin asistencia externa. Esta recomendación responde a una creciente preocupación de los países por posibles crisis climáticas, conflictos armados, ciberataques y otras emergencias que podrían interrumpir el suministro eléctrico y otros

servicios básicos. Mediante el artículo web del diario *EL PAÍS*, destaca la necesidad de que la población esté preparada para afrontar los primeros días críticos de una crisis, en **énfasis en la importancia de la autosuficiencia energética** y la resiliencia ciudadana. (Javier Galán, 2025). Esta iniciativa refuerza la pertinencia de desarrollar soluciones energéticas portátiles y sostenibles.

3.2. Conclusiones

A partir de un razonamiento lógico, simplemente observando la situación global y los casos recientes ocurridos en España, sabemos que estos eventos de cortes de energía **seguirán repitiéndose en el futuro** de un modo u otro. Estos apagones generaran consecuencias técnicas, económicas y sociales que demuestran la necesidad apresurada de soluciones energéticas autónomas adaptables. Por ello, tal como se plantea en los objetivos del proyecto, resulta fundamental desarrollar estrategias eficientes, enfocada a la sostenibilidad, que permitan mitigar sus efectos.

4. Alcance y estudio de necesidades

4.1. Método

Para la recolección de información ante la problemática que se aborda en este proyecto, se emplea una metodología cualitativa basada en entrevistas semiestructuradas. El objetivo principal es identificar las dificultades más frecuentes, las trascendentales, y las soluciones utilizadas por personas que han experimentado estos apagones.

El diseño de la entrevista se estructura mediante un cuestionario con algunas preguntas cerradas, pero mayoritariamente consisten en preguntas abiertas, estructurado en secciones clave. Las cuales son:

- Perfil del entrevistado: edad, género, ocupación y país en el que se localizaba.
- Contexto de la situación: duración, causas, impacto en la rutina diaria.
- Medidas adoptadas: herramientas empleadas, dificultades y riesgos percibidos.
- Requerimientos para una solución: características que crea destacables en un dispositivo de respaldo energético.

Las entrevistas se llevaron a cabo de forma remota o presencial, se registraron las respuestas en formato digital para su posterior análisis y categorización cuantitativa.

4.2. Herramienta de estudio

Se realizaron un total de 11 entrevistas, cada una con una duración aproximada de treinta minutos y compuestas por 14 preguntas. [Consultar Anexos \(Entrevista realizada\)](#). La selección de los participantes se centró exclusivamente en personas que han experimentado cortes prolongados en el suministro eléctrico. La muestra incluye sujetos residentes en distintos países, lo que permite incorporar una perspectiva amplia a esta problemática común.

Por medio de esta herramienta se identifica y comprende las necesidades reales de usuarios específicos de los cuales se orienta el diseño de este proyecto. Para ello, se analiza la información obtenida a través de esta metodología, considerando tanto una visión general de los patrones comunes como un enfoque específico en las particularidades de cada caso.

4.3. Resultado de entrevistas

4.3.1. Perfil del entrevistado

Se identificó una diversidad significativa en los perfiles de los participantes, con edades comprendidas entre 22 y 60 años, representación equitativa de género y variedad de ocupaciones, entre ellas arquitectura, ingeniería, estudiantes, docencia y oficios técnicos. Con esta variedad, se confirma la transversalidad del problema.

4.3.2. Contexto de la situación

Los entrevistados relatan sus experiencias habiendo residido en diferentes países, entre ellos Ecuador, España, Irán, Italia, Ucrania y Venezuela. Se identifican diferencias significativas dentro de las causas por regiones. En los casos de Venezuela y Ecuador, la interrupción del servicio eléctrico responde principalmente a la falta de mantenimiento y a una deficiente en la gestión del sistema eléctrico nacional, lo que convierte estos cortes en eventos recurrentes para sus respectivos países. En contraste, en países como Italia e Irán, las interrupciones se atribuyen a reformas puntuales a las infraestructuras de cableado eléctrico, mientras que en España se vinculan a contexto de fenómenos naturales, y en

Ucrania, a circunstancias derivadas de un conflicto bélico. Cabe destacar que estas entrevistas se realizaron antes del corte eléctrico Peninsular del 28 de abril de 2025.

Resumiendo, 5 de los 11 entrevistados comentaron que la pérdida de energía eléctrica se debió a falta de mantenimiento del sistema eléctrico nacional, 2 de los 11 por reformas, 3 por fenómenos meteorológicos y 1 por conflictos bélicos.

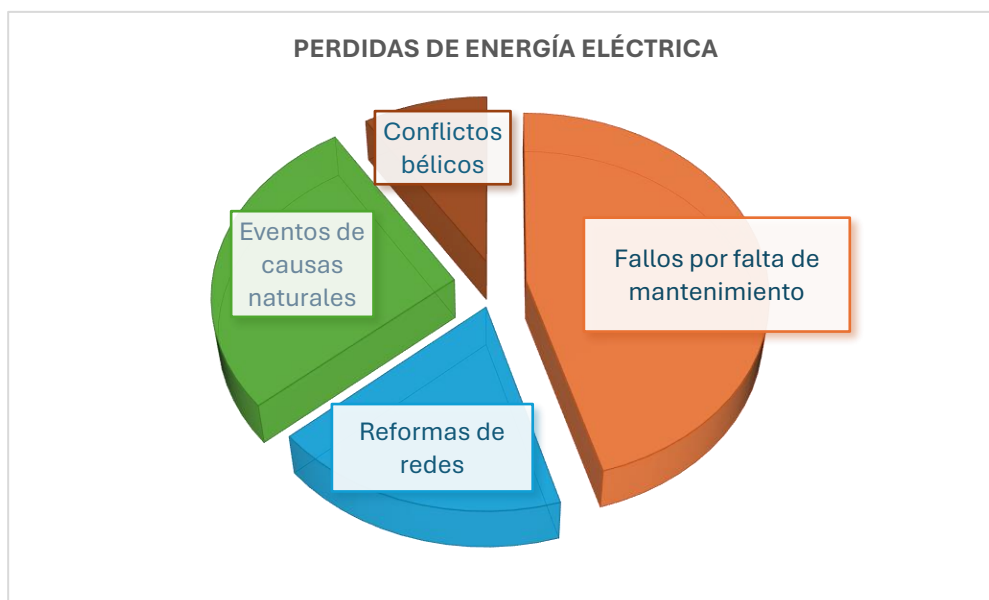


Figura 2. Contexto de situaciones que enfrentaron los entrevistados. Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se debe destacar la duración de los cortes eléctricos experimentados. Estos oscilan entre un mínimo de 3 horas y un máximo de 96 horas (destacando el caso extremo en Venezuela, donde el apagón se extendió durante cuatro días consecutivos para estos afectados).

4.3.3. Impacto personal y soluciones utilizadas

Las preguntas formuladas para este apartado se centraron en: “¿Qué herramientas o dispositivos utilizó?” y “¿Qué desventajas encontró en el uso de dichos dispositivos?”. A partir de ellas, se elaboraron las siguientes gráficas comparativas, para así destacar las respuestas comunes y facilitar la interpretación de los resultados de forma más visual:



Figura 3. Gráficos referentes a “impacto personal y soluciones utilizadas”. Fuente: Elaboración Propia.

Los entrevistados indicaron el uso de diversas herramientas para lidiar con la problemática. Entre las soluciones más básicas se mencionan las velas y cocinas de gas, mientras que otras respuestas hacen referencia a dispositivos más avanzados, como linternas, luces de emergencia y generadores eléctricos. Mencionan que las velas implican un riesgo elevado de incendio; los generadores, por su parte, producen emisiones contaminantes, generan ruido y suponen un alto coste económico, mientras que las linternas eléctricas convencionales tienden a ofrecer una autonomía limitada.

A partir del análisis de las respuestas, se identifica un patrón común en la conducta de los afectados: **la tendencia a permanecer en el hogar durante la interrupción del servicio**. Esta decisión se basa en la percepción de inseguridad y en las dificultades para desplazarse en estos momentos, ya que las condiciones del entorno (calles oscuras, servicios y locales inactivos) incrementan los riesgos y son difíciles de transitar.

4.3.4. Problemas específicos

Las preguntas formuladas para este apartado se centraron en: “¿Qué fue lo más difícil de manejar?” y “¿Algo específico que quiera comentar?”:



Figura 4. Gráficos referentes a “problemas específicos”. Fuente: Elaboración Propia.

Para los entrevistados, el mayor desafío fue sobrellevar la falta de iluminación, le seguiría el problema de la incomunicación, tanto con familiares como con fuentes oficiales, y por último la dificultad para cocinar. En relación con los riesgos, destacaron la inseguridad en las calles y la alta probabilidad de sufrir accidentes domésticos, como tropiezos o caídas, debido a la escasa visibilidad.

4.3.5. Utilidad del diseño para el entrevistado

Las preguntas formuladas para este apartado se centraron en: “¿Cuál o cuáles características cree que sea las más importante para un dispositivo para estos momentos?” y “¿Qué cree que hubiera estado bien tener en ese momento para hacer más llevadera la

situación?”. A partir de ellas, se elaboraron las siguientes gráficas comparativas, para así destacar las respuestas comunes:



Figura 5. Gráficos referentes a “diseño que cree útil” de los entrevistados. Fuente: Elaboración Propia.

Para este tipo de problemática los entrevistados coinciden en la utilidad de promover estrategias colectivas, es decir, lo beneficioso de poseer algún equipo que pueda ser de fácil compartir. Ya sean, generadores comunitarios, dispositivos portátiles, etc. Además, se pudo observar que coinciden en la necesidad de un producto multifuncional, que sea compacto y accesible, que, a su vez, ofrezca iluminación prolongada.

En relación con su multifuncionalidad, se destaca la necesidad de que el dispositivo permita la recarga de teléfonos móviles y ofrezca medios de comunicación en situaciones de emergencia. Como aspecto innovador, se plantea la preferencia por un sistema recargable, idealmente mediante energía solar, que sea ligero, resistente al agua y, especialmente, seguro en su uso.

4.4. Análisis entrevistas. Necesidades observadas

Con una simple observación a los gráficos de información se puede destacar que las entrevistas realizadas resaltan una serie de semejanzas de respuestas entre sí. Aunque resulte en una conclusión previsible, una de las prioridades principales en contextos de emergencia al no haber suministro eléctrico es contar con un sistema de iluminación constante y segura, así como disponer de medios de comunicación confiables que permitan mantener el contacto con familiares u otros servicios en caso de urgencia. Del mismo modo,

se manifestó como una necesidad significativa la dificultad para cocinar y la sensación de inseguridad en el entorno durante los cortes de energía.

En cuanto al uso de herramientas durante estas situaciones, se detectaron requerimientos específicos asociados a los dispositivos actualmente disponibles. Entre ellos, se destacan la necesidad de alternativas a los generadores tradicionales, debido al ruido excesivo y la emisión de gases nocivos, así como la exigencia de contar con baterías de alta duración que proporcionen una solución eléctrica más segura, limpia y sostenible.

Como resultado de este análisis, se establece que el diseño del producto debe contemplar la manufactura de un dispositivo multifuncional, que funcione con fuentes de energía renovable, preferiblemente mediante energía solar, y que cuente con un diseño compacto, ligero, portátil y, en lo posible, resistente al agua, considerando su utilización en situaciones derivadas de desastres naturales. Asimismo, se señala la importancia de garantizar la seguridad del usuario en todo momento, así como fomentar el uso comunitario del producto, permitiendo que pueda ser compartido entre varios hogares en contextos críticos.

De manera complementaria, se recogió información relevante vinculada al contexto internacional. En particular, se identificó el caso de innovación tecnológica en Ucrania, en donde, como respuesta a los cortes prolongados de electricidad provocados por el conflicto bélico, se desarrollaron soluciones específicas, como la adquisición de los dispositivos de la marca *EcoFlow*.

5. Análisis de Productos en el mercado

A raíz los eventos recientes relacionados con cortes energéticos dentro de Europa, se ha intensificado el reconocimiento y la difusión de productos orientados a atenuar estos apagones, esta situación ha puesto en evidencia la creciente relevancia del mercado de soluciones para la autonomía energética. Aunque este sector se ha ido desarrollado a una gran velocidad en los últimos años, en la actualidad ha ganado notoriedad entre los usuarios europeos, incluso en aquellos países donde este tipo de situaciones no eran tradicionalmente frecuentes.

A partir de los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas y del análisis de antecedentes, **se descarta directamente las tecnologías basadas en combustibles fósiles**, debido a sus impactos ambientales negativos y a los riesgos asociados a su uso en los entornos que se busca desarrollar, en hogares. Se comprueba que estos sistemas presentan una tendencia decreciente en su desarrollo y aplicación, por tanto, el presente proyecto prioriza tecnologías limpias y sostenibles.

En el mercado actual, existen diversas soluciones diseñadas para proporcionar energía eléctrica durante la escasez de ella. Con una investigación propia, fácilmente se encuentra tecnologías como dinamos, turbinas eólicas o generadores manuales de manivela o con pedal, de las cuales se pueden integrar en el desarrollo de los productos. Sin embargo, a pesar de sus obvios beneficios, estas tecnologías no siempre se utilizan en productos comerciales de gran escala debido a factores como la potencia y eficiencia energética (elevado tiempo de ciclo de carga), costo de producción y nivel de adopción por parte de los usuarios. Es por ello, que, aunque ser soluciones sostenibles no son las más prácticas para este estudio y se descartan incorporación de ellas.

Con estas restricciones y tal como se ha señalado en apartados anteriores, en la búsqueda del desarrollo orientado a ofrecer una solución multifuncional, se prioriza la integración de tecnologías consolidadas. Esta elección responde a la necesidad de garantizar mayor confiabilidad operativa, así como una experiencia de usuario optimizada.

Durante las entrevistas realizadas, se informó que, entre las alternativas de productos disponibles en el mercado dentro de América, los UPS (Sistemas de Alimentación Ininterrumpida) destacan como una de las opciones más utilizadas para respaldo energético en hogares y oficinas. Estos actúan como reguladores de voltaje y así protegen equipos electrónicos sensibles. Estos dispositivos se presentan en tres tipos: Offline, Línea Interactiva y Online, cada uno con distintos niveles de protección.

Siguiendo con la investigación se reveló que actualmente son muy populares las estaciones de carga portátiles, sobre todo las BanderaPower utilizadas en Ucrania, estas proporcionar iluminación, calefacción y carga de dispositivos en zonas de conflicto ante la actual guerra en que se encuentra el país. Otras marcas líderes en este segmento incluyen EcoFlow, Bluetti, Jackery y Genergy, cuyos productos ofrecen baterías de larga duración,

carga rápida, compatibilidad con paneles solares y múltiples salidas para conectar varios dispositivos simultáneamente.

No obstante, de marcas relevantes en eficiencia energética la más destacable podría ser Tesla, no solamente se encarga de la fabricación y venta de vehículos eléctricos, poseen una base sólida de sistemas de almacenamiento de energía y paneles solares. Tesla está presente en el mercado con productos de respaldo energético con el Powerwall y Powerpack, estas almacenan energía solar o de la red de los cuales, aunque muy eficientes, poseen una debida y rigurosa instalación que requiere técnicos especializados de su compañía.



Figura 6. Tesla Powerwall.

Como se observa en la Figura 6, el diseño del Tesla Powerwall presenta un formato compacto que facilita su instalación en entornos domésticos con un diseño innovador (Tesla, Inc., 2025).

Estos productos evidencian una clara tendencia hacia soluciones portátiles, modulares y sostenibles, con especial énfasis en la optimización del almacenamiento energético para garantizar autonomía. Lo que hace sentido a las necesidades observadas a usuarios reales en este estudio. Para una comparativa más visual y específica se realiza la siguiente tabla de productos en el mercado, es decir, productos donde su acceso es de fácil compra en la actualidad.

Nombre	Foto	Características	Referente a la potencia y voltaje	Peso y dimensiones	Precio (€)	Ref.
SAI- Woxter UPS (Uninterruptible Power Supply)	 <i>Figura 7.SAI- Woxter UPS</i>	-Tiempo de espera carga completa: 30 min -Tipo de batería: 2 x 12V / 7Ah.	Potencia Salida (VA): 1200 VA y 720 W.	10,5kg; 35,5x19,5x12 cm	103,00	[15]
Bandera Power 125	 <i>Figura 8. Bandera Power 125</i>	-Carga de varios dispositivos. -Batería de iones de litio -4 puertos USB -Tiempo de carga: 5 horas. -Específico para las fuerzas armadas de Ucrania.	Capacidad 125.000 mAh, 460 Wh Potencia Salida (VA): 220 V	4,15kg; 35,5x28,1x16,3 cm	415,49	[16]
RunningSnail Emergency Crank Weather Radio 090PG	 <i>Figura 9. RunningSnail Emergency 090PG</i>	-Incorporación radio de emergencia de 2000mAh. -4 modos de carga. -Linterna de emergencia -Alarma SOS.	Voltaje: 3,7 V. Pantalla Led. Batería recargable 4000 mAh. Frecuencia: 108 MHz.	0,395kg; 15,82x6,3x8 cm	31,57	[17]
Genergía GZE-1210	 <i>Figura 10. Genergía GZE-1210</i>	-Panel solar compatible: XT60-12/30V-10A. -Recarga total en 1,5 horas. -4 bases Shuko AC-230V -2 puertos USB-C 100W.	Capacidad: 1228Wh. Tipo de batería: LifeP04.	15,8kg; 35x22,5 x 31,5 cm	957,23	[18]
Anker Banco de energía central	 <i>Figura 11. Anker Banco de energía central.</i>	-Con luz retráctil incorporada y un botón SOS. -Power Duo: puertos USB-C de 60 W y 27 W.	Frecuencia:60 Hz Potencia inicial: 1E+2 vatios Potencia: 87V	2,61kg; 11,6x11,6x20,75 cm	138,56	[19]

BLUETTI Elite 200 V2.	 <i>Figura 12. BLUETTI Elite 200</i>	-Alimenta hasta 7 dispositivos a la vez. - Enfocado para acampar. Incluido con cable de carga de CA, cable de carga solar.	Capacidad: 2.073,6Wh (54 Ah) Salida CA: 2.600W en total, 2 x 230 V, 11,3 A Entrada CA: 2.300W Máx.	24,2 kg; 35x25x32,36cm	1.199,00	[20]
Wastde- Power Bank Solar.	 <i>Figura 13. Wastde-Power Bank Solar</i>	-Batería de respaldo para exteriores. -4 paneles solares plegables. -USB-C 18 W Salida/Entrada. -Aprueba de agua y caídas.	-Capacidad: 26800 mAh -PD 18W de carga rápida	0,75kg; 17,5x8,6 x 4,2 cm	69,99	[21]
SWAREY Estación de Energía Portátil.	 <i>Figura 14. S500+100W SWAREY</i>	- Apagado automático. -Pantalla digital -Materiales: aluminio y plástico. - Incorpora una luz LED.	Capacidad: 518Wh Voltaje: 230 V Potencia eléctrica: 500 vatios	4kg; 19x16x17 cm	279,99	[22]
EcoFlow DELTA.	 <i>Figura 15. EcoFlow DELTA</i>	-Fuente de alimentación: Solar y de coche. -Uso: acampada -Material: Metal y plástico. Contenido adic: cable de carga CA, cable de coche, cable DC5521 a DC5525.	Voltaje: 220 Voltios Potencia eléctrica: 1024 Watt-horas	12 kg; 40x21x27 cm	798,00	[23]
Powerwall.	 <i>Figura 16. PowerWall</i>	Montaje en el suelo o la pared Hasta 10 unidades. De -4 °F a 122 °F/de -20 °C a 50 °C Garantía 10 años.	Capacidad energética 13,5 kWh. Potencia: 7 kW pico/5 kW continuo	114 kg; 115x75,3x14,7 cm	7.200,00 (El precio no incluye instalación).	[24]

Tabla 3.Comparación de productos de almacenamiento eléctrico que se puede encontrar en el mercado actualmente. Fuente: varias.

La empresa EcoFlow, es resaltante referenciarla para este proyecto ya que esta compañía se encuentra distribuida en más de 140 países y regiones. Se caracterizan por la venta de paneles solares específicos para hogares, su asesoría en sistemas de gestión de energía y, lo más relevante para esta investigación, la venta de las Estaciones de energía portátiles que son reconocidas más que otras de su competencia.

Otra de las marcas destacadas y ya mencionada, Tesla, resalta su producto Powerwall por ser un dispositivo con confiabilidad y capacidad energética sobresaliente, su adquisición requiere una inversión considerable para la instalación completa. Esto no genera que sea la opción más accesible monetariamente para la mayoría de los usuarios, aunque sin duda brinda autonomía energética en entornos residenciales.

Equipos como la *Bandera Power 125*, *Genergy GZE-1210* y *EcoFlow DELTA* están orientados a ofrecer autonomía energética mediante baterías de gran capacidad, estos productos priorizan el almacenamiento eléctrico para un uso posterior dentro de entornos más hogareños o trabajo. Mientras que, productos como *el Wastde Power Bank Solar*, *Anker Banco de Energía Central* y *BLUETTI Elite 200 V2* se centran en proporcionar soluciones básicas de carga y alumbrado, con un diseño ligero y portable, pensados principalmente para actividades al aire libre como acampadas.

De estos productos se toman referencias tanto estéticas como funcionales, destacando la importancia de la comparación funcionalidad y precio para guiarnos si el producto diseñado tiene un enfoque centrado y real. La innovación de agregar iluminación a una estación de carga, de poseer paneles retractiles, de un transporte tipo mochila y equipos que sean parte de la instalación interna de un hogar se toma en cuenta al momento de definición de aspectos funcionales y futuras propuestas al enfocarse este trabajo.

De cara al desarrollo del presente proyecto, se considera fundamental optar por alternativas que integre versatilidad en los métodos de recarga, un peso optimizado y una batería de alto rendimiento, dado que muchos de los dispositivos analizados presentan limitaciones frente a emergencias energéticas en contextos domésticos.

En conclusión, el análisis realizado de los productos de mercado permite demostrar la existencia de diferentes opciones para enfrentar esta problemática por medio del almacenamiento energético. Se puede identificar una relación directa entre el tamaño del

dispositivo, su capacidad de almacenamiento y su coste, observándose que los modelos más compactos y portables presentan una funcionalidad limitada. Si bien resultan prácticos en determinadas situaciones, el presente proyecto requiere una solución que integre diversas funcionalidades simultáneamente, a fin de desarrollar un producto completo e innovador dentro del mercado.

6. Tecnologías y estudios en almacenamiento energético.

6.1. La tecnología en almacenamiento energético

Para este proyecto es fundamental conocer tecnologías de almacenamiento energético, ya que, como se evidencio en el *Alcance y estudio de necesidades*, los usuarios resaltaron la importancia de almacenar energía eléctrica de forma portátil y para ello, se requiere una investigación que nos sea útil en el momento de diseñar un producto.

En el desarrollo de este trabajo, no se profundizará en aspectos específicos de la electrónica, como el funcionamiento interno de la placa base, la disposición de condensadores o la arquitectura detallada de los circuitos. Dichos componentes, si bien son esenciales para el correcto funcionamiento del producto, quedan fuera del alcance de este análisis. El objetivo no es desentrañar la configuración técnica de cada elemento, sino centrarse en la selección y aplicación de tecnologías y soluciones ya existentes, evaluando su viabilidad y su integración en el diseño del dispositivo. Esta decisión permite mantener un enfoque más práctico y alineado con los objetivos de la investigación.

En los últimos años, tal como se expone en el artículo de opinión *Tendencias 2025 en el sector energético: un año de grandes cambios*, si bien existen diversas formas de generación eléctrica ampliamente conocidas, un reto actual se centra en su almacenamiento eficiente para un uso posterior cuando sea preciso. Entre las tecnologías destacadas se encuentra el almacenamiento de energía térmica o mediante hidrógeno, el cual se posiciona como una solución emergente para aplicaciones a gran escala. A través de procesos como la electrólisis, es posible generar hidrógeno a partir de excedentes de energía renovable, el cual puede posteriormente reconvertirse en electricidad o utilizarse como combustible limpio. (García, El Periodico de la energía, 2025)

Sin embargo, aunque existen innovaciones de fuente de electricidad en la actualidad, dentro del contexto de este proyecto se presta especial atención al almacenamiento mediante baterías químicas debido a su alto rendimiento y amplia presencia en el mercado. Es bien sabido que esta tecnología se ha consolidado como la opción predominante en soluciones portátiles (como patinetes eléctricos, smartphones, drones, etc.) debido a la transición hacia sistemas energéticos más sostenibles y resilientes, por lo que se considera la alternativa más viable para el diseño del dispositivo planteado en esta propuesta. Ante todo, podemos concluir que la opción más viable para este proyecto es **la integración de una batería eléctrica**. Su implementación no solo permite dar respuesta a las necesidades identificadas en situaciones de emergencia por apagones, sino que también se alinea con las tendencias actuales de integración de fuentes renovables, como la energía solar y la eólica.

Actualmente, con una adecuada revisión del mercado mediante consultas en motores de búsqueda con términos como “baterías eléctricas compactas que permita el almacenamiento por medio de energía renovables” lo primero que podemos encontrar es que el método más rentable y sostenible a nivel residencial es la adquisición de baterías recargables. Se mencionan desde supercondensadores, almacenamiento térmico, celdas de hidrógeno, baterías de ion-litio hasta soluciones emergentes como baterías de estado sólido. Esto nos da a entender que el panorama tecnológico está en constante evolución.

En el artículo *Sistemas de almacenamiento masivo de energía con baterías (BESS): Estado actual y tendencias de futuro* del Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo, aborda el crecimiento y evolución de los sistemas de almacenamiento de energía (ESS), siendo clave en el desarrollo de soluciones energéticas sostenibles y eficientes. En el artículo comentan diferentes autores que la integración de baterías de litio-ion en sistemas de almacenamiento energético, como una tendencia en constante expansión debido a su alta densidad energética, en su eficiencia y versatilidad en la actualidad. Las diferentes tecnologías de baterías de litio-ion y su aplicación en los Battery Energy Storage Systems (BESS). El artículo también explora la capacidad de estas baterías para estabilizar la red eléctrica y facilitar la integración de fuentes renovables, un aspecto crucial para garantizar sistemas de almacenamiento autónomos y sostenibles en contextos de apagones.

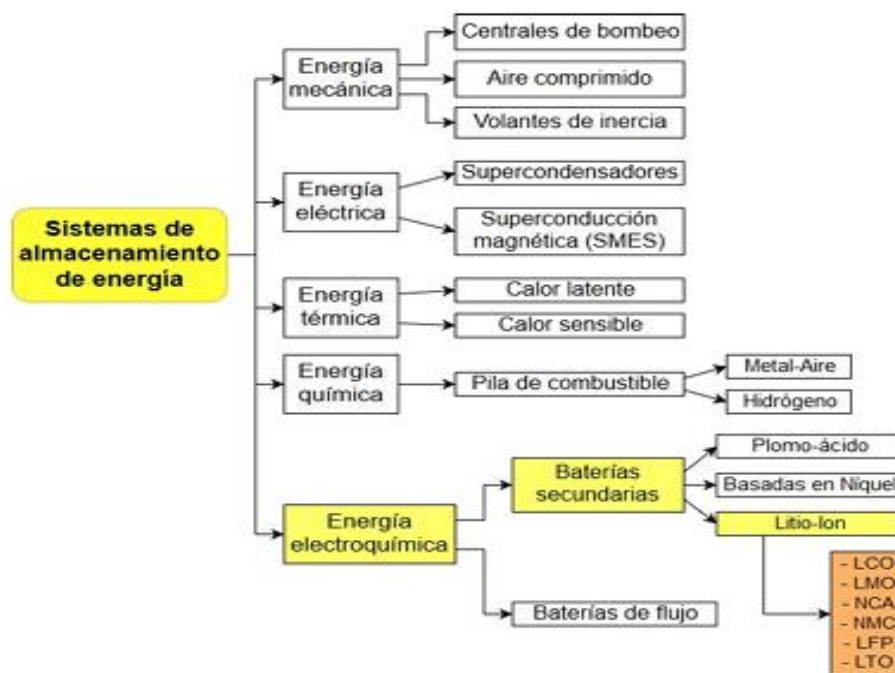


Figura 17. Clasificación de los ESS acorde a la forma en la que se almacena la energía. Fuente: energystorageexchange.org

El artículo consultado incorpora la *Figura 17* como recurso para representar de manera clara y sintética las distintas formas de almacenamiento de energía existentes en la actualidad. En dicha representación se muestra la clasificación de tecnologías de almacenamiento según su principio de funcionamiento (mecánico, térmico, químico, entre otros), pero destaca la ubicación con precisión de las baterías de ion-litio dentro del grupo de sistemas electroquímicos, señalando también los subtipos más utilizados de esta tecnología.

Un aspecto relevante mencionado hace referencia a las tecnologías de almacenamiento energético más utilizadas en el contexto dentro de España, “La tecnología más utilizada es el bombeo, ligado a las centrales hidroeléctricas; una aplicación muy específica adecuada para almacenar elevadas cantidades de energía eléctrica. El bombeo es la tecnología de almacenamiento energético más longeva y existen multitud de instalaciones que la utilizan en todo el mundo. En España, la más importante es la central de La Muela (Valencia), con una potencia instalada de 2GW” (Jorge Alonso del Valle, 2019) siendo la más utilizada pero también por otra parte, a nivel mundial se puede notar en *la Figura 7* que “...se indican las tecnologías de baterías utilizadas en los BESS. Las baterías de litio-ion acaparan un 70% del

mercado mundial y el 30% restante se divide entre baterías de flujo, baterías de sodio y baterías de plomo” (Jorge Alonso del Valle, 2019).

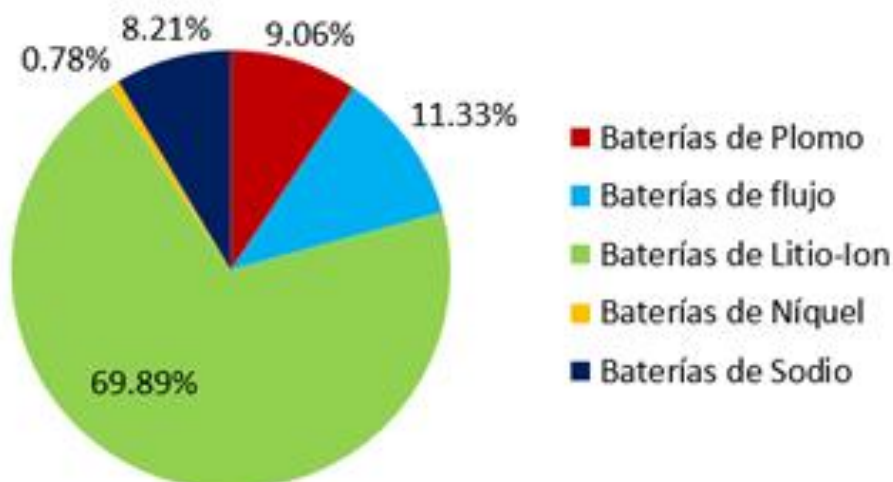


Figura 18. Relación de las tecnologías de baterías más utilizadas en BESS. Fuente: energystorageexchange.org

El uso de baterías de litio-ion representa un avance significativo en la gestión y distribución eficiente de la energía. La evolución que ha tenido desde dispositivos portátiles hasta soluciones a gran escala ha sido impulsada por el desarrollo de nuevas tecnologías de materiales y diseños estructurales que permiten optimizar el rendimiento y la vida útil de estas baterías. No obstante, un aspecto crítico a considerar es la complejidad técnica que implica la implementación de estas baterías en los BESS. Al requerir una gran cantidad de celdas en serie y paralelo, la integración de sistemas electrónicos avanzados para supervisión, control y seguridad se vuelve esencial, lo que incrementa los desafíos en términos de gestión térmica, estabilidad del voltaje y eficiencia operativa, es decir, que al momento del diseño hay que tomar en cuenta el aspecto térmico, de sobrecarga y seguridad.

“...la gestión eficiente de la energía requiere sistemas avanzados de almacenamiento que optimicen el uso de fuentes renovables. En este sentido, aunque las baterías de ion-litio continúan siendo una de las tecnologías predominantes, se están explorando alternativas como baterías de flujo, almacenamiento térmico y el hidrógeno como vector energético, con el objetivo de mejorar la flexibilidad en la gestión de la demanda y garantizar un suministro energético estable”. (García, 2025).

Si bien el ion-litio sigue siendo la opción más consolidada, se aprecia que en un futuro cercano sea más viable para este tipo de producto explorar alternativas crecientes que

podrían representar una evolución en términos de almacenamiento eficiente y reducción del impacto ambiental.

Como conclusión, a partir del análisis desarrollado, se establece una base técnica fundamentada para seleccionar la tecnología de almacenamiento energético más adecuada para el dispositivo propuesto. La revisión de tendencias actuales confirma que **las baterías de ion-litio ofrecen la mejor relación entre eficiencia, portabilidad y disponibilidad comercial**. Ya con estos hallazgos se permite orientar el diseño hacia una solución que garantice autonomía energética en contextos reales de emergencia por cortes prolongados de electricidad.

6.2. Proyectos de desarrollo afines

Durante el proceso de investigación se pudo hallar artículos académicos y trabajos de desarrollo conceptual afines con el presente proyecto. Se hallaron artículos diversos, pero se optó por nombrar y examinar unos pocos por ser los más representativos e interesantes para referenciar.

Estos estudios no corresponden a productos comercializados ni disponibles en el mercado, sino que representan propuestas de diseño y soluciones en fase experimental o de validación teórica. Su análisis resulta conveniente, ya que permiten examinar enfoques metodológicos, criterios de diseño y resultados técnicos que pueden orientar a una posible respuesta de propuesta conceptual para este trabajo.

El primer trabajo a resalta es el de ***Desarrollo de un prototipo funcional de un sistema fotovoltaico portátil para el suministro de energía a personal militar en zonas aisladas***. En este trabajo de tesis se puede observar una investigación desarrollada, se plantea el desarrollo de un sistema portátil de generación y almacenamiento de energía orientado a contextos de difícil acceso a redes eléctricas convencionales. Particularmente, el uso de baterías de ion de litio tipo 18650, gestionadas mediante un sistema de control de carga. Además, que en su desarrollo toca detalles de este tipo de baterías que son relevantes a tomar en cuenta, como es el caso del comportamiento de carga e impedancia interna y detalles técnicos que se pueden consultar.

Asimismo, el enfoque modular y portátil del sistema, permite la integración en mochilas de campaña, el cual prioriza la movilidad, versatilidad y autonomía energética. La validación del prototipo en escenarios reales proporciona datos empíricos que evidencian la viabilidad del sistema y aportan información sobre el rendimiento de los componentes seleccionados (paneles solares, banco de baterías y circuitos de gestión), también es interesante y resaltante como hacen su estudio de presupuesto del prototipo tomando en cuenta desde valor de paneles, puertos de conexión y hasta costo de soldaduras. (Bautista & Castañeda, 2021).



Figura 19. Prototipo del sistema. Autores: Castañeda, J. M. y Bautista, I. R. (2021).

En ese estudio se demuestra la pertinencia del uso de tecnologías renovables para aplicaciones críticas, como lo es la atención a necesidades energéticas en zonas aisladas o afectadas por emergencias, lo cual coincide con el enfoque de los objetivos del proyecto.

El siguiente trabajo es el de ***Sistema de iluminación de emergencia tipo evacuación alimentado por medio de un sistema fotovoltaico con posicionamiento y control e implementación de luces tipo LED*** en el cual propone un sistema autónomo de iluminación de emergencia alimentado por energía solar, con respaldo mediante baterías y control de orientación fotovoltaica.

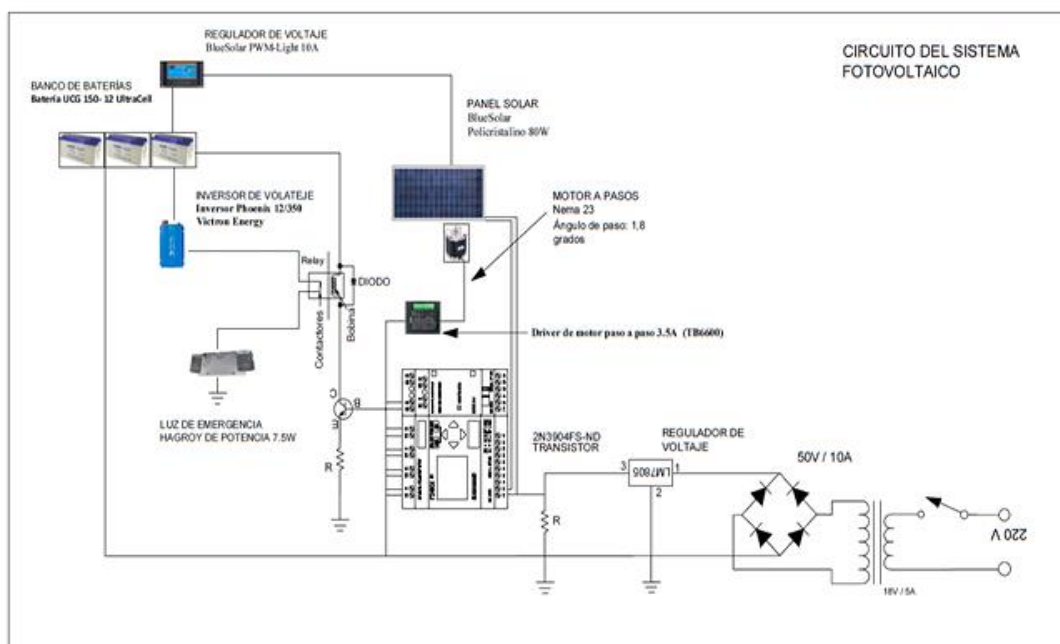


Figura 20. Diseño del circuito fotovoltaico. Autor: Murillo Landeta, G. S. (2018)

Su enfoque en la respuesta ante fallos eléctricos por desastres naturales. El uso de componentes de bajo consumo y el control automatizado del sistema permiten optimizar la eficiencia energética y la autonomía. (Landeta & Santiago, 2018) Este trabajo plantea una serie de componentes disponible en el mercado, su enfoque tiene base de electrónica, circuitos digitales y tecnologías aplicado a la automatización como tal, es un enfoque diferente pero enriquecedor en el momento de la explicación fotovoltaica y el posible diseño de un circuito que incorpore electrónica disponible en el mercado para la realización del respaldo de las luces de emergencias que se precisan para su investigación y hace énfasis en el circuito y programación necesaria.

Por último, una investigación muy interesante es la titulada **Portable solar-powered dual storage integrated system: A versatile solution for emergency energy needs** publicada en la revista *Solar Energy*, destaca la importancia de desarrollar soluciones energéticas portátiles y autosuficientes para situaciones de emergencia. Este estudio presenta un sistema que combina la generación de energía solar con almacenamiento dual, proporcionando una fuente confiable y sostenible de electricidad para dispositivos esenciales durante cortes prolongados de energía. La relevancia de esta investigación radica en su enfoque hacia la resiliencia energética, la portabilidad y la adaptabilidad a diversas

condiciones, aspectos que son fundamentales para el diseño de productos destinados a mejorar la autonomía energética en contextos de emergencia.

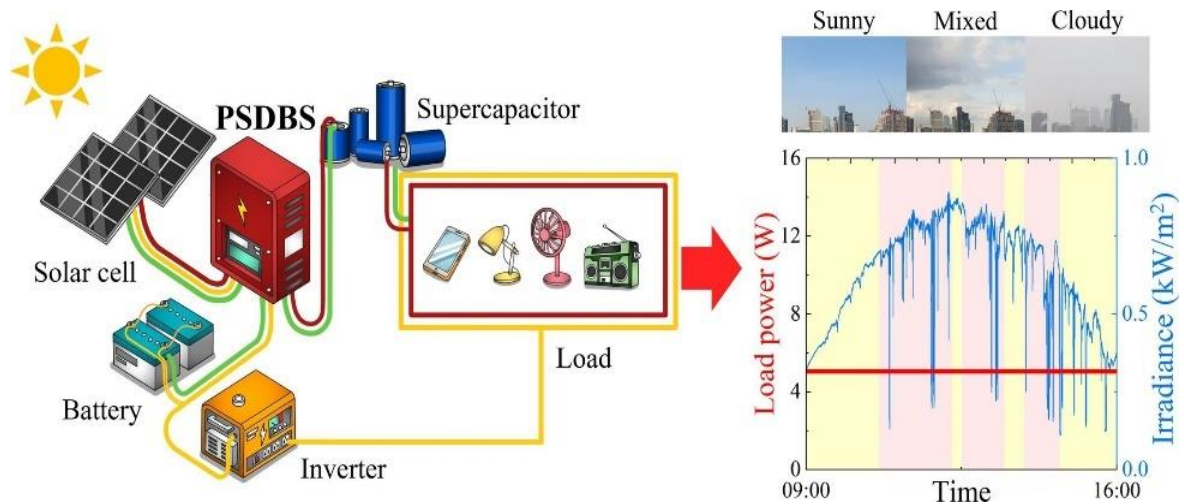


Figura 21. Esquema del sistema del diseño. Autores: Muensuksaeng et al. (2022).

Figura 21: “Esquema del sistema PSDBS, que integra una célula solar con una batería, un supercondensador, un controlador y diferentes tipos de cargas. Cada línea de color representa un modo de funcionamiento: directo (línea roja), aislado (línea amarilla) e híbrido (línea verde). El sistema pesa aproximadamente 4 kg y su tamaño es similar al de una mochila (60 cm × 40 cm × 20 cm)” (Muensuksaeng et al., 2022).

6.3. Conclusiones

Existen múltiples y diferentes trabajos que siguen desarrollando este tipo de iniciativa, pero con estas tres investigaciones afines se puede afirmar que la investigación y desarrollo constituye una base técnica y conceptual sólida del presente proyecto. Esta revisión permite enfocar el diseño desde una perspectiva fundamentada sabiendo que existen tecnologías energéticas viables que pueden ser adaptadas e incorporadas para cumplir los objetivos planteados.

Asimismo, se han identificado soluciones tecnológicas relevantes, como el efectivo empleo de baterías de ion-litio, el aprovechamiento de energía solar y el desarrollo de sistemas versátiles para entornos críticos, lo que respalda las decisiones tomadas en fases anteriores del trabajo.

Tomando en cuenta los antecedentes académicos y estudios relacionados, se puede evidenciar de forma empírica y técnica el enfoque modular y portátil para resolver la

necesidad de almacenamiento energético de manera eficiente. Además, estos trabajos coinciden en el uso de tecnologías limpias, componentes electrónicos de bajo consumo y sistemas de control energético que optimizan el rendimiento y reducen el impacto ambiental del dispositivo.

En resumen, la investigación previa ha permitido identificar tecnologías emergentes y consolidadas que, además de cumplir con los requisitos funcionales del proyecto, presentan un menor impacto ambiental en comparación con soluciones convencionales como es el caso de motores de combustión.

7. Propuesta conceptual

7.1. Requerimientos del producto

Para el proceso de diseño y producción del producto, es fundamental considerar desde las etapas iniciales la integración de una serie de características esenciales que garanticen su funcionalidad, seguridad y adaptabilidad. De forma más específica, los factores clave para tener en cuenta son:

- **Función:**

Lo principal del producto es suministrar energía eléctrica de forma limpia, segura y recargable para alimentar equipos esenciales en el entorno doméstico, especialmente durante situaciones de estado de alerta. Estos equipos incluyen electrodomésticos básicos como cocinas eléctricas, computadoras de escritorio o portátiles, carga de aparatos de comunicación como radios y teléfonos móviles, así como, si es necesario, dispositivos médicos de soporte vital como respiradores.

Como funciones complementarias, el sistema integrará un módulo de iluminación de alta eficiencia, preferentemente con tecnología LED, y contará con la capacidad de recargar múltiples dispositivos de manera simultánea mediante salidas USB y enchufes universales. El diseño buscará ser multifuncional, portátil y adaptable a distintos contextos de uso.

- **Mercado:**

Como ya fue mencionado, el producto está dirigido a un público amplio sin limitantes, esto se debe a que los cortes eléctricos pueden afectar a cualquier grupo socioeconómico o región alrededor del mundo como se refleja en el apartado de *Antecedentes*.

Actualmente, el mercado ofrece diversas soluciones destinadas a enfrentar cortes de suministro eléctrico, principalmente a través de productos como sistemas de alimentación ininterrumpidas, generadores a combustión y estaciones de energía con baterías recargables.

- **Diseño:**

- **Materiales:** Teniendo presente las normativas de seguridad vigentes que se detallan en el apartado de *Pliego de Condiciones*, se seleccionan materiales estructurales que cumplen con criterios de resistencia mecánica, ligereza y sostenibilidad. Se valora el uso de metales ligeros, compuestos reciclables y madera, con el objetivo de priorizar una fabricación ecológica. Aun así, por el tipo de dispositivo, se incluyen aislamientos de goma o polímeros en puntos críticos para proteger los componentes eléctricos, mejorar la seguridad y prolongar la vida útil del equipo.
- **Forma:** El diseño del producto busca ser compacto y ergonómico como requerimiento fundamental, ya que está destinado a ser utilizado en situaciones de emergencia, donde la facilidad de transporte despliegue y almacenamiento es esencial. La compacidad permite que el sistema pueda ser almacenado sin ocupar un volumen excesivo cuando no está en uso, y transportado manualmente o en vehículos sin requerir infraestructura adicional. Teniendo siempre presente la disposición interna de los componentes electrónicos (como baterías, sistema de gestión de energía, iluminación, panel solar y puertos de conexión), con el fin de optimizar el espacio.

- **Económico:**

- **Fabricación:** El proceso de fabricación del sistema debe asegurar su viabilidad no solo técnica, sino también económica, considerando las limitaciones presupuestarias típicas de productos orientados al uso doméstico o comunitario en contextos de emergencia. Para lograrlo, se prioriza un diseño optimizado que permita el ensamblaje modular, con mínima cantidad de piezas únicas y máxima compatibilidad con procesos de fabricación estándar (inyección de plástico, corte CNC, montaje superficial de electrónica - SMT).
- **Tecnologías:** se opta por sistemas de almacenamiento basados en baterías de ion-litio o LiFePO_4 , ya que estas tecnologías ofrecen una alta densidad energética, larga vida útil y costos cada vez más competitivos. Los sistemas de gestión de energía (BMS) y los convertidores de voltaje corresponden a soluciones disponibles comercialmente que permite reducir los costes de desarrollo y facilita la sustitución o mejora en etapas futuras del producto.

Una vez definidos estos factores básicos se analiza las necesidades prioritarias mediante la información recopilada en las entrevistas, se elabora el siguiente diagrama de flujo.

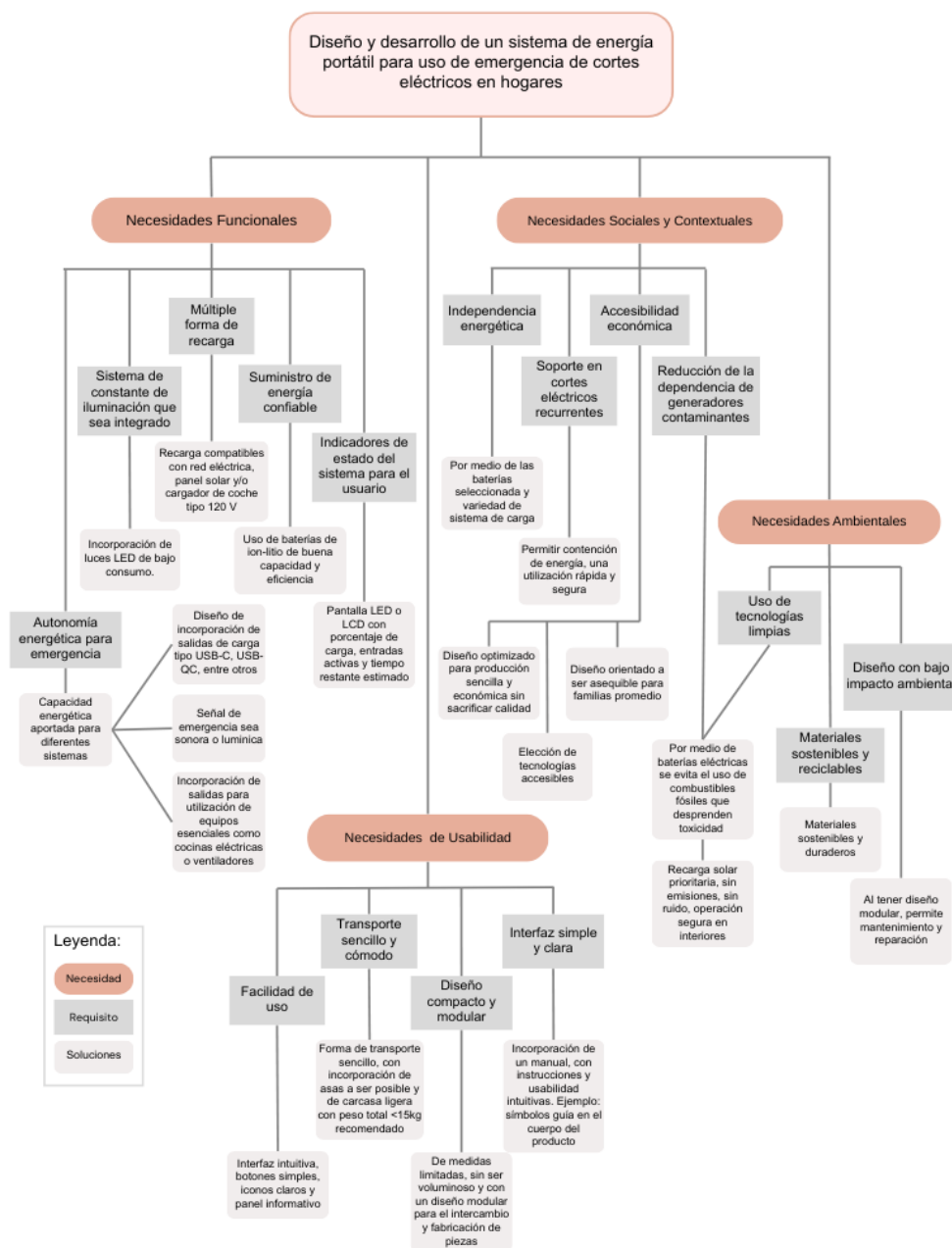


Figura 22. Diagrama de soluciones por medio del diseño para las diferentes necesidades.

Esta representación visual estructurada tiene el fin de guía clara y fundamentada que sustente las decisiones tomadas a lo largo de la continuidad del desarrollo del producto. En particular, sirve como base para orientar el diseño conceptual que se abordará posteriormente. Representa un resumen del seguimiento lógico de las conclusiones obtenidas en cada apartado del desarrollo del trabajo.

Las necesidades identificadas se derivan del Análisis del alcance y del estudio de usuarios, mientras que los requisitos de diseño se fundamentan en el apartado de Antecedentes y Proyecto de desarrollo afines. Las soluciones propuestas se estructuran a partir del estudio de Tecnologías de almacenamiento energético y del análisis del mercado actual.

7.2. Planteamiento y Soluciones

7.2.1. Propuestas

Con la información recopilada se ofrecen alternativas de desarrollo de productos con diferentes enfoques. Este trabajo busca una única solución a través del diseño que responda las necesidades:

- a) Solución a la falta de comunicación.
- b) Utilización de diferentes equipos eléctricos que se necesiten en la cotidianidad.
- c) Fuente de luz confiable y duradera.
- d) Facilitar el uso compartido.
- e) Sin emisiones toxicas buscando la sostenibilidad.

Por ello, tras analizar los requerimientos, junto con el estudio de mercado y la identificación de necesidades, se han definido las siguientes soluciones como propuestas del proyecto:

7.2.1.1. Propuesta 1

Linterna y cargador portátil con panel solar retráctil

Se trata de un sistema de iluminación portátil y recargable que, adicionalmente, funcione como cargador compacto para dispositivos electrónicos. El diseño incorpora una batería de alta duración, con capacidad suficiente para abastecer dispositivos móviles. Está concebido tanto para uso individual como compartido, favoreciendo su implementación en entornos domésticos, rurales o comunitarios.

El dispositivo presenta un formato compacto, ligero y ergonómico, que permite su transporte con una sola mano o en una bolsa.



Figura 23. Imagen generada por Inteligencia Artificial. Fuente: Canva. Escribiendo al generador: "Linterna y cargador portátil con panel solar retráctil" para su generación.

7.2.1.2. Propuesta 2

Dispositivo de carga energética integrada en la estructura de los hogares

Consiste en un sistema que aprovecha elementos estructurales del edificio para albergar componentes de almacenamiento y distribución de energía eléctrica. Su objetivo es garantizar la disponibilidad de energía en situaciones de cortes o inestabilidad de la red eléctrica, así como maximizar el aprovechamiento de fuentes renovables (como paneles solares).

El dispositivo incluiría una antena receptora, así como una variedad de salidas de carga simultánea para satisfacer la demanda energética. Busca la integración de manera estética y funcional en la vivienda optimizando el uso de espacios.



Figura 24. Imagen generada por Inteligencia Artificial. Fuente: Canva. Escribiendo al generador: "Dispositivo de carga energética integrada en la estructura de los hogares.

7.2.1.3. Propuesta 3

Estación de carga multicanal tipo maletín

Se plantea el diseño de un dispositivo de almacenamiento energético equipado con una batería eléctrica recargable, que integra tanto múltiples salidas como entradas de carga, incluyendo puertos USB y enchufes universales. El dispositivo se diseña con un enfoque compacto y transportable, permitiendo su fácil desplazamiento dentro de un entorno doméstico o en espacios reducidos. Además, incorpora un sistema de iluminación integrado ajustable con diferentes niveles de intensidad. Batería eléctrica recargable por medio de paneles solares, entrada de coche o enchufe directo a corrientes.



Figura 25. Imagen generada por Inteligencia Artificial. Fuente: Canva. Escribiendo al generador: "Estación de carga multicanal, compacta tipo maletín" para su generación.

7.2.1.4. Propuesta 4

Mochila de Emergencia con Sistema de Carga y Comunicación

Se propone el diseño de una mochila destinada a situaciones de emergencia de recarga, siendo un sistema portátil de generación y almacenamiento energético. El producto integra fuentes de carga autónomas, como panel solar. Incorpora una batería recargable de alta capacidad, una iluminación LED y un sistema de radio para comunicación de emergencia, garantizando conectividad en desplazamientos prolongados. Su estructura de tela está fabricada con materiales técnicos resistentes al agua y al fuego, con el fin de proteger los componentes electrónicos. Además, el sistema de carga compartida permite la conexión simultánea de múltiples dispositivos.



Figura 26. Imagen generada por Inteligencia Artificial. Fuente: Canva. Escribiendo al generador: “Mochila de emergencia con sistema de carga y comunicación” para su generación.

Todas estas propuestas exploradas se generaron las investigaciones anteriores, lluvia de ideas para integrar ante el conocimiento del mercado, de las necesidades y los trabajos afines. Comparten una serie de características esenciales resultado de un proceso de diseño centrado en el usuario, orientado a solventar problemáticas comunes. Un ejemplo de ello sería el considerar la estructura compacta, transportable y resistente, elementos clave que permiten adaptar el dispositivo a diferentes entornos (hogares, exteriores, refugios) y usuarios, sin comprometer su eficacia.

7.2.2. Toma de decisiones

Todas las propuestas previamente expuestas cumplen con los requisitos funcionales mínimos establecidos. No obstante, con el fin de seleccionar la alternativa más adecuada para su desarrollo como solución final, se ha aplicado un método de toma de decisiones basado en la ponderación de criterios técnicos y funcionales. Para ello, se definieron una serie de factores clave a considerar en la evaluación comparativa de cada propuesta, los cuales se detallan como:

- Función = cumple en gran medida todas las necesidades.
- Uso = Tiene un uso intuitivo y fácil de compartir.
- Mercado = Abarca la mayor usabilidad entre diferentes perfiles de usuarios.
- Forma= Buena ergonomía y equipamiento. Compacto y transportable.
- Fabricación= Más rentable con piezas factibles de fabricar.
- Tecnología = Tecnología a ser posible de ser conseguida e implementada.

Teniendo en cuenta los criterios establecidos se asignaron porcentajes de ponderación a cada uno de los factores de diseño. Esta distribución responde a un enfoque racional fundamentado en la relevancia técnica y funcional.

Criterio	Peso (%)	P1	P2	P3	P4
Función	30	3	4	5	5
Uso	10	5	3	4	4
Mercado	5	3	5	5	3
Forma	15	3	5	5	3
Fabricación	20	2	3	4	4
Tecnología	20	1	4	5	5
	100%	2,6	3,9	4,7	4,3

Tabla 4. Método de Puntuación Ponderada.

El Método de Puntuación Ponderada es una técnica utilizada para evaluar y comparar las distintas propuestas en función de múltiples criterios, asignando un peso específico a cada uno según su importancia relativa. La asignación de pesos se realizó considerando características específicas identificadas durante la investigación y criterios propios. En este sentido, se determina que la funcionalidad constituye el factor de mayor relevancia, dado

que concentra los elementos esenciales que garantizan el cumplimiento de los objetivos planteados y la capacidad del dispositivo para responder a situaciones reales.

Para el desarrollo primero se definió los criterios de evaluación en la *Tabla 4*, después se toma un peso clave a cada criterio que influirán en la decisión, su importancia en una escala se toma de forma porcentual, de manera que el total sume el 100%. A continuación, se califica cada alternativa según cada criterio, utilizando una escala predefinida (del 1 al 5). Estas puntuaciones se multiplican por el peso asignado a cada criterio, reflejando su relevancia en la evaluación final. Finalmente, se sumaron los valores obtenidos para cada propuesta (identificadas como P1=propuesta 1, P2= Propuesta 2... representados en el apartado anterior), permitiendo determinar cuál de ellas ofrece el mejor desempeño global de acuerdo con los criterios establecidos.

Se puede notar en la *Tabla 4* que la elección con base de los factores planteados es la **Propuesta 3**, ahora se pretende hacer una comparación con el método de regla de Copeland, en el cual se comparan todas las alternativas entre sí en duelos directos.

	Resultado de la comparación		
P1vsP2	Gana= Menos capacidad de carga y uso compartido		
P1vsP3	Empata= Aunque más compacta y portátil tecnología más compleja		
P1vsP4	Pierde= Menor capacidad de carga e igual de portátil.		
P2vsP3	Gana= Mayor capacidad energética y autonomía		
P2vsP4	Gana= Mayor utilidad comunitaria		
P3vsP4	Gana= Existe mayor almacenamiento de energía y es de una distribución más comunitaria		
Gana=1	Empata=0	Pierde=-1	

Tabla 5. Resultado y valores del método de Copeland.

vs	P1	P2	P3	P4	suma	Posición
P1	-	-1	0	-1	-2	3
P2	1	-	-1	1	1	2
P3	1	1	-	1	3	1
P4	0	-1	-1	-	-2	3

Tabla 6. Utilización de la Regla de Copeland.

Se hizo la comparación directa basándose en los criterios de factores del método anterior, de cómo la función y fabricación tienen mayor peso que las demás características es por ello por lo que, si el objetivo es brindar a más personas energía y comunicación en emergencias, el Dispositivo de carga integrada en la estructura de los hogares (Propuesta 2) es la mejor opción, mientras que, buscando una opción compacta y funcional, la Linterna/Cargador (Propuesta 1) es una buena elección para estas. Aun así, ya obteniendo la propuesta definitiva, sumando los valores se puede notar por medio de la *Tabla 6* que la estación de carga portátil (Propuesta 3) y el dispositivo integrado en estructuras (Propuesta 2) son las opciones más fuertes según el método de Copeland. Si la prioridad es uso comunitario a gran escala, la Propuesta 2 sería algo ideal mientras que, si la prioridad es movilidad, versatilidad y portabilidad con alta capacidad de carga, la Estación de carga multicanal mejorada es una gran opción.

7.3. Justificación de la propuesta seleccionada

Por todo lo anterior, la solución a que se desarrolla consiste en el diseño e investigación de una **Estación de carga multicanal portátil** con batería eléctrica recargable a través de un tomacorriente de pared, un panel solar o un automóvil. Este dispositivo incorpora una batería eléctrica con múltiples salidas de carga, incluyendo puertos USB y enchufes universales, para adaptarse a diversas necesidades y zonas.

Conjuntamente, se propone integrar una fuente de luz plegable, permitiendo que la estación no solo funcione como un distribuidor de energía, sino también como una fuente de iluminación amplia y eficiente para realizar distintas tareas en situaciones de apagones. Así mismo, se busca incorporar una forma de comunicación de emergencias, un dispositivo de radio bidireccional o de onda corta para estos casos de comunicación directa con medios de información.

Para cumplir con los objetivos del proyecto, la estación de carga debe ser **compacta, transportable, resistente, segura y accesible**, garantizando su facilidad de uso y efectividad en distintos entornos domésticos, por lo que, por medio del diseño, se buscara un concepto multifuncional e integrando materiales sostenibles.

8. Proceso de diseño del dispositivo

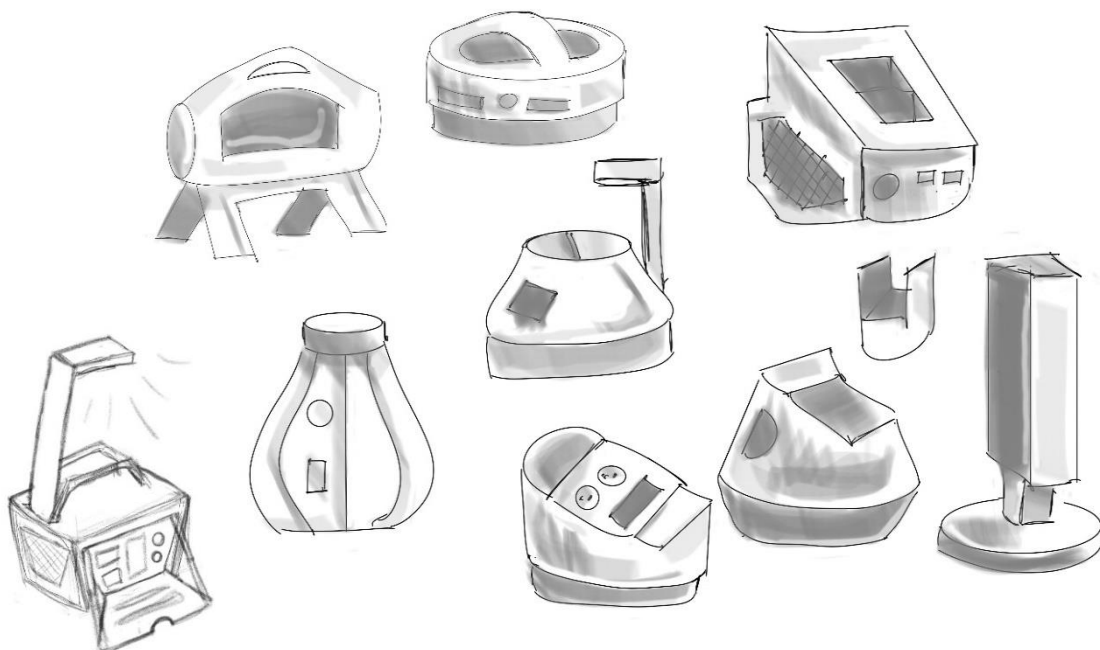
8.1. Diseño conceptual

Con el objetivo de facilitar el seguimiento y ya consolidar la identidad, se ha optado por el nombre de modelo **Safe Power One** al producto que se desarrolla en el proyecto. A partir de este momento, se referirá abreviadamente como **SPO**.

Para implementar la etapa inicial de conceptualización en el proceso de diseño, se explora ideas y conceptos tomando en cuenta toda la información estudiada y analizada anteriormente. Ya se estableció las necesidades, los productos de mercado, las ideas de diseño y la propuesta de tipo de producto que se desarrollara. Ahora por una serie de pasos se llegará al diseño definitivo del SPO.

8.1.1. Bocetos

Como parte de cualquier proyecto de un nuevo producto se realiza bocetos de guía y posteriormente tener una idea más establecidas de diseño, bocetos comprometedores y bien definidos que se irán adaptando.



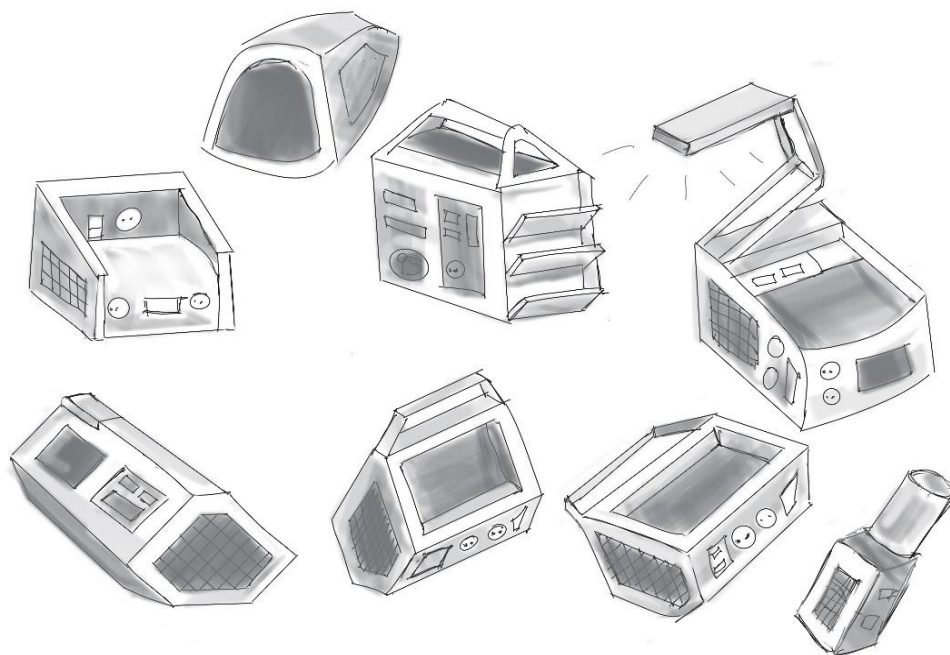


Figura 27. Primeros bocetos del diseño del dispositivo. Fuente: Elaboración propia.

8.1.2. Evaluación de los usuarios

La evaluación de los usuarios es crucial, ya que, no solo valida directamente el objetivo por opiniones externas de usuarios potenciales, sino que también confirma la usabilidad e intuitividad del diseño. Además, permite identificar áreas de mejora y justificar los compromisos de diseño necesarios.

8.1.2.1. Maquetas y pruebas de usuario

Con los bocetos realizados se procedió a la elaboración de propuestas definitivas y visuales mediante paneles conceptuales de diseño, con el objetivo de ser evaluadas por usuarios potenciales.

La fabricación de maquetas a escala real (1:1) fue descartada en esta etapa del proyecto debido a las dimensiones previstas del producto, así como a las limitaciones logísticas en cuanto a tiempo y materiales necesarios para desarrollar tres modelos distintos. Además, se identificó una dificultad adicional relacionada con la dispersión geográfica de los usuarios que se le realizaron la entrevista, estos se encuentran en distintas ciudades e incluso países. Por ello, se optó por la elaboración de representaciones visuales mediante imágenes hechas a mano de forma digital de conceptuales detallados, las cuales busca una comunicación

eficaz de las propuestas, superando así las barreras físicas del proceso de validación. Por tal motivo, se optó por la elaboración de tres paneles de diseño que muestran distintas alternativas formales y funcionales para el producto. Cada panel presenta una versión diferenciada del producto, en base al análisis previo de usuarios, mercado y requerimientos técnicos.

Para la evaluación de estas propuestas, se entregó a los participantes un documento con los paneles y una encuesta al final adjunta en la que se les solicitó valorar cada diseño en función de criterios como adecuación a las necesidades.

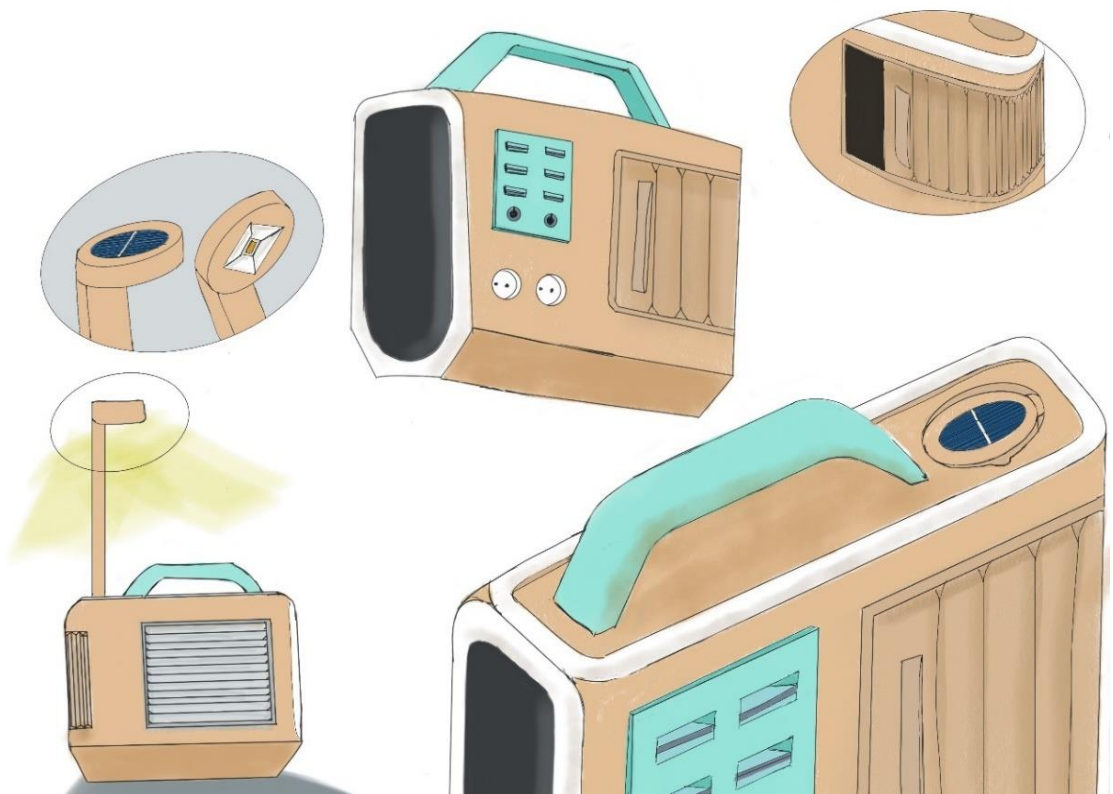


Figura 23. Panel de Maqueta 1. Fuente: Elaboración Propia.

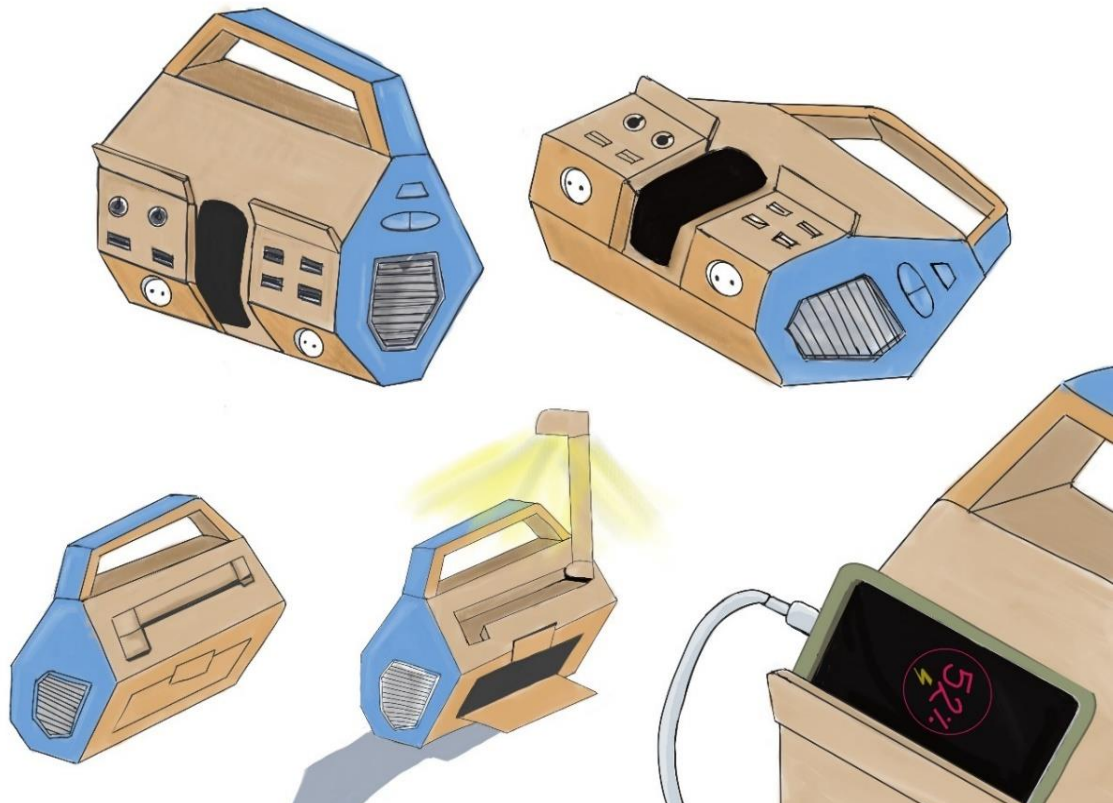


Figura 24. Panel de Maqueta 2. Fuente: Elaboración Propia.

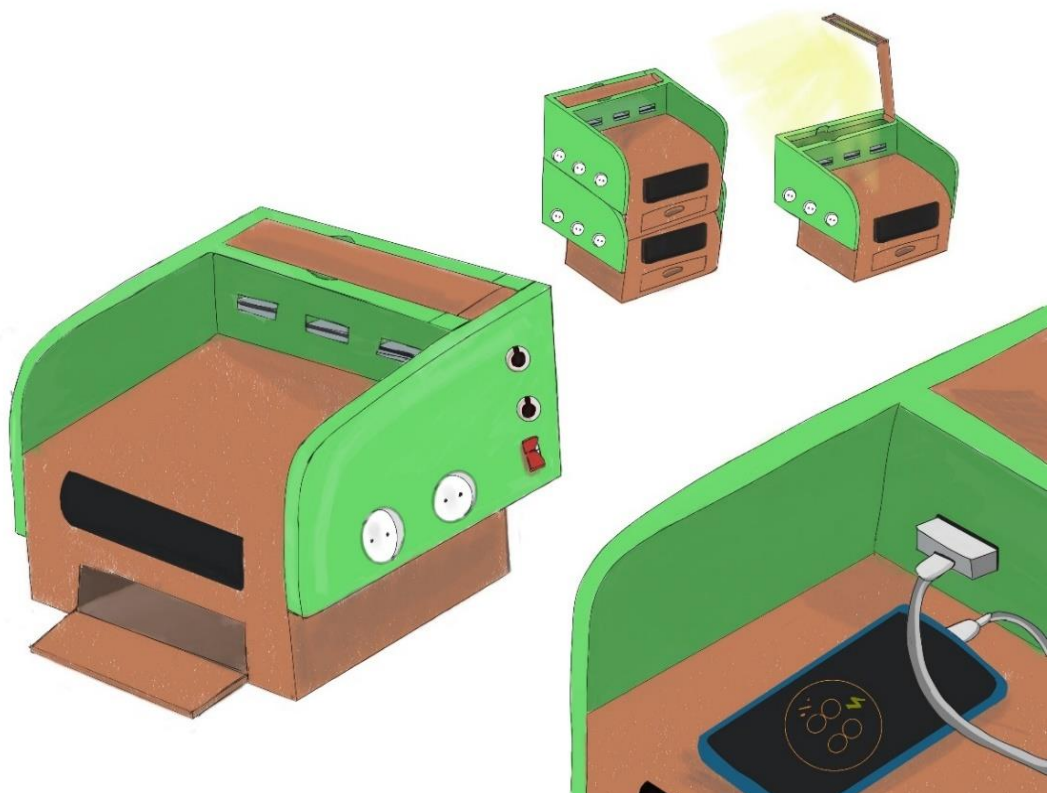


Figura 24. Panel de Maqueta 3. Fuente: Elaboración Propia.

8.1.2.2. Análisis requerido

El propósito de los tres paneles conceptuales, presentados como maquetas de diseño, es permitir que los posibles usuarios evalúen de forma comparativa cuál de las propuestas se ajusta mejor a las necesidades derivadas ante su criterio. Se buscó identificar cuál de los conceptos presentados sería percibido como un producto funcional, atractivo y potencialmente adquirible.

Para ello, se solicita a los participantes del análisis que proyecten el uso de cada una de las propuestas, considerando aspectos como su funcionalidad, portabilidad, facilidad de uso y estética. Además, se requiere que identifiquen un aspecto de cada diseño, y que, finalmente, indiquen cuál de las opciones elegirían solución preferente, justificando su decisión en función de los criterios mencionados.

Formulario de evaluación de propuestas de diseño

Por favor, complete la siguiente tabla evaluando cada una de las tres propuestas de diseño.

Criterio de análisis	Maqueta 1	Maqueta 2	Maqueta 3
¿Considera que este diseño cumple con las necesidades de un corte prolongado de energía?	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente
¿Lo considera fácil de transportar y usar?	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente
¿Lo adquiriría si estuviera disponible?	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente	☐ Sí ☐ No ☐ Parcialmente
¿Qué características llaman más su atención?			

Elección final:

Indique cuál de los tres diseños elegiría como producto final y si puede, justifique su respuesta:

Figura 25. Imagen del cuestionario que se adjuntó al final del mostrario de los paneles de las maquetas para poder evaluar la percepción de los usuarios. Fuente: Elaboración propia.

8.1.2.3. Resultados

Con el fin de representar de manera visual y cuantitativa los resultados obtenidos en la encuesta aplicada, se procedió a asignar una puntuación a cada respuesta según el siguiente criterio:

Sí = 1, No = -1 y Parcialmente = 0

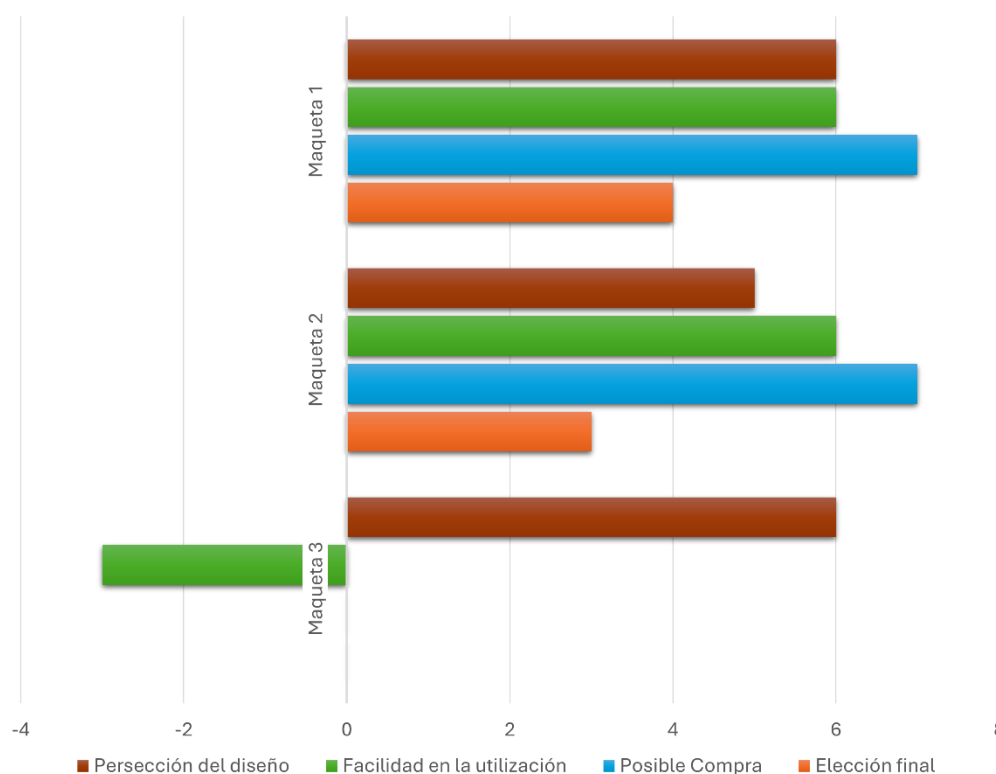


Figura 26. Gráfica representativa de resultados ante el cuestionario de la percepción de los usuarios. Fuente: Elaboración propia.

A partir de esta tabla, se identifican las tendencias de preferencia entre las propuestas y se fundamenta la selección de la opción con mayor aceptación entre los usuarios.

Con una observación de esta tabla comparativa de resultados es notorio como las opciones más valoradas por los participantes corresponden a la Maqueta 1 y la Maqueta 2. La primera obtiene la puntuación más alta en la mayoría de las categorías evaluadas, lo que indica una mayor aceptación general. Al revisar las respuestas correspondientes al apartado “característica más resaltante”, se identifican los motivos que justifican esta preferencia.

La Maqueta 1 destaca por ser percibida como una opción fácil de transportar, con funciones claramente identificables, un diseño práctico y una estética atractiva. La Maqueta

2 también presenta valoraciones positivas, especialmente en relación con su tamaño compacto, su forma innovadora y la facilidad de uso. En cambio, la Maqueta 3, si bien cumple con los requisitos funcionales del diseño según varios participantes, se percibe como menos cómoda de transportar debido a su volumen, y presenta una apariencia más robusta. No obstante, se valora favorablemente su capacidad de apilamiento, que se considera una ventaja para el uso compartido en contextos comunitarios.

8.2. Soluciones

8.2.1. Funcionales

Una de las inquietudes de los usuarios al momento de observación de las maquetas era el tamaño, se podían hacer una idea de dimensiones por lo que mostraba el panel, esto es una desventaja al no realizar una maqueta 1:1 por el momento. Aun así, su preocupación es válida ya que una de las principales necesidades es que sea fácilmente transportable. Es por ello por lo que el diseño de la Maqueta 1 es atractivo pero una forma robusta.

Otro aspecto importante que se tendrá en cuenta es la modularidad y mantenimiento del equipo. Se ha priorizado el diseño de componentes modulares con el objetivo de optimizar los procesos de fabricación, montaje y desmontaje. En consecuencia, se evitan las geometrías excesivamente complejas, ya que, además de comprometer la estética visual, generarían inconvenientes significativos durante la fase de prototipado y la producción a gran escala.

8.2.2. Visuales

El diseño definitivo del dispositivo se obtuvo a partir de las conclusiones de la evaluación de usuarios presentadas en el apartado anterior. Este proceso iterativo permitió refinar la conceptualización inicial, fusionando los elementos más valorados de las maquetas mejor valoradas previamente (Maqueta 1 y 2). Se integraron los aspectos más llamativos y funcionales de ellas que fueron señalados por los usuarios, dando forma definitiva a la propuesta de diseño conceptual que guiará el desarrollo de las piezas.

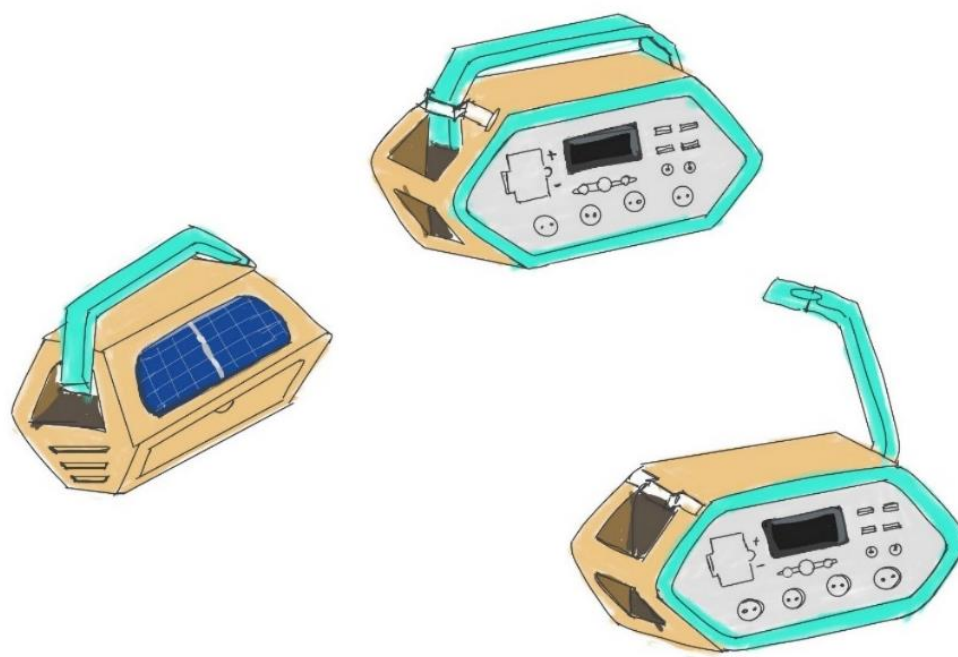


Figura 27. Primera versión final boceteada del equipo. Fuente: Elaboración Propia.

Para el SPO se prioriza una forma ergonómica, concibiendo un equipo fácilmente manipulable por el usuario. Además, la concepción del diseño permite cierta flexibilidad en la geometría y los mecanismos internos, facilitando futuras adaptaciones o mejoras que puedan optimizar aún más su utilización.

Como elemento distintivo del producto, y en coherencia con su nombre comercial (SafePowerOne), se ha desarrollado una serie de bocetos para establecer un logo identificativo. Este logo se integrará tanto en el propio equipo como en toda la documentación y elementos relacionados con el producto, reforzando una identidad por medio de una marca.



Figura 28. identidad visual del producto. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 28 fue diseñada con el propósito de reflejar la estética principal del equipo, buscando que su apariencia recuerde visualmente al producto por asemejarse a la forma, además de identificarlo por su nombre e iconos que recuerdan a sistemas relacionados con la electrónica. Se optó por líneas delgadas y siluetas en color negro para transmitir simplicidad y reforzar su enfoque como un producto electrónico y moderno.

8.2.3. Aspectos en detalle

Todo proyecto de diseño necesita tener unos parámetros técnicos mínimos a seguir, especificaciones que deben ser tomadas en cuenta para el momento de diseñar y fabricar el producto, es por ello por lo que en este apartado se especifican las más importantes para adaptar la estética y forma a la funcionalidad y cumplir con lo establecido desde un inicio.

8.2.3.1. Especificaciones necesarias para la batería

La batería es de los elementos más importantes de los equipos, se diseña alrededor de ella, se busca que tenga buena ventilación para evitar sobrecalentamiento, se podría considerar lo de mayor precio dentro del presupuesto y sin duda es lo de mayor tamaño y peso. Es por esto, que sus características físicas son importantes tanto como sus técnicas. Debe poseer un mínimo de especificaciones para poder incluirse en el producto y cumplir con su funcionalidad.

El tiempo de funcionamiento para las necesidades de este tipo de producto se busca que tenga aproximado de 6 horas seguidas. Para el cálculo de tensión se debe tomar en cuenta que posiblemente exista varios dispositivos que se conectaran a la vez para su carga.

- Carga Teléfono móvil: 2–6 W
- Lámpara LED: 3 –15 W
- Ventilador pequeño (velocidad media): 20 –50 W
- Una hornilla de cocina eléctrica portátil básico: 800–1200 W

$$Capacidad (Wh) = Voltaje (V) * Capacidad (Ah)$$

Se pudo observar dentro del mercado que las baterías de un tamaño adecuado para ser transportable por una sola persona llegan de 40 a 100Ah. Realizando cálculos de tensiones, lo ideal para diseño portátil de alta capacidad estarían entre 24 V y 48 V, lo cual implicaría capacidad mayor en Ah, o usar varias baterías en paralelo, pero, en el mercado una batería es proporcional entre mayor la capacidad, mayor el tamaño y también mayor el precio.

Nos limitaremos a que el tamaño y voltaje sean adecuados sin poner un escalón alto de rendimiento por fines de accesibilidad. Es por ello por lo que una batería de 12- 24V sería más oportuno.

Conjuntamente, de las dimensiones y capacidad el peso total del producto debe ser de **baja portabilidad**, requiere asas o ruedas, transporte ocasional o en distancias cortas: 7 a 15 kg. Es decir, que tomando en cuenta carcasa, asa, complementos de estructura de diseño y con el estudio previo del mercado la batería debe ser < 10 kg.

8.2.3.2. Uniones

Dado que se trata de un producto ensamblado, es necesario emplear un tipo de unión que garantice rigidez mecánica. Por esta razón, se opta por uniones mediante tornillería, ya que proporcionan estabilidad y la resistencia necesaria para soportar el peso abundante de una batería, así como de los demás componentes integrados en el sistema.

Tal como se expone en el libro *Diseño en ingeniería mecánica Shigley*, es recomendable la utilización de turcas con los tornillos, ya que, el uso de tuercas adecuadas no solo refuerza la unión, sino que previene el desgaste, el aflojamiento y la separación bajo carga dinámica,

además de reducir el riesgo de fallo por fatiga (Budynas & Nisbett, 2008, págs. 430-432). En consecuencia, se ha decidido incorporar tuercas en los puntos estructurales críticos del producto como medida de seguridad adicional. Además, los mismos autores señalan la importancia de la incorporación del uso de las arandelas:

“Para prevenir problemas como el incremento en la concentración de esfuerzos debido a rebabas o bordes agudos en los agujeros, siempre deben usarse arandelas debajo de la cabeza del perno. Estas deben ser de acero endurecido y montarse de manera que el borde redondeado del agujero estampado quede de frente al tornillo. Algunas veces también es necesario emplear arandelas debajo de la tuerca” (Budynas & Nisbett, 2008, pág. 432)

8.2.3.3. Especificaciones de materiales

Se tiene que considerar que este equipo posee una batería y diversos componentes electrónicos. Estos elementos son sustancialmente generadores de calor y, ante un fallo, podrían propiciar cortocircuitos con el riesgo potencial de un incendio. Si bien existen normativas que rigen la selección de los materiales que rodean estos componentes para mitigar dichos riesgos, el enfoque, también buscamos activamente una solución más ecológica, priorizando la reducción de plásticos y otros materiales derivados del petróleo.

En la búsqueda de un material que cumpla con criterios de sostenibilidad ecológica, robustez estructural y baja inflamabilidad, se ha identificado diversas opciones prometedoras. Estas incluyen metales como las aleaciones de aluminio y el acero inoxidable; materiales cerámicos técnicos; compuestos avanzados con fibras naturales y propiedades ignífugas; así como maderas contrachapadas con tratamiento ignífugo. De esta gama, se procederá a la selección de aquellos que resulten más factibles, considerando tanto su viabilidad económica como sus características técnicas óptimas para el diseño y fabricación del equipo.

8.3. Proceso de ideación y validación del diseño

8.3.1. Pruebas estructura. Estudio estático

En el diseño de productos debe haber un mínimo de seguridad y eficiencia para la distribución comercial. Para ayudarse con ello existen métodos para determinar qué tan estable es una estructura por medio de programas que realizan simulaciones. Es por ello

por lo que se optó por el programa de SolidWorks para realizar el **análisis de elementos finitos (FEM)** que este proporciona.

Este análisis permitirá comprobar la seguridad estructural y la estabilidad del diseño bajo el peso y las cargas previstas, tomando como guía las uniones y los materiales propuestos para su selección, aprovechando el proceso de modelación de las piezas que se ha ido desarrollando. No obstante, se presentarán los resultados de los análisis, tanto en formato gráfico como textual, para verificar las decisiones de diseño y validar el concepto del producto antes de su fabricación, considerando las conclusiones obtenidas.

Mediante el método de elementos finitos (FEM) para validar la integridad mecánica del diseño, se incorpora la estructura con carcasas principales y sus uniones críticas. Considerando que el producto incorpora la batería de Ion-Litio y la consecuente necesidad de un estricto control de seguridad, el presente estudio mediante FEM tiene como objetivos principales:

- Evaluar la resistencia estructural y la estabilidad de la carcasa principal del SPO (sus puntos de unión clave) bajo las condiciones de carga de peso y fuerzas previstas en su uso y en transporte.
- Verificar que los materiales y el diseño geométrico seleccionados para la carcasa son adecuados para soportar las tensiones y las deformaciones resultantes, garantizando la funcionalidad y durabilidad del conjunto.
- Validar la viabilidad del diseño previo a la fabricación, identificando posibles puntos críticos o áreas de mejora estructural que puedan ser consideradas para un rediseño o para futuro desarrollo de nuevos productos.

8.3.1.1. Características del estudio

Para el desarrollo de este estudio estático, se realizaron cuatro análisis diferenciados, pero todos bajo un mismo planteamiento fundamental: asegurar que el equipo no presente deformaciones críticas debido al peso y a las fuerzas de manipulación. Para simplificar el análisis se empleó un modelo que está formado por el esqueleto principal del SPO junto con el componente de mayor masa del equipo (la batería), asumiendo que la resistencia de esta estructura principal es indicativa de la resistencia del conjunto final, ya que los elementos faltantes no equivalen ni al 18% del peso final del producto. El estudio se

interpretó considerando dos escenarios de carga principales y dos tipos de uniones distintas manteniendo:

- Tipo de Análisis: análisis estático lineal.
- Tipo de mallado:
 - Malla sólida.
 - Elementos cuadráticos de alto orden.
 - Malla basada en curvatura de combinado.
- Unidades:
 - Presión/Tensión: Mega Pascal ($1\text{ N/mm}^2 = \text{MPa}$).
 - Longitud/Desplazamiento: milímetros (mm).
- Materiales:
 - Carcasa y Tapa: Madera arce, con un límite elástico de 55MPa .
 - Asa y Batería: Plástico ABS, con un límite elástico de 45MPa .
 - Base: Aleación de aluminio 6061-T6 (SS), con un límite elástico de 275MPa .
- Masas:
 - Asa: 0,201 kg
 - Base: 0,468 kg
 - Carcasa delantera: 0,062 kg
 - Carcasa trasera: 0,103 kg
 - Tapa superior: 0,057 kg
 - Batería: 4,800 kg (aplicada manualmente en el programa).
- Análisis que se realizaron:
 - **Primer Análisis (Asa Fija - Gravedad - Unión Rígida):** El asa se fijó rígidamente. Aplicación de la fuerza de gravedad sobre el conjunto del esqueleto y la batería.
 - **Segundo Análisis (Base Fija - Levantamiento - Unión Rígida):** La base se fija rígidamente sobre una superficie simulada. Se aplicación de una fuerza perpendicular ascendente en la base, equivalente al peso total del SPO multiplicado por la aceleración de la gravedad ($9,81\text{m/s}^2$), simulando una fuerza de levantamiento.

- **Tercer Análisis (Asa Fija - Gravedad - Unión por Tornillería):** El asa se fija rígidamente. Aplicación de la fuerza de gravedad sobre el conjunto. Simulándose uniones por tornillería, replicando las conexiones reales del diseño.
- **Cuarto Análisis (Base Fija - Levantamiento - Unión por Tornillería):** La base se fija rígidamente. Aplicación de una fuerza perpendicular ascendente en la base, equivalente al peso total del SPO. Se simularon uniones por tornillería.

Las propiedades específicas de los materiales se asignaron utilizando la biblioteca que ofrece SolidWorks. Este conjunto de datos fue complementado con valores adicionales y corroborado con referencias externas para asegurar la máxima fidelidad y realismo en la simulación. [Consultar Anexos \(fichas técnicas\)](#). Con los materiales correctamente asignados a cada pieza del modelo, se obtuvo el peso individual de cada componente. Cabe destacar que, para la batería, se introdujo directamente el valor de masa proporcionado por la ficha técnica del fabricante de la batería seleccionada.

8.3.1.2. Resultados

Primer análisis: Asa Fija - Gravedad - Unión Rígida

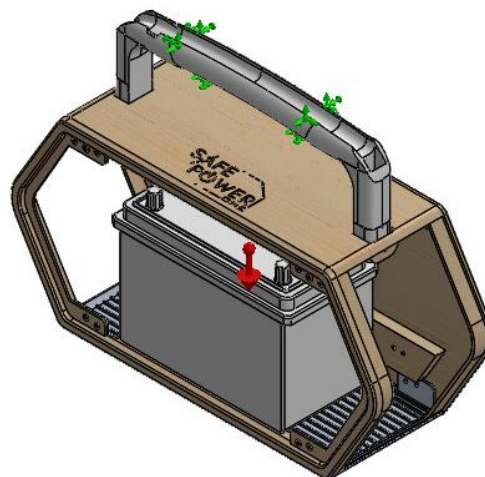


*Figura 29. Primer análisis. modelo Asa Fija-Gravedad-Unión rígida. Análisis estático.
Fuente: Solidworks*

Este estudio se caracteriza por simular la condición de sujeción habitual del equipo mediante el asa. Se establece una restricción fija en el área de agarre del mango, simulando que el equipo está siendo sostenido en suspensión. La carga aplicada sobre las piezas corresponde a la fuerza de la gravedad ($9,81m/s^2$) actuando sobre el volumen y la masa

real de cada componente. Para este análisis, se consideraron uniones rígidas entre todas las piezas del modelo.

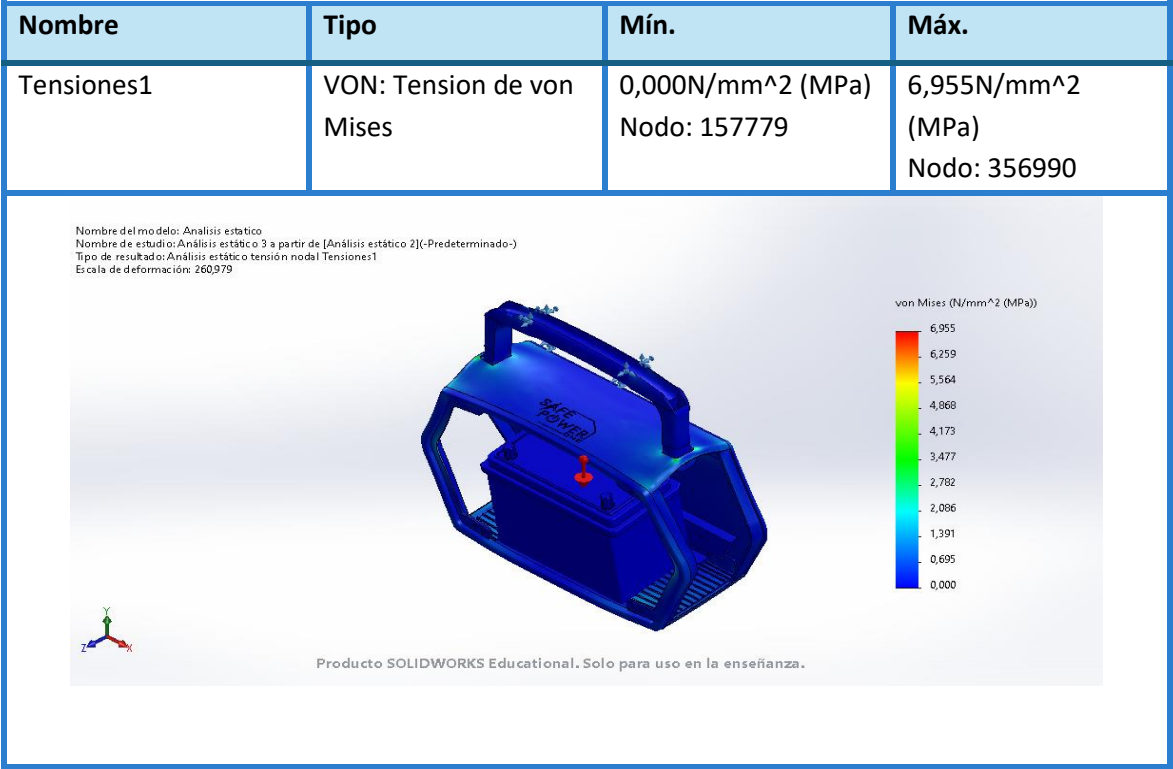


Tabla 7. Análisis estático. Tensiones 1. Fuente: Solidworks.

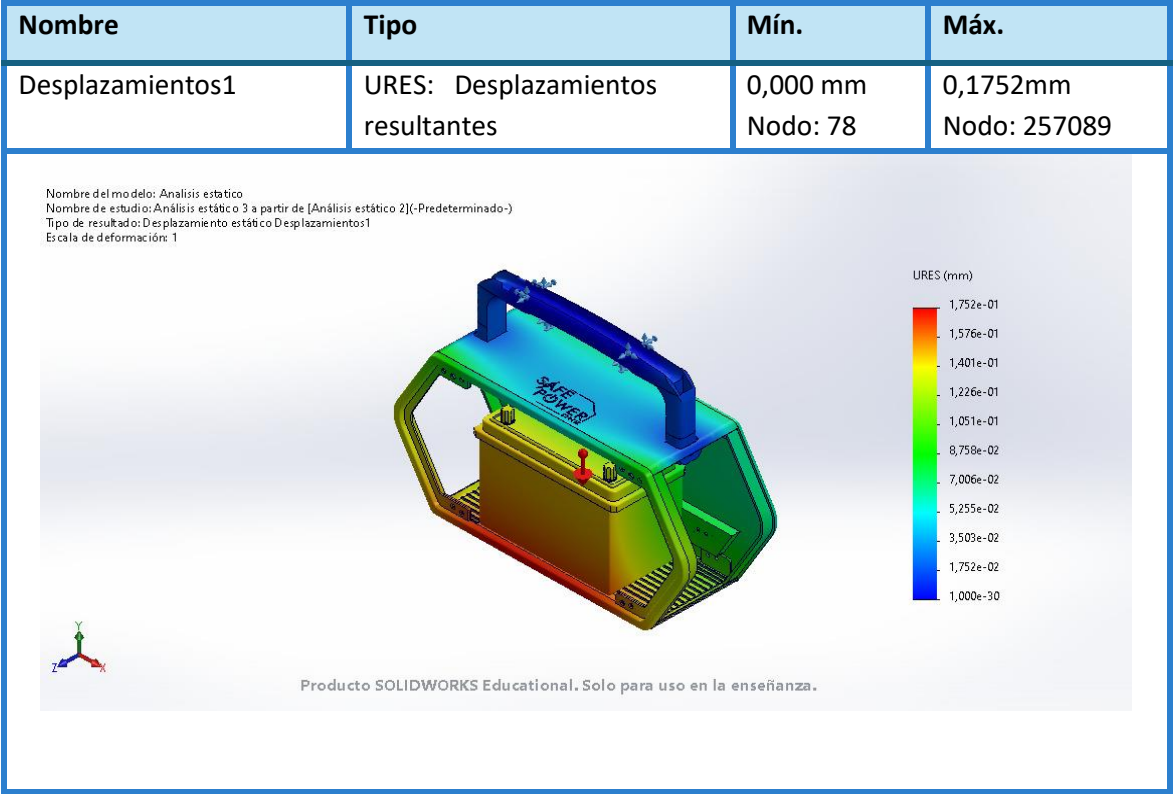


Tabla 8. Análisis estático. Desplazamiento 1. Fuente: Solidworks

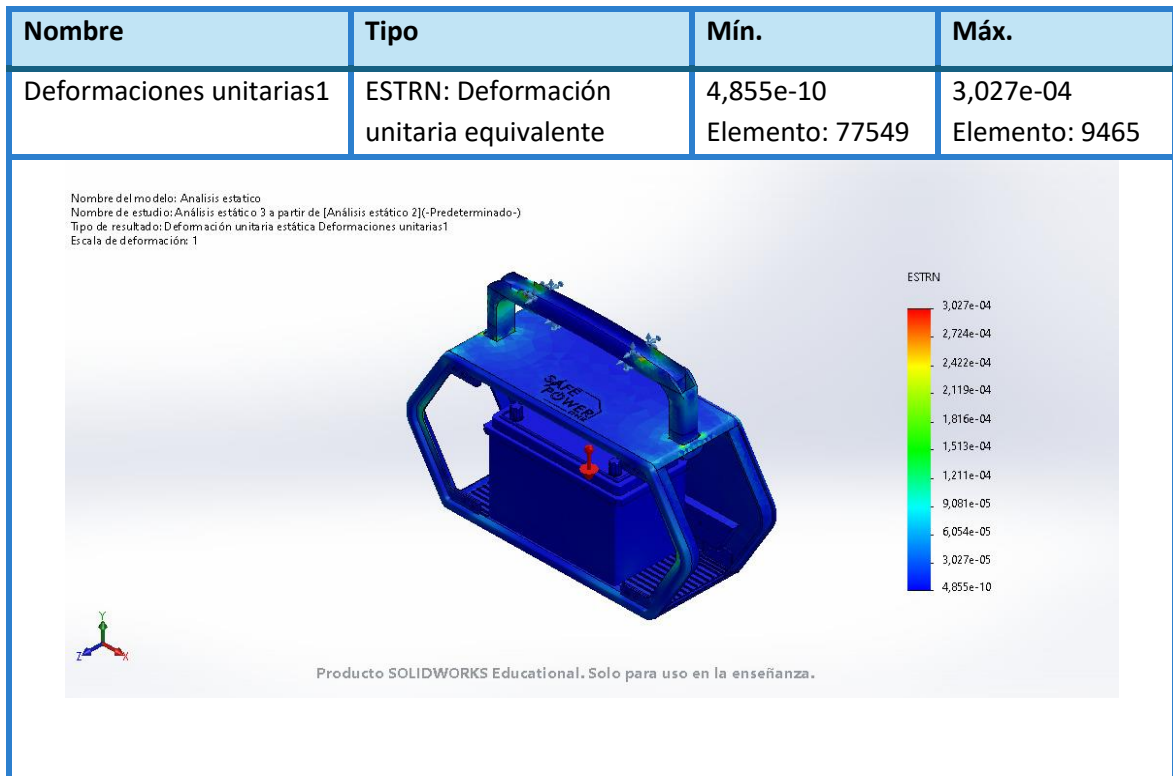


Tabla 9. Análisis estático. Deformaciones unitarias 1. Fuente: Solidworks.

Segundo análisis: Base Fija - Levantamiento - Unión Rígida

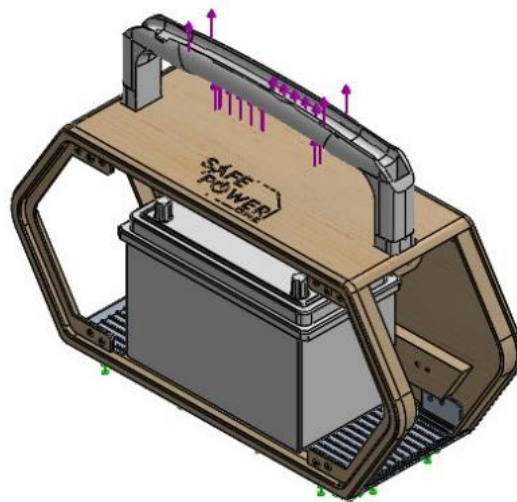


Figura 30. Segundo análisis. Modelo Base Fija-Levantamiento-Unión Rígida. Análisis estático. Fuente: Solidworks

Este estudio se caracteriza por simular una condición de levantamiento del equipo tomado desde su asa. Para ello, se estableció una sujeción fija en la superficie de la base, mientras que la fuerza aplicada simulando levantamiento se aplica en el asa.

La simulación reproduce el momento preciso previo al despegue del equipo en una superficie plana en que se encontraría apoyada. La carga aplicada corresponde a la fuerza necesaria para contrarrestar el peso total del dispositivo, calculando su masa total por la aceleración de la gravedad ($9.81m/s^2$) siendo un valor de 84.85N, el cual se aplican como una fuerza perpendicular y ascendente a la superficie de la base. Para este análisis, se consideraron uniones rígidas entre todos los componentes del modelo.

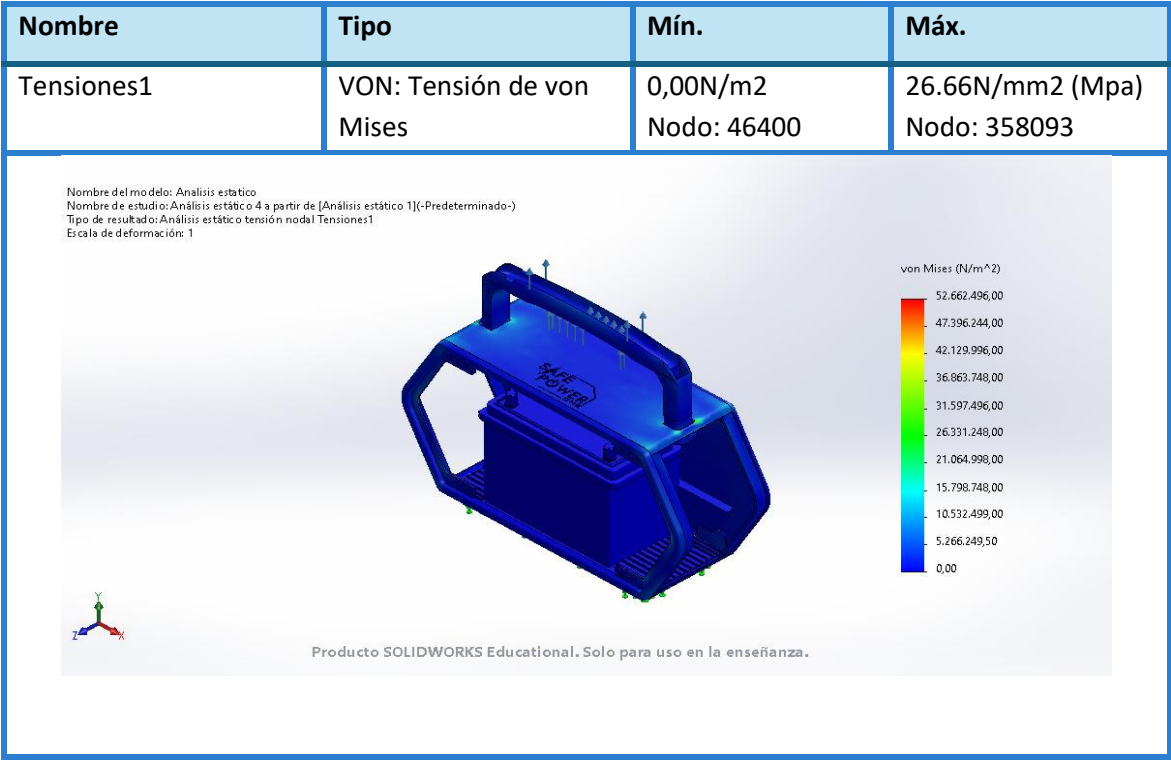


Tabla 10. Análisis estático. Tensiones 2. Fuente: Solidworks

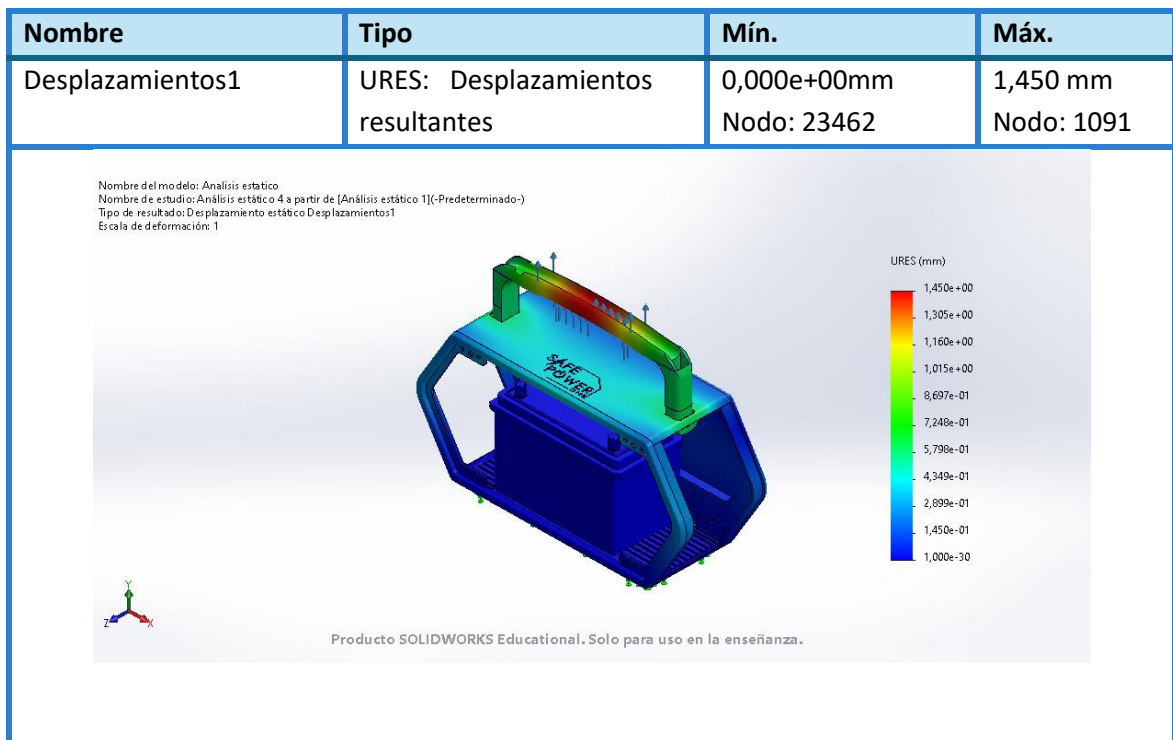


Tabla 11. Análisis estático. Desplazamiento 2. Fuente: Solidworks

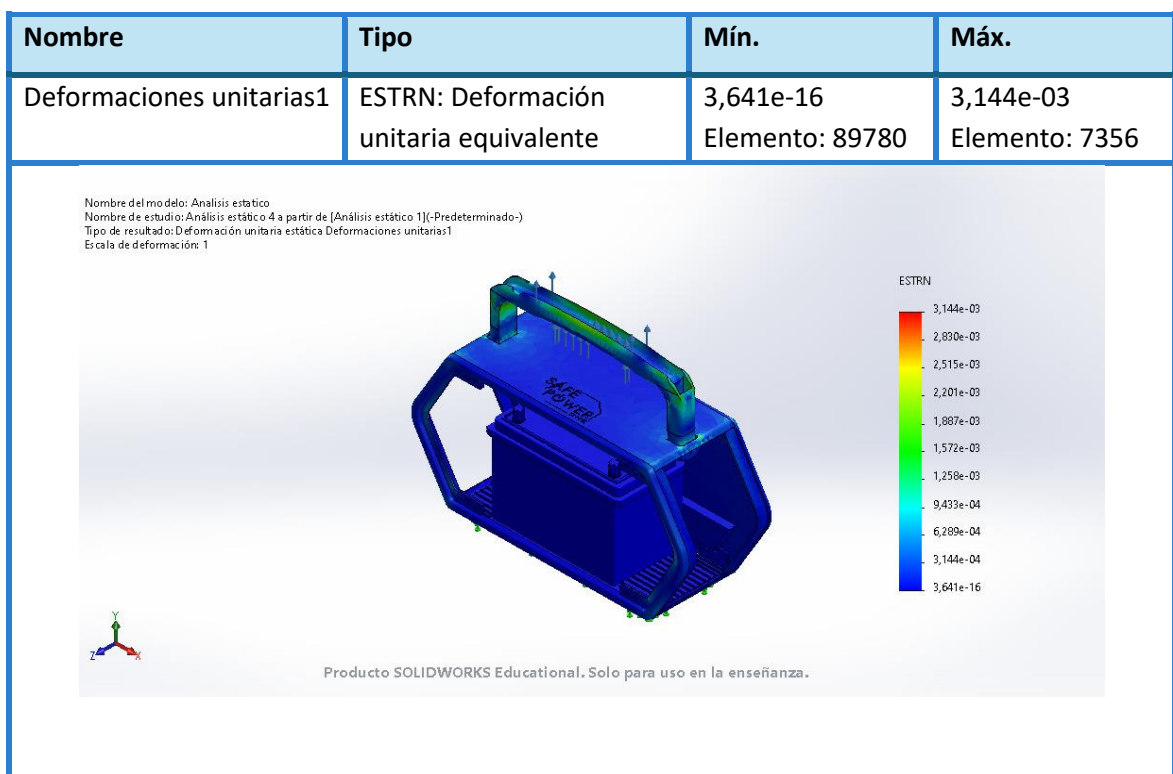


Tabla 12. Análisis estático. Deformaciones unitarias 2. Fuente: Solidworks.

Tercer y cuarto análisis (Unión por Uniones roscadas):

Para los dos últimos estudios, se replicaron las condiciones de carga y sujeción de los análisis previos, con la diferencia de simular uniones roscadas (atornilladas) entre los componentes, en lugar de conexiones rígidas. SolidWorks Simulation permite modelar diversas interacciones; en este caso, se configuró el sistema para reflejar el ensamblaje real del SPO que utilizaría, es decir, se utilizaron 12 tornillos M4x10 cabeza avellanada para uniones carcasa-base-tapa y los 2 tornillos M5x20 cabeza hexagonal para la unión tapa-asa.

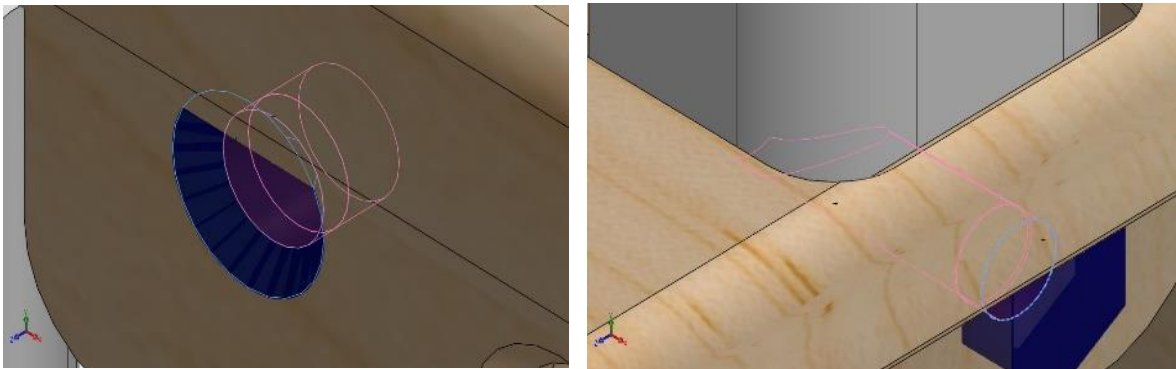


Figura 31. Análisis estático representando las uniones con pernos. Programa: SolidWorks.

Aunque los valores numéricos de tensión y desplazamiento varían entre los cuatro escenarios simulados de forma numérica, se percató que existe en todos los análisis la coincidencia de los mismos puntos críticos y zonas de concentración de tensiones en el diseño. Las uniones rígidas y atornilladas presentan valores prácticamente iguales entre las dos diferentes simulaciones. Por lo tanto, y dado que los patrones gráficos de distribución de esfuerzos son muy similares a los de sus contrapartes con uniones rígidas, se opta por no incluir representaciones gráficas de las últimas tablas de informe de las uniones por tornillería ya que serían redundantes presentarlas.

Este análisis se realizó para la comprobación de a qué nivel estructural el equipo es práctico, los puntos más críticos se representan gráficamente por medio de los resultados de las simulaciones. Dado como resultado en detalle las siguientes figuras.

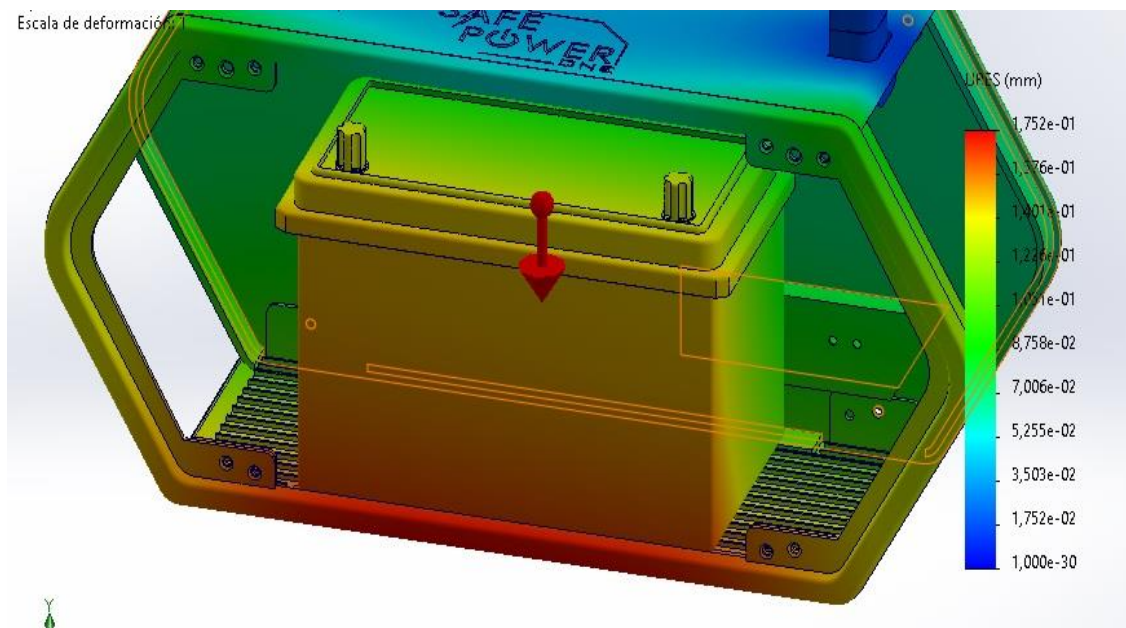


Figura 32.Desplazamientos preocupantes de la estructura representado con rojo como las secciones críticas. Programa: SolidWorks

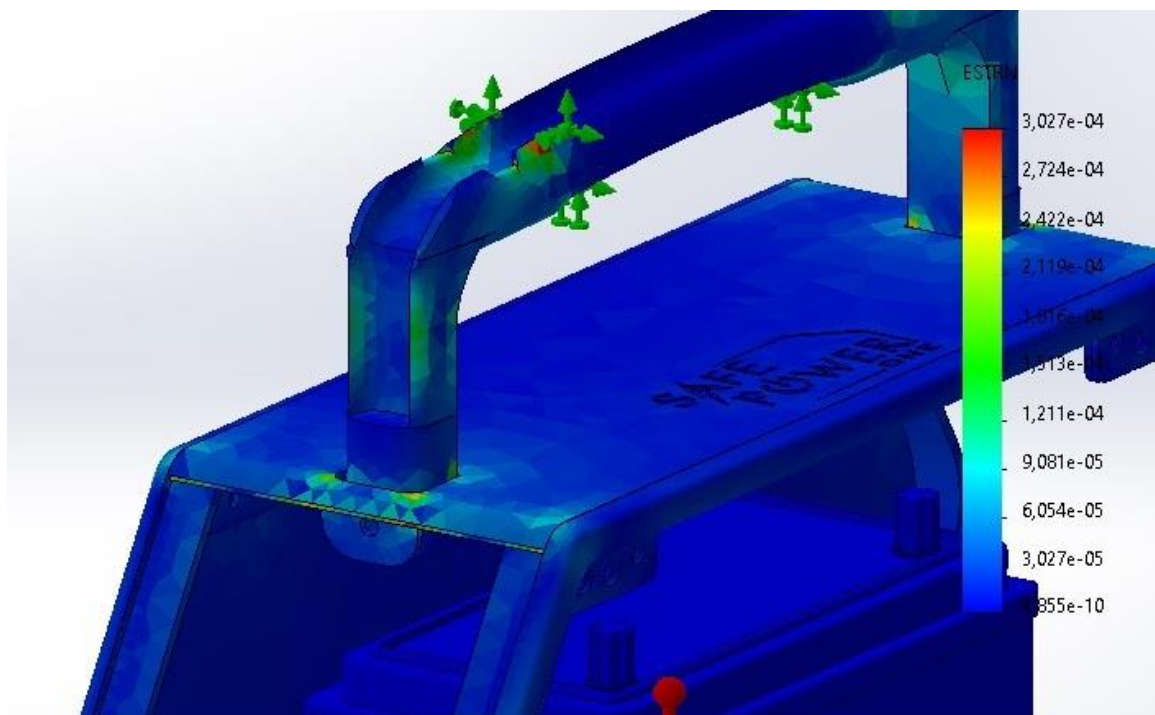


Figura 33.Deformaciones unitarias comunes en la estructura representado con verde/ rojo como las secciones críticas. Programa: SolidWorks

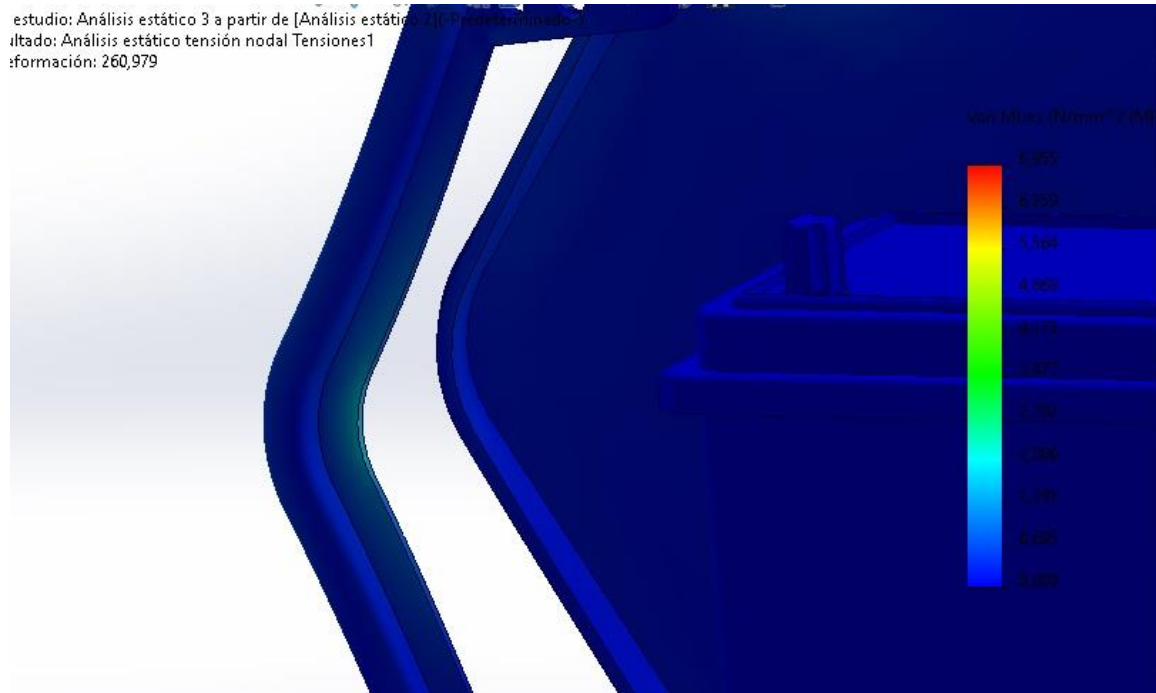


Figura 34. Tensiones preocupantes de la estructura representado con verde como la sección más crítica. Programa: SolidWorks

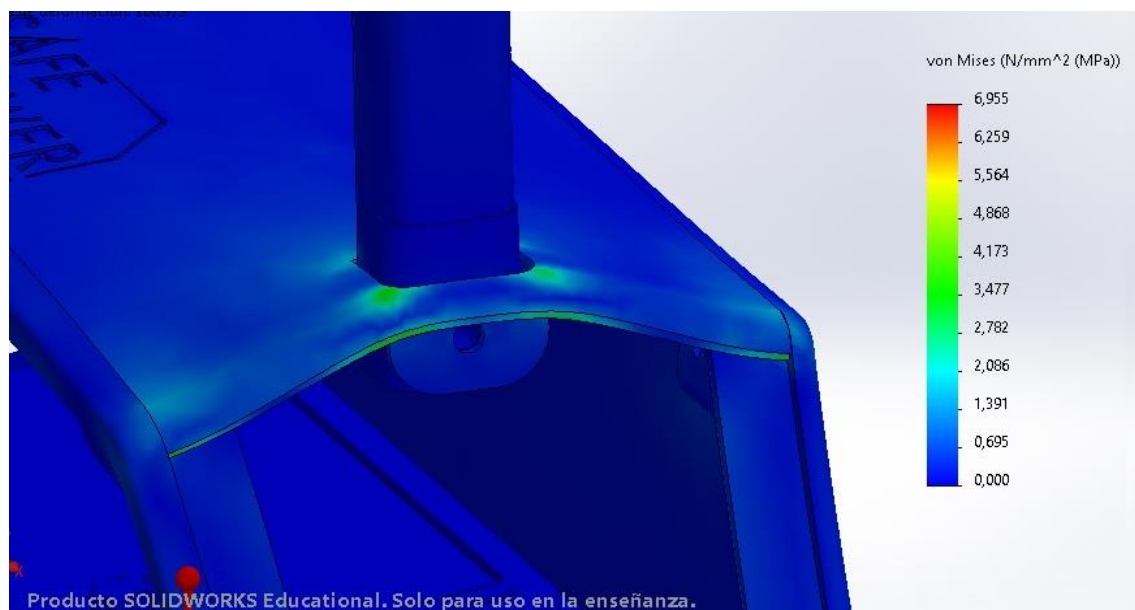


Figura 35. Tensiones preocupantes de la estructura representado de una forma exagerada el movimiento en la sección más crítica. Programa: SolidWorks

Podemos observar en estos acercamientos a detalle, dentro de las imágenes de simulación, que existen puntos críticos en donde se concentran las tensiones, desplazamientos máximos y deformaciones unitarias. Estos puntos eran predecibles ya que figuran como la unión más conflictiva siendo la del asa y unión a tapa y del ángulo curvo que existe de las carcasas. Estos puntos presentan una tensión no muy elevada, pero

podrían ser problemáticos si no se estabilizan de alguna forma en posteriores rediseños si son requeridos.

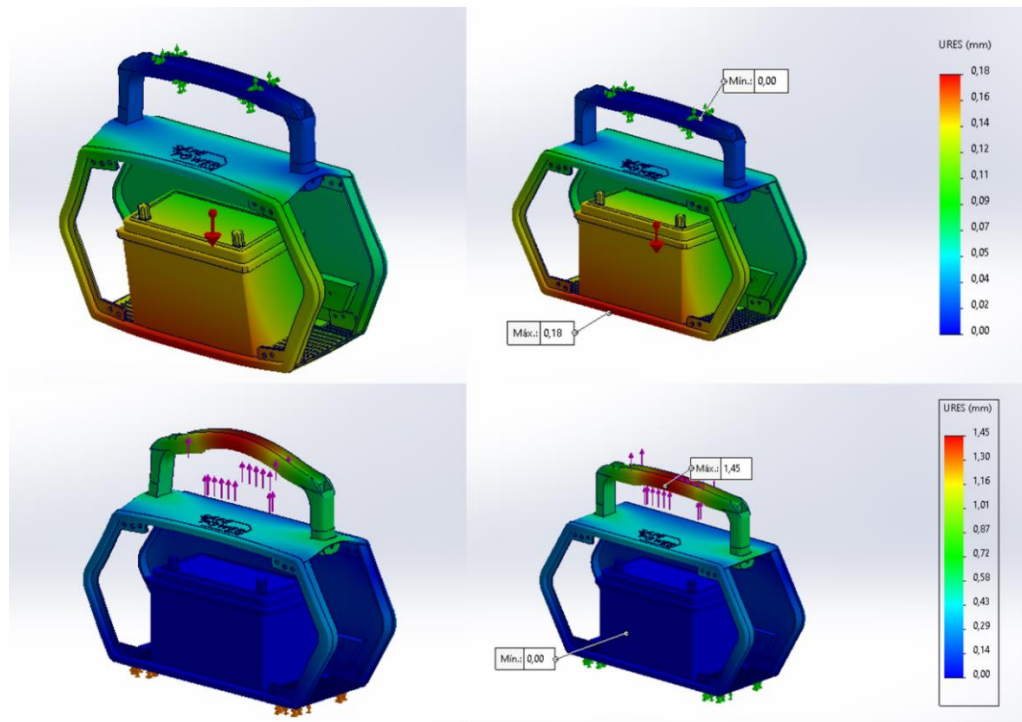


Figura 36. Comparación de la deformación esperada con la real de la simulación. Programa: SolidWorks.

La figura 36 se muestra a la izquierda, de manera exagerada, los desplazamientos esperados en los componentes bajo las fuerzas aplicadas. Sin embargo, en la simulación a escala real de deformaciones, en la columna derecha, los desplazamientos obtenidos fueron mínimos, no alcanzan niveles críticos, casi ni siendo perceptibles visualmente. De misma manera, en la columna derecha podemos observar en donde se encuentra el punto de máxima deformación en el equipo para los dos primeros estudios.

8.3.1.3. Conclusiones

La tensión máxima registrada en el ensamblaje fue de $2,6 \cdot 10^7 N/m^2$, este valor se concentra en el punto problemático en una superficie resaltante entre la madera de arce (tapa superior) y el plástico ABS (asa) siendo todas las tensiones que abarcan la mayoría de las superficies del producto de aproximadamente $0,695 \cdot 10^7 N/m^2$. Este valor de máxima tensión es considerablemente inferior al límite elástico de los materiales empleados:

- Madera de arce: Límite elástico de $5,5 \cdot 10^7 N/m^2$
- Plástico ABS: Límite elástico de $4,5 \cdot 10^7 N/m^2$

- Aluminio 6061-T6: Límite elástico de $2,75 \cdot 10^7 N/m^2$

Esto quiere decir, en términos básicos sin entrar a detalles de fatiga a lo largo del tiempo, que la tensión de las piezas de deformación permanente no se consideraría un problema para el producto.

Mientras el desplazamiento máximo resultante en el modelo fue de 1,45 mm, esta diferencia se puede considerar como un valor muy imperceptible y no compromete la integridad estructural ni la funcionalidad.

Sin embargo, para un posible rediseño del producto se debe tomar en cuenta como disminuir estas tensiones y desplazamientos, buscar evitar que esos puntos sigan sufriendo más que el resto. Se propondría un cambio en la unión de tapa-asa, con una sujeción más distribuida a ambos lados como opción más favorable, así se distribuye las presiones por ajuste o, podría, el asa poseer una forma más robusta en sección de unión.

Estos resultados de simulación de análisis estático se concluyen como una afirmación que el diseño estructural del producto es apto y seguro para las condiciones de carga evaluadas. Es decir, la simulación estática demuestra que el diseño del producto es firme y **cumple con los requisitos de resistencia y rigidez** para las cargas de trabajo previstas.

8.3.2. Maquetación

Una vez establecidos los aspectos conceptuales y comprobaciones en los apartados anteriores, se procede al desarrollo detallado de cada componente. Para asegurar la factibilidad del diseño y siguiendo las metodologías aprendidas en el grado, se elabora una maqueta escalada real. La maquetación física además permitirá una evaluación táctil y ergonómica por parte de usuarios, complementando el feedback inicial y validando las soluciones de diseño adoptadas.

Al principio se realizaron maquetas rápidas a escalas más pequeñas pero una vez considerado el tamaño ergonómico del asa de sujeción, los botones, las conexiones eléctricas y sobre todo la batería, se procedió a realizar una maqueta en cartón de tamaño real, esto ayuda a interpretar de forma eficiente que cantidad, tipo de uniones y forma de piezas son las más adecuadas para el ensamblaje. Se realizaron varias modificaciones, pero

posteriormente de varios intentos de tipos de uniones se obtuvo la maqueta final a tamaño real, con las piezas necesarias a la fabricación del SPO.



Figura 37. Maqueta escala real con cartón compacto. Elaboración propia.



Figura 38. Maqueta escala real. Cartón compacto. Con los despliegues planteados de la utilización. Elaboración propia.



Figura 39. Maqueta escala real. Cartón compacto. Detalles.

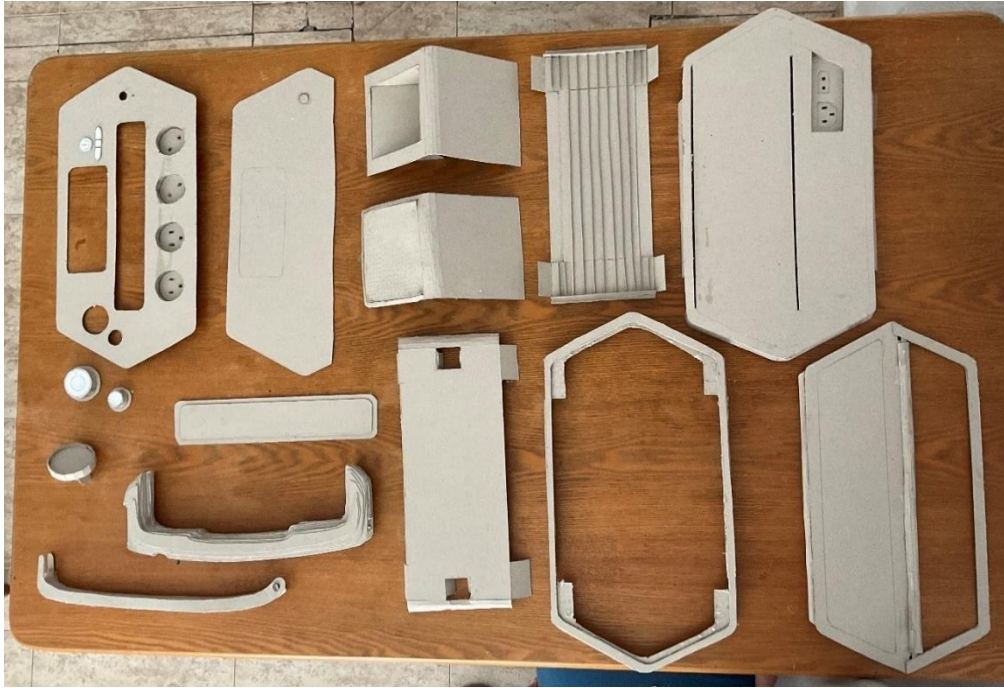


Figura 40. Piezas recreadas en cartón compacto para el ensamblaje de la maqueta final. Recreando la modularidad del SPO. Elaboración Propia.



Figura 41. Acercamiento a detalle de la maqueta mostrando sus uniones de piezas. Elaboración Propia.

8.3.3. Diseño al detalle

Durante el desarrollo de la maqueta física, se pudo observar que la integración de todos los componentes y funcionalidades que se plantearon incluir debe asegurar que el diseño final sea no solo estético, sino también altamente intuitivo y fácil de usar para el usuario.

Dado que el SPO se concibe como un producto multifuncional, la usabilidad es un factor crítico. Tal como se abordó en el apartado de toma de decisiones, la incorporación de elementos como un módulo de radio, una pantalla de interfaz de usuario, diversos conectores eléctricos y la capacidad de carga solar, requirió un diseño detallado de sus puntos de interacción. Este enfoque en el diseño de la interfaz garantiza que la manipulación de cada una de estas funciones sea clara y accesible, optimizando la experiencia del usuario.

8.3.3.1. Pantalla LCD

Con esta pantalla se ha diseñado una interfaz de usuario intuitiva que permite al usuario monitorizar fácilmente el estado operativo del dispositivo. El modelo de pantalla desarrollado incluye las indicaciones con los iconos para garantizar un funcionamiento claro y comprensible.

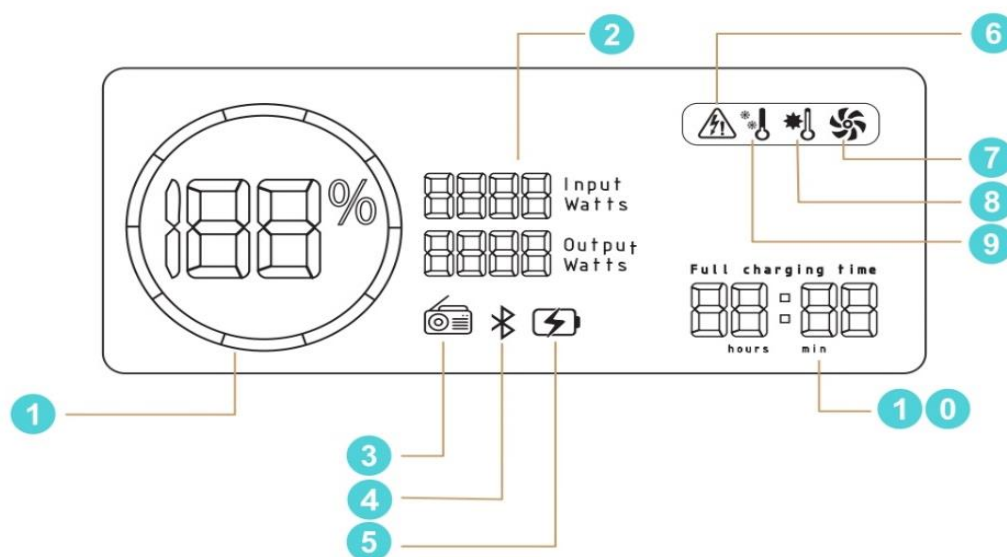


Figura 42. Guía Pantalla LCD. Fuente: Elaboración propia.

Indicadores:

1) Porcentaje restante de la batería.

- 2) Alimentación de entrada y salida.
- 3) Indicador del uso de la radio.
- 4) Indicador del uso del Bluetooth.
- 5) Indicador de carga de la batería.
- 6) Alerta: Advertencia de sobrecarga.
- 7) Alerta: Problemas en ventilación del equipo.
- 8) Alerta: Alta temperatura del equipo.
- 9) Alerta: Baja temperatura del equipo.
- 10) Tiempo restante de carga completa.

8.3.3.2. Botones de encendido y navegación

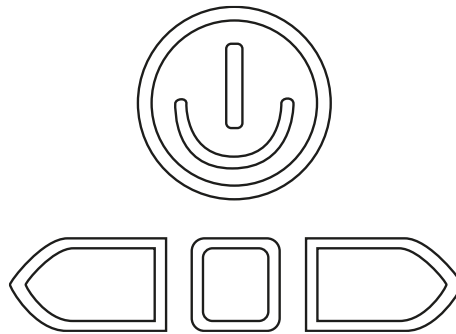


Figura 43. Representación botones encendido y navegación. Fuente: Elaboración Propia.

La activación general del equipo: botón principal, centrado y de mayor tamaño.

Interacción y confirmación de selecciones entre el usuario y la pantalla de interfaz LCD: Botones inferiores.

8.3.3.3. Controles Radio

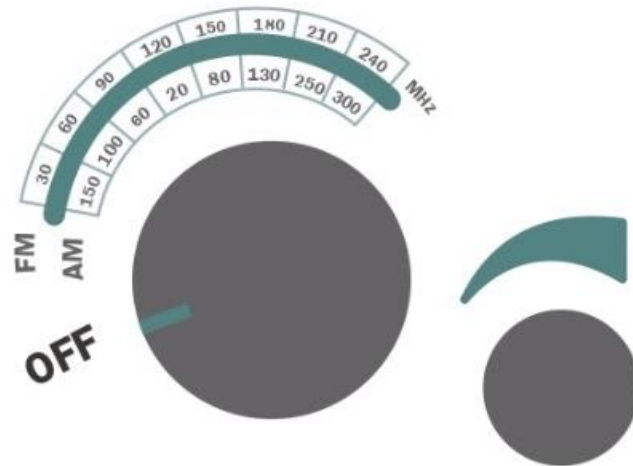


Figura 44. Indicadores de Radio. Fuente: Elaboración propia.

Rueda de Sintonización de Frecuencia: Ubicada a la izquierda y de mayor diámetro.

Rueda de Ajuste de Volumen: Situada a la derecha y de menor diámetro.

8.3.3.4. Conectores de carga

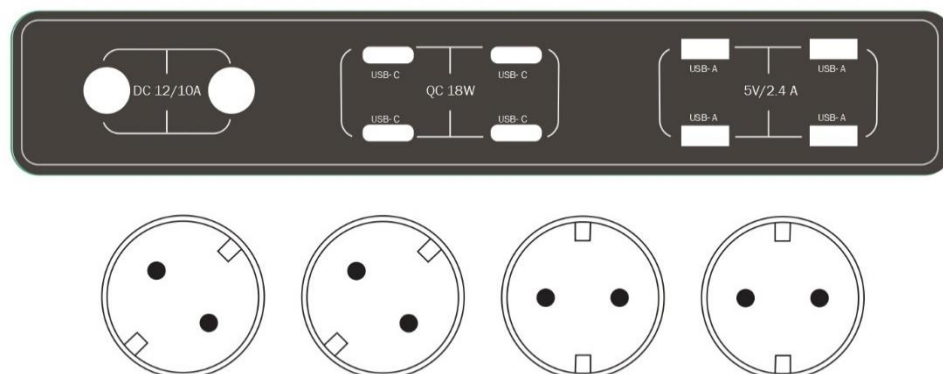


Figura 45. Distribución de los conectores de carga. Fuente: Elaboración propia.

Ranura de los conectores (de izquierda a derecha):

- 2 conectores de barril: entrada DC (corriente continua) de 12 a 10 A
- conectores USB Tipo-C: QC (quick charge) carga rápida. Potencia max. 18W
- conectores USB Tipo-A: 5V y 2.4A para dispositivos pequeños de voltaje y corriente.
- 4 salidas de alimentación Convencional: Enchufe AC tipo europeo.

8.3.4. Pruebas y validación con usuarios

Las pruebas de usabilidad se llevan a cabo en un entorno controlado y simulando un contexto hogareño, estas pruebas son presenciales, es decir con el investigador observando y los participantes interactuando en la misma habitación. Para ello, se dispuso en una mesa la maqueta del dispositivo junto a un cargador de móvil genérico, con el fin de contextualizar su uso principal. Se solicitó a los usuarios participantes que interactuaran libremente con ellos (maqueta y cargador), sin recibir instrucciones previas ni especificaciones detalladas sobre su funcionamiento. Esta prueba permitió observar las primeras impresiones, la intuición en el manejo y las dificultades potenciales que pudieran surgir de forma espontánea durante la exploración del producto.

8.3.4.1. Usuario 1

Mujer de 24 años, estudiante de máster de diseño gráfico.





Figura 46. Fotos de la manipulación de la maqueta. Usuario 1.

La usuaria inició la interacción con el equipo, expreso de inmediato una impresión positiva respecto al tamaño y la estética general del dispositivo, destacando su apariencia limpia.

De manera intuitiva, conectó el cargador de móvil en uno de los puertos designados, sin encontrar dificultad alguna en el proceso. A continuación, su interacción se orientó hacia la exploración de los elementos de control simulados, como botones y ruedas. Confundió donde va estar el led indicativo de la carga del equipo con botones pero se vio interesada en esa ranura.

Levanto la maqueta utilizando el asa superior y pudo detectar la ranura ubicada en la parte posterior. Sin instrucciones previas, logró plegar e introducir el soporte trasero en dicha ranura sin inconvenientes, validando la facilidad de uso de este mecanismo.

Observando la confucion de algunos sistemas se decidió que para las siguientes pruebas se incorporan de manera de imprenta una simulacion de los diseños de interfaz, los cuales ya fueron diseñados y presentados, para facilidad y mas realismo en el usuario.



Figura 47. Maqueta escala real con ilustraciones representativas más realistas del equipo por medio de las ilustraciones de las especificaciones visuales. Elaboración propia.

8.3.4.2. Usuario 2

Mujer, 29 años, enfermera en el hospital general de Valencia.





Figura 48. Fotos de la manipulación de la maqueta. Usuario 2

La segunda usuaria al momento de ver la maqueta destacó que estaba muy bien armada el equipo por las diferentes piezas. De manera similar al primer caso, su interacción inicial fue en conectar el cargador en los puertos inferiores. Esto valida la intuición en esta acción.

Posteriormente, la usuaria descubrió la posibilidad de conectar el cargador también a través de los puertos USB. Su interés se dirigió luego hacia las ruedas del panel frontal, comentando correctamente como nota que son controles de una radio.

Finalmente, al manipular el asa, la usuaria percibió la capacidad de desplegar la parte superior, allí se percató de la lámpara integrada. Procedió a elevarla y a ajustar la posición del reflector, utilizándola como si fuera una fuente de iluminación sin indicaciones previas. Destacó de forma particular lo ingenioso que es en el diseño de integración de la lámpara en el asa.

8.3.4.3. Usuario 3

Mujer, 64 años, autonoma de costura y confección textil.





Figura 49. Fotos de la manipulación de la maqueta. Usuario 3.

La tercera usuaria inicialmente identificó la figura de conexiones USB y enchufes convencionales, aunque no interactuó con ellos. Su atención se dirigió hacia los botones y la pantalla LED simulada, después procedió a rotar las ruedas, lo que le lleva a confirmar lo intuitivo que son los controles de la radio.

A continuación, la usuaria detectó la ranura de apoyo lateral en el lado izquierdo del equipo. Intentó colocar un móvil en dicho espacio, pero señaló que el tamaño resultaba insuficiente para su uso, además de percibir una interferencia con el reflector de la lámpara.

Posteriormente, la usuaria levanta el equipo utilizando el asa, con el fin de examinarlo desde distintas perspectivas. Durante esta manipulación, afirmó que el asa posee una forma cómoda. Al girar la maqueta, observó el panel solar plegable en la parte trasera. Inicialmente, no identificó su función, pero al manipularlo y encajarlo en su ranura correspondiente, se le indicó que se trataba de un sistema de carga solar. La usuaria valoró positivamente esto, destacando la ingeniosa forma en que permite la inclinación para la recepción de luz solar.

Finalmente, notó otras entradas de carga en la parte trasera del equipo, preguntando sobre el tipo de cable compatible. Esto confirma la intuitiva función de carga de esas ranuras traseras por el usuario.

8.3.4.4. Conclusiones

Este estudio de usabilidad y validación de usuarios ha proporcionado información valiosa que confirma la intuitividad, la buena estética y la funcionalidad clave del prototipo del SPO. Las primeras impresiones fueron positivas: los tres usuarios elogiaron la forma limpia y el tamaño del producto, y una de las participantes destacó la calidad del ensamblaje modular.

Un punto muy significativo de este estudio es la intuitividad de conexiones, ya que no deja de ser su utilidad principal, existe una facilidad de entendimiento al momento de conexión de equipos (conectar un cargador móvil en este caso), los puertos principales son bien vistos (enchufe inferiores y USB) ya que los usuarios lo realizaron de forma espontánea y sin dificultad. Sugiriendo que la ubicación y diseño de las entradas son claras. Asimismo, la identificación de las ranuras traseras como conectores de carga reforzó esta claridad funcional.

Otro aspecto notable fue la correcta y espontánea identificación de la función de las ruedas como controles de radio por parte de las tres usuarias, identificando que rueda es de frecuencia y cual es de volumen. Igualmente, la facilidad del asa y componentes plegables son percibidas como cómodas y funcional, dos usuarios manipularon y elevaron el equipo con una mano y dos introdujeron el soporte trasero del panel solar fácilmente sin instrucciones.

Sin embargo, se identificaron áreas de mejora cruciales: el indicador LED de carga generó cierta confusión en su uso, sugiriendo la necesidad de un diseño más prominente o una reubicación. Más significativamente, la ranura de apoyo lateral resultó insuficiente para apoyar dispositivos móviles y presentaba interferencia con el reflector de la lámpara, lo que indica una clara necesidad de rediseño en esa zona específica.

En resumen, el SPO demuestra un diseño general intuitivo y estéticamente atractivo. Este éxito en la conceptualización de la usabilidad de la maqueta a escala real se apoya en la evaluación de los usuarios. Los cambios que requiere no son muy amplios y, por lo tanto,

se procederá con los estudios estructurales y de materiales para la fabricación de las piezas y la continuación del proceso industrial del SPO manteniendo este diseño.

8.4. Evaluación final

Para la evaluación final del equipo, se estableció contacto nuevamente con los participantes previamente seleccionados y entrevistados en el apartado *Herramienta de estudio*. Dado su conocimiento previo sobre los objetivos y las funcionalidades principales del producto, adquirido durante las fases iniciales, se procedió a la recolección de su percepción.

Debido a la dispersión geográfica de la mayoría de los entrevistados, una evaluación física de la maqueta a escala real o prototipo funcional no es viable. En consecuencia, se optó por una estrategia de evaluación basada en recursos visuales. Se les proporcionaron imágenes representativas del producto final, donde los materiales y acabados son claramente visibles y definidos, complementadas con información comercial clave. Esto permitió a los participantes emitir una opinión informada y visualmente fundamentada sobre el producto final. A continuación, se presenta el material enviado para dicha evaluación:



Tu solución energética

La solución de energía portátil definitiva diseñada para brindar tranquilidad y autonomía a tu hogar. Compacta, multifuncional y autosuficiente.

- **Batería de Litio LiFePO4** de alta capacidad.
- **Panel solar integrado**, asegurando un suministro eléctrico constante y recarga sostenible.
- **Peso de 8.65 Kg**

Su construcción, pensada para la durabilidad y la estética, combina una:

- Base de aleación de **aluminio** que confiere una estabilidad y resistencia superiores.
- Carcasa elegante de **madera** promoviendo la sostenibilidad.

Integrado con:

- **Radio**
- **Pantalla intuitiva** que facilita la comunicación con el usuario, mostrando el estado del sistema.
- **Diferentes tipos de salida de carga AC**
- **Luz integrada** para cuando más se necesita.



Figura 50. Presentación técnica y comercial del SPO. Fuente: Elaboración propia con imágenes por IA.

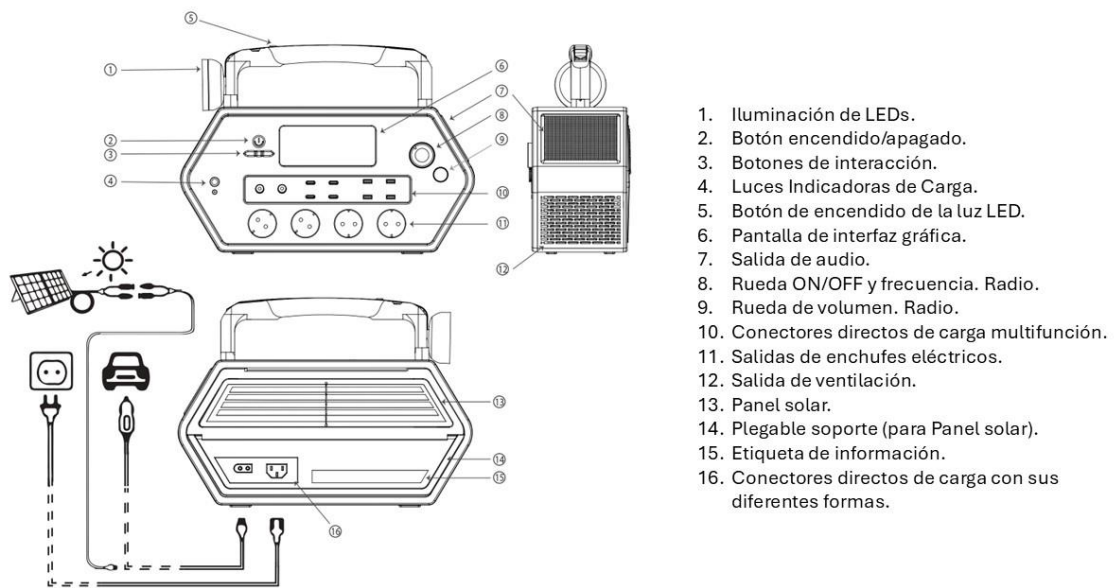


Figura 51. Formas de carga y componentes del SPO. Fuente: Elaboración propia.



Figura 52. Renderizado del SPO. Fuente: Elaboración propia. Programa: KeyShot.

	Bajo				Alto
a) ¿Hay claridad de los Controles y partes del equipo?	1	2	3	4	5
b) ¿El propósito de la pantalla de interfaz resulta claro?	1	2	3	4	5
c) Manejo general del equipo ¿Se ve de fácil utilización?	1	2	3	4	5
d) ¿El tamaño y peso del dispositivo le parecen adecuados para un equipo portátil de emergencia?	1	2	3	4	5
e) ¿Considera que la combinación de materiales (aluminio, madera, plástico) es atractiva?	1	2	3	4	5
f) ¿La incorporación de radio y luz le parece acertado?	1	2	3	4	5
g) En general ¿le gusta y adquiriría el equipo?	1	2	3	4	5
h) ¿Recomendaría el SafePowerOne a otras personas?	1	2	3	4	5
i) ¿Cree que cumple con las expectativas de ser una solución energética multifuncional en emergencias?	1	2	3	4	5
j) ¿Hay algo que considere que podría mejorarse?					

Figura 53. Encuesta de cómo se percibe el producto final.

Como se puede apreciar en la *Figura 53* se incluía una encuesta de evaluación de percepción del producto, estructurada mediante una escala de Likert de 5 puntos. En esta escala, el valor "5" representaba el nivel más alto de aceptación o acuerdo, mientras que el "1" indicaba el menor nivel. El objetivo de esta metodología fue cuantificar la percepción de los usuarios entrevistados sobre diversos aspectos del producto, facilitando así la obtención de una retroalimentación estructurada y medible.

8.4.1. Resultados

En respuesta de los usuarios que evaluaron se notó un alto puntaje en todas las preguntas, la respuesta media de la evaluación es de 4,6 puntos y ninguna posee un valor menor de 3. Esto indica que es muy bien aceptado el SPO para aquellos usuarios que han experimentado esta problemática.

Para mejor entendimiento de resultados se procedió a realizar una suma de valores para determinar de forma visual cuales aspectos son los más valorados y cuales menos, obteniendo el siguiente gráfico.

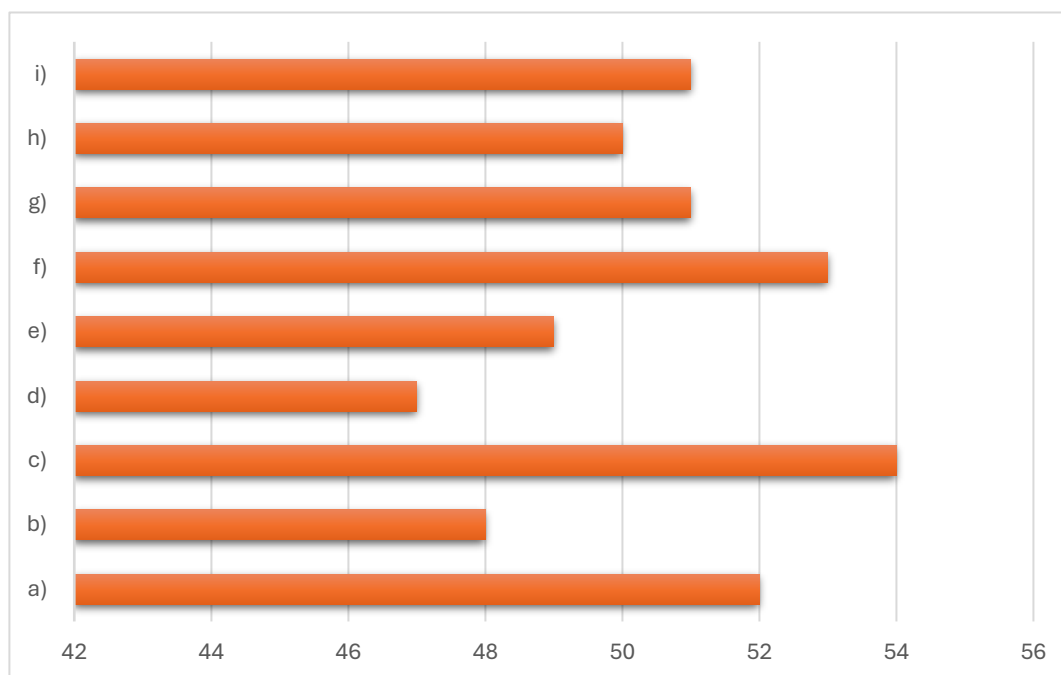


Figura 54. Gráfico de evaluación final del SPO. Fuente: Elaboración propia.

A partir de este gráfico que representa la suma de las puntuaciones obtenidas de los once participantes, se pueden extraer las siguientes conclusiones clave:

El ítem con la mejor percepción por parte de los usuarios es el 'c' (Manejo general del equipo ¿Se ve de fácil utilización?). Esta alta valoración valida que el diseño elegido del equipo multifuncional es altamente intuitivo en su operación, una característica fundamental para productos que, especialmente, es esencial ya que presenta un equipo enfocado para situaciones de emergencia donde la facilidad de uso es crítica. Complementariamente, se observa en otro ítem una excelente acogida a la integración de la iluminación y la funcionalidad de radio, junto con una percepción clara de los controles, lo que refuerza el cumplimiento de la propuesta de una interfaz de usuario intuitiva.

Por otro lado, la menor valoración se registró en el ítem 'd' (¿El tamaño y peso del dispositivo parece adecuado...?). Esta percepción es entendible, se atribuye directamente a la necesidad de incorporar una batería de alta capacidad para garantizar una autonomía suficiente en situaciones críticas, lo que naturalmente impone ciertas dificultades en ser

compacto y un peso elevado del dispositivo. Es decir, este aspecto representa una compensación de diseño necesaria para cumplir con el rendimiento energético esperado y su percepción de transportable puede ser negativa en este aspecto.

Dentro de la respuesta abierta de “Que mejorarías al producto” destaca las respuestas refiriéndose a mejorar teniendo un menor tamaño, la posible integración de ruedas al equipo por la dificultad de transporte o una elección de materiales más variado.

Finalmente, se quiere destacar la respuesta obtenida en el ítem 'i' (¿Crees que cumple con las especificaciones de ser una solución energética multifuncional en emergencias?). Esta pregunta encapsula explícitamente el objetivo general de este Trabajo de Fin de Grado. La valoración unánime de los usuarios, que asignaron puntuaciones de 4 o 5 en la escala, es un resultado sumamente alentador. Esta aprobación afirma que el producto, concebido mediante un proceso de ingeniería estructurado y validado con retroalimentación de un mercado real, cumple con su objetivo principal de manera exitosa y prometedora.

9. Conclusión

En este Trabajo de Fin de Grado se ha evidenciado, desde múltiples enfoques, la necesidad que existe de soluciones energéticas portátiles ante la creciente frecuencia de cortes prolongados del suministro eléctrico. El análisis histórico y contextual confirma que estos eventos no son aislados ni exclusivos de algunos países en desarrollo, sino que afectan a regiones con infraestructuras robustas, ya sea por fenómenos naturales, conflictos o crisis energéticas. La estrategia europea de resiliencia civil de 2025 refuerza esta perspectiva al recomendar que la población esté preparada para eventualidades sin asistencia externa, destacando la importancia de la autosuficiencia energética.

Desde el punto de vista social, las entrevistas semiestructuradas realizadas desde el inicio a personas que vivieron apagones en distintos países revelaron las necesidades recurrentes de iluminación constante, medios de comunicación fiables, posibilidad de cocinar, seguridad física y emocional. Dentro de este estudio de necesidades se manifiesta el valor de un sistema portátil, multifuncional, comunitario, alimentado por fuentes renovables al ser posible y seguro para el usuario.

En el momento del estudio del mercado actual nos muestra una amplia oferta de productos de respaldo energético, pero con limitaciones en funcionalidad, precio y sostenibilidad. La mayoría de estos dispositivos no responden adecuadamente al contexto doméstico ni permiten un uso eficiente durante emergencias tan específicas.

En cuanto al análisis tecnológico, se priorizó y eligió el uso de batería de ion-litio por su alta densidad energética, fiabilidad y presencia consolidada en el mercado. Aunque existen tecnologías emergentes como el almacenamiento por hidrógeno o baterías de estado sólido, su adopción aún no es viable para este tipo de producto. Y tras investigaciones la integración de una batería recargable mediante energía solar resultó ser la solución más realista y sostenible dentro del contexto de diseño, afianzándose en necesidades reales del mercado actual.

Por otro lado, desde la perspectiva medioambiental, el proyecto descartó el uso de tecnologías basadas en combustibles fósiles, priorizando en su lugar componentes con bajo impacto ambiental. Desde las primeras etapas del desarrollo se aplicaron buscaron aplicar principios de ecodiseño, lo que se reflejó, por ejemplo, en la elección de contrachapado de

madera para la carcasa del producto en lugar de plásticos convencionales. Aunque inicialmente esta alternativa genera dudas respecto a su estabilidad y seguridad estructural, las pruebas realizadas confirmaron que cumple con los estándares requeridos. Si bien no se llevó a cabo una comparación cuantitativa del impacto ambiental entre ambos materiales debido a limitaciones de tiempo, se considera que, por las dimensiones del producto, esta sustitución tendría un efecto positivo y significativo en el contexto de una producción industrial a gran escala para el medioambiente.

Finalmente, el impacto social del dispositivo propuesto se refleja en su capacidad de mejorar la calidad de vida en situaciones de vulnerabilidad. Su diseño portátil y multifuncional, validado mediante prototipos y pruebas de usuario, demuestra una clara orientación a la accesibilidad y facilidad de uso e integración comunitaria.

La fase de validación del diseño mediante maquetas y pruebas con usuarios permitió verificar de forma práctica la viabilidad y funcionalidad del dispositivo propuesto. Los participantes destacaron positivamente aspectos como la portabilidad, la organización visual de elementos y la multifuncionalidad del sistema. Asimismo, gracias a esto, se seleccionó un modelo de diseño y posteriormente se identificaron áreas de mejora, como la necesidad de mayor compresión en la interfaz y la optimización del peso. Estas observaciones fueron clave para refinar el diseño final, evidenciando que el producto no solo responde técnicamente a los requerimientos, sino que también es percibido como útil, intuitivo y relevante por sus potenciales usuarios en contextos reales de emergencia. No se realiza un prototipo funcional de este producto por limitaciones de tiempo y de coste que se permite para este trabajo.

En definitiva, este proyecto de TFG cumple eficazmente con los objetivos planteados al comienzo del trabajo, además, se valora como una contribución práctica ante una necesidad social real. El SafePowerOne representa un ejemplo del potencial de la ingeniería y el diseño industrial para ofrecer respuestas funcionales y contextualizadas a los desafíos actuales.

10. Pliego de condiciones

10.1. Objeto y Alcance

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto el definir y establecer las pautas técnicas, los requisitos de calidad y los procedimientos de seguridad necesarios para evaluar y guiar tanto el diseño como la fabricación del Sistema de Energía Portátil de Emergencia para Hogares (SafePowerOne).

El alcance de este proyecto abarca la conceptualización del diseño de la estructura y componentes propios del SPO. Con este pliego, se busca asegurar que tanto el concepto del método como su ejecución se lleven a cabo de forma eficiente, cumpliendo los objetivos planteados desde el inicio del proyecto y satisfaciendo las necesidades del usuario final dentro de los estándares de seguridad aplicables.

Primero se deben evaluar las normativas que rigen este proyecto. Dado que el SPO se basa en un ensamblaje modular, este pliego recalca la importancia de analizar a fondo cómo se unen las piezas diseñadas, así como la correcta integración y funcionamiento con los componentes comerciales adquiridos. Esto se enfoca ya que la solidez y operatividad del sistema es esencial antes de su fabricación, para ello se adjunta el diseño del *Manual de Montaje* dentro del pliego. Posteriormente, se establece que las pruebas de funcionalidad y cumplimiento normativo de carácter oficial deben ser realizadas una vez se disponga de un prototipo funcional y, preferiblemente, en un centro especializado que garantice la precisión y validez de los resultados.

Al no ser este un proyecto con un enfoque en ingeniería eléctrica o electrónica, la selección y las especificaciones de los componentes eléctricos integrados se consideran a un nivel general y funcional, basándose en equipos comerciales estándar. Para la optimización detallada y la certificación final de estos sistemas, se recomienda la consulta a un especialista para futuras aplicaciones.

10.2. Normativas

Este apartado recopila y analiza el conjunto de referencias normativas que regulan el diseño, fabricación y uso del Sistema del SPO. Se recopilan y analizan las directivas, reglamentos y normas técnicas aplicables a equipos eléctricos y electrónicos de consumo,

prestando especial atención a la seguridad eléctrica, la compatibilidad electromagnética (CEM), y la gestión segura de baterías de litio.

Asimismo, se incluyen aquellas normativas específicas relacionadas con el diseño industrial, la eficiencia energética y el impacto ambiental del producto en fabricación y posterior de su vida útil, especialmente en el contexto de su uso doméstico y en situaciones de emergencia.

Para una estructura jerárquica, el análisis se organiza en tres niveles: Normativa nacional (España), Normativa europea (UE) y Normativa internacional (estándares globales aplicables al sector).

- **Real Decreto 187/2016** requisitos de diseño ecológico aplicables a productos relacionados con la energía, incluyendo, como en este caso, fuentes de alimentación. (BOE, 2016, 6 de mayo).

- **Real Decreto 110/2015** sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), regulan la gestión y reciclaje de dispositivos con estas características y clasifica los LEDs como componente electrónico reciclable. Mientras que las pantallas planas están categorizadas como residuos electrónicos prioritarios para reciclar. (BOE, 2015, 20 de febrero).

- **Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT) – ITC-BT-04**, se aplica a dispositivos de baja tensión utilizados en las instalaciones eléctricas en entornos domésticos y de emergencia. (BOE, 2025, 3 de 2025).

- **Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminadas** que son afectados por el fin de la vida útil de baterías y componentes electrónicos. (BOE, 2022, 8 de abril).

Existen diferentes directivas y reglamentos de la Unión Europea que rigen el diseño, fabricación, distribución y reciclaje de dispositivos eléctricos con batería:

- **Directiva 2014/53/UE – RED** – Radio Equipment Directive aplica para los equipos que emiten o reciben señales de radiofrecuencia. (EUR-Lex.Parlamento Europeo, 2014, 16 de abril).

- **Directiva 2014/35/UE - Baja Tensión (LVD)** para garantizar que los equipos electrónicos funcionen con seguridad entre unos 50 y 1000 V en corriente alterna, o llegar entre 75 y 150 V en corriente continua. (EUR-Lex. Parlamento Europeo, 2014, 26 de febrero).
- **Directiva 2014/30/UE** - Compatibilidad Electromagnética (CEM) garantiza que el equipo no genere ni sufra alguna interferencia electromagnética. (EUR-Lex. Parlamento Europeo, 2022, 26 de septiembre).
- **Directiva 2011/65/UE** – RoHS II limita el uso de sustancias que sean peligrosas en equipos eléctricos. (EUR-Lex. Parlamento Europeo, 2011, 8 de junio).
- **Reglamento (UE) 2023/1542** sobre las baterías y residuos de baterías, siendo la regulación por medio del etiquetado, seguridad, sostenibilidad, trazabilidad y el reciclaje de baterías portátiles e industriales. (Parlamento Europeo y del Consejo, 2023, 12 de julio).
- **Reglamento delegado (UE) 2019/2015** refiriéndose a etiquetado energético de fuentes de luz. (EUR-Lex. Parlamento Europeo y del Consejo, 2019, 11 de marzo).
- El **Marcado CE** obligatorio garantiza la existencia del cumplimiento de requisitos de seguridad, salud y medioambiente bajo parámetros estipulados. (UE).

En el contexto global, el dispositivo debe tener en cuenta las siguientes normas técnicas de referencia, especialmente si se plantea su fabricación o distribución fuera de Europa:

- **Norma UNE-EN 62471** Seguridad fotobiológica de lámparas y sistemas de iluminación, que incluyen LEDs, evaluando riesgo por exposición a radiación óptica. (UNE-EN, 2009, 23 de septiembre).
- **IEC 62133-2:2017** – International Electrotechnical Commission – norma de carácter internacional para la seguridad de baterías recargables de litio en equipos portátiles. (IEC, 2017, 01 de junio).
- **IEC 62368-1**. Seguridad de equipos de tecnología de la información y telecomunicaciones. (IEC, 2023, 26 de marzo).
- **ISO 14001:2015** – Gestión ambiental. (ISO, 2015).
- **IEEE 1725 / IEEE 1625**. Estándares técnicos dentro de la seguridad y el rendimiento de sistemas de baterías recargables en dispositivos portátiles. (IEEE, 2008).

- **UN 38.3.** Requisito obligatorio para el transporte internaciones que recorrería baterías de ion-litio sea por tierra, aire o mar. (ONU)

10.3. Características de Materiales

Tomando en cuenta los objetivos del proyecto y estudiando su factibilidad de producción y demostrando en el análisis estático realizado. Se han elegido en base a sus propiedades mecánicas, térmicas, eléctricas y su adecuación al proceso de fabricación. A continuación, se detallan las características técnicas de cada material:

- **Materiales Estructurales:**

Contrachapado de Madera de Arce: Material compuesto por finas láminas de madera de arce pegadas entre sí, con la dirección de la veta alternada en capas sucesivas. [Consultar Anexos \(Complementos-Fichas técnica\)](#)

- Densidad: 490 kg/m³
- Limite elástico: 55 MPa
- Módulo elástico: 12.000 MPa (paralela a la veta de las capas externas).
- Coeficiente de Poisson: 0,33.
- Módulo cortante/rigidez: 1.200 MPa.
- Coeficiente Dilatación térmica: $30 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Estabilidad Dimensional: Alta (menor deformación por cambios de humedad que la madera maciza).
- Acabado Superficial: Liso, apto para barnizado o pintado.
- Grano de la madera: en dirección longitudinal.
- Grosor: 22mm.
- Revestimiento: 2 lados

Plástico ABS Estándar: Termoplástico amorfo, buen equilibrio de propiedades mecánicas, facilidad de procesamiento y resistencia al impacto. [Consultar Anexos \(Complementos-Fichas técnica\)](#)

- Densidad: 1.066 kg/m³
- Limite elástico: 45 MPa
- Módulo elástico: 2.100 MPa
- Coeficiente de Poisson: 0,35
- Módulo cortante/rigidez: 318,9 MPa.

- Coeficiente Dilatación térmica: $80 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Acabado Superficial: Mate.

Aleación de Aluminio 6061-T6: Aleación de aluminio de un uso general, tratada térmicamente (T6) para aumentar resistencia. [Consultar Anexos \(Complementos-Fichas técnica\).](#)

- Densidad: 2.700 kg/m^3
- Limite elástico: 275 MPa
- Módulo elástico: 69.000 MPa
- Coeficiente de Poisson: 0,33
- Módulo cortante/rigidez: 26.000 MPa
- Coeficiente Dilatación térmica: $23.6 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Conductividad Térmica: $152 \text{ W/m}\cdot\text{K}$
- Resistencia a la Corrosión: Excelente

- Elementos de Protección:

Caucho de Silicona:

- Densidad: 1500 kg/m^3
- Resistencia a la Tracción: 6 MPa
- Rango de temperatura de servicio: $(-50, 200) ^\circ\text{C}$

Plástico Nailon 6/10:

- Densidad: 1080 kg/m^3
- Límite Elástico: 60 MPa
- Módulo Elástico: 1900 MPa
- Coeficiente de Poisson: 0.36
- Coeficiente de Dilatación Térmica: $97 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Conductividad Térmica: $0.2 \text{ W/m}\cdot\text{K}$

- Elementos de Fijación:

Acero inoxidable AISI 304:

- Densidad: 7900 kg/m^3
- Límite Elástico: 210 MPa

- Módulo Elástico: 195000 MPa
- Coeficiente de Poisson: 0.28
- Módulo Cortante/Rigidez: 76000 GPa
- Coeficiente de Dilatación Térmica: $17.3 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$
- Conductividad Térmica: 16.2 W/m·K

- Elementos eléctricos y de almacenamiento:

Los elementos no diseñados y comprados de forma externa presentan diferentes materiales en su interior, predomina el plástico ABS (en la batería, ventiladores enchufes, etc). Mientras que, los elementos de electrónica predominan silicio, aluminio, cobre, aislantes como el epoxi, etc. Todos estas las propiedades de estos materiales de cada elemento no se mencionan en este documento, pero se puede consultar con su proveedor.

Todos los materiales que no poseen ficha técnica en Anexos para su consulta se deben contactar con el fabricante de dichas piezas.

10.4. Especificaciones técnicas

10.4.1. Piezas diseñadas

Las piezas de diseño por creación propia, cuyas medidas e imagen detalladas se especifican en el apartado de [Planos](#) en el Anexo de este documento. Para mejor seguimiento, la siguiente tabla está acompañada con el número de pieza referente del explotado y conjunto correspondiente a estos planos.

Nº pieza	Nombre	Función	Material	Proceso de fabricación
1	Base	Soporte estructural y protección inferior.	Chapa de aleación de aluminio 6061-T6 y caucho de silicona.	Corte por láser CNC y moldeo por inyección para las almohadillas inferiores.
2	Carcasa delantera	Marco y protección frontal.	Contrachapado de madera de Arce.	Mecanizado CNC, complementado con lijado y Acabado Manual
3	Tapa superior	Soporte estructural y protección	Contrachapado de madera de Arce.	Mecanizado CNC, complementado con lijado y acabado Manual.

		superior. Unión directa con el asa.		
4	Asa	Facilita el transporte. Apoyo directo de la lampara.	Plástico ABS estándar.	Moldeo por inyección.
5	Reflector	Dirige y contine la luz de la lampara.	Plástico ABS estándar.	Moldeo por inyección.
6	Lámpara	Soporte desplegable que proporciona iluminación.	Plástico ABS estándar.	Moldeo por inyección.
7	Carcasa trasera	Soporte estructural y Protección posterior.	Contrachapado de madera de Arce.	Mecanizado CNC, complementado con lijado y acabado Manual.
8	Plegable trasera	Donde se ubica el panel solar para movimiento.	Contrachapado de madera de Arce.	Mecanizado CNC, complementado con lijado y acabado Manual.
9	Plegable soporte	Soporte articulado de ajuste.	Contrachapado de madera de Arce.	Mecanizado CNC, complementado con lijado y acabado Manual.
11	Carcasa izquierda	Protección lateral izquierda con apoyo y salida de ventilación.	Contrachapado de madera de Arce.	Mecanizado CNC, posterior doblado y complementado con lijado y acabado Manual.
12	Carcasa derecha	Protección lateral derecha con salida de sonido radio y salida de ventilación.	Contrachapado de madera de Arce.	Mecanizado CNC, posterior doblado y complementado con lijado y acabado Manual.
13	Rejilla del radio	Protección y difusión acústica.	Chapa de aleación de aluminio 6061-T6.	Corte por láser CNC
16	Tapa conectores	Protección de los conectores.	Plástico nailon 6/10.	Moldeo por inyección.
17	Panel frontal	Panel de interfaz/control de apoyo.	Chapa de aleación de Aluminio 5052 mate y Caucho de silicona.	Corte de Chapa. Punzonado CNC y moldeo por inyección para los botones.
18	Rueda radio frecuencia	Control de frecuencia de radio.	Chapa de aleación de aluminio 6061-T6.	Embutición de chapa.
19	Rueda radio volumen	Control de volumen de radio.	Chapa de aleación de aluminio 6061-T6	Embutición de chapa.

23	Soporte derecho	Soporte estructural. Ventilador	Plástico ABS estándar.	Moldeo por inyección.
24	Soporte izquierdo	Soporte estructural. Ventilador y altavoz.	Plástico ABS estándar.	Moldeo por inyección.
25	Goma protectora	Evitar un rápido deterioro del asa y tapa superior.	Caucho de silicona.	Moldeo por inyección.
28	Soporte electrónico	Soporte para componentes electrónicos dentro del equipo.	Plástico nailon 6/10.	Moldeo por inyección.

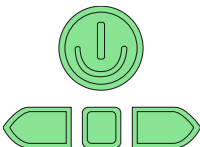
Tabla 13. Piezas que han sido diseñadas.

10.4.2. Piezas no diseñadas

Las piezas adquiridas de proveedores externos corresponden principalmente a los componentes electrónicos y otros elementos comerciales estándar que se integran en el sistema SPO. Dada la especialización de este Trabajo de Fin de Grado en el diseño mecánico y estructural, las especificaciones de estos equipos electrónicos se han abordado de manera general. Junto a ellas las referencias correspondientes para localizar estos componentes.

Componente	Figura	Función	Especificaciones	Cantidad	Ref.
Luces led		Elemento de iluminación.	Bombillas LED E27 GU10 MR16. Integrado al Reflector.	1	[42]
Ventilador		Componente para disipación térmica.	Ventilador 8cm, 12v, 14dB, 7 Aspas, 1800 RPM, Negro Pieza: 20	2	[43]
Batería		Fuente de almacenamiento de energía eléctrica.	* Pieza: 21	1	[44]

Altavoz		Componente para la reproducción de audio.	Radiador de altavoz pasivo de graves, placa de vibración de diafragma. Pieza: 26	1	[45]
Placa ESP 32		Unidad de procesamiento y control específico.	Microcontrolador Pieza: 27	1	[46]
Transformador		Convierte corriente continua a alterna.	Inversor de onda sinusoidal pura, 12V, 24V a 110V220V, transformador de 3KW. Pieza: 29	1	[47]
Motor		Actuador para movimiento mecánico de los ventiladores.	Motor de engranajes de microvelocidad N20. Pieza: 30	1	[48]
Enchufe eléctrico		Punto de conexión a la red eléctrica.	Tensión: 12V. Modelo C87. Blanco. 45x45mm. Integrado al BMS delantera.	4	[49]
Puerto de carga		Interfaz para la recarga o suministro eléctrico.	Tensión: 5/12V. Puertos femeninos. USB tipo A, B y C. Integrado al PC Board.	10	[50]
Equipo radio		Módulo para la recepción/transmisión de señales de radio.	Radio frecuencia SI4732A10 SOP16. Integrado al PC Board.	1	[51]
Leds indicadores		Diodos emisores de luz para señalización de estado.	Corriente máx. 10A. Medidas 16X10X8 cm. Integrado al BMS delantera.	2	[52]
Pantalla LCD		Interfaz visual para mostrar información.	Tipo TN. Resolución 480 (RGB). 135x60x4mm. Integrado al PC Board	1	[53]

Antenas PCB		Elemento para la recepción/transmisión inalámbrica integrada.	Impedancia: 50 ohmios. Longitud: 14 cm o solicitud. Cable RF113. Integrado al PC Board	1	[54]
Placa transmisor a de radio		Módulo electrónico para la emisión de señales de radio.	Transmisora de radio AM. Corriente de 50 a 80 mA. Integrado al PC Board.	1	[53]
Botones de Control		Transductores de acción mecánica a señal eléctrica para el control de usuario.	Caucho de silicona, medidas específicas en plano de panel frontal. Integrado al Panel frontal.	1	[54]
Enchufe macho forma de 8		Toma corriente directa al equipo para carga rápida de batería.	Voltaje nominal 250V. Corriente nominal 2,5A. Con protección a sobrecargas. Incorporado a la Carcasa Trasera.	1	[55]
Enchufe de entrada macho de 3 pines		Toma corriente directa al equipo para carga rápida de batería.	Conector IEC C14. Voltaje nominal 250V. Corriente nominal 10A. Plástico Nylon y cobre. Incorporado a la Carcasa Trasera	1	[56]
Cable de carga		Componente aparte del equipo. Agregado al ser entregado el equipo al usuario final.	Cable de alimentación. Núcleo de alambre de cobre. Soporta hasta 200W de 10A 250V. Longitud de 1,2 m.	1	[57]
Tornillos M3x8		Unión entre piezas.	Cabeza avellanada de 3mm y 8mm de longitud acero inoxidable.	6	[58]
Tornillos M4x10		Unión entre piezas.	Cabeza avellanada de 4mm y 10mm de longitud, acero inoxidable.	14	

Tornillos M5x20		Unión entre piezas.	Cabeza hexagonal de 5mm de diámetro y longitud de 20mm, acero inoxidable.	2	[59]
Arandela plana M4		Distribuir la presión para la protección del material.	Acero inoxidable AISI 304. Diámetro interior 4,3mm. Diámetro exterior 9mm.	6	[60]
Tuerca M4		Fijar y sujetar los tornillos. Previene movimientos o separaciones no deseadas.	Tuerca métrica hexagonal M4. 7mm diámetro exterior.	6	[62]

Tabla 14. Piezas no diseñadas. Componentes subcontratados.

10.4.2.1.1. Pieza 21. Batería.

* Se describe aparte este componente con mayor detalle, puesto que su rol es central en el diseño del SPO. Sus características de potencia y la disipación de calor asociada son factores críticos que influyen directamente en el rendimiento global y la integridad estructural del equipo.

- Diseño: Tamaño Grupo U1 con 128,4 Wh/L.
- Potencia: 576 Wh de energía útil y 576 W de salida continua.
- Escalable: Configuración hasta 51,2V 180Ah (9216 Wh/W).
- Seguridad avanzada: Recuperación automática tras sobrecarga y resistencia a humedad/niebla salina.
- Protección térmica: Corte de descarga a -20 °C, carga a 0 °C, reanudación a 5 °C.
- Duradera: 4000–15,000 ciclos, 10 años de vida útil, c THESE celdas LiFePO4 de grado automotriz.
- Carga flexible: Compatible con cargador LiFePO4, solar, alternador o generador.
- Certificaciones: UL-2271, FCC, CE, RoHS, UN38.3.

Toda esta información fue proporcionada por el vendedor de la batería seleccionada.

Las ultimas piezas en especificar son aquellas que deben ser encargadas con medidas y programación determinada. Sus medidas se especifican en el apartado de *Planos* con el mismo número de referencia que se indica en la tabla.

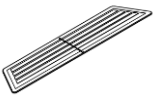
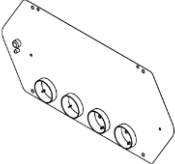
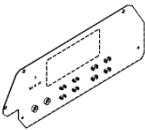
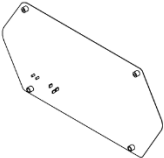
Nº Pieza	Componente	Figura	Funcionalidad	Descripción
10	Panel Solar		Convertir la energía de la radiación solar directamente en energía eléctrica de corriente continua (DC)	Su fabricación y control deben ajustarse a potencias y regulaciones del equipo. Con medidas específicas.
14	BMS delantera		Sistema de gestión de batería	Gestión de batería. Principalmente control de la salida de energía eléctrica.
15	PC Board		Proporcionar vías conductoras para establecer las interconexiones eléctricas entre los componentes.	Base de montaje de elementos de dispositivos.
22	BMS trasera		Sistema de gestión de batería	Gestión de batería. Principalmente control de la entrada de energía eléctrica.

Tabla 15. Piezas no diseñadas. Componentes encargados a medida.

10.4.3. Ensamblaje y especificaciones

10.4.3.1. Presentación del Manual de montaje

Para la ejecución del ensamblaje del SPO se llevará a cabo mediante una metodología modular y secuencial. Esta secuencia se detallada gráficamente paso a paso en el *Manual Técnico de Montaje*. En él hace referencias no solo a los pasos, se hace una lista de piezas, de tipo de uniones, de herramientas de utilización y de pasos de seguridad de conexiones a tomar en cuenta en el momento real a su ejecución.

En el ámbito dentro de la industria, los procedimientos de ensamblaje se caracterizan por un enfoque práctico y una documentación concisa, diseñada para la mitigación de errores y la eficiencia en la revisión de los pasos operativos. No obstante, dado el contexto de este trabajo académico de grado y las inherentes limitaciones en el acceso a conceptos propias de la industria en este sector, se ha optado por una presentación menos rigurosa en su formato, priorizando la claridad. El objetivo de este es una información accesible no

solo para operarios técnicos especializados, sino para un público más amplio dentro de diferentes entidades académicas.

El ensamblaje se realizará siguiendo estrictamente el orden de los conjuntos (A a N) y los pasos de unión definidos en el manual, ya que cada etapa se construye sobre la anterior, optimizando el flujo de trabajo y minimizando errores.



Piezas y equipos

1. Base	2. Carcasa delantera	3. Tapa superior	4. Asa	5. Reflector y luces led.
6. Lámpara	7. Carcasa trasera	8. Plegable trasera	9. Plegable soporte	10. Panel solar
11. Carcasa izquierda	12. Carcasa Derecha	13. Rejilla del Radio	14. BMS delantera	15. PCB Board
16. Tapa conectores	17. Panel frontal	18. Rueda radio frecuencia	19. Rueda radio volumen	20. Ventilador comercial x2
21. Batería	22. BMS trasera	23. Soporte derecho	24. Soporte izquierdo	25. Goma protectora asa x2
26. Altavoz	27. Placa ESP 32	28. Soporte electrónico	29. Transformador	30. Motor

3

Uniones

a) Tornillos M3x8 cabeza avellanada	b) Tornillos M4x10 cabeza avellanada
 x6	 x14
c) Tornillos M5x20 cabeza hexagonal	d) Arandela plana M4 e) Tuerca M4
 x2	 x6  x6

Herramientas



Utilice guantes antiestáticos al manipular componentes electrónicos sensibles.

4

Leyenda

Número de paso de unión en el que se encuentra	1
Indicador de pieza (consultar página 3)	(pieza 1, pieza 2, pieza 3, etc)
Indicadores de los conjuntos que se van formando	Letras mayúsculas con orden correspondiente (A,B,C, etc)
Indicador de que uniones se utiliza. Necesaria utilización de herramientas (consultar página 4)	Letras minúsculas (a, b, c, etc) acompañadas de flechas de ubicación.
Indicación de lugar de las uniones por tornillos y tuercas	
Indicación de lugar de las uniones manuales a presión.	

Precauciones de Seguridad Eléctrica:

- Siempre utilice guantes antiestáticos al manipular componentes electrónicos sensibles.
- Verifique la polaridad de todas las conexiones DC antes de energizar.
- Asegúrese de que todos los cables de los componentes electrónicos estén correctamente soldados y aislados para evitar cortocircuitos.
- Realice pruebas de continuidad o cortocircuito antes de la conexión final de la batería principal.

5

Pruebas Intermedias:

- Antes de cerrar la carcasa, se debe realizar una prueba de continuidad en el circuito de alimentación principal (Conjunto M)
- Después de conectar la batería (Conjunto F), verifique que el BMS se activa correctamente y que no hay cortocircuitos en las salidas.
- Tras la integración de la PCB (Conjunto K), se recomienda una prueba funcional de la placa para verificar la alimentación y la comunicación con los periféricos clave.

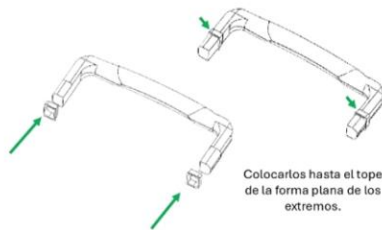
NOTA

*El montaje de los componentes electrónicos y el cableado debe realizarse de acuerdo con el *Diagrama de Conexión Eléctrica*.

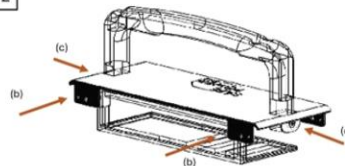
6

1

Para iniciar el montaje, primero deben colocarse las gomas protectoras (pieza 25x2) en ambos extremos del asa (pieza 4).



2



A = Conjunto superior:

Piezas:

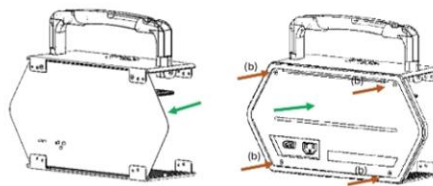
- 3 (Tapa superior)
- 4 (Asa)
- 28 (Soporte electrónico)

Uniones:

- Fije la pieza 3 (Tapa superior) a la pieza 4 (Asa) utilizando 2 tornillos c (M5x20)
- Atornille la pieza 28 (Soporte electrónico) a la pieza 3 con 2 tornillos b (M4x10)

7

3



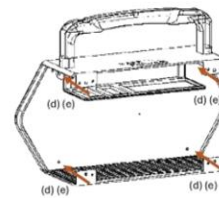
B = Conjunto Posterior y superior

Piezas:

- Conjunto A (Conjunto Superior)
- 1 (Base)
- 7 (Carcasa trasera)
- 22 (BMS trasera)

Uniones:

- Ensamble el Conjunto A, la pieza 22 (BMS trasera) y la pieza 7 (Carcasa trasera) a la pieza 1 (Base). Asegure con 4 tornillos b (M4x10).
- Utilice 4 arandelas d (planas M4) y, posteriormente, 4 tuercas e (M4) en la parte posterior de los tornillos de este conjunto.

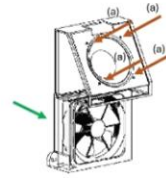
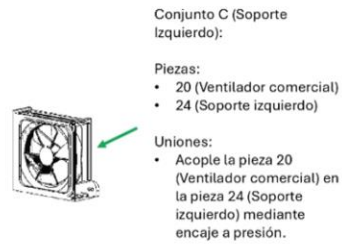


Vista delantera del proceso.
Conjunto B y colocación de tuercas M4

8

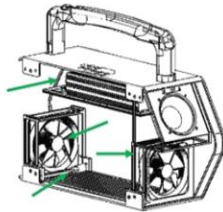
4

C y D = Conjunto soportes laterales

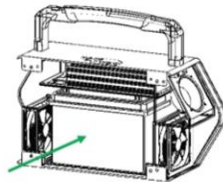


9

5

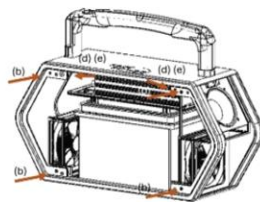


6

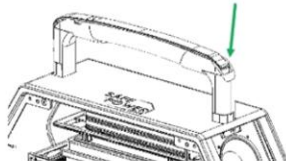


10

7

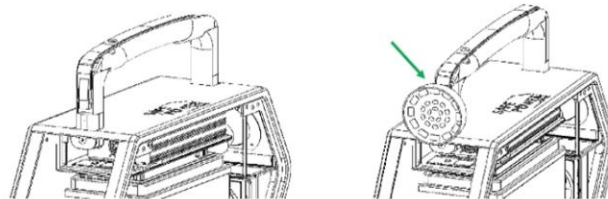


8



11

9



I= Conjunto lámpara final

Piezas agregadas:

- 5 (Reflector y luces led)

Uniones:

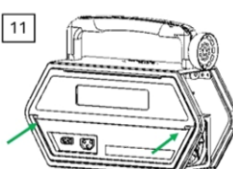
La pieza 5 (Reflector y luces led), que aloja los LEDs, se conecta mediante un cableado simple al circuito integrado en la pieza 4 (Asa) y la pieza 6 (Lámpara). Fije la pieza 5 a la pieza 6 mediante la inserción a presión de sus dos cilindros de montaje en los orificios correspondientes de la pieza 6.

12

10



11



J= Conjunto con panel

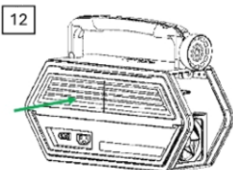
Piezas agregadas:

- 8 (Plegable trasera)
- 9 (Plegable soporte)
- 10 (Panel solar)

Las uniones se realizan mediante encaje a presión entre las ranuras y los salientes de las piezas.

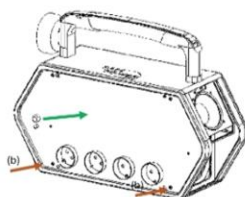
Pasos: 1. Inserte la pieza 8 (Plegable trasera) a presión en el saliente superior de la pieza 7 (Carcasa trasera). 2. A continuación, acople la pieza 9 (Plegable soporte) en las ranuras inferiores de la pieza 8. 3. Finalmente, coloque la pieza 10 (Panel solar) en las ranuras correspondientes de la cara superior de la pieza 9 prestando atención a la conexión existente en la parte posterior de la pieza 10.

12

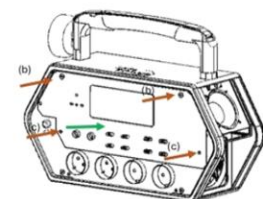


13

13



14



K = Conjunto frontal

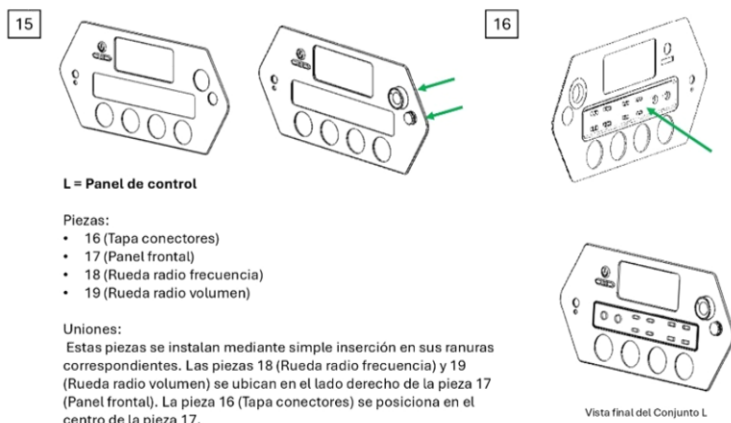
Piezas que se agregan:

- 14 (BMS delantera)
- 15 (PCB Board)

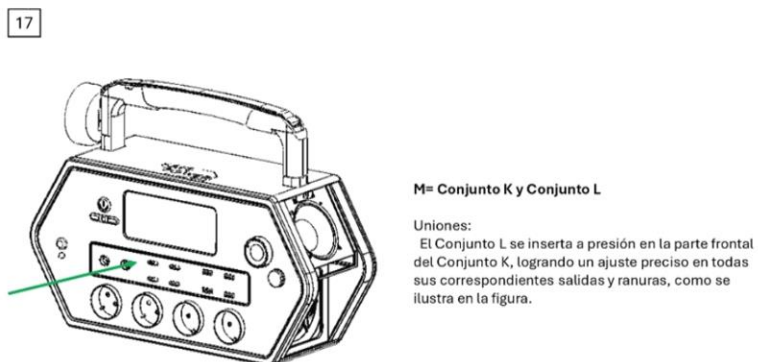
Uniones:

- Sitúe la pieza 14 (BMS delantera) ajustándola a su forma al Conjunto J para después asegurarlo en la parte inferior con 2 tornillos b (M4x10).
- Asegure la pieza 14 y la 15 (PCB Board) al Conjunto J en la parte superior con 2 tornillos b (M4x10).
- Para mayor fijación se termina de ajustar la pieza 14 y la pieza 15 utilizando 2 tornillos a (M3x8).

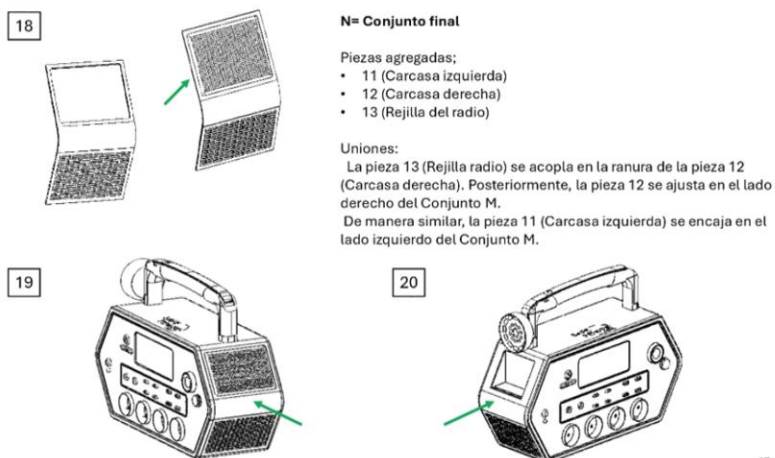
14



15



16



17

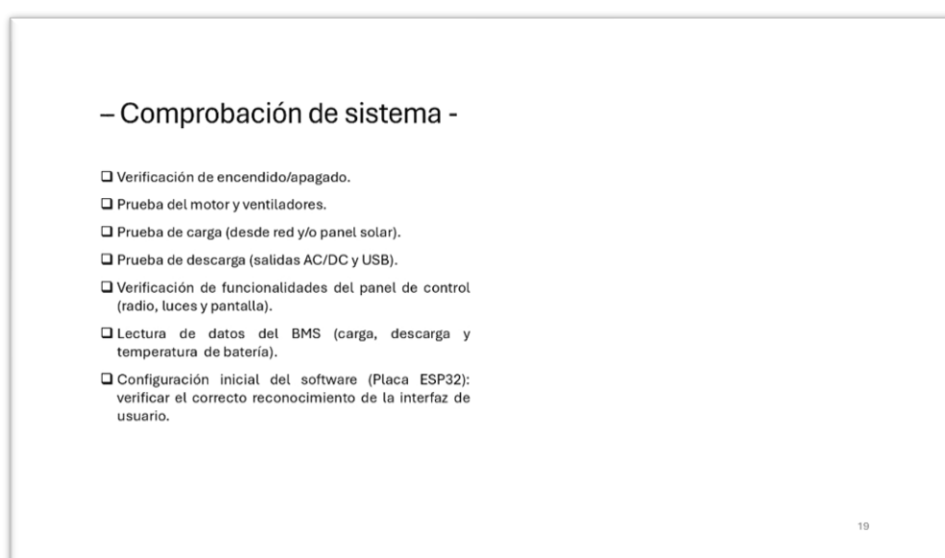
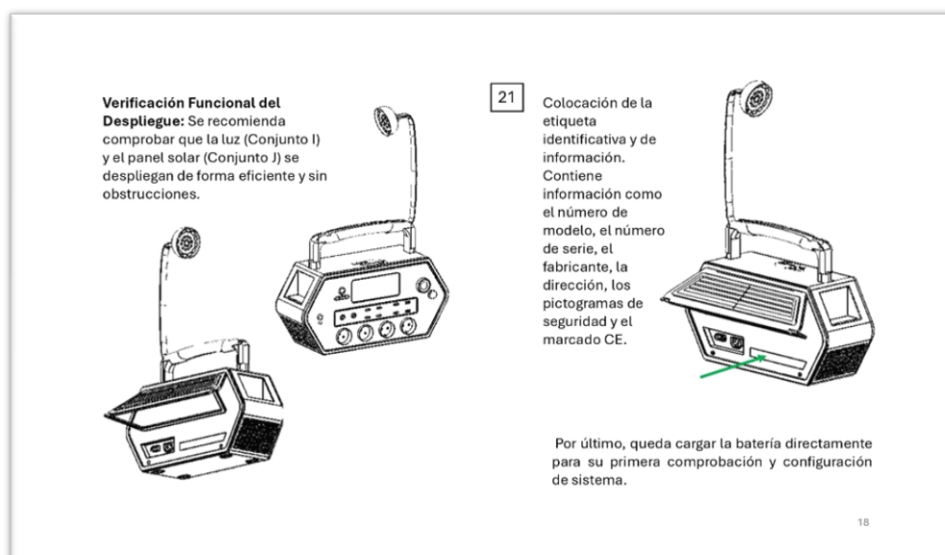


Figura 55. Manual de montaje técnico (página 1 a 19). Elaboración propia.

Se puede observar en sus casi 20 páginas como esta metodología asegura una secuencia constructiva, lógica y controlada, desde la presentación de componentes, la preparación de la estructura base hasta la integración final de todos los subsistemas y aspectos a tomar en cuenta. Dentro del manual se especifica ciertos criterios clave a seguir que se desarrollan con detalle en los siguientes puntos.

10.4.3.2. Precauciones de Seguridad Eléctrica

Como se recalca en el *Manual de montaje* en las páginas 4 y 5, se deben utilizar guantes antiestáticos en todo momento al manipular componentes electrónicos sensibles para prevenir daños por descarga electrostática. El área de trabajo para la integración electrónica deberá estar libre de cargas estáticas.

Algunas conexiones y equipos comerciales ya están adheridas a las piezas especificadas, como es el caso de los chips, los enchufes, los LEDs, la bombilla led, etc., que se especifican en el apartado de *Piezas no diseñadas*, aun así, debe existir una verificación de conexiones eléctricas, antes de cualquier energización.

10.4.3.3. Diagrama de Conexión Eléctrica

Según lo indicado en la página 6 del manual de montaje, se necesita presentar un diagrama de alto nivel que ayude a entender el flujo de energía y datos, incluso si el ensamblador no es un electrónico, es necesario para un correcto entendimiento de las conexiones entre componentes.

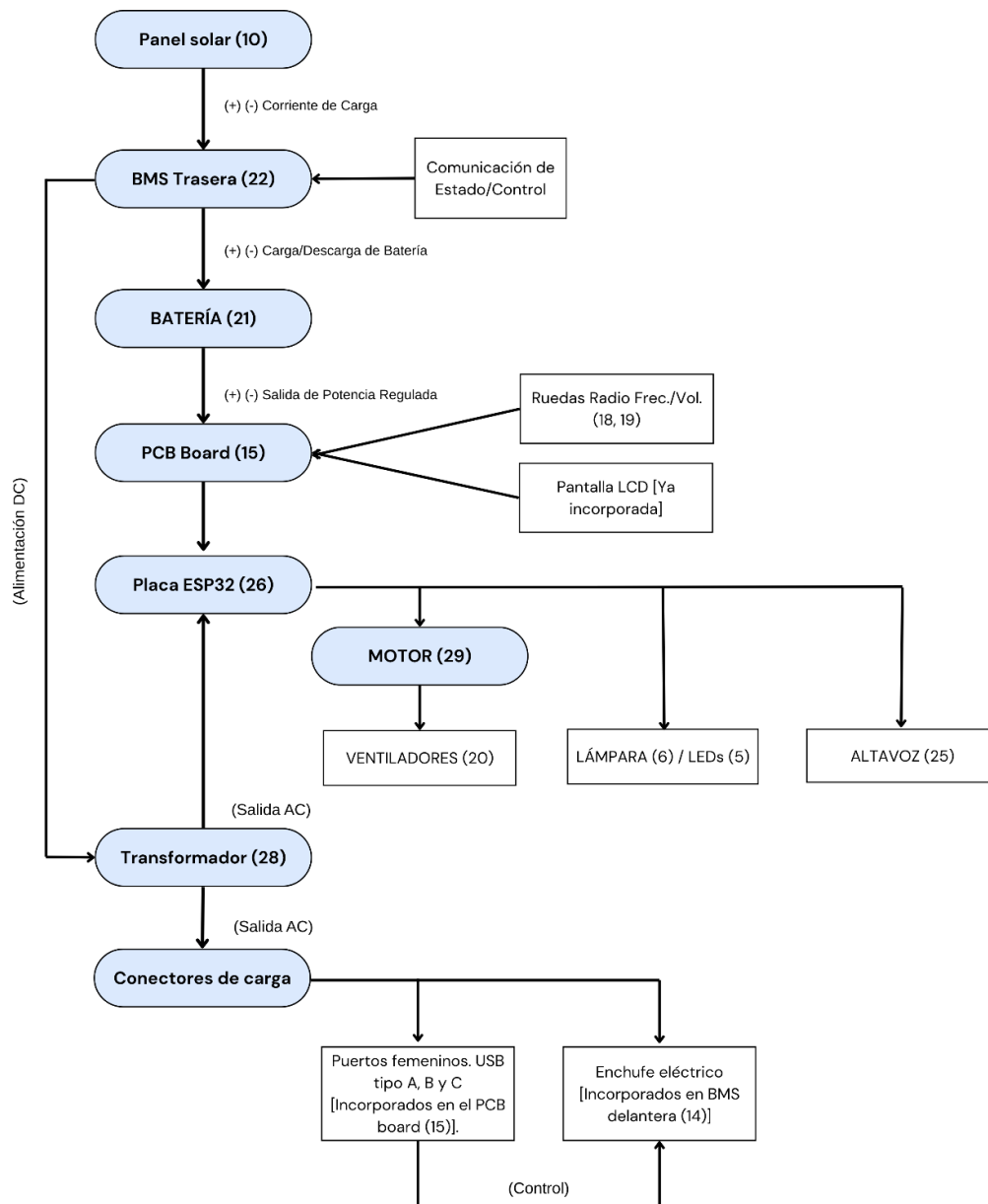


Figura 56. Diagrama de Conexión Eléctrica. Fuente: Elaboración Propia.

La Figura 56 se presenta el diagrama de bloques funcional del sistema SPO, mostrando la arquitectura general y básica en el flujo de energía y señales entre los principales módulos electrónicos y mecánicos. Este esquema facilita la comprensión de la interconectividad del producto y sirve como base para el detalle del cableado en las etapas de ensamblaje.

El sistema se centra en una PCB Board (15) principal, que actúa como el cerebro de control y gestión de potencia. La energía es generada por el Panel Solar (10), cuya carga es regulada por la BMS Trasera (22), el cual también tiene incorporado las entradas directas de alimentación por cableado. Con esto se asegura una gestión eficiente y segura de la Batería (21). La Placa ESP32 (26), comanda los actuadores del dispositivo, incluyendo los

Ventiladores (20), el Motor (29), la Lámpara (6) con sus LEDs (5) y el Altavoz (25), y procesa las entradas de las ruedas de Radio frecuencia y volumen (18, 19). La conversión de potencia se realiza a través del Transformador (28), encargado de proporcionar las tensiones adecuadas para los componentes y las salidas para ser utilizados.

Finalmente, la BMS Delantera (14) se integra con los conectores de carga (USB y AC), gestionando las interfaces de entrada/salida de energía con el exterior, bajo la supervisión general de la PCB Board principal.

10.4.3.4. Comprobación subsistemas y mecanismos.

Se debe tener presente los siguientes puntos:

- Antes de cualquier energización, se realizará una doble verificación de la polaridad de todas las conexiones DC. Se asegurará que los cables estén correctamente crimpados/soldados y que su aislamiento sea íntegro para evitar cortocircuitos.
- Cada componente, especialmente los electrónicos, deberá ser posicionado en su ranura o soporte designado con precisión, siguiendo las indicaciones gráficas del manual.
- Todos los elementos de fijación (tornillos y tuercas que se indican) se aplican conforme a las indicaciones del manual, asegurando un apriete adecuado. Los ensamblajes por encaje a presión deben verificar una sujeción firme y estable.
- Como se indica en la página 16 del *Manual de Montaje* se debe comprobar los mecanismos de despliegue de la lámpara y el panel solar se ensamblarán verificando su movilidad fluida y sin obstrucciones, asegurando que los cables de conexión no se pinchen o limiten el movimiento.

10.4.3.5. Pruebas y ajustes finales.

A tomar en cuenta en el desarrollo del montaje:

- Antes del cierre final de la carcasa, se realizará una prueba de continuidad en el circuito de alimentación principal (Conjunto M).
- Tras la conexión de la batería (Conjunto F), se verificará que el BMS se activa correctamente y que no hay cortocircuitos en las salidas.

- Después de la integración de la PCB (Conjunto K), se efectuará una prueba funcional de la placa para confirmar la alimentación y la comunicación con los periféricos clave.

Finalmente, se realizará la Comprobación del Sistema, tal como se detalla en la última sección del *Manual de Montaje*. Cualquier desviación en el funcionamiento o en la interfaz indicará la necesidad de una revisión exhaustiva del producto y de sus procesos de ensamblaje y pruebas previas.

10.5. Pruebas de cumplimiento

Por medio de las normativas descritas con anterioridad es necesario realizar además de las seguridad y pruebas durante el montaje unos ensayos por norma. Además de las verificaciones de seguridad y las pruebas integradas durante el montaje, es imperativo la aplicación de ensayos normativos oficiales para certificar el cumplimiento del producto. Aunque ciertas precauciones de montaje contribuyen a la conformidad, la validación final se obtiene a través de pruebas estandarizadas. A continuación, se presenta un resumen de los ensayos normativos aplicables y su tratamiento en el desarrollo.

- Normativa LVD -Baja tensión: Aplicación de voltajes de prueba, medición de fugas y calentamiento bajo carga
- Normativa EMC (CEM): Pruebas en cámara anecoica con antenas de prueba y generadores de EMI.
- Normativa RED (Radio): Medición de sensibilidad, potencia y distorsión armónica.
- Normativa RoHS: Ensayo químico con espectroscopía XRF.
- RAEE (Real Decreto 110/2015): Este cumplimiento se verifica mediante el etiquetado adecuado, la inclusión de la información sobre reciclaje en el Manual de Instrucciones y la correcta identificación de la batería.
- EN 62471 – Seguridad fotobiológica de LED: Evaluación de riesgo de daño ocular. Se realizarán mediciones espectrales y de intensidad lumínica (en lux) para asegurar la seguridad fotobiológica.
- Normativa RAEE: Etiquetado y reciclado. Verificación visual para documentarlo, revisión de ciclo de vida y marcado visible.

11. Presupuesto

En este apartado, se estimarán los costes de producción asociados a lo que implica la fabricación, diseño, seguridad y total del SPO, siguiendo un coste según naturaleza con los siguientes puntos:

1. Costes directos:
 - A. Materia prima
 - B. Piezas fabricadas
 - a. Inyección de plástico
 - b. Mecanizado CNC
 - c. Piezas de Aluminio
 - C. Piezas subcontratadas
 - a. Componentes comerciales
 - b. Piezas encargadas con medidas
 - D. Mano de obra
 - a. Montaje y ensamblaje
 - b. Pruebas de seguridad
 - c. Embalaje
2. Costes indirectos o margen
3. Beneficios Industriales
4. Impuestos
5. Coste Total

11.1. Costes directos

Son aquellos directamente asociados con la producción de cada unidad del sistema. Por medio de la página xometry.eu y protolabs.com se dedujo los costes correspondientes de precio de molde y mecanizado CNC.

Para realizar el estudio presupuestario y asegurar la viabilidad de comercialización del SPO, el presupuesto se basará en un volumen de producción anual de 5.000 unidades. Este volumen permite amortizar elevadas inversiones iniciales con o lo son los moldes por inyección y compra mayorista de compuestos electrónicos. Así mismo se aprovecharía la eficiencia inherente al proceso de inyección y un enfoque más realista a la producción industrial.

11.1.1. Fabricación

11.1.1.1. Materia prima

En la siguiente tabla figura el coste equivalente material por masa medida en kg, este valor se puede determinar a partir del programa de moldeado en que fue realizado el ensamblaje dentro de las especificaciones de pieza.

Figura	Piezas	Masa (g)	Total (kg)	Pre unitario (€/kg)	Pre parcial unitaria (€)
Contrachapado de Madera de Arce	2; 3; 7; 8; 9; 11; 12	62,05 + 56,25+ 56,25 + 102,90+ 55,46 + 11,68+ 34,56 + 19,20	0,328	7,37	2,42
Plástico ABS Estándar	4; 5; 6; 23; 24	263,09+ 30,05+ 65,90+ 66,50+ 35,97	0,426	1,75	0,746
Aleación de Aluminio 6061-T6	1; 13; 18; 19	466,92+ 45,36+ 8,07+ 3,35	0,521	2,99	1,558
Plástico Nailon 6/10	16; 28	26,91+ 153,73	0,181	2,01	0,364
Caucho de Silicona	25	0,84	0,00084	1,8	0,0015
Coste total materia primas					5,089

Tabla 16. Materia prima.

El valor total refleja los euros que equivaldría por unidad de equipo para las piezas diseñadas. Coste de materiales prima se tendría: 5,089€ por equipo del diseño de piezas.

Paginas consultadas:

- Contrachapado de madera: *Tosize.es*. Consultado: 29/06/2025
- Aluminio: *Alibaba.com*. Consultada: 29/06/2025
- Plástico ABS certificado de inyección: *Alibaba.com*. Consultado: 29/06/2025
- Plástico nailon 6/10 para aplicaciones técnicas: *Alibaba.com* Consultado: 30/06/2025
- Caucho de Silicona: *Rolifx*. Noticias y blogs. Consultado: 30/06/2025

11.1.1.2. Piezas fabricadas

Los procesos de moldeo por inyección y mecanizado CNC serán subcontratados a un fabricante externo especializado. [Consultar Anexos \(Presupuesto consultado de piezas específicas\)](#). Si bien la inversión en la maquinaria de corte y preparación no se incluirá en el presupuesto directo del proyecto, es imperativo considerar el tiempo de ciclo y el coste por lote de producción para estimar el precio unitario final de cada componente fabricado por el proveedor. Este enfoque permitirá determinar un presupuesto por unidad preciso y optimizar la viabilidad económica del SPO.

i. Inyección de plástico

Inicialmente, para las piezas de plástico ABS, se consideró la fabricación mediante impresión 3D. Sin embargo, dado que este Trabajo de Fin de Grado se enfoca en la viabilidad industrial y económica del producto a escala de producción, se ha optado por justificar el moldeo por inyección como proceso de fabricación principal para estas piezas.

Costo/hora de máquina se estima en 50 €/h para moldeo por inyección, esto es confirmado por varias fuentes como lo son Protolabs y Xometry.

	Proceso	Costo €/hora	Tiempo aprox. Por ciclo (seg)	Costo del molde (€)	Costo amortizado p/u (para 5.000 uds)	Precio unitario (€)
Asa	Moldeo por inyección	50	66	18.480	$18.480 / 5.000 =$ 3,70 €	4,617
Reflector	Moldeo por inyección	50	35	8.435	$8.435 / 5.000 =$ 1,687€	2,173
Lámpara	Moldeo por inyección	50	29	4.880	$4.880 / 5.000$ =0,976€	1,378
Soporte derecho	Moldeo por inyección	50	38	19.360	$19.360 / 5.000$ =3,872€	4,399
Soporte izquierdo	Moldeo por inyección	50	29	18.605	$18.605 / 5.000$ =3,721€	4,123
Tapa conectores	Moldeo por inyección	65	15	4.666	$4.666 / 5.000$ =0,9332€	1,204

Soporte electrónico	Moldeo por inyección	50	20	5.200	5.200/5.000 =1,04€	1,318
Goma protectora	Moldeo por inyección	30	6	1.975	1.975/5.000 =0,395€	0,445
Transporte					150/5.000	0,03
Total					81.751	19,684

Tabla 17. Piezas fabricadas con inyección de plástico.

Precio unitario por pieza =

$$\text{Costo} \frac{1(\text{€})}{1(\text{hora})} \times \frac{1(\text{hora})}{3600(\text{seg})} \times \text{Tiempo aprox. por ciclo (seg)} + \text{Costo amortizado(€)}$$

El presupuesto de las páginas de consulta se tomó literalmente el coste de moldeo por ser lo más representativo y de mayor valor. Igualmente, se toma en cuenta la vida útil de los moldes para cada pieza, estas son de 1 cavidad (no multicavidad), con vida útil “ilimitada” (alta calidad).

ii. Mecanizado CNC

Los precios consultados se extrajeron de las páginas de *foromadera.com*, *glassdoor.es* y *longwinprecision.com*. Consultado 01/07/2025. Mientras que el tiempo de proceso fue consultado mediante *longshengmfg.com* y *Xometry.com*. Consultado 01/07/2025

	Proceso	Precio (€/hora)	Acabado final- lijado + barniz (€)	Tiempo proceso + acabado	Dismi. Tiempo lote 5.000 (min)	Coste unidad (€)
Carcasa delantera	Mecanizado CNC corte	16	14	7,4+2,1+1,4= 10,9 min	7,63	16,035
Tapa superior	Mecanizado CNC corte + grabado	18	14	2+2,6+1,7+3,5 = 9,8 min	6,86	16,058
Carcasa trasera	Mecanizado CNC corte	16	14	5,4+3,1+3 = 11,5 min	8,05	16,146
Plegable trasera	Mecanizado CNC corte	16	14	3,5+2+1,3 = 6,7 min	4,69	15,251

Plegable soporte	Mecanizado CNC corte y torneado	18	14	$1+0,4+1,3+4=$ 6,8min	4,76	15,428
Carcasa izquierda	Mecanizado CNC corte	16	14	$16+ 2+1,3 =$ 13,3 min	9,31	16,482
Carcasa derecha	Mecanizado CNC corte	16	14	$8 + 2+1,3 =$ 5,3 min	3,71min	14,99
Total				64,3 min	45,01min	110,39 €

Tabla 18. Piezas fabricadas con mecanizado CNC.

El tiempo de mecanizado puro tiene mucha variación, el tiempo de preparación, carga, cambio de herramientas, y manipulación sí puede optimizarse. Es por ello por lo que existe una disminución en tiempo del lote de 5.000 piezas reflejado en la tabla. Las cargas múltiples por tablero completo, se efectuará un 30% (media estipulada) de tiempo aproximado por cada pieza.

iii. Piezas de Aluminio

El tiempo y coste estimado fue corroborado por las páginas de longshengmfg.com y Xometry.com. Consultado 01/07/2025.

	Proceso	Precio €/hora	Tiempo	Costo molde amortizado p/u (para 5.000 uds)	Coste unidad
Base	Corte + mecanizado + rectificado	40	75 min	-	$(40 / 60) \times 75 =$ 50,00 €
Rejilla del radio	Corte + mecanizado + rectificado	40	10 min	-	$(40 / 60) \times 10 =$ 6,67 €
Panel frontal	Corte + mecanizado + rectificado	40	5 min	-	$(40 / 60) \times 5 =$ 3,33 €
Rueda radio frecuencia	Corte + embutición chapa	35	0,8 min	$3.000 \text{ €} / 5.000\text{uds}$ $= 0,60$	$(35/60) \times$ $0,8+0,6=$ 1,067€
Rueda radio volumen	Corte + embutición chapa	35	0,8 min	$3.000 \text{ €} / 5.000\text{uds}$ $= 0,60$	$35/60) \times$ $0,8+0,6=$ 1,067€
Total					62,134 €

Tabla 19. Piezas fabricadas de aluminio.

Resumen piezas fabricadas

Tipo	Costo amortizado p/u (para 5.000 uds)	Precio por unidad de equipo (€)
Inyección plástica	57.640	19,684
Mecanizado CNC	551.950	110,39
Piezas de Aluminio	327.335	62,134
Total	936.925	192,208

Tabla 20. Total, coste de piezas fabricadas.

11.1.2. Piezas subcontratadas

Para estimar el valor de producción de un equipo SPO, al igual que en los totales anteriores, se proyecta una producción anual de 5.000 unidades, como referencia de amortización. A partir de esta cantidad, se elaborará un cuadro comparativo considerando el valor por pedido en grandes volúmenes, para luego desglosarlo y determinar el coste unitario estimado en euros por equipo.

11.1.2.1. Componentes comerciales

Las páginas consultadas para el cálculo de precio se encuentran directamente en la tabla dentro del *Pliego de Condiciones* mostrado con anterioridad.

Componente	Figura	Proveedor	Precio por unidad de equipo (€)	Valor lote (€)	Precio al mayor 5.000 unidades (€)
Luces led		AliExpress	2,71	12.250	$12.250/5.000=$ 2,45
Ventilador		Amazon	2,19 unidad. x2= 4,38	21.500	$21.500/10.000 =$ 2,15 x2= 4,3
Batería		Litime-ES	159,99	699.950	$699.950/5.000=$ 139,99
Altavoz		AliExpress	0,99	4.350	$4.350/5.000=$ 0,87

Placa ESP 32		Amazon	2,98	10.150	$699.950/5.000 =$ 2,03
Transformador		Alibaba	38,39	116.450	$116.450/5.000=$ 23,29
Motor		AliExpress	2,23	9.550	$9.550/5.000=$ 1,91
Enchufe eléctrico		Alibaba	$1,18 \times 4 = 4,72$	8.500	$8.500/10.000 =$ 0,85 $\times 4 =$ 3,4
Puerto de carga		Alibaba	$0,038 \times 10 =$ 0,38 (pedido mínimo de 1000 unid)	1.700	$1.700/100.000$ $=0,017$ $\times 10 =$ 0,17
Equipo radio		AliExpress	0,99	3.950	$3.950/5.000=$ 0,79
Leds indicadores		Alibaba	$0,34 \times 2 = 0,68$	3.200	$3.200/10.000=$ 0,32 $\times 2 =$ 0,64
Pantalla LCD		Alibaba	127,97	150.000	$150.000/5.000 =$ 25,59
Antenas PCB		AliExpress	1,89	5.250	$5.250 / 5.000 =$ 1,05
Placa transmisor a de radio		Alibaba	1,41	4.750	$4.750/5.000=$ 0,95
Botones de Control		AliExpress	$0,43 \times 3 = 1,29$	1.000	$1.000/5.000=$ 0,2 $\times 3 =$ 0,6

Enchufe macho forma de 8		AliExpress	0,77	2.850	$2.850 / 5.000 =$ 0,57
Enchufe de entrada macho de 3 pines		RS Components	1,49	5.300	$5.300/5.000=$ 1,06
Cable de carga		AliExpress	2,52	4.950	$4.950/5.000 =$ 0,99
Tornillos M3x8		AliExpress	$0,02 \times 6 = 0,12$	150	$150 / 30.000 =$ 0,005 $\times 6 =$ 0,03
Tornillos M4x10		AliExpress	$0,02 \times 14 =$ 0,28	500	$500/70.000=$ 0,007 $\times 14 =$ 0,1
Tornillos M5x20		AliExpress	$0,05 \times 2 = 0,1$	70	$70/10.000 = 0,007$ $\times 2 =$ 0,014
Arandela plana M4		AliExpress	$0,08 \times 6 = 0,48$	150	$150/30.000=$ 0,005 $\times 6 =$ 0,03
Tuerca M4		AliExpress	$0,60 \times 6 = 3,6$	1.800	$1.800/30.000=$ 0,06 $\times 6 =$ 0,36
Total:			383,450	2.453.720	211,184

Tabla 21. Componentes comerciales.

Gracias a esta comparación dentro de la tabla 21. Se puede notar una inversión de dos y medio millón para un lote de 5.000 equipos ensamblados hay una diferencia de 383,45€ entre los 211,184€, esto se traduce a un 45% aproximado de precio menor por la compra por unidad.

11.1.2.2. Piezas encargadas con medidas

Los precios son consultados por estimación en páginas especializadas como pcbway.es, abervian.es/baterias-y-bms y ayaatech.com. Consultado 01/07/2025.

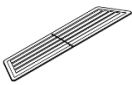
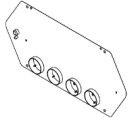
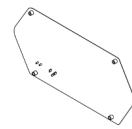
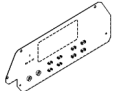
Componente	Figura	Proveedor	Coste unitario	Valor lote (€)	Precio al mayor 5.000 unidades (€)
Panel Solar		Voltaic.com (Custom Solar Panels)	9,45	24.250	$24.250/5.000 = 4,85$
BMS delantera		Ayaatech.com	46,68	120.750	$120.750/5.000 = 24,15$
BMS trasera				120.750	$120.750/5.000 = 24,15$
PC Board		Pcbway.es	21,162	25.061,67	$25.061,67/5000 = 5,012$
Total			123,971	290.811,67	58,162

Tabla 22. Componentes encargados a medida.

Los BMS tanto delanteros como traseros se llevarían a cabo por el mismo fabricante, mismo envío y lote desde Asia. Asimismo, hay que destacar los costes de envío están ya incluidos en el precio final de la compra por lote tanto los comerciales como los encargados a medida.

11.1.3. Mano de obra

Este cuadro refleja el tiempo de montaje de una sola unidad. Con ello los operarios se guiarían y referencia con el *Manual de Montaje*. Se hace consulta Salario operario de fábrica y técnico eléctrico por hora en España es.jooble.org. Consultado 30/06/2025.

Fase	Proceso	Tiempo estimado (min)	Precio €/hora	Precio por equipo (€)
Montaje y ensamblaje	Ensamblaje de estructura principal (conjunto A y B)	20	11,65	3,883
	Montaje de subconjuntos electrónicos y cableado	35		6,796

	(conjunto C hasta G)			
	Montajes plegables (Conjunto H hasta J)	10		1,941
	Montaje frontal (Conjunto K hasta M)	15		2,911
	Ensamblaje final y verificación	30		5,825
Pruebas de seguridad	Test de continuidad	20	17,81	5,936
	Test funcional PCB y periféricos	15		4,452
	Comprobación de sistema	8		2,374
Embalaje	Colocar producto en la caja, añadir protectores, manual, cerrar y sellar	5	11,65	0,971
Total				35,089

Tabla 23. Mano de obra.

Todos estos procesos con sus tiempos son aproximados, en la fase de pruebas de seguridad puede aumentar el tiempo al encontrarse con algún fallo que requiera más atención.

Resumen total costes directos:

	Lote de 5.000 equipos (€)	Precio coste unidad (€)
Materia prima	24.936,1	5,089
Piezas fabricadas	936.925	192,208
Componentes comerciales	2.453.720	211,184
Piezas encargadas con medidas	290.811,67	58,162
Mano de obra	175.445	35,089
Costes directos	3.881.837,77	501,73

Tabla 24. Total, costes directos.

Como dato adicional se puede observar que el costo para un lote anual tendría un valor de 3.8 millones de euros, que dentro de una empresa con un producto innovador es aceptable.

11.2. Costes indirectos o margen

Se plantea que los procesos de la producción se encuentran dentro del territorio español en todo momento, se toma referencia a sus impuestos y tomando en cuenta que el porcentaje puede variar mucho según la industria, pero, el grado de automatización de la fábrica y la estructura de costes de la empresa (siendo un sector de la electrónica de consumo y ensamblaje) se determina un 15% de los Costes Directos para asumir los Costes Indirectos de un lote de 5.000 unidades para producción anual. En estos costes se incluye:

- a. Desarrollo y diseño.
- b. Calidad y pruebas; costes de certificación y homologación.
- c. Administrativos y de gestión.
- d. Infraestructura - Gastos generales de fabricación.
- e. Maquinaria.
- f. Tasas de RAEE y AEE.
- g. Comerciales y de marketing.
- h. Otros, siendo afines a lo anterior.

11.3. Coste Total

	Porcentajes	Costo producto (€)
Costes directos	-	501,73
Costes indirectos o margen	15%	75,260
Beneficio Industrial	10%	50,173
Subtotal	-	627,162
IVA	21%	131,704
Total	-	758,86€

Tabla 25. Coste total SPO.

12. Referencias

- Anker. *Generadores y energía portátil*. Amazon. <https://www.amazon.com/Anker-PowerCore-Portable-Retractable-Emergency/dp/B0CQ5BMM9Z>
- Bautista, J., & Castañeda, I. (2021, diciembre). *Desarrollo de un prototipo funcional de un sistema fotovoltaico portátil para el suministro de energía a personal militar en zonas aisladas* [Trabajo de grado, Universidad UNAB].
<http://hdl.handle.net/20.500.12749/15411>
- Boletín Oficial del Estado [BOE]. (2015, 20 de febrero). *Real Decreto 110/2015, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos*.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2015/02/20/110/con>
- Boletín Oficial del Estado [BOE]. (2016, 6 de mayo). *Real Decreto 187/2016, sobre eficiencia energética de productos relacionados con la energía*.
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2016/05/06/187>
- Boletín Oficial del Estado [BOE]. (2022, 8 de abril). *Ley 7/2022, de residuos y suelos contaminados para una economía circular*.
<https://www.boe.es/eli/es/l/2022/04/08/7/con>
- Boletín Oficial del Estado [BOE]. (2025, 3 de marzo). *Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC*.
https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326
- Bosch, G. (2025, 24 de enero). El mapa de las viviendas dañadas por la DANA en Valencia. *Las Provincias*. <https://www.lasprovincias.es/comunitat/mapa-viviendas-danadas-dana-20250123174921-nt.html>
- Budynas, R. G., & Nisbett, J. K. (2008). *Diseño en ingeniería mecánica de Shigley* (8ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- EcoFlow. (2025). *Acerca de nosotros*. <https://www.ecoflow.com/es/about-us>
- EcoFlow. (2025). *Estación de energía portátil EcoFlow RIVER 600-EU*. Fusion Energía Solar.
<https://fusionenergiasolar.es/estacion-de-energia-portatil/1219-estacion-de-energia-portatil-ecoflow-river-600-eu.html>
- EcoFlow. (2025). *Estación de energía portátil EcoFlow DELTA 2*. Amazon.
<https://www.amazon.es/gp/product/B0BBLV8WJH>
- EUR-Lex. Parlamento Europeo. (2011, 8 de junio). *Directiva 2011/65/UE sobre restricciones a sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos (RoHS)*.
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32011L0065>
- EUR-Lex. Parlamento Europeo. (2014, 26 de febrero). *Directiva 2014/35/UE sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros relativas a la*

comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32014L0035>

EUR-Lex. Parlamento Europeo. (2022, 26 de septiembre). *Directiva 2014/30/UE sobre compatibilidad electromagnética.* https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/LSU/?uri=oj:JOL_2014_096_R_0079_01

EUR-Lex. Parlamento Europeo y del Consejo. (2019, 11 de marzo). *Reglamento Delegado (UE) 2019/2015 de la Comisión sobre etiquetado energético.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32019R2015>

EUR-Lex. Parlamento Europeo. (2014, 16 de abril). *Directiva 2014/53/UE sobre equipos radioeléctricos.* <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32014L0053>

Europapress. (2025, 29 de abril). *La causa del apagón masivo en España: qué se sabe hasta ahora.* <https://www.europapress.es/nacional/noticia-causa-apagon-masivo-espana-sabe-ahora-20250429143023.html>

García, Ó. (2025, 5 de febrero). *Tendencias 2025 en el sector energético: un año de grandes cambios.* *El Periódico de la Energía.* <https://elperiodicodelaenergia.com/tendencias-2025-en-el-sector-energetico-un-ano-de-grandes-cambios>

Genergy. (s.f.). *Generador solar GZE-1210 1228WH 1000W.* <https://genergy.es/generador-solar-gze-1210/>

IEC. (2017, 1 de junio). *Acumuladores alcalinos y otros acumuladores con electrolito no ácido.* UNE. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0058380>

IEC. (2023, 26 de marzo). *Audio/video, information and communication technology equipment.* UNE. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/iec/?c=27412>

IEEE. (2008). *Standard for Rechargeable Batteries for Multi-Cell Mobile Computing Devices.* <https://ieeexplore.ieee.org/document/4657368>

ISO. (2015). *Sistemas de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso (ISO 14001).* <https://www.iso.org/es/norma/14001>

Jackery. (2025). *Jackery Explorer 240 – Estación de energía portátil.* <https://es.jackery.com/portable-power-stations/explorer-240-portable-power-station>

- Javier Galán, L. S. (2025, 26 de marzo). *Agua, comida y medicinas: qué incluir en un kit de emergencia como el que recomienda la UE*. *El País*.
<https://elpais.com/internacional/2025-03-26/agua-comida-y-medicinas-que-incluir-en-un-kit-de-emergencia-como-el-que-recomienda-la-ue.html>
- Jorge Alonso del Valle, J. V. (2019). *Proof_SAAEI_19**. *Repositorio Institucional de la Universidad de Oviedo*.
https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/56930/Proof_SAAEI_19.pdf
- Landeta, M., & Santiago, G. (2018). *Diseño y construcción de una estación de energía solar portátil*. Universidad de las Américas.
<http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/10244>
- Muensuksaeng, C., Harnmanasvate, C., Chantana, J., & Cheacharoen, R. (2022, octubre). Portable solar-powered dual storage integrated system: A versatile solution for emergency. *Solar Energy*, 247, 230–239.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0038092X22007630>
- ONU. (s.f.). *Pruebas para baterías de litio UN 38.3*. <https://tritekbattery.com/es/un-38-3/>
- Parlamento Europeo y del Consejo. (2023, 12 de julio). *Reglamento (UE) 2023/1542 sobre baterías y residuos de baterías*. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2023-81096>
- SBAOH. (s.f.). *Generador de energía portátil 27000 mAh, 230 V / 99Wh AC outlet camping*. Amazon. <https://www.amazon.es/SBAOH-Generador-port%C3%A1til-Generadores-alimentaci%C3%B3n/dp/B09PRN8SNY>
- Snail, R. (2025). *Radio meteorológica de manivela de emergencia*. Amazon. <https://www.amazon.com/Emergency-Radio%E2%BC%8C4000mAh-Solar-Portable-Flashlight-Lamp%E2%BC%8CCell/dp/B083TLZN7G>
- Store, B. (2025). *BLUETTI EB55 Powerstation 700W/537Wh solar generator*. Amazon. <https://www.amazon.de/-/en/EB55-Powerstation-Generator-Wireless-Emergency/dp/B09GXTX5DM>
- SWAREY. (s.f.). *Estación de energía portátil monocristalina*. Amazon. <https://www.amazon.es/SWAREY-Generador-Port%C3%A1til-Monocristalino-Estaci%C3%B3n/dp/B09TRGND71>
- Tesla, I. (2025). *Powerwall*. Tesla. https://www.tesla.com/es_es/powerwall
- Tomás, E. (2024, 8 de diciembre). Sin electricidad en Chera, Valencia, después de 40 días tras el paso de la DANA. *Antena 3 Noticias*.
https://www.antena3.com/noticias/sociedad/electricidad-chera-valencia-despues-40-dias-paso-dana_202412086755dcf77337f20001b835b0.html

- UE. (s.f.). *Marcado CE*. Unión Europea. https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/labels-markings/ce-marking/index_es.htm
- UNE-EN. (2009, 23 de septiembre). *Seguridad fotobiológica de lámparas y de los aparatos que utilizan lámparas*. UNE. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0043895>
- V-TAC. (2025). *Estación de energía portátil 300W*. Luzenled. <https://www.luzenled.com/generadores-inverter/1531-estacion-de-energia-portatil-300w.html>
- Wastde. (s.f.). *Power Bank solar 26800mAh*. Amazon. <https://www.amazon.es/WASTDE-zonnepaneel-kampeerlamp-batterijen-waterdicht/dp/B0CTZPW2LR>
- Woxter. (2025). *SAI - Woxter UPS 1200 VA*. MediaMarkt. https://www.mediamarkt.es/es/product/_sai-woxter-ups-1200-v-3-enchufes-alarma-ac%C3%B1stica-1189405.html
- Вінниця, Т. (2022). *Bandera Power 125*. Нроматomatnka. <https://www.pa.ua/en/bandera-power-125-2/>

13. Anexos

13.1. ODS relacionados

Este proyecto no solo busca una solución tecnológica por medio de la ingeniería, sino que también responde a necesidades humanas esenciales, proporcionando seguridad, equidad y bienestar en entornos adversos, es por ello por lo que los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que se puede relacionar en este proyecto serian:

ODS 3 - Salud y Bienestar: Garantiza acceso a iluminación y energía en situaciones de crisis, reduciendo riesgos tanto de accidentes domésticos como algún tipo supervivencia básica como: comunicación, preparación de alimentos, suministro de calor o frio, etc. que requieran energía eléctrica.

ODS 7 - Energía Asequible y No Contaminante: Fomenta el uso de energía renovable (paneles solares) para garantizar acceso a la electricidad en cortes prolongados. Propone una alternativa sostenible a generadores de combustibles fósiles, reduciendo emisiones contaminantes.

ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles: Contribuye a la resiliencia urbana, proporcionando una solución adaptable a diversos entornos. Mejora la seguridad en comunidades vulnerables, reduciendo riesgos que se causan en los apagones.

ODS 13 - Acción por el Clima: Fomenta el uso de tecnologías limpias y materiales sostenibles para mitigar el impacto ambiental de soluciones energéticas convencionales. Ayuda a comunidades afectadas por desastres naturales, como es el caso de la DANA que ocurrió en Valencia España, brindando acceso a energía en situaciones de crisis.

13.2. Entrevista realizada

Entrevista Experiencia prolongada de corte de luz

Presentación:

Soy Maira Tarajano, estudiante de ingeniería en Diseño industrial de la Universidad Politécnica de Valencia, estoy realizando esta entrevista en el marco de mis actividades de TFG.

El objetivo es comprender su experiencia en situaciones de corte de luz prolongados para el desarrollo de mi trabajo.

Esta entrevista nos llevará alrededor de 20 minutos

Su opinión sería clave para trabajar en un diseño que pueda ayudar a enfrentar situaciones similares.

Antes de comenzar quiero que se centre en una situación concreta que haya vivido de corte de luz prolongado (la más larga) y responda lo más honestamente posible.

Contexto de situación:

1. ¿En qué país y región se encontraba en el momento que vivió el corte eléctrico?
2. ¿Puede describir la situación o contexto de la situación, de una manera general? (Evento natural/falla generalizada/situación recurrente/etc.)
3. ¿Cuánto tiempo aproximadamente se vio enfrentado a la falta de energía eléctrica?

Impacto personal y soluciones utilizadas:

4. ¿Qué sucedió? (**¿Cómo afectó a su rutina diaria?)
5. ¿Qué herramientas o dispositivos utilizó? (Linternas/velas/generadores/etc.)
6. ¿Qué problemas tuvo en el uso de las herramientas/dispositivos mencionados anteriormente?

Problemas específicos:

7. ¿Qué fue lo más difícil de manejar? (falta de iluminación para hacer actividades/incomunicación/calor o frío soportado/cocinar/etc.)
8. ¿Algo específico que quiera comentar?

Diseño que el entrevistado cree útil:

9. ¿Qué cree que hubiera estado bien tener en ese momento para hacer más llevadera la situación?

10. ¿Cuál o cuáles características cree que sea las más importante para estos momentos? (Compacto/recargable/fácil de transportar/recarga solar/Resistencia al agua o fuego/etc.)

11. ¿Algo que le gustaría compartir sobre este evento, que pudiera servir para ayudar a quienes pasen por situaciones similares?

Y para finalizar...

Perfil del entrevistado:

- Edad:
- Sexo:
- Estudios y/u oficio:

13.3. Complementos

13.3.1 Ergonomía de la mano:

Extraído de las clases de Ergonomía del curso 2023-2024 dentro del Grado de Ingeniería en Diseño Industrial

• Las dimensiones de las manos.

Dimensiones En cm.		PERCENTIL						
		Hombres				Mujeres		
		5 %	50 %	95 %		5 %	50 %	95 %
22	Ancho del meñique en la palma de la mano	1,8	1,7	1,8		1,2	1,5	1,7
23	Ancho del meñique próximo de la yema	1,4	1,5	1,7		1,1	1,3	1,5
24	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	1,8	2,0	2,1		1,5	1,6	1,8
25	Ancho del dedeo anular próximo a la yema	1,5	1,7	1,9		1,3	1,4	1,6
26	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3		1,6	1,8	2,0
27	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1,7	1,8	2,0		1,4	1,5	1,7
28	Ancho del dedo indice en la palma de la mano	1,9	2,1	2,3		1,6	1,8	2,0
29	Ancho del dedo indice próximo a la yema	1,7	1,8	2,0		1,3	1,5	1,7
30	Largo del dedo meñique	5,6	6,2	7,0		5,2	5,8	6,6
31	Largo del dedo anular	7,0	7,7	8,6		6,5	7,3	8,0
32	Largo del dedo mayor	7,5	8,3	9,2		6,9	7,7	8,5
33	Largo del dedo indice	6,8	7,5	8,3		6,2	6,9	7,6
34	Largo del dedo pulgar	6,0	6,7	7,6		5,2	6,0	6,9
35	Largo de la palma de la mano	10,1	10,9	11,7		9,1	10,0	10,8
36	Largo total de la mano	17,0	18,6	20,1		15,9	17,4	19,0

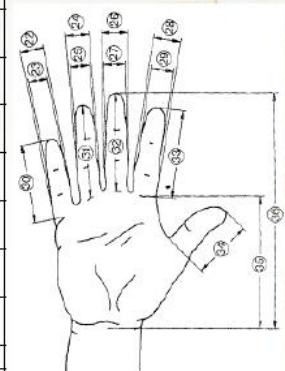
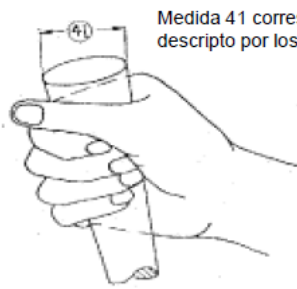


Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33.402 segunda parte).

- Las dimensiones de las manos.



Medida 41 corresponde al anillo descripto por los dedos pulgar e índice



Dimensiones En cm.		PERCENTIL						
		Hombres				Mujeres		
		5 %	50 %	95 %		5 %	50 %	95 %
39	Ancho de la mano incluyendo dedo pulgar	9,8	10,7	11,6		8,2	9,2	10,1
40	Ancho de la mano excluyendo el dedo pulgar	7,8	8,5	9,3		7,2	8,0	8,5
41	Perímetro de agarre de la mano (anillo descripto por los dedos pulgar e índice)	11,9	13,8	15,4		10,8	13,0	15,7
42	Perímetro de la mano	19,5	21,0	22,9		17,6	19,2	20,7
43	Perímetro de la articulación de la muñeca	16,1	17,6	18,9		14,6	16,0	17,7

Tabla con las principales medidas de la mano (Según Norma DIN 33.402 segunda parte).

DISEÑO ERGONÓMICO DE MANDOS (UNE-EN 894-3:2001+A1)

1. EVALUACIÓN DE LA TAREA Y RECOGIDA DE INFORMACIÓN

A la hora de seleccionar un mando se deben de tener en cuenta:

- Las **características de fuerza** en relación con:
 - Tipo de fuerza;
 - Parte de la mano que aplica la fuerza y método de **aplicación de la fuerza**.

Tabla 2 – Clasificación de la fuerza/par para la selección de mandos manuales

Código	Símbolo	Fuerza (N) o Par (N · m)	Grado del requisito
0	○	< 10 N < 0,5 N · m	Despreciable
1	◐	≥ 10 a < 25 N ≥ 0,5 a < 1,50 N · m	Bajo
2	◑	≥ 25 a < 50 N ≥ 1,50 a < 3,0 N · m	Medio
3	◒	≥ 50 a < 80 N ≥ 3,0 a < 5,0 N · m	Alto
4	●	≥ 80 a < 120 N ≥ 5,0 a < 50 N · m	Muy alto

13.3.2. Ficha técnicas materiales:

13.3.2.1. Contrachapado de Arce

Propiedades del producto		
Peso específico (kg/m3)		615
Apariencia		Natural
Calidad de vista		B/BB
Grosor		18 mm
Type		Contrachapado
Variedad		Multiplex hardhout Esdoorn B/BB Gefineerd
Grano de la madera		Sí, en dirección longitudinal
Aplicación (clima)		Interiores
Imitación madera		Arce
Uso funcional		Decorativo
Tono de color		Natural / Ninguno
Lados		Sí
Lijado		No
Adhesión		MR, Interior
Marca de calidad		FSC® mix
Estructura de tablero		Varias capas
Capa superficial		Chapado
Revestimiento		2 lados

13.3.2.2. Plástico ABS



Technical Data Sheet ABS sheets

Our ABS sheets are designed for high heat resistance and can be processed particularly well in thermofforming.

Mechanical properties:

Yield stress	DIN EN ISO 527	45 MPa
Elongation at yield	DIN EN ISO 527	2.7%
Modulus of elasticity	EN ISO 178	2100 MPa
Impact strength 23°C / -30°C	DIN EN ISO 179/2C	13 kJ/m ² / 8 kJ/m ²
Notched imp. strength 23°C / -30°C	DIN EN ISO 179/1eA	18 kJ/m ² / 13 kJ/m ²

Thermal properties:

Vicat B	DIN EN ISO 306	102°C
Temperature of deflection	75-1/1,82MPa	101°C

Electrical properties:

Dielectric constant	IEC 250 (50Hz)	2.8
Contact resistance	DIN EN 61340-5-1	10 ¹¹ Ohm
Surface resistivity	DIN EN 61340-5-1	10 ¹⁴ Ohm
Dielectric strength	VDE 0303	± 9 kV/mm

Typical properties:

Processing shrinkage		0.4-0.7%
Water absorption	ISO 62	0.3%
Density	DIN EN ISO1183	1.05 g/cm ³
Temperature range		-10 to +90°C
Weather resistance		x

Options*: mat, gloss, smooth, textured, with protective film (also deep-drawable), coloured according to RAL colour scale or custom colours, as recycled quality and with glitter effect.
Weather resistant coextrusion types: PMMA/ABS, ASA/ABS.

*not all materials are available from stock; for some, order quantities of >1,000 kg may be required

13.3.2.3. Aluminio 6061-T6

Propiedades técnicas

NORMA E.N.		AW6061
Norma U.N.E.		-
Densidad	g/cm3	2,70
Estado del tratamiento		T-5
PROPIEDADES GENERALES		
Carga de rotura	N/mm2	220
Límite elástico	N/mm2	185
Módulo elástico	N/mm2	69500
Alargamiento a 5,65%		13
Dureza	Brinell	75
PROPIEDADES FÍSICAS		
Punto de fusión	°C	610-655
Conductividad térmica	W/(K*m)	209
Coefic. dilatación termal lineal	m/(m*K)	23,4
Conductividad eléctrica	%IACS	54

13.3.3. Presupuesto consultado de piezas específicas:

Extraído de la consulta presupuestaria de fabricación personalizada de PCB board y molde por inyección de las páginas pcbway.es y protolabs.com

Precio y tiempo de producción

Precio de la PCB

Matriz de comparación de precios

Tiempo de preparación	Cantidad	Total
✓ 7-8 días	5000	\$19316.25

 **Consejo: El precio final puede ser negociado.**

Gastos de envío:

\$5745.42

 SPAIN

FedEx. IP

FedEx-IP 4-6 dias laborales, wt:679.68kg ?

 Fecha de envío
2025/7/9 AM

 Fecha de entrega
2025/7/14

Precio PCB: ?

\$19316.25

Envío:

\$5745.42

Total:

\$25061.67

Notice: Customs duties and VAT are not included!

 **Añadir a la cesta**



Fecha de cotización: 3 de julio de 2025

Presupuesto 5826-127

Preparado para Personal

Moldeo por inyección 7 Piezas

Exportar Controles: Ninguno



Asa

1677-0500-001

Revisión CAD: 1

Vida útil del molde: Ilimitado (fabricació...

1 cavidad

ABS : Polylac PA-727 (Natural)

Natural (Original Material Color)

Estético: PM-F0

No estético: PM-F0

X: 290.16mm Y: 107.53mm Z: 31.90mm

Tolerancia de mecanizado: +/- 0,075 mm

Tolerancia del material: +/- 0.002 mm/mm

⚠

 Esta pieza necesitá su atención:

Cantidad de muestras

250

Piezas @ 7,52 €

1880,00 €

CTQ Parcial FAI

0,00 €

Estudio de capacidad

0,00 €

Molde

18.480,00 €

Total

20.360,00 €

Pídalo antes de:

vie 17:30

Recíballo el::

lun, 4 ago

Acelerando

lun, 28 jul

+ 7392,00 €

Acelerando

jue, 31 jul

+ 4620,00 €

Estándar

lun, 4 ago

Envío 1



Lampara

1781-1982-001

Revisión CAD: 1

Vida útil del molde: Ilimitado (fabricació...

1 cavidad

ABS : Polylac PA-727 (Natural)

Natural (Original Material Color)

Estético: PM-F0

No estético: PM-F0

X: 280.90mm Y: 65.47mm Z: 17.67mm

Tolerancia de mecanizado: +/- 0,075 mm

Tolerancia del material: +/- 0.002 mm/mm

⚠

 Esta pieza necesitá su atención:

Cantidad de muestras

250

Piezas @ 2,32 €

580,00 €

CTQ Parcial FAI

0,00 €

Estudio de capacidad

0,00 €

Molde

4880,00 €

Total

5460,00 €

Pídalo antes de:

vie 17:30

Recíballo el::

lun, 28 jul

Acelerando

jue, 10 jul

+ 4880,00 €

Acelerando

lun, 14 jul

+ 2440,00 €

Acelerando

mié, 16 jul

+ 2050,00 €

Acelerando

lun, 21 jul

+ 1220,00 €

Acelerando

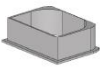
mié, 23 jul

+ 830,00 €

Estándar

lun, 28 jul

Envío 2

	Reflector 1638-4098-001 Revisión CAD: 1 Vida útil del molde: Ilimitado (fabricació... 1 cavidad ABS : Polylac PA-727 (Natural) Natural (Original Material Color) Estético: PM-F0 No estético: PM-F0 X: 71.27mm Y: 71.27mm Z: 39.59mm Tolerancia de mecanizado: +/- 0,075 mm Tolerancia del material: +/- 0.002 mm/mm	Cantidad de muestras 250	<table border="1"> <tr> <td>Piezas @ 2,08 €</td> <td>520,00 €</td> </tr> <tr> <td>CTQ Parcial FAI</td> <td>0,00 €</td> </tr> <tr> <td>Estudio de capacidad</td> <td>0,00 €</td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td>8435,00 €</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>8955,00 €</td> </tr> </table>	Piezas @ 2,08 €	520,00 €	CTQ Parcial FAI	0,00 €	Estudio de capacidad	0,00 €	Molde	8435,00 €	Total	8955,00 €		
Piezas @ 2,08 €	520,00 €														
CTQ Parcial FAI	0,00 €														
Estudio de capacidad	0,00 €														
Molde	8435,00 €														
Total	8955,00 €														
Pidalo antes de: vie 17:30 Recíbalo el:: lun, 28 jul <table border="1"> <tr> <td>Acelerando lun, 14 jul</td> <td>Acelerando mié, 16 jul</td> <td>Acelerando lun, 21 jul</td> <td>Acelerando mié, 23 jul</td> <td>Estándar lun, 28 jul</td> </tr> <tr> <td>+ 4218,00 €</td> <td>+ 3543,00 €</td> <td>+ 2109,00 €</td> <td>+ 1434,00 €</td> <td></td> </tr> </table> Envío 2				Acelerando lun, 14 jul	Acelerando mié, 16 jul	Acelerando lun, 21 jul	Acelerando mié, 23 jul	Estándar lun, 28 jul	+ 4218,00 €	+ 3543,00 €	+ 2109,00 €	+ 1434,00 €			
Acelerando lun, 14 jul	Acelerando mié, 16 jul	Acelerando lun, 21 jul	Acelerando mié, 23 jul	Estándar lun, 28 jul											
+ 4218,00 €	+ 3543,00 €	+ 2109,00 €	+ 1434,00 €												
Pidalo antes de: vie 17:30 Recíbalo el:: mié, 16 jul <table border="1"> <tr> <td>Acelerando jue, 10 jul</td> <td>Acelerando lun, 14 jul</td> <td>Estándar mié, 16 jul</td> </tr> <tr> <td>+ 1975,00 €</td> <td>+ 988,00 €</td> <td></td> </tr> </table> Envío 3				Acelerando jue, 10 jul	Acelerando lun, 14 jul	Estándar mié, 16 jul	+ 1975,00 €	+ 988,00 €							
Acelerando jue, 10 jul	Acelerando lun, 14 jul	Estándar mié, 16 jul													
+ 1975,00 €	+ 988,00 €														
	Goma protectora 1960-8688-001 Revisión CAD: 1 Vida útil del molde: Ilimitado (fabricació... 1 cavidad PC : Gebalon Ultimate G0 FR (Repro) >9... Black (Original Material Color) Estético: PM-F0 No estético: PM-F0 X: 30.99mm Y: 21.67mm Z: 10.00mm Tolerancia de mecanizado: +/- 0,075 mm Tolerancia del material: +/- 0.002 mm/mm	Cantidad de muestras 500	<table border="1"> <tr> <td>Piezas @ 1,81 €</td> <td>905,00 €</td> </tr> <tr> <td>CTQ Parcial FAI</td> <td>0,00 €</td> </tr> <tr> <td>Estudio de capacidad</td> <td>0,00 €</td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td>1975,00 €</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>2880,00 €</td> </tr> </table>	Piezas @ 1,81 €	905,00 €	CTQ Parcial FAI	0,00 €	Estudio de capacidad	0,00 €	Molde	1975,00 €	Total	2880,00 €		
Piezas @ 1,81 €	905,00 €														
CTQ Parcial FAI	0,00 €														
Estudio de capacidad	0,00 €														
Molde	1975,00 €														
Total	2880,00 €														
Pidalo antes de: vie 17:30 Recíbalo el:: mié, 16 jul <table border="1"> <tr> <td>Acelerando jue, 10 jul</td> <td>Acelerando lun, 14 jul</td> <td>Estándar mié, 16 jul</td> </tr> <tr> <td>+ 1975,00 €</td> <td>+ 988,00 €</td> <td></td> </tr> </table> Envío 3				Acelerando jue, 10 jul	Acelerando lun, 14 jul	Estándar mié, 16 jul	+ 1975,00 €	+ 988,00 €							
Acelerando jue, 10 jul	Acelerando lun, 14 jul	Estándar mié, 16 jul													
+ 1975,00 €	+ 988,00 €														
	Tapa conectores.SLDPRT 1662-7976-001 Revisión CAD: 1 Vida útil del molde: Ilimitado (fabricació... 1 cavidad Nylon 6 : Gebamid B GF 30 (Repro) 100... Black (Original Material Color) Estético: PM-F0 No estético: PM-F0 X: 242.45mm Y: 48.44mm Z: 2.90mm Tolerancia de mecanizado: +/- 0,075 mm Tolerancia del material: +/- 0.005 mm/mm	Cantidad de muestras 250	<table border="1"> <tr> <td>Piezas @ 3,30 €</td> <td>825,00 €</td> </tr> <tr> <td>CTQ Parcial FAI</td> <td>0,00 €</td> </tr> <tr> <td>Estudio de capacidad</td> <td>0,00 €</td> </tr> <tr> <td>Molde</td> <td>4565,00 €</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>5390,00 €</td> </tr> </table>	Piezas @ 3,30 €	825,00 €	CTQ Parcial FAI	0,00 €	Estudio de capacidad	0,00 €	Molde	4565,00 €	Total	5390,00 €		
Piezas @ 3,30 €	825,00 €														
CTQ Parcial FAI	0,00 €														
Estudio de capacidad	0,00 €														
Molde	4565,00 €														
Total	5390,00 €														
Pidalo antes de: vie 17:30 Recíbalo el:: lun, 28 jul <table border="1"> <tr> <td>Acelerando jue, 10 jul</td> <td>Acelerando lun, 14 jul</td> <td>Acelerando mié, 16 jul</td> <td>Acelerando lun, 21 jul</td> <td>Acelerando mié, 23 jul</td> <td>Estándar lun, 28 jul</td> </tr> <tr> <td>+ 4565,00 €</td> <td>+ 2282,00 €</td> <td>+ 1917,00 €</td> <td>+ 1141,00 €</td> <td>+ 775,00 €</td> <td></td> </tr> </table> Envío 2				Acelerando jue, 10 jul	Acelerando lun, 14 jul	Acelerando mié, 16 jul	Acelerando lun, 21 jul	Acelerando mié, 23 jul	Estándar lun, 28 jul	+ 4565,00 €	+ 2282,00 €	+ 1917,00 €	+ 1141,00 €	+ 775,00 €	
Acelerando jue, 10 jul	Acelerando lun, 14 jul	Acelerando mié, 16 jul	Acelerando lun, 21 jul	Acelerando mié, 23 jul	Estándar lun, 28 jul										
+ 4565,00 €	+ 2282,00 €	+ 1917,00 €	+ 1141,00 €	+ 775,00 €											

**Soporte izquierdo**

1999-6580-001

Revisión CAD: 1

Vida útil del molde: Ilimitado (fabricació...

1 cavidad

ABS : Polylac PA-727 (Natural)

Natural (Original Material Color)

Estético: PM-F0

No estético: PM-F0

X: 100.53mm Y: 105.00mm Z: 44.62mm

Tolerancia de mecanizado: +/- 0,075 mm

Tolerancia del material: +/- 0.002 mm/mm

Esta pieza necesitá su atención:

Cantidad de muestras

250

Piezas @ 5,34 €	1335,00 €
CTQ Parcial FAI	0,00 €
Estudio de capacidad	0,00 €
Molde	18.605,00 €
Total	19.940,00 €

Pídalo antes de:

vie 17:30

Recíballo el::

lun, 4 agoAcelerando
lun, 28 jul

+ 7442,00 €

Acelerando
jue, 31 jul

+ 4651,00 €

Estándar
lun, 4 ago

Envío 1

**Soporte derecho**

1051-3291-001

Revisión CAD: 1

Vida útil del molde: Ilimitado (fabricació...

1 cavidad

ABS : Polylac PA-727 (Natural)

Natural (Original Material Color)

Estético: PM-F0

No estético: PM-F0

X: 187,15mm Y: 109,99mm Z: 87,17mm

Tolerancia de mecanizado: +/- 0,075 mm

Tolerancia del material: +/- 0.002 mm/mm

Esta pieza necesitá su atención:

Cantidad de muestras

250

Piezas @ 5,92 €	1480,00 €
CTQ Parcial FAI	0,00 €
Estudio de capacidad	0,00 €
Molde	19.360,00 €
Total	20.840,00 €

Pídalo antes de:

vie 17:30

Recíballo el::

lun, 4 agoAcelerando
lun, 28 jul

+ 7744,00 €

Acelerando
jue, 31 jul

+ 4840,00 €

Estándar
lun, 4 ago

Envío 1

Enviar a

46022

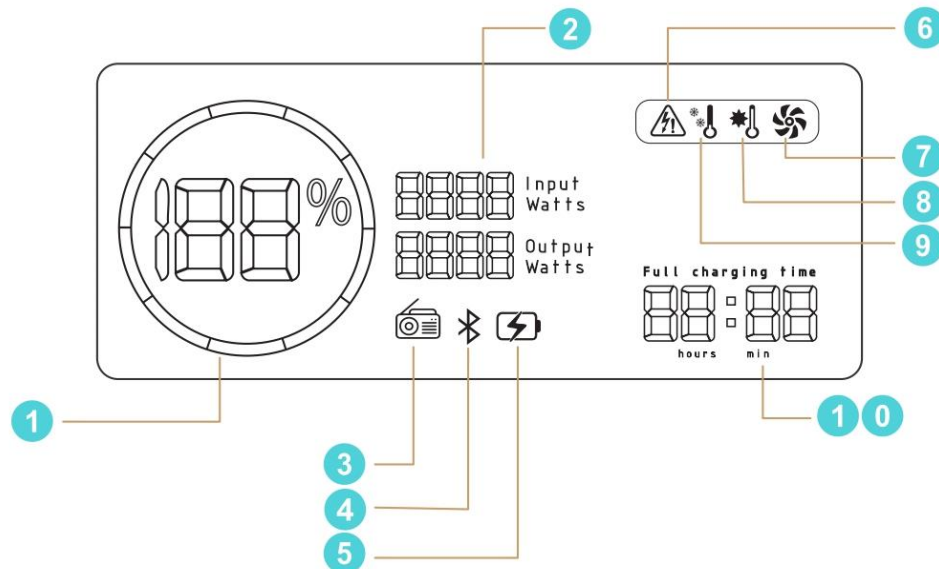
Opciones de envío

No hay cuenta del transportista

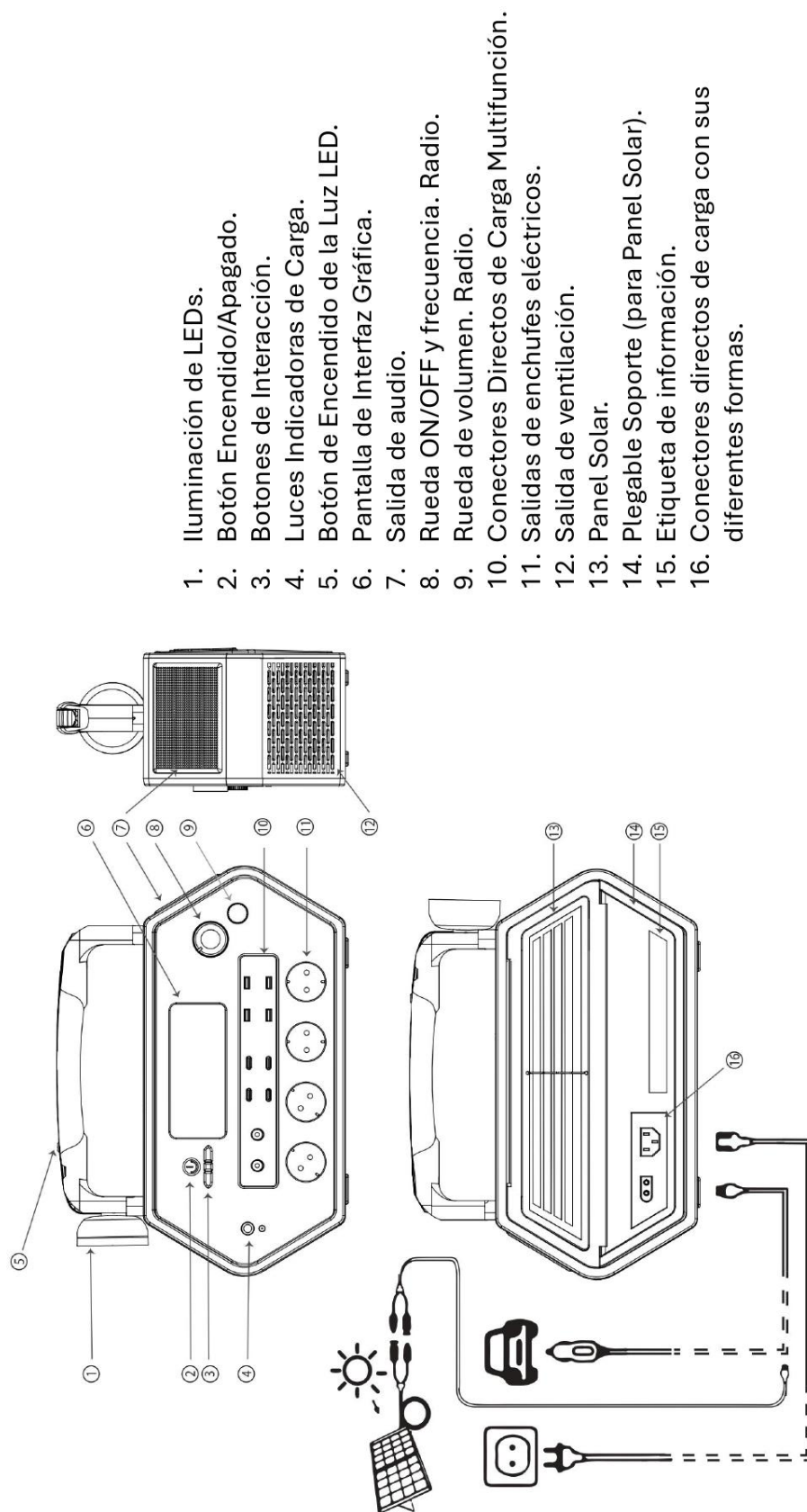
Resumen del pedido

Resumen	Resumen
Item 1	Item 1
Item 2	Item 2
Una o varias piezas precisan su atención.	
Item	Item
Total	20.840,00 €

13.3.4. SPO a detalle:

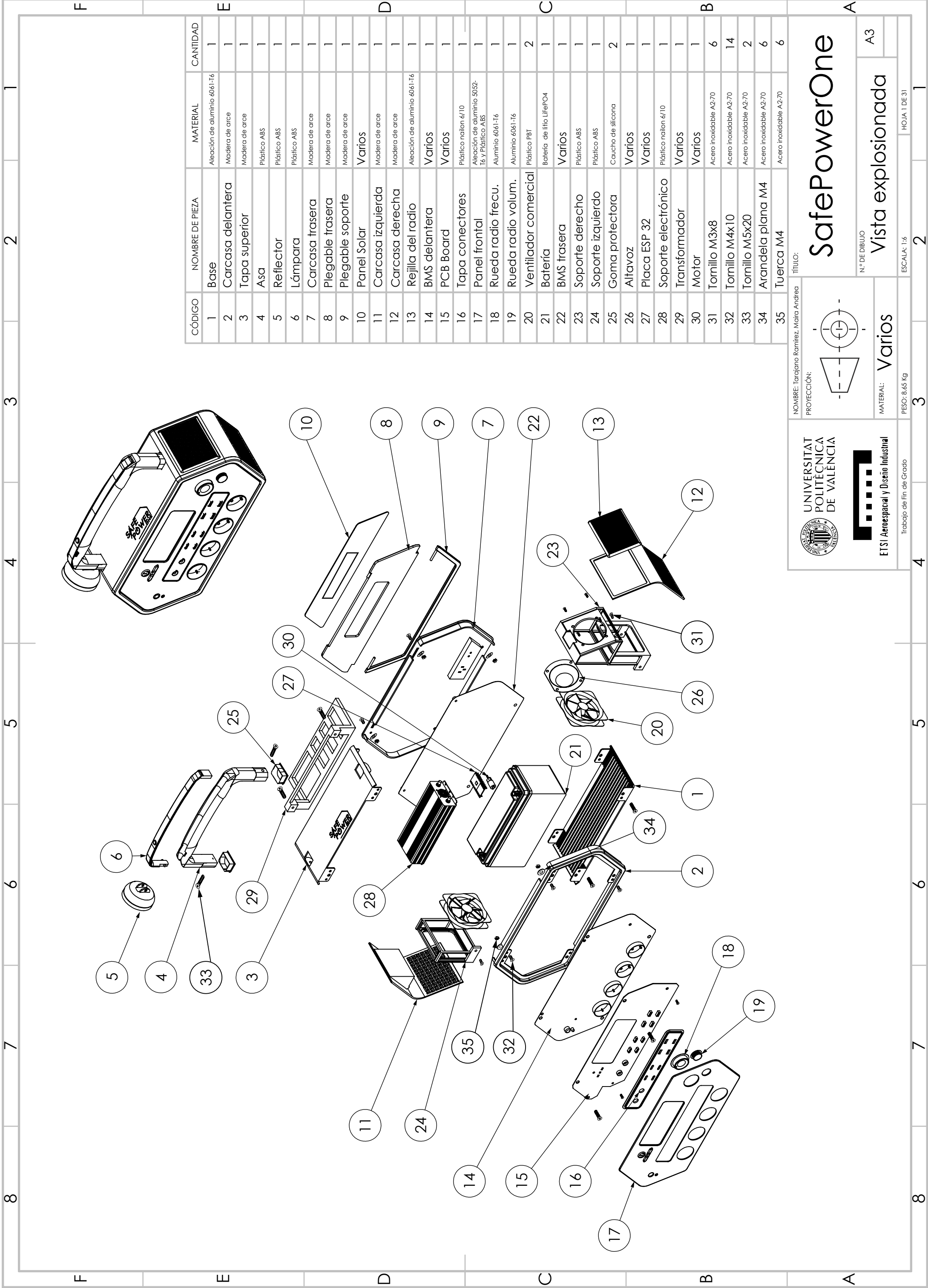


1. Porcentaje restante de la batería.
2. Alimentación de entrada y salida.
3. Indicador del uso de la radio.
4. Indicador del uso del Bluetooth.
5. Indicador de carga de la batería.
6. Alerta: Advertencia de sobrecarga.
7. Alerta: Ventilación del equipo.
8. Alerta: Alta temperatura del equipo.
9. Alerta: Baja temperatura del equipo.
10. Tiempo restante de carga completa.





13.4. Planos



CÓDIGO	NOMBRE DE PIEZA	MATERIAL	CANTIDAD
1	Base	Aleación de aluminio 6061-T6	1
2	Carcasa delantera	Madera de arce	1
3	Tapa superior	Madera de arce	1
4	Asa	Plástico ABS	1
5	Reflector	Plástico ABS	1
6	Lámpara	Plástico ABS	1
7	Carcasa trasera	Madera de arce	1
8	Plegable trasera	Madera de arce	1
9	Plegable soporte	Madera de arce	1
10	Panel Solar	Varios	1
11	Carcasa izquierda	Madera de arce	1
12	Carcasa derecha	Madera de arce	1
13	Rejilla del radio	Aleación de aluminio 6061-T6	1
14	BMS delantera	Varios	1
15	PCB Board	Varios	1
16	Tapa conectores	Plástico nailon 6/10	1
17	Panel frontal	Aleación de aluminio 5052-T6 y Plástico ABS	1
18	Rueda radio frecu.	Aluminio 6061-T6	1
19	Rueda radio volum.	Aluminio 6061-T6	1
20	Ventilador comercial	Plástico PBT	2
21	Batería	Batería de litio LiFePO4	1
22	BMS trasera	Varios	1
23	Soporte derecho	Plástico ABS	1
24	Soporte izquierdo	Plástico ABS	1
25	Goma protectora	Caucho de sílica	2
26	Altavoz	Varios	1
27	Placa ESP 32	Varios	1
28	Soporte electrónico	Plástico nailon 6/10	1
29	Transformador	Varios	1
30	Motor	Varios	1
31	Tornillo M3x8	Acero inoxidable A2-70	6
32	Tornillo M4x10	Acero inoxidable A2-70	14
33	Tornillo M5x20	Acero inoxidable A2-70	2
34	Arandela plana M4	Acero inoxidable A2-70	6
35	Tuerca M4	Acero inoxidable A2-70	6

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

Trabajo de Fin de Grado

NOMBRE: Tarjano Ramirez, Maira Andreea

PROYECCIÓN:

MATERIAL: Varios

PESO: 8.65 Kg

TÍTULO:

Nº DE DIBUJO

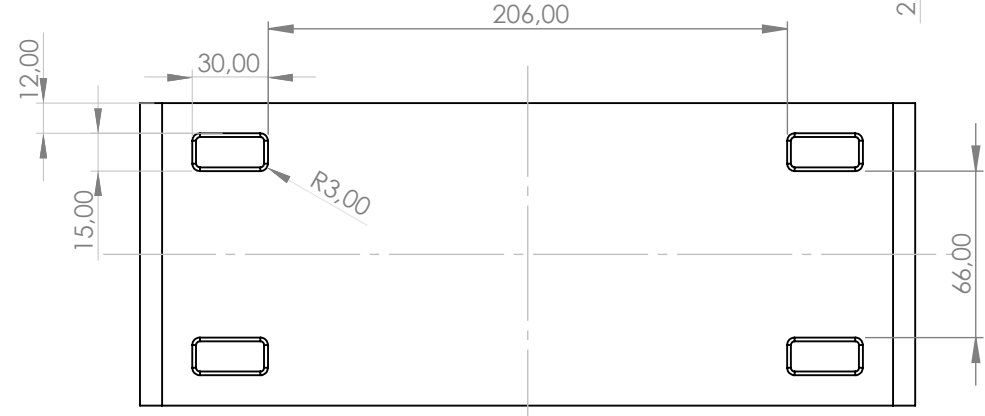
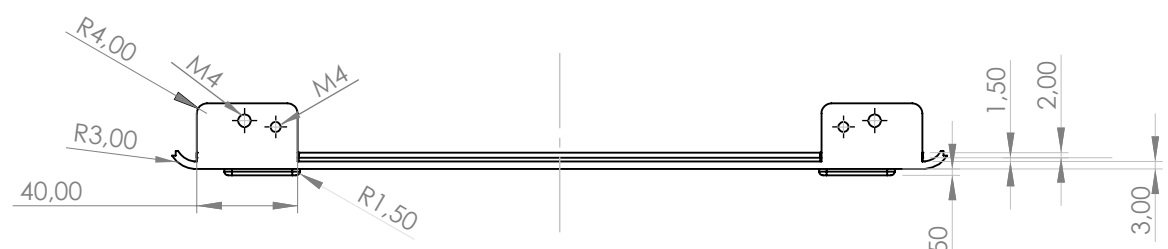
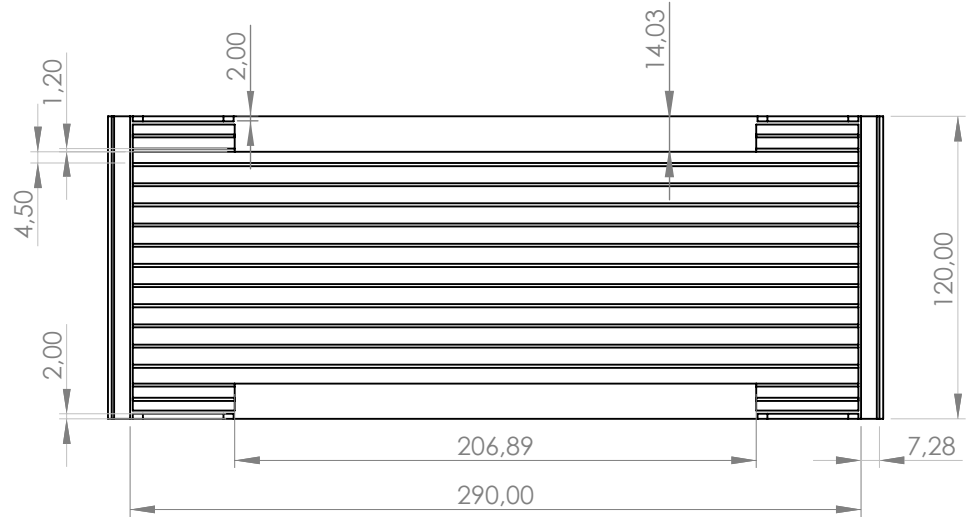
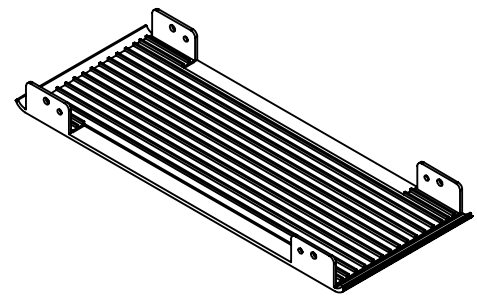
Vista explosionada

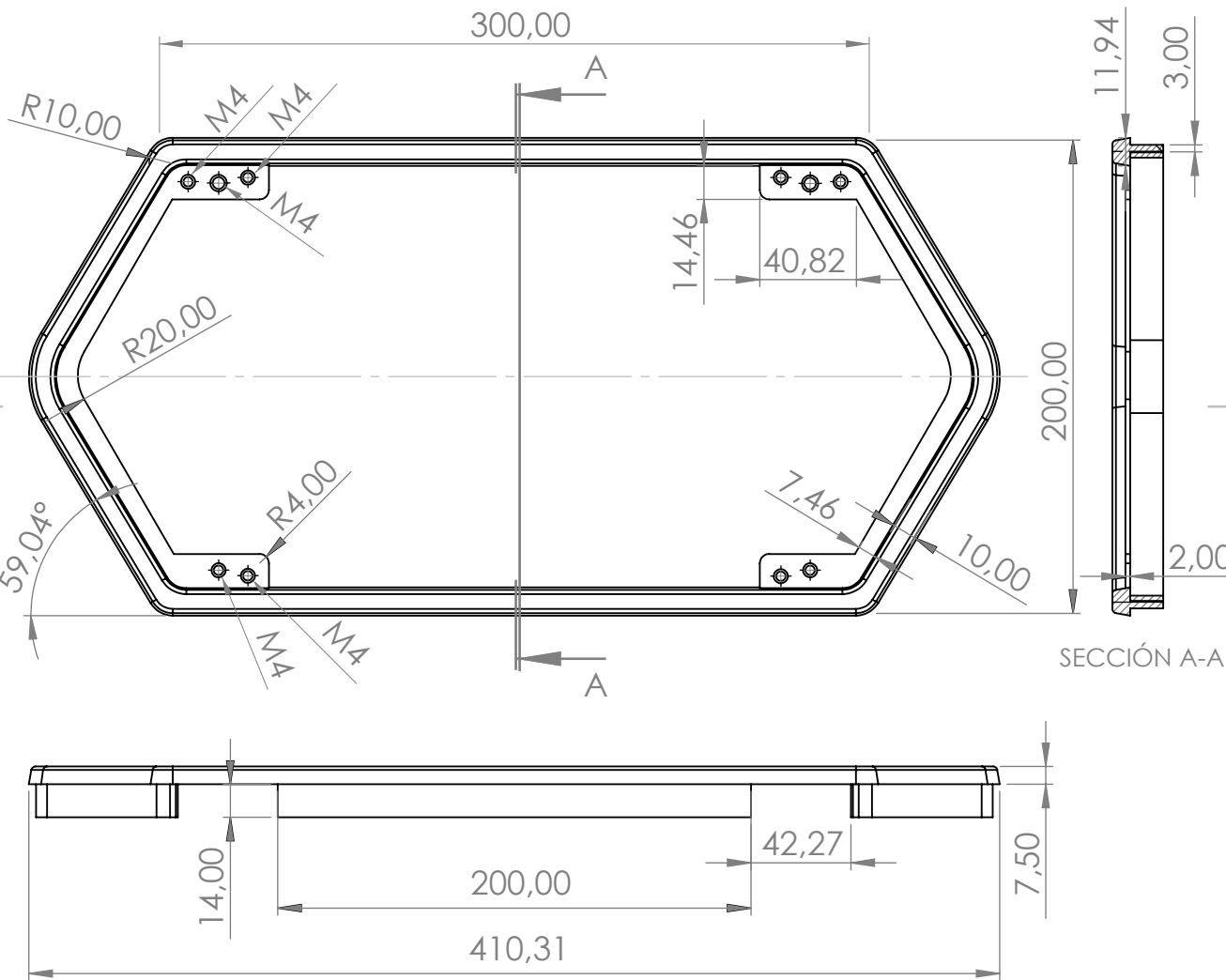
A3

ESCALA: 1:6

HOJA 1 DE 31

SafePowerOne



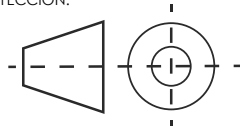


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Madera de arce

PESO: 62.05 g

TÍTULO:

Safe Power One

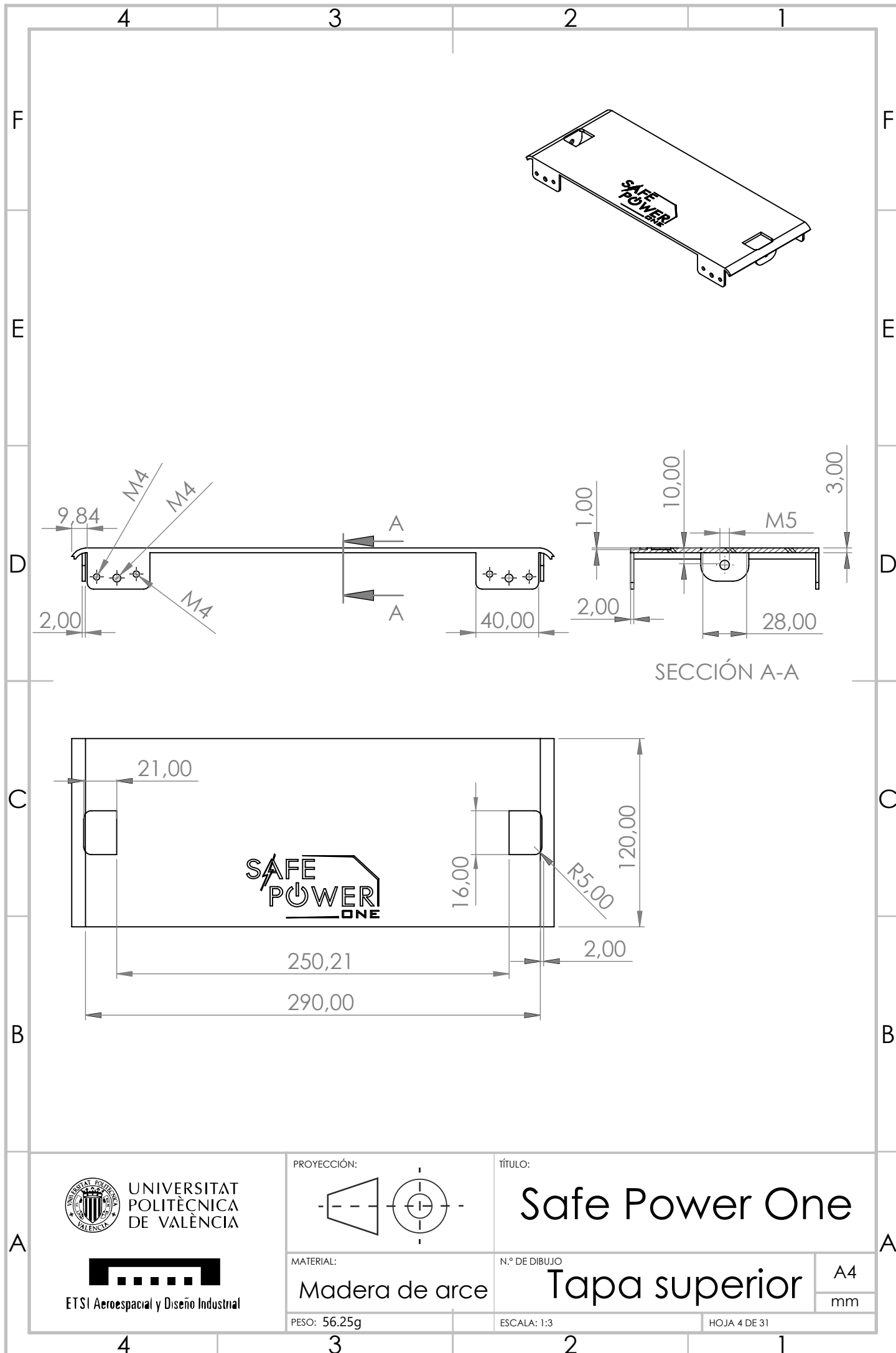
N.º DE DIBUJO

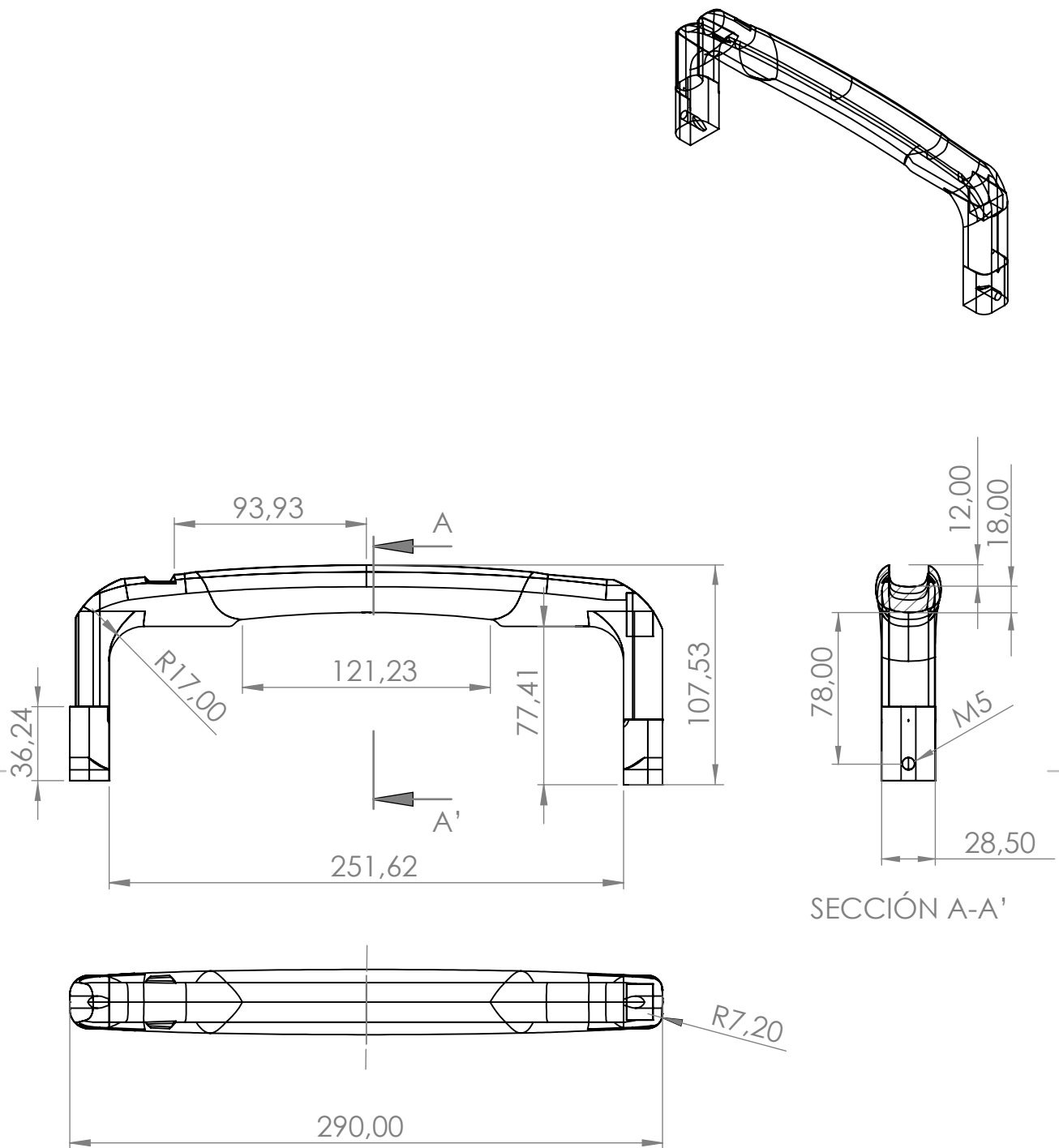
Carcasa delantera

ESCALA: 1:3

HOJA 3 DE 31

A4
mm



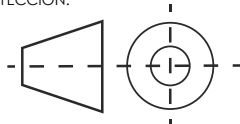


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Plástico ABS

PESO: 263.09 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

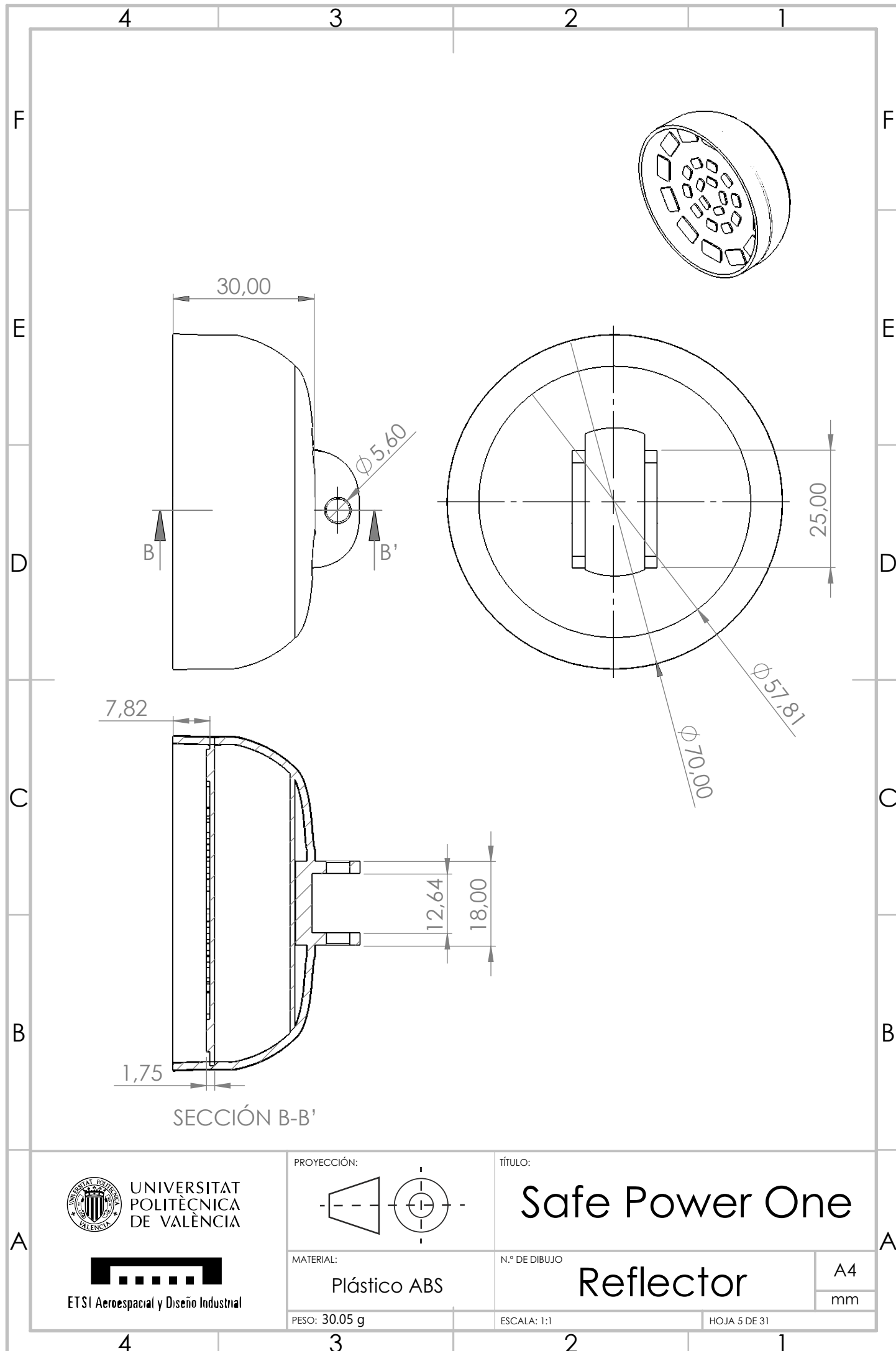
Asa

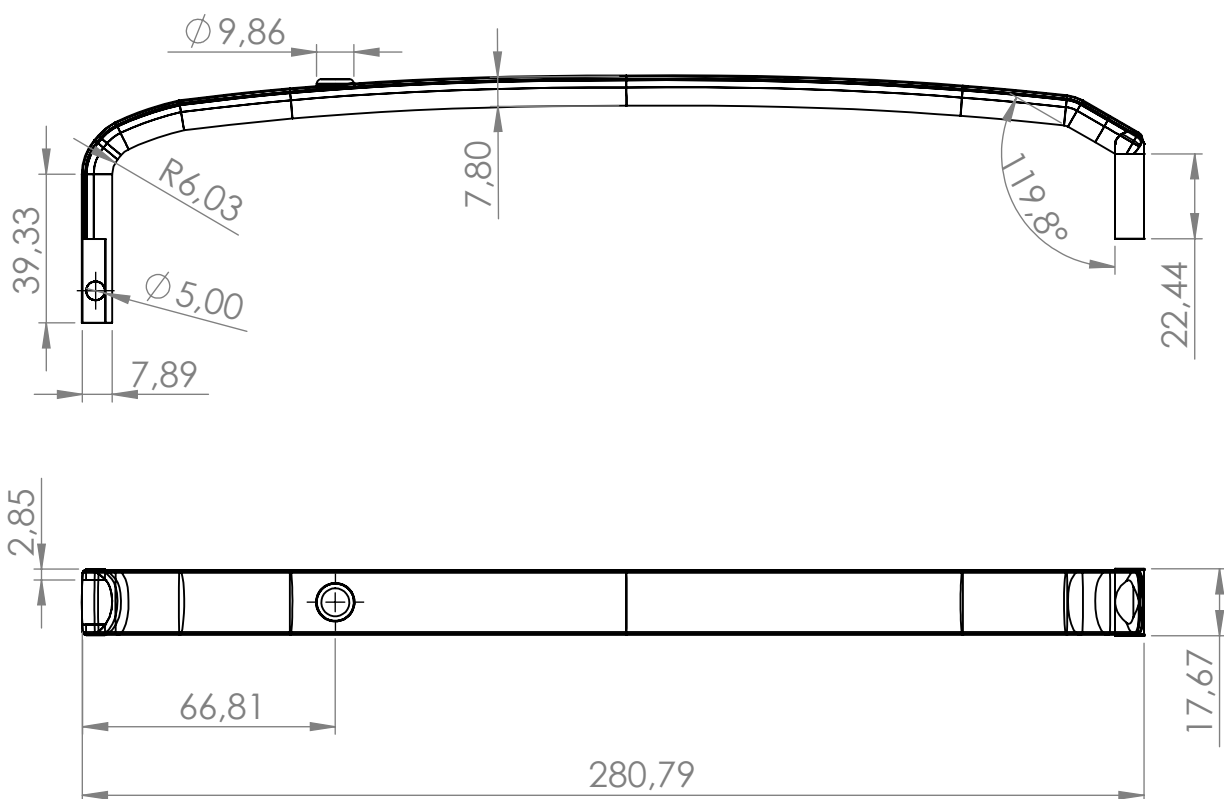
ESCALA: 1:3

HOJA 5 DE 31

A4

mm



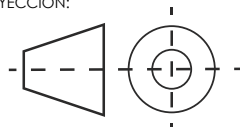


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Plástico ABS

PESO: 65.90 g

TÍTULO:

Safe Power One

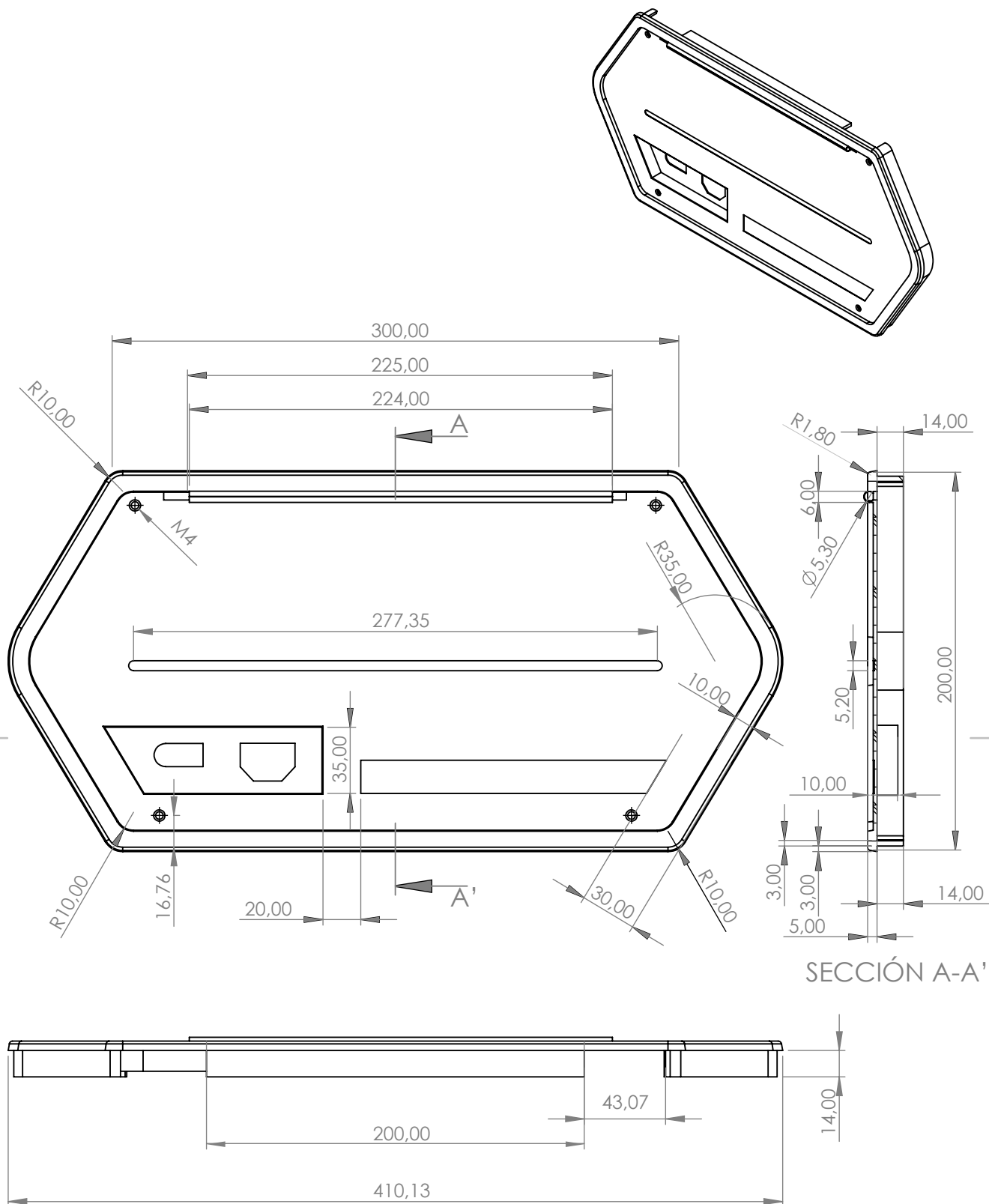
N.º DE DIBUJO

Lámpara

ESCALA: 1:2

HOJA 6 DE 31

A4
mm

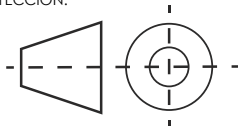


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Madera de arce

PESO: 102.90 g

TÍTULO:

Safe Power One

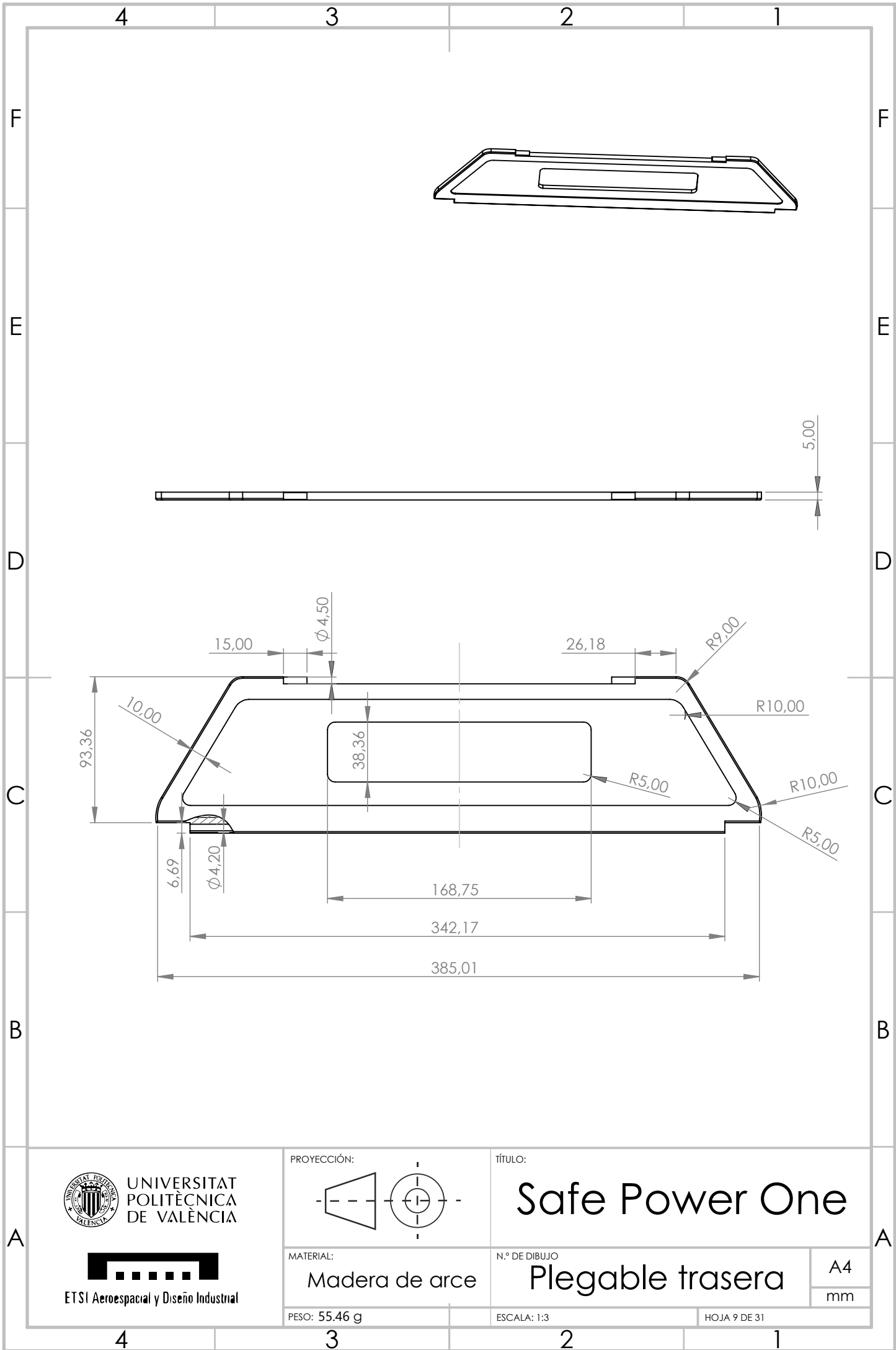
N.º DE DIBUJO

Carcasa trasera

ESCALA: 1:3

HOJA 7 DE 31

A4
mm

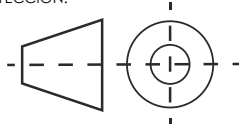


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Madera de arce

PESO: 55.46 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

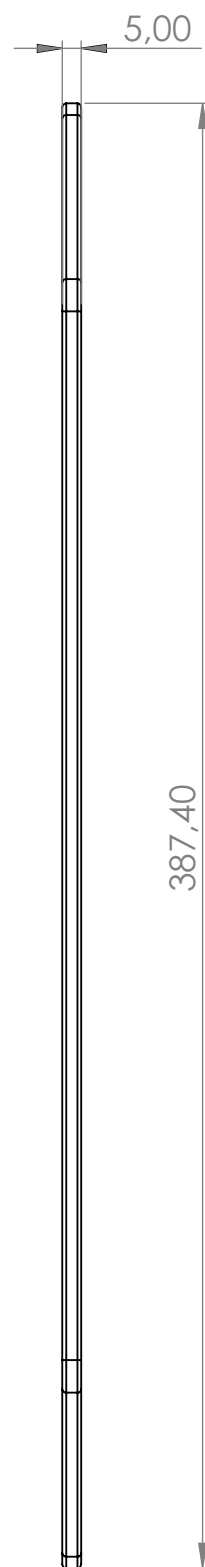
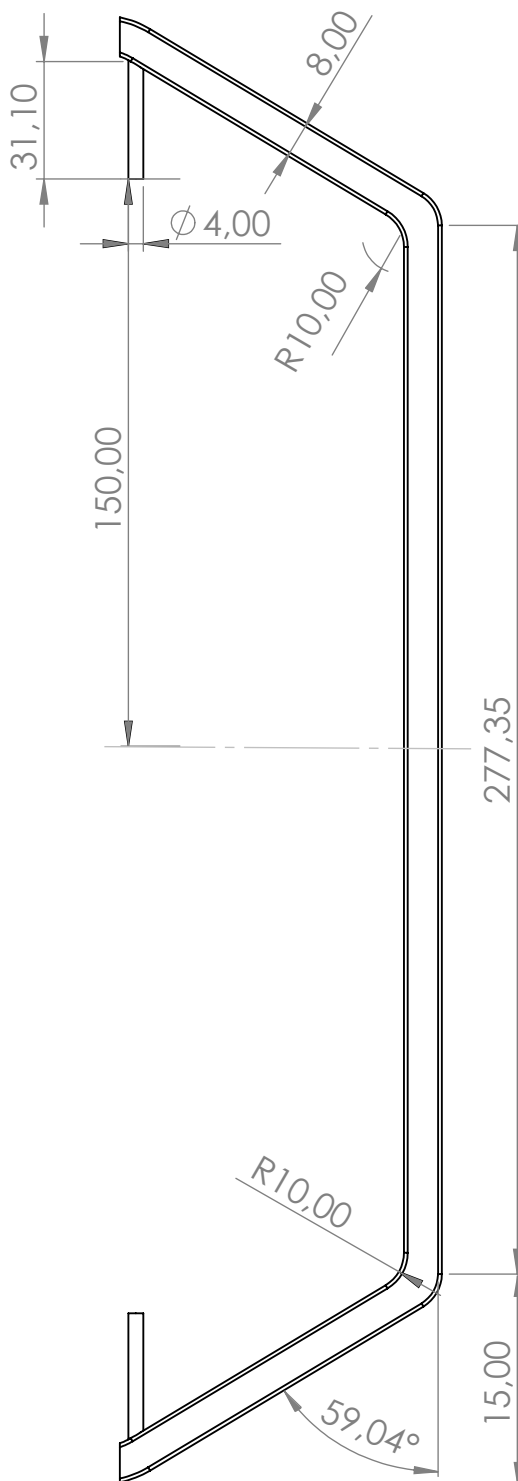
Plegable trasera

ESCALA: 1:3

HOJA 9 DE 31

A4

mm

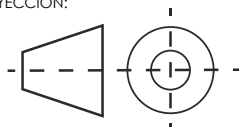


UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Madera de arce

PESO: 11.68 g

TÍTULO:

Safe Power One

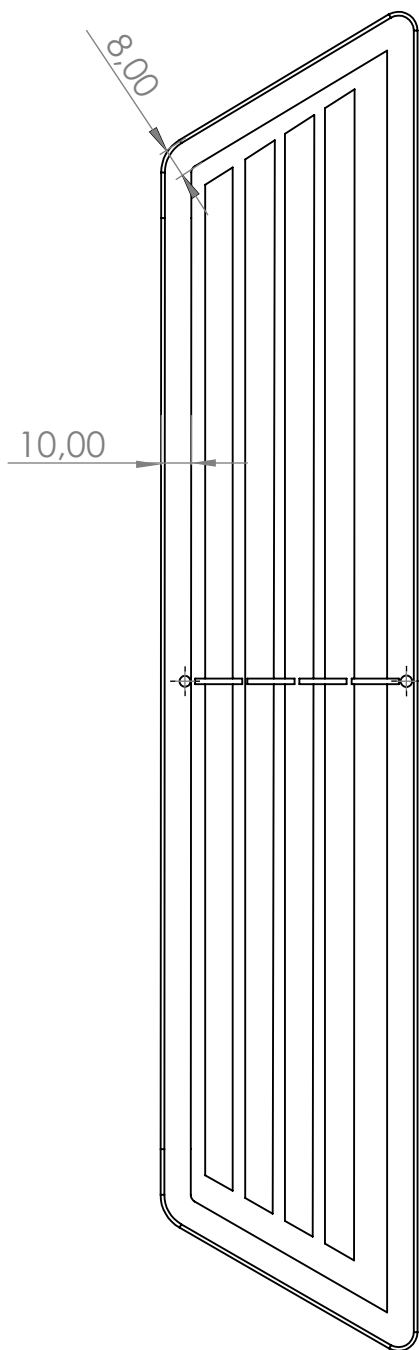
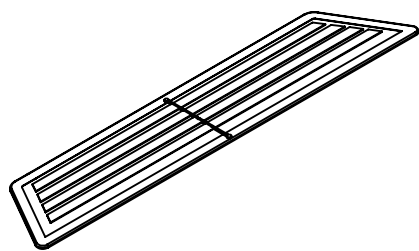
N.º DE DIBUJO

Plegable soporte

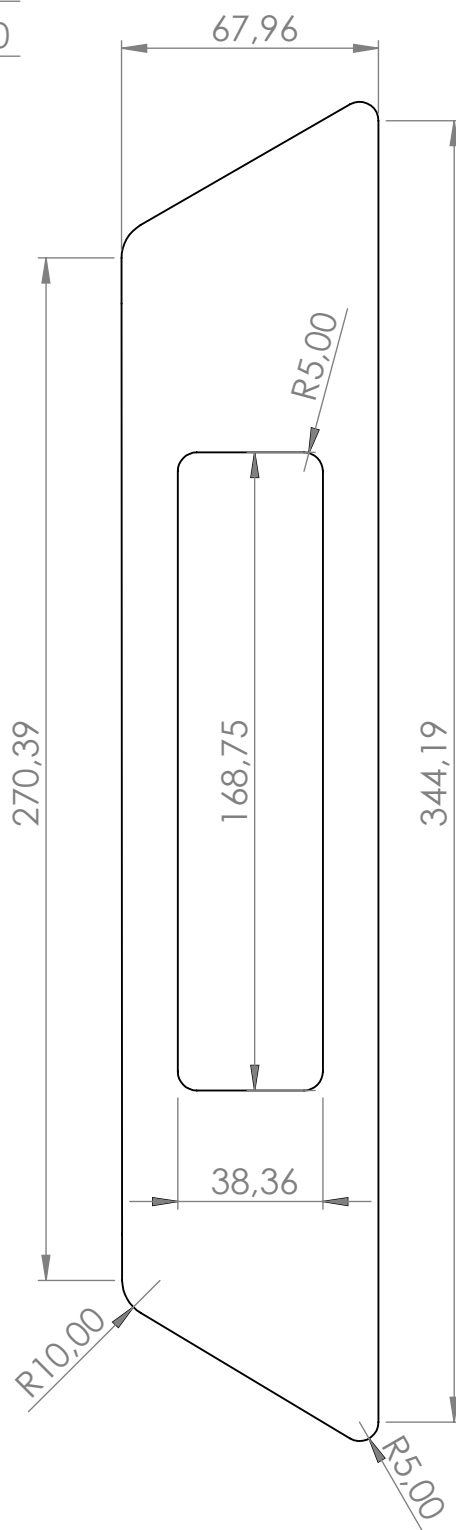
ESCALA: 1:2

HOJA 10 DE 31

A4
mm



2,60
0,60

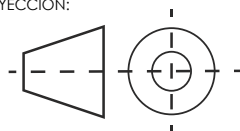


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Varios

PESO: 121.42 g

TÍTULO:

Safe Power One

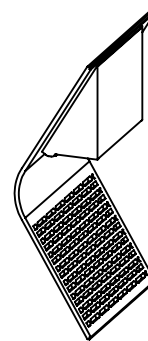
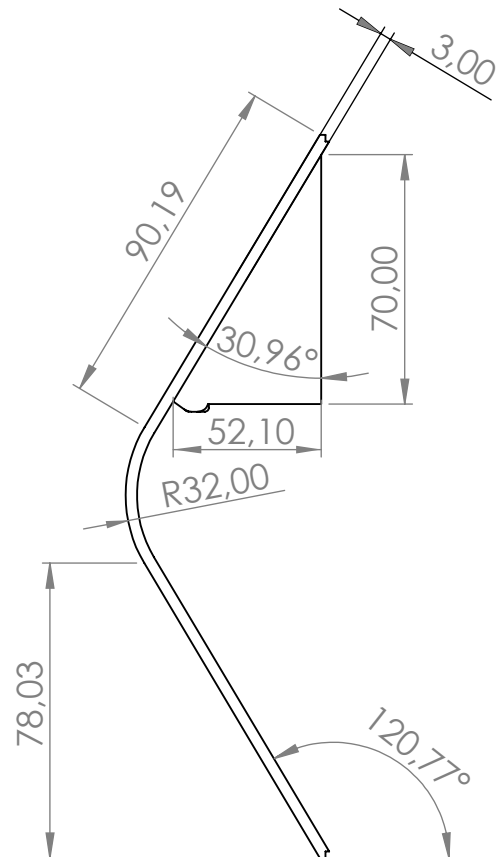
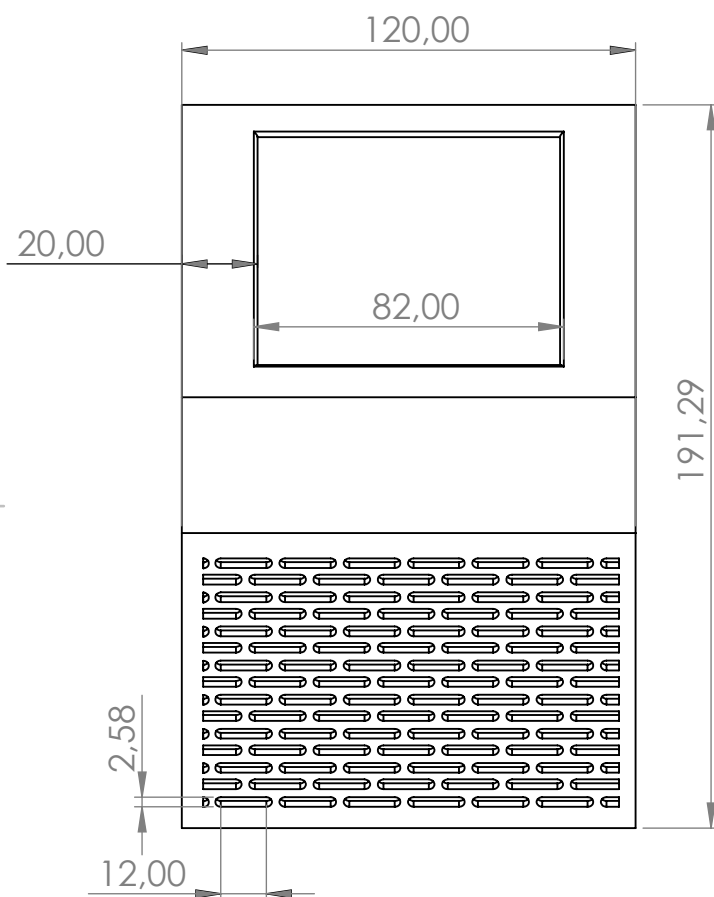
N.º DE DIBUJO

Panel Solar

ESCALA: 1:2

HOJA 11 DE 31

A4
mm

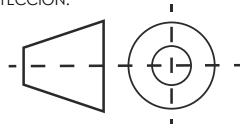


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Madera de arce

PESO: 34.56 g

TÍTULO:

Safe Power One

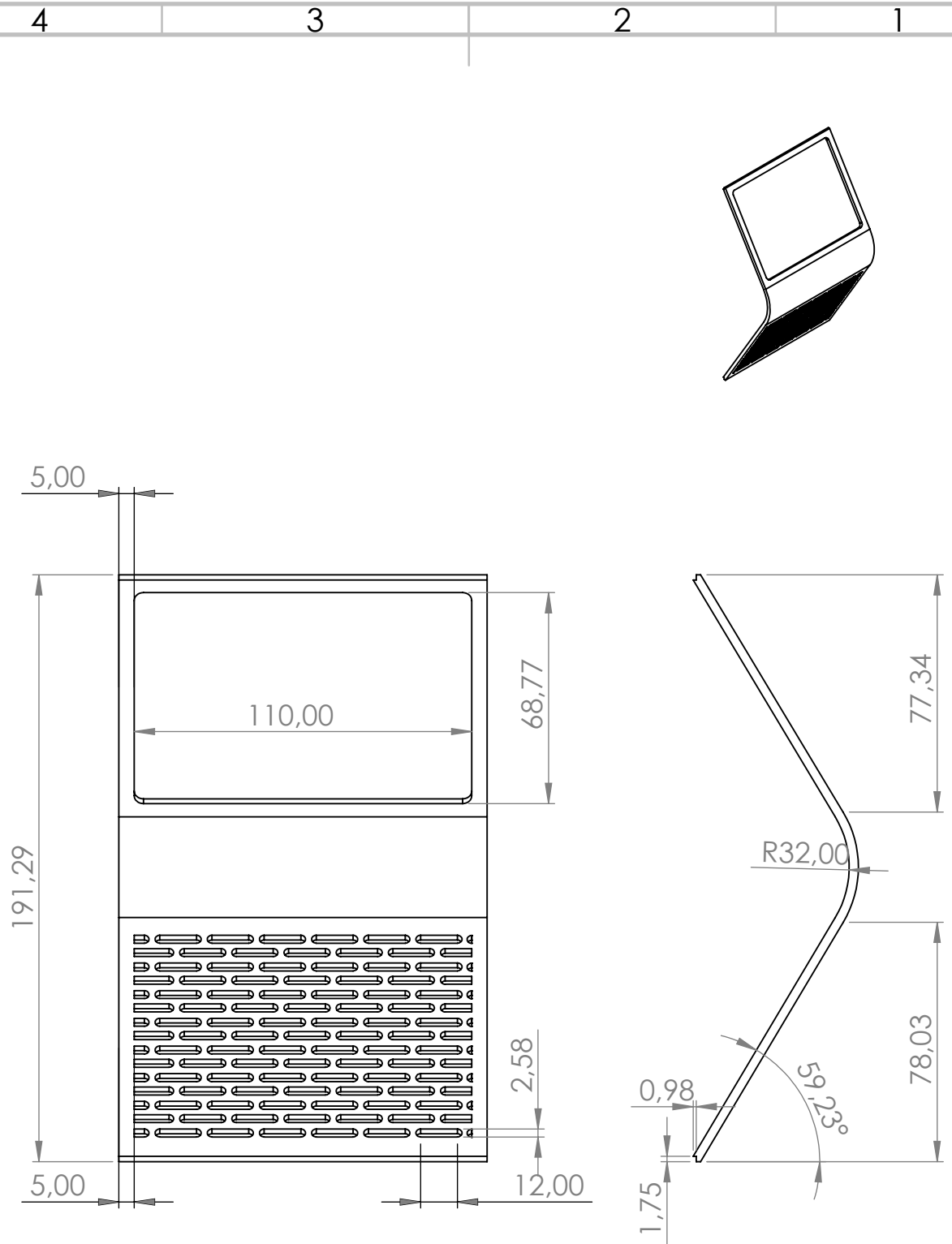
N.º DE DIBUJO

Carcasa Izquierda

ESCALA: 1:2

HOJA 12 DE 31

A4
mm

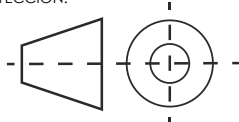


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Madera de arce

PESO: 19.20 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

Carcasa Derecha

ESCALA: 1:2

HOJA 13 DE 31

A4

mm

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

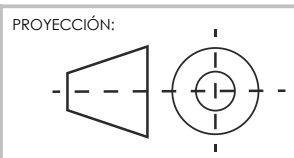
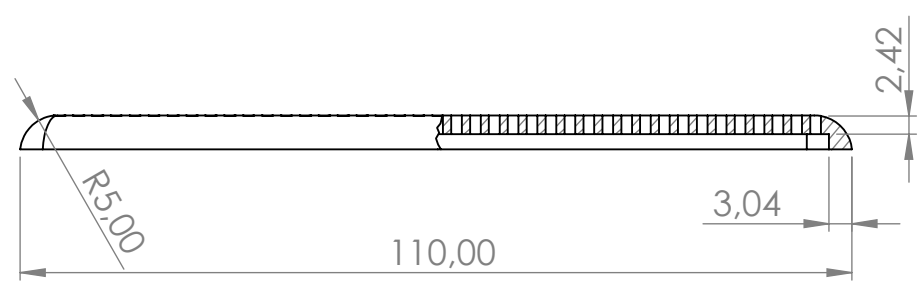
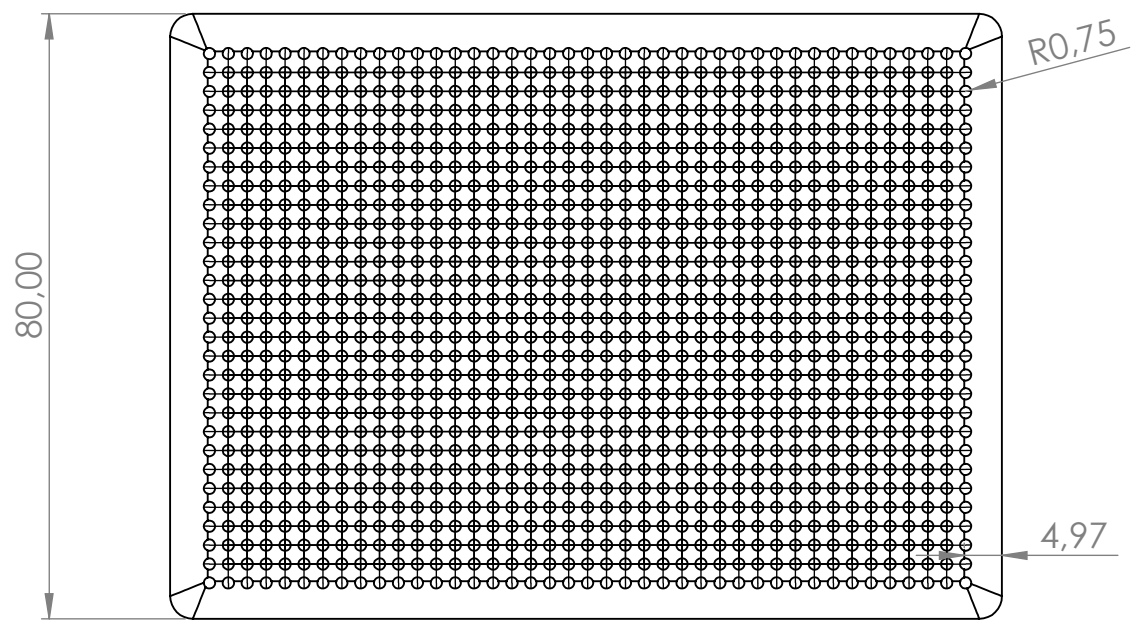
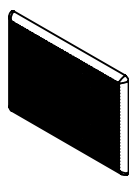
C

B

B

A

A



MATERIAL:
Aleación de aluminio
6061-T6

PESO: 45.36 g

TÍTULO:
Safe Power One

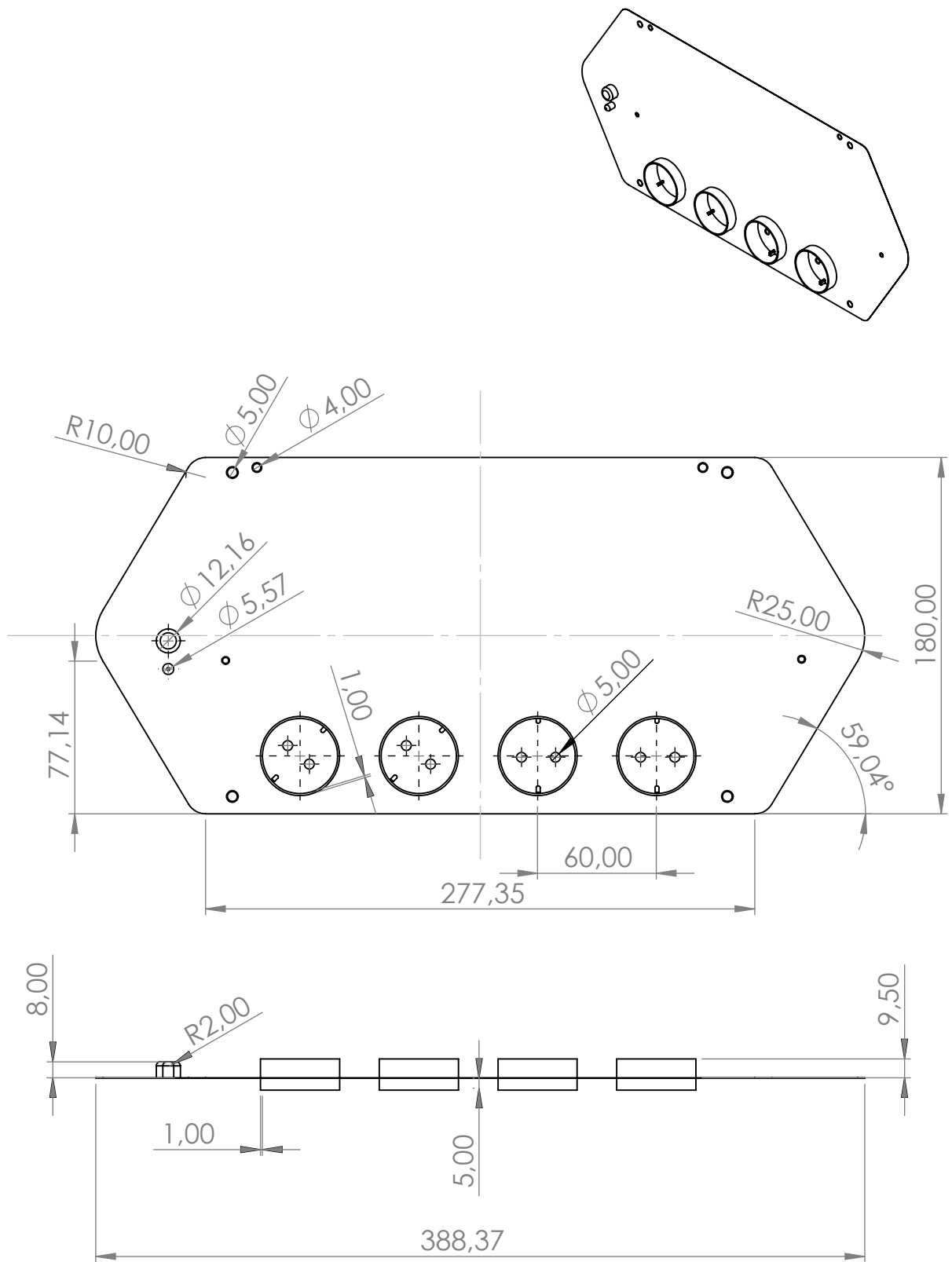
N.º DE DIBUJO
Rejilla del radio

ESCALA: 1:1

HOJA 14 DE 31

A4
mm

4 3 2 1

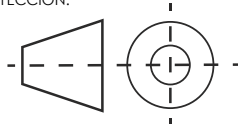


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Varios

PESO: 33.30 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

BMS delantera

ESCALA: 1:3

HOJA 15 DE 31

A4

mm

4 3 2 1

F F

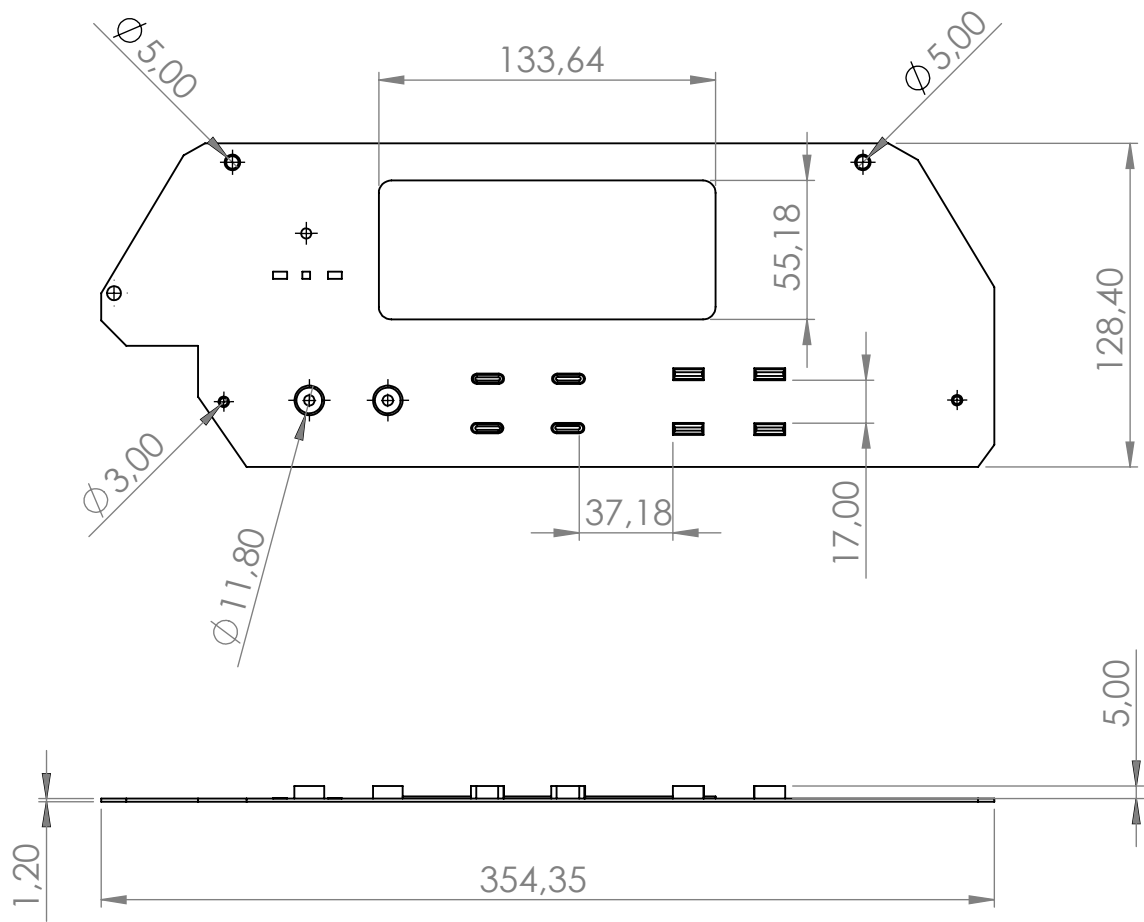
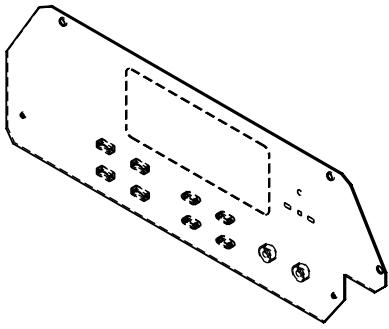
E E

D D

C C

B B

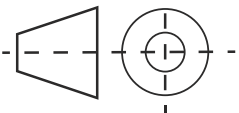
A A



 UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

 ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Varios

PESO: 73.04 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

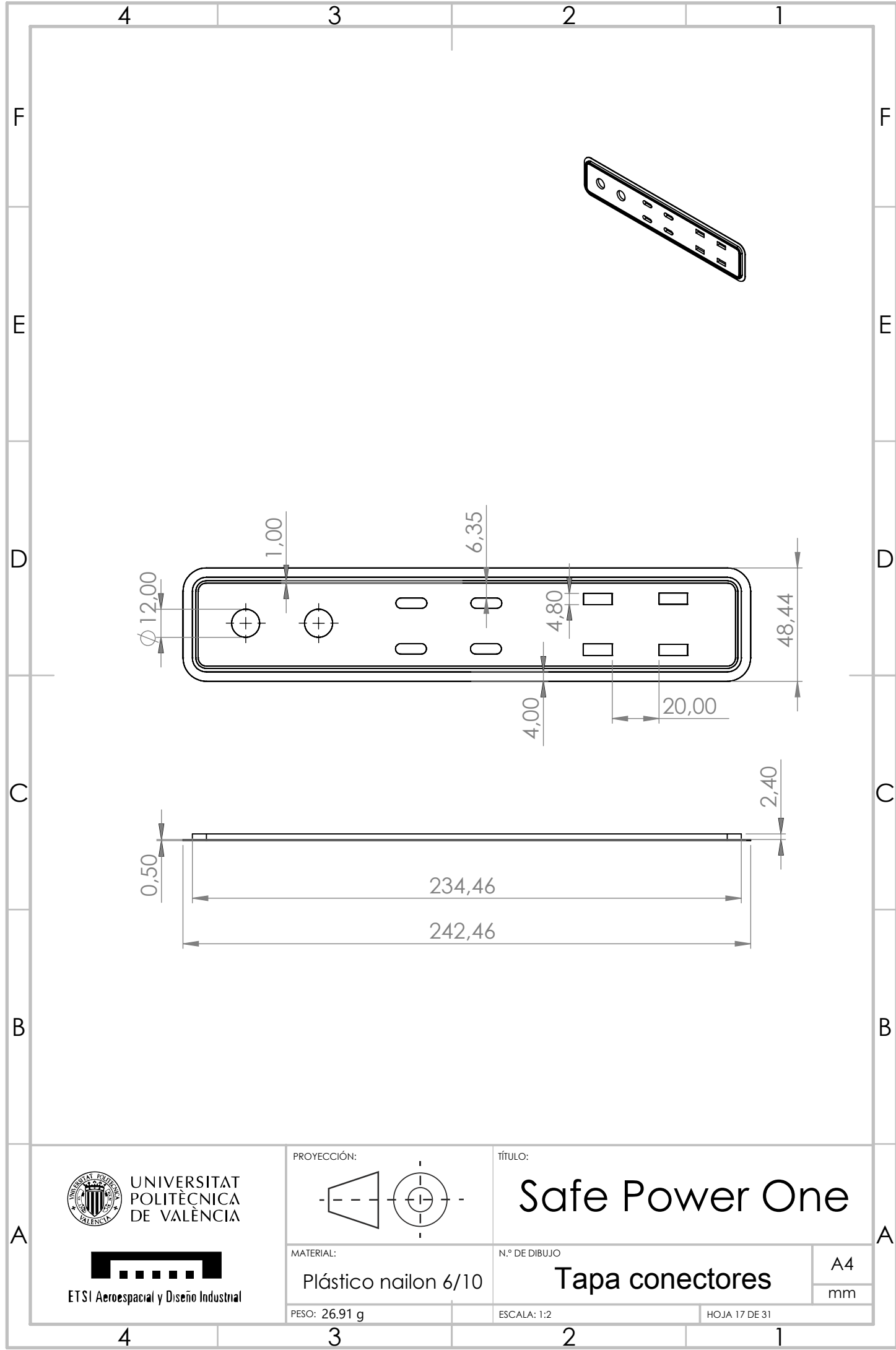
PCB Boad

ESCALA: 1:3

HOJA 16 DE 31

A4
mm

4 3 2 1

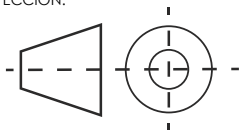


UNIVERSITAT
POLITÉCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Plástico nailon 6/10

PESO: 26.91 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

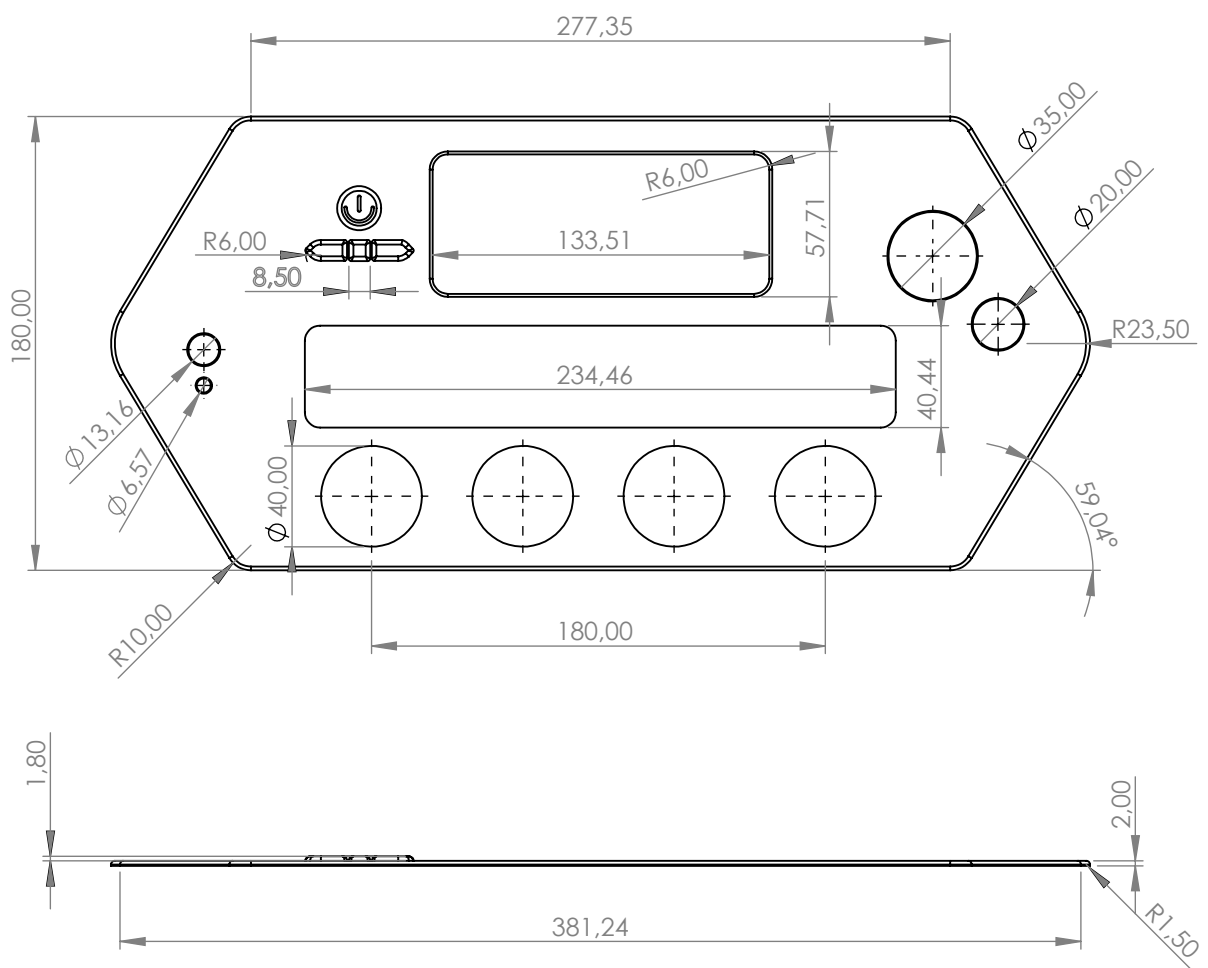
Tapa conectores

ESCALA: 1:2

HOJA 17 DE 31

A4

mm

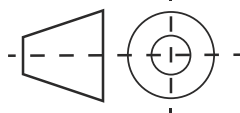


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Aleación de aluminio 5052-T6 y Plástico ABS

PESO: 205,41 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

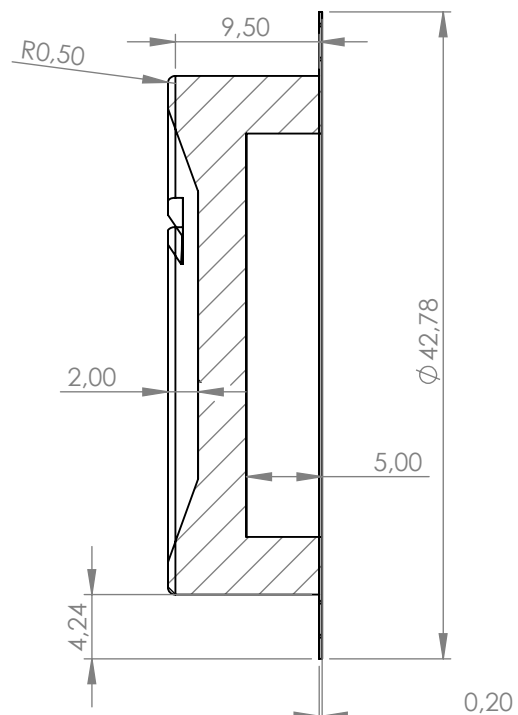
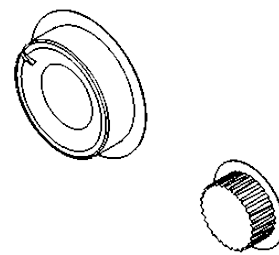
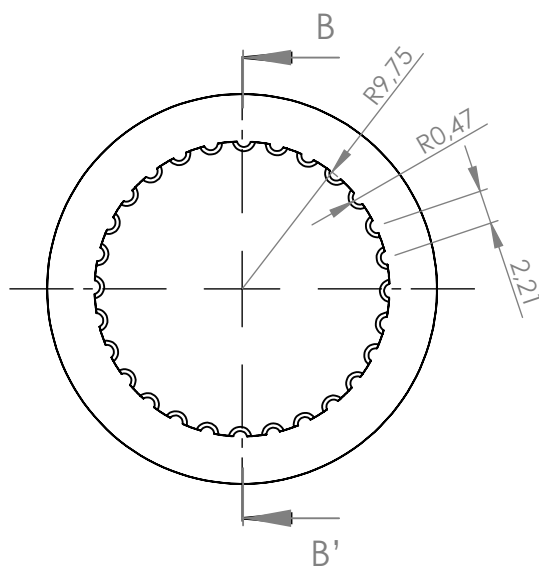
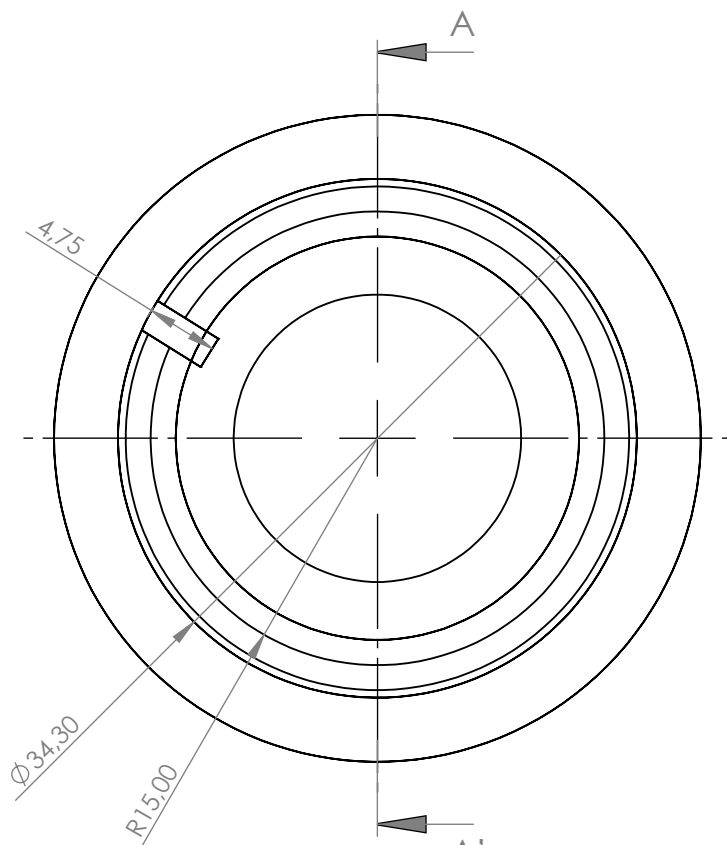
Panel Frontal

A4

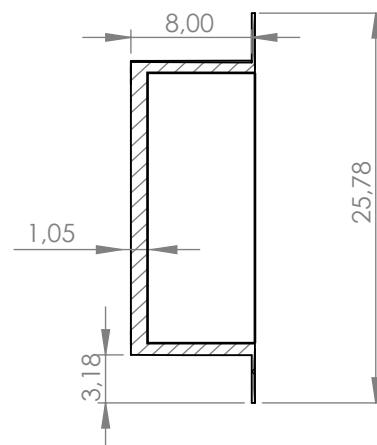
mm

ESCALA: 1:3

HOJA 18 DE 31



SECCIÓN A-A'



SECCIÓN B-B'

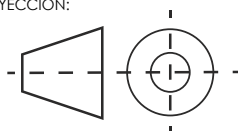


UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Aleación de aluminio
6061-T6

PESO: 8.07 g y 3.35 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

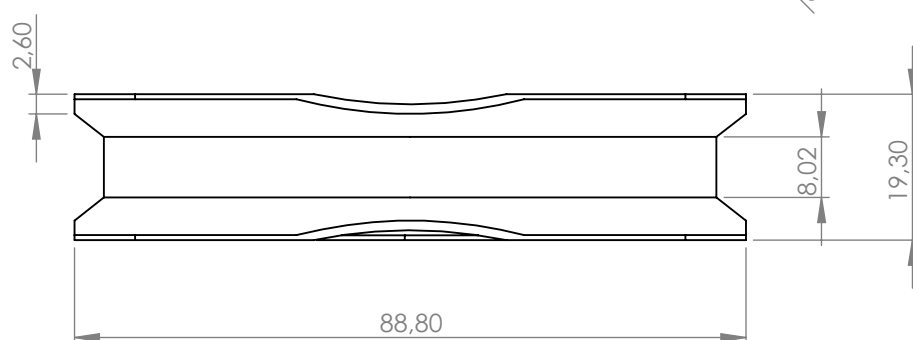
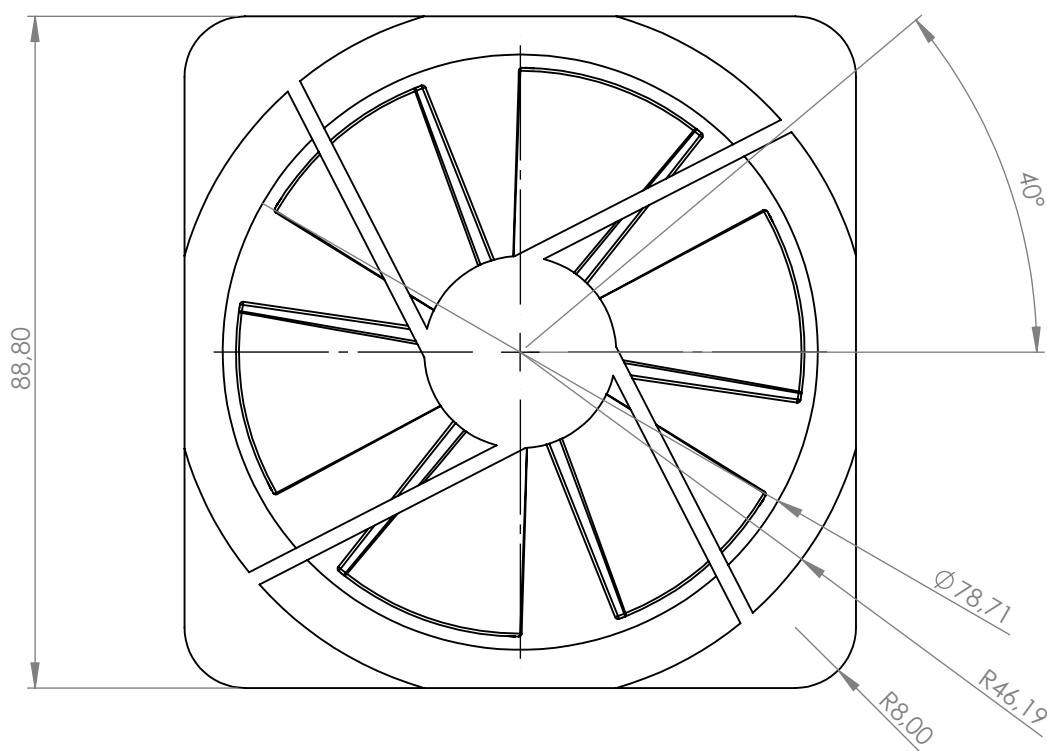
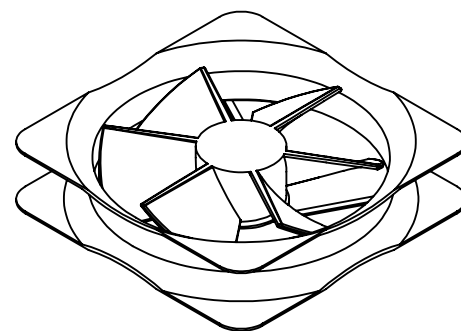
Rueda Radio:
-Superior: Frecuencia
-Inferior: Volumen

ESCALA: 2:1

HOJA 19 DE 31

A4

mm

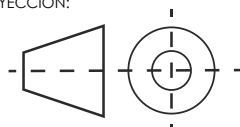


UNIVERSITAT
POLITÀCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Plástico PBT

PESO: 28.54 g

TÍTULO:

Safe Power One

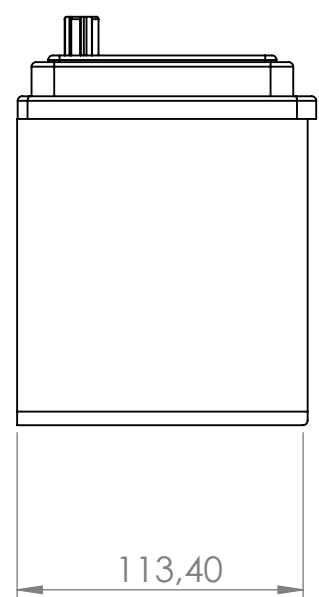
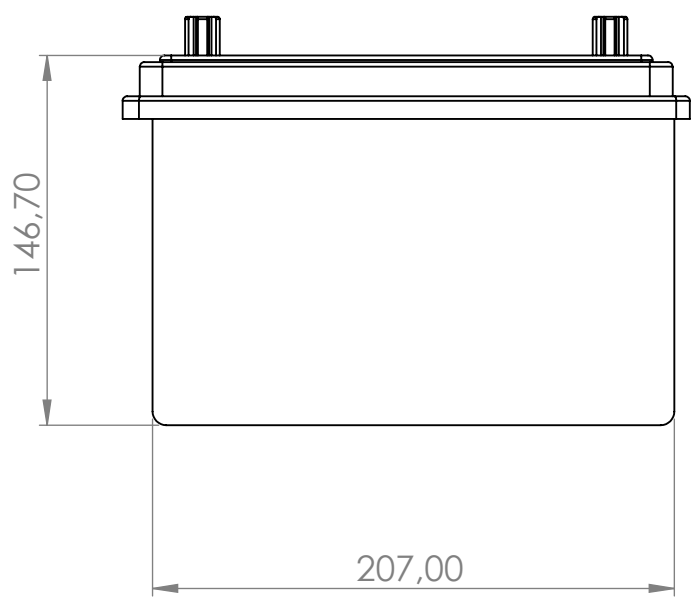
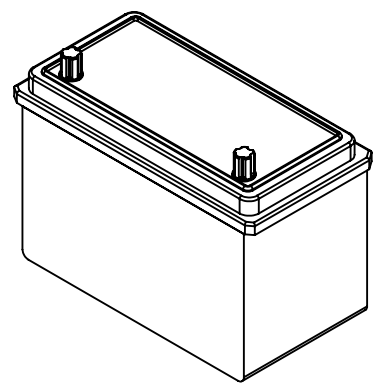
N.º DE DIBUJO

Ventilador comercial

ESCALA: 1:1

HOJA 20 DE 31

A4
mm

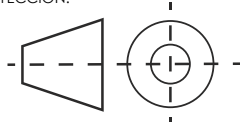


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Varios. Batería de Litio
LiFePO4

PESO: 4 800 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

Batería

A4

mm

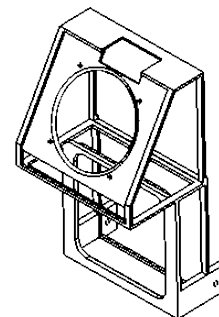
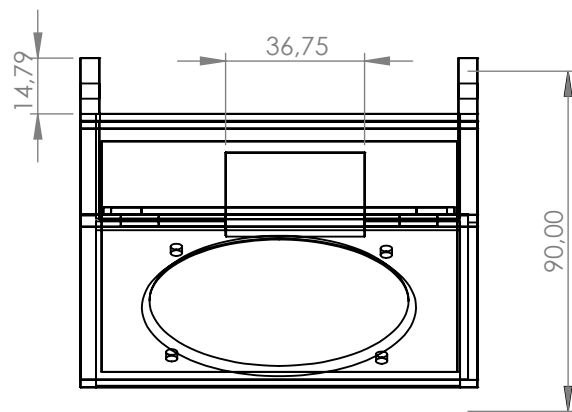
ESCALA: 1:3

HOJA 21 DE 31

4 3 2 1

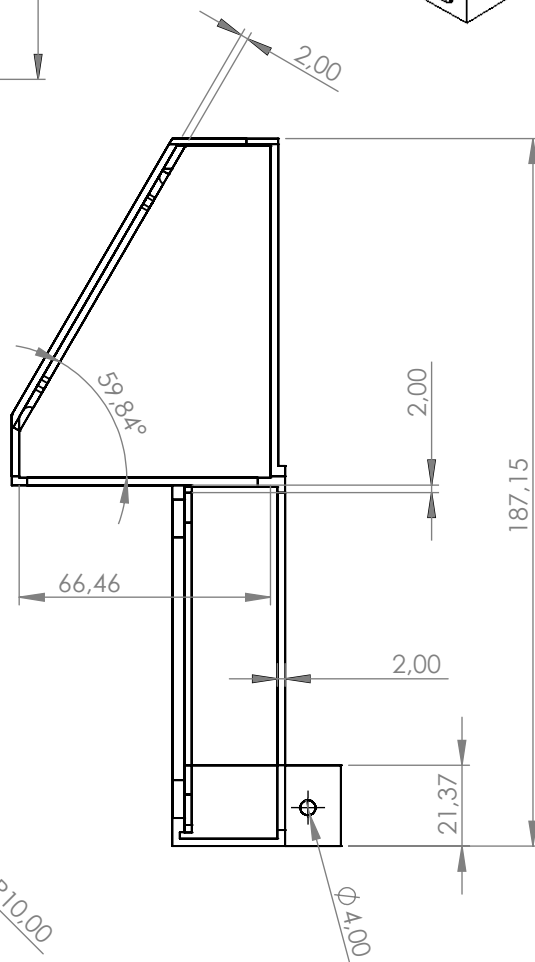
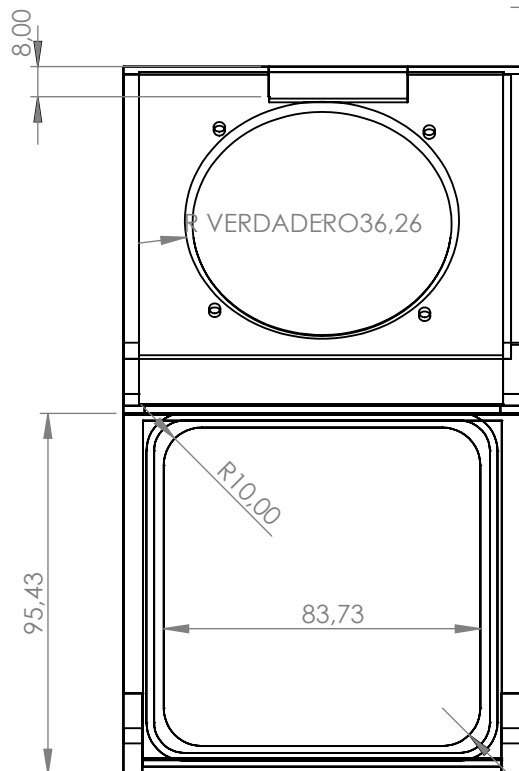
F

F



E

E

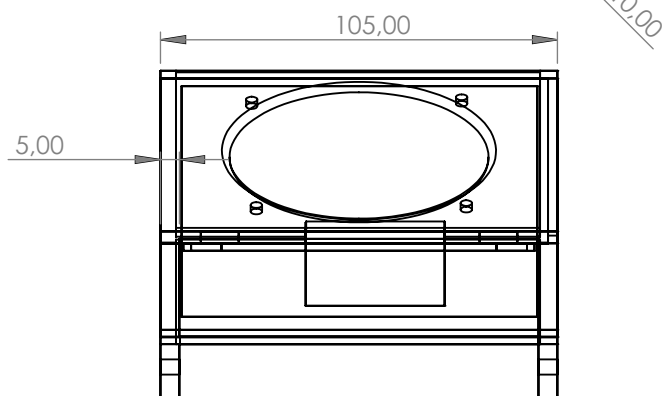


D

D

C

C



B

B

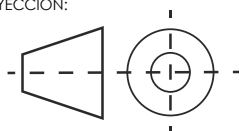


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Plástico ABS

PESO: 66.50 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

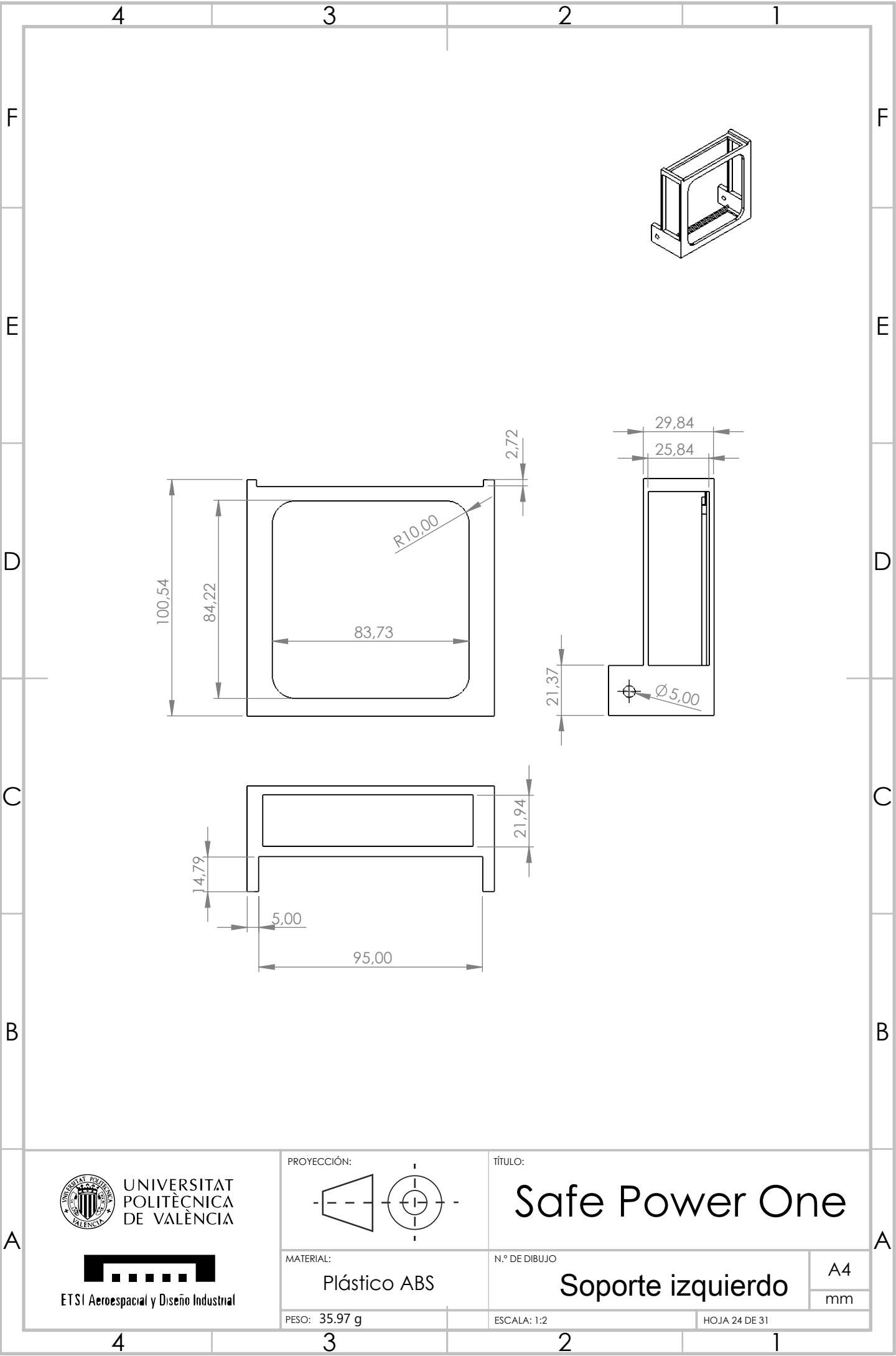
Soporte derecho

ESCALA: 1:2

HOJA 23 DE 31

A4
mm

4 3 2 1

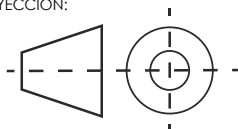


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Plástico ABS

PESO: 35.97 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

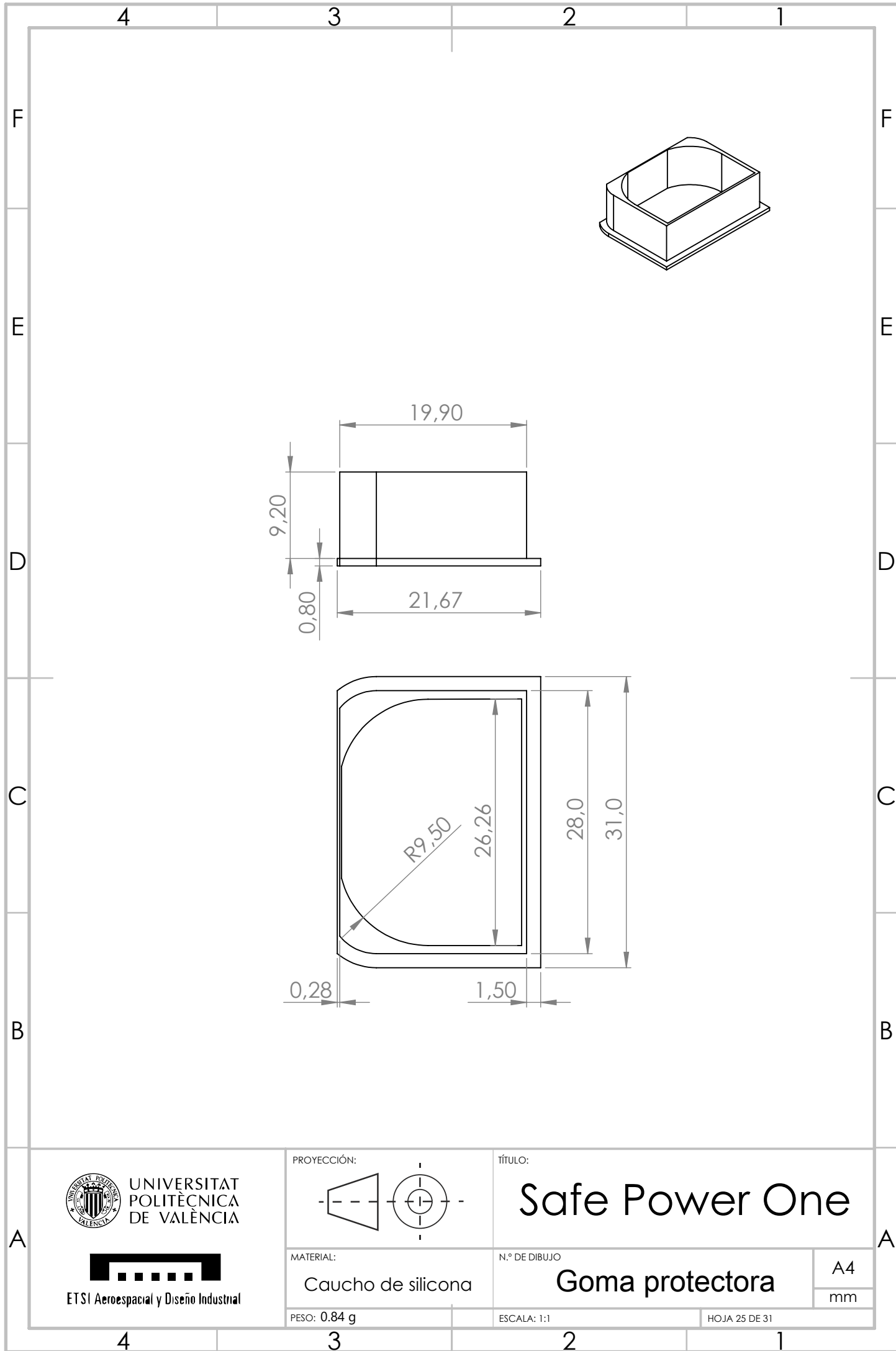
Soporte izquierdo

A4

mm

ESCALA: 1:2

HOJA 24 DE 31

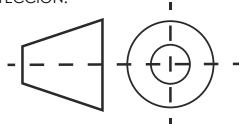


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Caucho de silicona

PESO: 0.84 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

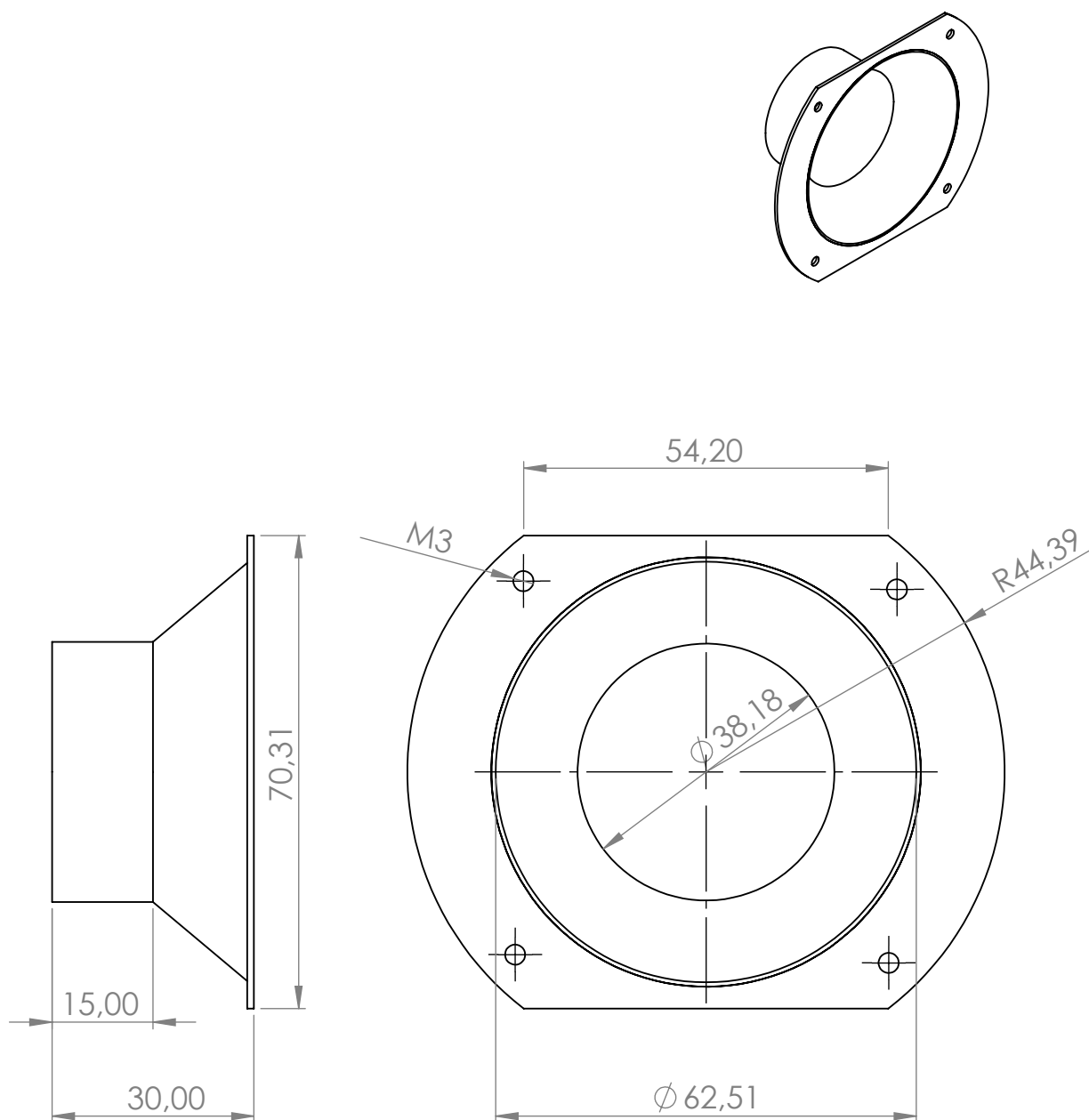
Goma protectora

A4

mm

ESCALA: 1:1

HOJA 25 DE 31

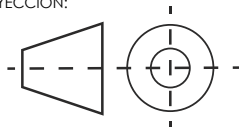


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Varios

PESO: 22.43 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

Altavoz

A4

mm

ESCALA: 1:3

HOJA 26 DE 31

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

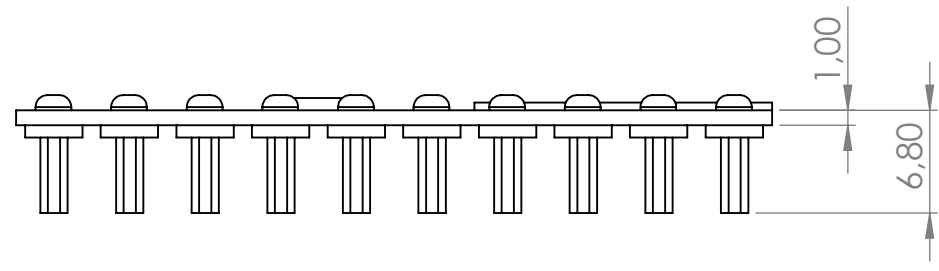
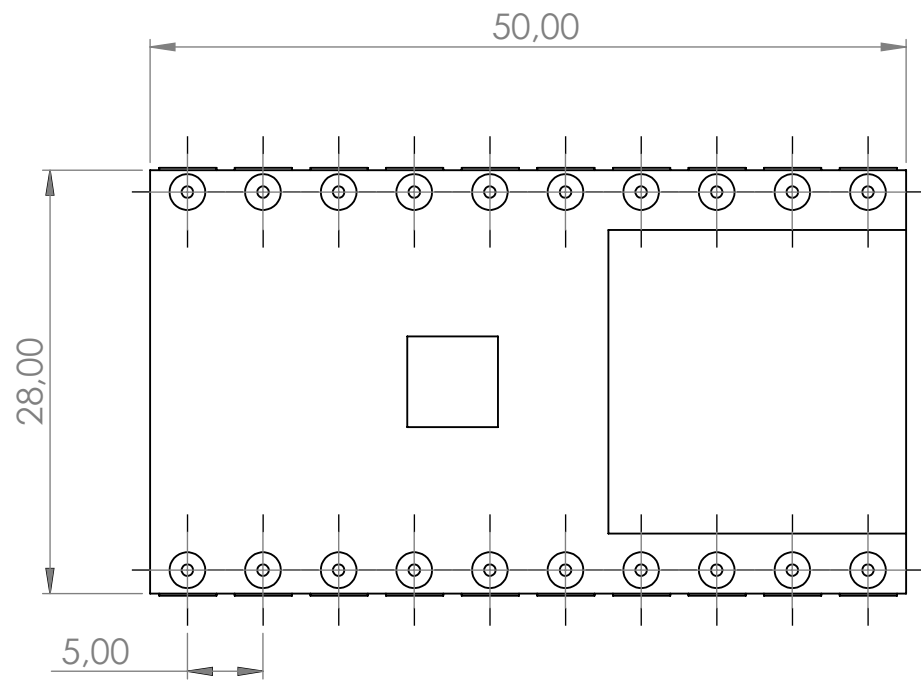
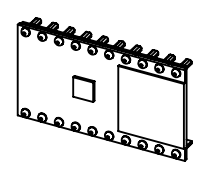
C

B

B

A

A

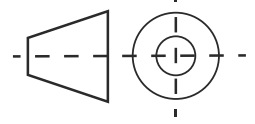


UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Varios

PESO: 10 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

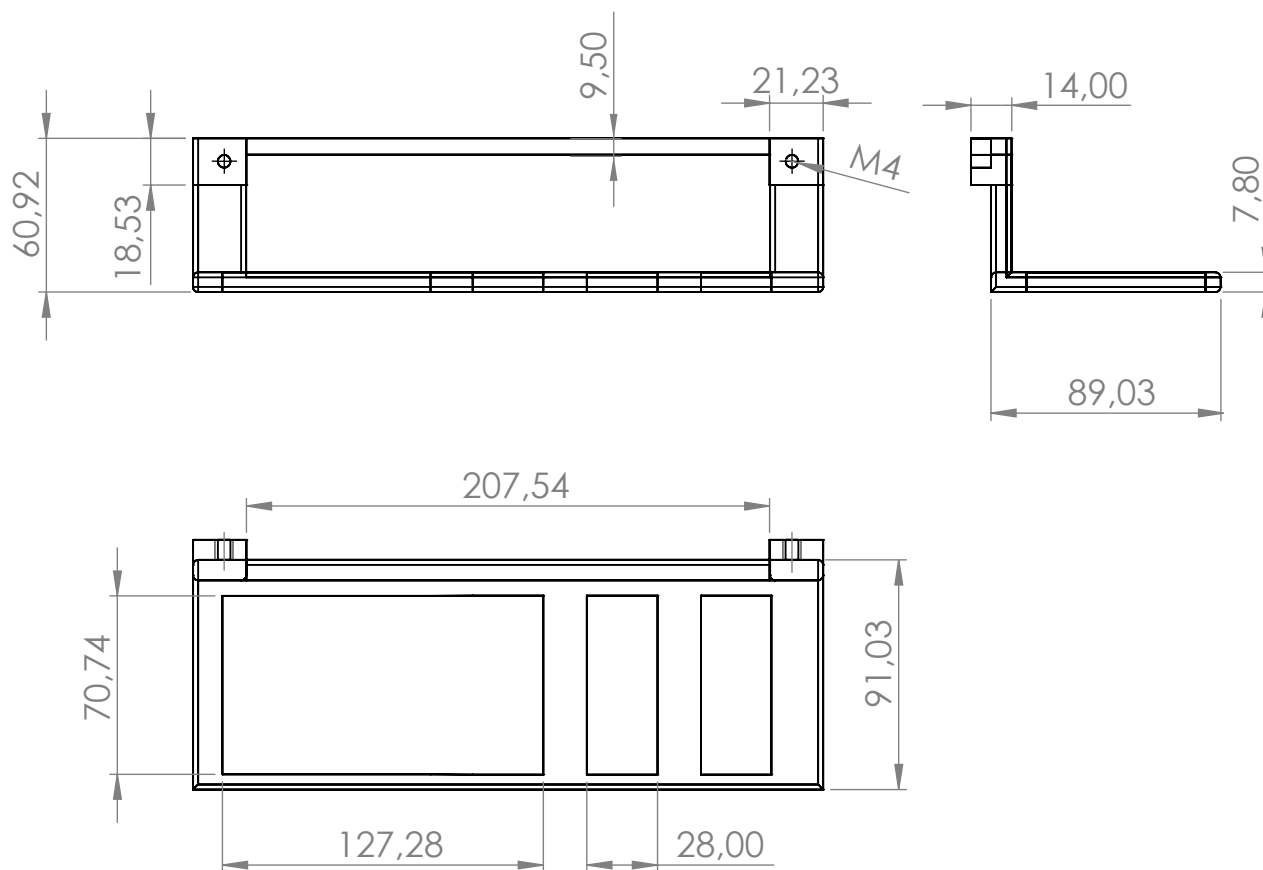
Placa ESP 32

ESCALA: 2:1

HOJA 27 DE 31

A4
mm

4 3 2 1

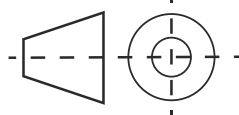


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Plástico nailon 6/10

PESO: 153.73 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

Soporte electrónico

ESCALA: 1:3

HOJA 28 DE 31

A4
mm

4 3 2 1

F

F

E

E

D

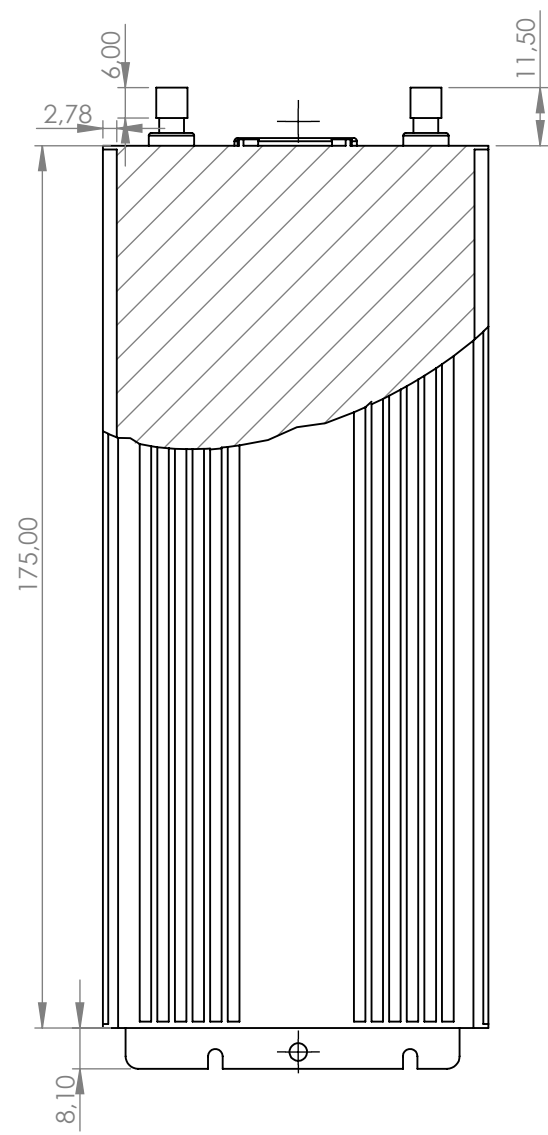
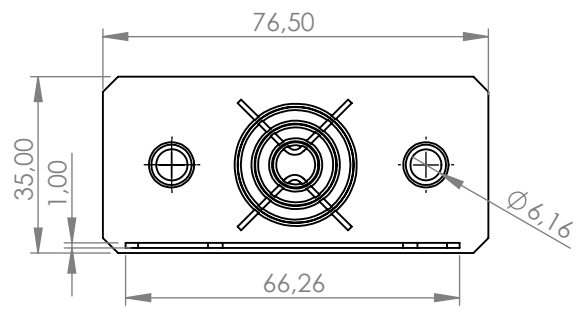
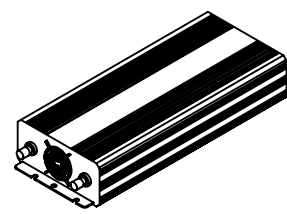
D

C

C

B

B



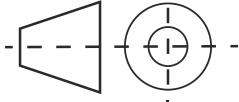


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



TÍTULO:

Safe Power One

MATERIAL:

Varios

N.º DE DIBUJO

Transformador

A4
mm

PESO: 1 800 g

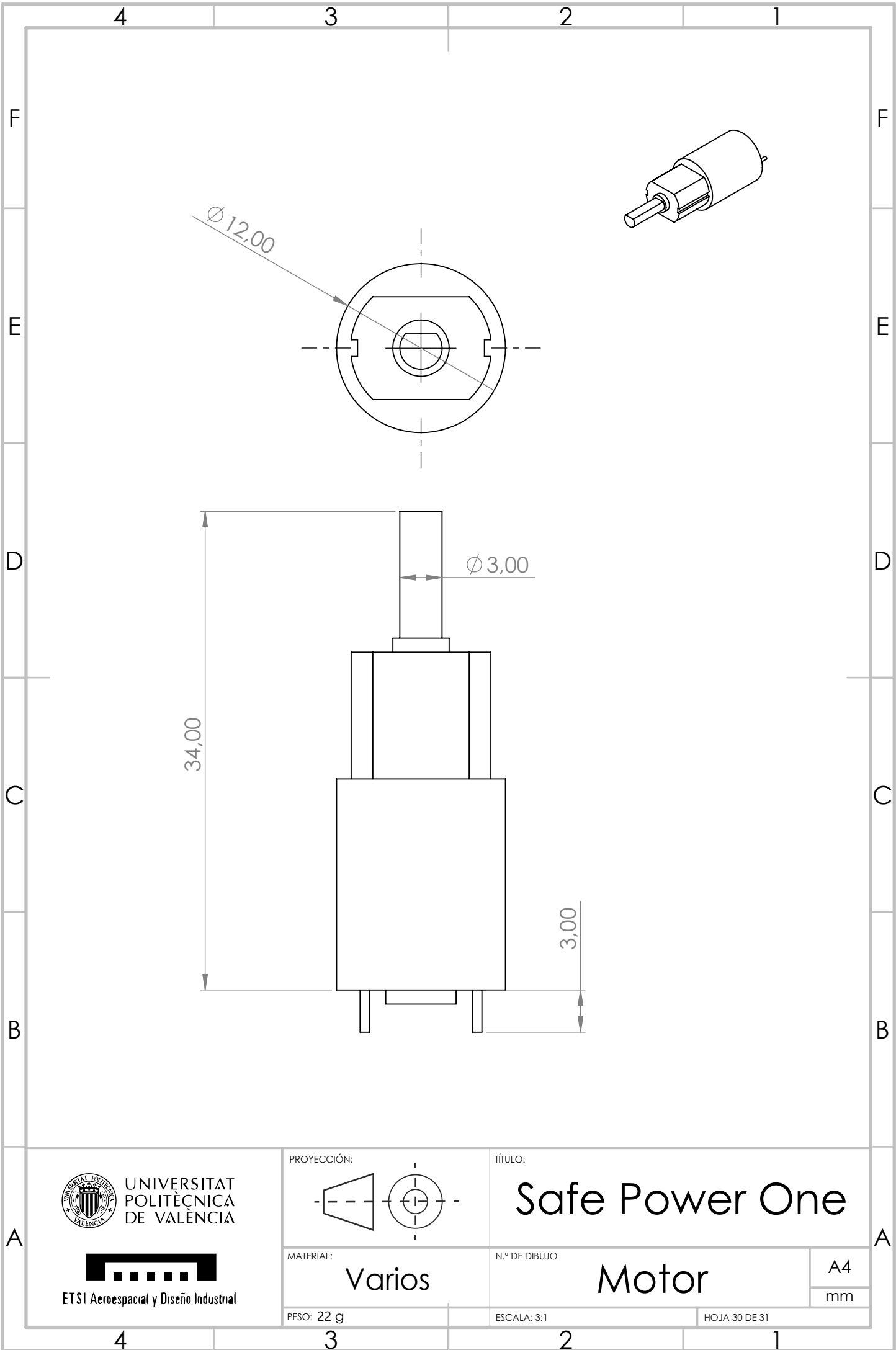
ESCALA: 1:1.5

HOJA 29 DE 31

4 3 2 1

A

A

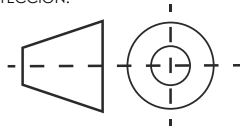


UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial

PROYECCIÓN:



MATERIAL:

Varios

PESO: 22 g

TÍTULO:

Safe Power One

N.º DE DIBUJO

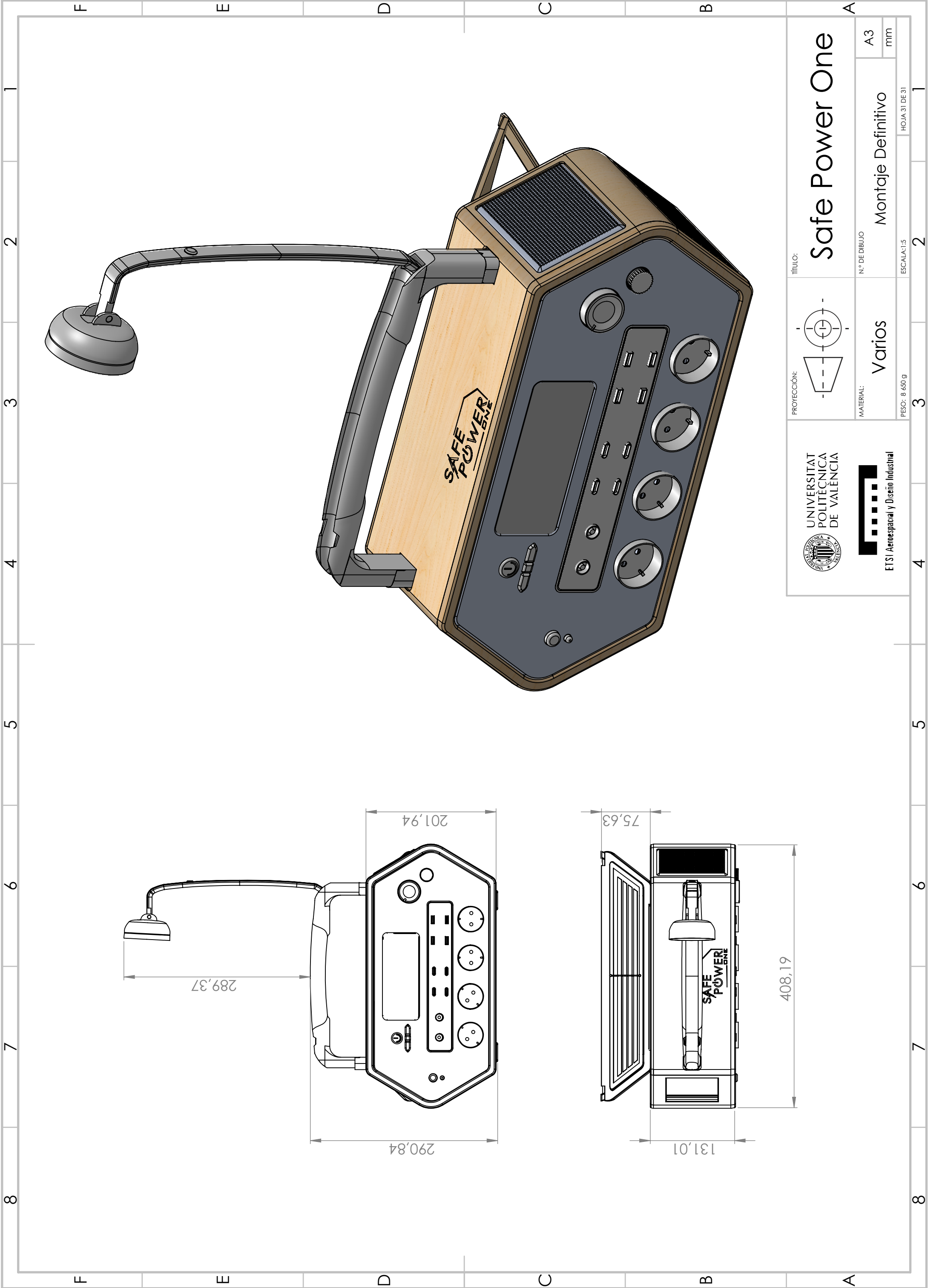
Motor

A4

mm

ESCALA: 3:1

HOJA 30 DE 31

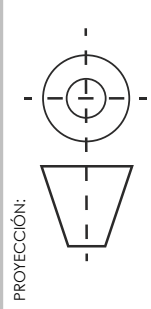




UNIVERSITAT
POLITECNICA
DE VALÈNCIA



ETSI Aeroespacial y Diseño Industrial



TÍTULO:

Safe Power One

MATERIAL:

Varios

N.º DE DIBUJO

Montaje Definitivo

A3
mm

ESCALA: 1:5

HOJA 31 DE 31