



UNIVERSITAT  
JAUME·I

**UNIVERSITAT JAUME I**



**Máster Universitario en Diseño y Fabricación**

**Diseño de un cargador para vehículos eléctricos**

**TRABAJO FIN DE MÁSTER**

AUTOR

Alejandro López González

TUTOR

Dr. Jose Vicente Abellán Nebot

Castellón, Octubre 2023

# ÍNDICE

MEMORIA .....	9
1. Introducción.....	10
1.1 Contextualización .....	10
1.2 Objetivo .....	10
1.3 Alcance.....	10
2. Antecedentes.....	11
2.1 Definición del producto .....	11
2.2 Análisis del producto.....	13
2.2.1 Wallbox Pulsar Plus .....	20
2.2.2 Orbis Viaris UNI .....	21
2.3 Normativa .....	22
3. Evolución del producto .....	27
3.1 Requisitos de diseño .....	27
3.2 Diseño Conceptual .....	27
3.2.1 Primeras ideas .....	27
3.2.2 Selección de alternativa .....	32
3.2.3 Desarrollo de la propuesta elegida .....	32
3.2.4 Sugerencias del tribunal y objetivos adicionales.....	34
3.2.5 Propuesta Conceptual Final.....	35
3.3 Diseño Preliminar.....	37
3.3.1 Conclusiones y comentarios del tribunal .....	49
4. Diseño de detalle .....	50
4.1 Evolución .....	50
4.2 Especificaciones técnicas .....	50
4.3 Producto final.....	52
4.3.1 Explicación del producto final .....	52
4.3.2 Despiece .....	61
4.4 Análisis del diseño de detalle .....	70
4.4.1 Selección de materiales y procesos de fabricación .....	70
4.4.2 Análisis mecánicos.....	78
4.4.3 Análisis de ensamblabilidad. Acotado GPS.....	82
4.4.4 Análisis de impacto ambiental (Ecodiseño).....	84
4.5 Montaje, instalación y funcionamiento .....	88
4.5.1 Montaje .....	88
4.5.2 Instalación .....	99
4.5.3 Funcionamiento y modo de uso .....	101

4.6 Identidad corporativa .....	105
4.6.1 Nombre del producto .....	108
4.7 Embalaje.....	110
4.8 Renders y documentación gráfica.....	112
5. Viabilidad económica.....	123
6. Conclusiones.....	125
7. Bibliografía y referencias .....	126
7.1 Información .....	126
7.2 Marcas.....	126
7.3 Componentes comerciales.....	127
7.4 Software utilizado .....	128
ANEXOS .....	129
Anexo 1: Selección de materiales por el método Asby. ....	129
Anexo 2: Propiedades de los materiales .....	134
Anexo 3: Propiedades de los procesos.....	162
Anexo 4: Piezas comerciales.....	181
Anexo 5: Informe simulación CAM Inyección.....	187
PLANOS .....	202
PLIEGO DE CONDICIONES .....	223
1. Introducción.....	224
1.1 Generalidades facultativas .....	224
1.1.1 Memoria .....	224
1.1.2 Pliego de condiciones .....	224
1.1.3 Presupuesto.....	224
1.1.4 Planos .....	224
1.1.5 Anexos .....	224
1.1.6 Ejecución .....	224
1.1.7 Plazos de ejecución .....	224
1.2 Generalidades económicas .....	225
1.3 Generalidades legales .....	225
2. Proceso y Materiales .....	225
2.1 Condiciones de fabricación .....	225
2.1.1 Calidad de los procesos .....	225
2.1.2 Tolerancias .....	225
2.1.3 Garantía y recambios .....	225
2.2 Características de los materiales .....	225
3. Condiciones de uso e instalación del producto .....	226

PRESUPUESTO.....	227
5.1 Coste de los materiales .....	228
5.2 Coste de fabricación.....	229
5.3 Coste de los elementos comerciales.....	230
5.4 Coste de ensamblado.....	230
5.5 Costes indirectos y logísticos .....	230
5.6 Beneficio Industrial .....	231
5.7 Tasa impositiva.....	231
5.8 Precio de venta al público.....	231

## Índice de figuras

Figura 1: Cable de Carga Modo 2.....	11
Figura 2: Cargador de pared Modo 3 o WallBox .....	12
Figura 3: Supercargador Modo 4.....	12
Figura 4: Conector Tipo 1.....	12
Figura 5: Conector Tipo 2.....	12
Figura 6 Wallbox Pulsar Pus y Orbis Viaris UNI.....	20
Figura 7: Embalaje y tapa delantera Wallbox Pulsar Plus .....	20
Figura 8: Embalaje y tapa trasera Wallbox Pulsar Plus.....	20
Figura 9: Aplicación móvil de Wallbox.....	21
Figura 10: Interior Orbis Viaris UNI.....	21
Figura 11: Comunicación con el usuario Orbis Viaris UNI .....	22
Figura 12: Aplicación móvil Orbis .....	22
Figura 13: Casos de carga .....	23
Figura 14: Alzado y axonometría de la Propuesta 1 .....	27
Figura 15: Render de la Propuesta 1 .....	28
Figura 16: Alzado y axonometría de la propuesta 2 .....	29
Figura 17: Render de la Propuesta 2 .....	29
Figura 18: Alzado, vista lateral y axonometría de la Propuesta 3 .....	30
Figura 19: Render Propuesta 3 .....	30
Figura 20: Vistas ortogonales y axonométricas de la Propuesta 4 .....	31
Figura 21: Render Propuesta 4 .....	31
Figura 22: Render general de la primera propuesta conceptual.....	32
Figura 23: Desbloqueo mediante huella dactilar.....	33
Figura 24: Vista del anclaje a la pared donde se enrolla el cable .....	33
Figura 25: Cargador con cable .....	33
Figura 26: Vista trasera y del sistema de iluminación .....	34
Figura 27: Forma principal de la propuesta conceptual .....	35
Figura 28: Ejemplos de mecanismo de cable retráctil.....	35
Figura 29: Vista lateral cortada del interior del cargador.....	36
Figura 30: Vista lateral del diseño conceptual.....	36
Figura 31: Esquema de la estructura metálica interna.....	37
Figura 32: Vista general del cargador .....	37
Figura 33: Medidas generales del cargador .....	38
Figura 34: Render general del cargador .....	38
Figura 35: Explosión de las piezas del cargador .....	39

Figura 36: Carcasa trasera .....	40
Figura 37: Montaje de la estructura interna .....	40
Figura 38: Carcasa del alojamiento para el cable .....	41
Figura 39: Parte trasera con sistema de recogida .....	41
Figura 40: Enchufe lateral.....	41
Figura 41: Vista de los componentes eléctricos del cargador .....	42
Figura 42: Tira de led de iluminación trasera .....	42
Figura 43: Detalle de unión de la tapa delantera .....	43
Figura 44: Cargador ensamblado.....	43
Figura 45: Sistema de recogida automática de cable .....	44
Figura 46: Sistema de guiado del cable .....	44
Figura 47: Ejemplo de mecanismo de guiado de manguera .....	45
Figura 48: Configuración para cable extraíble.....	45
Figura 49: Iconos de información led .....	45
Figura 50: Iconos de información led en cargador .....	46
Figura 51: Render 1.....	46
Figura 52: Render 2.....	47
Figura 53: Render 3.....	47
Figura 54: Render 4.....	47
Figura 55: Render 5.....	48
Figura 56: Render 6.....	48
Figura 57: Vista explosionada .....	51
Figura 58: Cargador, vista exterior .....	52
Figura 59: Medidas del cargador .....	52
Figura 60: Laterales del cargador .....	53
Figura 61: Interior del compartimento superior .....	53
Figura 62: Detalle lector de huellas y prensaestopas.....	54
Figura 63: Plantilla para taladros.....	55
Figura 64: Colación plantilla pared .....	55
Figura 65: Luz del cargador encendida .....	56
Figura 66: Detalle prensaestopas .....	56
Figura 67: Detalle rodamientos eje .....	57
Figura 68: Detalle muell espiral.....	57
Figura 69: Detalle salida de cable de carga .....	58
Figura 70: Ejemplo de mecanismo de guiado de manguera .....	58
Figura 71: Detalle sistema de guiado de cable .....	59
Figura 72: Versión sin cable de carga .....	60
Figura 73: Explicación carcasa principal .....	61
Figura 74: Explicación tapa delantera.....	62
Figura 75: Explicación embellecedor .....	62
Figura 76: Explicación junta perimetral .....	63
Figura 77: Explicación refuerzo metálico.....	63
Figura 78: Explicación componentes eléctricos.....	64
Figura 79: Explicación componentes electrónicos .....	64
Figura 80: Explicación leds traseros.....	65
Figura 81: Explicación carcasa inferior para cable de carga .....	65
Figura 82: Explicación tapa carcasa inferior .....	66
Figura 83: Explicación muelle .....	66
Figura 84: Explicación eje cable de carga .....	67
Figura 85: Explicación tapa del muelle .....	67
Figura 86: Explicación husillo.....	67

Figura 87: Explicación rodillo de husillo .....	68
Figura 88: Explicación rodillo superior .....	68
Figura 89: Tornillos, rodamientos y soportes .....	68
Figura 90: Explicación Conector .....	69
Figura 91: Explicación LEDs .....	69
Figura 92: Piezas exteriores .....	70
Figura 93: Refuerzo interior .....	70
Figura 94: Tapa frontal .....	71
Figura 95: Embellecedor .....	71
Figura 96: Husillo .....	72
Figura 97: Rodillo .....	72
Figura 98: Rodillo superior .....	72
Figura 99: Eje recogida de cable .....	73
Figura 100: Muelle .....	73
Figura 101: Difusor leds traseros .....	73
Figura 102: Punto de inyección .....	75
Figura 103: Material PP genérico .....	75
Figura 104: Parámetros de inyección .....	76
Figura 105: Progresión de llenado .....	76
Figura 106: Gráficos de presión de inyección y fuerza de amarre .....	77
Figura 107: Refuerzo metálico .....	78
Figura 108: Parámetros del material .....	78
Figura 109: Mallado .....	79
Figura 110: Sujeciones 1 .....	79
Figura 111: Sujeciones 2 .....	80
Figura 112: Fuerzas .....	80
Figura 113: Desplazamientos .....	80
Figura 114: Tensiones .....	81
Figura 115: Sistema estudiado en análisis de ensamblabilidad .....	82
Figura 116: Ensamble tipo fijo .....	83
Figura 117: Estrategias de ecodiseño .....	84
Figura 118: Datos para EcoAudit .....	86
Figura 119: Impacto ambiental por etapas del ciclo de vida .....	87
Figura 120: Montaje 1 .....	88
Figura 121: Montaje 2 .....	88
Figura 122: Montaje 3 .....	89
Figura 123: Montaje 4 .....	89
Figura 124: Montaje 5 .....	89
Figura 125: Montaje 6 .....	90
Figura 126: Montaje 7 .....	90
Figura 127: Montaje 8 .....	90
Figura 128: Montaje 9 .....	91
Figura 129: Montaje 10 .....	91
Figura 130: Montaje 11 .....	92
Figura 131: Montaje 12 .....	92
Figura 132: Montaje 13 .....	92
Figura 133: Montaje 14 .....	93
Figura 134: Montaje 15 .....	93
Figura 135: Montaje 16 .....	93
Figura 136: Montaje 17 .....	94
Figura 137: Montaje 18 .....	94

Figura 138: Instalación 1.....	99
Figura 139: Instalación 2.....	99
Figura 140: Instalación 3.....	100
Figura 141: Instalación 4.....	100
Figura 142: Aplicación Icono y logotipo.....	101
Figura 143: Aplicación. Configuración de la app .....	102
Figura 144: Aplicación. Pantalla de inicio .....	103
Figura 145: Aplicación. Pantalla de carga .....	103
Figura 146: Aplicación. Pantalla de consumo .....	104
Figura 147: Aplicación. Pantalla de configuración.....	104
Figura 148: Logotipos del mercado .....	105
Figura 149: Tipografía corporativa .....	106
Figura 150: Colores corporativos.....	106
Figura 151: Logotipo Ampère .....	106
Figura 152: Símbolo gráfico Ampère .....	107
Figura 153: Relaciones proporcionales logotipo .....	107
Figura 154: Espacio de respeto logotipo .....	107
Figura 155 Logotipo versiones monocromáticas.....	108
Figura 156: Logotipo sobre distintos fondos .....	108
Figura 157: Logotipo blanco y negro .....	108
Figura 158: Ampère EasyConect.....	109
Figura 159: Ampère EasyPlug .....	109
Figura 160: Embalaje abierto.....	110
Figura 161: Calajes interiores del embalaje.....	110
Figura 162: Embalaje cerrado.....	111
Figura 163: Render final 1.....	112
Figura 164: Render final 2.....	112
Figura 165: Render final 3.....	113
Figura 166: Render final 4.....	113
Figura 167: Render final 5.....	114
Figura 168: Render final 6.....	115
Figura 169: Render final 7.....	116
Figura 170: Render final 8.....	117
Figura 171: Render final 9.....	118
Figura 172: Render final 10.....	119
Figura 173: Versiones cromáticas 1 .....	120
Figura 174: Versiones cromáticas 2 .....	120
Figura 175: Versiones cromáticas 3.....	121
Figura 176: Versiones para marcas1.....	121
Figura 177: Versiones para marcas 2.....	122
Figura 178: Modelos para comparación: Wallbox Pulsar Plus y Orbis Viaris Uni .....	123
Figura 179: Soportes para cable y conector marca Wallbox .....	124
Figura 180: Soportes para cable y conector sin marca.....	124

## Índice de tablas

Tabla 1: Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas .....	25
Tabla 2: Grados de protección contra cuerpos sólidos extraños .....	25
Tabla 3: Grados de protección contra el agua.....	26
Tabla 4: Especificaciones del producto final.....	50
Tabla 5: Listado de componentes. Materiales y Procesos.....	74

Tabla 6: Tolerancias comerciales inyección de plásticos.....	82
Tabla 7: Listado de componentes con materiales y pesos .....	85
Tabla 8: Impacto ambiental por etapas del ciclo de vida .....	86
Tabla 9: Resumen de costes .....	123
Tabla 10: Software utilizado .....	128
Tabla 11: Costes de los materiales .....	228
Tabla 12: Costes de procesado y costes totales .....	229
Tabla 13: Costes de los componentes comerciales .....	230

# MEMORIA

# 1. Introducción

En este documento se recoge el Trabajo de Fin de Máster del Máster en Diseño y Fabricación, especialización en Diseño de Producto, de la Universitat Jaume I de Castellón. En él se describen todos sus elementos incluidas las fases previas del diseño que ya han sido expuestas para las asignaturas Trabajo Fin de Máster Fase Conceptual y Fase Preliminar. El trabajo consiste en el diseño de un sistema de carga para vehículos eléctricos de tipo Wallbox destinado al uso doméstico principalmente. Antes de exponer las diferentes fases del diseño y características del producto, conviene hacer una breve contextualización y explicación de las motivaciones y objetivos del trabajo.

## 1.1 Contextualización

En la era contemporánea, la preocupación por el medio ambiente y la búsqueda de soluciones sostenibles han llevado a una transformación significativa en la industria del transporte. Los vehículos eléctricos (VE) han emergido como una alternativa prometedora a los vehículos de combustión interna, ofreciendo beneficios ambientales sustanciales y una transición hacia una movilidad más limpia y eficiente. Sin embargo, el desafío de la infraestructura de carga sigue siendo una de las barreras fundamentales para la adopción masiva de los VE.

En este contexto, el diseño y la fabricación de cargadores de vehículos eléctricos desempeñan un papel crucial para impulsar la evolución de la movilidad eléctrica. Los cargadores no solo deben ser eficientes y seguros, sino que también deben ser atractivos visualmente y funcionales para una amplia gama de usuarios. Este trabajo de fin de máster se enfoca en explorar y desarrollar un diseño de cargador de vehículos eléctricos que no solo satisfaga las necesidades técnicas, sino que también resalte aspectos de ergonomía, experiencia del usuario y diseño estético.

A lo largo de este trabajo, se examinarán los elementos fundamentales del diseño de un cargador de vehículos eléctricos, incluida la investigación de las tecnologías de carga existentes, el análisis de las necesidades de los usuarios, la evaluación de materiales y procesos de fabricación adecuados, y la consideración de factores de diseño que influyen en la aceptación y la utilidad del producto final.

## 1.2 Objetivo

El objetivo de este trabajo es conseguir el diseño de un cargador para vehículos eléctricos que cumpla con las características indicadas en la propuesta de TFM por parte de la organización del máster:

- Fácil Montaje
- Diseño atractivo
- Precio medio-bajo con respecto a otros productos similares
- Fácil manejo

Además de estos objetivos, se han incluido algunos más que se considera que conducirán a un mejor resultado y a un producto más interesante.

- Buena resistencia y durabilidad
- Incorporación de funciones auxiliares
- Fácil reparación
- Fácil separación para reciclado

## 1.3 Alcance

Durante el trabajo de fin de máster se pretende desarrollar el diseño completo de un cargador doméstico de vehículos eléctricos, además de definir su funcionamiento y menú de usuario. También se estudiarán los requisitos y normativas que necesitará cumplir para su comercialización en el mercado europeo. Se analizarán los materiales y procesos

idóneos para su fabricación comercial y a nivel de prototipo, así como su impacto medioambiental tanto del producto como de su embalaje, que también se definirá. En el trabajo también se incluirá un estudio de marca para su comercialización y la redacción y maquetación de documentos tanto técnicos como comerciales; así como algunas simulaciones de resistencia mecánica del producto y de fabricación.

Se trata de un producto eléctrico que incluye componentes tanto eléctricos como electrónicos y, aunque se diseñará el producto incluyendo dichos componentes de forma preliminar, no se va a profundizar en sus características, funciones y conexiones ya que esos aspectos quedan fuera del alcance del proyecto.

## 2. Antecedentes

En este apartado se va a hacer un estudio del producto con el fin de comprender su estructura y funcionamiento, los diferentes tipos y clasificaciones que existen, las tendencias actuales del mercado; así como el análisis detallado de los dos modelos más consumidos en el mercado español. También se hará un resumen de los principales puntos de la normativa que afecta a este tipo de productos.

### 2.1 Definición del producto

Para empezar cabe distinguir entre los diferentes tipos de cargadores que existen en el mercado. Para ello se deben explicar los modos de carga que se utilizan y los tipos de conectores estandarizados.

Existen cuatro modos de carga que se diferencian principalmente en la potencia que utilizan y por tanto en la velocidad de carga de los vehículos:

- **Modo 1 (Schuko):** Este modo no se utiliza para la carga de coches eléctricos, solamente se usa para la recarga de patinetes o pequeñas motocicletas eléctricas. Consiste en enchufar directamente el vehículo a una toma de corriente alterna doméstica.
- **Modo 2 (Carga lenta):** También conocido como modo de carga ocasional, consiste en enchufar el vehículo directamente a una toma de corriente doméstica, pero a través de un cable (Figura 1) que cuenta con una serie de protecciones que permiten cargar con hasta 3,7kW de potencia. Está destinado principalmente a híbridos enchufables o pequeños utilitarios eléctricos.



Figura 1: Cable de Carga Modo 2

- **Modo 3 (Carga Semi-Rápida):** En este modo de carga el vehículo se conecta a un dispositivo llamado WallBox (Figura 2) que es el encargado de suministrarle la energía y que cuenta con una serie de protecciones para el vehículo y la instalación eléctrica. Este es el modo más extendido en la carga doméstica y muy común en los puntos de recarga públicos como complemento al modo 4. Con este modo se pueden alcanzar potencias de hasta 7,4kW en corriente monofásica y de hasta 44kW en trifásica. El sistema de carga que se va a desarrollar en este trabajo estará contenido en este modo.



Figura 2: Cargador de pared Modo 3 o WallBox

- **Modo 4 (Carga Rápida):** Este modo está destinado al uso público por la intensidad requerida y los requisitos de la instalación eléctrica. En este caso el cargador proporciona corriente continua por lo que la potencia no está limitada a la capacidad del rectificador del vehículo. Con este modo la carga se realiza a un mínimo de 50kW pudiendo llegar hasta los 350kW con los llamados supercargadores (Figura 3).



Figura 3: Supercargador Modo 4

A su vez, existen principalmente dos tipos de conectores que son los que incorporan la mayor parte de los vehículos comerciales:

- **Tipo 1 (SAE J1772):** Es el conector utilizado por vehículos americanos y asiáticos. En el mercado europeo no es el más utilizado, pero algunos modelos todavía lo incorporan.



Figura 4: Conector Tipo 1

- **Tipo 2 (IEC 62196):** Es el estándar europeo y el más extendido en el mercado. Fue propuesto por la empresa Mennekes, por lo que también se le conoce por ese nombre.



Figura 5: Conector Tipo 2

## 2.2 Análisis del producto

Una vez conocidos los tipos de cargadores que existen, a continuación se recogen los principales productos del mercado con sus características más relevantes: precio, tipo de conector, dimensiones y potencia; además del nombre comercial, la marca que lo fabrica, una imagen del producto y la web donde encontrar más información.

Imagen	Nombre	Marca	Precio	Conector	Dimensiones	Potencia	Referencia
	Pulsar Plus	WallBox	690€	Tipo 1 y 2	166 x 163 x 82 mm	max. 22kW	<a href="https://wallbox.com/">https://wallbox.com/</a>
	Commander 2		1319€	Tipo 2	221 x 152 x 115 mm	max. 22kW	
	Copper SB		959€	Tipo 1 y 2	260 x 192 x 113 mm	max. 22kW	
	Quasar		---€	Tipo 1 y 2	350 x 350 x 150 mm	max. 7,4kW	
	Solo 3	PodPoint	799-1599£	Tipo 1 y 2	330 x 290 x 120 mm	max. 22kW	<a href="https://pod-point.com/">https://pod-point.com/</a>

	Conector de pared Tercera generación	Tesla	599€	Tipo 2	380 x 160 x 140 mm	max. 11,5kW	<a href="https://shop.tesla.com/">https://shop.tesla.com/</a>
	IQ 200	blink	---\$	Tipo 2	355 x 270 x 132 mm	max. 19,2kW	<a href="https://blinkcharging.com/">https://blinkcharging.com/</a>
	Eve Single Pro-line	Alfen	1000€	Tipo 2	370 x 240 x 130mm	max. 22kW	<a href="https://alfen.com/es/soluciones-carga-el-hogar">https://alfen.com/es/soluciones-carga-el-hogar</a>
	Eve Single S-line	Alfen	600€	Tipo 2	370 x 240 x 130 mm	max. 11kW	<a href="https://alfen.com/es/soluciones-carga-el-hogar">https://alfen.com/es/soluciones-carga-el-hogar</a>

	Homecharger 7	bp	699£	Tipo 2	350 x 230 x 115 mm	max. 7,4kW	<a href="https://www.bppulse.co.uk/charging-at-home">https://www.bppulse.co.uk/charging-at-home</a>
	EVBox Elvi	EVBox	---€	Tipo 2	186 x 328 x 161 mm	max. 22kW	<a href="https://evbox.com/es-es/cargadores-coche/elvi">https://evbox.com/es-es/cargadores-coche/elvi</a>
	SENEC.Wallbox	SENEC	---€	Tipo 2	410 x 295 x 114 mm	max. 22kW	<a href="https://senec.com/">https://senec.com/</a>
	Viaris UNI 230V	Orbis	700€	Tipo 2	224 x 105 x 332 mm	max. 7,4kW	<a href="https://www.orbis.es/">https://www.orbis.es/</a>

	EV Wallbox	Morec	399-599€	Tipo 2	295 x 195 x 85 mm	3.6-22kW	<a href="https://morectech.eu/collections/ev-charging-station">https://morectech.eu/collections/ev-charging-station</a>
	Evecube C	EVExpert	858€	Tipo 2	280 x 200 x 120 mm	max. 22kW	<a href="https://www.evexpert.eu/c/e-shop/ac-charging-stations/ac-wallboxes">https://www.evexpert.eu/c/e-shop/ac-charging-stations/ac-wallboxes</a>
	ARTC Smart Home	ArteSolar	499€	Tipo 2	180 x 325 x 85 mm	7kW	<a href="https://www.artesolar.com/">https://www.artesolar.com/</a>
	Mercedes-Benz Wallbox Home	Mercedes-Benz	892´50€	Tipo 2	328 x 438 x 170 mm	max. 22kW	<a href="https://www.mercedes-benz.es/passengercars/mercedes-benz-cars/electromobility/result-2/variety.module.html">https://www.mercedes-benz.es/passengercars/mercedes-benz-cars/electromobility/result-2/variety.module.html</a>

	JuiceBox 07 / JuiceBox 22	Endesa	---€	Tipo 2	400 x 150 x 100 mm	7 o 22kW	<a href="https://www.endesax.com/es/es/home">https://www.endesax.com/es/es/home</a>
	Volkswagen ID. Charger	Elli para Grupo Volkswagen	Desde 479€	Tipo 2	297 x 406 x 116 mm	7,4 o 11kW	<a href="https://charging-energy.elli.eco/es-es/IDcharger">https://charging-energy.elli.eco/es-es/IDcharger</a>

Después de observar los datos recogidos en la tabla anterior se pueden extraer una serie de conclusiones sobre qué características priman en los productos existentes y cuáles son más accesorias y el rango de los valores de tamaño, potencia y precio en los que se mueven la mayoría de los diseños vigentes.

Muchos de los productos tienen versiones de 7,4, 11 y 22 kW sin modificar el aspecto exterior ni las dimensiones por lo que posiblemente lo mejor será no limitarse a diseñar un producto para una potencia de carga en concreto.

La mayoría de ellos se fijan a la pared y se ensamblan mediante tornillos y la manguera, si es fija, se enrolla manualmente alrededor del cuerpo del cargador.

Todas las medidas rondan los 35x35x10cm lo que sugiere que, debido a los componentes que debe albergar, estas medidas son las mínimas que se pueden conseguir.

Los precios mínimos están cerca de los 400€ y alcanzan los 1300€, estando la mayoría cerca de los 800€.

Algunas funcionalidades interesantes que incorporan estos productos y que aportan un valor añadido además de la simple carga del vehículo son las siguientes:

- **Programación horaria:** Posibilidad de programar a qué hora y durante cuánto tiempo se carga el vehículo. Esto permite aprovechar las horas de menor precio de la electricidad. Existen aplicaciones conectadas directamente al precio actualizado de la luz y permiten programar la carga directamente en función del precio.
- **Control con aplicación:** La marca proporciona una aplicación para que el usuario programe la carga, acceda al cargador o lo bloquee.
- **Bloqueo de seguridad:** Sistemas que impiden que otras personas utilicen el producto sin autorización mediante una clave, tarjeta o clave electrónica. Está muy extendido el desbloqueo mediante tecnología NFC a través de una tarjeta o el teléfono móvil.
- **Carga de varios vehículos:** Algunos cargadores disponen de varias salidas de corriente para cargar más de un vehículo a la vez.
- **Gestión dinámica de carga:** Ajusta la potencia de carga en función de la potencia contratada y el uso que se esté haciendo en ese momento en la casa, dándole al vehículo el máximo sin que salten las protecciones correspondientes.
- **Carga bidireccional:** Permite utilizar el vehículo como almacén de energía eléctrica para proveer el consumo doméstico. Esto resulta de utilidad para almacenar la energía producida por placas solares para usarla posteriormente o cargar el coche en franjas con un precio más reducido y no gastar electricidad cuando ésta es más cara.

Además de tener en cuenta el estudio de mercado anterior, se han analizado los dos productos más vendidos en España (el *Wallbox Pulsar Plus* y el *Viaris Uni de Orbis* (Figura 6)) de manera más detallada, viendo su estructura interna, piezas, funcionalidades, forma de ensamblaje, control, aplicación etc. con el fin de conocer mejor el funcionamiento de este tipo de aparatos. Con ayuda de videos de instaladores profesionales y reviews de internet se han conocido más en profundidad estos modelos de cargador que representan las opciones más demandadas del mercado.



Figura 6 Wallbox Pulsar Plus y Orbis Viaris UNI

## 2.2.1 Wallbox Pulsar Plus

Este modelo es con diferencia el más vendido en España debido posiblemente a su simplicidad y a que cuenta con una de las aplicaciones para smartphone más completas del mercado. Su precio de venta al público es de 690 euros, cuenta con conexión wifi y bluetooth y existen modelos con potencia de 7,4 y 22 kW. Se monta muy fácilmente: en la caja vienen dos mitades separadas, la mitad delantera con una placa de circuito impreso en la que están los leds, dispositivos de control y una Raspberry pi que gestiona la parte electrónica y de comunicación con la app (Figura 7) y la mitad trasera con los componentes eléctricos (Figura 8).



Figura 7: Embalaje y tapa delantera Wallbox Pulsar Plus



Figura 8: Embalaje y tapa trasera Wallbox Pulsar Plus

Las funcionalidades que incorpora este modelo se gestionan únicamente mediante la aplicación móvil (Figura 9) lo que hace obligatorio su uso si se desea activar el sistema de bloqueo y desbloqueo y la programación horaria. La interfaz de comunicación con el usuario es principalmente mediante la aplicación, siendo el anillo led el que indica el estado del cargador; verde, desbloqueado; azul, cargando y una serie de colores y secuencias de iluminación más cuyo significado es necesario consultar en el manual. Cuenta con una protección IP 54 lo que lo hace apto también para su uso en exteriores.



Figura 9: Aplicación móvil de Wallbox

El cable de conexión se recoge enrollándolo alrededor del cargador o de un soporte externo anclado a la pared y no dispone de un alojamiento para el conector en el cuerpo del cargador que permita colocarlo después de usarlo. El embalaje está compuesto por una caja de cartón corrugado sin blanquear y, además de cargador, incluye un pequeño manual de instrucciones, una tarjeta de plástico para abrir la carcasa si rayarla y la manguera de carga.

## 2.2.2 Orbis Viaris UNI

Este modelo de cargador es, según algunos instaladores, el más fiable y con mejores características del mercado, además de uno de los más vendidos. Tiene un precio de 1008 euros, pero incluye las protecciones eléctricas correspondientes que en otros modelos se instalan aparte. Tiene control dinámico de potencia (gestiona la carga teniendo en cuenta el consumo del resto de la casa para no superar la potencia contratada), rearme automático (se reestablece solo si saltan los plomos), comunicación con placas fotovoltaicas, etc.

Además de mediante la app se puede vincular una o varias tarjetas NFC (es interesante ya que no es necesario que sea la tarjeta del cargador, sino que se puede vincular a la tarjeta de empleado, del gimnasio o a un llavero NFC o al propio móvil).

La estructura interior (Figura 10) es similar a la del Wallbox teniendo más espacio interior para albergar los dispositivos de protección antes mencionados. La tapa delantera se abre mediante una bisagra lo que facilita el acceso para su mejora o mantenimiento.



Figura 10: Interior Orbis Viaris UNI

La comunicación con el usuario se lleva a cabo mediante iconos iluminados con led que facilitan la comprensión sin necesidad de consultar el manual (Figura 11).



Figura 11: Comunicación con el usuario Orbis Viaris UNI

La aplicación cuenta con las mismas funcionalidades que la de Wallbox y también resulta imprescindible para programar el cargador, aunque no para utilizarlo en el día a día como sí ocurre con el Wallbox Pulsar Plus.



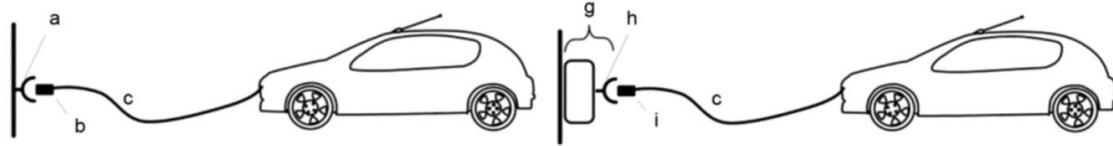
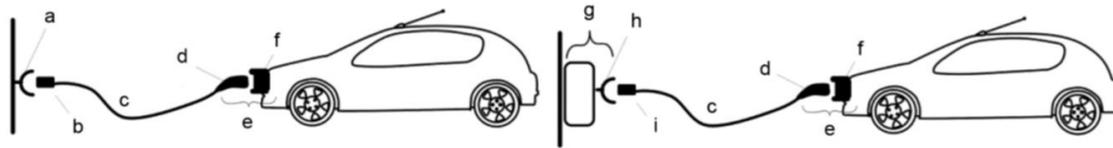
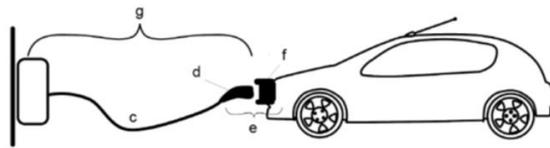
Figura 12: Aplicación móvil Orbis

La manguera, como en el caso anterior, se coloca enrollada alrededor del cargador o de un soporte externo y tampoco tiene alojamiento para el conector.

## 2.3 Normativa

Para poder establecer los requisitos de diseño que debe cumplir el producto final se ha repasado la normativa que afecta al tipo de cargador que se va a diseñar; un cargador de modo 3. Se ha visto que en la norma *UNE-EN IEC 61851-1: Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos Parte 1: Requisitos generales* se recogen todos los requisitos de diseño que deben cumplir los cargadores según del tipo que sean. Como complemento a esta norma, también es necesario analizar la *UNE-EN 60529: Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP)*.

A continuación, se presenta un resumen del contenido de estas normas en lo referente a los cargadores de modo 3. Además de los modos de carga que ya se han explicado en apartados anteriores, la norma diferencia entre tres Casos distintos (A, B y C). En el caso A, el vehículo se conecta al cargador a través de un cable fijo al vehículo inseparable de este; en el caso B, se conecta mediante un cable que no está fijo ni al cargador ni al vehículo; y en el caso C, el cable está unido permanentemente al cargador. (Figura 13)

**CASO A****CASO B****CASO C**

- (a) Base de toma de corriente
- (b) Clavija
- (c) Cable
- (d) Conector de vehículo
- (e) Acoplamiento de vehículo
- (f) Conexión de entrada de vehículo
- (g) Estación de carga
- (h) Base de toma de corriente de VE
- (i) Clavija de VE

Figura 13: Casos de carga

De acuerdo con esta clasificación, en esta fase del diseño todavía no se ha decidido si el producto a diseñar será únicamente del caso C o si por el contrario también se ofrece una versión alternativa que permita las conexiones de los casos A y B.

También establece una serie de clasificaciones teniendo en cuenta distintas características del cargador:

- Método de conexión eléctrica a la red
  - Conectado con clavija y cable
  - Permanentemente conectado
- Condiciones ambientales de utilización
  - Utilización en interior
  - Utilización en exterior
- Acceso al cargador
  - Equipos para ubicaciones con acceso restringido
  - Equipos para ubicaciones con acceso no restringido
- Método de montaje
  - Equipos estacionarios
    - Montado en paredes, postes o posiciones equivalentes
      - Encastrado
      - Montado en superficie
    - Montado sobre poste/columna/tubo
    - Montado sobre suelo
  - Equipos no estacionarios
    - Equipos portátiles
    - Equipos móviles

El cargador que se va a diseñar en este trabajo será: permanentemente conectado, para utilización exterior (más restrictivo), para ubicación en lugares con acceso no restringido (más restrictivo) y estacionario montado en superficie. En los países de la Unión Europea no existe una longitud mínima del cable para los cargadores del caso C.

Es obligatorio proveer un medio de protección para el conector del vehículo cuando no se esté utilizando en el sistema de alimentación de vehículos eléctricos del caso C.

El punto más bajo del conector del vehículo cuando esté guardado debe ubicarse a una altura de entre 0,5 m y 1,5 m por encima del nivel del suelo.

En las estaciones de carga de vehículos eléctricos del caso C con cables de longitud mayor a 7,5 m, se debe contar con un sistema de gestión de cables de manera obligatoria. La longitud de cable libre no debe superar los 7,5 m cuando no se esté utilizando. Se debe garantizar la prevención del sobrecalentamiento de los cables o de los cables de carga almacenados parcial o completamente.

Los cargadores deben tener un grado de protección IP igual o superior a IP41 para uso en interior e IP44 para uso en exterior.

En cuanto a requisitos de resistencia mecánica, la norma solo habla de los cargadores de modo 2 (los que se enchufan directamente a una toma de corriente convencional) y no especifica nada acerca de los de modo 3 como el que se va a desarrollar.

El manual de montaje debe indicar en qué grupo de los anteriormente citados se encuentra el modelo de cargador (método de conexión a la red, condiciones ambientales de utilización, acceso al cargador, etc.)

El manual de usuario debe explicar qué tipo de adaptadores está permitido utilizar y cuáles no.

Por último, en cuanto al marcado, el producto debe incluir:

- a) Nombre, iniciales, marca comercial o marcado distintivo del fabricante
- b) Designación de tipo o número de identificación o cualquier otro medio de identificación que haga posible obtener información apropiada por parte del fabricante.
- c) "Únicamente para uso en interior", o mención equivalente, si está previsto únicamente para uso en interior
- d) Medios de identificación de la fecha de fabricación
- e) Tipo de corriente
- f) Frecuencia y número de fases para el caso de corriente alterna
- g) Tensión asignada (de entrada y de salida si son distintas)
- h) Corriente asignada (de entrada y de salida si son distintas) y la temperatura ambiente utilizada para determinar la corriente asignada
- i) Grado de protección IP

Como se ha indicado anteriormente, el producto a diseñar deberá tener un grado de protección IP44. Esto se refiere al nivel de aislamiento que tiene un producto frente a los agentes externos (sólidos y líquidos). A continuación, se describe brevemente los distintos grados de protección y lo que significan los dígitos numéricos (IPXX).

El primer dígito hace referencia a la protección frente a elementos o partículas sólidas, en la Tabla 1 y Tabla 2, se puede ver lo que significan cada uno de los números.

Primera cifra característica	Grado de protección		Condiciones de ensayo
	Descripción breve	Definición	
0	No protegido	-	-
1	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con el dorso de la mano	El calibre de acceso, esfera 50 mm $\varnothing$ quedará a una distancia suficiente de las partes peligrosas	12.2
2	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un dedo	El dedo de prueba articulado de 12 mm $\varnothing$ y 80 mm de longitud quedará a una distancia suficiente de las partes peligrosas	12.2
3	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con una herramienta	El calibre de acceso de 2,5 mm $\varnothing$ no deberá penetrar	12.2
4	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	El calibre de acceso de 1,0 mm $\varnothing$ no deberá penetrar	12.2
5	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	El calibre de acceso de 1,0 $\varnothing$ no deberá penetrar	12.2
6	Protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre	El calibre de acceso de 1,0 $\varnothing$ no deberá penetrar	12.2

Tabla 1: Grados de protección contra el acceso a partes peligrosas

Primera cifra característica	Grado de protección		Condiciones de ensayo
	Descripción abreviada	Definición	
0	No protegido	-	-
1	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños superiores a 50 mm $\varnothing$ y mayores	El calibre-objeto de esfera 50 mm $\varnothing$ , no penetrará completamente <sup>1)</sup>	13.2
2	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños de 12,5 mm $\varnothing$ y mayores	El calibre-objeto de esfera 12,5 mm $\varnothing$ , no penetrará completamente <sup>1)</sup>	13.2
3	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños de 2,5 mm de $\varnothing$ y mayores	El calibre-objeto de 2,5 mm $\varnothing$ no penetrará nada <sup>1)</sup>	13.2
4	Protegido contra los cuerpos sólidos extraños de 1,0 mm de $\varnothing$ y mayores	El calibre-objeto de 1,0 mm de $\varnothing$ no penetrará nada <sup>1)</sup>	13.2
5	Protegido contra el polvo	No se impide del todo la penetración del polvo, pero éste no puede penetrar en cantidades suficientes como para perjudicar el buen funcionamiento del aparato o perjudicar la seguridad	13.4 13.5
6	Totalmente protegido contra el polvo	No hay penetración de polvo	13.4 13.5

1) El diámetro entero del calibre-objeto no debería pasar por una abertura de la envolvente.

Tabla 2: Grados de protección contra cuerpos sólidos extraños

Por otro lado, la segunda cifra hace referencia a la protección contra la penetración de agua u otros líquidos. En la Tabla 3 se puede ver lo que significa cada número.

Segunda cifra característica	Grado de protección		Condiciones de ensayo
	Descripción abreviada	Definición	
0	No protegido	-	-
1	Protegido contra la caída vertical de gotas de agua	Las gotas de agua no deberán producir efectos perjudiciales	14.2.1
2	Protegido contra las caídas de agua verticales con una inclinación máx. de 15° de la envolvente	La caída vertical de gotas no deben producir efectos perjudiciales, cuando la envolvente está inclinada hasta 15° de cada lado de la vertical	14.2.2
3	Protegido contra el agua en forma de lluvia	El agua que cae en lluvia fina, en una dirección, que tenga, respecto a los dos lados de la vertical un ángulo inferior o igual a 60°, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.3
4	Protegido contra proyecciones de agua	El agua proyectada sobre a envolvente desde cualquier dirección, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.4
5	Protegido contra chorros de agua	El agua proyectada en chorros sobre la envolvente desde cualquier dirección, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.5
6	Protegido contra fuertes chorros de agua	El agua proyectada en chorros fuertes sobre la envolvente desde cualquier dirección, no debe producir efectos perjudiciales	14.2.6
7	Protegido contra los efectos de la inmersión en agua	No debe ser posible que el agua penetre en cantidad perjudicial en el interior de la envolvente sumergida temporalmente en agua, con una presión y un tiempo normalizados	14.2.7
8	Protegida contra la inmersión prolongada	No debe ser posible que el agua penetre en cantidad perjudicial en el interior de la envolvente sumergida continuamente en agua bajo condiciones que se acordarán entre el fabricante y el usuario, pero que son más severas que para la cifra 7	14.2.8

*Tabla 3: Grados de protección contra el agua*

Según la norma *UNE-EN IEC 61851* que se ha analizado anteriormente, el cargador que se va a diseñar debe tener un grado de protección IP44.

Según se ha visto en las anteriores tablas, esto significa que debe estar protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de 1 mm de diámetro, protegido contra cuerpos solidos extraños de 1 mm de diámetro o más y que las proyecciones de agua desde cualquier dirección no produzcan efectos perjudiciales.

## 3. Evolución del producto

### 3.1 Requisitos de diseño

Una vez estudiada en profundidad la normativa para la tipología de producto a diseñar, de ella se han extraído los requisitos técnicos que debe cumplir el diseño:

- Proveer un medio de protección para el conector del vehículo cuando no se esté utilizando. El cargador deberá tener, ya sea en su propia estructura o en un lugar cercano, un soporte para poder colocar el conector de carga.
- El punto más bajo del conector del vehículo cuando esté guardado debe ubicarse a una altura de entre 0,5m y 1,5 m por encima del nivel del suelo. Al recogerse el cable y colocarse el conector en su alojamiento, el punto más bajo siempre deberá estar por encima de la parte más baja del cuerpo del cargador.
- En las estaciones de carga con cables de longitud mayor a 7,5 m, se debe contar con un sistema de gestión de cables de manera obligatoria. Independientemente de la longitud del cable, el cargador contará con un sistema de gestión de este.
- El cargador debe tener un grado de protección IP44 o superior. Esto significa que debe estar protegido contra el acceso a partes peligrosas con un alambre de 1 mm de diámetro, protegido contra cuerpos solidos extraños de 1 mm de diámetro o más y que las proyecciones de agua desde cualquier dirección no produzcan efectos perjudiciales. Se trabajará en la estanqueidad del diseño para poder cumplir con este requisito.
- En cuanto al marcado y etiquetado del producto, se incluirán todos los distintivos e informaciones obligatorias que se han visto en el apartado de análisis de la normativa.

### 3.2 Diseño Conceptual

#### 3.2.1 Primeras ideas

Una vez establecidos los objetivos y requisitos, se plantearon una serie de ideas superficiales con el fin de establecer la línea que iba a seguir el diseño y son las siguientes:

##### 3.2.1.1 Propuesta 1: Cargador estilo sobrio con luz trasera.

La primera propuesta se trata de un cargador de reducidas dimensiones, con forma triangular y estructura sencilla. Sus características destacables son su estética seria y elegante, su interfaz a partir de un vidrio negro con botones táctiles y señales luminosas blancas y la luz led que se proyecta contra la pared en la que se instala creando un punto de luz que facilita al usuario encontrar el enchufe en su coche o llegar a la puerta de salida del garaje sin necesidad de encender otra luz. La forma principal es la que surge de la intersección de tres circunferencias. Esta forma está también relacionada con el mundo de la automoción ya que se asemeja a la del pistón de un motor rotativo. El diámetro de la circunferencia circunscrita es de 30cm y la profundidad es de 11cm.

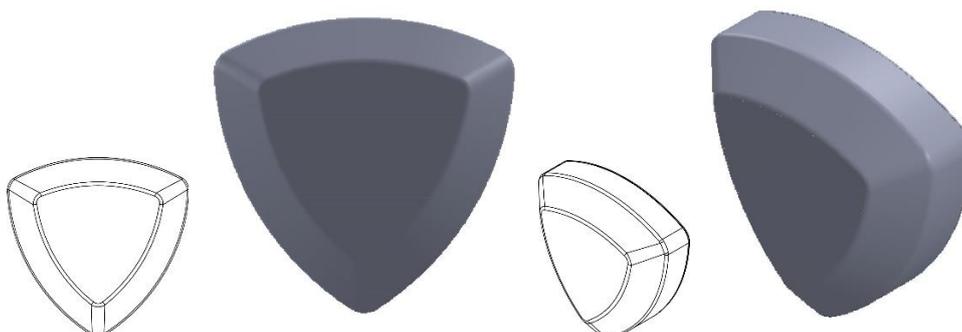


Figura 14: Alzado y axonometría de la Propuesta 1



*Figura 15: Render de la Propuesta 1*

### 3.2.1.2 Propuesta 2: Cargador convencional económico.

Se trata de un cargador que tiene la principal ventaja de la simplicidad. No dispone de dispositivos táctiles, sino que se controla mediante botones analógicos y la información que recibe el usuario es a través de leds en la parte frontal con diferentes significados. La estructura consta de una carcasa inferior y una superior que albergan los componentes eléctricos. Las medidas máximas exteriores son 40x35x12cm

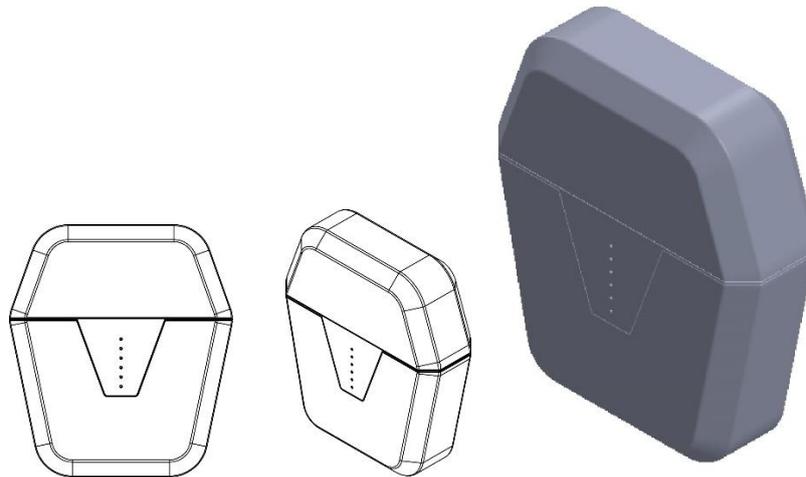


Figura 16: Alzado y axonometría de la propuesta 2



Figura 17: Render de la Propuesta 2

### 3.2.1.3 Propuesta 3: Cargador con almacenaje y luz interior

La tercera propuesta es un producto que además de la función de iluminación incorpora un compartimento de almacenaje y una repisa para depositar elementos accesorios al coche o que se desean tener a mano cuando se sale de casa. Consta de una puerta corredera exterior de plástico o vidrio en la que puede ir una pantalla o unos botones táctiles para el control del cargador. La sección es la de media elipse con una de las mitades ahuecada para dar sensación de ligereza visual además de servir de repisa. Las dimensiones son de 40x20x12 cm, pero se podrían ampliar en caso de necesitar más espacio para los componentes eléctricos.



Figura 18: Alzado, vista lateral y axonometría de la Propuesta 3



Figura 19: Render Propuesta 3

### 3.2.1.4 Propuesta 4: Prismas y pantalla con botones

La cuarta propuesta se trata de un cargador controlado mediante pulsadores y una pantalla, con una carcasa formada por prismas de base cuadrada de diferentes alturas. Las dimensiones máximas totales son 35x35x11 cm. Como algunas de las propuestas anteriores también cuenta con iluminación de la estancia, pero en este caso se proyecta hacia arriba sobre la pared en la que se instala. Los prismas en los que no haya componentes eléctricos o electrónicos se pueden utilizar para depositar objetos o colocar un soporte para el otro extremo del cable conector.

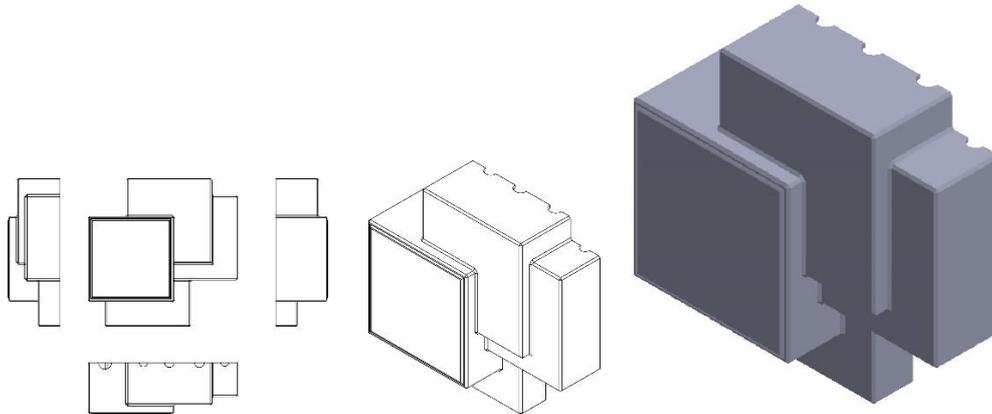


Figura 20: Vistas ortogonales y axonómicas de la Propuesta 4

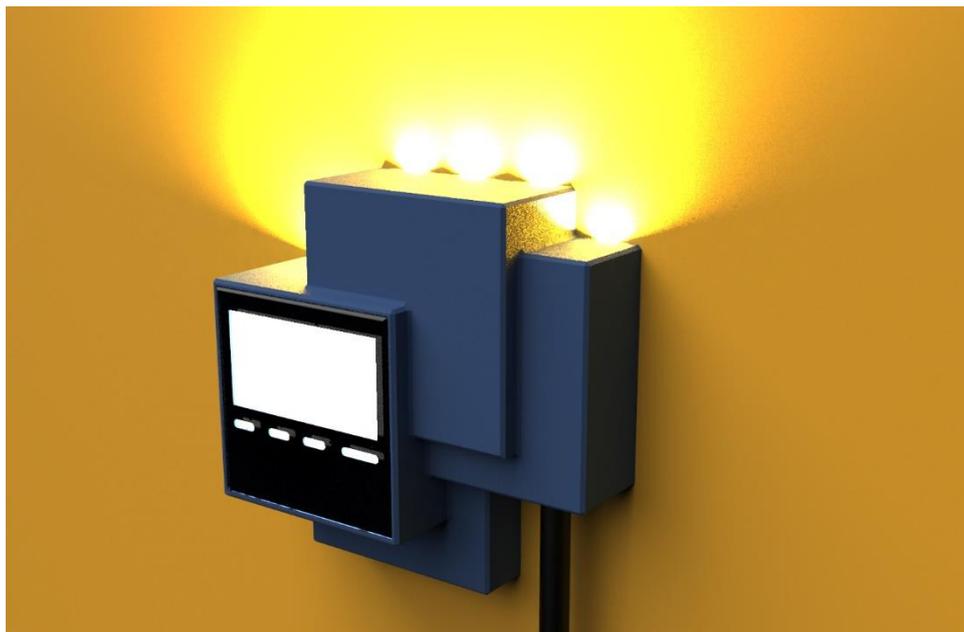


Figura 21: Render Propuesta 4

### 3.2.2 Selección de alternativa

Con las cuatro alternativas definidas, se establecieron los pros y los contras de cada una y se realizó una encuesta para conocer la opinión de los posibles usuarios. La alternativa mejor valorada fue la propuesta 1 (3,8/5) y las características más demandadas fueron el bajo precio y la facilidad de uso.

Las funcionalidades y características que se pretendían integrar en el diseño son:

- Estética elegante con predominancia de colores oscuros brillantes
- Fácil uso y precio bajo como características más valoradas
- Control mediante aplicación móvil y/o botones analógicos o táctiles
- Desbloqueo mediante aplicación móvil y/o huella dactilar
- Incorporación de punto de luz y posibilidad de ampliar la carga a dos coches
- Posible incorporación de mecanismo de recogida de cable conector
- Dimensiones generales aproximadas de 40x40x15 cm

### 3.2.3 Desarrollo de la propuesta elegida

Con estas características en mente se procedió a desarrollar de manera conceptual la propuesta elegida. Se realizaron una serie de imágenes que ilustraban el diseño que se explica a continuación.

Se trata de una nueva versión con la estética de la propuesta 1, comunicación con el usuario a través de una pantalla monocromática led y unos leds verdes y rojos. Se inscribe en una circunferencia de 40 cm y sobresale 15 cm de la pared en la que se instala. Se controla mediante una aplicación móvil o por botones táctiles sencillos.



*Figura 22: Render general de la primera propuesta conceptual*

Además del desbloqueo con el móvil, también incorpora un sensor de huella dactilar para que no sea necesario tener el teléfono encima para usarlo.



Figura 23: Desbloqueo mediante huella dactilar

El cable se puede enrollar en el soporte que fija el cargador a la pared. Se estudiará la posibilidad de incorporar un sistema giratorio que permita la recogida automática de cable.

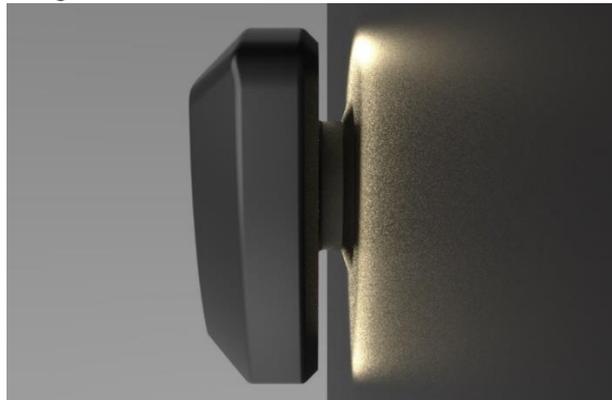


Figura 24: Vista del anclaje a la pared donde se enrolla el cable

Una vez enrollado el cable, el conector se coloca en su soporte, aunque se estudiará la posibilidad de incorporar este soporte en el propio cuerpo del cargador.



Figura 25: Cargador con cable

La propuesta también incorpora iluminación trasera proyectada en la pared. Una opción podría ser una tira led alrededor de la parte trasera del producto.



Figura 26: Vista trasera y del sistema de iluminación

### 3.2.4 Sugerencias del tribunal y objetivos adicionales

Lo expuesto en el apartado anterior era la propuesta conceptual definitiva en la entrega de la fase conceptual y se presentó ante un tribunal de corrección que realizó una serie de apreciaciones que se tendrán en cuenta para las futuras modificaciones del diseño. También, al haber realizado posteriormente una búsqueda más detallada y un análisis más en profundidad de los productos existentes, se han encontrado problemas de funcionamiento y funcionalidades que podrían resultar interesantes.

Las correcciones realizadas por el tribunal fueron las siguientes:

- Tener en cuenta el vandalismo: Dado que este tipo de aparatos tienen un precio elevado y en ocasiones se instalan en el exterior, sería conveniente prever que el producto puede sufrir algún intento de sustracción o golpe malintencionado.
- Pensar en el instalador como usuario: Además del usuario final, la persona que instala el cargador también debe ser tenida en cuenta a la hora de facilitar el uso que este hará del producto en su etapa de desembalaje e instalación.
- Que las características extra que incorpore el producto tengan sentido
- Complejizar el diseño: La propuesta resulta demasiado simple para el tipo de trabajo que se va a abordar por lo que convendría pensar en un mayor grado de complejidad.
- Que el producto se diferencie: Incorporar argumentos y elementos que hagan que un posible cliente (usuario e instalador) se decante por este producto en lugar de por el de la competencia.

Además de las apreciaciones hechas por el tribunal, durante el tiempo transcurrido entre la entrega del diseño conceptual y la del diseño preliminar, se investigó más sobre este tipo de aparatos y se encontraron una serie de problemas no resueltos por otros productos y de características que podrían resultar interesantes.

En la encuesta realizada, uno de los pocos encuestados que eran usuarios de vehículo eléctrico sugirió que estaría bien un sistema de recogida automático de la manguera de carga.

En lugares como garajes subterráneos o segundas residencias las funciones de conectividad con la aplicación móvil quedan inservibles ya que no hay ninguna red wifi a la que conectar el cargador.

La incorporación de una toma de corriente convencional en el propio cargador puede resultar útil en garajes comunitarios para enchufar electrodomésticos de limpieza o mantenimiento del coche.

Sería conveniente contemplar la posibilidad de que la entrada de corriente al cargador se pudiese realizar desde atrás o desde abajo ya que es posible que los cables vengan de la misma pared donde se instala o de otro lugar por una canaleta.

Si el cargador se instala en una casa particular o garaje comunitario resulta más interesante un cable de carga fijo, pero si se sitúa en parking público como el de una empresa o gimnasio, es posible que resulte más interesante realizar la carga con el propio cable del usuario. El cargador debería ofrecer ambas configuraciones.

### 3.2.5 Propuesta Conceptual Final

Tras analizar las correcciones del tribunal y las nuevas funcionalidades que se quieren incluir, se desarrolló una propuesta conceptual definitiva sobre la que se ha trabajado en los siguientes apartados del trabajo. La propuesta incluye una estructura metálica interior para aumentar su resistencia y seguridad frente a robos, un sistema de recogida de cable automático, un panel frontal con lector de tarjetas, huellas e iconos led simples para la comunicación con el usuario, una toma de corriente convencional adicional y demás funcionalidades que se describen a continuación. Debido a la inclusión de un compartimento para el enrollado automático de la manguera, las dimensiones del cargador han aumentado y la forma ahora es más alargada. Se ha querido mantener la estética de la propuesta anterior por lo que la forma principal (Figura 27) recuerda a esta en cuanto a las formas redondeadas y la intersección de arcos de circunferencia. Esta figura podrá sufrir modificaciones incluso volver a una forma triangular si el espacio interior necesario lo permite.

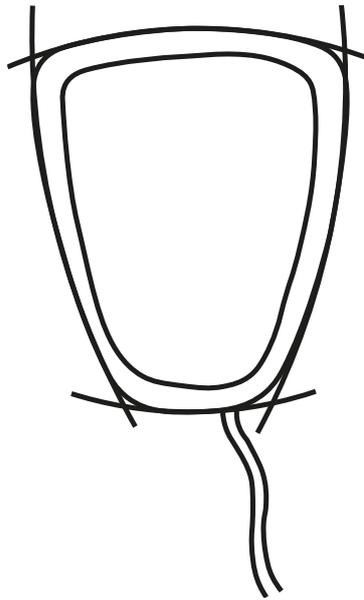


Figura 27: Forma principal de la propuesta conceptual

La funcionalidad de recoger la manguera de forma automática puede suponer una subida excesiva del precio del producto. Para evitar esto, se implementará mediante un sistema que no necesite motor ni ningún accionamiento eléctrico. Para ello se ha pensado en un sistema similar al que incorporan algunas mangueras de riego y ratones de ordenador (Figura 28) que, mediante un muelle en espiral, almacenan la energía utilizada al sacar la manguera para después enrollarla.



Figura 28: Ejemplos de mecanismo de cable retráctil

Para incorporar este sistema sin perder la estanquidad requerida en la parte eléctrica, se debe dividir el interior del cargador en dos compartimentos, uno estanco con todo el equipamiento eléctrico y otro en el que se enrolla la manguera (Figura 29). La manguera de carga pasa de uno a otro a través de un prensaestopas que permite conservar el aislamiento y el grado de protección IP del cargador. Este compartimento se trata de una pieza aparte que en la

versión para lugares públicos se podría sustituir por una toma de conexión tipo 2 para que los usuarios carguen el coche con su propio cable.



Figura 29: Vista lateral cortada del interior del cargador

Como se había especificado anteriormente, el cargador también incluye una toma de corriente convencional, un hueco para colocar el extremo de la manguera y un sistema de iluminación led en la parte trasera que se proyecta contra la pared. La iluminación está formada por una tira led que recorre el borde exterior del cargador por la parte trasera en la mitad superior. (Figura 30)

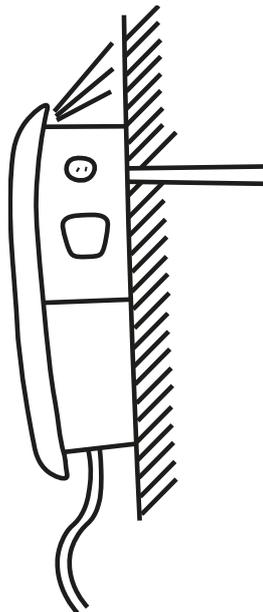


Figura 30: Vista lateral del diseño conceptual

Para rigidizar el diseño y hacerlo más resistente, se ha pensado incluir un armazón metálico interno en el cuerpo del cargador. De esta manera se puede conseguir un producto más resistente manteniendo un exterior de plástico más económico y con mayores posibilidades de acabados. En la Figura 31 se puede ver una primera aproximación a cómo podría ser esta estructura.

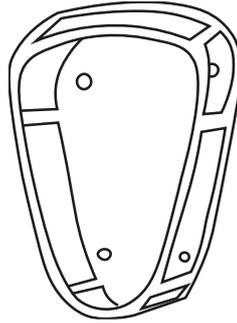


Figura 31: Esquema de la estructura metálica interna

El producto también incluye en su parte delantera un lector de huellas dactilares y de tarjetas NFC para el desbloqueo, un dispositivo de lectura de tarjetas SIM para la posible incorporación de una línea 4G para lugares donde no exista una red wifi y dispositivos de rearme automático, control dinámico de carga, etc. En el apartado siguiente se desarrolla de manera preliminar esta propuesta y se describen medidas y geometrías concretas, materiales y procesos de fabricación, número de piezas y demás elementos que concretan el diseño.

### 3.3 Diseño Preliminar

En este apartado se explica detalladamente el producto diseñado de manera preliminar, su funcionamiento, elementos que incorpora y partes de las que está compuesto. Se ha modelado la solución definitiva en Solidworks y a continuación se explica en detalle.

Se trata de un cargador (Figura 32) cuyas principales funcionalidades extra son: recogida automática de manguera con sistema de guiado del cable, lector de huellas, iluminación proyectada en la pared, toma de corriente convencional, lector de tarjetas para desbloqueo, posibilidad de incorporar una tarjeta SIM para disponer de conexión a internet en sitios alejados, estanqueidad para proteger de la intemperie, estructura de refuerzo interior para mayor seguridad y posibilidad de un modelo con cable de carga extraíble no permanente.



Figura 32: Vista general del cargador

Dispone de un hueco para colocar el conector de carga cuando no se esté usando y en el frontal incorpora 4 indicadores led a través de los cuales se puede conocer el estado del cargador. Las medidas generales del cargador son 450x300x145mm (Figura 33)

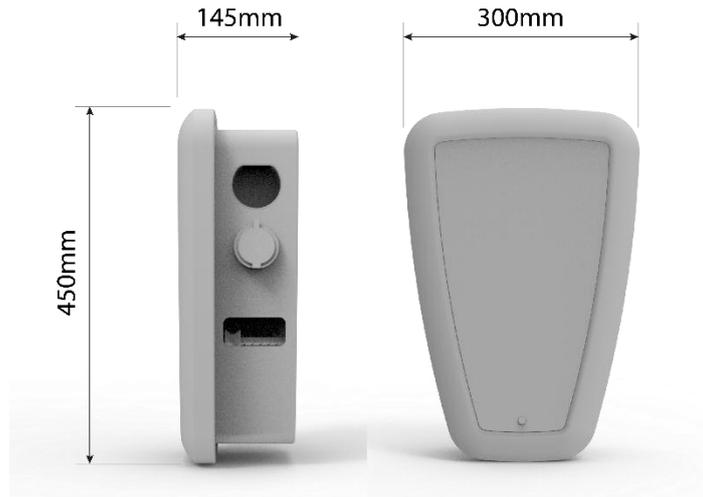


Figura 33: Medidas generales del cargador

Los colores del cargador en principio serán sobrios y los acabados frontales brillantes. Se combina el negro con detalles en gris plateado y gris mate para no resultar demasiado llamativo, aunque no se descarta sustituir estos detalles en gris por algún otro color más vistoso.



Figura 34: Render general del cargador

A continuación, se explican con mayor detalle las características del diseño, así como las piezas de las que está compuesto.

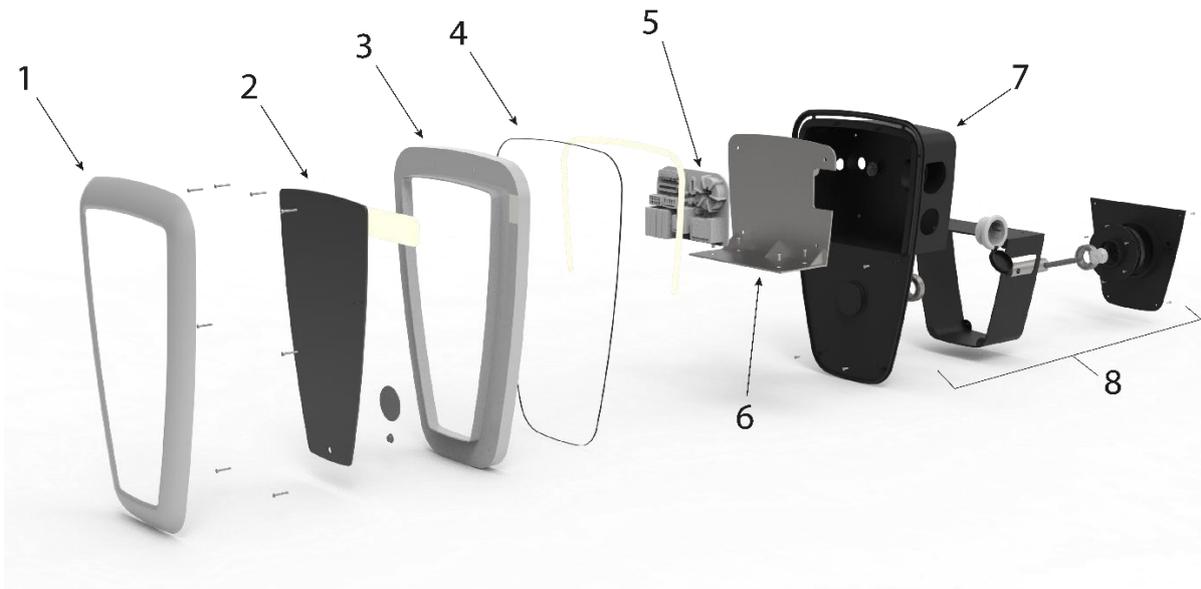


Figura 35: Explosión de las piezas del cargador

En la Figura 35 se pueden ver todas las piezas que componen el diseño; de izquierda a derecha las principales son: el embellecedor que oculta los tornillos (1), el frontal brillante negro (2) donde está el lector de huellas y los leds de información, la tapa delantera (3) con los agujeros para atornillar y cerrar el cargador, una junta de goma (4) que recorre el borde para garantizar la estanqueidad, los componentes eléctricos (5), una placa metálica que aumenta la resistencia del conjunto (6), la carcasa principal (7) y el sistema de recogida de manguera (8) que se explicará en detalle posteriormente.

Para comenzar a explicar el diseño y el montaje se va a partir de la carcasa trasera (Figura 36) que es la pieza sobre la que se ensamblan el resto. Las partes principales de esta pieza son el hueco superior donde van los componentes eléctricos y la parte inferior a donde se fija el sistema de recogida de cable. Tiene una serie de agujeros y depresiones que tienen diferentes funciones: dos agujeros para que entre el cable de corriente (1) (son dos por si la toma de corriente llega desde atrás o desde el lateral y el que no se usa se sella con una tapa), hueco para encajar el conector de la manguera cuando no se usa (2), agujero para instalar el enchufe (3) y una serie de agujeros de paso para tornillos. En la parte inferior destaca un hueco para alojar un rodamiento en el centro (4) y dos alojamientos para un eje de guiado del sistema de recogida (5) (este alojamiento está a ambos lados debido a que la salida del cable se puede instalar a ambos lados del cargador).



Figura 36: Carcasa trasera

Primero se introduce el refuerzo metálico en el hueco principal y los tornillos en los agujeros inferiores. Estos tornillos servirán para sujetar la pieza que cubre el alojamiento de la manguera cuyos agujeros superiores están roscados. (Figura 37)



Figura 37: Montaje de la estructura interna

Después se coloca la carcasa que cubre el alojamiento de la manguera (Figura 38) con todos los elementos que conforman el mecanismo de recogida automática (Figura 39) que se explicarán posteriormente.



Figura 38: Carcasa del alojamiento para el cable.



Figura 39: Parte trasera con sistema de recogida

Ahora se procede a explicar el montaje de la parte delantera que empieza con la introducción del conjunto del enchufe y su tapa en el orificio lateral correspondiente (Figura 40); esta unión se realizaría con adhesivo para garantizar la estanqueidad.



Figura 40: Enchufe lateral

Después se coloca la placa con todos los componentes electrónicos y eléctricos en el fondo del cargador (Figura 41). También se coloca la tira de led del punto de luz trasero (Figura 42). Esto permite que el cargador incorpore una iluminación ambiental que se proyecta contra la pared y puede ser útil en garajes tanto privados como comunitarios. Tras la colocación de estos elementos sería el momento de anclar el cargador a la pared.



Figura 41: Vista de los componentes eléctricos del cargador



Figura 42: Tira de led de iluminación trasera

Posteriormente se coloca la tapa delantera que va atornillada a la carcasa trasera (Figura 43). En esta tapa ya se incluye pegada el frontal brillante y la placa de circuito impreso con los leds y lectores de huella y tarjeta. Antes se coloca la junta de goma que se ha visto anteriormente para también garantizar la estanqueidad.



Figura 43: Detalle de unión de la tapa delantera

Por último, se coloca el embellecedor que oculta los tornillos y dificulta el acceso no deseado a ellos. Este embellecedor se coloca mediante pestañas y para desmontarlo sería necesario introducir una lámina de plástico para soltar las pestañas. Con esta pieza colocada ya está montado totalmente el cargador (Figura 44).



Figura 44: Cargador ensamblado

Después de haber explicado de manera general el diseño, a continuación, se explica de manera más detallada el sistema de recogida automática del cable de carga (Figura 45). El sistema está basado en cómo se recogen algunos modelos de manguera de jardín. Principalmente consta de un muelle espiral (1) que se encarga de almacenar la energía que se hace al sacar la manguera para que cuando la fuerza de sacarla desaparezca, la manguera se vuelva a enrollar en su eje (2). El eje se une solidariamente al extremo interior del muelle y está conectado a dos rodamientos (3). El muelle queda encapsulado entre la tapa interior del muelle (4) y la exterior inferior del cargador (5).

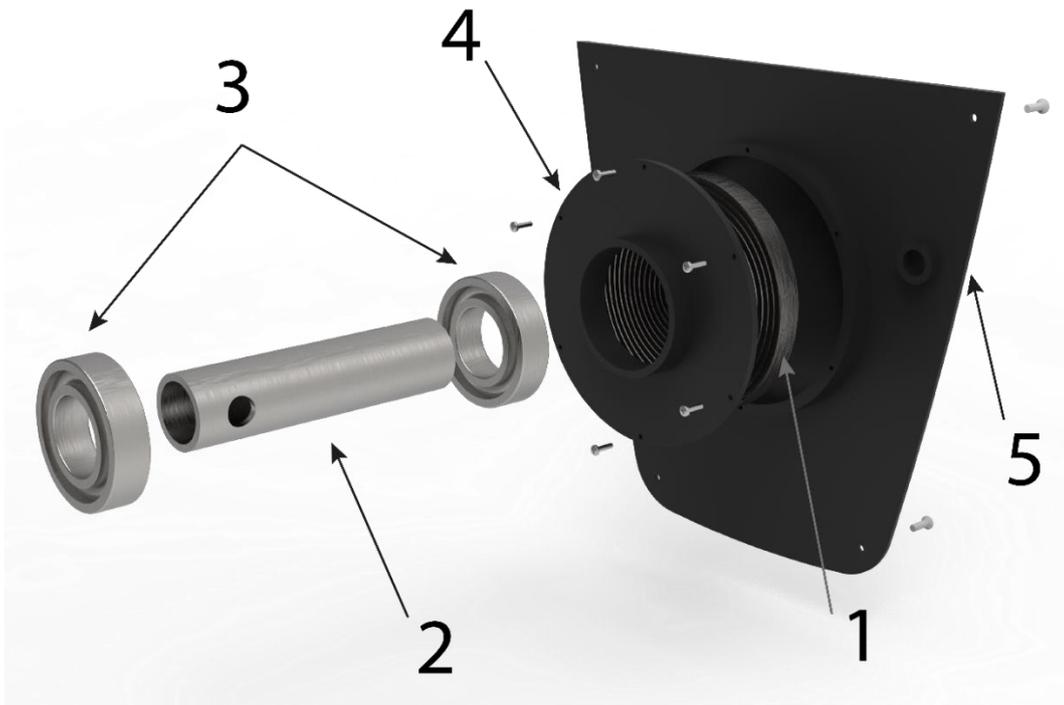


Figura 45: Sistema de recogida automática de cable

Además de la recogida automática, se ha incorporado un sistema de guiado del cable (Figura 46) para distribuir el cable a lo largo del eje y evitar que este se superponga sobre sí mismo. Consta de un husillo con doble rosca, una en cada sentido, en el que se monta un rodillo que lo recorre y al llegar al final del recorrido cambia de rosca y comienza a desplazarse en el otro sentido. La manguera de carga hace girar el rodillo al replegarse y este recorre el eje roscado evitando que el cable se monte sobre sí mismo en el mismo punto del eje y haciendo que se distribuya a lo largo de éste. Este sistema lo incorporan también algunos carros de manguera de riego para cumplir la misma función (Figura 47). En la fase de detalle se realizarán los cálculos necesarios y se dimensionarán tanto el muelle espiral como el roscado del husillo.

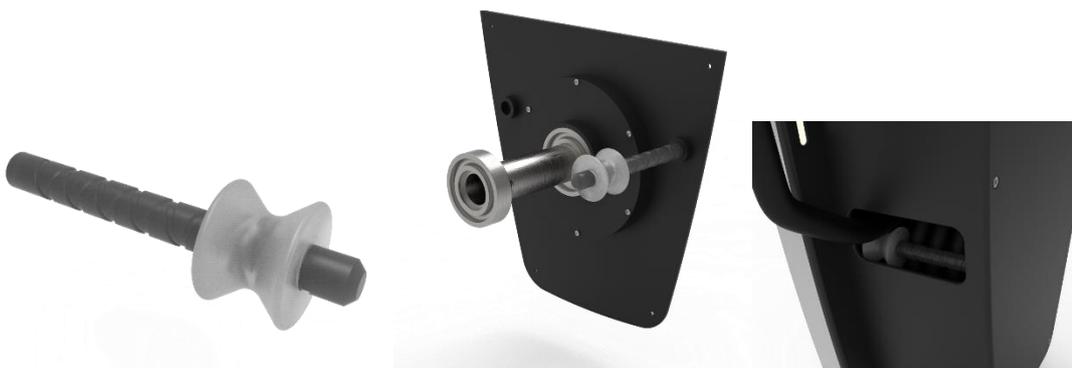


Figura 46: Sistema de guiado del cable



Figura 47: Ejemplo de mecanismo de guiado de manguera

El diseño también contempla la posibilidad de que el cargador se instale en un aparcamiento público en el que cada usuario lleva su propia manguera de carga en su coche. Para posibilitar esta configuración sin tener demasiadas piezas diferentes se ha optado por hacerlo mediante la sustitución de una única pieza, la carcasa que cubre la manguera enrollada en la otra configuración (Figura 48).



Figura 48: Configuración para cable extraíble

La comunicación con el usuario se lleva a cabo mediante iconos luminosos (Figura 49 y Figura 50) en la parte frontal que indican el estado del cargador.



Figura 49: Iconos de información led



*Figura 50: Iconos de información led en cargador*

A continuación, se muestran una serie de renders del producto en diferentes escenarios para ver más claramente el diseño en sus posibles lugares de uso.



*Figura 51: Render 1*



Figura 52: Render 2



Figura 53: Render 3



Figura 54: Render 4



Figura 55: Render 5



Figura 56: Render 6

### 3.3.1 Conclusiones y comentarios del tribunal

En el apartado anterior se han descrito los detalles del diseño tal y como se encontraba en su fase preliminar. A partir de este punto será necesario establecer los aspectos más detallados de las geometrías, así como aplicar los cambios y sugerencias que aportó el tribunal cuando se presentó la fase preliminar.

Se diseñará el embalaje del producto, la marca para su comercialización, la interfaz de uso de la aplicación y la documentación técnica y corporativa. También se realizarán análisis medioambientales y de ciclo de vida con el fin de aplicar distintivos ambientales al producto. Se hará un plan de procesos de fabricación del producto y una simulación CAM de la fabricación de algunas piezas. Se analizará la normativa de aplicación para asegurar que el producto la cumple y posiblemente se realice algún análisis resistente por el método de los elementos finitos.

La parte del cargador que más problemas puede presentar es el refuerzo metálico interior. No hay ningún producto de la competencia que presente un sistema similar y es posible que no sea necesaria una pieza de estas características para ofrecer más protección al producto. En futuras modificaciones se justificará su inclusión en el diseño, su eliminación o su sustitución por una solución diferente.

Al presentar la fase de diseño preliminar ante el tribunal, se hicieron una serie de apreciaciones que serán tenidas en cuenta para el diseño final:

- Acotar las funciones del producto, los usos que se le van a dar y sobre todo el tipo de lugares donde se va a colocar y donde no.
- Facilitar lo máximo posible el montaje.
- Tener en cuenta la estanqueidad también por la parte trasera. Si cae agua por la pared o entra humedad por detrás.
- Pensar y definir mejor la secuencia de instalación. Llegar a un compromiso entre seguridad y reparabilidad-desensamblabilidad. Cuanto más robusto y difícil de abrir sea, menos reparable será. Se trata de un producto caro por lo que será objetivo de intento de robo, pero si se rompe el usuario querrá repararlo.
- Resolver y explicar mejor el tema de la incorporación de la tarjeta 4G a nivel comercial. Será un servicio que ofrece la marca de cargadores, los instaladores o corre a cargo del propio usuario.
- Diferenciar componentes eléctricos y componentes electrónicos.
- Pensar por dónde van los cables. Dejar hueco para los cables.
- Prever fijaciones de los componentes internos. Cómo se fijan y donde van.
- Prever el mal uso, en concreto que el usuario suelte el cable.
- Repensar refuerzo. Donde está la placa horizontal no hace nada. Igual sería mejor ponerlo en la parte superior por si alguien lo usa para escalar.
- Deterioro del cable al rozar con la parte superior de la carcasa.
- Hacer la app lo más sencilla, intuitiva y simple posible. Que no haga falta un cuarto de hora para poder cargar el coche

## 4. Diseño de detalle

### 4.1 Evolución

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente y las indicaciones del tribunal, se ha hecho un rediseño del cargador para corregir los puntos débiles que se habían detectado y cumplir con los requisitos que se han extraído del análisis de la normativa. Se han modificado o añadido los siguientes aspectos:

- Modificación del refuerzo metálico: Tal y como estaba diseñado el refuerzo metálico del cargador, no realizaba la función deseada. Se ha modificado de tal manera que el voladizo horizontal esté en la parte superior para soportar las cargas derivadas de personas u objetos pesados colgados o apoyados en el cargador.
- Anclaje para los elementos internos del cargador y prever los lugares de paso para los cables.
- Evitar que el cable roce con la parte superior del hueco al sacarlo y recogerlo. Se ha colocado un rodillo en la parte superior que elimina este riesgo.
- No se había previsto un orificio de paso para el cable entre la parte donde se enrolla y el interior del cargador. Se ha utilizado un sistema comercial de “prensaestopas” para paso de cables entre diferentes compartimentos que mantiene la estanqueidad del conjunto.
- Se ha incluido con el producto una plantilla de caucho que se coloca sobre la pared para facilitar hacer los taladros en la pared para la instalación. Al instalar el cargador esta plantilla se queda entre el cargador y la pared para absorber las irregularidades de esta y aislar del agua la unión.

### 4.2 Especificaciones técnicas

En este apartado y en los sucesivos se explicará el producto resultante del diseño de detalle de este trabajo de fin de máster. Para acotar a qué categoría de producto pertenece este cargador, a continuación se presenta una tabla en la que están recogidas sus principales características técnicas y funcionales (Tabla 4).

Modelo	EasyConect
Marca	Ampére
Longitud de cable	5m
Tipo de conector	Tipo 2 (IEC 62196-2)
Dimensiones generales	450x300x143 mm
Peso	4,5kg
Potencia máxima	7,4kW
Voltaje de entrada	230V
Corriente máxima	32A
Grado de protección	IP44
Conectividad	Wifi/4G
Desbloqueo	Huella/NFC/App
Programación	App
Funcionalidades destacadas	Sistema de recogida automático de cable Conectividad Wifi y 4G Iluminación ambiental y luces de estado Enchufe convencional auxiliar Desbloqueo mediante huella y NFC para no tener que usar la app

Tabla 4: Especificaciones del producto final

A pesar de que en los siguientes apartados se explicará el producto en detalle, en la Figura 57 se muestra una explosión de este en la que se ven las piezas y subconjuntos de los que está formado.

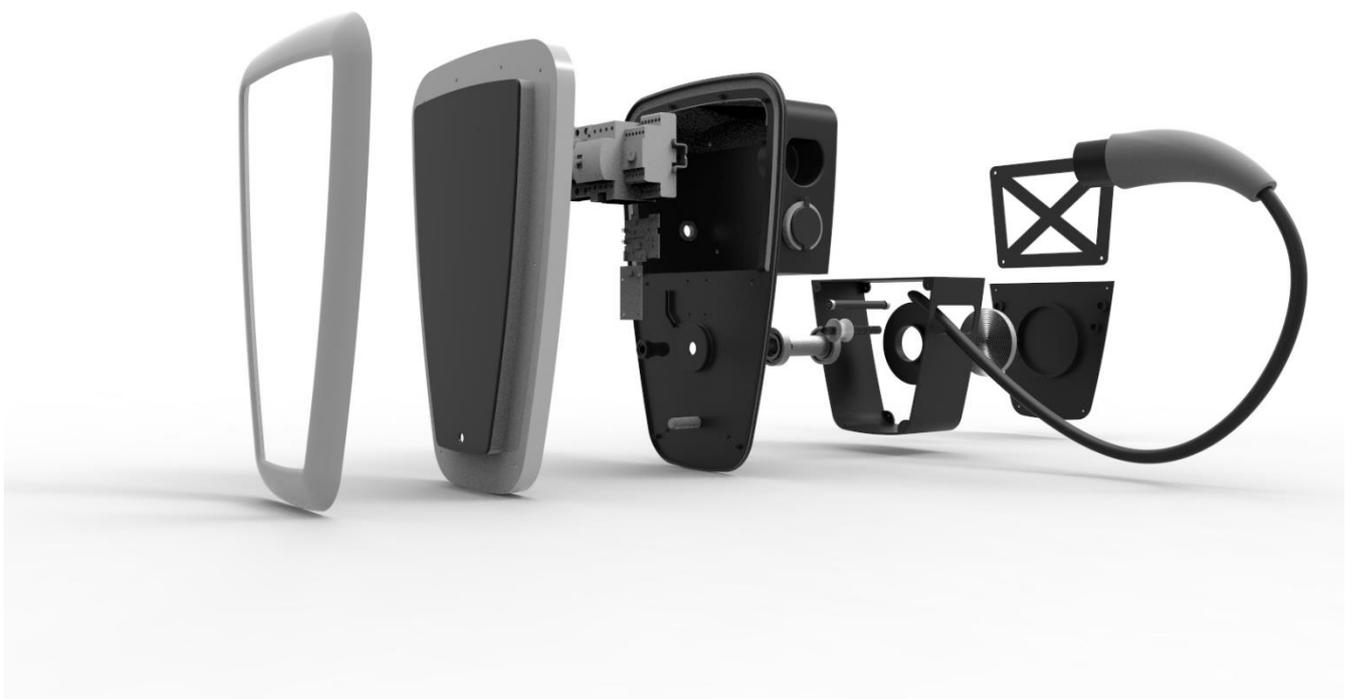


Figura 57: Vista explosionada

## 4.3 Producto final

### 4.3.1 Explicación del producto final

A continuación, se hace una descripción del diseño final, de los elementos que incorpora y de sus funcionalidades. En la Figura 58 se puede ver el aspecto final que tiene el cargador; exteriormente no ha cambiado respecto al que se ha visto en la fase preliminar ya que no presentaba ningún aspecto que debiera ser corregido.



Figura 58: Cargador, vista exterior

Consta de un cuerpo principal de dimensiones 450 x 300mm, y 143mm de profundidad (Figura 59), que a su vez se divide en dos volúmenes principales: el alojamiento superior estanco, que tiene protección IPXX y alberga los componentes eléctricos y electrónicos; y un compartimento inferior donde se enrolla el cable de carga cuando no se está haciendo uso del cargador.



Figura 59: Medidas del cargador

En la parte derecha del cargador se encuentra la salida del cable de carga, una toma de corriente convencional con una tapa de goma que impide la entrada de agua y un alojamiento para colocar el extremo del conector cuando no se esté cargando ningún vehículo, y en la izquierda el orificio de entrada de los cables de suministro eléctrico en el que se coloca una junta de caucho para evitar la entrada de agua o elementos exteriores dañinos para el mecanismo (Figura 60).

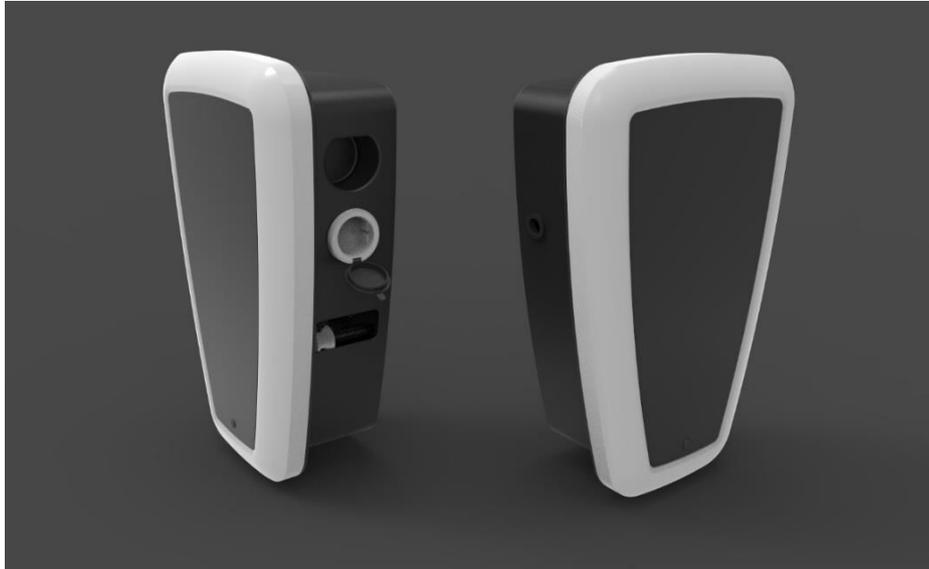


Figura 60: Laterales del cargador

El alojamiento superior se encuentra tras la pantalla delantera que forma el frontal del cargador y en él se encuentran todos los elementos susceptibles de sufrir daño tanto ambiental como por intento de sustracción (Figura 61). En la parte superior se coloca el refuerzo metálico que ha sido rediseñado para que cumpla la función estructural que en el diseño preliminar no desempeñaba correctamente. Ahora está colocado de tal manera que, si alguna persona se apoya o intenta escalar usando el cargador, el plástico no se romperá ni el cargador se arrancará de la pared.



Figura 61: Interior del compartimento superior

Los componentes eléctricos se encuentran a continuación, fijados a la parte trasera mediante un carril DIN, sistema que se utiliza comúnmente para la sujeción de este tipo de componentes. Estos disponen de rearme automático, lo que significa que, si por algún motivo saltan los diferenciales, estos se vuelven a subir al volver a activar la corriente sin necesidad de abrir el cargador.

Seguidamente está el sistema de control electrónico del cargador, que se encarga del funcionamiento de este, de la comunicación con la aplicación y conexión a internet y de la gestión de los accesos de carga de vehículos.

Se ha introducido un sistema de prensaestopas, en la parte inferior del cargador, en el centro del alojamiento para el rodamiento del eje del sistema de recogida de cable (Figura 62), para asegurar la estanqueidad del orificio de paso del cable de carga que viene de abajo hacia el interior de este compartimento. Por último, se puede ver en la parte inferior, pero sobresaliendo hacia el frontal, un sensor NFC para el desbloqueo del cargador mediante tarjeta, llavero, móvil... También, en la parte de abajo, está el sensor de huellas (Figura 62). Todos estos elementos se explicarán en detalle más adelante.



*Figura 62: Detalle lector de huellas y prensaestopas*

La fijación del cargador a la pared se hace mediante cuatro tornillos que se enroscan en cuatro tacos que previamente hay que taladrar y colocar en la pared; este es un punto por el que puede introducirse agua dentro del cargador. Para evitar esto y facilitar la localización de los taladros, el cargador incluye una plantilla de caucho (Figura 63) que sirve para, primero nivelarla, pegarla a la pared con unos puntos adhesivos que incorpora, hacer los taladros introducir los tacos y, sin retirarla, colocar el cargador y atornillarlo (Figura 64).

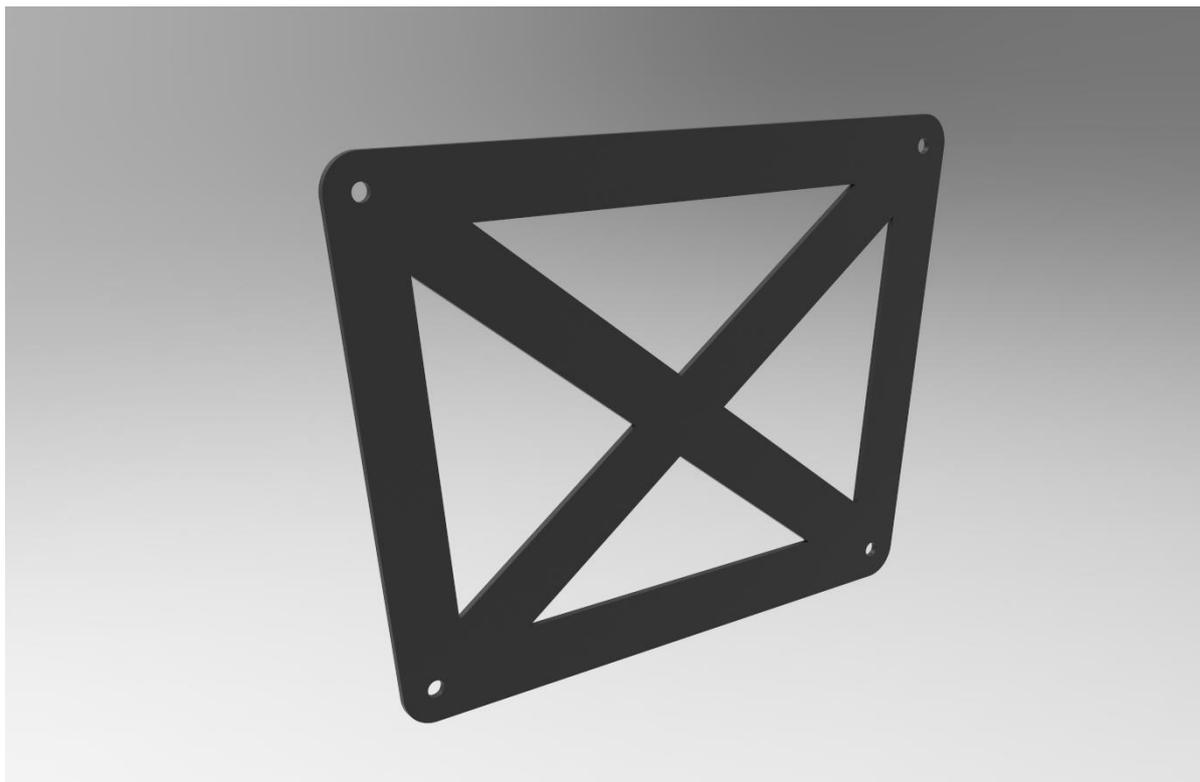


Figura 63: Plantilla para taladros



Figura 64: Colación plantilla pared

El usuario tiene la posibilidad de encender un punto de luz en la parte trasera del cargador para ayudarle en las tareas de mantenimiento cerca del coche y que puede programar para que se encienda por ejemplo durante "x" minutos después de conectar el coche hasta que el usuario salga del garaje o que se encienda cuando el coche esté completamente cargado o que se encienda durante la carga y se apague al terminar; lo que mejor se adapte a sus necesidades.

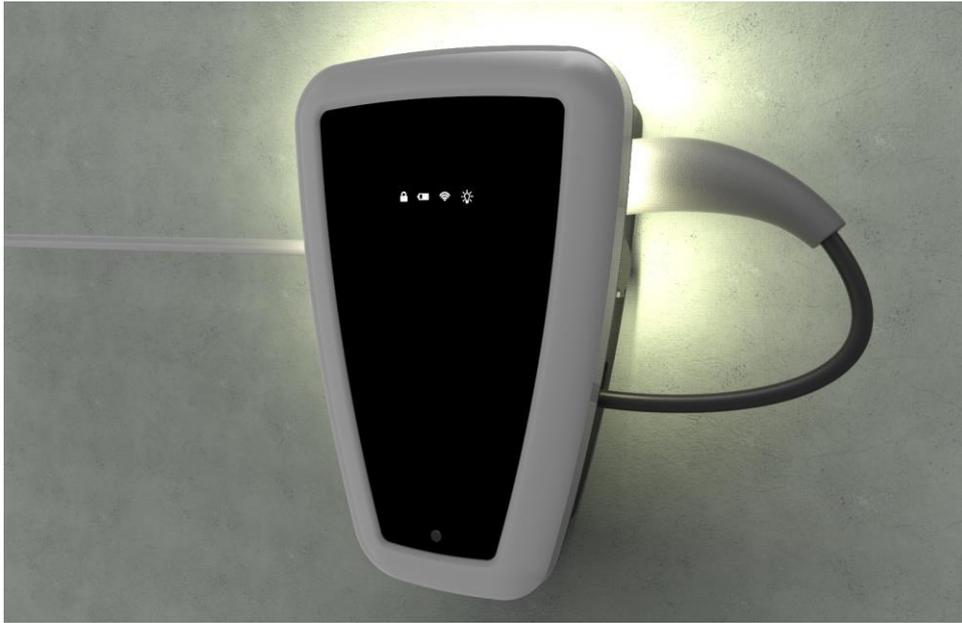


Figura 65: Luz del cargador encendida

Una de las principales características del cargador y que lo diferencia de sus competidores es el sistema de recogida de cable de carga. Es un sistema automático accionado mecánicamente con la fuerza que el usuario hace al sacar el cable que es almacenada en un muelle de torsión. No hace uso de medios eléctricos lo que simplifica y economiza el diseño.

Los cables vienen de la parte superior estanca del cargador a través de un orificio situado en la parte frontal, en el centro del alojamiento donde se inserta uno de los rodamientos del eje que se verá después. De ahí pasa por dentro del eje a través de un sistema de prensaestopas (Figura 66) hasta un orificio en la pared longitudinal de este y sale, ya con todos los cables en uno de diámetro 15mm. Ese cable ya es el cable final de carga que se enrollará en el eje.



Figura 66: Detalle prensaestopas

El eje se monta sobre dos rodamientos (Figura 67), uno insertado en la carcasa principal (1) y el otro en la tapa del muelle (2).



Figura 67: Detalle rodamientos eje

En este lado, el rodamiento no está en el extremo el eje, sino un poco hacia adentro ya que el extremo del eje se une al centro de un muelle espiral que será el encargado de, cuando el usuario saque el cable para cargar el coche, almacenar parte de la energía para después utilizarla para recoger el cable cuando este se quiera guardar. El muelle se aprisiona en un alojamiento insertado en la tapa que cierra todo el sistema.



Figura 68: Detalle muell espiral

Posteriormente se explicará la secuencia que se sigue para montar este sistema a la hora de fabricarlo. El cable sale por el orificio lateral de la carcasa inferior (Figura 69) y para que al recogerlo no se amontone en el mismo punto del eje, al recogerse hace girar un rodillo que lo guía a lo largo de todo el eje.



Figura 69: Detalle salida de cable de carga

Esto es posible porque este rodillo está montado sobre un husillo doblemente roscado y cuando el rodillo llega al extremo de este, cambia y se introduce en la ranura de la otra rosca lo que hace que se desplace en el sentido contrario y recorra el eje al revés de lo que lo ha hecho antes (Figura 70).



Figura 70: Ejemplo de mecanismo de guiado de manguera

Para evitar que el cable se roce con la parte superior del orificio de salida, se coloca un pequeño rodillo montado sobre dos rodamientos que asegura que no haya fricción que deteriore el cable (Figura 71).

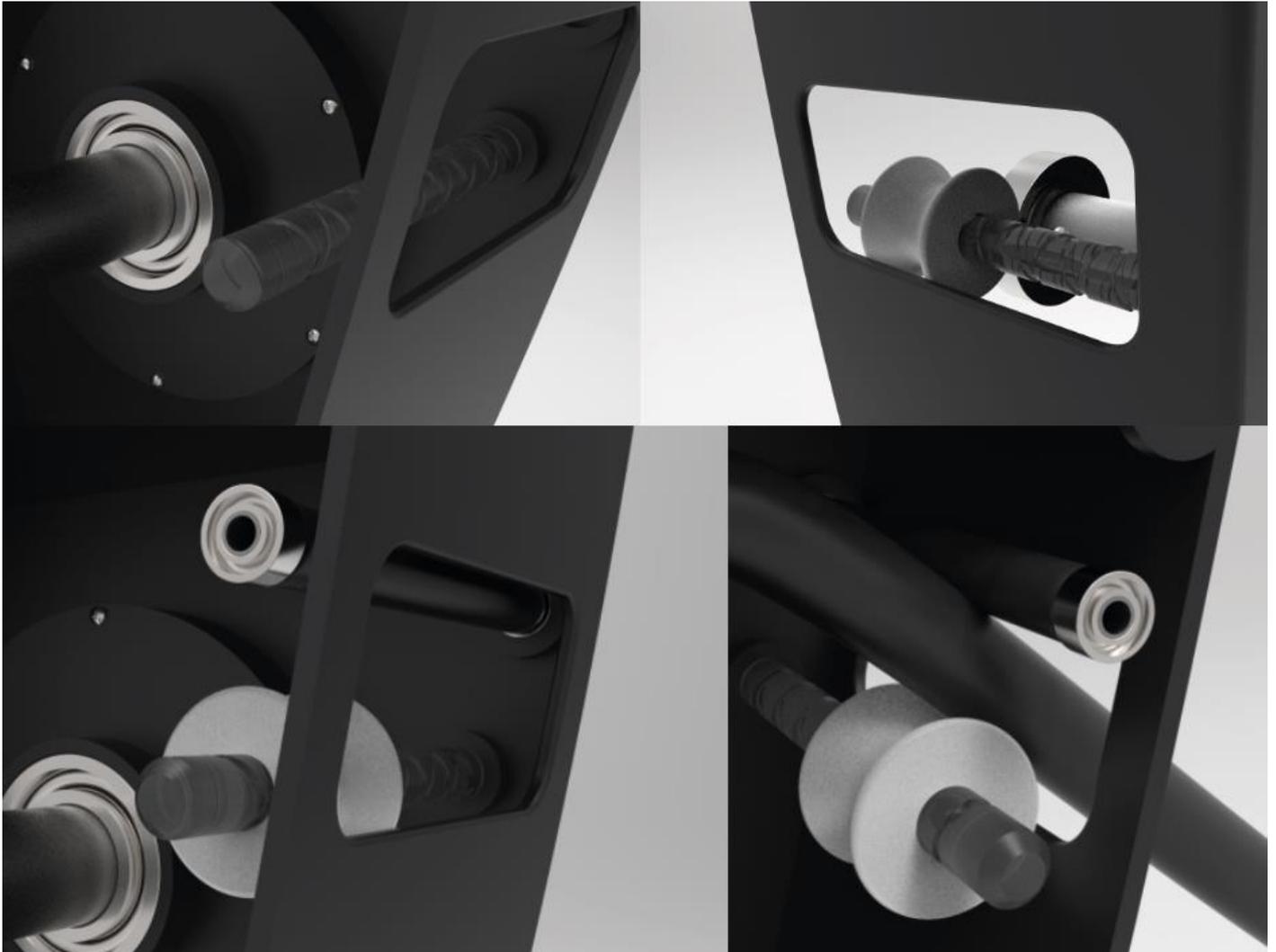


Figura 71: Detalle sistema de guiado de cable

Todo este sistema es reversible, es decir que las piezas están diseñadas para que se pueda montar de tal manera que el orificio de salida del cable quede a la derecha o a la izquierda del cargador. Se han duplicado en el lado opuesto los alojamientos del husillo y del rodillo superior y el sistema de unión de la cubierta con la tapa y con la carcasa principal es el mismo de tal manera que es posible darle la vuelta. La opción principal es que se monte como se ha visto en todas las imágenes anteriores ya que el alojamiento para colocar el extremo del conector está en ese lado pero se podría poner al otro lado quedando el cable cruzado por delante del cargador cuando se guarde.

También se ha establecido una versión del cargador más simple y pensada para que el usuario utilice su propio cable de carga (Figura 72). Esta versión estaría más orientada al uso en espacios públicos restringidos o no, como el parking de un gimnasio, de los empleados de una empresa, de un supermercado... Con esta variante se puede asociar el desbloqueo NFC a la tarjeta de empleado o de socio restringiendo el uso del cargador.



*Figura 72: Versión sin cable de carga*

En este apartado se ha descrito la forma y funcionamiento del cargador. En apartados posteriores se describirá pormenorizadamente cada pieza y componente con sus materiales y procesos de fabricación así como la secuencia de montaje del cargador y sus instrucciones de instalación y uso.

### 4.3.2 Despiece

En este apartado se describen las piezas que componen el producto, haciendo una breve explicación de su forma, elementos que la componen y la función que cumplen.

Carcasa principal: Se trata de la pieza que soporta el resto de elementos. A continuación, se explican sus diferentes elementos y para qué sirve cada uno.



Figura 73: Explicación carcasa principal

Empezando por abajo en la Figura 73, tiene un orificio (1) cuya función es servir de lugar de paso para el cable de carga mediante el sistema de prensaestopas que se ha explicado en el apartado anterior. Por el otro lado en ese mismo punto, tiene una depresión que sirve de alojamiento para el rodamiento del sistema de recogida del cable de carga. También por la parte de atrás tiene unos alojamientos para los extremos del husillo y de los rodamientos del rodillo superior del sistema de recogida (3).

Si se continúa subiendo, la pieza presenta una ranura (4) para servir de guía al cable de carga en su camino hacia los componentes eléctricos y a su derecha, cuatro orificios (5) en los que se enroscan los soportes del lector NFC.

Ya en el interior del volumen principal, se puede ver de izquierda a derecha: el orificio para la entrada de los cables de alimentación (6), el hueco para colocar el conector del cable de carga cuando no se usa (7) y el orificio para colocar el cuerpo del enchufe auxiliar (8). En el fondo de este compartimento hay otros cuatro orificios para enroscar los soportes de la placa electrónica y otros dos más arriba para el carril DIN.

En todo el perímetro exterior hay una ranura en la que se coloca la junta de goma exterior y en el perímetro también las ranuras para la iluminación proyectada.

También tiene numerosos agujeros de paso para que a través de ellos se fijen los demás elementos como la carcasa del alojamiento del cable o para la fijación del propio cargador a la pared.

Tapa delantera: La tapa delantera se compone de dos elementos unidos mediante adhesivo: un frontal brillante en el que se verán los indicadores led y un perfil que será el que asegure la unión con la carcasa principal y el cierre del cargador. La unión de esta pieza con la anterior se realiza mediante 8 tornillos distribuidos a lo largo del perímetro de esta.



Figura 74: Explicación tapa delantera

Embellecedor: Esta pieza se coloca a presión sobre la anterior para ocultar los tornillos por razones estéticas y de seguridad

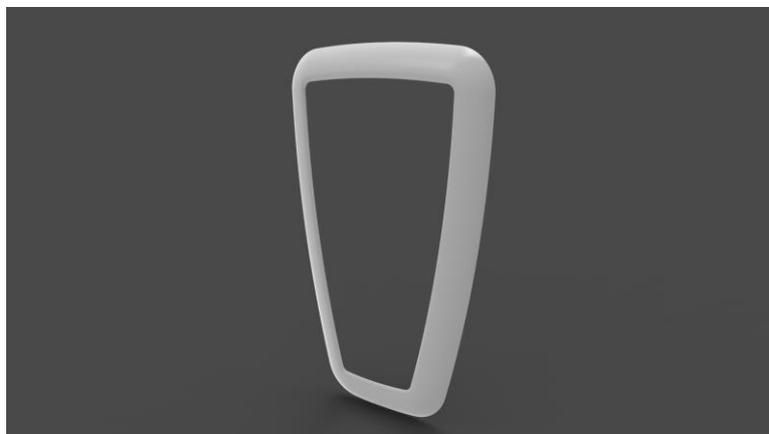


Figura 75: Explicación embellecedor

**Junta perimetral:** Se trata de una junta tórica de 1290mm de longitud y 1,5mm de diámetro que se coloca en el borde de la carcasa principal para sellarla y evitar que entre agua por la parte delantera.

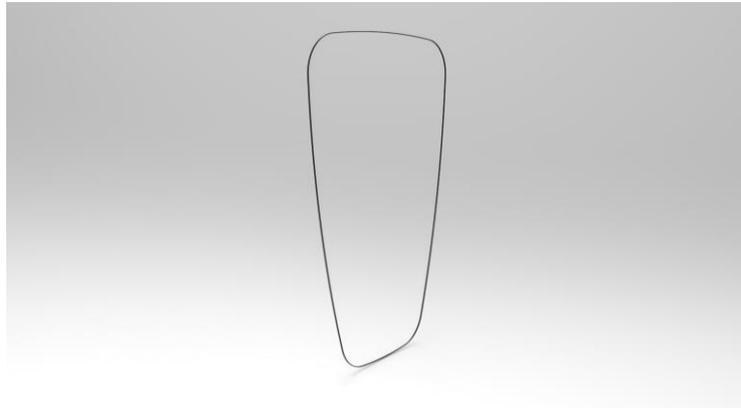


Figura 76: Explicación junta perimetral

**Refuerzo metálico:** Como se ha indicado en el apartado anterior, se ha rediseñado el refuerzo metálico para que ahora cumpla mejor la función para la que se había pensado. Se trata de una pieza de chapa de 1,5mm de espesor que va colocada por la parte superior del compartimento de la carcasa principal, fija mediante adhesivo. Dispone de dos agujeros de paso para que por ellos pasen dos de los tornillos que anclan el cargador a la pared.

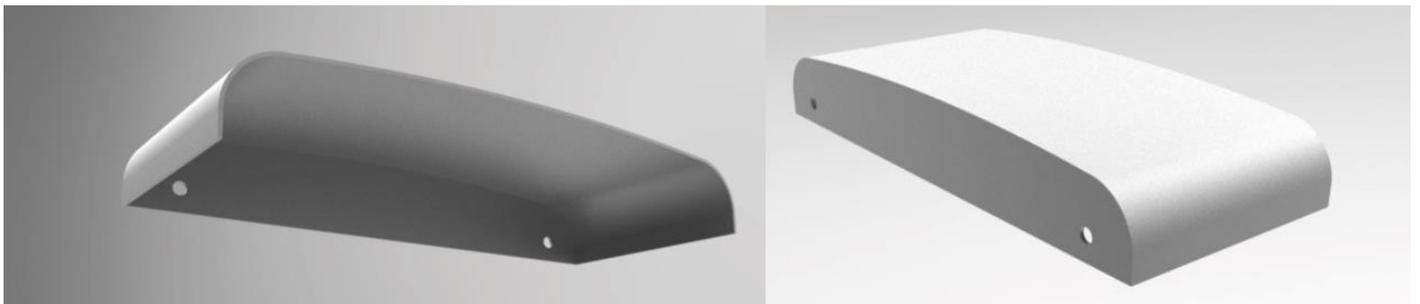


Figura 77: Explicación refuerzo metálico

Elementos eléctricos: Los elementos eléctricos que tiene el cargador y permiten su funcionamiento son:

- 1) RCCB
- 2) Contactor
- 3) Controlador



Figura 78: Explicación componentes eléctricos

**Elementos electrónicos:** Son los que se encargan de controlar el funcionamiento del cargador y comunicarse con el usuario. Son la placa Easee Chargeberry que gestiona el funcionamiento del cargador e incorpora una ranura para tarjeta SIM por si el usuario quiere contratar una línea de datos móviles en caso de que el cargador esté lejos de cualquier red wifi y un módulo lector NFC para el desbloqueo *contactless* del cargador.

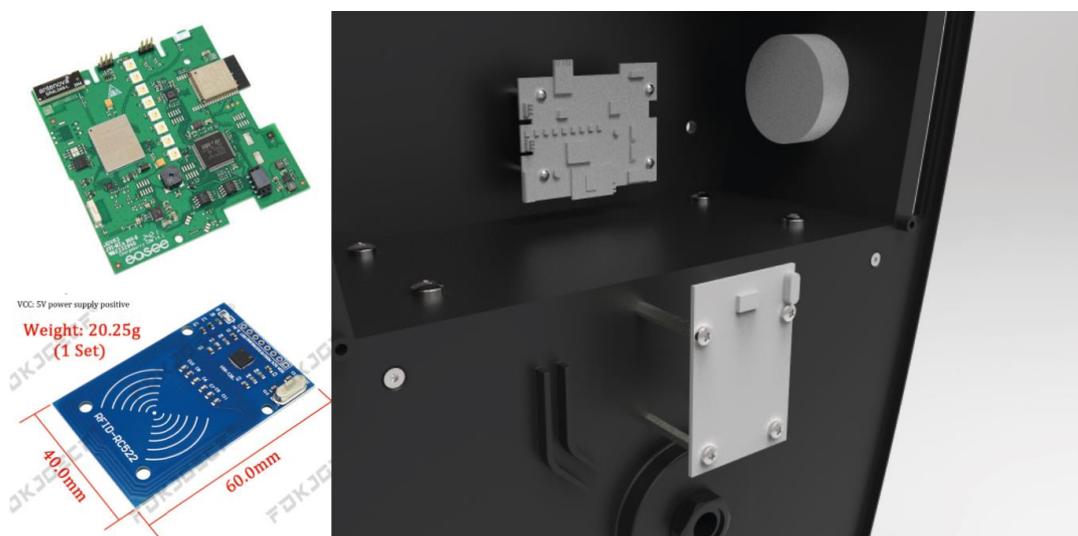


Figura 79: Explicación componentes electrónicos

Difusor leds traseros: Para que los leds traseros no estén en contacto con el exterior y además hagan una luz uniforme, estos están embebidos en un difusor traslúcido para cumplir bien su función.

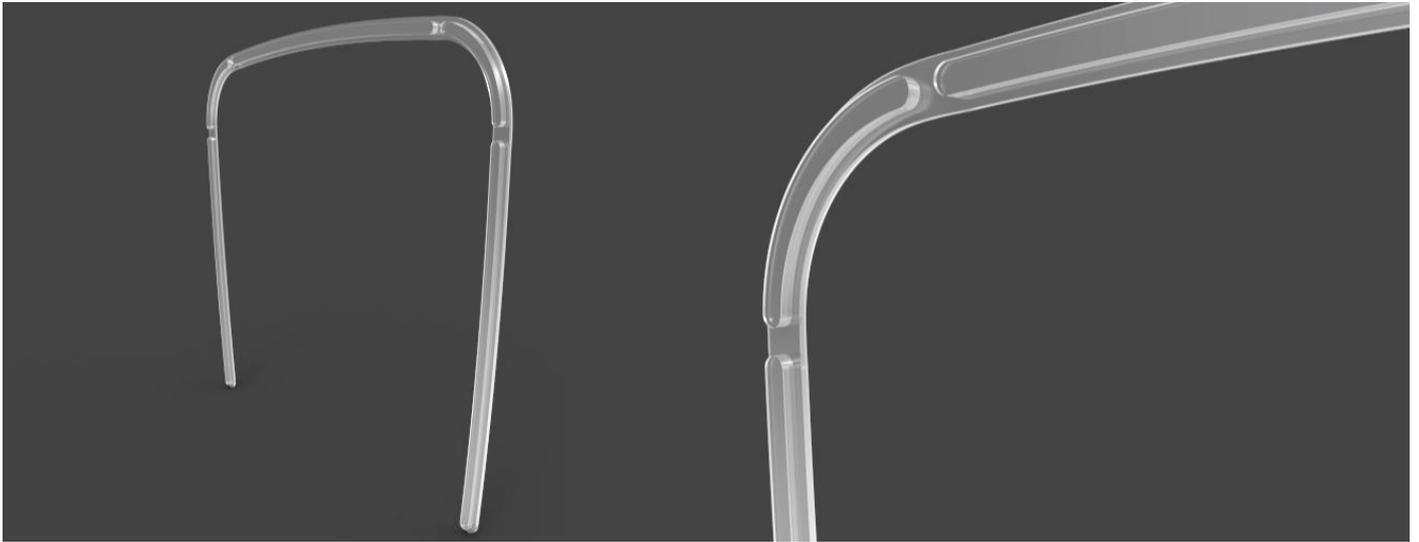


Figura 80: Explicación leds traseros.

Carcasa inferior para cable de carga: Es la pieza que cubre el cable de carga cuando este está enrollado. Tiene un orificio por el que sale el cable y cuatro agujeros en cada lado en los que se enroscan los tornillos que la unen a la carcasa principal y a la tapa del conjunto de recogida de cable. También en la parte superior tiene otros cuatro agujeros para asegurar la unión con la carcasa principal desde el interior.

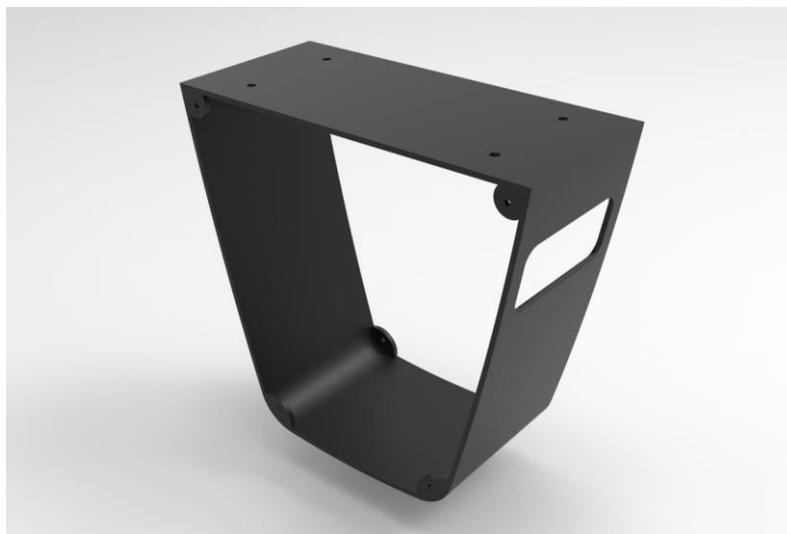


Figura 81: Explicación carcasa inferior para cable de carga

Tapa de la carcasa inferior: Es la pieza que cierra el sistema de recogida de manguera. Tiene un alojamiento para el muelle de torsión y otros para el otro externo del husillo y el otro rodamiento del rodillo superior. En los cuatro vértices tiene cuatro agujeros de paso avellanados por los que se une con la pieza anterior.

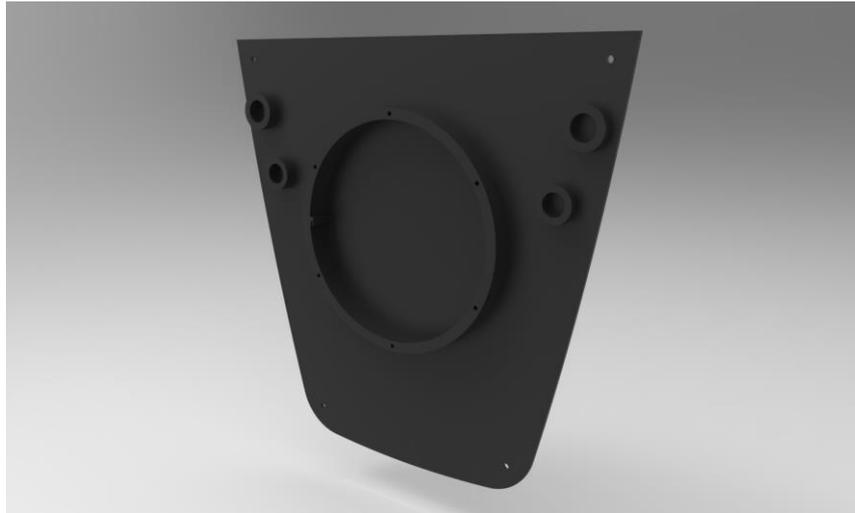


Figura 82: Expluicación tapa carcasa inferior

**Muelle:** Cinta metálica enrollada que hace la fuerza de recogida del cable. Se coloca en el alojamiento de la pieza anterior. Para que no gire libremente, está fijo a una ranura que hay en el alojamiento.



Figura 83: Explicación muelle

**Eje cable de carga:** Está unido solidariamente al extremo interior del muelle. Monta dos rodamientos, uno justo después del muelle y otro en el extremo opuesto insertado en el alojamiento de la carcasa principal.

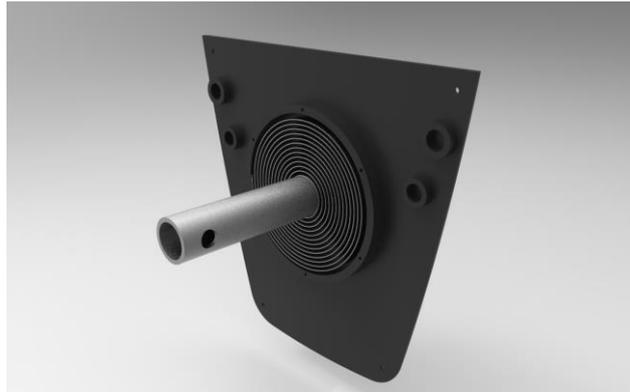


Figura 84: Explicación eje cable de carga

**Tapa del muelle:** Pieza que cierra el alojamiento del muelle con 6 tornillos. En ella se inserta el rodamiento de este extremo del eje.

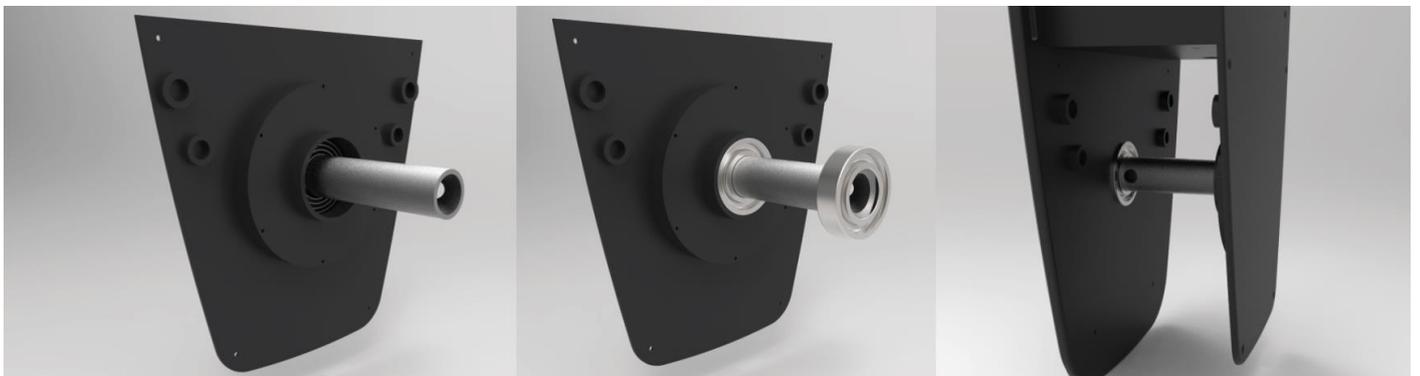


Figura 85: Explicación tapa del muelle

**Husillo doble:** Elemento sobre el que gira el rodillo encargado de distribuir el cable de carga por todo el eje. Dado que el cable de carga tiene 15mm de espesor, el paso de la rosca del husillo es de 20mm; de esta manera se asegura la buena distribución de este.



Figura 86: Explicación husillo

**Rodillo del husillo:** Pieza que se monta sobre el husillo y distribuye el cable. Interiormente tiene unos pequeños cilindros que son los que entran en las ranuras de las roscas pudiendo pasar de un sentido al otro.

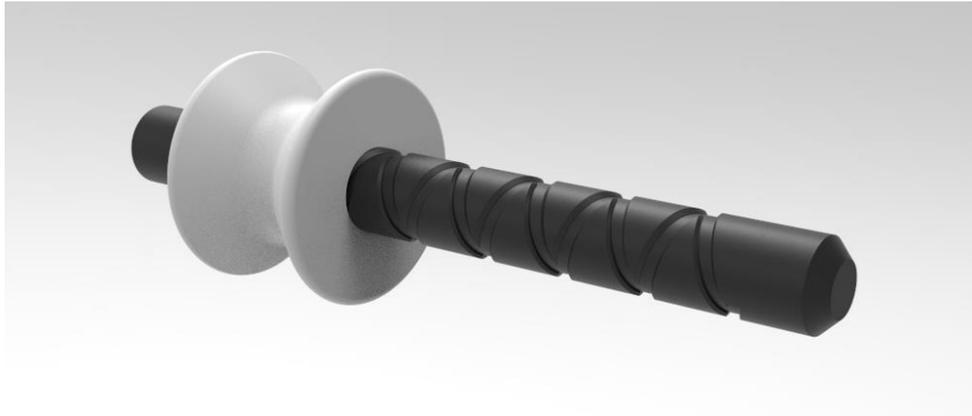


Figura 87: Explicación rodillo de husillo

**Rodillo superior:** Elemento que impide que el cable de carga roce con la parte superior del orificio de salida de este en la carcasa inferior.

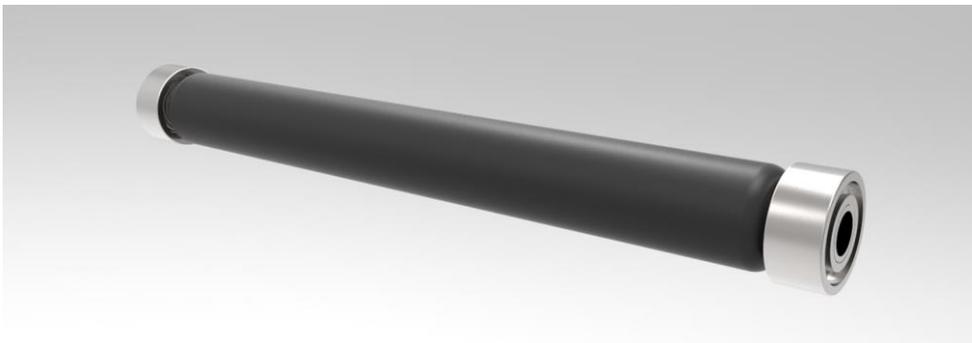


Figura 88: Explicación rodillo superior

#### Tornillos:

- 8x Tornillo de cabeza avellanada ISO 10642 M3x10
- 8x Tornillo cabeza plana ISO 1207 M3x20
- 6x Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M2x8
- 4x Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M2x3
- 4x Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M3x5
- 2x Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M5x6
- 4x Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M5x8
- 4x Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4014 M5x30



#### Rodamientos:

- 2x Rodamiento radial de bolas ISO 15 RBB 1025-14
- 2x Rodamiento radial de bolas ISO 15 RBB 385-10

#### Soportes para PCB y sensor NFC:

- 4x M2x20
- 4x M3x27,5



Figura 89: Tornillos, rodamientos y soportes

**Conector de carga:** En este trabajo se propone un diseño de conector sencillo, de un material antideslizante para mejorar el agarre. Sin embargo, el cargador puede incorporar conectores comerciales de otras marcas o incluso de Tipo1.



Figura 90: Explicación Conector

**LEDs:** El producto incorpora dos elementos de iluminación led que cumple dos funciones distintas: los leds que indican el estado del cargador y los leds que conforman el sistema de iluminación trasero. Ambas son tiras de led de 24V.



Figura 91: Explicación LEDs

**Cableado:** Al tratarse de un producto que incorpora elementos eléctricos y electrónicos los cables son un elemento muy importante. Se pueden distinguir entre tres tipos de cable: cable de elementos electrónicos, de 1mm de diámetro; cable de los componentes eléctricos, de 4mm de diámetro y el cable de carga, compuesto de 5 cables de 4mm y 2 de 1mm embebidos en una matriz de caucho de 15mm de diámetro total.

## 4.4 Análisis del diseño de detalle

### 4.4.1 Selección de materiales y procesos de fabricación

En este apartado se han seleccionado los materiales para cada pieza y los procesos de fabricación más adecuados a la forma de esta y el material seleccionado. Para las dos piezas más críticas del cargador (refuerzo interior y carcasa principal) se ha utilizado la metodología Asby para la selección de los materiales y el espesor de estas (Anexo 1).

Carcasa principal y demás piezas exteriores: Para las piezas del exterior del cargador se ha aplicado la metodología y el material resultante ha sido el **Polipropileno** por su resistencia a los agentes ambientales, resistencia mecánica y coste moderado. El material deberá contener aditivos que le permitan soportar los agentes externos propios de estar a la intemperie. Teniendo en cuenta el material, as piezas se fabricarían por moldeo por **inyección** de plásticos.



Figura 92: Piezas exteriores

Refuerzo interior: Esta pieza es sobre la que recae el peso de todo el producto y es la encargada de la resistencia mecánica del mismo. Se han establecido unos límites de esfuerzo exigentes y el material obtenido por la metodología Asby de selección de materiales ha sido el **acero de baja aleación**. El espesor de la parte inferior de la pieza ha de ser modificado de los 3 mm actuales a 1,5 mm para soportar los esfuerzos supuestos sin sobre dimensionar la pieza. Debido a la geometría de la pieza el proceso de fabricación sería la **embutición**.

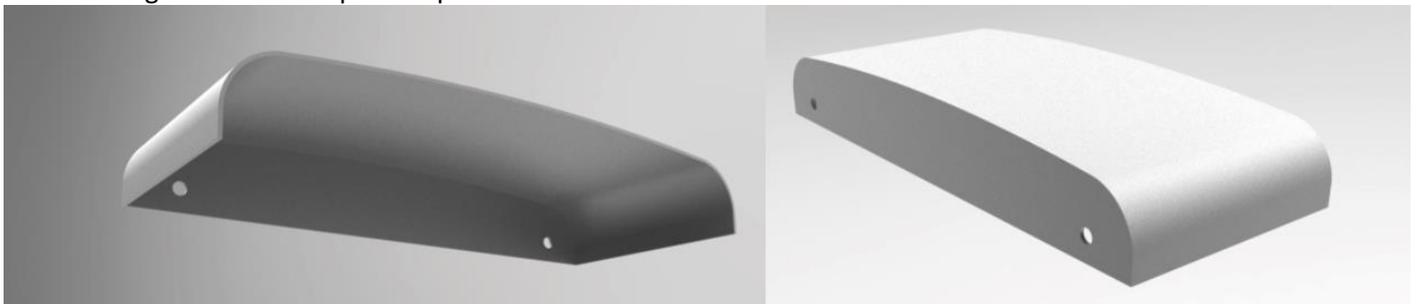


Figura 93: Refuerzo interior

Tapa delantera: Al estar dividida en dos componentes que deben tener propiedades distintas, está compuesta por dos materiales diferentes. Para la parte frontal es necesario un material con buen brillo, resistente a los arañazos y tenaz. El material seleccionado ha sido el **policarbonato** fabricado por **inyección**. El marco de la tapa delantera estará en contacto con la carcasa del cargador por lo que se ha escogido el mismo material y proceso, **polipropileno** e **inyección**.

aunque es este caso con acabado satinado. Ambas piezas se unen entre sí permanentemente con adhesivo cianoacrilato ya que es compatible con ambos.

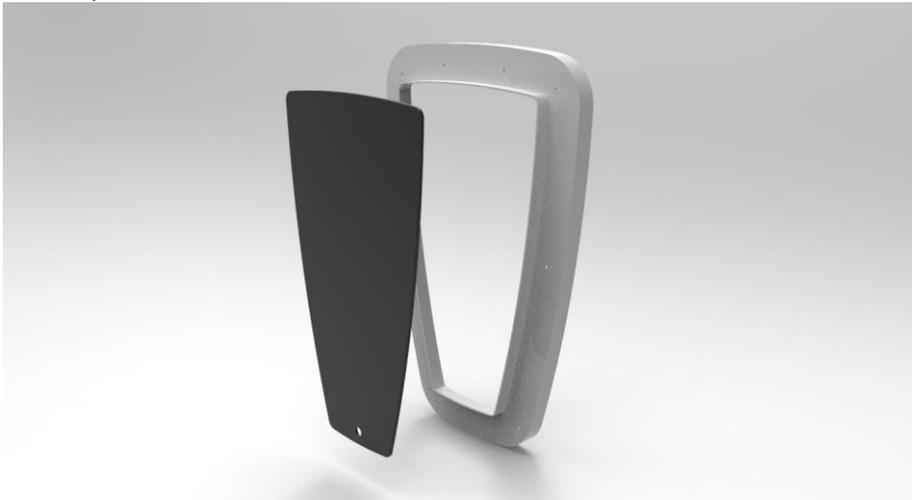


Figura 94: Tapa frontal

Embellecedor: Para mantener la continuidad con el marco de la tapa, esta pieza se ha definido de manera idéntica, **polipropileno e inyección de plásticos.**

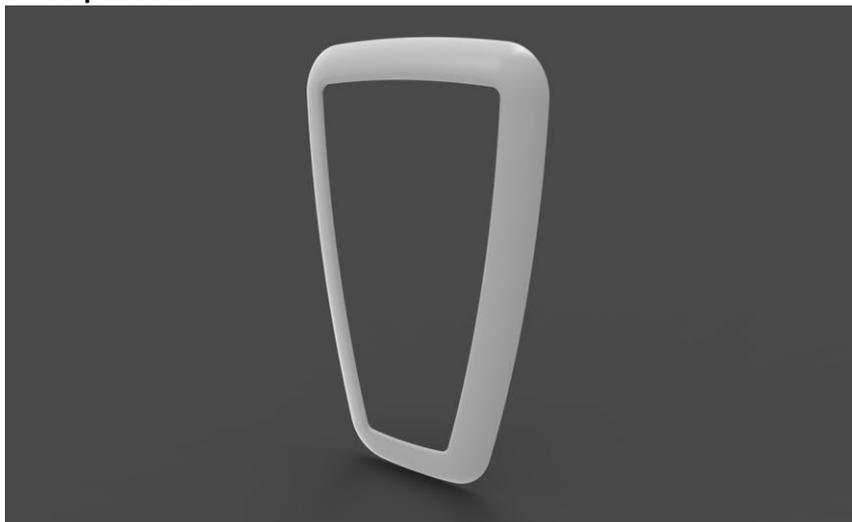


Figura 95: Embellecedor

Husillo doble: Esta pieza soporta la fuerza que hace la manguera por lo que debe ser de un material con mejores propiedades. Aun así, se ha escogido un material plástico debido a su bajo precio y porque los sistemas similares que se han tomado de referencia, esta pieza es de plástico, así como el rodillo guía. El plástico elegido es el **ABS** por las razones expuestas anteriormente y fabricado por **inyección.**



Figura 96: Husillo

Rodillo del husillo: El material del rodillo del sistema de distribución de la manguera es el **nylon** debido a su resistencia al desgaste. Se fabricaría por **inyección**.

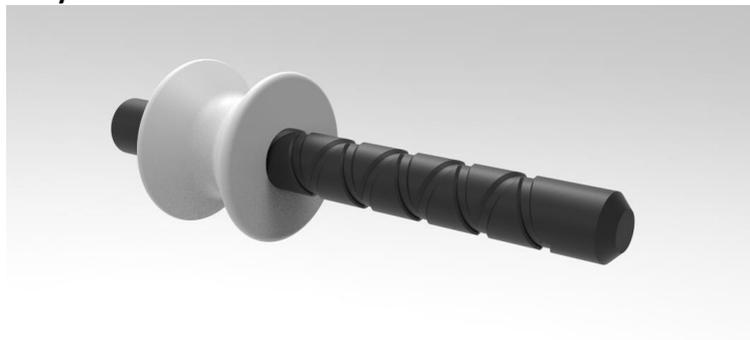


Figura 97: Rodillo

Rodillo superior: Está compuesto por dos piezas. Un eje nuclear que debe soportar los esfuerzos y una cubierta que está en contacto con el cable y evita su deterioro. El eje está formado por un tubo hueco de 15mm de diámetro exterior y un milímetro de espesor de **acero inoxidable**, ya que tendrá que estar en contacto con la humedad del exterior, y fabricado por **estirado de tubos**. Para la cubierta exterior se ha seleccionado el **caucho** fabricado por **inyección** (debido a los extremos redondeados).

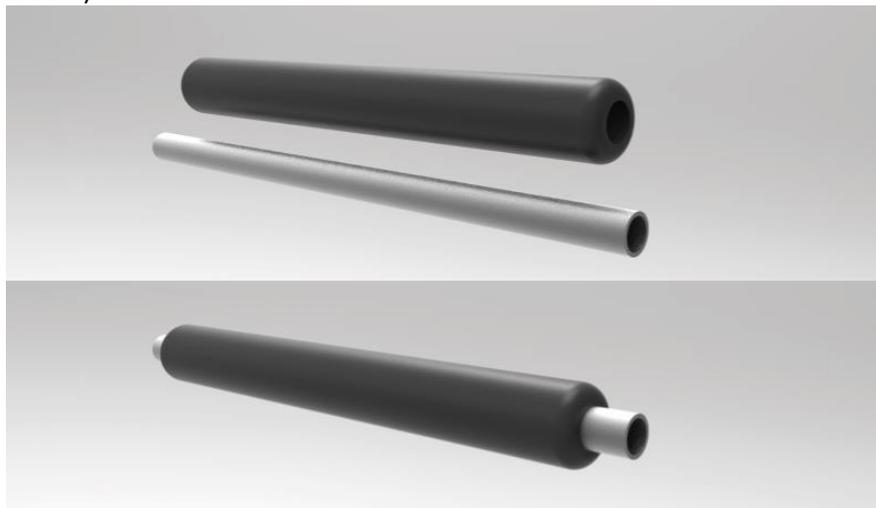


Figura 98: Rodillo superior

Eje sistema de recogida de cable: Se trata de un tubo metálico de 25mm de diámetro con 2,5mm de espesor. Al igual que la pieza anterior y por los mismos motivos, se fabrica en **acero inoxidable** por **estirado de tubos**. Posteriormente se taladra el agujero de salida del cable.

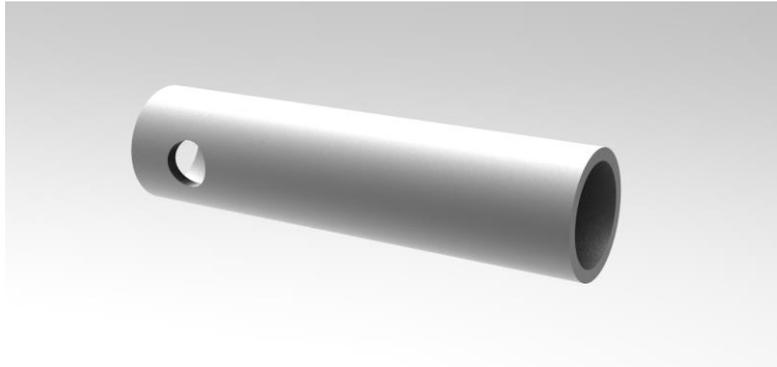


Figura 99: Eje recogida de cable

Muelle: Debido a las propiedades elásticas que debe tener el material debe ser un **acero para muelles**. Se fabrica por **conformado en caliente** y posteriormente se temple.



Figura 100: Muelle

Difusor leds traseros: Esta pieza va unida a la carcasa principal mediante adhesivo, para simplificar esta unión y posterior reciclabilidad, la pieza también es de **polipropileno inyectado**.

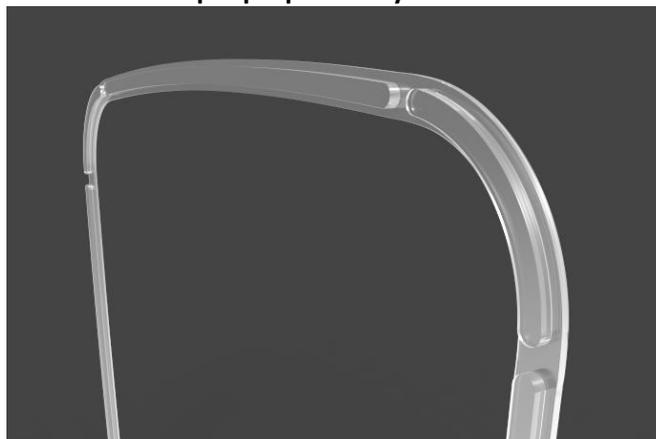


Figura 101: Difusor leds traseros

A modo de resumen, en la Tabla 5 se detallan los componentes, sus dimensiones y espesor, su volumen, peso material y proceso de fabricación.

Designación	Dimensiones (mm)	Espesor (mm)	Volumen (cm <sup>3</sup> )	Peso (g)	Material	Proceso
Embellecedor	450x300x19	2	146,20	131,58	PP	Inyección
Tapa delantera	450x300x35	2	175,34	157,81		
Carcasa principal	450x300x113	4	802,74	722,46		
Carcasa inferior	200x116x96	3	204,97	184,48		
Tapa inferior	200x116x14	3	157,00	141,30		
Tapa muelle	110x110x13	3	27,96	25,16		
Difusor LEDs	282x216x4	4	16,65	14,98		
Pantalla frontal	370x218x3	3	194,18	233,01	PC	
Husillo	10x10x96	10	7,07	7,35	ABS	
Rodillo de husillo	30x30x20	8	6,36	7,25	Nailon	
Cuerpo rodillo superior	10x10x85	3	4,96	4,71	Caucho	Extrusión
Junta lateral	26x26x10	5	2,66	2,52		
Junta exterior	2x2x1290	2	2,50	2,38		
Plantilla pared	218x157x2	2	39,69	37,70		Corte por chorro de agua
Muelle	2590x10x0,6	0,6	15,70	122,47	Acero alto contenido en carbono	Conformado en caliente
Eje cable de carga	25x25x100	2,5	17,47	136,26	Acero Inoxidable	Estirado de tubos
Varilla rodillo superior	5x5x96	0,5	0,68	5,29		
Refuerzo metálico	242x100x37	1,5	55,00	429,00	Acero de baja aleación	Embutición

Tabla 5: Listado de componentes. Materiales y Procesos

#### 4.4.1.1 Simulación CAM de inyección de plástico

También se ha simulado la fabricación por moldeo por inyección de polipropileno de la pieza que contiene el muelle y cierra el sistema de recogida de cable. La pieza es de Polipropileno y mide 215x200x14mm con un espeso de 4mm.

Se ha hecho una simulación de tipo *Shell* dada la forma de la pieza que es mucho mayor en dos de las direcciones (X e Y) que en la tercera (Z).

Se ha establecido el punto de inyección en centro de la circunferencia de mayor tamaño ya que es aproximadamente el centro de la pieza. Se ha colocado en la cara interior ya que no va a ser visible con el producto montado.

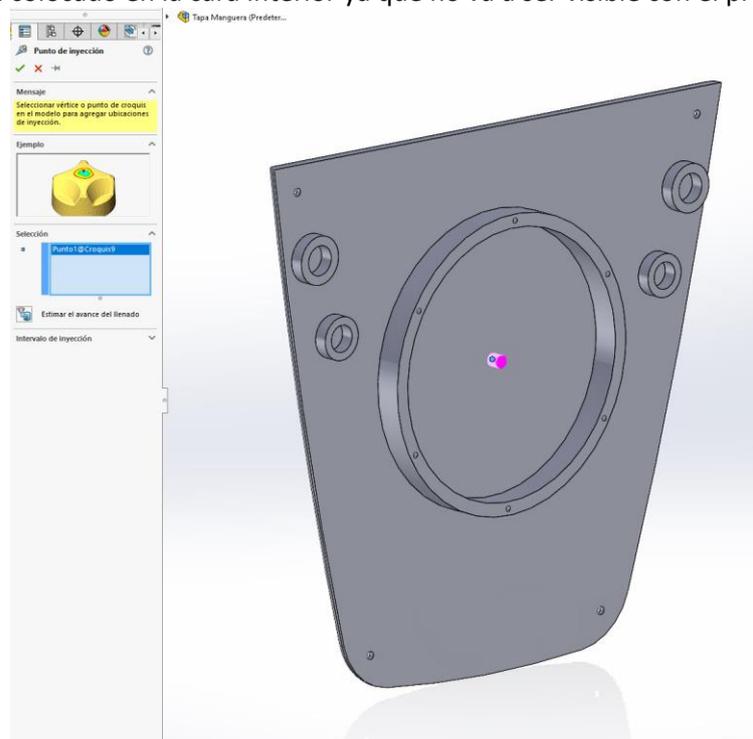


Figura 102: Punto de inyección

El material seleccionado es polipropileno genérico.

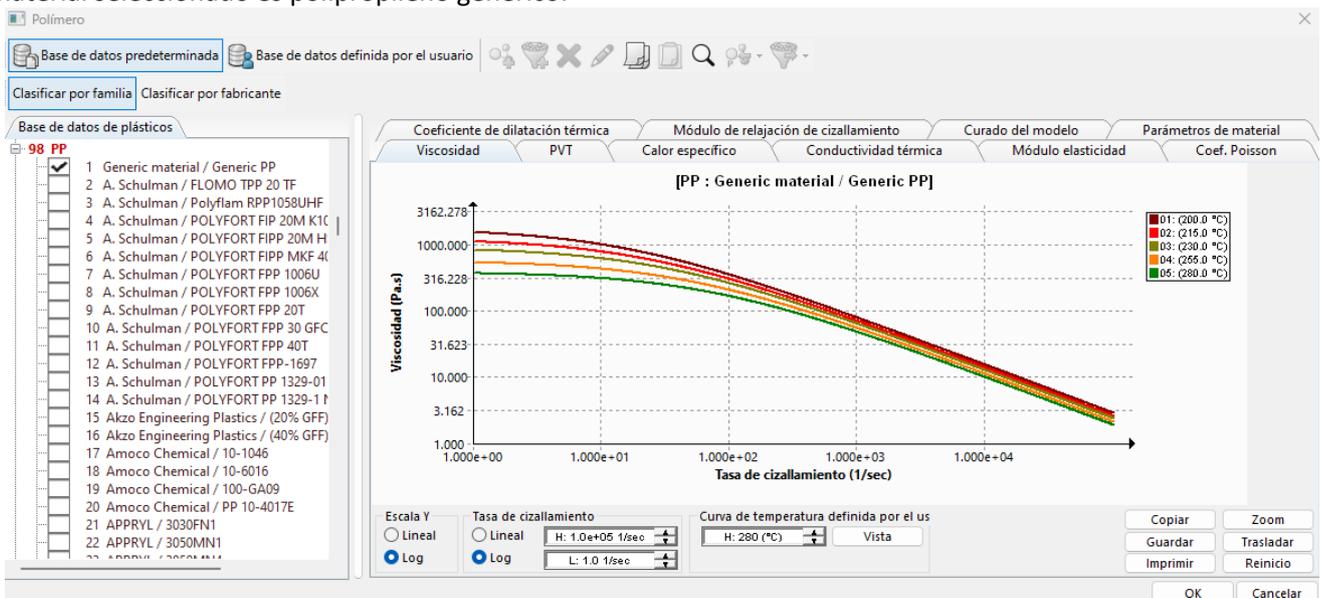


Figura 103: Material PP genérico

Se ha aplicado el mallado por defecto así como los parámetros de inyección sugeridos por el software SolidWorks.

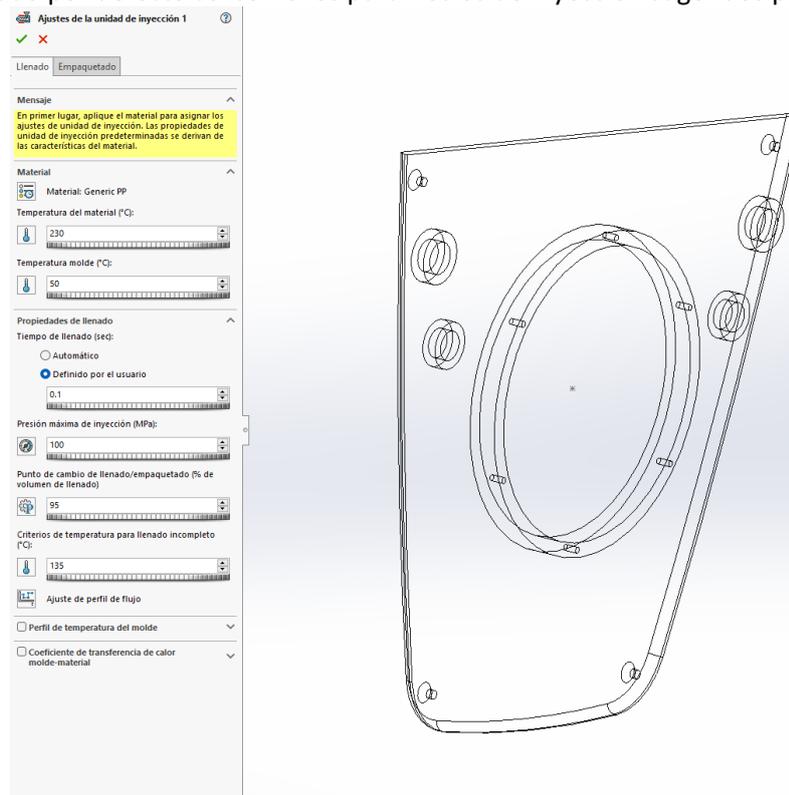


Figura 104: Parámetros de inyección

Se ejecuta el análisis y la progresión del llenado de la pieza es la que se puede ver en la Figura 105

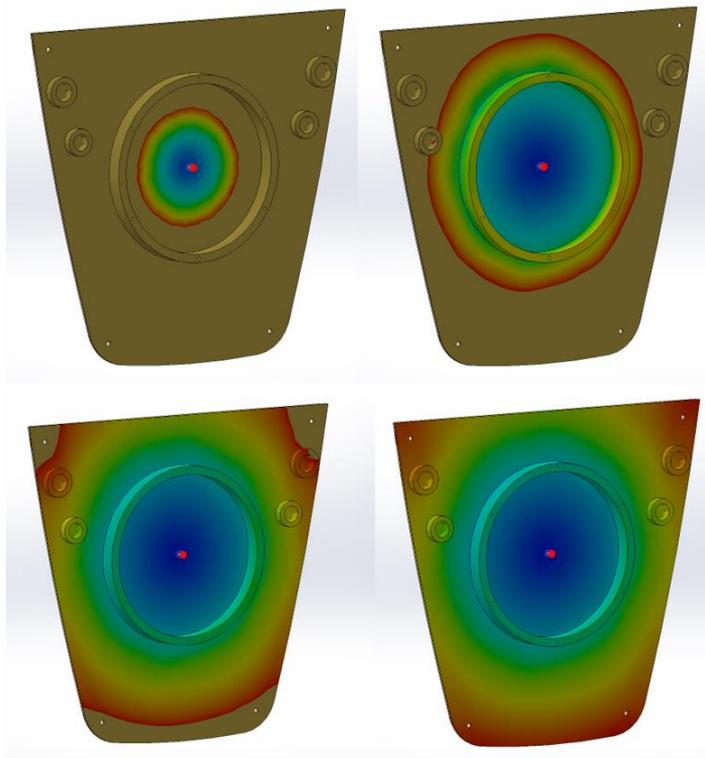


Figura 105: Progresión de llenado

Se ha establecido un tiempo de inyección de 0,1 segundos y la presión máxima de inyección es de 5,2MPa y la fuerza de amarre máxima necesaria es de 16,5 toneladas por lo que cualquier inyectora sería válida para la fabricación de esta pieza.

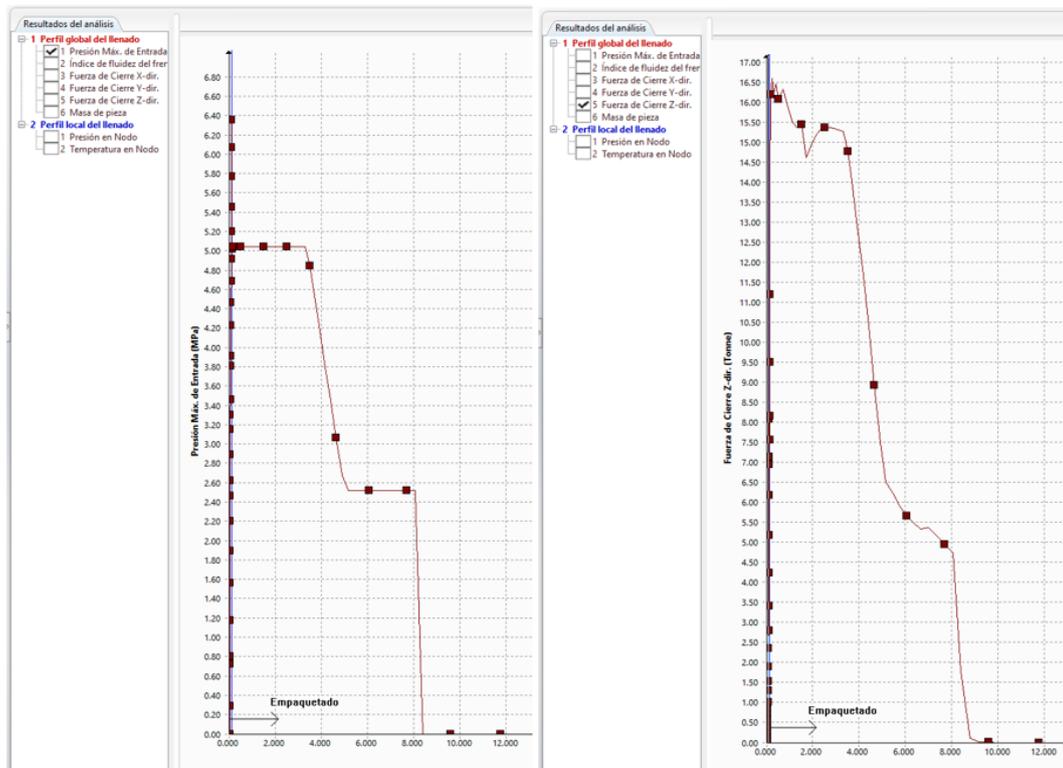


Figura 106: Gráficos de presión de inyección y fuerza de amarre

A modo de resumen, se debe destacar que el tiempo de llenado es de 0,1 segundos y el tiempo total de la etapa de empaquetado incluyendo el enfriado es de 9,8 segundos. En el Anexo 5 se puede encontrar el informe completo de la simulación.

## 4.4.2 Análisis mecánicos

Si bien el producto no necesita resistir grandes esfuerzos durante su uso cotidiano, se ha hecho un análisis de resistencia por el método de los elementos finitos para asegurar que, como se ha supuesto en la fase de selección de materiales, resiste por lo menos el peso de una persona subida a su parte superior. Este es el supuesto que se ha hecho debido a que resulta posible que se de esta situación y el cargador debe resistirlo. No se ha exigido más al producto ya que, viendo los demás productos del mercado, es más que suficiente para estar entre los cargadores que más resisten en este aspecto.

No se han simulado impactos en la parte frontal porque, además de estar fuera de los conocimientos aplicables a este trabajo, si una persona quiere romper el cargador con un objeto contundente, lo va a hacer con este y con cualquier otro de los productos de esta categoría que hay en el mercado.

La pieza que soporta la carga y que se ha estudiado en este análisis es el refuerzo metálico interior.

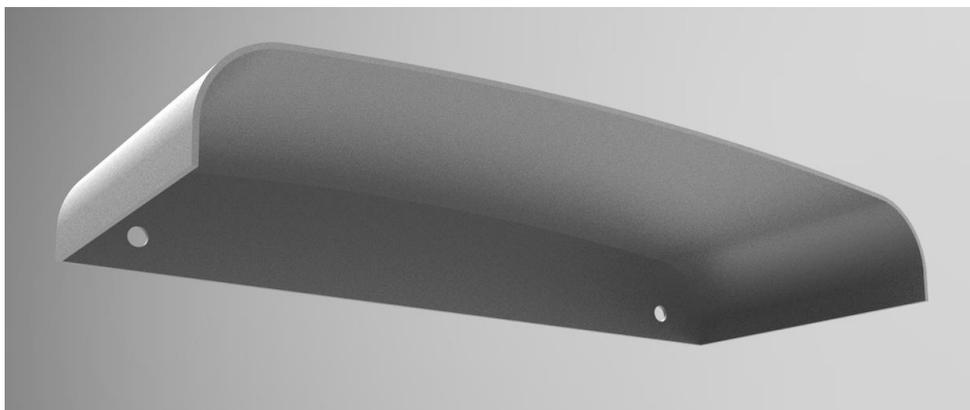


Figura 107: Refuerzo metálico

A continuación, se describe cómo se ha realizado la simulación, los supuestos que se han asumido, las simplificaciones que se han hecho y los valores introducidos en el software de simulación.

**Material:** Se ha seleccionado el material presentado en apartados anteriores: Chapa de acero al carbono 1023

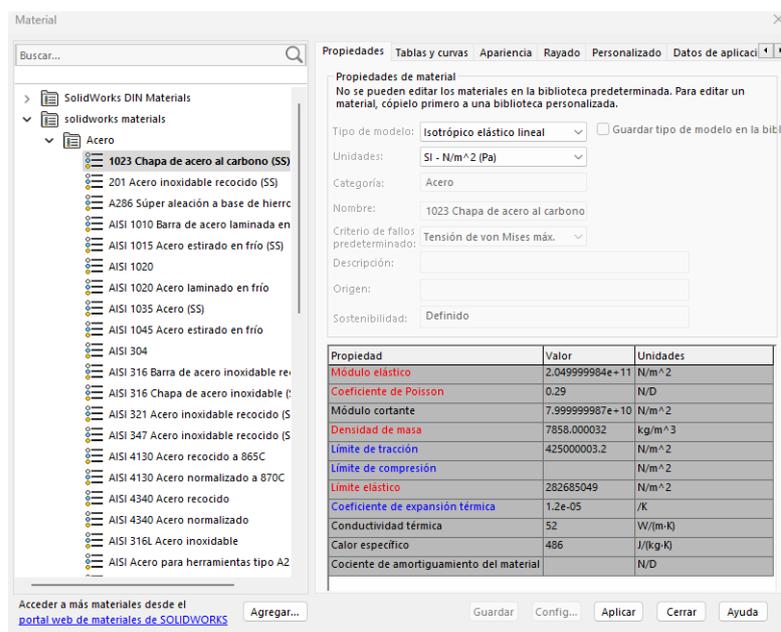


Figura 108: Parámetros del material

**Mallado:** Se ha realizado un mallado estándar con tamaño de triángulos 2mm y tolerancia 0,1mm

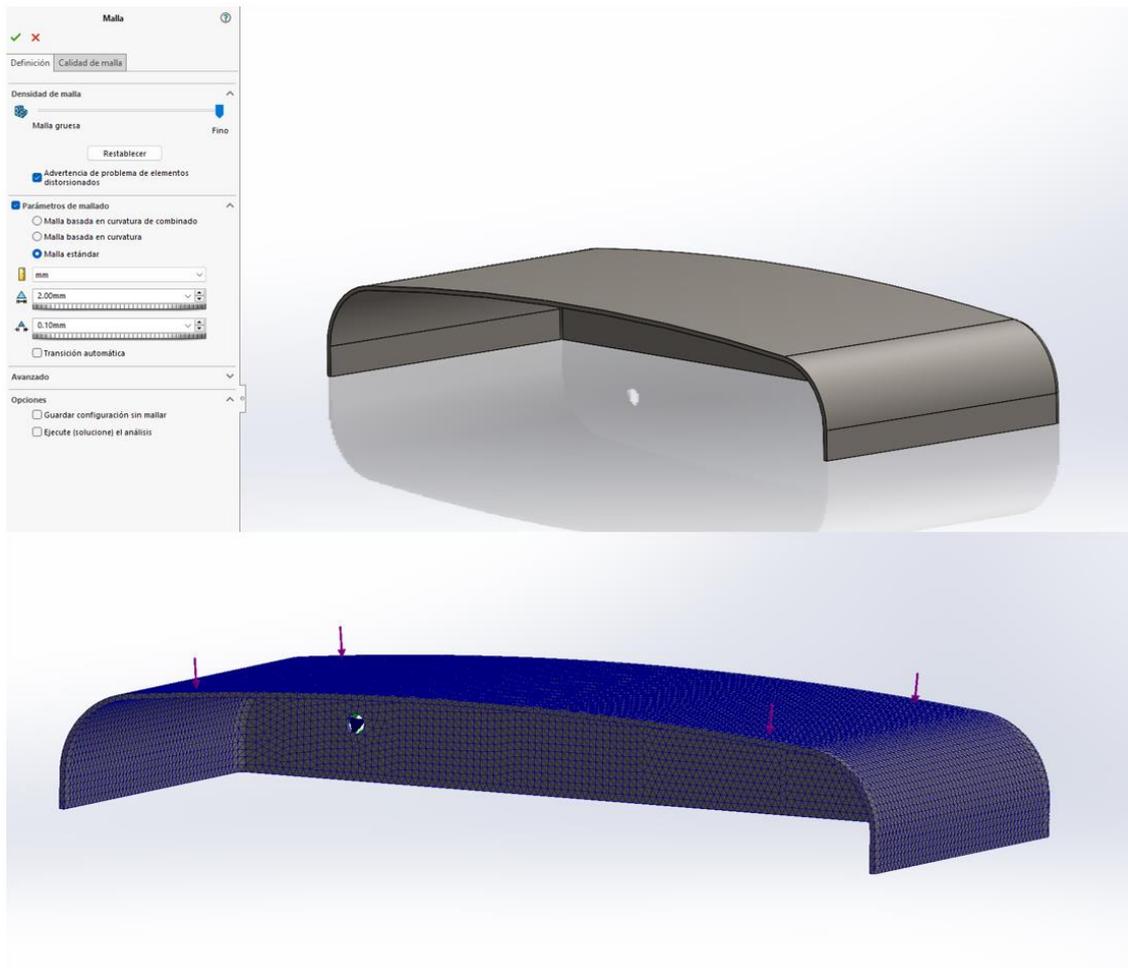


Figura 109: Mallado

**Sujeciones:** Las sujeciones que se han colocado son las que simulan mejor la situación real.

- Apoyo deslizante en la pared trasera que estaría en contacto con la carcasa del cargador. Bloquea los desplazamientos en la dirección normal a la pared y los giros en ese mismo plano.
- Dos “rodamientos” en los agujeros por los que pasaría el perno. Bloquean los desplazamientos en el plano de la pared y las rotaciones respecto a la normal de la pared.

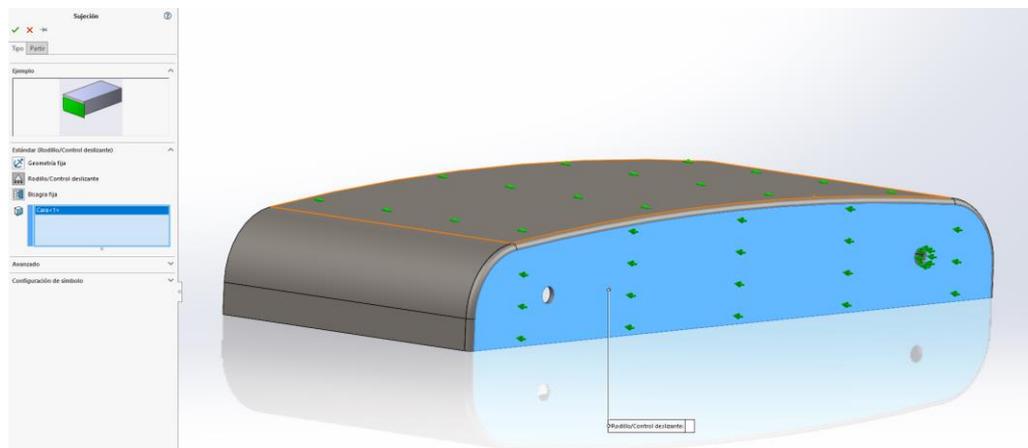


Figura 110: Sujeciones 1



Figura 111: Sujeciones 2

**Fuerzas:** Se ha colocado una fuerza de 1000N distribuida en toda la superficie superior de la placa. Esta fuerza simula el peso de una persona de unos 100kg subida encima del cargador.

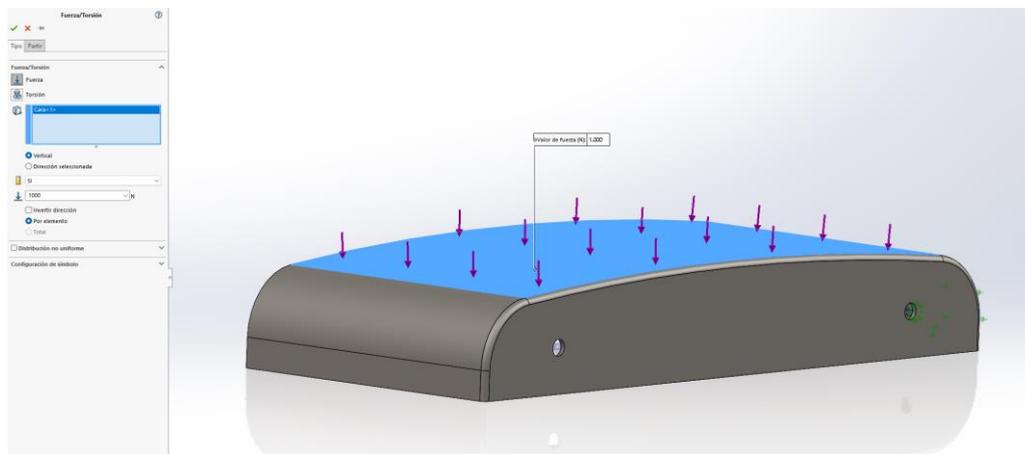


Figura 112: Fuerzas

### Resultados:

- **Desplazamientos:** Como era previsible el desplazamiento máximo se da en la parte central delantera de la placa superior. El desplazamiento máximo es de 1,2mm, lejos del máximo que se había establecido en la selección de materiales, debido posiblemente al espesor extra de seguridad que se ha añadido a la chapa y a la forma real de la pieza que da más rigidez a la estructura que la placa del cálculo teórico.

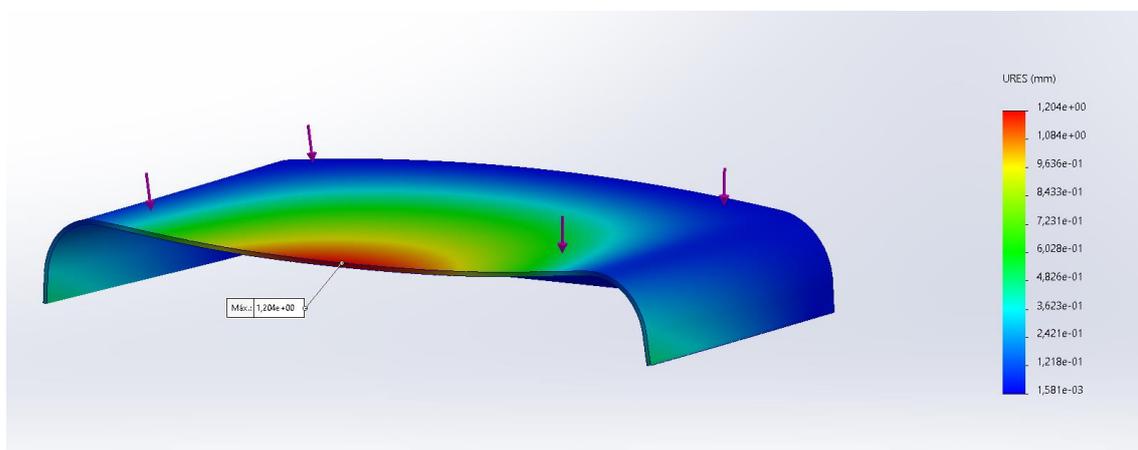


Figura 113: Desplazamientos

- **Tensiones:** El resultado de la simulación de las tensiones está por debajo del límite elástico de 2827GPa en las partes en las que se experimentarían las tensiones reales. Se debe excluir del resultado la tensión máxima que marca el análisis debido a que esta es fruto de una concentración de tensiones ficticia en la arista interior de unión entre ambas chapas. La tensión máxima, por tanto, sería de 1438 GPa, por debajo del límite elástico.

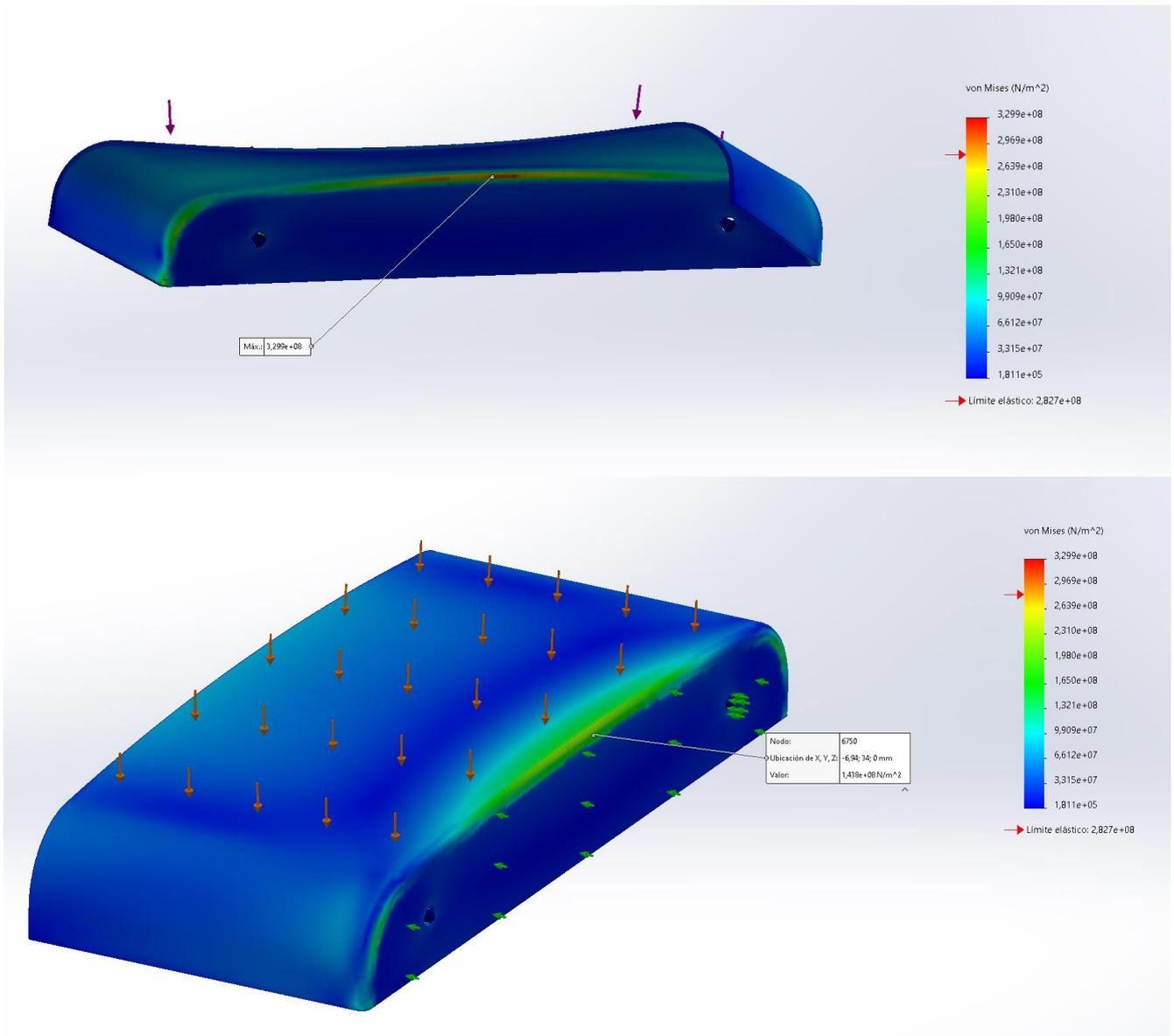


Figura 114: Tensiones

Como conclusión de esta simulación se puede asegurar que la estructura aguanta las cargas para la que está diseñada. El desplazamiento máximo es un tercio del máximo aceptable y el límite elástico no se alcanza, lo que conllevaría una deformación permanente de la estructura.

El resto de partes plásticas del cargador, con los desplazamientos sufridos, no sufriría tampoco ninguna deformación permanente ni rotura.

### 4.4.3 Análisis de ensamblabilidad. Acotado GPS

Para asegurar la ensamblabilidad del producto, es necesario establecer una serie de tolerancias de fabricación tanto dimensionales como geométricas. Para este apartado se ha escogido una unión entre dos piezas que se ha considerado como la más significativa y que mayor complejidad puede tener en cuanto a tolerancia y ensamblabilidad.

La unión es la que se da entre la carcasa principal y la carcasa inferior; esta unión se lleva a cabo mediante 8 tornillos (4 de M5 y 4 de M3) que atraviesan los agujeros de paso de la carcasa principal para introducirse en los agujeros roscados de la carcasa inferior. Además, los dos grupos de 4 agujeros no están en el mismo plano, sino que están en dos superficies perpendiculares entre sí en ambas piezas por lo que el análisis de la tolerancia y la cadena de cotas se hace más complejo.

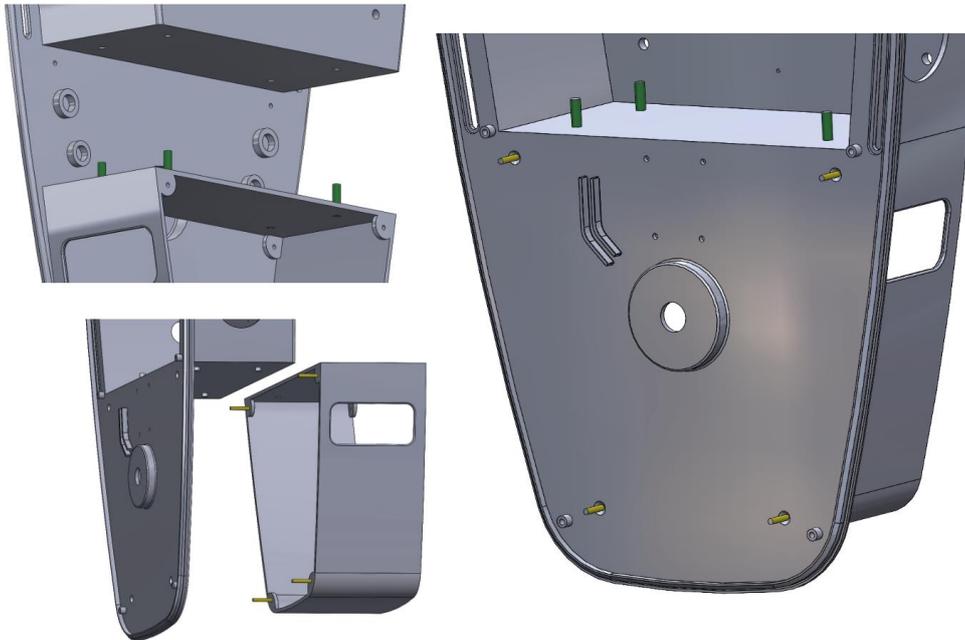


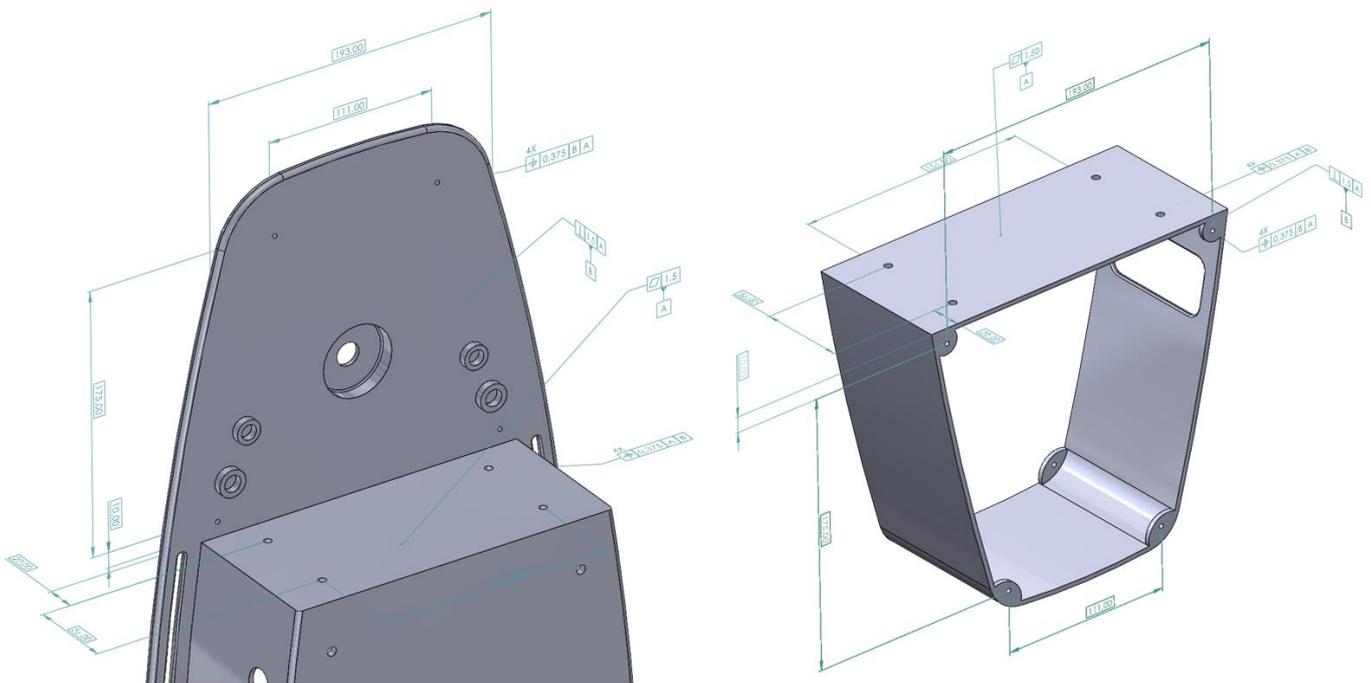
Figura 115: Sistema estudiado en análisis de ensamblabilidad

Las tolerancias de ambas piezas se han establecido de forma igual en las dos teniendo en cuenta tolerancias estándar fáciles de alcanzar para polipropileno fabricado mediante inyección de plásticos

Straightness / Flatness Tolerances			Hole Diameter Tolerances ±mm				Dimensional Tolerances ± mm				
Dimension	Commercial Tolerance		Dimension	Commercial Tolerance				Dimension	Commercial Tolerance		
	0-100 (+/-mm)	101-160 (+/-mm)		0-3 (+/-mm)	3.1-6 (+/-mm)	6.1-14 (+/-mm)	14-40 (+/-mm)		1 to 20 (+/-mm)	21 to 100 (+/-mm)	101 to 160 (+/-mm)
ABS	0.380	0.800	ABS	0.050	0.050	0.080	0.100	ABS	0.100	0.150	0.325
ABS/PC Blend	0.380	0.800	ABS/PC	0.050	0.050	0.080	0.100	ABS/PC Blend	0.100	0.150	0.325
Acetal	0.300	0.500	GPS	0.050	0.050	0.050	0.090	GPS	0.075	0.150	0.305
Acrylic	0.180	0.330	HDPE	0.050	0.080	0.100	0.150	HDPE	0.125	0.170	0.375
GPS	0.250	0.380	LDPE	0.050	0.080	0.100	0.150	LDPE	0.125	0.170	0.375
Mod PPO/PPE	0.380	0.800	PA	0.050	0.080	0.080	0.130	Mod PPO/PPE	0.100	0.150	0.325
PA	0.300	0.500	PA30% GF	0.050	0.050	0.080	0.080	PA	0.075	0.160	0.310
PA 30% GF	0.150	0.200	PBT30% GF	0.050	0.050	0.080	0.080	PA 30% GF	0.060	0.120	0.240
PBT 30% GF	0.150	0.200	PC	0.050	0.050	0.080	0.080	PBT 30% GF	0.060	0.120	0.240
PC	0.150	0.200	PC 20% GF	0.050	0.050	0.080	0.080	PC	0.060	0.120	0.240
Polycarbonate, 20% Glass	0.130	0.180	PMMA	0.080	0.080	0.100	0.130	PC 20% Glass	0.050	0.100	0.200
Polyethylene	0.850	1.500	POM	0.050	0.080	0.080	0.130	PMMA	0.075	0.120	0.250
<b>Polypropylene</b>	<b>0.850</b>	<b>1.500</b>	PP	0.050	<b>0.080</b>	0.100	0.150	POM	0.075	0.160	0.310
Polypropylene, 20% Talc	0.850	1.500	PPS 20% Talc	0.050	0.080	0.100	0.150	<b>PP</b>	0.125	0.170	<b>0.375</b>
Polypropylene, 20% Talc	0.150	0.200	PPS 30%Glass	0.050	0.050	0.080	0.080	PPS 20% Talc	0.125	0.170	0.375
PPS 30%GF	0.150	0.200	SAN	0.050	0.050	0.080	0.100	PPS 30%GF	0.060	0.120	0.240
SAN	0.380	0.800						SAN	0.100	0.150	0.325

Tabla 6: Tolerancias comerciales inyección de plásticos

Se ha tomado como primera referencia el plano de contacto entre las piezas con los agujeros más grandes (A). Al plano "A" se le ha aplicado una tolerancia de forma de planitud de 1,5mm. La siguiente referencia es el otro plano que tiene agujeros (B) y tiene una tolerancia de orientación de perpendicularidad respecto de "A" de 1,5mm. Con las referencias establecidas, por último, se aplica la tolerancia a los agujeros: tolerancia de posición de 0,375mm respecto de "A" y "B".



Habiendo ya calculado las tolerancias geométricas de las dos piezas teniendo en cuenta los estándares comerciales, a continuación, se pretende conocer el diámetro mínimo que deberían tener los agujeros de paso para asegurar la ensamblabilidad. Se han calculado por separado los dos grupos de agujeros, los del plano A y los del plano B. El ensamble es del tipo fijo en el que el perno no es pasante a través de las dos piezas, sino que se enrosca en una de ellas.

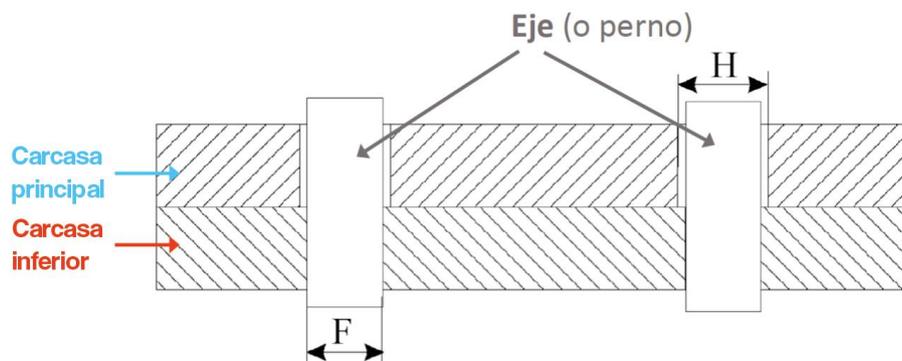


Figura 116: Ensamble tipo fijo

En este tipo de ensambles, el diámetro mínimo del agujero de paso "H" se calcula con la siguiente fórmula:  $T_1 + T_2 = H - F$  siendo  $T_1$  la tolerancia de posición del agujero pasante,  $T_2$  la tolerancia de posición del agujero roscado,  $H$  el diámetro mínimo del agujero de paso y  $F$  el diámetro máximo del eje, que en este caso es teóricamente exacto.

Para el primer grupo de agujeros, la fórmula quedaría así:  $0,375 + 0,375 = H - 5$ , lo que significa que  $H = 5,75 \text{ mm}$ . Para el segundo grupo de agujeros, se deben acumular todas las tolerancias que van desde los primeros agujeros hasta estos. En este caso la fórmula es:  $(0,375 + 1,5 + 0,375) + 0,375 = H - 3$ , siendo entonces  $H = 5,62 \text{ mm}$ . En este segundo caso y debido a que intervienen un número mayor de cotas y que la inyección de plásticos no puede alcanzar tolerancias muy finas, el diámetro mínimo del agujero queda considerablemente mayor que el diámetro nominal del perno.

Conociendo los diámetros mínimos y la tolerancia estándar de los agujeros de este rango fabricados por inyección (0,08mm) los diámetros serían  $5,75 \pm 0,08$  (5,67-5,83) para los agujeros superiores y  $5,62 \pm 0,08$  (5,54-5,7).

## 4.4.4 Análisis de impacto ambiental (Ecodiseño)

Se ha analizado el producto con la herramienta EcoAudit del software Granta Edupack para conocer el impacto ambiental del producto, fijándose en los eco-indicadores de uso energético y huella de carbono. Además, en este apartado se describen las decisiones de diseño que se han tomado de cara a la reparabilidad del producto.

### 4.4.4.1 Estrategias de ecodiseño y reparabilidad

Para el diseño del cargador se han tenido en cuenta las estrategias de ecodiseño () y se han aplicado las máximas posibles para hacer un producto más responsable con el medio ambiente, no solo con fines ambientales sino también con fines comerciales ya que los usuarios de coches eléctricos normalmente están más concienciados con el medio ambiente y se decantarán por un producto que sea lo más eco responsable posible. Las estrategias de ecodiseño aplicadas al producto son:



Figura 117: Estrategias de ecodiseño

#### 0. Desarrollo de un nuevo concepto/innovación

0c. Integración de funciones: Dentro del cargador se incluye un sistema de iluminación y un sistema de recogida de manguera, funciones que los productos estándar de su segmento no incorporan.

#### 1. Selección de materiales de bajo impacto

1d. Monomaterial: Las piezas de plástico, en su mayoría, son del mismo material (PP) lo que facilita su reciclaje y separabilidad en el punto de reciclado.

#### 5. Reducción del impacto durante el uso

5a. Menor consumo de energía: El sistema de recogida no utiliza energía eléctrica para funcionar sino que almacena la energía de sacar el cable para posteriormente usarla para recogerla.

#### 6. Optimización de vida útil

6c. Estructura de producto modular: Para las dos versiones (con cable incorporado y sin cable) la parte superior del cargador es la misma, cambiando únicamente el subensamble inferior pero compartiendo la mayoría de las piezas.

Además, la mayor parte de las uniones son no permanentes mediante tornillos para facilitar la reparabilidad del producto.

#### 4.4.4.2 Impacto ambiental

Antes de exponer los resultados del análisis, se van a explicar los parámetros introducidos para la realización del estudio. En la Tabla 7 se detallan todos los componentes del producto con sus materiales, pesos y procesos de fabricación. Estos datos son los que se han introducido en el software de análisis.

Designación	Material	Proceso	Volumen (mm3)	Peso (kg)
Embellecedor	PP	Inyección	146195,61	0,13158
Tapa delantera	PP	Inyección	175339,92	0,15781
Pantalla frontal	PC	Inyección	194178,26	0,23301
Carcasa principal	PP	Inyección	802737,34	0,72246
Carcasa inferior	PP	Inyección	204974,42	0,18448
Tapa inferior	PP	Inyección	157004,70	0,14130
Muelle	Acero	Conformado en caliente	15701,68	0,12247
Tapa muelle	PP	Inyección	27960,96	0,02516
Eje cable de carga	Acero Inoxidable	Trefilado	17468,92	0,13626
Husillo	ABS	Inyección	7067,73	0,00735
Rodillo de husillo	Nailon	Inyección	6355,77	0,00725
Varilla rodillo superior	Acero Inoxidable	Trefilado	678,58	0,00529
Cuerpo rodillo superior	Caucho	Inyección	4957,80	0,00471
Refuerzo metálico	Acero de baja aleación	Emutación	54999,51	0,42900
Carril DIN	Acero de baja aleación	Extrusión	18936,04	0,14770
Junta exterior	Caucho	Inyección	2503,26	0,00238
Plantilla pared	Caucho	Corte por chorro de agua	39689,10	0,03770
Junta lateral	Caucho	Inyección	2655,84	0,00252
Prensaestopas	ABS	Inyección	4403,98	0,00458
Tornillos	Acero	Forja	7935,61	0,06190
Rodamientos	Acero	Forja	24439,05	0,19062
Elementos eléctricos				0,6
Elementos electrónicos				0,2
Leds				0,1
Cables				1,5
Conector				0,3
Enchufe				0,15

Tabla 7: Listado de componentes con materiales y pesos

Se ha supuesto que el producto se fabrica en China, se envía por barco a Valencia, de ahí a Madrid en camión y desde Madrid se distribuye al resto de España y Portugal.

En cuanto al uso, el producto como tal no tiene un consumo eléctrico, pero se ha supuesto un 1% de pérdidas en forma de calor al cargar el coche. Si el cargador tiene una potencia de 7,4kW, se ha introducido una "potencia" de 74W. Suponiendo que se hace un uso normal del coche (150-200 km a la semana) y que este se carga una vez a la semana durante 10h, esto hace un uso de 52 días al año y 10h al día. La vida del producto se ha supuesto de 10 años. (Figura 118)

**Proyecto Eco Audit**

Definición del producto Informe

Nuevo Abrir Guardar Comparar con...

Información del producto ⊕

Nombre: Cargador de coche eléctrico

Material, fabricación y fin de vida ⊕

¿Cómo puedo usar mis propios materiales o procesos?

Uds.	Nombre del componente	Material	Contenido reciclado	Masa (kg)	Proceso primario	Fin de vida
1	Embalecedor	Polipropileno o polimero...	Virgen (0%)	0,13	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Tapa delantera	Polipropileno o polimero...	Virgen (0%)	0,16	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Pantalla frontal	Polycarbonato (PC)	Virgen (0%)	0,23	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Carcasa principal	Polipropileno o polimero...	Virgen (0%)	0,72	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Carcasa inferior	Polipropileno o polimero...	Virgen (0%)	0,18	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Tapa inferior	Polipropileno o polimero...	Virgen (0%)	0,14	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Muelle	Acero de baja aleación	Virgen (0%)	0,12	Extrusión, laminado de hoja	Reciclar
1	Tapa muelle	Polipropileno o polimero...	Virgen (0%)	0,03	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Eje	Acero inoxidable	Virgen (0%)	0,14	Trefiado	Reciclar
1	Husillo	Polimero ABS (Termoplás...	Virgen (0%)	0,01	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Rodillo	Pollamida de nailon o nil...	Virgen (0%)	0,01	Moldeo de polimeros	Reciclar
1	Vanilla rodillo	Acero inoxidable	Virgen (0%)	0,01	Trefiado	Reciclar
1	Cuerpo rodillo	Caucho o goma de butil...	Virgen (0%)	0,005	Moldeo de polimeros	Incineración

Transporte ⊕

Nombre	Tipo de transporte	Distancia (km)
China-Valencia	Transporte marítimo	1e+04
Valencia-Madrid	Camión de 32 toneladas (4 ejes)	500
Distribución	Vehículo ligero de mercancías	1000

Uso ⊕

Vida del producto: 10 años

País de uso: España

Modo estático  El producto utiliza la siguiente energía: Modo dinámico  El producto es parte de un vehículo o se transporta en él:

Entrada y salida de energía: Eléctrica a térmica Tipo de combustible y movilidad: Diésel - transporte marítimo

Potencia nominal: 78 W

Uso: 0 días al año

Uso: 52 días al año Distancia: 0 km al día

Uso: 10 horas al día

Figura 118: Datos para EcoAudit

Con estos datos, a continuación se presentan los resultados del análisis, en términos de gasto energético y huella de CO<sub>2</sub>. Las etapas de más consumo de energía son la obtención de los materiales (49,2%) y el uso (49,3%) mientras que en emisiones de CO<sub>2</sub>, la obtención de los materiales destaca (58,4%) seguida por la etapa de uso (39,7%)(Tabla 8 y Figura 119).

Fase	Energía (MJ)	Energía (%)	Huella de CO <sub>2</sub> (kg)	Huella de CO <sub>2</sub> (%)
<b>Material</b>	2,46e+03	49,2	168	58,4
<b>Fabricación</b>	48,6	1,0	3,65	1,3
<b>Transporte</b>	24,2	0,5	1,74	0,6
<b>Uso</b>	2,47e+03	49,3	114	39,7
<b>Eliminación</b>	2,36	0,0	0,165	0,1
<b>Total (para primera vida)</b>	<b>5,01e+03</b>	<b>100</b>	<b>287</b>	<b>100</b>
<b>Potencial de fin de vida</b>	-104		-5,45	

Tabla 8: Impacto ambiental por etapas del ciclo de vida

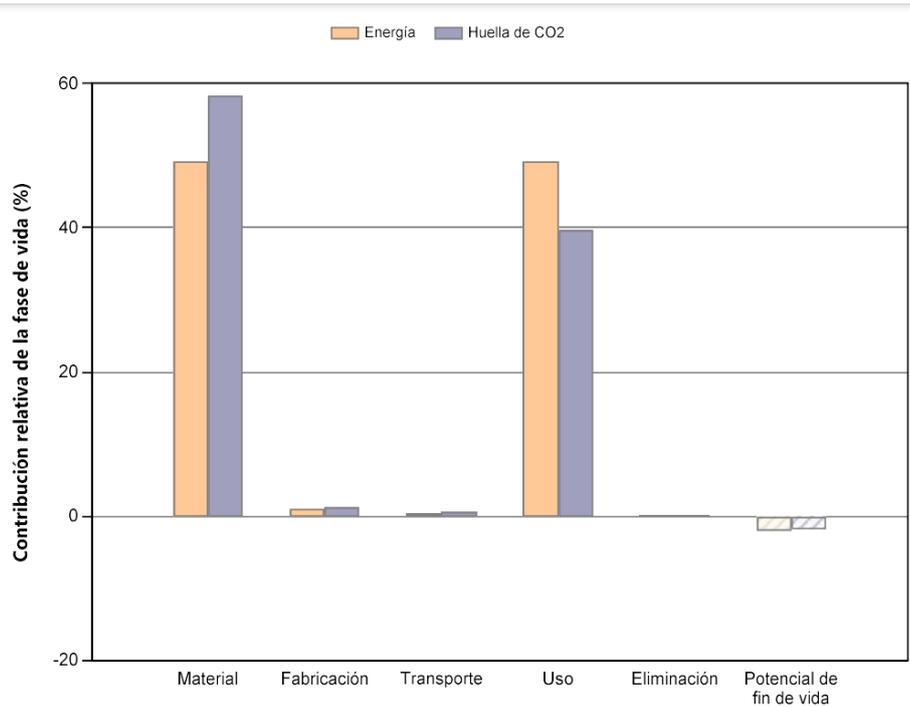


Figura 119: Impacto ambiental por etapas del ciclo de vida

Como conclusión, las etapas con más potencial de mejora según lo que se ha visto en los resultados son la de obtención de materiales y la de uso. Respecto a la de uso, un 1% de pérdida energética es difícil de mejorar por lo que la mejora debería centrarse en el uso de materiales con algún porcentaje de material reciclado o materiales menos costosos de producir.

## 4.5 Montaje, instalación y funcionamiento

### 4.5.1 Montaje

En este punto se va a describir la secuencia de montaje del cargador. Además de describir el montaje en texto asistido por imágenes, se ha hecho una ficha descriptiva de cada operación de montaje, indicando las operaciones que se deben realizar, los componentes que intervienen, las herramientas utilizadas y el tiempo en el que se debe realizar cada operación.

#### Subensamblado Carcasa principal:

Partiendo de la pieza *Carcasa principal*, aplicar dos cordones finos de pegamento de contacto



Figura 120: Montaje 1

Colocar la pieza *Refuerzo metálico* haciendo coincidir su parte trasera con el hueco del fondo de la *Carcasa principal*



Figura 121: Montaje 2

Introducir la pieza *Junta lateral* en el orificio izquierdo de la *Carcasa principal*



Figura 122: Montaje 3

Aplicar un cordón de pegamento de contacto en el perímetro interior del *Cuerpo del enchufe* y colocarlo en el orificio lateral derecho de la *Carcasa principal*. Retirar el exceso de pegamento.

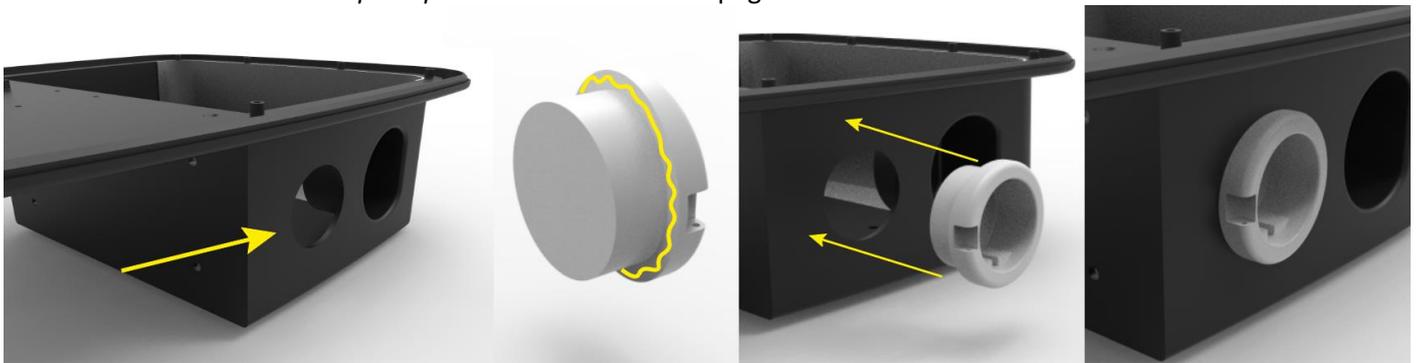


Figura 123: Montaje 4

Insertar la *Tapa del enchufe* a presión haciendo entrar los salientes de la bisagra en los agujeros correspondiente del *Cuerpo del enchufe*. Cerrar la tapa.

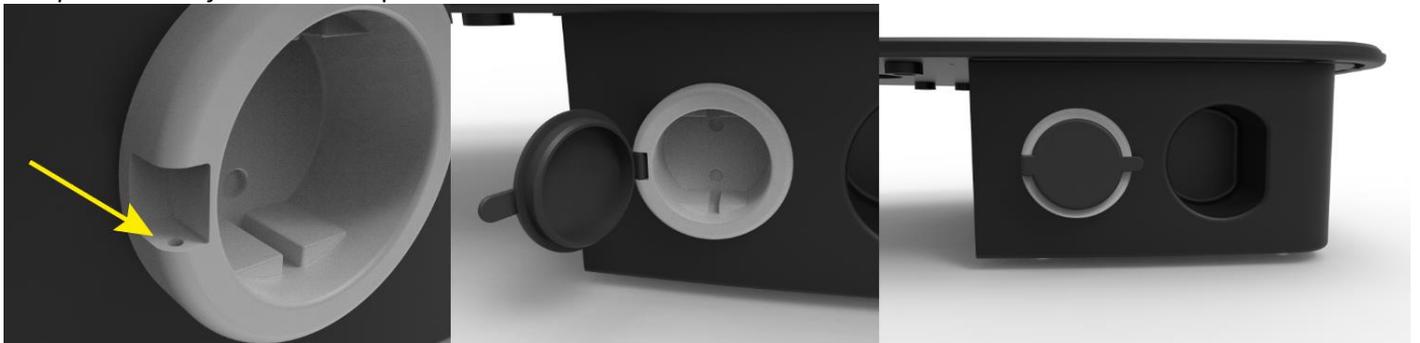


Figura 124: Montaje 5

Atornillar el *Carril DIN* (1) con 2 *tronillos ISO 7045 M5x6*. Enroscar los 4 *soportes hexagonales M2x20* de la placa electrónica (2) y los otros 4 *soportes hexagonales M3x27,5* del lector NFC (3).

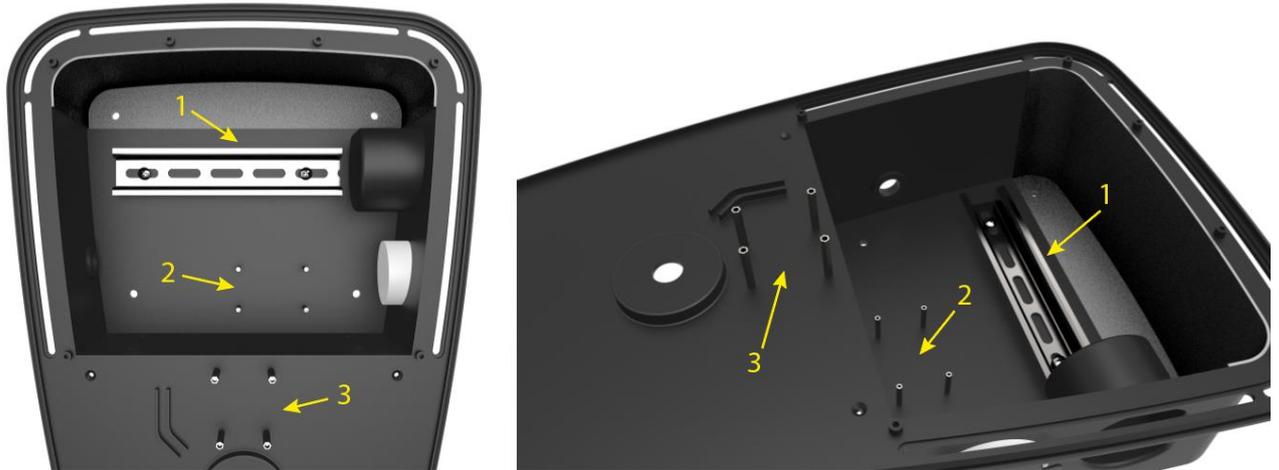


Figura 125: Montaje 6

Colocar el *Prensaestopas* en el orificio inferior de la *Carcasa principal*.



Figura 126: Montaje 7

Dar la vuelta al conjunto y colocar a presión un *rodamiento ISO 15 RBB 1025-14* en el alojamiento central de la parte trasera de la *carcasa principal* (1) y un *rodamiento ISO 15 RBB 385-10* en el alojamiento superior pequeño de la izquierda (2).

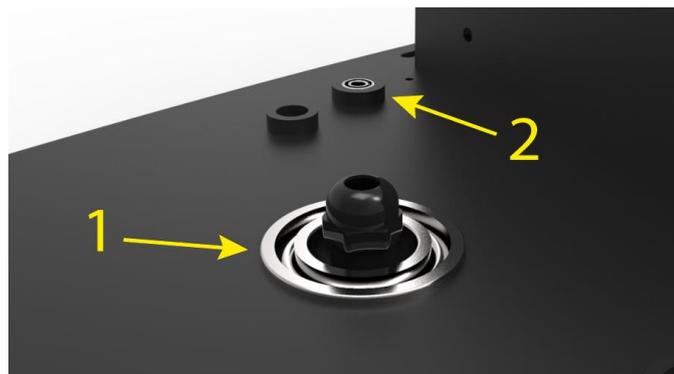


Figura 127: Montaje 8

Posicionar la carcasa trasera inferior en su lugar en la parte baja de la *carcasa principal* y dar la vuelta al conjunto. Desde la parte delantera atornillarla con 4 *tornillos de cabeza avellanada ISO 10642 M3x10* (1) y con 4 *tornillos de cabeza estrellada ISO 7045 M5x8* por la parte de dentro del hueco principal de la carcasa (2).



Figura 128: Montaje 9

### Subensable sistema de recogida

Insertar a presión el *Eje* en el *rodamiento ISO 15 RBB 1025-14* por el extremo opuesto al que tiene el orificio lateral. Dejarlo a una distancia de 9mm del extremo del eje. Insertar el extremo central del *Muelle* en la ranura del *Eje*. Colocar a presión la *tapa del muelle* en la parte exterior del rodamiento.



Figura 129: Montaje 10

Enrollar el muelle y colocarlo en su alojamiento de la *Tapa trasera*, insertando el extremo exterior del muelle en la ranura del alojamiento. Cerrarlo con 6 *tornillos ISO 7045 M2x8*. Colocar un rodamiento en el alojamiento pequeño superior derecho.

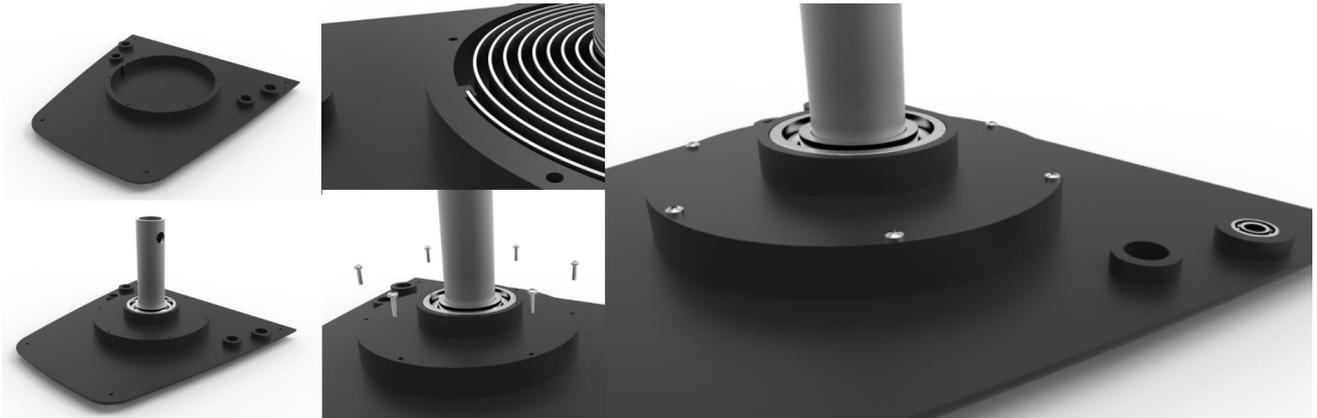


Figura 130: Montaje 11

### Unión Carcasa y sistema de recogida

Colocar el *rodillo superior* a presión en el rodamiento pequeño de la *carcasa principal*. Pegar el *husillo* en su alojamiento con pegamento de contacto. Enroscar el *rodillo de nylon* en el husillo.



Figura 131: Montaje 12

Pasar el extremo del cable de carga por el orificio de la carcasa inferior entre los dos rodillos (1), después por el agujero lateral del eje (2) y por el prensaestopas (3) dejando 40cm de cable por el otro lado. Seguidamente enrollar el cable alrededor del eje de manera que quede distribuido a lo largo de este.



Figura 132: Montaje 13

Cerrar el conjunto asegurando que el eje entra a presión en el rodamiento grande, el rodillo superior entra en el rodamiento pequeño y el husillo entra en su alojamiento. Cerrar el conjunto con 4 *tornillos de cabeza avellanada ISO 10642 M3x10*



Figura 133: Montaje 14

Dar media vuelta al cargador. Pegar el lector de huellas con su soporte en su lugar en la parte inferior.



Figura 134: Montaje 15

Colocar los tres elementos eléctricos que ya vienen con las correspondientes conexiones entre ellos hechas en el carril DIN. Conectar los cables del enchufe auxiliar lateral y el cable de carga que viene de la parte de abajo del cargador.

Pegar la pieza con los leds traseros en su hueco en la parte superior del cargador.

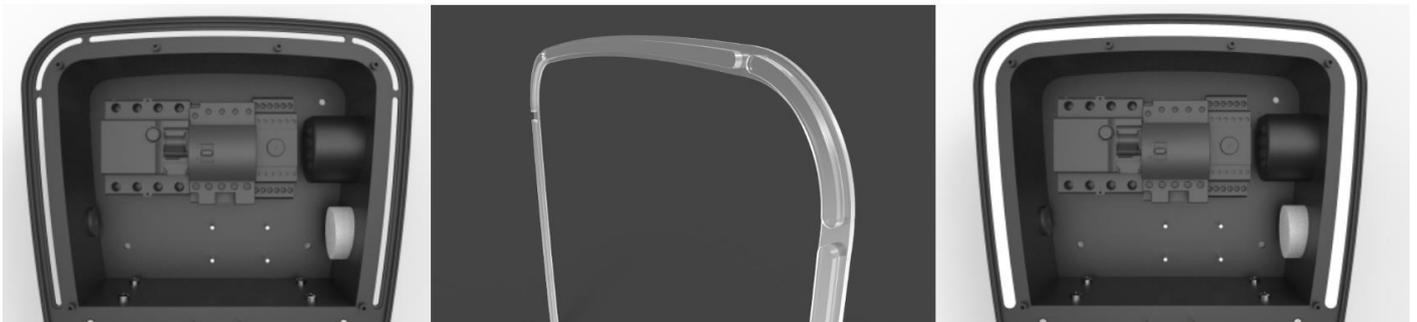


Figura 135: Montaje 16

Colocar la placa electrónica y el lector NFC en sus soportes y atornillarlos con 4 tornillos *ISO 7045 M2x3* y 4 tornillos *ISO 7045 M3x5* respectivamente. Conectar los cables del lector de huellas, los leds y el lector NFC a la placa principal.

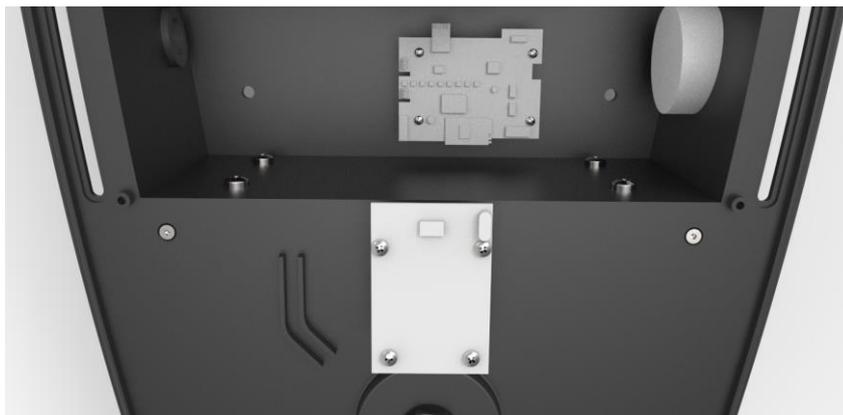


Figura 136: Montaje 17

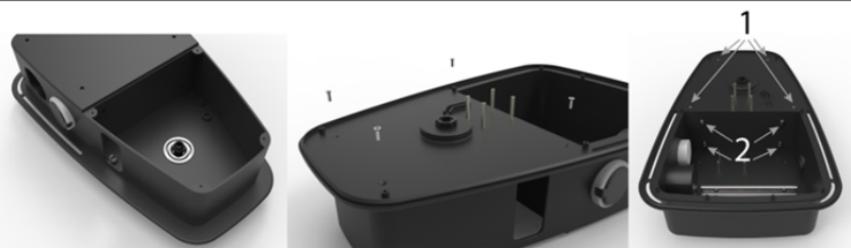
Cerrar el conjunto con la tapa frontal colocándola sobre el cuerpo del cargador (no se pretende cerrar sino presentar para el embalaje). Colocar el embellecedor sin hacer fuerza para que no se encaje completamente y meter el conjunto en el embalaje.

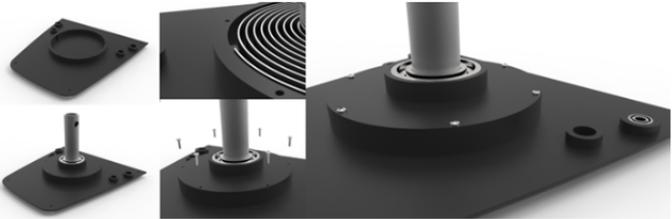


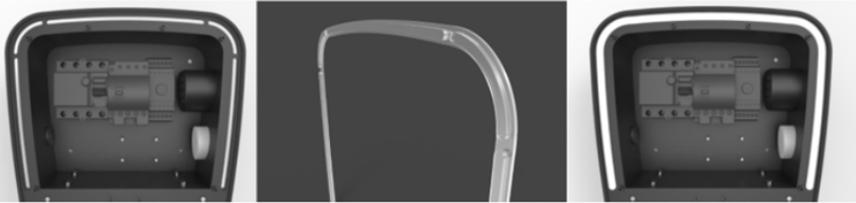
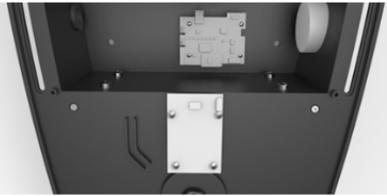
Figura 137: Montaje 18

Esta misma información se ha dispuesto de tal manera que el operario la pueda seguir fácilmente atendiendo además a los puntos clave de cada operación en una ficha de operaciones.

Ampère		FICHA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR			
Nombre del proceso	Ensamble Ampère EasyContact	Tiempo total	20 minutos	Página 1/4	
EPIs	Guantes y gafas de protección	Autor	Alejandro López	Fecha de creación	27/09/2023
Herramientas utilizadas	Destornillador plano y allen, pegamento de contacto	Fecha de edición	27/09/2023	Versión	1.0
Nº	Descripción de la operación	Punto clave	Imágenes		
1	Partiendo de la pieza Carcasa principal, aplicar dos cordones finos de pegamento de contacto. Colocar la pieza Refuerzo metálico haciendo coincidir su parte trasera con el hueco del fondo de la Carcasa principal.	Echar 2 cordones de pegamento			
2	Introducir la pieza Junta lateral en el orificio izquierdo de la Carcasa principal.	Doblar la junta para que entre en el orificio			
3	Aplicar un cordón de pegamento de contacto en el perímetro interior del Cuerpo del enchufe y colocarlo en el orificio lateral derecho de la Carcasa principal. Retirar el exceso de pegamento. Insertar la Tapa del enchufe a presión haciendo entrar los salientes de la bisagra en los agujeros correspondiente del Cuerpo del enchufe. Cerrar la tapa.	Echar 1 cordón fino de pegamento Doblar la tapa para que entre en el alojamiento			
4	Atornillar el Carril DIN (1) con 2 tronillos ISO 7045 M5x6. Enroscar los 4 soportes hexagonales M2x20 de la placa electrónica (2) y los otros 4 soportes hexagonales M3x27,5 del lector NFC (3).	No confundir entre los dos tipos de soportes hexagonales. Tienen roscas distintas			

		<h1>FICHA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR</h1>					
Nombre del proceso		Ensamble Ampère EasyContact		Tiempo total	20 minutos	Página 2/4	
EPIs		Guantes y gafas de protección		Autor	Alejandro López	Fecha de creación	27/09/2023
Herramientas utilizadas		Destornillador plano y allen, pegamento de contacto		Fecha de edición	27/09/2023	Versión	1.0
Nº	Descripción de la operación	Punto clave	Imágenes				
5	Colocar el Prensaestopas en el orificio inferior de la Carcasa principal.	La tuerca corta hacia adelante					
6	Dar la vuelta al conjunto y colocar a presión un rodamiento ISO 15 RBB 1025-14 en el alojamiento central de la parte trasera de la carcasa principal (1) y un rodamiento ISO 15 RBB 385-10 en el alojamiento superior pequeño de la izquierda (2).	El rodamiento pequeño en la IZQUIERDA					
7	Posicionar la carcasa trasera inferior en su lugar en la parte baja de la carcasa principal y dar la vuelta al conjunto. Desde la parte delantera atornillarla con 4 tornillos de cabeza avellanada ISO 10642 M3x10 (1) y con 4 tornillos de cabeza estrellada ISO 7045 M5x8 por la parte de dentro del hueco principal de la carcasa (2).						
8	Insertar a presión el Eje en el rodamiento ISO 15 RBB 1025-14 por el extremo opuesto al que tiene el orificio lateral. Dejarlo a una distancia de 9mm del extremo del eje. Insertar el extremo central del Muelle en la ranura del Eje. Colocar a presión la tapa del muelle en la parte exterior del rodamiento.	Dejar 9mm entre el rodamiento y el extremo del eje					

		<h1>FICHA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR</h1>			
Nombre del proceso	Ensamble Ampère EasyContact	Tiempo total	20 minutos	Página 3/4	
EPIs	Guantes y gafas de protección	Autor	Alejandro López	Fecha de creación	27/09/2023
Herramientas utilizadas	Destornillador plano y allen, pegamento de contacto	Fecha de edición	27/09/2023	Versión	1.0
Nº	Descripción de la operación	Punto clave	Imágenes		
9	Enrollar el muelle y colocarlo en su alojamiento de la Tapa trasera, insertando el extremo exterior del muelle en la ranura del alojamiento. Cerrarlo con 6 tornillos ISO 7045 M2x8. Colocar un rodamiento en el alojamiento pequeño superior derecho	Colocar el rodamiento pequeño en el alojamiento superior DERECHO			
10	Colocar el rodillo superior a presión en el rodamiento pequeño de la carcasa principal. Pegar el husillo en su alojamiento con pegamento de contacto. Enroscar el rodillo de nylon en el husillo.				
11	Passar el extremo del cable de carga por el orificio de la carcasa inferior entre los dos rodillos (1), después por el agujero lateral del eje (2) y por el prensaestopas (3) dejando 40cm de cable por el otro lado. Seguidamente enrollar el cable alrededor del eje de manera que quede distribuido a lo largo de este.	Asegurar que el cable para entre los dos rodillos			
12	Cerrar el conjunto asegurando que el eje entra a presión en el rodamiento grande, el rodillo superior entra en el rodamiento pequeño y el husillo entra en su alojamiento. Cerrar el conjunto con 4 tornillos de cabeza avellanada ISO 10642 M3x10	Asegurar que los tres ejes entran dentro de sus correspondientes alojamientos			

Ampère		FICHA DE OPERACIÓN ESTÁNDAR			
Nombre del proceso	Ensamble Ampère EasyContact	Tiempo total	20 minutos	Página 4/4	
EPIs	Guantes y gafas de protección	Autor	Alejandro López	Fecha de creación	27/09/2023
Herramientas utilizadas	Destornillador plano y allen, pegamento de contacto	Fecha de edición	27/09/2023	Versión	1.0
Nº	Descripción de la operación	Punto clave	Imágenes		
13	Dar media vuelta al cargador. Pegar el elector de huellas con su soporte en su lugar en la parte inferior. Colocar los tres elementos eléctricos que ya vienen con las correspondientes conexiones entre ellos hechas en el carril DIN. Conectar los cables del enchufe auxiliar lateral y el cable de carga que viene de la parte de abajo del cargador.				
14	Pegar el difusor con los leds traseros en su hueco en la parte superior del cargador.	Tener cuidado de no atrapar el cable de los leds al colocar el difusor			
15	Colocar la placa electrónica y el lector NFC en sus soportes y atornillarlos con 4 tornillos ISO 7045 M2x3 y 4 tornillos ISO 7045 M3x5 respectivamente. Conectar los cables del lector de huellas, los leds y el lector NFC a la placa principal				
16	Cerrar el conjunto con la tapa frontal colocándola sobre el cuerpo del cargador (no se pretende cerrar sino presentar para el embalaje). Colocar el embellecedor sin hacer fuerza para que no se encaje completamente y meter el conjunto en el embalaje.	No hacer mucha presión al colocar la tapa y el embellecedor			

## 4.5.2 Instalación

Para explicar este apartado se ha decidido utilizar el formato de manual de instalación que se incluiría con el producto comercializado para que el electricista encargado de la instalación del cargador sepa los pasos a seguir. Al venir el cargador premontado, los pasos para su instalación son pocos y sencillos.

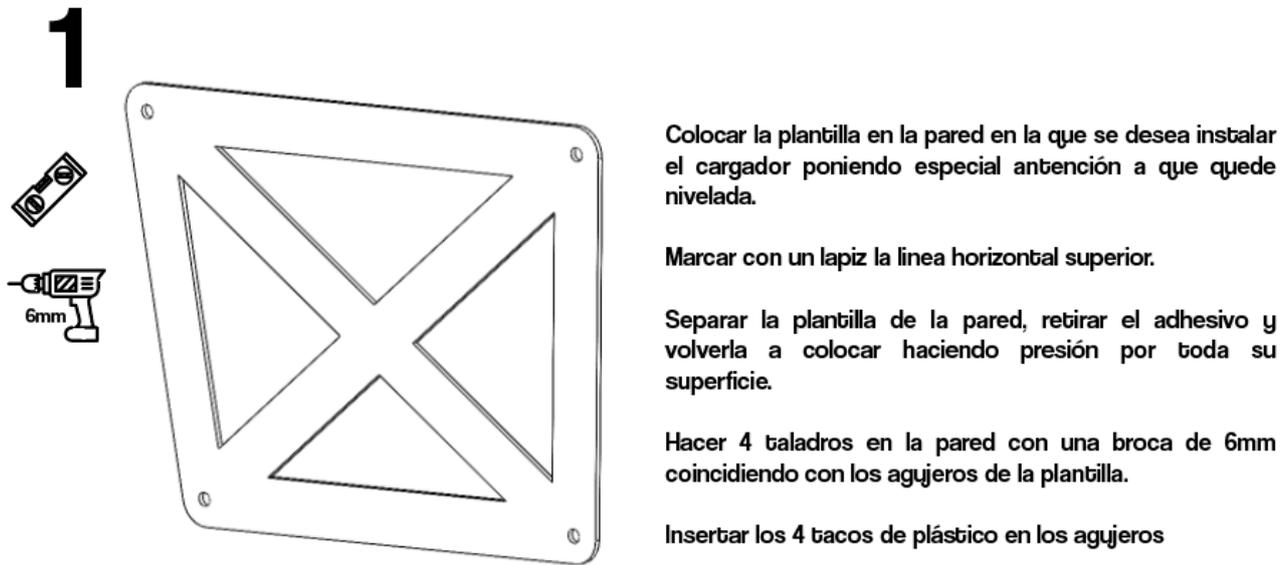


Figura 138: Instalación 1

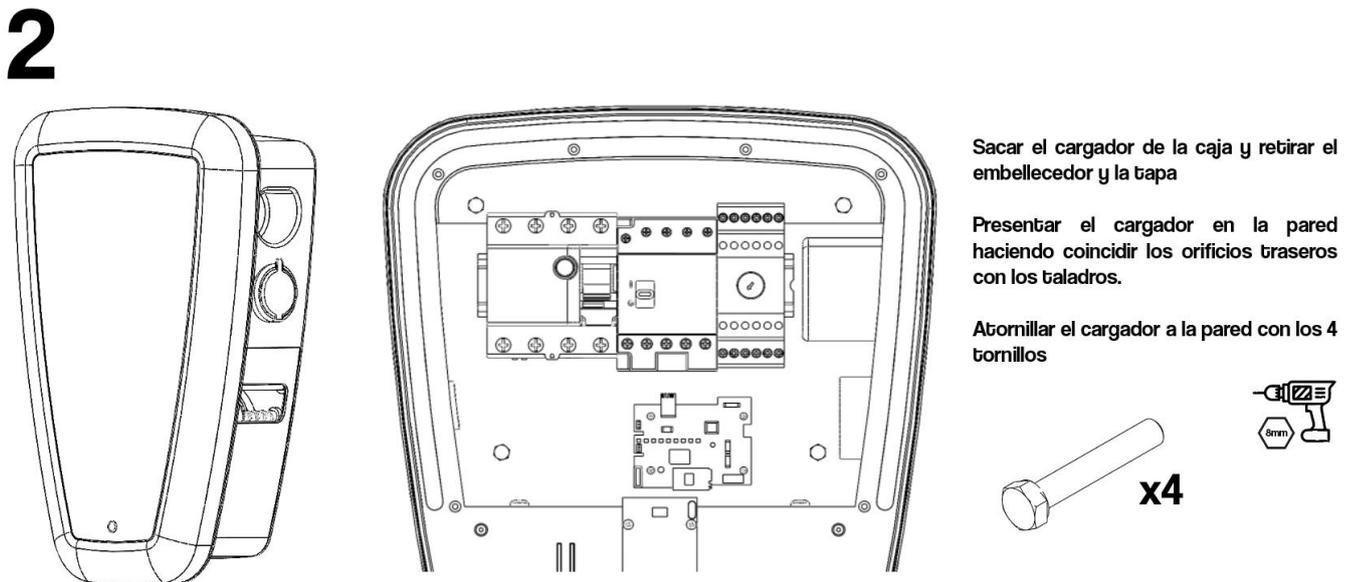
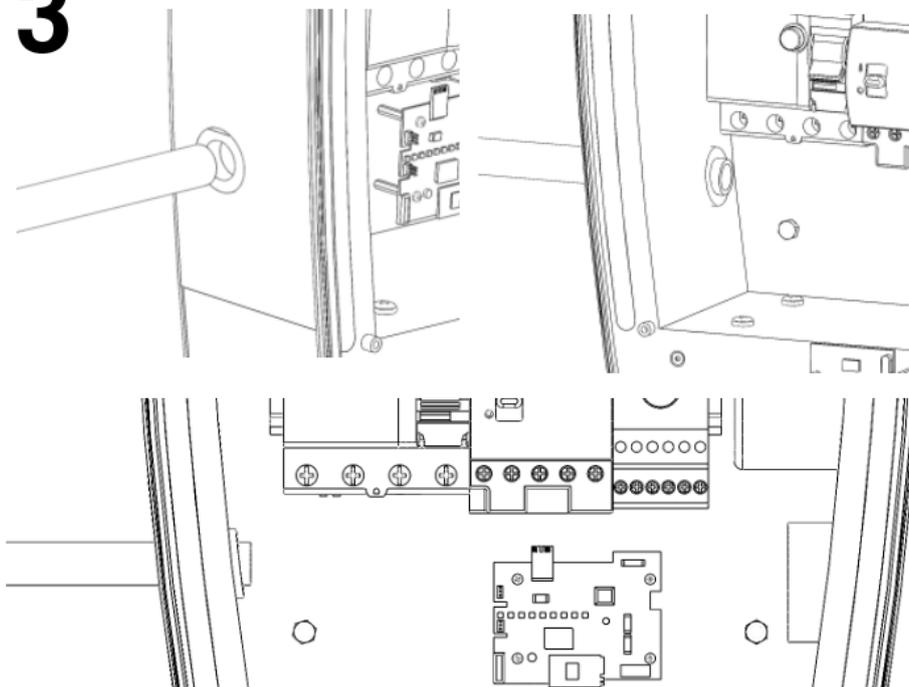


Figura 139: Instalación 2

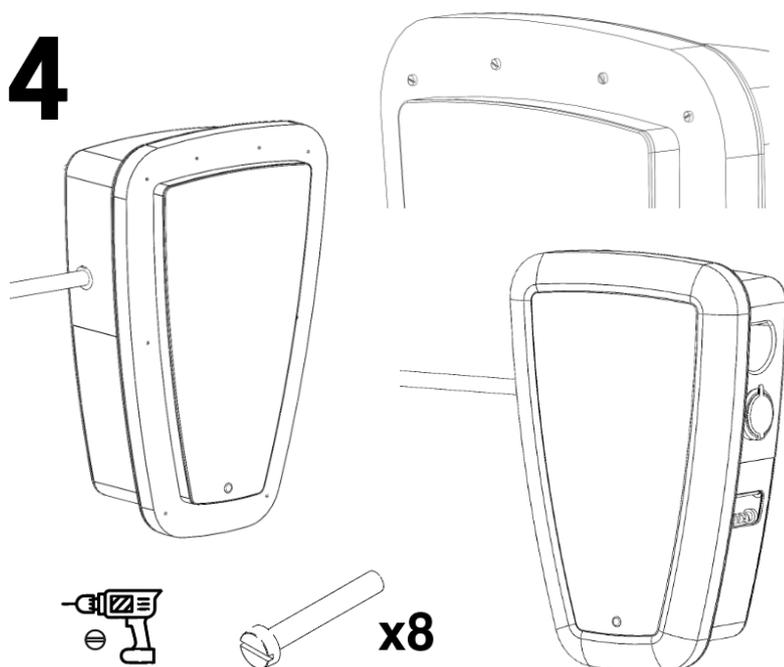
**3**

Introducir el tubo de 16mm a través de la junta lateral

Colocar la abrazadera en la parte interior del tubo para evitar que este se salga

Pasar los cables de suministro a través del tubo y hacer las conexiones

Figura 140: Instalación 3

**4**

Presentar la tapa frontal delante del cargador.

Conectar los leds de la tapa a la placa principal

Cerrar la tapa haciendo una ligera presión

Atornillar la tapa al cargador con 8 tornillos

Colocar el embellecedor en la tapa y hacer presión hasta que haga "click"

Figura 141: Instalación 4

### 4.5.3 Funcionamiento y modo de uso

De igual manera que en el apartado anterior, se van a explicar los modos de utilización del cargador y sus funcionalidades. Aquí también se explica el funcionamiento y diferentes pantallas de la aplicación móvil.

Para el desbloqueo del cargador existen varias opciones: Huella dactilar que previamente se ha tenido que introducir mediante la aplicación, de esta manera se puede usar el cargador sin necesidad de llevar nada más encima, ni móvil ni tarjeta ni código que haya que recordar... Tarjeta NFC que también se ha tenido que introducir en la aplicación. Valdría cualquier tarjeta con sistema NFC: la tarjeta del gimnasio, el llavero de la universidad, el propio teléfono móvil si este tiene sistema contactless... Mediante aplicación: Con la aplicación también se podría desbloquear el cargador pero no es para lo que está pensada. Se ha plantado el desbloqueo con los dos primeros métodos y la aplicación se utilizaría para la programación de la carga, gestión de los permisos y activar la carga de forma remota además de para consultar la información de consumo y estado de carga, pero no para usar en el día a día en la operación de cargar el coche.

Una vez activado y desbloqueado el cargador, se procede a conectar el vehículo. Se agarraría el conector que está introducido en su alojamiento y se haría la conexión del coche a la red. Para sacar el cable bastaría con tirar de él hasta llegar a la longitud necesaria (max. 7m). El cable quedará más o menos tenso debido al sistema de recogida que ejerce una ligera tracción; de esta manera se evita que el cable arrastre por el suelo y se roce o pueda ser pisado o causar tropiezos.

Cuando el coche está cargado, se desactiva la carga para poder sacar el conector y se vuelve a colocar este en su alojamiento en la parte lateral del cargador igual que se haría en un cargador convencional, pero en este caso el cable se va almacenando enrollado en la parte inferior.

Esta sería la operativa de una carga normal del día a día. A continuación se presenta cómo sería la aplicación de uso en la que se pueden programar más en detalle qué hace el cargador en determinados casos de uso (cargar a determinadas hora, encender o apagar la luz cuando el usuario desbloquea y bloquea el cargador, códigos de color de la luz en función del estado del cargador...)

Aplicación móvil: a continuación, se describe el funcionamiento de la aplicación, sus diferentes pantallas y los pasos que se siguen para configurar el cargador la primera vez que se usa.

Al abrir la aplicación aparece el logotipo de Ampère y mediante una transición se transforma en el símbolo gráfico.

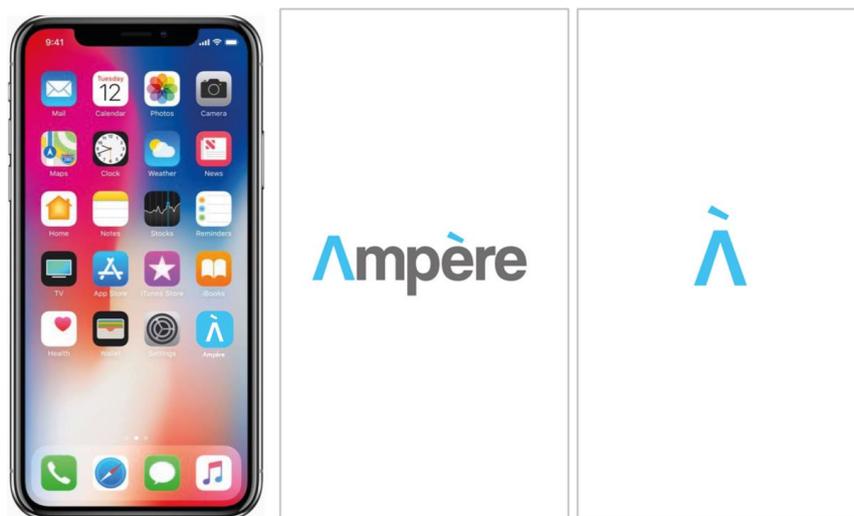


Figura 142: Aplicación Icono y logotipo

Después aparece la pantalla de arriba a la izquierda de la Figura 143, el usuario selecciona “Añadir cargador”, selecciona el modelo de su cargador y coloca el dedo en la huella durante 5 segundos para sincronizar con la aplicación.

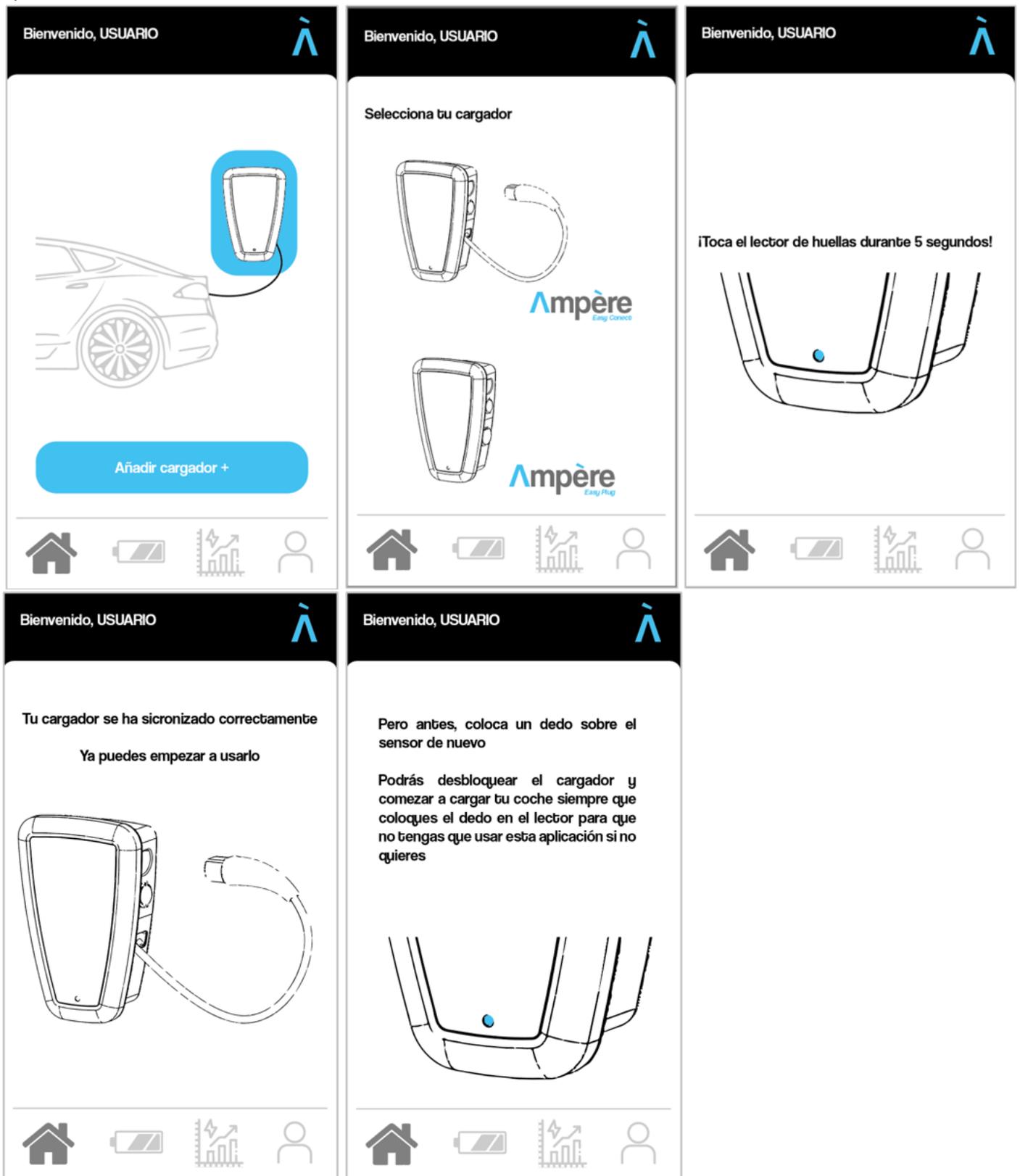


Figura 143: Aplicación. Configuración de la app

Una vez configurado el cargador, la aplicación tiene únicamente 4 pantallas para no resultar agobiante:  
Inicio: Se muestra al abrir la aplicación y presenta la información más importante en un vistazo.



Figura 144: Aplicación. Pantalla de inicio

Carga: Muestra el estado del cargador, el porcentaje de carga del vehículo y permite activar el cargador y programarlo

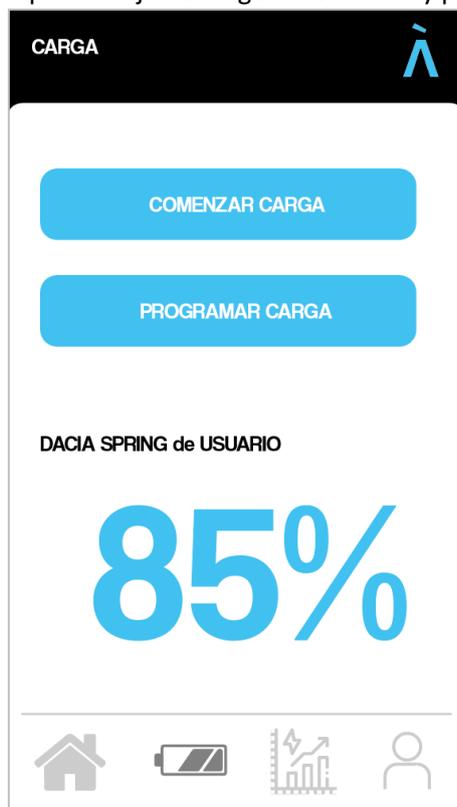


Figura 145: Aplicación. Pantalla de carga

Consumo: Muestra un histórico del consumo y se puede vincular con el precio de la electricidad para calcular el coste de recargar el coche.

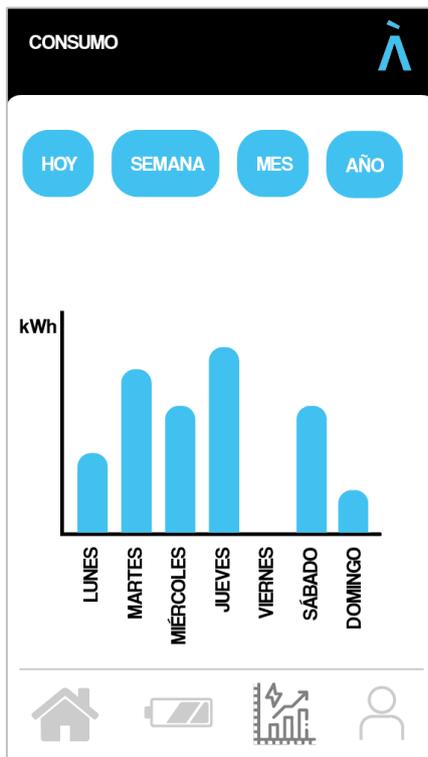


Figura 146: Aplicación. Pantalla de consumo

Perfil: Para gestionar el perfil, los accesos al cargador y programar en qué casos se encienden los leds traseros (colores, duración...)



Figura 147: Aplicación. Pantalla de configuración

## 4.6 Identidad corporativa

Para la comercialización exitosa del producto es necesario crear una marca y una denominación para el modelo concreto del cargador. En apartados anteriores de este documento, ya se han visto algunos aspectos de la marca pero en este se va a explicar más en detalle. Se ha realizado un manual de identidad corporativa en el que se recogen los detalles de la marca elegida, los conceptos y valores que quiere transmitir, así como el nombre del producto en concreto y el porqué de este.

Para la creación de la marca, primero se ha hecho un pequeño estudio de las principales compañías del sector para buscar elementos comunes, sentimientos que transmiten, formas, colores...



Figura 148: Logotipos del mercado

En la Figura 148 se pueden ver los logos de las principales marcas de la competencia. Tienen algunos elementos comunes:

- Colores que no se salen de la franja que va del azul al verde. Esto seguramente deba a que estos colores transmiten innovación tecnológica y ecología. El color de la marca que se va a desarrollar también deberá estar en esta franja de colores.
- Tipografías de estilo palo seco, lineal, Sans Serif y sin remates; tipografías que, en la línea de lo que representan los colores, transmiten modernidad y tecnología. Otras utilizan tipografías artísticas que conforman el logotipo sin necesidad de símbolo gráfico.
- Los que tienen símbolo gráfico, la mayoría lo integra en el logotipo como una de las letras del nombre. Otros no presentan símbolo gráfico y el logotipo lo conforma únicamente el nombre con la tipografía.
- Los nombres no siempre transmiten conceptos relacionados con el producto. Algunos sí tienen relación con electricidad o cargadores de pared, pero otros simplemente son palabras con una buena sonoridad o nombres de los lugares de origen de la marca.

Con este estudio realizado se ha definido el nombre de la marca como **Ampère**, un nombre con buena sonoridad y relacionado con la electricidad. Se ha elegido una tipografía sencilla, de palo seco y sin serifa y unos colores corporativos que transmiten actualidad y tecnología, dejando un poco a un lado la ecología: Azul claro y gris.

### Tipografía:

# Coolvetica

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

123456789 () ¿ ? ! + - \* / = @ # € % & { } [ ]

Figura 149: Tipografía corporativa

### Colores corporativos:

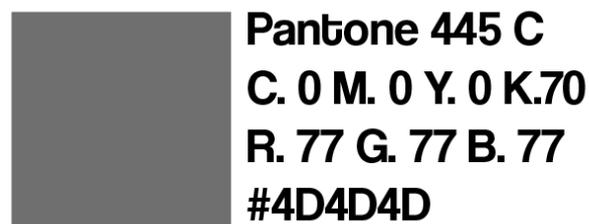


Figura 150: Colores corporativos

**Logotipo:** Finalmente con esta tipografía y estos colores corporativos, se ha establecido el logotipo de la marca. Se trata de un logo sin símbolo gráfico, con el nombre escrito en la tipografía corporativa y con los colores integrados en él; el color azul principal en la letra "A" y el detalle de la tilde, y el gris secundario para el resto de las letras.

**Ampère**

Figura 151: Logotipo Ampère

**Símbolo gráfico:** Se han extraído los dos elementos azules del logotipo para que juntos formen un símbolo gráfico simple y fácilmente reconocible.



Figura 152: Símbolo gráfico Ampère

**Relaciones proporcionales:**

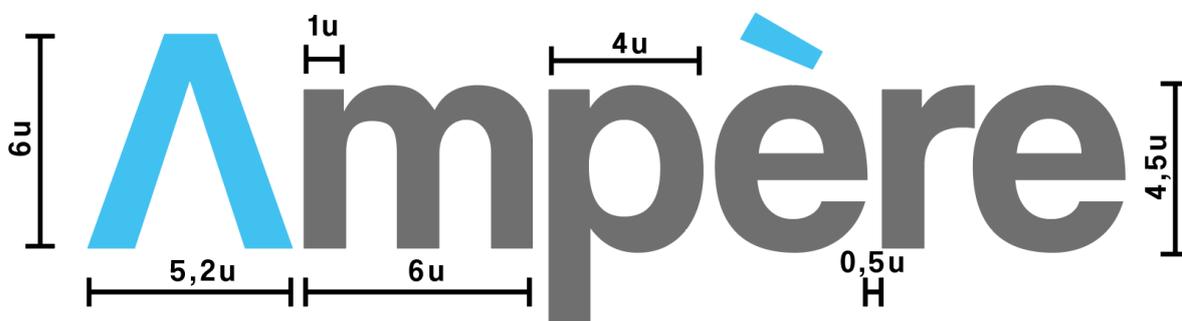


Figura 153: Relaciones proporcionales logotipo

**Espacio de respeto:**

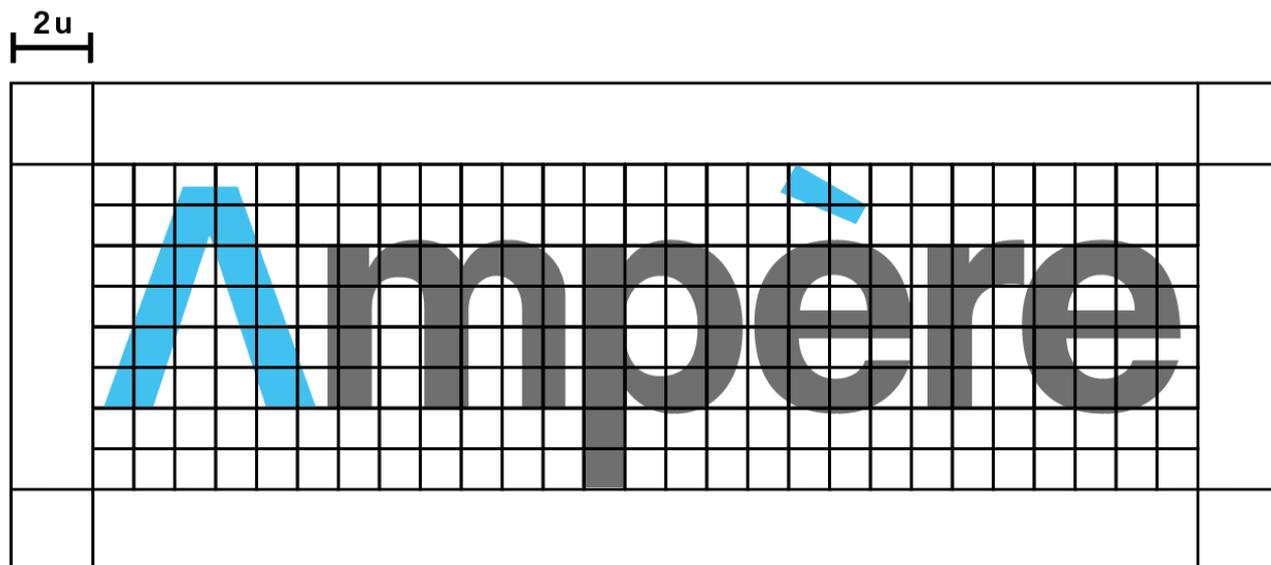


Figura 154: Espacio de respeto logotipo

Versiones monocromáticas:


The image shows two versions of the 'Ampère' logo. On the left, the word 'Ampère' is rendered in a grey, sans-serif font. On the right, the word 'Ampère' is rendered in a blue, sans-serif font. Both versions feature a stylized 'A' with a small blue accent on its top right corner.

Figura 155 Logotipo versiones monocromáticas

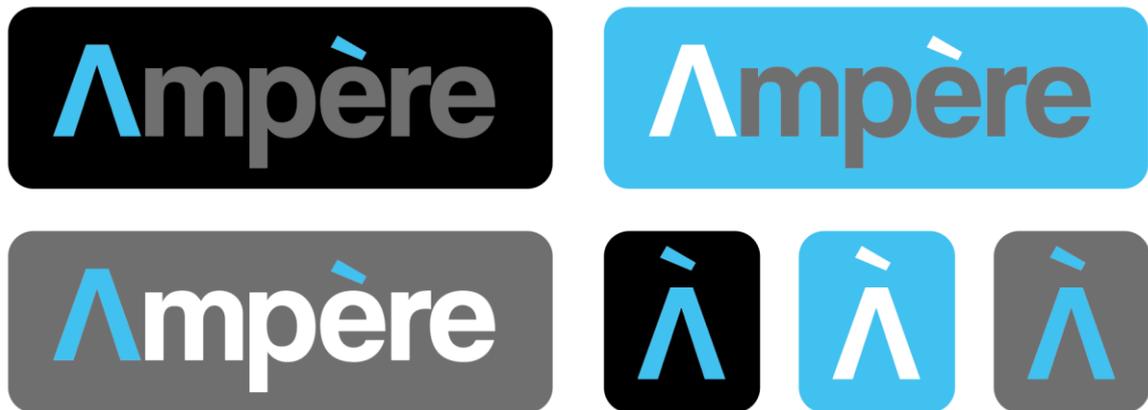
Versiones sobre distintos fondos:

Figura 156: Logotipo sobre distintos fondos

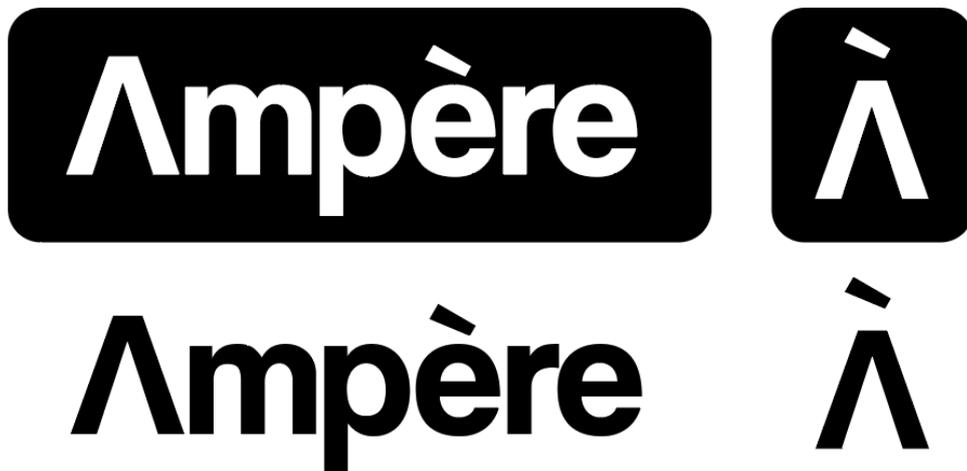
Versiones en blanco y negro:

Figura 157: Logotipo blanco y negro

#### 4.6.1 Nombre del producto

Una vez establecida cual es la marca que se va a utilizar para la comercialización del producto, se ha escogido el nombre de este. Según lo visto en el apartado de análisis del mercado, los productos de este tipo tienen nombres relacionados con conceptos de electricidad, tecnología o ciencia (EV, Pulsar, Quasar...); o nombres puramente descriptivos

(Homecharger, Wallcharger, Cocector de pared...). Ninguno describe o da idea de las características funcionales que incorpora el producto debido quizá a que ninguno tiene una característica especialmente diferenciadora.

Para el nombre del producto se ha elegido partir de un concepto que aparecía ya en la encuesta que se hizo en la fase conceptual: la facilidad de carga. Asimismo, el nombre elegido para el producto "principal", el cargador con el cable de carga incorporado ha sido **Ampère EasyConnect**. Un nombre que será entendido por todos los usuarios y les transmite que el producto que van a adquirir es fácil de usar. Para la versión sin cable de carga el nombre final es **Ampère EasyPlug**, transmitiendo el mismo concepto pero con la connotación de que existirá la acción de conectar el cable también al cargador.



Figura 158: Ampère EasyConnect



Figura 159: Ampère EasyPlug

## 4.7 Embalaje

Para que el producto llegue en buenas condiciones hasta el cliente final se debe introducir en un embalaje apropiado que garantice su calidad. Sin embargo, los materiales del embalaje serán desechados después de la llegada del producto por lo que tienen que resultar lo menos impactantes para el medio ambiente posible.

Para que el embalaje sea fácilmente reciclable, únicamente presenta elementos de cartón corrugado sin blanquear y con la menor cantidad de tinta posible.

Para aislar el cartón y el cargador de las condiciones adversas del transporte, la caja se filma exteriormente con un film retráctil de polietileno de baja densidad (LDPE).

A continuación se pueden ver algunas imágenes del producto dentro del embalaje.



Figura 160: Embalaje abierto

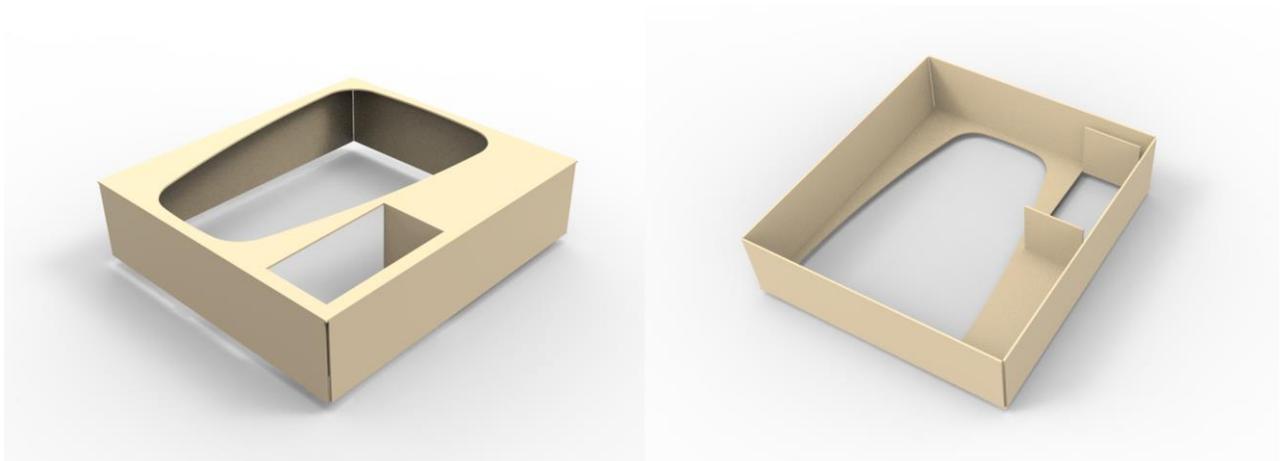
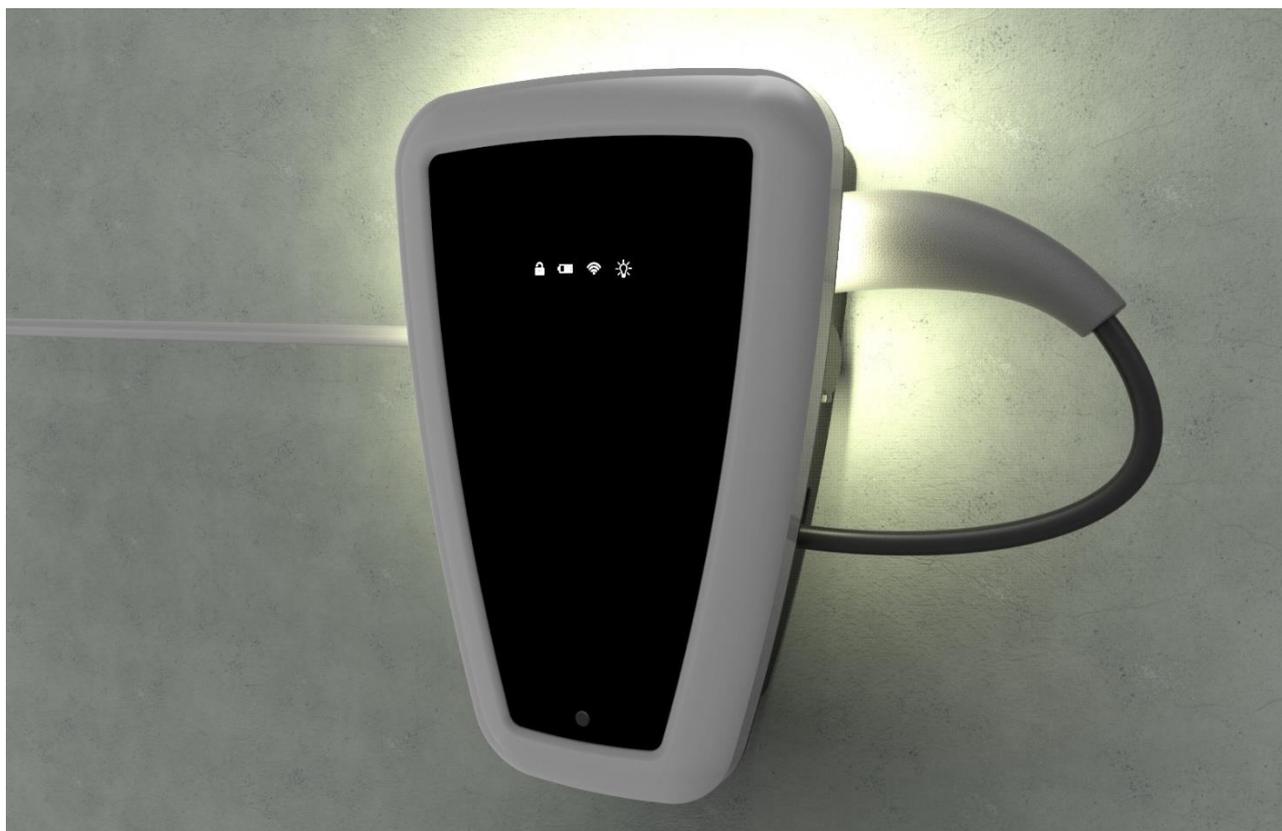


Figura 161: Calajes interiores del embalaje

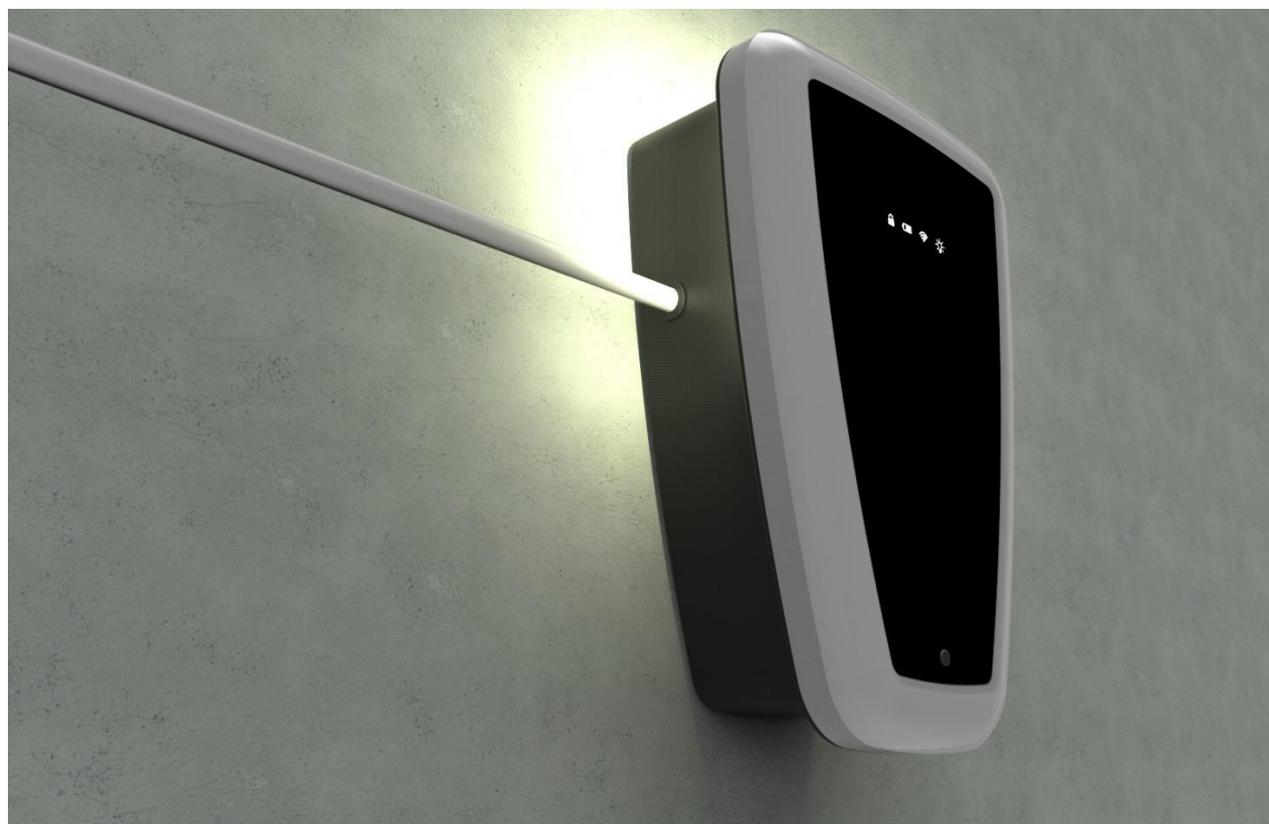


Figura 162: Embalaje cerrado

## 4.8 Renders y documentación gráfica



*Figura 163: Render final 1*



*Figura 164: Render final 2*



*Figura 165: Render final 3*



*Figura 166: Render final 4*



Figura 167: Render final 5



Figura 168: Render final 6



Figura 169: Render final 7



Figura 170: Render final 8



Figura 171: Render final 9



Figura 172: Render final 10



Figura 173: Versiones cromáticas 1



Figura 174: Versiones cromáticas 2



Figura 175: Versiones cromáticas 3



Figura 176: Versiones para marcas1



*Figura 177: Versiones para marcas 2*

## 5. Viabilidad económica

En este apartado se indican los costes del producto sin entrar a explicarlos en detalle ya que esta información se puede encontrar explicada en el apartado de PRESUPUESTO. A continuación se puede ver una tabla con los conceptos que afectan al precio final de venta del producto.

Concepto	Coste
Coste materiales	3,48€
Coste proceso fabricación	6,96€
Elementos comerciales	275,65€
Ensamblado	3€
Costes indirectos y costes logísticos	72,27€
Beneficio industrial	72,27€
Impuestos (IVA)	91,06€
P.V.P.	<b>524,69€</b>

Tabla 9: Resumen de costes

En este punto también se ha comparado el precio del producto diseñado con el de los cargadores de la competencia con características similares. En cuanto a características de potencia de carga y funcionalidades de conectividad se han elegidos dos modelos de cargador similares, los mismos que se analizaron en la fase de análisis de productos, para poder hacer una comparación; Wallbox Pulsar Plus y Orbis Viaris Uni. Buscando el precio de venta real de estos cargadores webs populares como Amazon o PC Componentes se puede ver que el precio medio de estos modelos es de unos 750€ para el Wallbox y 900€ el Orbis.



Figura 178: Modelos para comparación: Wallbox Pulsar Plus y Orbis Viaris Uni

Por tanto, para cargares con iguales características técnicas, el producto diseñado tiene un menor precio. Esto se puede deber a que las marcas comerciales analizadas ya están establecidas y se adjudican mayor porcentaje de beneficio industrial o al porcentaje de los distribuidores que no se ha tenido en cuenta en el análisis de costes. Es posible que si el producto se vendiera en Amazon o en PC Componentes el precio sería mayor pero si lo adquiriera un profesional instalador directamente del fabricante el precio sería el que se ha calculado. Esta comparación no se ha podido realizar ya que se desconoce el precio de venta del fabricante de los productos analizados.

No se ha encontrado ningún cargador con sistema de recogida de cable automático así que para estimar el sobrecoste que supondría la gestión del cable de carga cuando no se usa, se han buscado soportes de cable comerciales cuyo precio se podrá añadir a los cargadores analizados para aproximarse lo más posible a una equivalencia de características y funcionalidades. El soporte que comercializa la marca Wallbox es una chapa que se atornilla a la pared y sobre la que se coloca el cable enrollado; su precio es de 54€. También de la marca Wallbox existe un accesorio para colocar el conector de carga cuando no se usa; se trata de una especie de vaso de plástico que se atornilla a la pared y su precio es de 17€. Existen otros productos en el mercado que aúnan estas dos funciones y su precio ronda los 15€ ya que no son de ninguna marca reconocida.



Figura 179: Soportes para cable y conector marca Wallbox

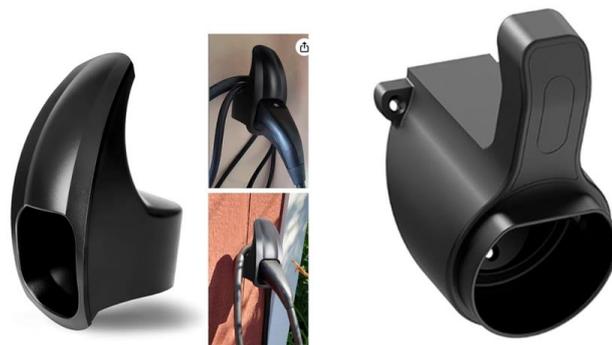


Figura 180: Soportes para cable y conector sin marca

Por tanto el conjunto de cargador más soporte para cable costaría entre 765 y 954€, precios superiores al precio de compra del cargador diseñado en este trabajo. Por tanto, cabe concluir que el producto sería viable económicamente en el mercado actual, ya que tiene un precio algo inferior a cargadores de su tipo e incorpora funcionalidades que estos no tienen.

## 6. Conclusiones

En la actualidad, el mercado del automóvil se encuentra en una fase de transición y cambio. Las marcas están fijándose como objetivo la eliminación de los modelos que incluyan motores de combustión, dando prioridad a los vehículos eléctricos. Los estados también incentivan la compra de este tipo de vehículos y cada vez más consumidores valoran la opción del coche eléctrico como alternativa de movilidad. Sin embargo existe una clara limitación que puede dificultar la implantación de este modelo y son los inconvenientes que presentan estos vehículos en cuanto a autonomía, velocidad de recarga y acceso a una plaza de garaje con cargador. En este contexto, la necesidad de diseñar y comercializar este tipo de productos puede resultar muy beneficiosa ya que es un mercado con mucho margen de crecimiento y en el que todavía no hay marcas que claramente despunten.

Teniendo esto en cuenta, este documento describe las especificaciones necesarias para el diseño y desarrollo de un cargador para vehículos eléctricos destinado a usuarios particulares para la instalación en la pared de garajes privados o con uso restringido. Para llevar a cabo este proyecto, se han realizado análisis de los principales productos de esta franja del mercado, así como un estudio de las necesidades de los usuarios y las diferentes funcionalidades que estos pueden necesitar.

A partir de las premisas y características obtenidas de la investigación, se generaron varias propuestas que fueron evaluadas y a partir de las cuales se desarrolló un concepto que resultó en la creación de un cargador cuyo principal elemento diferenciador es la incorporación de un sistema automático de recogida del cable de carga. Como se ha visto a lo largo del documento, se ha complementado el diseño con una serie de análisis de resistencia, ensamblabilidad e impacto ambiental, así como la creación de una marca con la que comercializar el cargador.

Teniendo en mente los objetivos que se presentaron antes de comenzar con el diseño conceptual (fácil montaje, diseño atractivo y precio medio-bajo), considero que el producto los cumple. La instalación del cargador consta únicamente de cuatro pasos y es considerablemente más sencilla que los cargadores de la competencia ya que se ha maximizado el ensamblaje en fábrica. Si bien el producto se va a colocar en lugares que muchas veces son oscuros y en los que la estética no es un aspecto relevante, la estética del producto es atractiva, sobria y que puede combinar en cualquier ambiente. Como se ha visto en el apartado de análisis del mercado, el precio medio de este tipo de productos es de unos 800€ y, si bien no incluye la instalación, el precio de venta al público estimado del producto diseñado es de 525€.

Como trabajo de fin de máster, considero que se han aplicado muchos de los conocimientos impartidos en este y que en su conjunto ha resultado un trabajo completo con un producto suficientemente complejo y definido. Se han dejado de lado aspectos relativos a las condiciones eléctricas y electrónicas que, aunque son una parte principal en este tipo de productos, quedan fuera del alcance de los conocimientos de aplicación en este trabajo.

## 7. Bibliografía y referencias

### 7.1 Información

PRM Puntos de Recarga Madrid, <https://www.puntosrecargamadrid.madrid/>, 10/07/2022

UNE-EN 61851, <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0049022>

ITC-BT 52, [http://www.f2i2.net/documentos/IsiF2I2/rbt/guias/guia\\_bt\\_52\\_nov17R1.pdf](http://www.f2i2.net/documentos/IsiF2I2/rbt/guias/guia_bt_52_nov17R1.pdf)

UNE-EN 60529 <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0060015>

Como funciona un cargador de coche eléctrico, <https://www.youtube.com/watch?v=A3tjPalK83E>, 15/07/2022

Recarga de coches eléctricos, todo lo que debes saber, [https://www.youtube.com/watch?v=\\_9j-LJUBMY&t=5s](https://www.youtube.com/watch?v=_9j-LJUBMY&t=5s), 20/07/2022

Riego con mangueras: carros y soportes de pared, <https://www.youtube.com/watch?v=Ds2m7jey3OY>, 12/06/2022

Useful solutions for standard problems, <https://cushman.host.dartmouth.edu/courses/engs171/UsefulSolutionsForStandardProblems.pdf>, 31/07/2023

### 7.2 Marcas

Wallbox, [https://wallbox.com/es\\_es/](https://wallbox.com/es_es/), 01/05/2022

Amazon, Cargador Wallbox Pulsar Plus, [https://www.amazon.es/Wallbox-Cargador-Potencia-Compatible-el%C3%A9ctrico/dp/B08N6LLYR?source=ps-sl-shoppingads-lpcontext&ref\\_=fplfs&smid=AHTVRNJMWWU49&th=1](https://www.amazon.es/Wallbox-Cargador-Potencia-Compatible-el%C3%A9ctrico/dp/B08N6LLYR?source=ps-sl-shoppingads-lpcontext&ref_=fplfs&smid=AHTVRNJMWWU49&th=1), 14/10/2023

PcComponentes, Cargador Wallbox Pulsar Plus, <https://www.pccomponentes.com/wallbox-pulsar-plus-punto-de-carga-monofasico-t2-74kw-7m-negro>, 14/10/2023

PcComponentes, Wallbox Soporte cable de carga, <https://www.pccomponentes.com/wallbox-soporte-de-pared-para-manguera-de-carga-commander-2-copper-sb-pulsar-plus-pulsar>, 14/10/2023

PodPoint, <https://pod-point.com/>, 01/05/2022

Testla, <https://shop.tesla.com/>, 01/05/2022

Blink, <https://blinkcharging.com/>, 01/05/2022

Alefen, <https://alfen.com/es/soluciones-carga-el-hogar>, 01/05/2022

BP, <https://www.bppulse.co.uk/charging-at-home>, 01/05/2022

EVBox, <https://evbox.com/es-es/cargadores-coche/elvi>, 01/05/2022

Senec, <https://senec.com/>, 01/05/2022

Orbis, <https://www.orbis.es/>, 01/05/2022

Amazon, Cargador Orbis Viaris Uni, <https://www.amazon.es/Estaci%C3%B3n-Viaris-monof%C3%A1sico-OB94U220HA1-Orbis/dp/B0C2DL86SX?source=ps-sl-shoppingads-lpcontext&ref=fplfs&psc=1&smid=A1FAJ20CCTVKR6>, 14/10/2023

Morec, <https://morectech.eu/collections/ev-charging-station>, 01/05/2022

EVExpert, <https://www.evexpert.eu/c/e-shop/ac-charging-stations/ac-wallboxes>, 01/05/2022

ArteSolar, <https://www.artesolar.com/>, 01/05/2022

Mercedea-Benz, <https://www.mercedes-benz.es/passengercars/mercedes-benz-cars/electromobility/result-2/variety.module.html>, 01/05/2022

Endesa, <https://www.endesax.com/es/es/home>, 01/05/2022

Elli, <https://charging-energy.elli.eco/es-es/IDcharger>, 01/05/2022

## 7.3 Componentes comerciales

Tornillo Allen de cabeza avellanada RS PRO, M3 x 10mm, <https://es.rs-online.com/web/p/tornillos-allen/0171792>, 02/10/2023

Tornillo de cabeza cilíndrica con huella ranurada RS PRO M3 x 12mm, <https://es.rs-online.com/web/p/tornillos-para-metal/5466174>, 02/10/2023

Tornillo de cabeza avellanada con huella Pozidriv RS PRO M2 x 4mm, <https://es.rs-online.com/web/p/tornillos-para-metal/9141759>, 02/10/2023

Tornillo de cabeza alomada con huella Pozidriv RS PRO M3 x 6mm, <https://es.rs-online.com/web/p/tornillos-para-metal/0560580>, 02/10/2023

Rodamiento de bolas Rodamiento de bolas de ranura profunda de fila única RS PRO de Acero , Ø int. 25mm, Ø ext. 47mm, <https://es.rs-online.com/web/p/rodamientos-de-bola/6190446>, 02/10/2023

Rodamiento de bolas Rodamiento de bolas de ranura profunda de fila única RS PRO de Acero , Ø int. 5mm, Ø ext. 16mm, <https://es.rs-online.com/web/p/rodamientos-de-bola/1883316>, 03/10/2023

Prensaestopas RS PRO de Nylon 66 Negro, rosca PG16, contratuerca incluida, IP68, <https://es.rs-online.com/web/p/prensaestopas/8229681>, 03/10/2023

Separador roscado hexagonal Macho/Hembra Wurth Elektronik, M3, long. 27mm, de Acero, <https://es.rs-online.com/web/p/separadores/1768270>, 03/10/2023

Separador roscado hexagonal Macho/Hembra Wurth Elektronik, M2, long. 20mm, de Latón, <https://es.rs-online.com/web/p/separadores/2052888>, 03/10/2023

Carril DIN Perforado de Acero RS PRO, dim. 500mm x 35mm x 7.5mm, rail simétrico, <https://es.rs-online.com/web/p/carriles-din/0467406>, 03/10/2023

Cable de carga para vehículo eléctrico de Modo 3 RS PRO, monofásico, conector Tipo 2, long. 5m, 16 A, 0,5 mm<sup>2</sup>, 2,5 mm<sup>2</sup>, <https://es.rs-online.com/web/p/cables-de-carga-para-vehiculos-electricos/1774436>, 03/10/2023

ETEK Evse controlador de protocolo electrónico EPC Chontrroller EV estación de carga, toma de Cable 32A AC 240V ekep2, <https://es.aliexpress.com/item/1005003433694455.html>, 03/10/2023

Contactor MAXGE 2P-63A-230V AC, <https://www.efectoled.com/es/comprar-protectores-y-contactores/67229>, 03/10/2023

## 7.4 Software utilizado

Software	Utilización
SolidWorks	Modelado CAD
	Generación de planos
	Acotación GPS
	Cálculo de resistencia por MEF
Granta Edupack 2022	Cálculo de impacto ambiental
	Consulta de propiedades de materiales y procesos
	Selección de materiales (Asby)
Adobe Illustrator	Generación de contenido gráfico
Keyshot 10	Generación de renders de producto
	Generación de contenido gráfico explicativo
Adobe Photoshop	Retoque fotográfico de los renders
Microsoft Excel	Tablas de materiales, pesos, precios...
Microsoft Word	Maquetación de la memoria

*Tabla 10: Software utilizado*

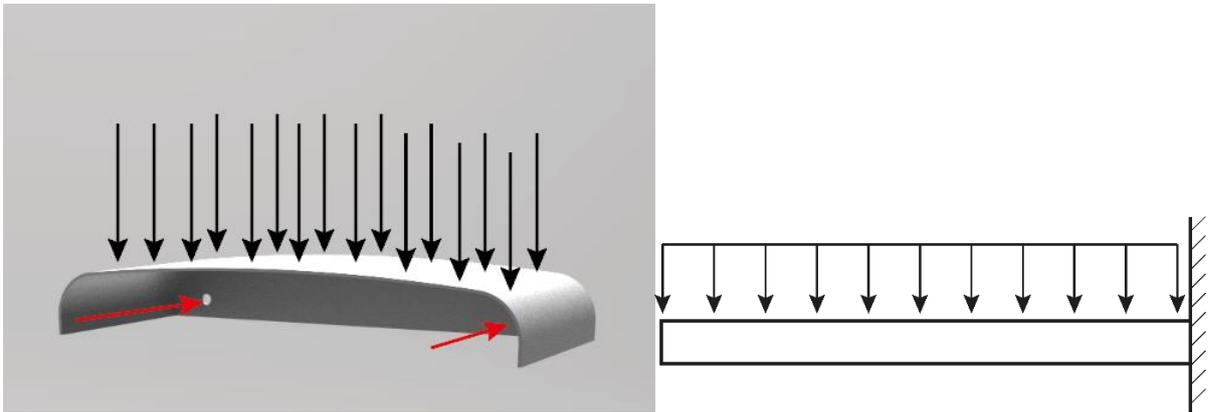
# ANEXOS

## Anexo 1: Selección de materiales por el método Asby.

Aquí se recogen los cálculos realizados para la selección de los materiales por el método Asby de los compoens de la estructura interior y las piezas exteriores. Se han establecido valores límite de resistencia mecánica y de espesor para los cuales se han introducido las correspondientes restricciones en la base de datos de Granta Edupack y de los resultados válidos se han elegido los materiales con mejor relación resistencia precio para minimizar los costes. En los cálculos posteriores se detallan los valores de carga supuestos y los resultados de límite elástico y módulo de Young obtenidos.

### Cálculos para selección de material de la estructura metálica interior

Para el material del refuerzo interior se han supuesto únicamente esfuerzos mecánicos ya que se va a encontrar completamente dentro del cargador. El sistema se ha modelado como una plancha empotrada y se ha simplificado eliminando los nervios de refuerzo por lo que el resultado será más restrictivo que la realidad. Se ha supuesto que con una fuerza de 30kgf aplicada uniformemente en la superficie en voladizo, esta no se desplazará más de 10mm en el extremo. También se ha supuesto que debe soportar 40kgf antes de fallar.



#### 3. Deflection of beams

Diagram	$C_1$	$C_2$
	3	2
	8	6
	48	16
	384	24
	192	-
	384	-

$$\delta = \frac{FL^3}{C_1EI} = \frac{ML^2}{C_1EI}$$

$$\theta = \frac{FL^2}{C_2EI} = \frac{ML}{C_2EI}$$

- E = Youngs modulus ( N/m<sup>2</sup> )
- $\delta$  = Deflection ( m )
- F = Force ( N )
- M = Moment ( Nm )
- L = Length ( m )
- b = Width ( m )
- t = Depth ( m )
- $\theta$  = End slope ( - )
- I = See Table B2 ( m<sup>4</sup> )
- y = Distance from neutral axis ( m )
- R = Radius of curvature ( m )

$$\frac{\sigma}{y} = \frac{M}{I} = \frac{E}{R}$$

#### 4. Failure of beams

Diagram	C
	1
	1
	1
	2
	4
	8
	8

$$M_f = Z \sigma^* \quad (\text{onset})$$

$$M_f = Z_p \sigma_y \quad (\text{full plasticity})$$

$$F_f = C Z \frac{\sigma^*}{L} \quad (\text{onset})$$

$$F_f = \frac{C Z_p \sigma_y}{L} \quad (\text{full plasticity})$$

- $M_f$  = Failure moment ( Nm )
- $F_f$  = Force at failure ( N )
- L = Length ( m )
- t = Depth ( m )
- b = Width ( m )
- I = See Table B2 ( m<sup>4</sup> )
- Z = See Table B2 ( m<sup>3</sup> )
- $Z_p$  = See Table B2 ( m<sup>3</sup> )
- $\sigma_y$  = Yield strength ( N/m<sup>2</sup> )
- $\sigma_f$  = Modulus of rupture ( N/m<sup>2</sup> )
- $\sigma^*$  =  $\sigma_y$  ( plastic material )
- $\sigma^*$  =  $\sigma_f$  ( brittle material )

Primero se debe establecer el espesor de la pieza (h) en función del módulo de Young teniendo en cuenta la fuerza aplicada (F) y el desplazamiento máximo admitido ( $\delta$ )

Rigidez

$$\delta = \frac{FL^3}{CEI} \quad \frac{F}{\delta} = \frac{CEI}{L^3} \quad I = \frac{bh^3}{12} \quad \frac{F}{\delta} = \frac{CE}{L^3} \frac{bh^3}{12}$$

$$\frac{300N}{10 \cdot 10^{-3}m} = \frac{8E \frac{0,21h^3}{12}}{0,1^3} \quad h^3 = \frac{FL^3 12}{\delta CE b}$$

$$h = \frac{5,984}{E^{1/3}}$$

También se hace una relación entre el espesor y el límite elástico teniendo en cuenta la fuerza de fallo (Ff)

Límite elástico

$$Ff = CZ \frac{\sigma_y}{L} \quad Z = \frac{bh^2}{6} \quad Ff = C \frac{bh^2 \sigma_y}{6 L}$$

$$400N = 2 \frac{0,21h^2 \sigma_y}{6 \cdot 0,1}$$

$$h = \frac{23,9}{\sigma_y^{1/2}}$$

Con el fin de introducir los valores límite de módulo de Young y límite elástico en el buscador de la base de datos se supone un espesor máximo para el cual los valores de ambas características son mínimos.

Rigidez mínima (hmax=3mm)

$$3 \cdot 10^{-3} = \frac{5,984}{E^{1/3}} \quad E = \left( \frac{5,984}{3 \cdot 10^{-3}} \right)^3 \quad E > 7936170515 \frac{N}{m^2} = 7,936GPa$$

Resistencia mínima (hmax=3mm)

$$3 \cdot 10^{-3} = \frac{23,9}{\sigma_y^{1/2}} \quad \sigma_y = \left( \frac{23,9}{3 \cdot 10^{-3}} \right)^2 \quad \sigma_y > 63467777,78 \frac{N}{m^2} = 63,47MPa$$

Una vez obtenidos los valores límite de modulo y límite elástico se han calculado los índices de material para determinar la pendiente de la recta que determinará el mejor material en la gráfica. De los materiales que aparecen en la gráfica los que queden en la parte izquierda de la gráfica serán los óptimos para la aplicación estudiada.

Índice del material (Coste mínimo)

$$P = m \cdot Cm = V \cdot \rho \cdot Cm = b \cdot l \cdot h \cdot \rho \cdot Cm$$

$$P = 0,21 \cdot 0,1 \cdot h \cdot \rho \cdot Cm = 0,021h\rho Cm$$

$$h = \frac{21,42}{E^{1/3}} \quad h = \frac{57,14}{\sigma_y^{1/2}}$$

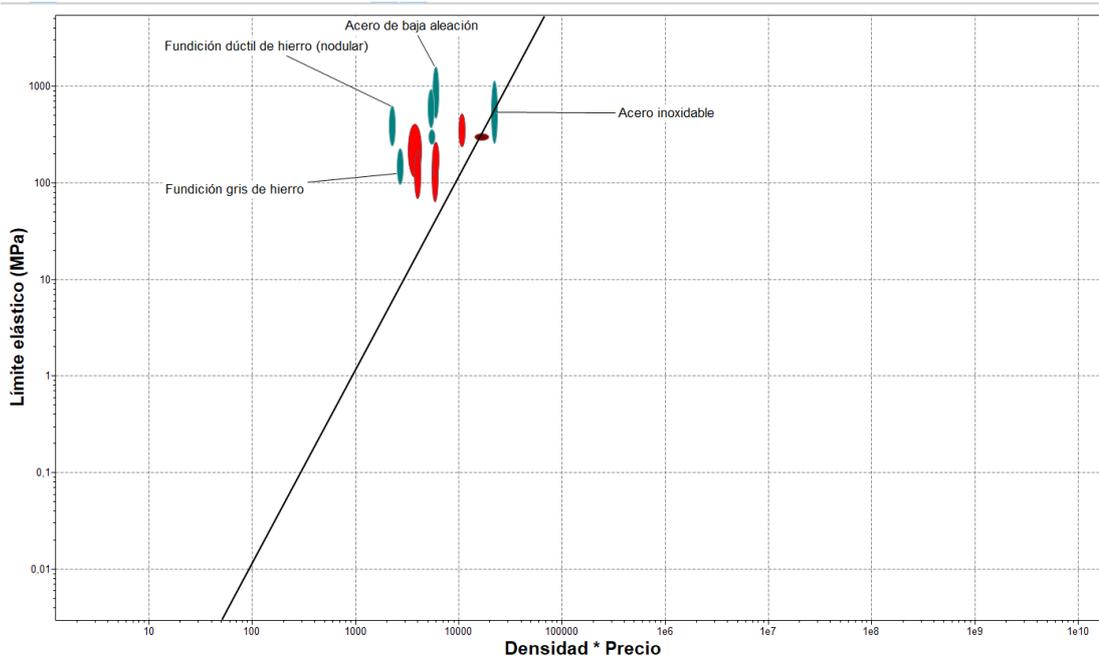
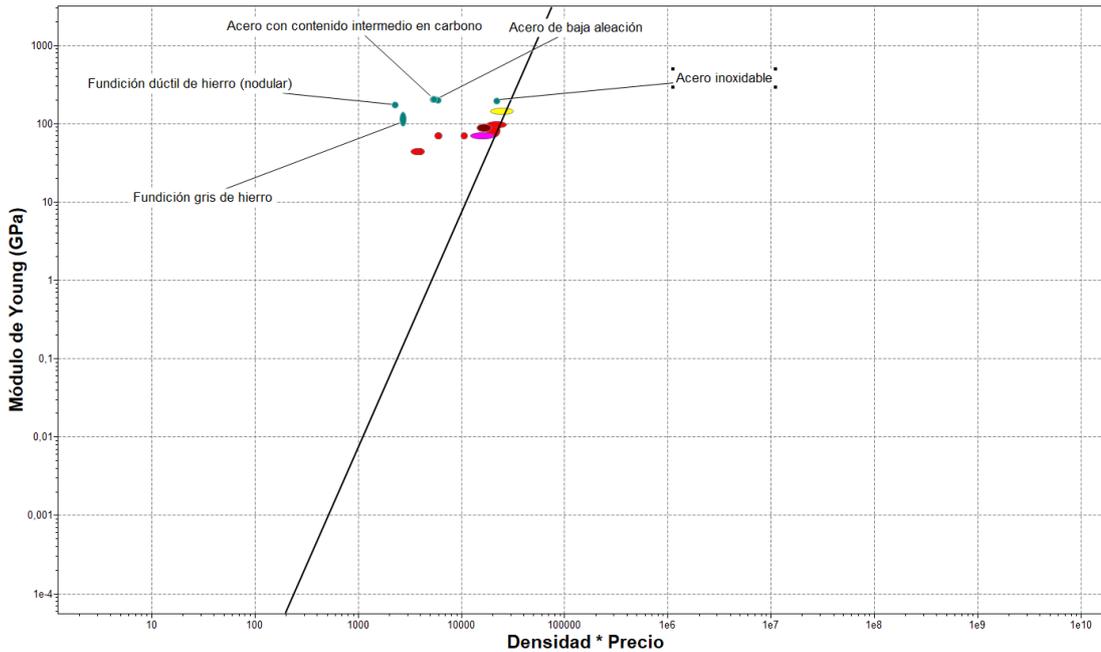
$$P = 0,021 \frac{21,42}{E^{1/3}} \rho Cm \quad P = 0,44985 \frac{\rho Cm}{E^{1/3}} \quad \frac{1}{P} = M = 2,2229 \frac{E^{1/3}}{\rho Cm}$$

$$P = 0,021 \frac{57,14}{\sigma_y^{1/2}} \rho Cm \quad P = 1,19994 \frac{\rho Cm}{\sigma_y^{1/2}} \quad \frac{1}{P} = M = 0,83337 \frac{\sigma_y^{1/2}}{\rho Cm}$$

$$\log E = 3 \log \rho Cm + 3 \log M$$

$$\log \sigma_y = 2 \log \rho Cm + 2 \log M$$

Para el modulo de Young la pendiente de la recta es 3 y para el límite elástico es 2.



De los materiales con mejor posición se ha seleccionado el acero de baja aleación por ser compatible con el proceso de conformado de chapa

Con el material seleccionado se aplican las restricciones mecánicas para determinar el espesor final que cumple con ellas minimizando la cantidad de material. En las expresiones obtenidas anteriormente que relacionan el módulo de Young y el límite elástico con el espesor se sustituyen estos valores por los del acero de baja aleación y se obtienen el espesor de la pieza para cumplir con las especificaciones.

Cálculo del espesor conocido el material (Acero de baja aleación)

$$h = \frac{5,984}{E^{1/3}} \quad E = 200\text{GPa} = 2 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad h = \frac{5,984}{(2 \cdot 10^{11})^{1/3}} = 1,023 \cdot 10^{-3}\text{m} = 1,023\text{mm}$$

$$h = \frac{23,9}{\sigma_y^{1/2}} \quad \sigma_y = 500\text{MPa} = 5 \cdot 10^8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \quad h = \frac{23,9}{(5 \cdot 10^8)^{1/2}} = 1,068 \cdot 10^{-3}\text{m} = 1,068\text{mm}$$

Elegimos el espesor más restrictivo para cumplir ambas restricciones y añadimos un margen de seguridad. **h=1,5mm**

## Cálculos para selección de material de las piezas de la carcasa exterior

De igual manera que en el apartado anterior se ha supuesto una plancha biapoyada que frente a una carga distribuida de 4kgf se puede deformar 2mm y que debe soportar 10kgf antes de deformarse plásticamente. Este escenario no se corresponde con ningún caso ni pieza concreta sino que se ha planteado para asegurar que el material cumple unos requisitos mínimos de resistencia a esfuerzos. A estas restricciones se les han añadido la resistencia a agentes ambientales y químicos ya que las piezas soportarán la intemperie. Además, se han restringido los materiales a la familia de los polímeros. Se han seguido los mismos pasos que en el caso anterior.

### Rigidez

$$\frac{F}{\delta} = \frac{CEI}{L^3} \quad I = \frac{bh^3}{12} \quad \frac{F}{\delta} = \frac{CE}{L^3} \frac{bh^3}{12}$$

$$\frac{4kgf}{2 \cdot 10^{-3}m} = \frac{384}{5} E \frac{0,12h^3}{12}$$

$$h = \frac{1,376}{E^{1/3}}$$

### Límite elástico

$$Ff = CZ \frac{\sigma_y}{L} \quad Z = \frac{bh^2}{6} \quad Ff = C \frac{bh^2}{6} \frac{\sigma_y}{L}$$

$$10kg = 8 \frac{0,12h^2}{6} \frac{\sigma_y}{0,1}$$

$$h = \frac{2,5}{\sigma_y^{1/2}}$$

### Rigidez mínima (hmax=10mm)

$$10 \cdot 10^{-3} = \frac{1,376}{E^{1/3}} \quad E = \left( \frac{1,376}{10 \cdot 10^{-3}} \right)^3 \quad E > 26052850 \frac{kgf}{m^2} = 255'55MPa$$

### Resistencia mínima (hmax=10mm)

$$10 \cdot 10^{-3} = \frac{2,5}{\sigma_y^{1/2}} \quad \sigma_y = \left( \frac{2,5}{10 \cdot 10^{-3}} \right)^2 \quad \sigma_y > 625000 \frac{kgf}{m^2} = 6,129MPa$$

### Índice del material (Coste mínimo)

$$P = m \cdot Cm = V \cdot \rho \cdot Cm = b \cdot l \cdot h \cdot \rho \cdot Cm$$

$$P = 0,12 \cdot 0,1 \cdot h \cdot \rho \cdot Cm = 0,012h\rho Cm$$

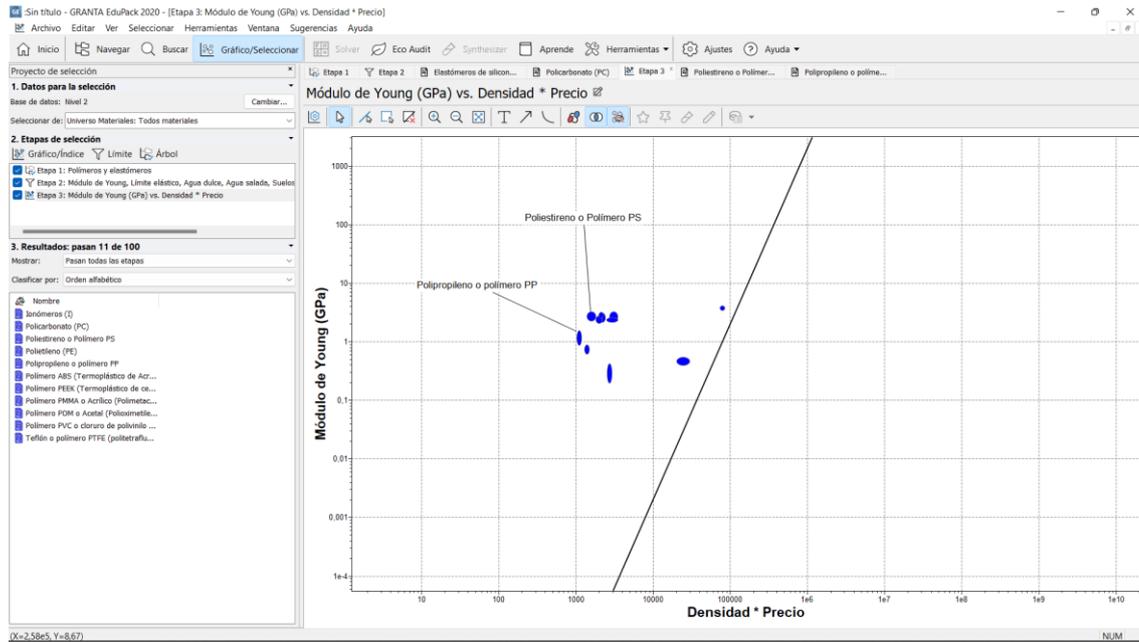
$$h = \frac{1,376}{E^{1/3}} \quad h = \frac{2,5}{\sigma_y^{1/2}}$$

$$P = 0,012 \frac{1,376}{E^{1/3}} \rho Cm \quad P = 0,016512 \frac{\rho Cm}{E^{1/3}} \quad \frac{1}{P} = M = 60,65 \frac{E^{1/3}}{\rho Cm}$$

$$P = 0,012 \frac{2,5}{\sigma_y^{1/2}} \rho Cm \quad P = 0,03 \frac{\rho Cm}{\sigma_y^{1/2}} \quad \frac{1}{P} = M = 33,33 \frac{\sigma_y^{1/2}}{\rho Cm}$$

$$\log E = 3 \log \rho Cm + 3 \log M$$

$$\log \sigma_y = 2 \log \rho Cm + 2 \log M$$



### Cálculo del espesor conocido el material (PP)

$$h = \frac{1,376}{E^{1/3}} \quad E = 0,896GPa = 91366570 \frac{kgf}{m^2} \quad h = \frac{1,376}{91366570^{1/3}} = 3,055 \cdot 10^{-3}m = 3,055mm$$

$$h = \frac{2,5}{\sigma_y^{1/2}} \quad \sigma_y = 24,1MPa = 2457516,07 \frac{kgf}{m^2} \quad h = \frac{2,5}{2457516,07^{1/2}} = 1,595 \cdot 10^{-3}m = 1,595mm$$

Elegimos el espesor más restrictivo para cumplir ambas restricciones. **h=3mm**

## Anexo 2: Propiedades de los materiales

### Polipropileno



GRANTA EDUPACK

#### Polipropileno o polímero PP

Página 1 de 3

#### Descripción

##### Figura



##### Legenda

1. Muestras de polipropileno mostrando su textura y transparencia © Chris Lefteri; 2. Gafas de polipropileno © Thinkstock

#### Material

El polipropileno, PP, se produjo comercialmente por primera vez en 1958. Es el hermano pequeño del polietileno (una molécula similar, de precio similar y métodos de elaboración y aplicación análogos). Al igual que el PE se produce en cantidades ingentes (más de 30 millones de toneladas/año en el año 2000), creciendo a razón del 10% anual. Al igual que la molécula de PE, su longitud de cadena y ramificaciones se pueden ajustar gracias a una catálisis inteligente, lo que proporciona un control preciso de propiedades tales como la resistencia a impacto, así como las características relacionadas con el moldeado y la capacidad de elongación. El polipropileno en su forma pura es inflamable y se degrada con la luz solar. Los retardadores al fuego hacen que su combustión sea lenta, y los estabilizadores le dan una estabilidad extrema, tanto frente a la radiación UV como al agua dulce, salada y a la mayoría de soluciones de base acuosa.

#### Composición (resumen)

 $(\text{CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3))_n$ 

#### Propiedades generales

Densidad	895	-	909	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 1,15	-	1,21	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1957			

#### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	0,824	-	1,02	GPa
Módulo de cortante	* 0,327	-	0,36	GPa
Módulo en volumen	* 0,872	-	0,961	GPa
Coefficiente de Poisson	* 0,422	-	0,465	
Límite elástico	24,1	-	28,4	MPa
Resistencia a tracción	* 26	-	50	MPa
Resistencia a compresión	* 23,8	-	25	MPa
Elongación	112	-	483	% strain
Dureza-Vickers	8			HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 7,64	-	8,02	MPa

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.



## Polipropileno o polímero PP

Página 2 de 3

Tenacidad a fractura	* 1,18	-	1,31	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 0,0348	-	0,0365	

## Propiedades térmicas

Punto de fusión	* 140	-	150	°C
Temperatura de vitificación	-24,2	-	-16,2	°C
Máxima temperatura en servicio	* 66,9	-	83,9	°C
Mínima temperatura en servicio	* -25,2	-	-10,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	* 0,192	-	0,199	W/m.°C
Calor específico	1,66e3	-	1,7e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	93,3	-	114	µstrain/°C

## Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
Resistividad eléctrica	9,95e21	-	2,17e24	µohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	2,16	-	2,24	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	1,96e-4	-	2,04e-4	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	17,6	-	18,4	MV/m

## Propiedades ópticas

Transparencia	Translucido			
Índice de refracción	1,48	-	1,5	

## Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No			
--	----	--	--	--

## Procesabilidad

Colabilidad	1	-	2	
Moldeabilidad	4	-	5	
Mecanizabilidad	3	-	4	
Soldabilidad	5			

## Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 64,6	-	71,4	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 2,72	-	3,01	kg/kg
Reciclaje	✓			

## Marca de reciclaje



## Información de apoyo

## Líneas de diseño

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

El grado estándar del PP es barato, ligero y dúctil, pero tiene poca resistencia. Es más rígido que el PE y puede ser utilizado a temperaturas más altas. Las propiedades del PP son similares a las de polietileno de alta densidad, pero con más rigidez y se funde a temperaturas más altas (entre 165 y 170 °C). Su rigidez y resistencia pueden ser mejoradas con refuerzos de vidrio, yeso o talco. Cuando se trefila, el PP tiene una excelente resistencia y resiliencia lo cual, unido a su resistencia al agua, lo convierten un material interesante para telas y cuerdas. Se moldea con más facilidad que el PE, tiene buena transparencia y puede fabricarse en una gama de colores más amplia y de tonos más intensos. El PP se fabrica normalmente en láminas o fibras moldeadas y también puede obtenerse en forma de espuma. Los avances en catálisis auguran nuevos copolímeros del PP con combinaciones muy atractivas de propiedades como tenacidad, estabilidad y facilidad de procesado. Como fibra monofilamento tiene alta resistencia a la abrasión y es casi 2 veces más resistente que las equivalentes en PE. Los haces multifilamentos o cuerdas no absorben agua, flotan y se tiñen con facilidad.

#### Aspectos técnicos

Los diferentes grados de polipropileno se agrupan en distintas categorías: homopolímeros (polipropileno, con gran variedad de pesos moleculares y por lo tanto de propiedades), copolímeros (compuestos por la copolimerización de propileno con otras olefinas como el etileno, butileno o estireno) y materiales compuestos (polipropileno reforzado con mica, talco, polvo de vidrio o fibras), que son más rígidos y capaces de resistir mejor el calor que el polipropileno simple.

#### Usos típicos

Cuerdas, conductos de aire para automóvil, estanterías, aspiradores, muebles de jardín, depósitos de lavadora, carcasas de baterías de celda húmeda, tuberías y sus accesorios, cajas de botellas de cerveza, sillas moldeadas por inyección, aislantes en condensadores y en cables, teteras, parachoques, vidrios de seguridad a prueba de golpes, estanterías, maletas, césped artificial, ropa interior térmica.

#### Nombres comerciales

Adpro, Amoco, Appryl, Aqualoy, Astryn, Cefor, Comalloy, Comshield, Dypro, EA36NA, Eltex P, Empee, Escorene, Ferrex, Ferrolene, Fortilene, Fotilene, Hifax, Hostalen PP, Latene, Marlex, Moplen, Multi-Flam, Multi-Pro, Nortuff, Novalen, Novolen, Nyloy, Petrot.

#### Enlaces

---

Fabricantes

---

Referencias

---

Universo Procesos

---

## Policarbonato



### Policarbonato (PC)

Página 1 de 3

#### Descripción

##### Figura



##### Leyenda

1. Carcasa de ordenador hecha de policarbonato © Chris Lefteri; 2. Casco de ciclismo fabricado con policarbonato. El policarbonato es tenaz y resistente al impacto, por lo que se usa en cascos de seguridad, cubiertas transparentes y escudos antidisturbios

##### Material

El PC es uno de los termoplásticos "ingenieriles", es decir, aquellos que tienen mejores propiedades mecánicas que los polímeros más básicos y baratos. Esta familia incluye los plásticos poliamida (PA), polioximetileno (POM) y politetrafluoroetileno (PTFE). El anillo de benceno y el grupo de OCOO-carbonato se complementan en el PC puro para darle sus características únicas de transparencia óptica, elevada dureza y rigidez incluso a temperaturas relativamente altas. Estas propiedades hacen del PC una buena opción para aplicaciones tales como discos compactos (CD), cascos de seguridad y estuches de herramientas eléctricas. Para llevar las propiedades de PC todavía más allá, es posible co-polimerizar la molécula con otros monómeros (mejorando así su resistencia al fuego, el índice de refracción y la resistencia al ablandamiento), o reforzarlo con fibras de vidrio (lo que resulta en mejores propiedades mecánicas a altas temperaturas).

##### Composición (resumen)

$$(O-(C_6H_4)-C(CH_3)_2-(C_6H_4)-CO)_n$$

#### Propiedades generales

Densidad	1,19e3 - 1,21e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 2,22 - 2,85	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1958	

#### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	2,32 - 2,44	GPa
Módulo de cortante	* 0,829 - 0,872	GPa
Módulo en volumen	* 3,83 - 4,03	GPa
Coefficiente de Poisson	* 0,391 - 0,407	
Límite elástico	59,1 - 65,2	MPa
Resistencia a tracción	62,7 - 72,4	MPa
Resistencia a compresión	* 69 - 86,2	MPa
Elongación	110 - 150	% strain
Dureza-Vickers	* 18 - 20	HV

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

Resistencia a fatiga para $10^7$ ciclos	* 23,7	- 30,8	MPa
Tenacidad a fractura	2,1	- 2,3	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 0,0164	- 0,0172	

### Propiedades térmicas

Temperatura de vitificación	142	- 158	°C
Máxima temperatura en servicio	* 101	- 116	°C
Mínima temperatura en servicio	-47,2	- -37,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante		
Conductividad térmica	0,193	- 0,218	W/m.°C
Calor específico	1,15e3	- 1,25e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	120	- 125	µstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante		
Resistividad eléctrica	1e20	- 1e21	µohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	3,1	- 3,3	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	8,6e-4	- 9,4e-4	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	* 16	- 19,2	MV/m

### Propiedades ópticas

Transparencia	Calidad óptica		
Índice de refracción	1,58	- 1,59	

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No		
--	----	--	--

### Procesabilidad

Colabilidad	1	- 2	
Moldeabilidad	4	- 5	
Mecanizabilidad	3	- 4	
Soldabilidad	5		

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 100	- 111	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 5,6	- 6,18	kg/kg
Reciclaje	✓		

### Marca de reciclaje



Other

### Información de apoyo

#### Líneas de diseño

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

La transparencia óptica y alta resistencia al impacto del PC lo hacen adecuado para cristales antibalas o antirotura. Es fácil de colorear. El PC suele ser procesado por extrusión o termoformado (técnicas que imponen restricciones en cuanto al tamaño máximo de las piezas), aunque el moldeo por inyección también es posible. Cuando se diseña para extrusión, el espesor de la pared debe ser lo más uniforme posible para evitar deformaciones, evitándose los salientes y ángulos agudos, así como huecos, ya que las matrices para perfiles huecos son significativamente más caras. La rigidez de los extremos se puede mejorar mediante la incorporación de texturas o nervios de refuerzo. El PC puede ser reforzado con fibras de vidrio para reducir los problemas de contracción en el enfriamiento y para mejorar el rendimiento mecánico a altas temperaturas.

#### Aspectos técnicos

La combinación del anillo de benceno y las estructuras de carbonato presentes en la cadena molecular del PC es la razón de sus características únicas de resistencia y tenacidad excepcionales. Puede ser fácilmente mezclado con ABS o poliuretano. La mezcla ABS / PC presenta las propiedades retardantes de llama y de buena resistencia a los UV propias del policarbonato, con un coste menor que el ABS. La mezcla PU/PC combina la rigidez y flexibilidad del policarbonato junto con la facilidad de recubrimiento del poliuretano.

#### Usos típicos

Protectores y gafas de seguridad, lentes, paneles transparentes (también a prueba de balas), carcasas de máquinas e instrumentación, equipos de alumbrado, cascos de seguridad, interruptores eléctricos, acristalamientos multicapa, utensilios de cocina y vajillas, recipientes para microondas, utensilios médicos esterilizables.

#### Nombres comerciales

Calibre, FR-PC, Latilon, Lexan, Lupilon, Makrolon, Naxell, Nyloy, Panlite, Sinvet, Star-C, Starglas, Triex, Xantar.

#### Enlaces

---

Fabricantes

---

Referencias

---

Universo Procesos

---

## ABS



## Descripción

### Figura



### Leyenda

1. Gránulos de ABS © Shutterstock; 2. Piezas de construcción de LEGO © Gettyimages. Las propiedades del ABS permiten moldeos detallados, acepta una amplia paleta de colores, no es tóxico y es suficientemente tenaz como para sobrevivir todo lo que los niños puedan inflingirle

### Material

El ABS (acrilonitrilo-butadieno-estireno) es fuerte, tenaz y fácil de moldear. Por lo general es opaco, aunque algunos grados actuales son transparentes, y se le puede dar colores vivos. Las aleaciones ABS-PVC son más tenaces que el ABS estándar y, existen grados auto-extinguibles que se utilizan para carcasas de herramientas eléctricas.

### Composición (resumen)

Bloques de terpolímero de acrilonitrilo (15-35%), butadieno (5-30%) y estireno (40-60%).

### Propiedades generales

Densidad	1,03e3 - 1,06e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 1,52 - 2,22	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1937	

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	2,07 - 2,76	GPa
Módulo de cortante	* 0,74 - 0,987	GPa
Módulo en volumen	* 3,84 - 4,03	GPa
Coefficiente de Poisson	* 0,391 - 0,407	
Límite elástico	34,5 - 49,6	MPa
Resistencia a tracción	37,9 - 51,7	MPa
Resistencia a compresión	* 39,2 - 86,2	MPa
Elongación	5 - 60	% strain
Dureza-Vickers	* 10 - 15	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 15,2 - 20,7	MPa
Tenacidad a fractura	* 1,46 - 4,29	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 0,0145 - 0,0193	

### Propiedades térmicas

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.



## Polímero ABS (Termoplástico de Acrilonitrilo, Butadieno y Estireno)

Página 2 de 3

GRANTA EDUPACK

Temperatura de vitrificación	102	-	115	°C
Máxima temperatura en servicio	62,9	-	76,9	°C
Mínima temperatura en servicio	-45,2	-	-35,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	* 0,253	-	0,263	W/m.°C
Calor específico	* 1,69e3	-	1,76e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	74	-	123	µstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
Resistividad eléctrica	3,3e21	-	3e22	µohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	2,8	-	3,2	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0,003	-	0,006	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	13,8	-	19,7	MV/m

### Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco			
Índice de refracción	1,53	-	1,54	

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No			
--	----	--	--	--

### Procesabilidad

Colabilidad	1	-	2	
Moldeabilidad	4	-	5	
Mecanizabilidad	3	-	4	
Soldabilidad	5			

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 88,9	-	98,3	MJ/kg
Huella de CO <sub>2</sub> , producción primaria	* 3,41	-	3,77	kg/kg
Reciclaje	✓			

### Marca de reciclaje



### Información de apoyo

Líneas de diseño

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.



GRANTA EDUPACK

El ABS tiene la mayor resistencia a impacto de todos los polímeros. Se le puede dar color con facilidad. También es posible realizar acabados metálicos integrales (como el de GE Plastics Magix). El ABS es resistente a la radiación UV y por tanto adecuado para aplicaciones al aire libre si se añaden estabilizantes. Es higroscópico por lo que puede ser necesario secarlo en horno antes de usarlo, y puede deteriorarse debido al contacto con lubricantes de base de petróleo. El ASA (acrílico-estireno-acrilonitrilo) es de apariencia brillante y su color natural es blanquecino, pero esto puede modificarse. Tiene buena resistencia química y a altas temperaturas, además de alta resistencia al impacto a baja temperatura. Existen grados con certificación UL. El SAN (estireno acrilonitrilo) tiene características de elaboración similares al poliestireno, pero una mayor resistencia, rigidez, dureza y resistencia química y térmica. Mediante la adición de fibra de vidrio se puede conseguir un aumento dramático en su rigidez. Es transparente (más del 90% en el rango visible, pero menos para la luz ultravioleta) y tiene buen color. Dependiendo de la cantidad de acrilonitrilo que se añada este color puede variar de blanco a amarillo pálido, pero sin un revestimiento protector, la luz del sol causa el amarillamiento y la pérdida de resistencia. Esto puede reducirse mediante la adición de estabilizadores de UV. Los tres pueden ser extruidos, moldeados por compresión o conformados en lámina para luego termo-formar al vacío. Se pueden unir por soldadura de ultrasonidos o por placa en caliente, o con adhesivos de poliéster, epoxi, isocianato, o nitrilo-fenólicos.

#### Aspectos técnicos

El ABS es un tri-polímero (conseguido al copolimerizar 3 monómeros: acrilonitrilo butadieno y estireno). El acrilonitrilo proporciona resistencia térmica y química, el caucho de butadieno da la ductilidad y la fuerza, y el estireno proporciona una superficie brillante, facilidad de mecanización y disminuye el coste. En el ASA, el componente de butadieno (que presenta una pobre resistencia a los UV) se sustituye por un éster acrílico. Sin la adición de butilo, el ABS se convierte en SAN (un material similar, con menor resistencia al impacto y tenacidad). Es el más rígido de los termoplásticos y tiene excelente resistencia a los ácidos, álcalis, sales y muchos solventes.

#### Usos típicos

Cascos de seguridad, material de acampada, paneles de instrumentos y carrocería de automóviles, accesorios de tuberías, seguridad doméstica, carcasas de pequeños electrodomésticos, equipos de comunicación, material de oficina, fontanería, rejillas y tapacubos de coche, cubiertas, revestimientos para refrigeradores, equipajes, bandejas para cajas de herramientas, cubiertas para cortacésped, cascos de barcos, grandes piezas para vehículos recreacionales, sellos, molduras para ventanas, canalizaciones y plomería.

#### Nombres comerciales

Claradex, Comalloy, Cycogel, Cycolac, Hanalac, Lastilac, Lupos, Lustran ABS, Magnum, Multibase, Novodur, Polyfabs, Polylac, Porene, Ronfalin, Sinkral, Terluran, Toyolac, Tufrex, Ultrastyr.

#### Enlaces

---

Fabricantes

---

Referencias

---

Universo Procesos

---

## Nailon



GRANTA EDUPACK

## Poliamida de nailon o nilón

Página 1 de 3

## Descripción

## Figura



## Leyenda

1. Cuerda de poliamida anudada © Brighterorange en Wikipedia (CC BY-SA 3.0); 2. Tuerca de seguridad con inserto de poliamida para fijar la posición del tornillo © Cav en Wikipedia [Dominio público]; 3. Estudiantes sintetizando Nylon 6-6 en un laboratorio.

## Material

En 1945, con la guerra en Europa recién terminada, los dos lujos más preciados eran los cigarrillos y las medias de nylon. El nylon (PA) se puede producir en fibras tan finas como la seda, y fue ampliamente utilizado como su sustituto. Hoy en día, las nuevas fibras lo han desbancado de su posición dominante en la confección de ropa, pero su uso en cuerdas de fibra de nylon y como refuerzo para el caucho (en neumáticos) y otros polímeros (PTFE en tejados) sigue siendo importante. Se utiliza en el diseño de productos como carcasas duras, estructuras y tiradores, y, reforzado con vidrio, en engranajes, rodamientos y otras piezas de elevada sollicitación mecánica. Hay muchos grados (Nylon 6, Nylon 66, Nylon 11 ...) cada uno con propiedades ligeramente diferentes.

## Composición (resumen)

$$(\text{NH}(\text{CH}_2)_5\text{CO})_n$$

## Propiedades generales

Densidad	1,12e3 - 1,15e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 3,95 - 5,82	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1938	

## Propiedades mecánicas

Módulo de Young	0,94 - 2,04	GPa
Módulo de cortante	* 0,38 - 0,67	GPa
Módulo en volumen	1,2 - 3,26	GPa
Coefficiente de Poisson	0,34 - 0,42	
Límite elástico	39 - 64	MPa
Resistencia a tracción	42 - 72	MPa
Resistencia a compresión	46 - 82	MPa
Elongación	40 - 60	% strain
Dureza-Vickers	12 - 18	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 15 - 27	MPa
Tenacidad a fractura	* 3 - 4	MPa.m <sup>0.5</sup>

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

GRANTA EDUPACK

Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 0,02	-	0,03
--	--------	---	------

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	220	-	260	°C
Temperatura de vitrificación	44	-	66	°C
Máxima temperatura en servicio	90	-	130	°C
Mínima temperatura en servicio	* -80	-	-50	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0,21	-	0,28	W/m.°C
Calor específico	* 1,46e3	-	1,6e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	110	-	150	µstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
Resistividad eléctrica	* 1,5e19	-	1e21	µohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	6	-	14	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0,07	-	0,23	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	20	-	40	MV/m

### Propiedades ópticas

Transparencia	Translucido			
Índice de refracción	1,52	-	1,57	

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No			
--	----	--	--	--

### Procesabilidad

Colabilidad	1	-	2
Moldeabilidad	4	-	5
Mecanizabilidad	3	-	4
Soldabilidad	5		

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	129	-	158	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	6,09	-	8	kg/kg
Reciclaje	✓			

### Marca de reciclaje



### Información de apoyo

#### Líneas de diseño

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

El nylon es muy tenaz, resistente y tiene un bajo coeficiente de fricción, con propiedades útiles en un amplio rango de temperatura (-80 a 120 °C). Es fácil de moldear por inyección, de mecanizar y de dar acabado. Puede ser pegado por calor o por ultrasonidos, o incluso con epoxi, fenol-formaldehído u otros adhesivos de poliéster. Ciertos grados de nylon se pueden electrodepositar, permitiendo así su metalización, y la mayoría aceptan bien la impresión. Una mezcla de PPO/nylon se utiliza habitualmente en piezas exteriores de protección ante impactos. Las fibras de nylon son fuertes, resistentes, elásticas y brillantes, pueden ser hiladas con facilidad o incluso mezcladas con otros materiales. Los nylons absorben hasta un 4% de agua. Por ello, para evitar cambios dimensionales, deben estar estabilizados antes del moldeo, lo que les permite establecer un equilibrio con la humedad atmosférica normal. El nylon tiene poca resistencia a los ácidos fuertes, agentes oxidantes y disolventes, especialmente en los grados transparentes.

#### Aspectos técnicos

La densidad, rigidez, resistencia, ductilidad y tenacidad de los distintos tipos de nylon están cerca de la media de los polímeros no reforzados. Su conductividad y expansión térmica son ligeramente inferiores a la media. El refuerzo de estos materiales con elementos minerales, polvo de vidrio o equivalentes, aumenta su módulo, resistencia y densidad. El nylon semi-cristalino se distingue por un código numérico para cada clase de material que indica el número de átomos de carbono entre dos átomos de nitrógeno en la cadena molecular. El material amorfo es transparente, el material semi-cristalino es de color blanco opalino.

#### Usos típicos

Engranajes, cojinetes, piñones y rodamientos ligeros, cubiertas de aparatos eléctricos, lentes, contenedores, tanques, tubos, ruedas de muebles, conectores en fontanería, cubiertas de ruedas de bicicleta, botellas de ketchup, sillas, cerdas de cepillos de dientes, asas, embalaje alimentario. Los derivados del nylon se usan como adhesivos en encuademación; como fibras en cuerdas y cables, sedal de pesca, medias, alfombras y tapicería de automóvil; y como fibras de aramiditas en cables, cuerdas, ropa de protección, bolsas de filtración de aire y aislantes eléctricos.

#### Nombres comerciales

Adell, Akulon, Albis, Amilan, Ashlene, Capron, Celanese, Chemlon, Durethan, Gapex, Gribn, Grivory, Hylon, Kopa, Latamid, Lubrilon, Magnacomp, Maranyl, Minlon, NSC, Nivionplast, Novamid, Nydur, Nylamid, Nylene, Nypel, Orgamide, Radilon, Schulamid, Selar, Sniamid, Star-C, Staramide, Texalon, Ultramid, Vestamid, Wellamid, Zytel.

#### Enlaces

Fabricantes

Referencias

Universo Procesos

## Polietileno de baja densidad



GRANTA EDUPACK

### Polietileno (PE)

Página 1 de 3

#### Descripción

##### Figura



##### Leyenda

1. Papel de burbujas © PublicDomainPictures en Pixabay [Dominio público]; 2. Aislamiento de cables © Byrev en Pixabay [Dominio público]; 3. Botellas de PE © HebiFot en Pixabay [Dominio público]

##### Material

El polietileno,  $(-CH_2-)_n$ , fue sintetizado por primera vez en 1933, y parece a simple vista una molécula muy simple. Sin embargo, existe un importante número de maneras diferentes en que los núcleos  $-CH_2-$  pueden vincularse entre ellos. Es la primera entre las poliolefinas; los termoplásticos a granel que representan la fracción mayoritaria del consumo total de polímeros. El polietileno es inerte y muy resistente al agua dulce y salada, a los alimentos frescos y a soluciones acuosas en general. Debido a esto se utiliza habitualmente en productos para el hogar, por ejemplo, en recipientes de alimentos como "Tupperware" y en tablas de cortar. El polietileno es barato y muy fácil de moldear y fabricar. Acepta una amplia gama de colores, puede ser transparente, translúcido u opaco, tiene un tacto agradable (ligeramente ceroso), se puede texturizar o recubrir de metal, pero es difícil imprimir sobre él.

##### Composición (resumen)

 $(-CH_2-CH_2-)_n$ 

#### Propiedades generales

Densidad	939	-	960	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 1,26	-	1,31	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1936			

#### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	0,621	-	0,896	GPa
Módulo de cortante	* 0,218	-	0,314	GPa
Módulo en volumen	2,15	-	2,25	GPa
Coeficiente de Poisson	* 0,418	-	0,434	
Límite elástico	17,9	-	29	MPa
Resistencia a tracción	20,7	-	44,8	MPa
Resistencia a compresión	19,7	-	31,9	MPa
Elongación	200	-	800	% strain
Dureza-Vickers	5,4	-	8,7	HV
Resistencia a fatiga para $10^7$ ciclos	21	-	23	MPa
Tenacidad a fractura	* 1,44	-	1,72	MPa.m <sup>0.5</sup>

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

GRANTA EDUPACK

Coeficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 0,0446	-	0,0644
---	----------	---	--------

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	125	-	132	°C
Temperatura de vitrificación	-125	-	-90	°C
Máxima temperatura en servicio	* 90	-	110	°C
Minima temperatura en servicio	* -123	-	-73,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0,403	-	0,435	W/m.°C
Calor específico	* 1,81e3	-	1,88e3	J/kg.°C
Coeficiente de expansión térmica	126	-	198	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
Resistividad eléctrica	3,3e22	-	3e24	μohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	2,2	-	2,4	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	* 3e-4	-	6e-4	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	17,7	-	19,7	MV/m

### Propiedades ópticas

Transparencia	Translucido			
Índice de refracción	1,5	-	1,52	

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No			
--	----	--	--	--

### Procesabilidad

Colabilidad	1	-	2
Moldeabilidad	4	-	5
Mecanizabilidad	3	-	4
Soldabilidad	5		

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	76,1	-	83,9	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	1,77	-	1,95	kg/kg
Reciclaje	✓			

### Marca de reciclaje



### Información de apoyo

#### Líneas de diseño

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

El PE es producido comercialmente como película, lamina, barra, espuma y fibra. La fibra de PE trefilada tiene una extraordinaria rigidez y resistencia mecánica, las cuales son explotadas en usos geotextiles y estructurales. El PE es un buen aislante eléctrico, con baja pérdida dieléctrica, muy útil por tanto en recipientes para cocinar en microondas. Tiene escasa resistencia a los compuestos aromáticos y al cloro. Por otra parte, arde lentamente. El PE es barato, fácil de conformar, biológicamente inerte y reciclable. Es uno de los materiales que va a destacar en los próximos 20 años.

#### Aspectos técnicos

El polietileno de baja densidad (LDPE), utilizado para películas y envasado, tiene cadenas ramificadas que dificultan su empaquetamiento, por lo que es menos denso que el agua. Los polietilenos de densidad media (MDPE) y alta (HDPE) tienen menos cadenas ramificadas, haciéndolos más rígidos y fuertes. Se utilizan para contenedores y tuberías. La catálisis moderna permite que parte de la ramificación sea reprimida, y por lo tanto ejercer control sobre la longitud molecular con precisión, permitiendo la adaptación exacta tanto de las propiedades de procesamiento crítico para la elaboración (moldeo por soplado, por inyección o extrusión) como la modulación de las propiedades de temperatura de reblandecimiento, flexibilidad y dureza. Los polímeros lineales de polietileno de baja densidad (LLPDE) son un ejemplo. En su forma pura es menos resistente a los solventes orgánicos, pero esto puede ser arreglado gracias a una conversión de su superficie a un fluoro-polímero mediante su exposición a flúor gaseoso. Tratado de este modo (se conoce como "Súper PE") puede ser usado para tanques de gasolina en los automóviles y soporta aceites, líquidos de limpieza, cosméticos y la sustancia más corrosiva: Cola concentrada. El polietileno de muy baja densidad (VDLPE) es similar al EVA y al PVC plastificado.

#### Usos típicos

Recipientes de aceite, bolardos-balizas de protección, botellas de leche, juguetes, cajas de cerveza, envases de alimentos, laminas termo retráctiles, tubos y jeringas de dosificación por presión, prendas de ropa desechables, bolsas de plástico, revestimientos de papel, aislantes de cables, articulaciones y uniones artificiales, y en forma de fibras se usa en cuerdas de bajo coste y cinta de embalaje.

#### Nombres comerciales

Alathon, Aquathene, Bapolene, Dowlex, Eltex, Empee, Eradene, Ferrene, Fortiflex, HiVal, Hid, Kemcor, Lacqtene, Lupolen, Marlex, Nortuff, Novapol, Paxon, Petrothene, Polyfort, Rigidex, Sclair, Stamylyn, Statoil, Unival, Zemid.

#### Enlaces

---

Fabricantes

---

Referencias

---

Universo Procesos

---

## Caucho

## ANSYS Caucho o goma de butilo, polímero de poliisobutileno o caucho IIR (IIR: Goma de isobutileno e isopreno)

Página 1 de 2

GRANTA EDUPACK

### Descripción

#### Figura



#### Leyenda

1. Cámaras de neumáticos. El caucho butílico es uno de los materiales más importantes para las cámaras de los neumáticos © ANSYS, Inc.; 2. Guantes de Caucho Butílico (Viton®) ©Ansell

#### Material

Los cauchos butilos o butílicos (IIR) son materiales sintéticos que se asemejan al caucho natural (NR) en cuanto a propiedades. Tienen buena resistencia a la abrasión, desgarre y flexión, con una permeabilidad a los gases excepcionalmente baja, al tiempo que mantienen sus propiedades hasta los 150°C. Tienen baja constante y pérdida dieléctrica, por lo que son de interés en aplicaciones eléctricas.

#### Composición (resumen)

$$(\text{CH}_2\text{-C}(\text{CH}_3)\text{-CH}(\text{CH}_2)_2\text{-C}(\text{CH}_3)_2)_n$$

### Propiedades generales

Densidad	910	-	950	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 1,61	-	1,72	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1932			

### Propiedades mecánicas

Módulo de Young	7e-4	-	0,0015	GPa
Módulo de cortante	2,34e-4	-	5e-4	GPa
Módulo en volumen	* 1,5	-	2	GPa
Coefficiente de Poisson	0,499	-	0,5	
Límite elástico	2,4	-	10	MPa
Resistencia a tracción	2,4	-	10	MPa
Resistencia a compresión	* 2,88	-	12	MPa
Elongación	480	-	950	% strain
Dureza-Vickers	* 2	-	4	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 0,96	-	4	MPa
Tenacidad a fractura	0,037	-	0,111	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	0,5	-	0,9	

### Propiedades térmicas

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

## ANSYS **Caucho o goma de butilo, polímero de poliisobutileno o caucho IIR (IIR: Goma de isobutileno e isopreno)**

Página 2 de 2

Temperatura de vitrificación	-73,2	-	-63,2	°C
Máxima temperatura en servicio	96,9	-	120	°C
Mínima temperatura en servicio	-51,2	-	-25,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Mal aislante			
Conductividad térmica	0,08	-	0,13	W/m.°C
Calor específico	1,85e3	-	1,95e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	170	-	200	μstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen aislante			
Resistividad eléctrica	1e22	-	1e23	μohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	2,1	-	2,6	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0,003	-	0,0054	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	16	-	24	MV/m

### Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco			
Índice de refracción	1,51	-	1,52	

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No			
--	----	--	--	--

### Procesabilidad

Colabilidad	4	-	5	
Moldeabilidad	4	-	5	
Mecanizabilidad	3	-	4	
Soldabilidad	1			

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 90,3	-	99,5	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 4,23	-	4,67	kg/kg
Reciclaje	✘			

### Información de apoyo

#### Usos típicos

Cámaras de aire, juntas, correas, soportes antivibración, aislamiento eléctrico, tuberías, pastillas de freno, revestimientos de tubos y bombas.

### Enlaces

Fabricantes

Referencias

Universo Procesos

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

## Acero de baja aleación



GRANTA EDUPACK

## Acero de baja aleación

Página 1 de 4

## Descripción

## Figura



## Leyenda

Llave inglesa de acero de baja aleación ©ANSYS, Inc.

## Material

El hierro puro es un material blando. Si se le añade carbono y se trata bien térmicamente, se puede obtener un material casi tan duro y quebradizo como el cristal, o dúctil y resistente como la chapa para calderas. Tratar térmicamente significa calentar el acero a unos 800 °C para disolver el carbono y, a continuación, templearlo (enfriarlo rápidamente) y posteriormente hacer un tratamiento de revenido (menor calentamiento) para aliviar tensiones. El temple del acero lo convierte en un material duro y quebradizo debido a la formación de martensita. Templando poco a poco el metal se restablece la resistencia y disminuye la dureza. El control del tiempo y temperatura del tratamiento de revenido permite controlar las propiedades finales. Un 1% de carbono puede cambiar mucho las propiedades, pero la velocidad de enfriamiento inicial tiene que ser rápida (mayor de 200 °C/segundo para los aceros al carbono). No hay ninguna dificultad en la conseguir la transformación de la superficie de una pieza a martensita, pero el interior se enfría más lentamente ya que el calor tiene que atravesar el material. Si el espesor de la pieza es mayor que unos milímetros, tenemos un problema: el interior no se enfría lo suficientemente rápido. El problema se supera con aleantes. Al añadir un poco de manganeso (Mn), níquel (Ni), molibdeno (Mo), o cromo (Cr) la velocidad de enfriamiento crítica disminuye, permitiendo endurecer y templar piezas más espesas. Agregando algo de vanadio (V) se consigue una fina dispersión de los carburos que aportan dureza, manteniendo la resistencia y ductilidad. Los aceros al cromo-molibdeno como el AISI4140 se utilizan para tubos de aeronaves y otras piezas de alta resistencia. Los aceros al cromo-vanadio se utilizan para cigüeñales, ejes de hélices y herramientas de alta calidad. Los aceros aleados para este propósito se llaman aceros de baja aleación, y la propiedad fundamental que tienen es la alta templabilidad.

## Composición (resumen)

Fe/<1.0 C/<2.5 Cr/<2.5 Ni/<2.5 Mo/<2.5 V

## Propiedades generales

Densidad	7,8e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 0,678 - 0,812	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1930	

## Propiedades mecánicas

Módulo de Young	200 - 210	GPa
Módulo de cortante	77 - 85	GPa
Módulo en volumen	160 - 180	GPa

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.



## Acero de baja aleación

Página 2 de 4

Coefficiente de Poisson	0,28	-	0,29	
Límite elástico	469	-	1,6e3	MPa
Resistencia a tracción	699	-	1,8e3	MPa
Resistencia a compresión	* 479	-	1,61e3	MPa
Elongación	8	-	24	% strain
Dureza-Vickers	215	-	515	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 334	-	651	MPa
Tenacidad a fractura	* 30	-	106	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 2,4e-4	-	7,6e-4	

## Propiedades térmicas

Punto de fusión	1,41e3	-	1,52e3	°C
Máxima temperatura en servicio	* 415	-	530	°C
Mínima temperatura en servicio	* -66,2	-	-35,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor			
Conductividad térmica	* 35	-	52,1	W/m.°C
Calor específico	* 440	-	520	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	11	-	13	µstrain/°C

## Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen conductor			
Resistividad eléctrica	* 15	-	34	µohm.cm

## Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco			
---------------	-------	--	--	--

## Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No			
--	----	--	--	--

## Procesabilidad

Colabilidad	1	-	2	
Conformabilidad	3	-	4	
Mecanizabilidad	3	-	4	
Soldabilidad	5			
Aptitud a soldeo o brazing	5			

## Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	29,5	-	32,6	MJ/kg
Huella de CO <sub>2</sub> , producción primaria	2,37	-	2,61	kg/kg
Reciclaje	✓			

## Información de apoyo

## Lineas de diseño

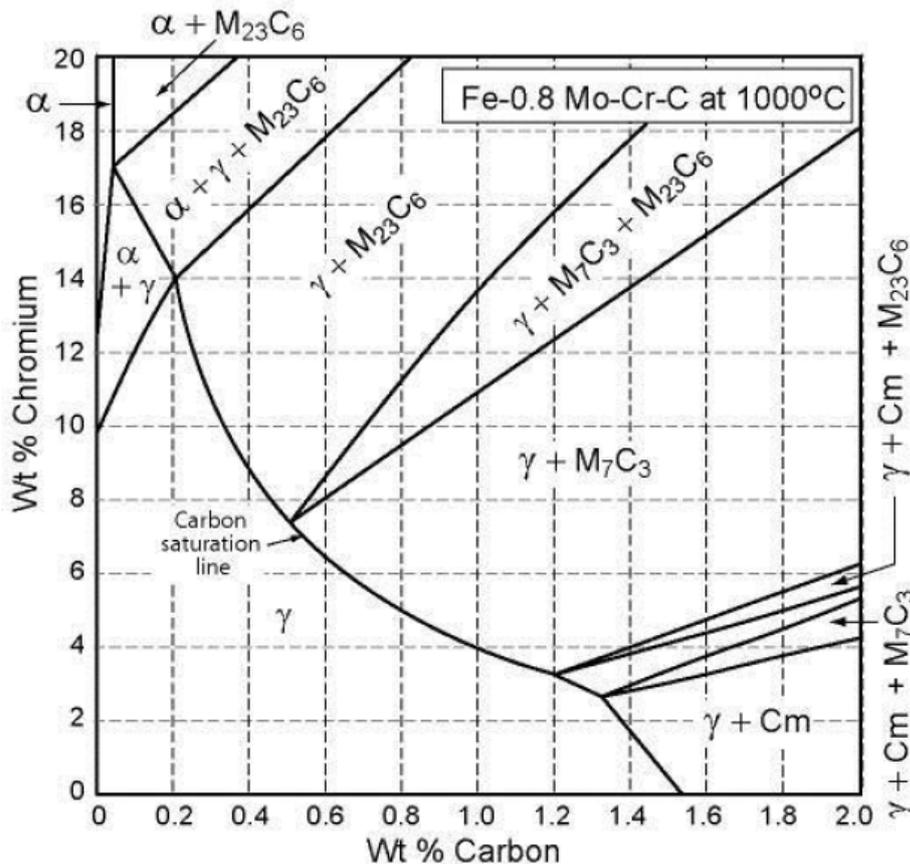
Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

Los aceros de baja aleación son tratables térmicamente, mientras que la mayoría de los aceros al carbono no lo son. Se utilizan en aplicaciones donde la dureza o la resistencia, son características importantes, sobre todo en secciones gruesas. Tienen una mayor resistencia a la abrasión, mayor dureza y tenacidad, y una mejor resistencia a altas temperaturas que los aceros al carbono. El acero aleado con un contenido de carbono de entre 0,30 y 0,37% se utiliza para una resistencia moderada y gran tenacidad; del 0,40 al 0,42% para una mayor dureza y buena resistencia; del 0,45 al 0,50% para alta dureza y resistencia con tenacidad moderada; entre el 0,50-0,62% para dureza para muelles y herramientas; finalmente el 1% para alta dureza y resistencia a la abrasión (rodamientos de bolas o rodillos).

### Aspectos técnicos

El sistema SAE-AISI para denominar aceros de baja aleación, funciona de la misma manera que para los aceros al carbono. Cada uno de los aceros tiene un código de cuatro dígitos, los dos primeros dígitos indican los principales elementos de aleación. Los dos últimos dígitos dan la cantidad de carbono en centésimas. Los aceros de níquel-cromo-molibdeno son los más típicos, con una designación 43xx, pero pueden incluir cualquiera de los siguientes elementos de aleación: más del 2% de silicio, más de 0,4% de cobre, más del 0,1% de molibdeno, más de un 0,5% de níquel, más del 0,5% de cromo.

### Diagrama de fase



### Descripción de diagrama de fase

Los aceros de alta resistencia y baja aleación contienen pequeñas (<5%) adiciones de cromo (Cr), molibdeno (Mo), níquel (Ni) y por supuesto de carbono (C).

### Usos típicos

Muelles y resortes, herramientas, rodamientos de bolas, rodillos de laminación, cigüeñales, cambios, pasadores, cuchillos y tijeras, recipientes a presión.

## Acero inoxidable



GRANTA EDUPACK

## Acero inoxidable

Página 1 de 4

## Descripción

## Figura



## Leyenda

1. Tostadora Siemens en acero inoxidable austenítico pulido (por Porsche Design) © ANSYS, Inc.; 2. Tijeras en acero inoxidable ferrítico, que es magnético en contraste con el inoxidable austenítico © ANSYS, Inc.

## Material

Los aceros inoxidables son aleaciones de hierro, cromo, níquel, y a menudo cuatro o cinco elementos adicionales. La aleación transmuta el acero al carbono normal, que se oxida, y es propenso a la fragilidad por debajo de la temperatura ambiente, en un material que supera estas limitaciones. De hecho, la mayoría de los aceros inoxidables resisten la corrosión en entornos normales, y siguen siendo dúctiles a bajas temperaturas.

## Composición (resumen)

Fe/<0.25C/16 - 30Cr/3.5 - 37Ni/<10Mn + Si,P,S (+N para la serie 200)

## Propiedades generales

Densidad	7,61e3	-	7,87e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 2,54	-	2,72	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1915			

## Propiedades mecánicas

Módulo de Young	190	-	210	GPa
Módulo de cortante	74	-	82	GPa
Módulo en volumen	140	-	160	GPa
Coefficiente de Poisson	0,27	-	0,28	
Límite elástico	257	-	1,14e3	MPa
Resistencia a tracción	515	-	1,3e3	MPa
Resistencia a compresión	* 252	-	1,2e3	MPa
Elongación	10	-	49	% strain
Dureza-Vickers	170	-	438	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 256	-	542	MPa
Tenacidad a fractura	* 57	-	137	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 3,1e-4	-	0,0012	

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	1,4e3	-	1,49e3	°C
Máxima temperatura en servicio	640	-	747	°C
Mínima temperatura en servicio	* -150	-	-73,2	°C
¿Conductor térmico o aislante?	Mal conductor			
Conductividad térmica	14	-	24,9	W/m.°C
Calor específico	450	-	510	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	10,8	-	16,5	µstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Mal conductor			
Resistividad eléctrica	64	-	87	µohm.cm

### Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco			
---------------	-------	--	--	--

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	Si			
--	----	--	--	--

### Procesabilidad

Colabilidad	3	-	4
Conformabilidad	2	-	3
Mecanizabilidad	2	-	3
Soldabilidad	5		
Aptitud a soldeo o brazing	5		

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 69,1	-	76,2	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 5,18	-	5,71	kg/kg
Reciclaje	✓			

### Información de apoyo

#### Líneas de diseño

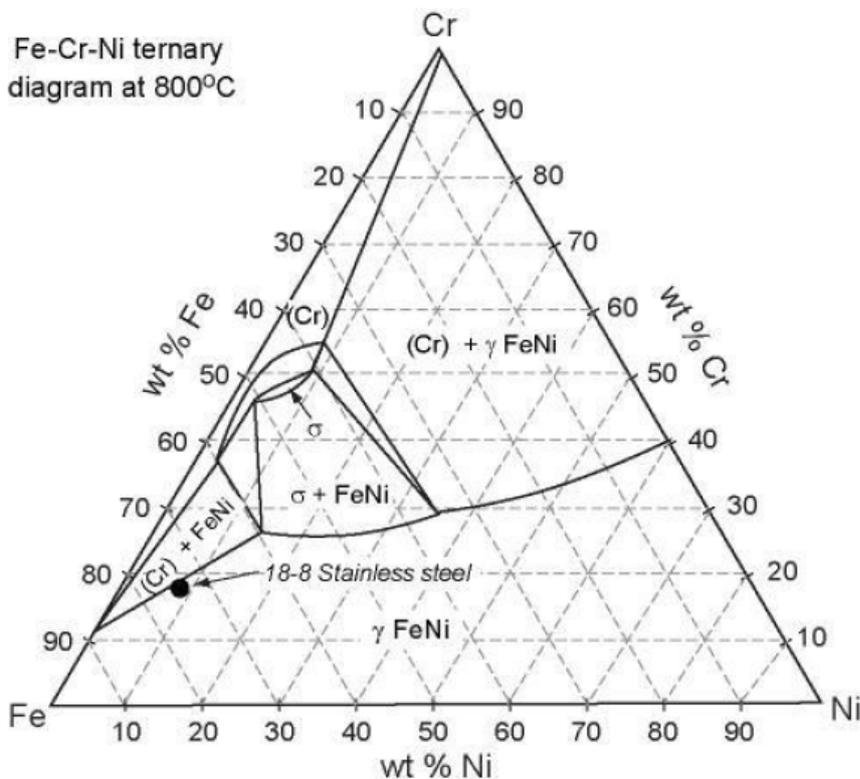
Debido al elevado coste, el acero inoxidable se debe utilizar de manera eficiente. Esto se consigue aprovechando su alta resistencia mecánica y buena resistencia a la corrosión. Para reducir costes, se utilizan diseños de secciones delgadas, laminados calibrados y perfiles simples, soldaduras ocultas que evitan tener que realizar un acabado superficial posterior, y se deben usar grados adecuados para ser mecanizados. El acabado superficial puede hacerse por laminación, pulido o chorro de arena. Los aceros inoxidables se seleccionan, en primer lugar, por su resistencia a la corrosión; en segundo lugar, por su fuerza y en tercer lugar, por su facilidad de fabricación. La mayoría de los aceros inoxidables son difíciles de doblar, deformar y cortar. Se requieren velocidades de corte lento y herramientas con geometrías especiales. Están disponibles en formas de chapa, flejes, barras, alambres, tubos y tuberías, y pueden ser fácilmente soldados y rellenados. Es posible soldar acero inoxidable, pero debe seleccionarse cuidadosamente el metal de aporte para garantizar una composición equivalente y mantener la resistencia a la corrosión. La serie 300 es la más soldable, mientras que la serie 400 es la que menos.

#### Aspectos técnicos

Los aceros inoxidables se clasifican en cuatro categorías: los austeníticos en las series 200 y 300 (aleaciones Fe-Cr-Ni-Mn), la serie 400 correspondiente a los ferríticos (aleación Fe-Cr), los martensíticos (Fe-Cr-C), aleaciones que también forman parte de la serie 400, y se pueden endurecer por precipitación (PH), y por último, las aleaciones (Fe-Cr-Ni-Cu-Nb) con designaciones que comienzan con S. Entre los grados de acero inoxidable austenítico el más típico es el 304: 74% de hierro, 18% de cromo y 8% de níquel. Aquí, el cromo protege contra la corrosión mediante la creación de una película ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) de protección todas las superficies expuestas, y el níquel estabiliza la austenita (red cúbica centrada en caras), dando ductilidad y resistencia tanto a altas como a bajas temperaturas, aunque no son magnéticos (una forma de identificarlos). La combinación de estructuras austeníticas y ferríticas (los aceros inoxidables dúplex) proporcionan un crecimiento mucho más lento de las grietas inducidas por tensiones, pudiendo ser laminados en caliente o fundidos y tratados térmicamente. El acero inoxidable austenítico, con alto contenido de molibdeno y cobre, tiene una excelente resistencia a la corrosión y a las picaduras. Un alto contenido en nitrógeno en el acero inoxidable austenítico le confiere mayor resistencia. Los superferríticos (más del 30% de cromo) son muy resistentes a la corrosión, incluso en agua que contiene cloro.

### Diagrama de fase

Fe-Cr-Ni ternary diagram at 800°C



### Descripción de diagrama de fase

La mayoría de los aceros inoxidables son aleaciones de hierro (Fe) con cromo (Cr) y níquel (Ni). Este es el diagrama de fases ternario a 800 °C con estos tres elementos. La posición del acero inoxidable AISI 302 (Fe-18%Cr-8%Ni) se muestra en el diagrama.

### Usos típicos

Vagones, camiones, tráileres, equipamiento en la industria de la alimentación, lavabos, quemadores, menaje de cocina, cuchillería, carpintería metálica en arquitectura, lavadoras, equipos para procesos químicos, piezas de reactores, instrumental quirúrgico, hornos y componentes de calderas, piezas para quemadores de aceite, equipos para industria del petróleo e industria láctea, equipos de tratamiento térmico, interiores de automoción. Posibles usos estructurales en ambientes corrosivos (ej. centrales nucleares, buques, instalaciones petrolíferas, cables submarinos y tuberías).

## Acero con alto contenido en carbono



## Acero con alto contenido en carbono

Página 1 de 3

GRANTA EDUPACK

## Descripción

## Figura



## Leyenda

1. Cojinete de acero de alto contenido en carbono ©ANSYS, Inc.; 2. Pinzas sujetapapeles de acero de alto contenido en carbono ©ANSYS, Inc.

## Material

Al pensar en acero nos vienen a la mente ferrocarriles, plataformas petrolíferas, buques cisterna y rascacielos. Esta imagen no es acero en general, sino acero al carbono. No hay ningún otro material que al mismo tiempo sea tan fuerte, tenaz y tan fácilmente conformable a la vez que barato. Los aceros al carbono son aleaciones de hierro con carbono y a menudo un poco de manganeso, níquel y silicio. Los aceros de alto contenido en carbono, o aceros duros (0,7-1,7% de carbono) se endurecen por temple (lo que permite controlar sus propiedades). Los aceros al carbono con alto contenido en carbono adquieren la dureza suficiente para ser usados como herramientas de corte, cinceles y cables tales como cuerdas de instrumentos musicales (las cuerdas metálicas de pianos y violines).

## Composición (resumen)

Fe/0.7 - 1.7%C

## Propiedades generales

Densidad	7,8e3		kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 0,667	- 0,703	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	1610		

## Propiedades mecánicas

Módulo de Young	200	- 220	GPa
Módulo de cortante	77	- 85	GPa
Módulo en volumen	160	- 180	GPa
Coefficiente de Poisson	0,28	- 0,29	
Límite elástico	433	- 924	MPa
Resistencia a tracción	721	- 1,39e3	MPa
Resistencia a compresión	* 433	- 924	MPa
Elongación	9,6	- 21	% strain
Dureza-Vickers	220	- 419	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 341	- 539	MPa
Tenacidad a fractura	* 33	- 75,6	MPa.m <sup>0.5</sup>

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 3,7e-4	-	7,6e-4
--	----------	---	--------

### Propiedades térmicas

Punto de fusión	1,3e3	-	1,48e3 °C
Máxima temperatura en servicio	* 272	-	340 °C
Mínima temperatura en servicio	* -48,2	-	-3,15 °C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen conductor		
Conductividad térmica	47	-	53 W/m.°C
Calor específico	448	-	510 J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	11	-	13,2 $\mu$ strain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Buen conductor		
Resistividad eléctrica	17	-	20 $\mu$ ohm.cm

### Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco		
---------------	-------	--	--

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No		
--	----	--	--

### Procesabilidad

Colabilidad	2	-	3
Conformabilidad	4	-	5
Mecanizabilidad	3	-	4
Soldabilidad	2	-	4
Aptitud a soldeo o brazing	5		

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	30,8	-	34 MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	2,26	-	2,49 kg/kg
Reciclaje	✓		

### Información de apoyo

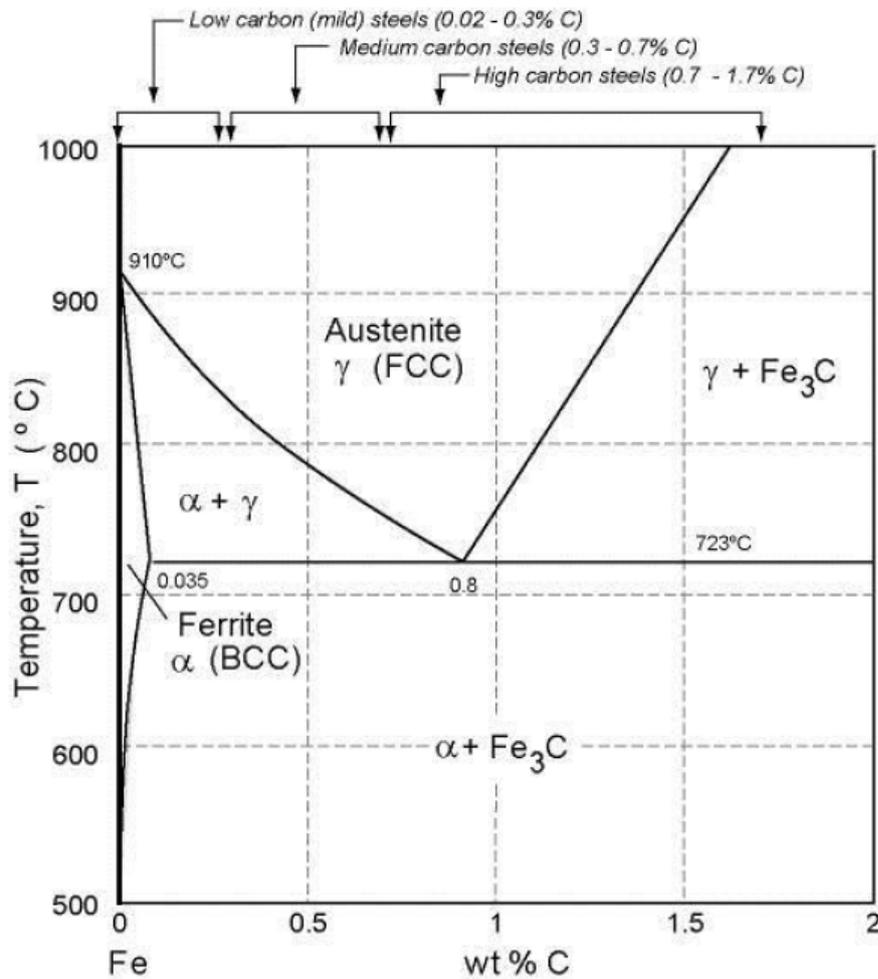
#### Líneas de diseño

La templabilidad mide el grado en que puede endurecer la aleación en secciones gruesas. Los aceros al carbono tienen una templabilidad pobre, por eso se usan otros elementos de aleación para aumentarla (véase aceros de baja aleación).

#### Aspectos técnicos

Se han fusionado las dos clasificaciones estándar para aceros, AISI y normas SAE. En el sistema SAE-AISI, cada acero tiene un código único de cuatro dígitos. Los dos primeros dígitos indican los principales elementos de aleación. Los dos últimos dígitos dan la cantidad de carbono en centésimas. Así, los aceros al carbono tienen denominaciones a partir de 10xx, 11xx, 12xx o 14xxx, dependiendo de la cantidad de manganeso, azufre y fósforo que contienen. Los más comunes de los aceros de bajo en carbono tienen denominaciones: 1015, 1020, 1022, 1117, 1118. Los aceros con carbono medio son: 1030, 1040, 1050, 1060, 1137, 1141, 1144 y 1340, y los aceros de alto contenido en carbono serían: 1080 y 1095.

GRANTA EDUPACK

**Diagrama de fase****Descripción de diagrama de fase**

Los aceros de alto contenido en carbono son aleaciones de hierro (Fe) con entre el 0,7 y el 1,7% de carbono (C). A continuación, se muestra el diagrama de fases.

**Usos típicos**

Herramientas de corte, rodamientos de altas prestaciones, cigüeñales, amortiguadores, cuchillos y tijeras, railes de ferrocarril.

**Enlaces**


---

Fabricantes

---

Referencias

---

Universo Procesos

---

## Cartón



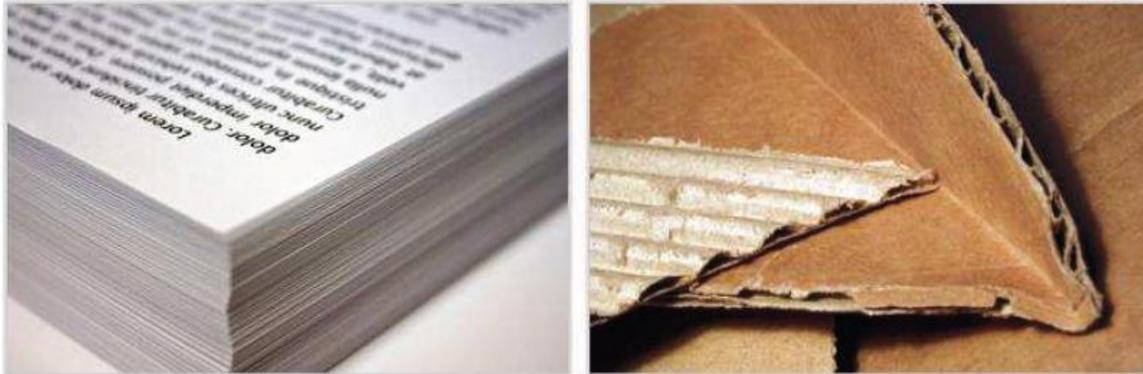
GRANTA EDUPACK

## Papel y cartón

Página 1 de 3

## Descripción

## Figura



## Leyenda

1. Pila de folios © Jonathan Joseph Bondhus en Wikipedia (CC BY-SA 3.0); 2. Cartón ondulado © Richard Wheeler (Zephyris) en Wikipedia (CC BY-SA 3.0)

## Material

El papiro, precursor del papel, se fabricaba a partir del tallo de juncos autóctonos en Egipto; ha sido conocido y utilizado durante más de 5000 años. El papel, por el contrario, es un invento chino (105 d. C.). Está fabricado a partir de la pulpa formada por fibras de celulosa provenientes de la madera, el algodón o el lino. Hay muchos tipos diferentes de papel y cartón: papel de seda, papel de periódico, papel Kraft para embalaje, papel de oficina, papel fino brillante y texturizado, cartón (con una amplia gama de propiedades específicas). Los datos mostrados a continuación abarcan la gama de papel de periódico y papel Kraft.

## Composición (resumen)

Fibras de celulosa, normalmente con carga y colorante.

## Propiedades generales

Densidad	700	-	1,15e3	kg/m <sup>3</sup>
Precio	* 0,892	-	1,09	EUR/kg
Fecha de primer uso ("-" significa AC)	-155			

## Propiedades mecánicas

Módulo de Young	2	-	4	GPa
Módulo de cortante	* 1	-	2	GPa
Módulo en volumen	* 2	-	4	GPa
Coefficiente de Poisson	* 0,3	-	0,45	
Límite elástico	15	-	34	MPa
Resistencia a tracción	15	-	34	MPa
Resistencia a compresión	41	-	55	MPa
Elongación	* 0,38	-	1,7	% strain
Dureza-Vickers	* 6	-	9	HV
Resistencia a fatiga para 10 <sup>7</sup> ciclos	* 13,8	-	24,8	MPa
Tenacidad a fractura	2	-	3	MPa.m <sup>0.5</sup>
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	* 0,05	-	0,2	

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

GRANTA EDUPACK

### Propiedades térmicas

Máxima temperatura en servicio	76,9	-	130	°C
Mínima temperatura en servicio	-273			°C
¿Conductor térmico o aislante?	Buen aislante			
Conductividad térmica	0,17	-	0,346	W/m.°C
Calor específico	1,34e3	-	1,36e3	J/kg.°C
Coefficiente de expansión térmica	5	-	20	µstrain/°C

### Propiedades eléctricas

¿Conductor eléctrico o aislante?	Mal aislante			
Resistividad eléctrica	1e13	-	1e15	µohm.cm
Constante dieléctrica (permisividad relativa)	* 2,5	-	6	
Factor de disipación (tangente de pérdida dieléctrica)	0,015	-	0,04	
Rigidez dieléctrica (colapso dieléctrico)	0,2	-	0,3	MV/m

### Propiedades ópticas

Transparencia	Opaco
---------------	-------

### Material Crítico

¿Riesgo de Material Altamente Crítico?	No
--	----

### Procesabilidad

Moldeabilidad	4	-	5
---------------	---	---	---

### Ecopropiedades

Contenido en energía, producción primaria	* 26,1	-	30,5	MJ/kg
Huella de CO2, producción primaria	* 1,14	-	1,26	kg/kg
Reciclaje	✓			

### Información de apoyo

#### Aspectos técnicos

El papel se clasifica por "gramaje", o lo que es lo mismo, el peso en gramos por unidad de área. Normalmente oscila entre 40 y 120 g/m<sup>2</sup>. Otra unidad de medida utilizada es el "peso base", equivalente al volumen específico (la inversa de la densidad). El calibre típico del papel de periódico está entre 40 y 50 micras, mientras que el del papel de embalar oscila entre 60 y 90 micras, y el del cartón entre 120 y 300 micras. El "bulking number" es el número de hojas que, apiladas, tienen un espesor de 25 mm (1 pulgada). En el papel de periódico esta cifra es de 60 - 80, en el papel de oficina oscila entre 105 y 110. Las fibras de celulosa (el componente principal del papel) se dilatan con el agua aumentando su diámetro entre el 15 y el 20% de seco a saturado. Dado que la mayoría de las fibras de papel se encuentran en paralelo, el cambio en humedad puede afectar a las dimensiones de la hoja, y por lo tanto a la impresión, por lo que esta operación exige una atmósfera controlada. Normalmente la humedad supone entre el 6 y el 9% del peso de papel. La fricción también es importante en impresión y envasado. El coeficiente de fricción para el deslizamiento de papel sobre papel es 0,35-0,45.

#### Usos típicos

Embalaje, filtrado, escritura, impresión, moneda, aislamiento eléctrico y térmico, juntas de estanqueidad.

#### Para más información

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

## Anexo 3: Propiedades de los procesos

### Inyección de plásticos



#### Descripción

##### Figura



##### Leyenda

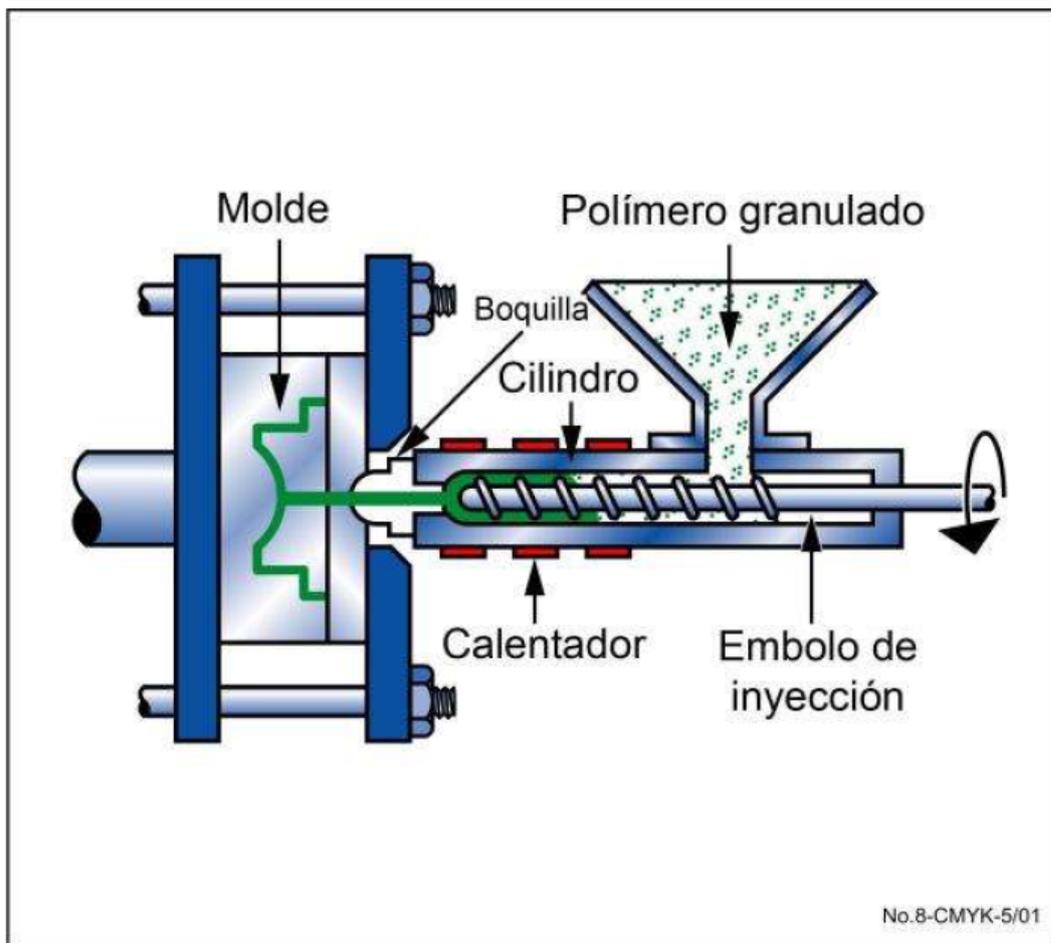
1. Gránulos de plástico ©ANSYS, Inc.; 2. Maquinaria de inyección de termoplásticos "INJESTER" © Arburg GmbH; 3. Bloques de construcción de Lego ©Alexas\_Fotos en Pixabay [Dominio público]

##### Proceso

Ningún proceso ha alterado el diseño de productos tanto como el moldeo por inyección. Los productos moldeados por inyección se sitúan en todos los sectores de diseño: productos de consumo, negocios, industrial, electrónica, comunicaciones, productos médicos y de investigación, juguetes, empaquetado de cosméticos y equipamiento deportivo. El equipo más común para moldeo de termoplásticos es la extrusora de movimiento alternativo, cuyo esquema se muestra en la figura. Los gránulos de polímeros (granza) se introducen en una espiral de prensado donde se mezclan y suavizan hasta conseguir una masa de consistencia homogénea que pueda forzarse a entrar a través de uno o más canales ("bebederos") al molde. El polímero se solidifica bajo presión y la pieza es expulsada.

Pueden moldearse por inyección tanto polímeros termoplásticos, termoestables como elastómeros. La co-inyección permite moldear piezas con diferentes materiales, colores y características. El moldeo por inyección de espumas permite la producción económica de grandes piezas gracias al uso de un gas inerte o algún agente químico de soplado, con el fin de hacer piezas con una superficie sólida y un interior con estructura celular.

##### Esquema de proceso

**Pie de figura**

Moldeo por inyección: la granza del polímero es calentada y forzada a pasar, mediante un tornillo sin fin, a través de una boquilla hasta la matriz.

**Compatibilidad de Materiales**

Polímeros - termoplásticos	✓
----------------------------	---

**Forma**

Prisma circular	✓
Prisma no circular	✓
Sólido 3D	✓
Hueco 3D	✓

**Compatibilidad Económica**

Coste relativo del utillaje	Muy alto
Coste relativo del equipamiento	Alto
Consumo de mano de obra	Bajo
Lote económico (unidades)	1e4 - 1e6

Los valores marcados con \* son aproximaciones  
 ANSYS, Inc. provides no warranty for this data.

GRANTA EDUPACK

### Atributos físicos y de calidad

Rango de masas	0,001	-	25	kg
Rango de espesores	0,4	-	6,3	mm
Tolerancia	0,07	-	1	mm
Rugosidad	0,2	-	1,6	µm
Rugosidad superficial (A=muy suave)	A			

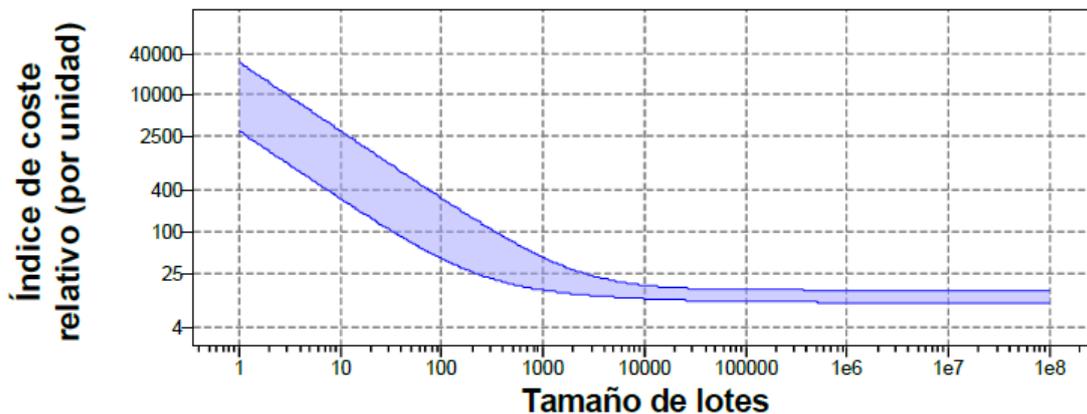
### Características de proceso

Procesos de conformado primario	✓
Discreto	✓

### Modelo de coste y parámetros iniciales

Índice de coste relativo (por unidad)	* 14,3	-	42,6	EUR
---------------------------------------	--------	---	------	-----

**Parámetros:** Coste en materiales = 7,21EUR/kg, Masa de la pieza = 1kg, Tamaño de lotes = 1e3, Tasa de costes indirectos = 135EUR/hr, Tasa de Descuento = 5%, Tiempo de amortización del capital = 5yrs, Factor de carga = 0,5



Tempo de amortización del capital=5yrs, Longitud del componente=1m, Masa de la pieza=1kg, Tasa de Descuento=5%, Factor de carga=0,5, Coste en materiales=7,21EUR/kg, Tasa de costes indirectos=135EUR/hr

Repercusión del capital	* 2,95e4	-	6,65e5	EUR
Fracción de material usado	* 0,6	-	0,9	
Tasa de producción (unidades)	* 60	-	1e3	/hr
Coste del utillaje	* 2,95e3	-	2,95e4	EUR
Vida del utillaje (unidades)	* 1e4	-	1e6	

### Información de apoyo

#### Guías de diseño

El moldeo por inyección es el proceso más adecuado para producir masivamente pequeños componentes de polímero con formas complejas. El acabado superficial es bueno: la textura y el estampado pueden cambiarse fácilmente en la propia herramienta y los detalles más finos se reproducen bien. Se pueden moldear etiquetas directamente sobre la pieza (ver "decoración en molde"). La única operación de acabado es la eliminación del bebedero.

#### Aspectos técnicos

La mayoría de los termoplásticos pueden moldearse por inyección, aunque aquellos con temperaturas de fusión altas (como el PTFE) son difíciles de procesar. Los compuestos basados en termoplásticos (reforzados con fibra corta o partículas) pueden ser procesados de esta forma siempre y cuando la carga de refuerzo no sea excesiva. No es recomendable para piezas con cambios bruscos de sección. Se permiten pequeños ángulos entrantes y algunas formas complejas, aunque el uso de accesorios (entrantes, roscas y otros añadidos) puede aumentar exageradamente los costes de utillaje. El proceso también podría utilizarse con resinas termoestables y elastómeros. Los equipos más comunes para el moldeo de termoplásticos están basados en tornillos de movimiento alternativo, que se muestra esquemáticamente en la figura. Los gránulos de polímeros se introducen en una prensa espiral donde se mezclan y ablandan hasta que la masa adquiere una consistencia pastosa que puede ser forzada a pasar a través de uno o más canales (bebederos) al molde. El polímero solidifica bajo presión y la pieza es posteriormente expulsada.

#### Usos típicos

Variadísimos. Carcasas, recipientes, cubiertas, manivelas, asas, accesorios en fontanería, lentes, etc. Es común el uso de moldes multicavidad. Puede realizarse el moldeo de prototipos usando moldes de una sola cavidad. Ejemplos de productos típicos son: carcasas, recipientes, cubiertas, manivelas, asas, accesorios de fontanería y lentes.

#### Economía

La inversión inicial varía entre media y alta, los gastos en utillaje son normalmente elevados, lo que hace que el moldeo por inyección sea rentable sólo para lotes grandes. La velocidad de producción suele ser elevada, especialmente para piezas pequeñas.

#### Medio ambiente

Los bebederos de termoplásticos pueden reciclarse. Puede ser necesario el uso de extractores para los vapores de compuestos volátiles. Existen riesgos significativos en la inhalación de polvo durante la formulación de las resinas. Los fallos en los controles termostáticos pueden ser peligrosos.

#### Enlaces

Referencias

Universo Materiales

## Extrusión



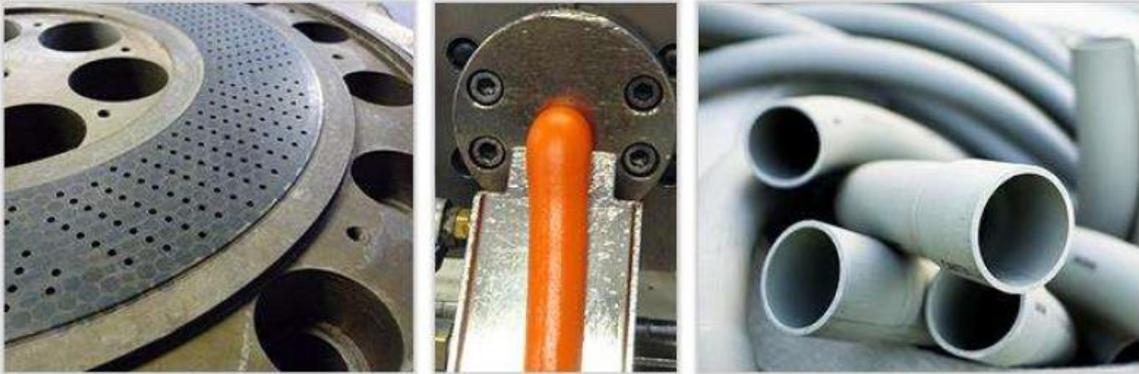
GRANTA EDUPACK

## Extrusión de polímeros

Página 1 de 4

## Descripción

## Figura



## Leyenda

(1) Placa perforada climatizada ©Adwarf en Wikimedia Commons [Dominio público] (2) Recubrimiento de polvo fundido en la boquilla de la extrusora ©Hardcoreraveman en Wikimedia Commons [Dominio público] (3) Tubos de plástico de PVC extruido para usar como conducto de cableado eléctrico © Paul Goyette en Wikimedia Commons [Public domain]

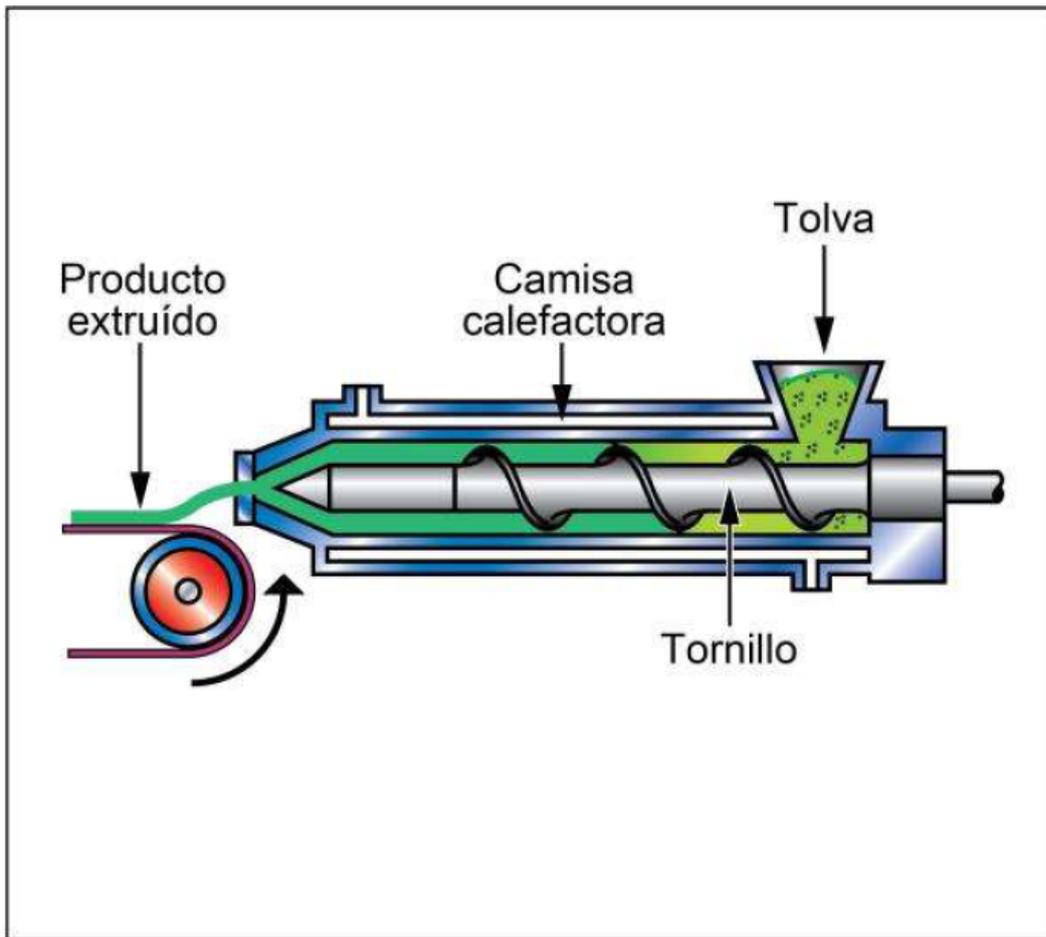
## Proceso

La extrusión de polímeros es un proceso importantísimo en la industria del plástico, que permite producir piezas semiacabadas tales como varillas, tubos, láminas, films y otras secciones prismáticas en grandes cantidades. Las materias primas en forma de gránulos de polvo, o "pelets", que se introducen en una tolva con uno o más tornillos de alimentación que giran en una cámara de calentamiento produciendo la consiguiente fusión del material, que es forzado a través de un orificio o matriz. El proceso mezcla, compone, homogeneiza y extruye la combinación de polímeros a temperaturas entre 135 y 370 °C. El perfil extruido se enfría, tras abandonar la matriz, pudiéndose acelerar el enfriamiento con aire o agua. La sección puede ser procesada posteriormente a una sección transversal menor. Existen variaciones del proceso que incluyen el soplado de películas, extrusión con soplado y conformado de filamentos. El proceso se utiliza para recubrir alambres, lo cual puede lograrse a altas velocidades. La extrusión se usa también como un pre-proceso para otros procesos posteriores como el moldeo por inyección, produciendo mezclas de polímeros en forma de gránulos o "pelets".

El proceso tiene la ventaja de un coste de utillaje relativamente bajo, aunque las inversiones en maquinaria son elevadas. Los productos suelen requerir tratamiento posterior, variando desde la simple reducción de tamaño a la refundición y moldeo por inyección.

El diseño de las matrices es complejo por "la hinchazón del molde" (ampliación de la sección después de salir de la matriz, causada por la naturaleza viscoelástica del flujo en polímeros de cadena larga). Debido a esto los límites de tolerancia no son tan rígidos como para los procesos de moldeo a presión, aunque esto puede ser mejorado mediante la ejecución del perfil en dos fases, a través de una segunda matriz de ajuste dimensional.

## Esquema de proceso

**Pie de figura**

La extrusión de polímeros utiliza un cilindro hidráulico con calefacción para obligar a los polímeros a pasar a una matriz.

**Compatibilidad de Materiales**

Polímeros - termoplásticos	✓
----------------------------	---

**Forma**

Prisma circular	✓
Prisma no circular	✓
Chapa	✓

**Compatibilidad Económica**

Coste relativo del utillaje	Bajo
Coste relativo del equipamiento	Alto
Consumo de mano de obra	Bajo

**Atributos físicos y de calidad**

Rango de masas	10	-	1e3	kg
Rango de espesores	0,02	-	20	mm



Tolerancia	0,5	-	1	mm
Rugosidad	0,5	-	1,6	µm
Rugosidad superficial (A=muy suave)	A			

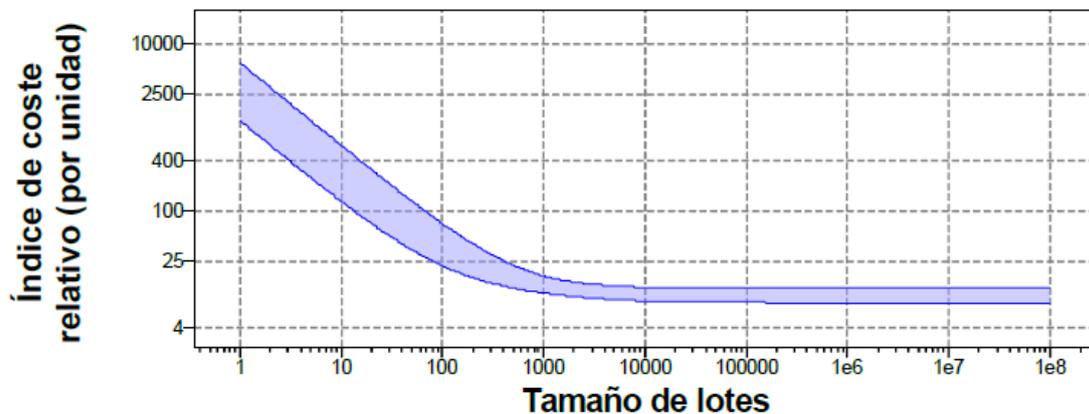
### Características de proceso

Procesos de conformado primario	✓
Continuo	✓

### Modelo de coste y parámetros iniciales

Índice de coste relativo (por unidad)	10,4	-	16,6	EUR
---------------------------------------	------	---	------	-----

Parámetros: Coste en materiales = 7,21EUR/kg, Masa de la pieza = 1kg, Tamaño de lotes = 1e3, Longitud del componente = 1m, Tasa de costes indirectos = 135EUR/hr, Tasa de Descuento = 5%, Tiempo de amortización del capital = 5yrs, Factor de carga = 0,5



Tempo de amortización del capital=5yrs, Longitud del componente=1m, Masa de la pieza=1kg, Tasa de Descuento=5%, Factor de carga=0,5, Coste en materiales=7,21EUR/kg, Tasa de costes indirectos=135EUR/hr

Repercusión del capital	1,21e5	-	9,68e5	EUR
Fracción de material usado	0,9	-	0,99	
Tasa de producción (duración)	0,01	-	2	m/s
Coste del utillaje	1,21e3	-	6,05e3	EUR
Vida útil de la herramienta (duración)	5e4	-	5e5	m

### Información de apoyo

#### Guías de diseño

Se fabrican secciones prismáticas uniformes, aunque también son posibles formas más complejas, incluyendo secciones huecas.

#### Aspectos técnicos

La mayoría de los polímeros amorfos, semicristalinos y termoplásticos, así como compuestos de fibra corta pueden ser extruidos. Aunque el proceso es más utilizado para termoplásticos también pueden extruirse termoestables, elastómeros y espumas, con modificaciones adecuadas del proceso.

#### Usos típicos

Barras, canales, tuberías, tubos, marcos de ventanas, cables recubiertos de plástico, sellos, protectores de bordes, filamentos, películas (film soplado de proceso), láminas, pellets (por ejemplo, para moldeo por inyección).

#### Economía



## Extrusión de polímeros

Página 4 de 4

---

El costo capital de la extrusora, como la de un moldeador de inyección, es alta. El coste de herramientas puede variar ampliamente dependiendo del tamaño y la complejidad del perfil.

### Medio ambiente

Requiere filtración del aire para evitar la exposición a componentes dañinos de la composición de la resina. El mal funcionamiento del controlador termostático puede ser extremadamente peligroso.

### Enlaces

---

Referencias

---

Universo Materiales

---

## Estirado de tubos



GRANTA EDUPACK

## Estirado o trefilado

Página 1 de 4

## Descripción

## Figura



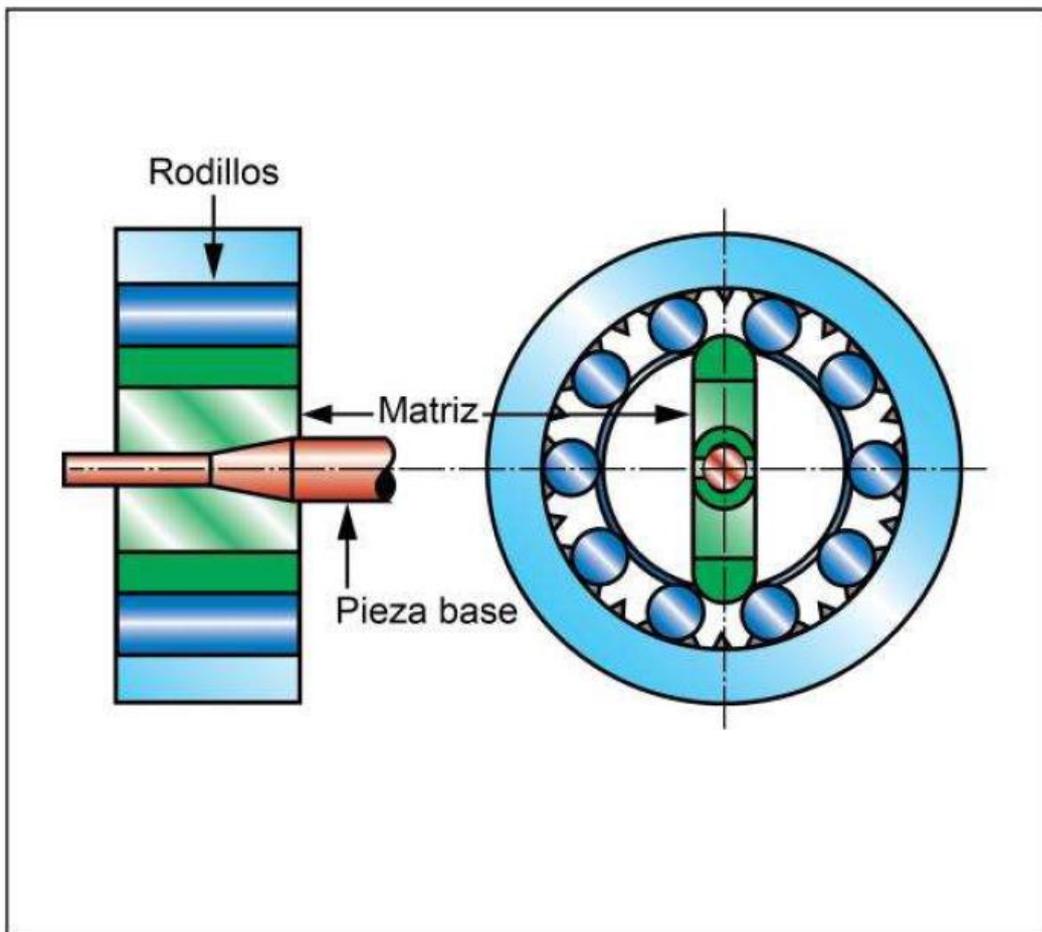
## Leyenda

(1) El estirado o trefilado puede crear varillas o tubos de diámetro variable sin pérdida de material. (2) Uno de los usos del estirado es en fontanería, donde el extremo de un tubo puede reducirse en diámetro para lograr un ajuste estrecho al conectar tubos entre sí. Imágenes utilizadas bajo licencia de Shutterstock.com

## Proceso

En el estirado o trefilado (o forja rotativa) una barra, tubo o alambre son reducidos de diámetro por un movimiento alternativo radial de una o dos parejas de matrices opuestas. Las matrices están conformadas con la forma externa requerida. Se puede utilizar un mandril para obtener tubos de pared delgada o dar forma interna a la pieza. Normalmente, los troqueles giran alrededor de la pieza, ya que deben corresponderse radialmente. El proceso de "estampado por matriz estacionaria" es una variante en la que ni el husillo ni la matriz giran, permitiendo obtener secciones externas no redondeadas. Se obtienen buenas propiedades mecánicas, excelente acabado superficial y elevadas tolerancias. Este proceso se utiliza para niveles de producción de moderados a altos debido al bajo coste de maquinaria, al moderado coste capital, a los altos ratios de producción y a la gran utilización de material. Se han producido máquinas capaces de obtener tubos de hasta 350 mm de diámetro. El diámetro final típico varía desde 0,5 mm a 150 mm.

## Esquema de proceso



Pie de figura

Trefilado o forja rotativa

**Nombres comerciales**

Radial forging.

**Compatibilidad de Materiales**

Metales - féreos



Metales - no-féreos

**Forma**

Prisma circular

**Compatibilidad Económica**

Coste relativo del utillaje

Medio

Coste relativo del equipamiento

Medio

Consumo de mano de obra

Medio

Lote económico (unidades)

500 - 5e4

**Atributos físicos y de calidad**

Rango de masas

0,02 - 200 kg

Rango de espesores	0,5	-	150	mm
Tolerancia	0,13	-	0,5	mm
Rugosidad	0,6	-	3,2	$\mu\text{m}$
Rugosidad superficial (A=muy suave)	B			

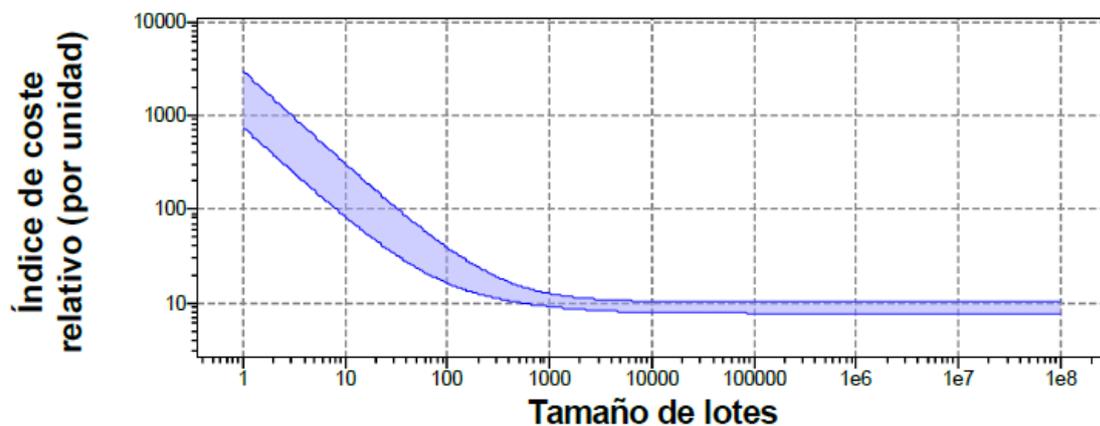
### Características de proceso

Procesos de conformado primario	✓
Discreto	✓
Continuo	✓

### Modelo de coste y parámetros iniciales

Índice de coste relativo (por unidad)	9,1	-	12,5	EUR
---------------------------------------	-----	---	------	-----

**Parámetros:** Coste en materiales = 7,21EUR/kg, Masa de la pieza = 1kg, Tamaño de lotes = 1e3, Tasa de costes indirectos = 135EUR/hr, Tasa de Descuento = 5%, Tiempo de amortización del capital = 5yrs, Factor de carga = 0,5



Tiempo de amortización del capital=5yrs, Longitud del componente=1m, Masa de la pieza=1kg, Tasa de Descuento=5%, Factor de carga=0,5, Coste en materiales=7,21EUR/kg, Tasa de costes indirectos=135EUR/hr

Repercusión del capital	2,95e4	-	7,39e4	EUR
Fracción de material usado	0,98	-	1	
Tasa de producción (unidades)	50	-	400	/hr
Coste del utillaje	739	-	2,95e3	EUR
Vida del utillaje (unidades)	1e4	-	5e4	

### Información de apoyo

#### Guías de diseño

La embutición está limitada normalmente a simples piezas cilíndricas, excepto para uso estacionario de matrices de prensado, que permite la producción de secciones transversales que no sean redondas. Es posible fabricar tubos a los que se ha dado forma desde el interior utilizando mandriles con forma.

#### Aspectos técnicos

La forja rotativa se utiliza generalmente con aceros de bajo contenido en carbono y metales dúctiles no ferrosos. Para los metales no ferrosos, la forjabilidad disminuye a medida que disminuye el contenido en carbono o en aleantes. El tamaño y la forma de las partes producidas es limitado. Los estrechamientos en zonas que no estén en los extremos de la pieza son complejos. La reducción de diámetro no implica gran complejidad, independientemente de si cambia la forma o no.

---

**Usos típicos**

Patas de muebles, palos de golf, cañas de pescar, alfileres, agujas, punzones, radios de bicicletas, cuchillas destornillador, el cañón del fusil, tubos de torsión del automóvil, palancas de dirección, tubos de escape, wolframio para los filamentos de la lámpara.

**Medio ambiente**

El proceso es muy ruidoso.

**Enlaces**

Universo Materiales

---

## Corte por chorro de agua



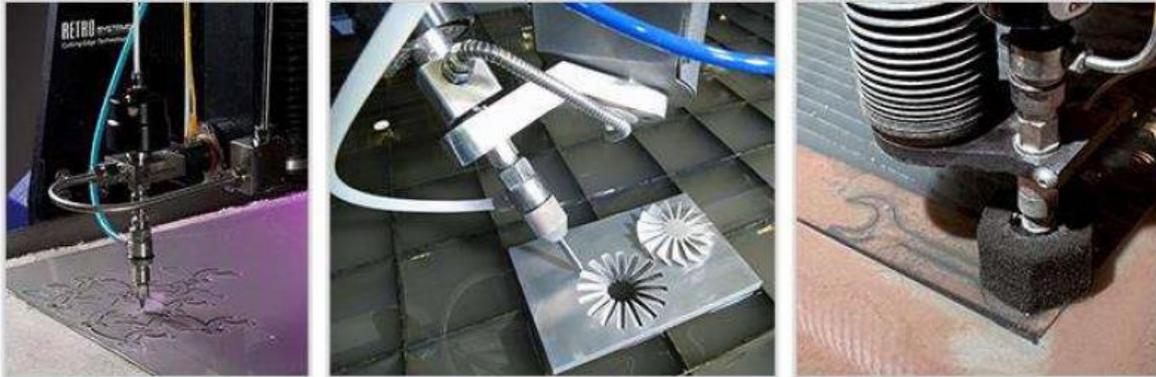
GRANTA EDUPACK

## Corte por chorro de agua

Página 1 de 4

## Descripción

## Figura



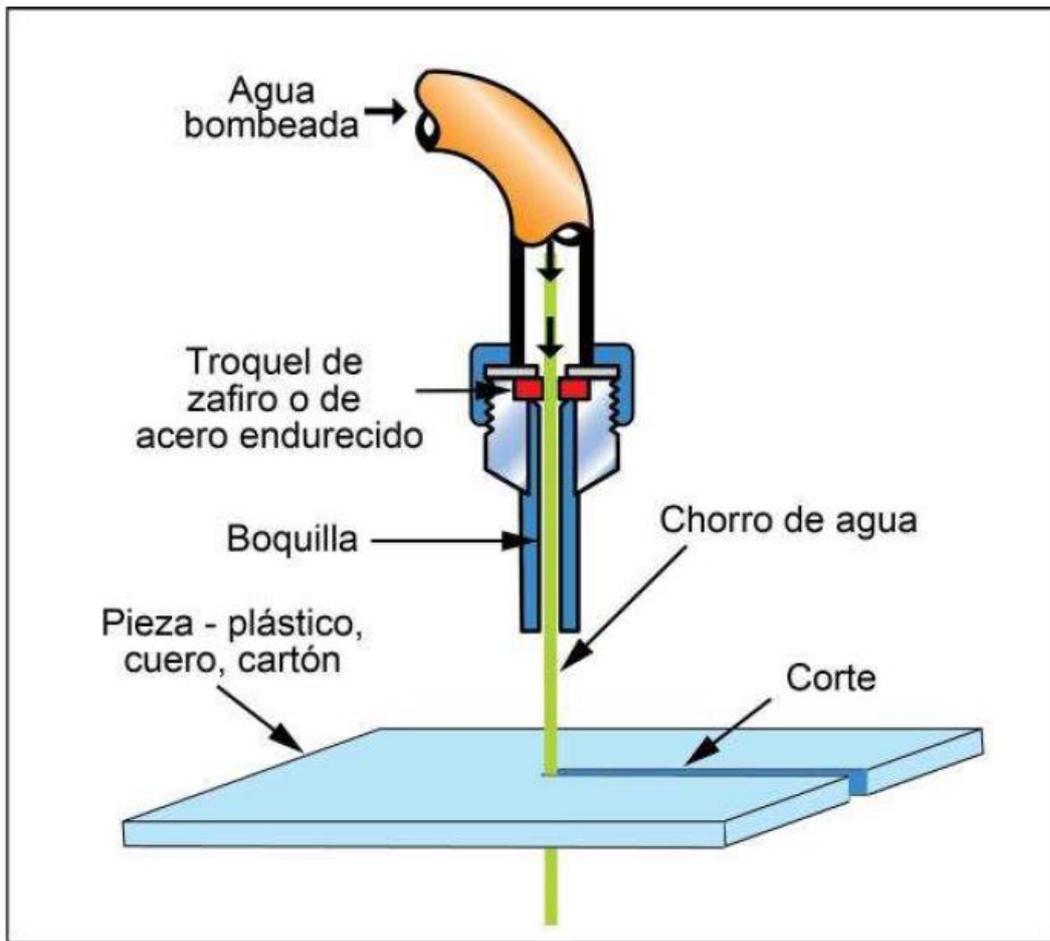
## Leyenda

1. Ejemplo de un cabezal de corte de 5 ejes empleado para cortar piezas tridimensionales en una máquina de corte por chorro de agua CNC © WARDJet en Wikimedia Commons (CC BY 3.0); 2. Retro Systems Waterjet © Steve Brown Photography en Wikimedia Commons (CC BY 3.0); 3. Cortadora por chorro de agua aplicando el corte definitivo a una herramienta © GeeJo en Wikimedia Commons [Dominio público]

## Proceso

En el corte por chorro de agua (WJM) el agua es bombeada a alta presión (hasta 400 MPa) a través de una boquilla de zafiro con un diámetro de 0,1 - 0,3 mm, de la que emerge con una velocidad de hasta 850 m/s (aproximadamente 3 veces la velocidad del sonido). Esto le da suficiente energía cinética como para cortar materiales relativamente blandos, tales como plásticos, materiales compuestos finos, papel, cuero y productos alimenticios.

## Esquema de proceso

**Pie de figura**

Se puede adicionar un proceso abrasivo al corte.

**Nombres comerciales**

WJM and AWJM; Hydrodynamic machining, HDM.

**Compatibilidad de Materiales**

Cerámicas	✓
Compuestos poliméricos	✓
Materiales naturales	✓
Metales - férreos	✓
Metales - no-férreos	✓
Polímeros - termoplásticos	✓
Polímeros - termoestables	✓
Vidrios	✓

**Forma**

Chapa	✓
Chapa corrugada	✓

### Compatibilidad Económica

Coste relativo del utillaje	Bajo
Coste relativo del equipamiento	Medio
Consumo de mano de obra	Bajo

### Atributos físicos y de calidad

Rango de espesores	0,5 - 25	mm
Tolerancia	0,1 - 0,5	mm
Rugosidad	0,8 - 6,3	µm
Rugosidad superficial (A=muy suave)	B	
Velocidad de corte	0,003 - 0,03	m/s
Anchura mínima de corte	0,075 - 0,4	mm

### Características de proceso

Procesos de conformado primario	✘
Procesos de mecanizado	✓
Procesos de corte	✓
Discreto	✓
Continuo	✓
Prototipado	✓

### Información de apoyo

#### Guías de diseño

El corte por chorro de agua (WJM) es particularmente adecuado para cortar materiales blandos y flexibles. El proceso ejerce fuerzas muy pequeñas en la pieza de trabajo, reduciendo al mínimo la necesidad de sujeción y la distorsión o daño, y dejando un borde de alta calidad. Casi no se genera calor por lo que no hay zona afectada térmicamente adyacente al corte. El mejor uso del WJM es en materiales con resistencias por debajo de los 80 MPa.

#### Aspectos técnicos

El fluido de corte es agua filtrada (para eliminar partículas en suspensión que causen el desgaste de la boquilla de zafiro) con aditivos, como la glicerina para control de flujo. El líquido se bombea con una bomba convencional de potencia de hasta 30 kW. Los flujos son relativamente bajos (hasta 7 litros/minuto) a pesar de la alta velocidad del chorro (entre 300 y 850 m/s). Las velocidades de corte dependen del espesor y de la dureza del material.

#### Usos típicos

Las principales aplicaciones del corte por chorro de agua (WJM) son las de cortar papel, cartón y otros embalajes. En la industria electrónica WJM se utilizan para cortar las placas de circuitos. A menor escala se utiliza para recortar los polímeros reforzados, caucho, cuero, tejidos con trama aleatoria, espumas poliméricas y alimentos. El corte por chorro de agua abrasivo (AWJM) puede cortar casi cualquier material. Es particularmente apto para cortar materiales no homogéneos, como los materiales compuestos o para el corte en metales cuando sus propiedades son especialmente sensibles a las altas temperaturas, a la acritud o al daño superficial producido por otras técnicas de corte.

#### Economía

El WJM es un proceso competitivo, rápido, limpio y con un coste relativamente bajo de equipamiento y herramientas.

#### Medio ambiente

El WJM es ecológicamente benigno desde muchos puntos de vista. No produce polvo, no hay peligro de incendio, y no hay agentes químicos agresivos. No obstante, los niveles de ruido superan las directrices de la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, lo que supone que deben llevarse protecciones auditivas.

## Embutición



## Descripción

## Figura



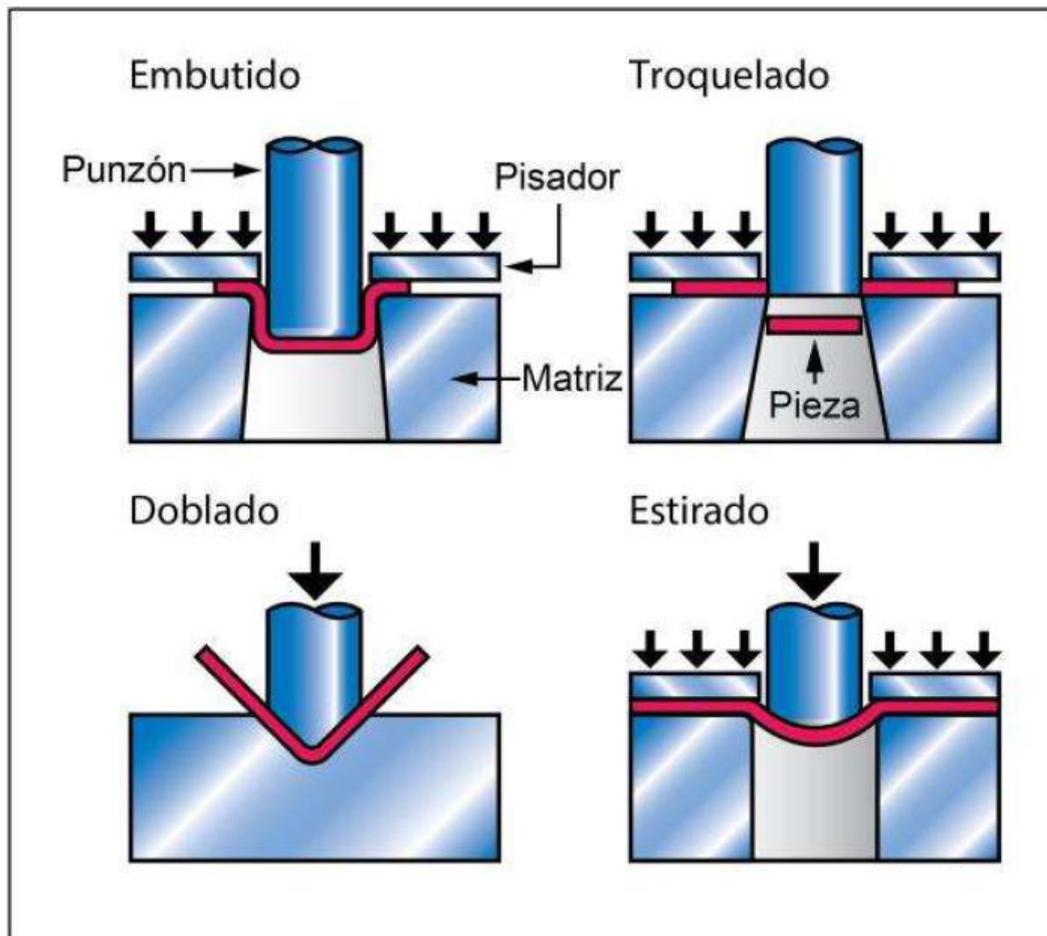
## Leyenda

1. Máquina plegadora © Metaveld BV en Wikimedia Commons (CC BY 3.0); 2. Doblado Bystronic © Bystronic en Wikimedia Commons (CC BY 2.5); 3. Latas fabricadas por embutición profunda © Byrev en Pixabay [Dominio público]

## Proceso

La estampación es un término genérico para una serie de procesos de conformado que implican matrices y prensas. Estos incluyen el embutido, trefilado, corte de precisión, doblado, y estirado realizados individualmente o de forma consecutiva para crear formas complejas de sección constante y espesor uniforme. Los troqueles progresivos permiten una serie de operaciones en la misma estación, incrementando la tasa de producción. Las herramientas son especializadas, por lo que los costes de utillaje son altos. La aplicación de la estampación se limita a materiales suministrados en forma de chapa.

## Esquema de proceso



Pie de figura

Operaciones de estampado

### Compatibilidad de Materiales

Metales - féreos	✓
Metales - no-féreos	✓

### Forma

Chapa	✓
Chapa corrugada	✓

### Compatibilidad Económica

Coste relativo del utillaje	Medio
Coste relativo del equipamiento	Medio
Consumo de mano de obra	Bajo
Lote económico (unidades)	1e3 - 1e8

### Atributos físicos y de calidad

Rango de masas	0,001 - 5	kg
Rango de espesores	0,2 - 5	mm



GRANTA EDUPACK

Tolerancia	0,1	-	0,8	mm
Rugosidad	0,5	-	12,5	µm
Rugosidad superficial (A=muy suave)	A			

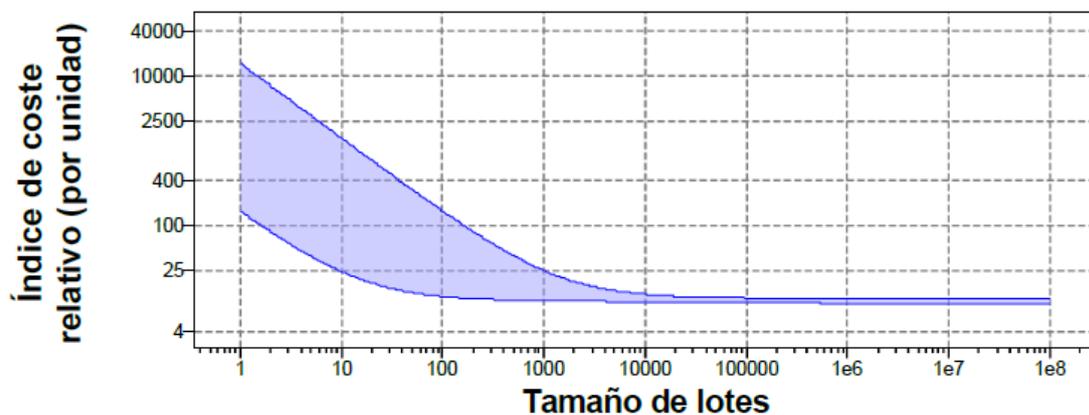
### Características de proceso

Procesos de conformado primario	✓
Procesos de mecanizado	✓
Procesos de corte	✓
Discreto	✓

### Modelo de coste y parámetros iniciales

Índice de coste relativo (por unidad)	10,1	-	25,5	EUR
---------------------------------------	------	---	------	-----

Parámetros: Coste en materiales = 7,21EUR/kg, Masa de la pieza = 1kg, Tamaño de lotes = 1e3, Tasa de costes indirectos = 135EUR/hr, Tasa de Descuento = 5%, Tiempo de amortización del capital = 5yrs, Factor de carga = 0,5



Tiempo de amortización del capital=5yrs, Longitud del componente=1m, Masa de la pieza=1kg, Tasa de Descuento=5%, Factor de carga=0,5, Coste en materiales=7,21EUR/kg, Tasa de costes indirectos=135EUR/hr

Repercusión del capital	7,39e3	-	7,39e4	EUR
Fracción de material usado	0,7	-	0,8	
Tasa de producción (unidades)	200	-	5e3	/hr
Coste del utillaje	148	-	1,48e4	EUR
Vida del utillaje (unidades)	1e4	-	1e6	

### Información de apoyo

#### Guías de diseño

Las piezas se forman a partir de láminas y lo hacen casi transversalmente por lo que mantienen constante el espesor de la sección (permitiendo el adelgazamiento causado por las operaciones de deformación). Un complejo entramado de formas es posible utilizando procesos secuenciales de estirado/doblado/estampado. Las formas con agujeros, rebajes, cavidades y secciones elevadas también son posibles.

#### Aspectos técnicos

La estampación de láminas se utiliza más comúnmente con los metales, especialmente los aceros, pero el Al, Cu, Ni, Zn, Mg y aleaciones de Ti pueden ser procesados. Láminas de materiales poliméricos y compuestos pueden ser moldeadas por eliminación y corte, pero las operaciones de extracción son menos comunes.

#### Usos típicos



GRANTA EDUPACK

## Estampación de láminas, Trefilado y Corte de precisión

Página 4 de 4

Soportes, diferentes piezas mecánicas, ollas, tazas, huecos de llaves, bisagras, lavadoras, piezas de relojes.

### **Economía**

Las matrices para forja tienen que ser fabricadas con materiales excepcionalmente duros, y son caras, lo que significa que son adecuadas únicamente para grandes lotes.

### **Medio ambiente**

No implica daños ambientales en particular.

### **Enlaces**

Referencias

Universo Materiales

# Anexo 4: Piezas comerciales

## Tornillería

**Tornillo Allen de cabeza avellanada RS PRO, M3 x 10mm, paso de rosca 0.5mm, de Acero Inoxidable**



**20 Entrega en 24 horas**  
 19 Disponible para entrega en 24/48 horas  
 198 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Bolsa(s) **Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock **Añadir a una lista de materiales**

Precio 1 Caja de 50  
**12,55 €** (exc. IVA) **15,19 €** (inc. IVA)

Caja(s)	Por Caja	Por unidad*
1-4	12,55 €	0,251 €
5-9	11,95 €	0,239 €
10-29	11,31 €	0,226 €
30+	10,54 €	<b>0,211 €</b>

\*precio indicativo

**Documentación Técnica**

- Fijaciones Guía de Selección V1
- Datasheet
- Fasteners Selection Guide 56 Pages
- Hex Key Chart

**Tornillo de cabeza cilíndrica con huella ranurada RS PRO M3 x 20mm, paso de rosca 0.5mm, de Acero Galvanizado brillante**



**65 Disponible para entrega en 24/48 horas**  
 79 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Bolsa(s) **Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock **Añadir a una lista de materiales**

Precio 1 Bolsa de 100  
**5,06 €** (exc. IVA) **6,12 €** (inc. IVA)

Bolsa(s)	Por Bolsa	Por unidad*
1-4	5,06 €	0,051 €
5-9	4,82 €	0,048 €
10-29	4,54 €	0,045 €
30+	4,26 €	<b>0,043 €</b>

\*precio indicativo

**Documentación Técnica**

- Fijaciones Guía de Selección V1
- Datasheet
- Fasteners Selection Guide 56 Pages

**Tornillo de cabeza alomada con huella Pozidriv RS PRO M2 x 10mm, paso de rosca 0.4mm, de Acero Galvanizado brillante**



**30 Entrega en 24 horas**  
 38 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Bolsa(s) **Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock **Añadir a una lista de materiales**

Precio 1 Bolsa de 100  
**4,37 €** (exc. IVA) **5,29 €** (inc. IVA)

Bolsa(s)	Por Bolsa	Por unidad*
1-4	4,37 €	0,044 €
5-9	4,15 €	0,042 €
10-29	3,92 €	0,039 €
30+	3,67 €	<b>0,037 €</b>

\*precio indicativo

**Los clientes también vieron**



**Tornillo de cabeza avellanada con huella Pozidriv RS PRO M2 x 4mm, paso de rosca 0.4mm, de Acero Inoxidable**



**78 Entrega en 24 horas**  
 62 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Bolsa(s) **Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock **Añadir a una lista de materiales**

Precio 1 Bolsa de 100  
**7,88 €** (exc. IVA) **9,53 €** (inc. IVA)

Bolsa(s)	Por Bolsa	Por unidad*
1-4	7,88 €	0,079 €
5-9	7,50 €	0,075 €
10-29	7,10 €	0,071 €
30+	6,63 €	<b>0,066 €</b>

\*precio indicativo

**Los clientes también vieron**



**Tornillo de cabeza alomada con huella Pozidriv RS PRO M3 x 6mm, paso de rosca 0.5mm, de Acero Galvanizado brillante**



**74 Entrega en 24 horas**  
 213 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Bolsa(s) **Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock **Añadir a una lista de materiales**

Precio 1 Bolsa de 100  
**3,19 €** (exc. IVA) **3,86 €** (inc. IVA)

Bolsa(s)	Por Bolsa	Por unidad*
1-4	3,19 €	0,032 €
5-9	3,04 €	0,03 €
10-29	2,87 €	0,029 €
30+	2,68 €	<b>0,027 €</b>

\*precio indicativo

**Los clientes también vieron**



**Tornillo de cabeza alomada con huella Pozidriv RS PRO M5 x 10mm, paso de rosca 0.8mm, de Acero Inoxidable**



**10 Disponible para entrega en 24/48 horas**  
 71 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Bolsa(s) **Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock **Añadir a una lista de materiales**

Precio 1 Bolsa de 100  
**22,89 €** (exc. IVA) **27,70 €** (inc. IVA)

Bolsa(s)	Por Bolsa	Por unidad*
1-4	22,89 €	0,229 €
5-9	21,74 €	0,217 €
10-29	20,59 €	0,206 €
30+	19,20 €	<b>0,192 €</b>

**Documentación Técnica**

- Fijaciones Guía de Selección V1
- Ficha técnica RS PRO
- Fasteners Selection Guide 56 Pages
- RS PRO Datasheet

### Perno hexagonal Plano, Acero Inoxidable, M5 x 30mm

Código RS: 520-100 Fabricante: RS PRO

**0 Disponible para entrega en 24/48 horas**  
37 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Bolsa(s)

**Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock [Añadir a una lista de materiales](#)

Precio 1 Bolsa de 100  
**24,28 €** (exc. IVA) **29,38 €** (inc. IVA)

Bolsa(s)	Por Bolsa	Por unidad*
1 - 4	24,28 €	0,243 €
5 - 9	23,07 €	0,231 €
10 - 29	21,84 €	0,218 €
30 +	20,40 €	<b>0,204 €</b>

[Ver todo Pernos Hexagonales](#)

Los clientes también vieron

## Rodamientos

Rodamiento de bolas Rodamiento de bolas de ranura profunda de fila única RS PRO de Acero , Ø int. 25mm, Ø ext. 47mm,

Código RS: 619-0446 | N° ref. fabric.: 6005-2RS | Fabricante: RS PRO

Rodamiento de bolas Rodamiento de bolas de ranura profunda de fila única RS PRO de Acero , Ø int. 5mm, Ø ext. 16mm,

Código RS: 188-3316 | N° ref. fabric.: 625-2Z/C3 | Fabricante: RS PRO

**51 Entrega en 24 horas**  
193 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 Unidades

**Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock [Añadir a una lista de materiales](#)

Precio Unidad  
**4,55 €** (exc. IVA) **5,51 €** (inc. IVA)

unidades	Por unidad
1 - 4	4,55 €
5 - 9	4,45 €
10 +	<b>4,36 €</b>

[Ver todo Rodamientos de Bola](#)

Documentación Técnica

[Ficha de Datos RS PRO](#) [Range Overview](#)

**59 Disponible para entrega en 24/48 horas**  
244 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 unidades

**Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock [Añadir a una lista de materiales](#)

Precio Unidad  
**1,70 €** (exc. IVA) **2,06 €** (inc. IVA)

unidades	Por unidad
1 - 4	1,70 €
5 - 9	1,67 €
10 +	<b>1,63 €</b>

[Ver todo Rodamientos de Bola](#)

Documentación Técnica

[RS PRO Datasheet](#)

## Separadores hexagonales

Separador roscado hexagonal Macho/Hembra Wurth Elektronik, M2, long. 20mm, de Latón

Código RS: 205-2888 | N° ref. fabric.: 971200244 | Fabricante: Wurth Elektronik

Separador roscado hexagonal Macho/Hembra Wurth Elektronik, M3, long. 27mm, de Acero

Código RS: 176-8270 | N° ref. fabric.: 971270321 | Fabricante: Wurth Elektronik

**Temporalmente fuera de stock. Disponible a partir del 16/11/2023, con entrega en 4 día(s) laborable(s).**

1000+ unidades

**Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

[Añadir a una lista de materiales](#)

Precio unitario (En una caja de 1000)  
**0,581 €** (exc. IVA) **0,703 €** (inc. IVA)

unidades	Por unidad	Por Caja*
1000 +	<b>0,581 €</b>	581,00 €

[Ver todo Separadores](#)

Los clientes también vieron

**Temporalmente fuera de stock. Disponible a partir del 18/10/2023, con entrega en 4 día(s) laborable(s).**

10 unidades

**Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

[Añadir a una lista de materiales](#)

Precio unitario (Suministrado en múltiplos de 10)  
**0,641 €** (exc. IVA) **0,776 €** (inc. IVA)

unidades	Por unidad	Por Pack*
10 - 10	0,641 €	6,41 €
20 - 40	0,593 €	5,93 €
50 - 90	0,536 €	5,36 €
100 - 240	0,492 €	4,92 €
250 +	<b>0,439 €</b>	4,39 €

[Ver todo Separadores](#)

Los clientes también vieron

## Prensaestopas

### Prensaestopas RS PRO de Nylon 66 Negro, rosca PG16, contratuerca incluida, IP68



Código RS: 822-9681 | Fabricante: RS PRO



250 Disponible para entrega en 24/48 horas

10 unidades

Añadir

Entrega GRATUITA para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock

Añadir a una lista de materiales

Precio unitario (Suministrado en múltiplos de 10)

2,09 € (exc. IVA)

2,53 € (inc.IVA)

unidades	Por unidad	Por Pack*
10 - 90	2,09 €	20,90 €
100 - 190	2,008 €	20,08 €
200 - 290	1,943 €	19,43 €
300 - 390	1,839 €	18,39 €
400 +	1,795 €	17,95 €

Ver todo Prensaestopas

Los clientes también vieron



## LEDs

### Tira de LED flexible RS PRO, 24V, color Rojo, tira de 1 m x 8mm, 60 leds/m, IP20

Código RS: 153-3645 | Fabricante: RS PRO



6 Disponible para entrega en 24/48 horas

10 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 unidades

Añadir

Entrega GRATUITA para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock

Añadir a una lista de materiales

Precio Unidad

15,37 € (exc. IVA)

18,60 € (inc.IVA)

unidades	Por unidad
1 - 1	15,37 €
2 - 4	14,42 €
5 +	13,55 €

Ver todo Tiras de LED

Los clientes también vieron



### LED ams OSRAM CHIP LED 0805, Verde, 570 nm, Vf= 2.2 V, 0.065 lm, 160 °, mont. superficial, encapsulado 2012 (0805)

Código RS: 654-5773 | Nº ref. fabric.: LG R971 | Fabricante: ams OSRAM



1150 Entrega en 24 horas

550 Disponible para entrega en 24/48 horas

50 unidades

Añadir

Entrega GRATUITA para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock

Añadir a una lista de materiales

Precio unitario (Suministrado en múltiplos de 50)

0,151 € (exc. IVA)

0,183 € (inc.IVA)

unidades	Por unidad	Por Pack*
50 - 750	0,151 €	7,55 €
800 - 1950	0,127 €	6,35 €
2000 +	0,104 €	5,15 €

Ver todo LEDs

Los clientes también vieron



## Cables



### Cable eléctrico LEXMAN H07V-K azul 4 mm² 25 m

Envío gratis en pedidos >10€

16,99 € /rollo

Ver condiciones envío estándar GRATIS >10€

Vendido y enviado por LEROY MERLIN

Cantidad

1 unidades

Añadir al carrito

Compra en tienda

Selecciona tu tienda para consultar el stock disponible

Selecciona una tienda

Compra online

Envío estándar en 24h laborables o domingo desde 3,90 €

Elaboración de pedidos de lunes a viernes y sábados, los pedidos a partir de lunes se procesan el día siguiente al día de recepción de la orden. Los pedidos de domingo se procesan el día siguiente al día de recepción de la orden.

¿Necesitas ayuda para comprar este producto?

Llámanos al 910 49 99 99 y compra de la mano de un experto. Te asesoramos, gestionamos tu pedido y el envío de forma rápida y segura. ¡Por favor, elabóralo de día >10€



### Cable LEXMAN H07V-K azul 1,5 mm² 20 m

Envío gratis en pedidos >10€

10,29 € /rollo

Ver condiciones envío estándar GRATIS >10€

Vendido y enviado por LEROY MERLIN

Cantidad

1 unidades

Añadir al carrito

Compra en tienda

Selecciona tu tienda para consultar el stock disponible

Selecciona una tienda

Compra online

Envío estándar en 24h laborables o domingo desde 3,90 €

Elaboración de pedidos de lunes a viernes y sábados, los pedidos a partir de lunes se procesan el día siguiente al día de recepción de la orden. Los pedidos de domingo se procesan el día siguiente al día de recepción de la orden.

¿Necesitas ayuda para comprar este producto?

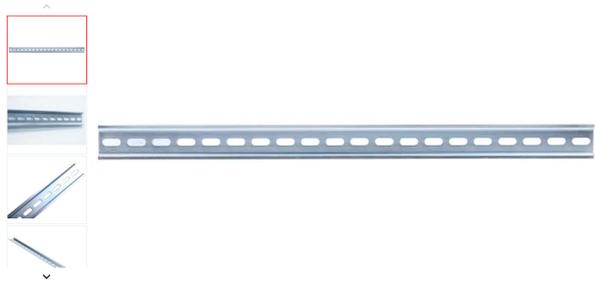
Llámanos al 910 49 99 99 y compra de la mano de un experto. Te asesoramos, gestionamos tu pedido y el envío de forma rápida y segura. ¡Por favor, elabóralo de día >10€

## Carril DIN

## Carril DIN Perforado de Acero RS PRO, dim. 500mm x 35mm x 7.5mm, rail simétrico

RS PRO

Código RS: 467-406 | Fabricante: RS PRO



77 Entrega en 24 horas

741 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 unidades

**Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock [Añadir a una lista de materiales](#)

Precio Unidad  
**5,09 €** (exc. IVA) **6,16 €** (inc. IVA)

unidades	Por unidad
1 - 14	5,09 €
15 - 24	4,82 €
25 +	4,65 €

Ver todo Carriles DIN

Los clientes también vieron

## Conector y cable de carga

Cable de carga para vehículo eléctrico de Modo 3 RS PRO, monofásico, conector Tipo 2, long. 5m, 16 A, 0,5 mm<sup>2</sup>, 2,5 mm<sup>2</sup>

RS PRO

Código RS: 177-4436 | Fabricante: RS PRO



3 Disponible para entrega en 24/48 horas

10 Disponible para entrega en 24/48 horas

1 unidades

**Añadir**

Entrega **GRATUITA** para pedidos superiores a 80,00 €

Disponibilidad de stock [Añadir a una lista de materiales](#)

Precio Unidad  
**133,29 €** (exc. IVA) **161,28 €** (inc. IVA)

unidades	Por unidad
1 - 4	133,29 €
5 - 9	125,83 €
10 - 24	121,16 €
25 - 49	115,96 €
50 +	111,03 €

Ver esta categoría

Los clientes también vieron



## Componentes eléctricos

### RCCB

Bricolaje > Suministros eléctricos > Cuadros de distribución



### Tipo B Rccb Disyuntor de corriente residual 10ka 4 polos 40a 30ma Rcd Elcb Ekl1-63 Tipo B Rcd Leaka

Marca: Unbranded

Precio: 119,00 €

**Klarna.** Paga en 3 plazos de 39,66€ sin intereses (0% TAE). [Más información](#)

### Contactor



### Contactor MAXGE 2P-63A-230V AC

Ref: 67229 / EPC1-63-230

25,95 €

21% IVA incluido.

Compra ahora y paga más tarde [Ver más](#)

Elige Número de Contactos:

1NC+1NO  
En Stock, envío de 5 a 9 días

2NO  
En Stock, envío a partir del 06/10/2023

2NC  
En Stock, envío de 5 a 9 días

### Controlador



### Cable Version

Applicable to charging point of cable version

53,06€ ~~88,42€~~ -40%

Precio con IVA incluido

ETEK Evse controlador de protocolo electrónico EPC Controller EV estación de carga, toma de Cable 32A AC 240V ekep2

★★★★★ 4.8 38 valoraciones | 173 Vendidos

Descuento cupón

0,97€ off  
en pedidos +0,98€

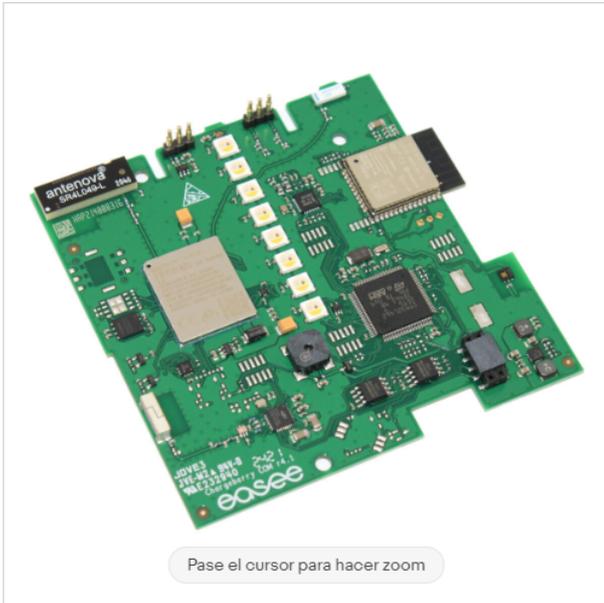
Color: Cable Version



Más información sobre el precio ⓘ

## Componentes electrónicos

### PCB



### Placa PCB Easee Chargeberry Wallbox LED para base de carga, pieza de repuesto R4.1

Condición: Nuevo

Cantidad:  44 disponibles

Precio: **37,96€**

Compre ya

Añadir al carrito

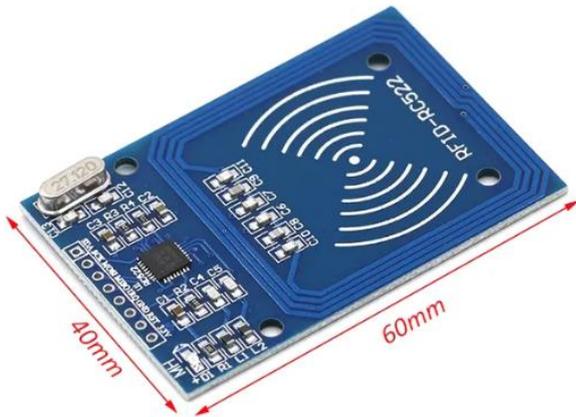
♥ Mira este artículo

↻ Respira fácil. Se aceptan devoluciones.

Gastos de envío: **No publica en España** . [Ver detalles](#)  
Ubicado en: Colonia / Bonn, Alemania

Entrega: Varía

### NFC



**MFRC-522 Module**

**0,90€** ~~1,00€~~ -10%

Precio con IVA incluido

Módulo NFC RFID RC522 MFRC-522, PN532, RDM6300, S50, 13,56 Mhz, 125Khz, 6cm, con etiquetas SPI, escritura y lectura para arduino uno 2560

12 Vendidos

Descuento cupón

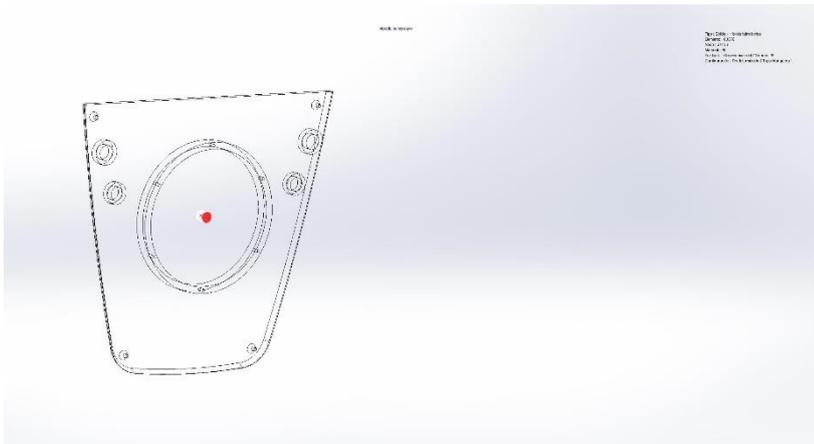
**9,71€ off**  
en pedidos +279,65€

Color: MFRC-522 Module



Más información sobre el precio ⓘ

## Anexo 5: Informe simulación CAM Inyección



### Introducción

## Simulación inyección tapa trasera

**Fecha:** 11/10/2023

**Diseñador:** Alejandro López

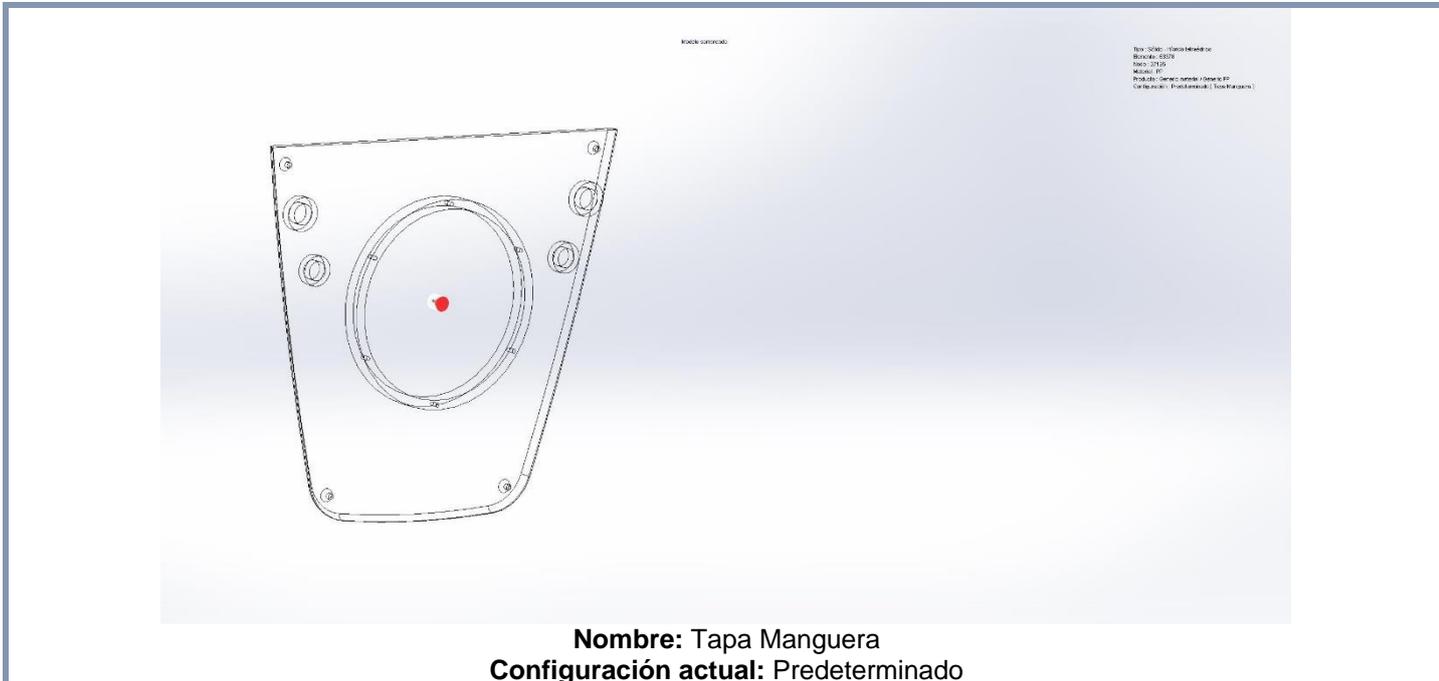
**Análisis:** Sólido/ Modelo Totalmente Sólido

### Tabla de contenidos

Introducción	187
Informaciones modelo	188
Propiedades de material	189
Parámetros del proceso	190
Resultados de llenado	191
Resultados de empaquetado	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Resultados de refrigeración	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Resultados de deformación	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Trazado X-Y	196
Conclusión:	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## Informaciones modelo

Comentarios:

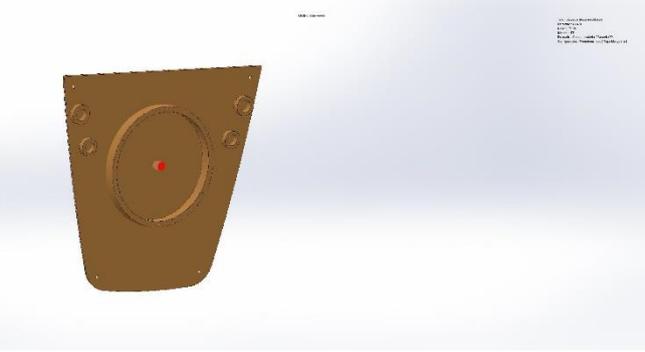


<b>Nombre</b>	Predeterminado
<b>Tipo</b>	Sólido
<b>Elemento</b>	63378
<b>Nodo</b>	27126
<b>Volumen</b>	156.15 (cm <sup>3</sup> )
<b>Masa</b>	142.99 (G)
<b>Dimensiones</b>	215.48 (mm) x 200.00 (mm) x 14.00 (mm)

## Propiedades de material

Comentarios:

### Polímero

Referencia de modelo	Propiedades
	<p> <b>Nombre de material</b> PP  <b>Nombre del producto</b> Generic material / Generic PP  <b>Temperatura del material</b> 230.00 °C  <b>Temperatura del molde</b> 50.00 °C  <b>Temperatura de eyección</b> 95.00 °C  <b>Temperatura de transición</b> 135.00 °C  <b>Calor específico</b> 3.100000e+07 erg/(g-C)  <b>Conductividad</b> 1.500000e+04 erg/(sec-cm-K)  <b>Módulo de elasticidad</b> 1.350000e+10 dyne/cm2  <b>Coefficiente de Poisson</b> 4.000000e-01         </p>

## Parámetros del proceso

Comentarios:

### Ajustes de llenado

<b>Tiempo de llenado</b>	0.1 sec
<b>Temperatura Fusión Material Principal</b>	230 °C
<b>Temperatura pared molde</b>	50 °C
<b>Presión máxima de inyección</b>	100 MPa
<b>Límite de flujo</b>	400 cc/s
<b>Punto de cambio de llenado/empaquetado (% de volumen de llenado)</b>	95 %

<b>Tiempo de mantenimiento de la presión</b>	8.139 sec
--	-----------

<b>Tiempo Total de la Etapa de Empaquetado</b>	64.813 sec
--	------------

<b>Tiempo de llenado automático (1: Sí, 0: No)</b>	0
--	---

<b>Tiempo de empaquetado automático (1: Sí, 0: No)</b>	1
<b>Análisis de ventilación (1: Sí, 0: No)</b>	0
<b>Presión Inicial del Aire de la Cavidad</b>	0.101 MPa
<b>Temperatura Inicial del Aire de la Cavidad</b>	30 °C
<b>Criterios de temperatura para llenado incompleto (1: Sí, 0: No)</b>	1
<b>Criterios de temperatura para llenado incompleto</b>	135 °C
<b>Límite de fuerza de cierre</b>	100 Tonne
<b>2.º Límite de presión de inyección de material</b>	100 MPa
<b>2.º Límite de flujo de inyección de material</b>	194 cc/s
<b>2.º Punto de cambio de llenado/empaquetado de material (% de volumen de llenado)</b>	100 %
<b>2.º Tiempo de mantenimiento de la presión del material</b>	10 sec

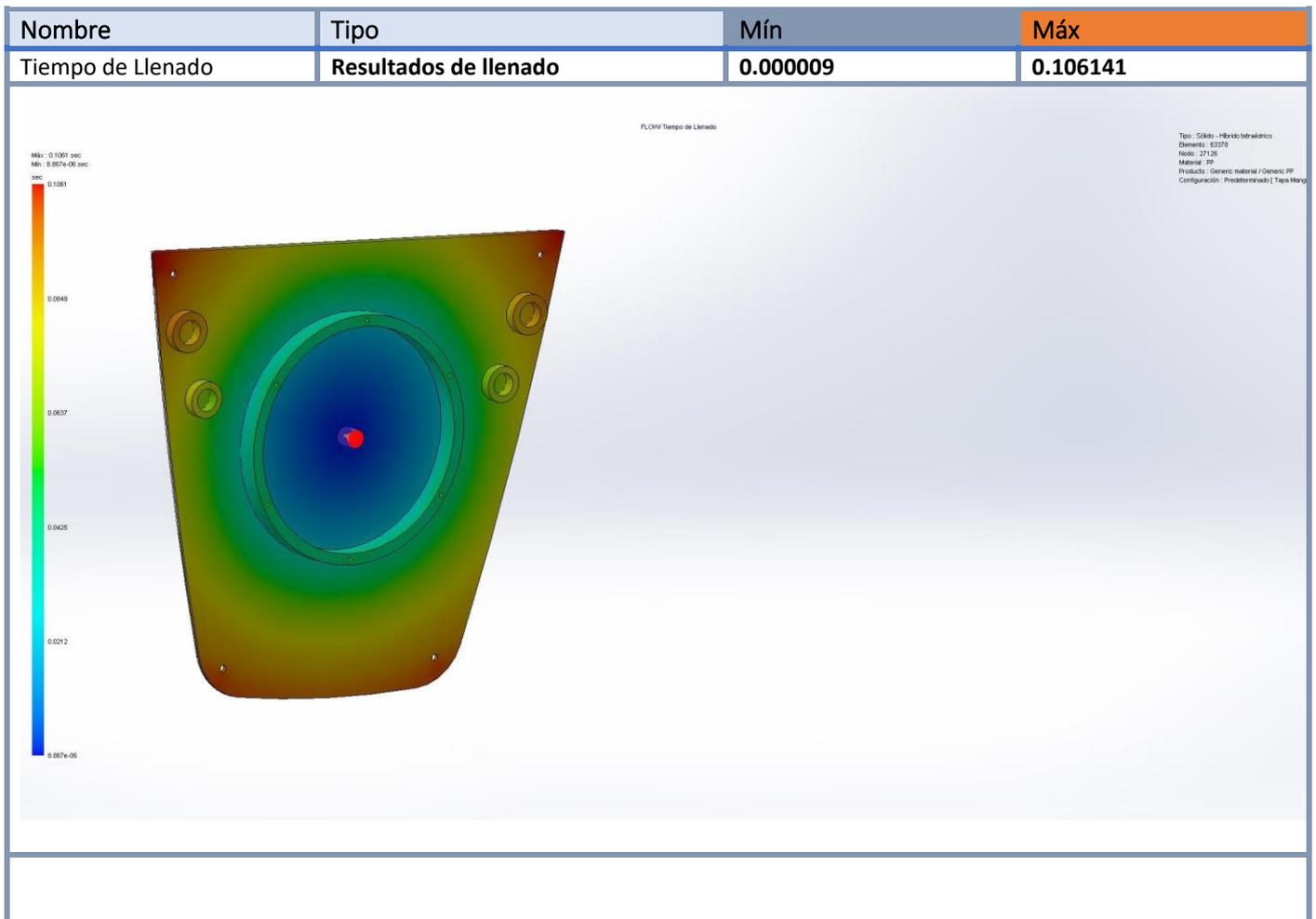
<b>Tiempo total del segundo material en la etapa de empaquetado</b>	20 sec
---	--------

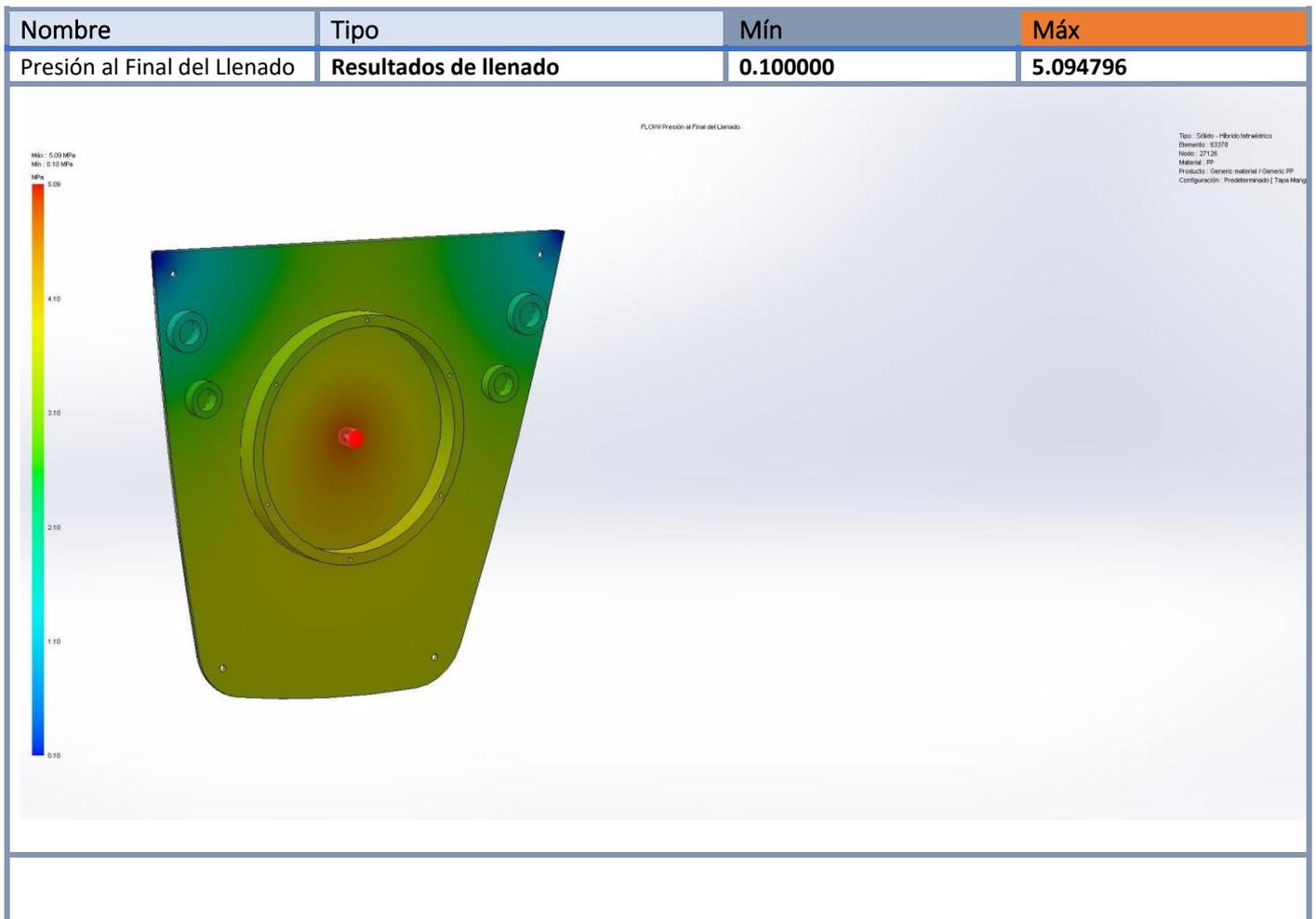
## Resultados de llenado

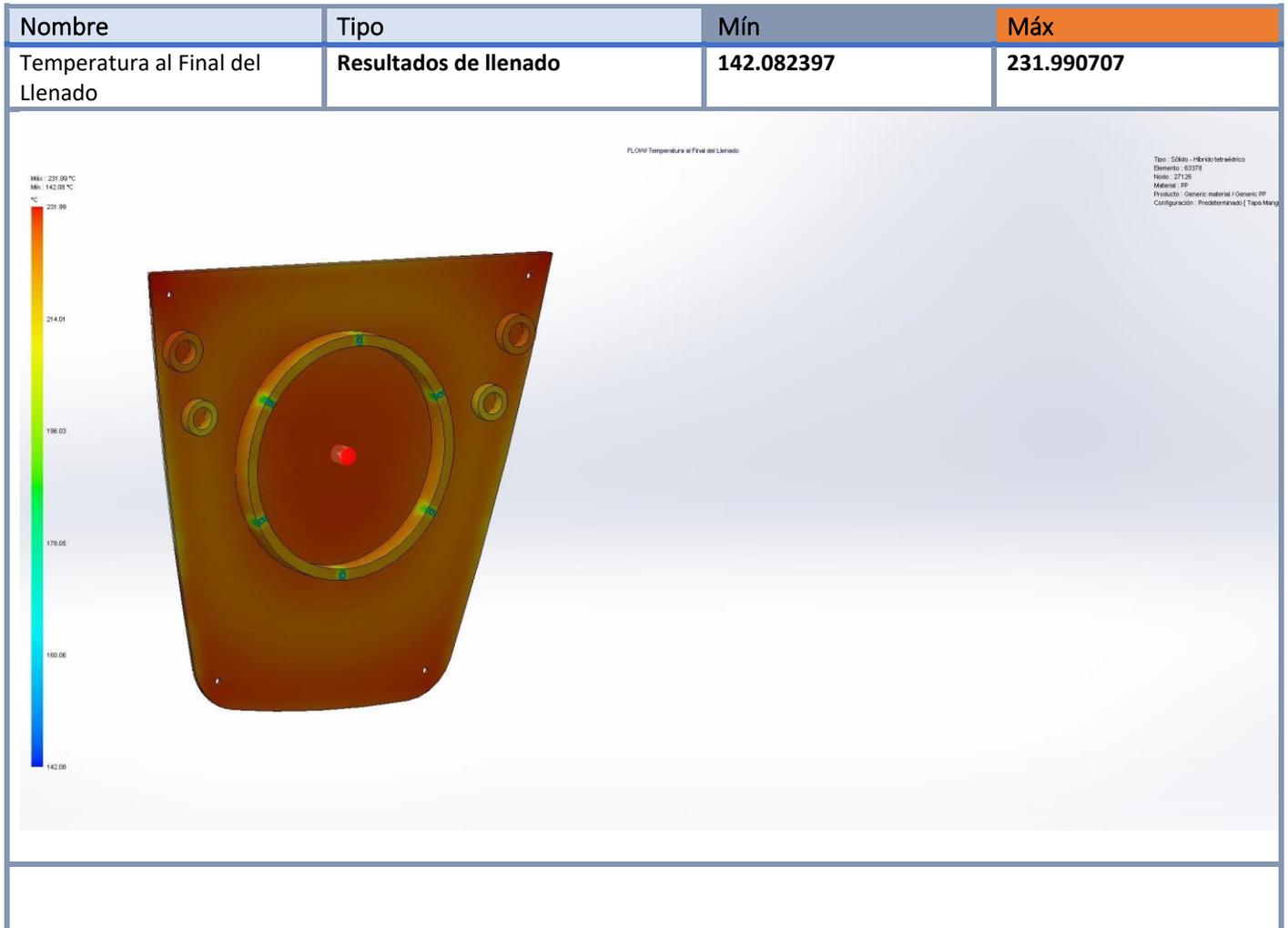
Comentarios:

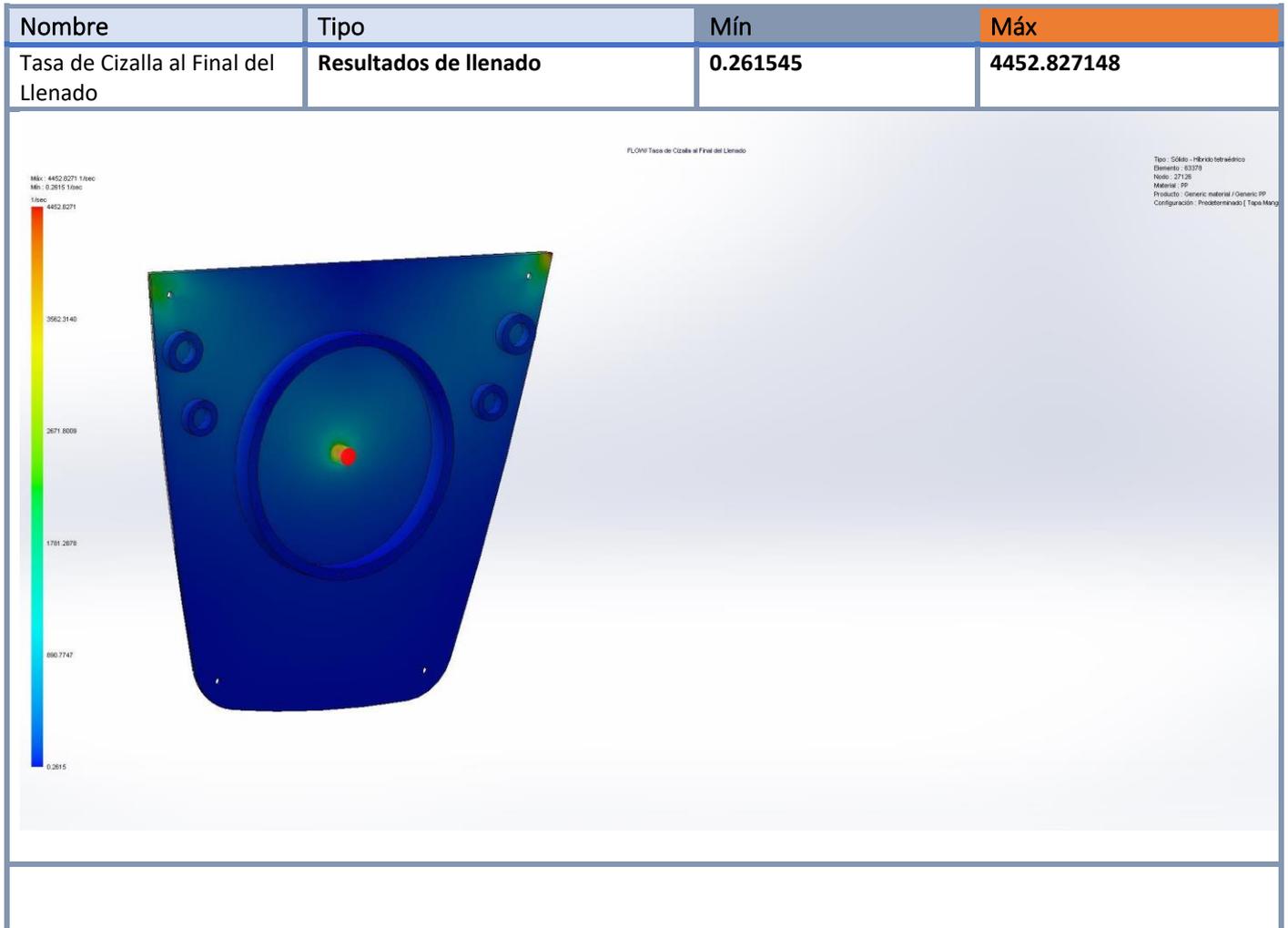
### Resumen de llenado

<b>Fuerza de Cierre X-dir.</b>	1.0067 Tonne
<b>Fuerza de Cierre Y-dir.</b>	1.0171 Tonne
<b>Fuerza de Cierre Z-dir.</b>	10.1711 Tonne
<b>Presión de inyección Requerida</b>	5.0948 Mpa
<b>Temperatura real máxima</b>	232.1407 °C
<b>Temperatura ponderada máxima</b>	232.2102 °C
<b>Tensiones de Cizalla Máx</b>	0.0951 Mpa
<b>Tasa de Cizalla Máx</b>	4452.8270 1/sec
<b>Tiempo de CPU</b>	4252.80 sec
<b>Tiempo de ciclo</b>	60.21 sec
<b>  - 1. Tiempo de llenado</b>	0.11 sec
<b>  - 2. Tiempo de Refrigeración</b>	55.11 sec
<b>  - 3. Tiempo de Apertura Molde</b>	5.00 sec





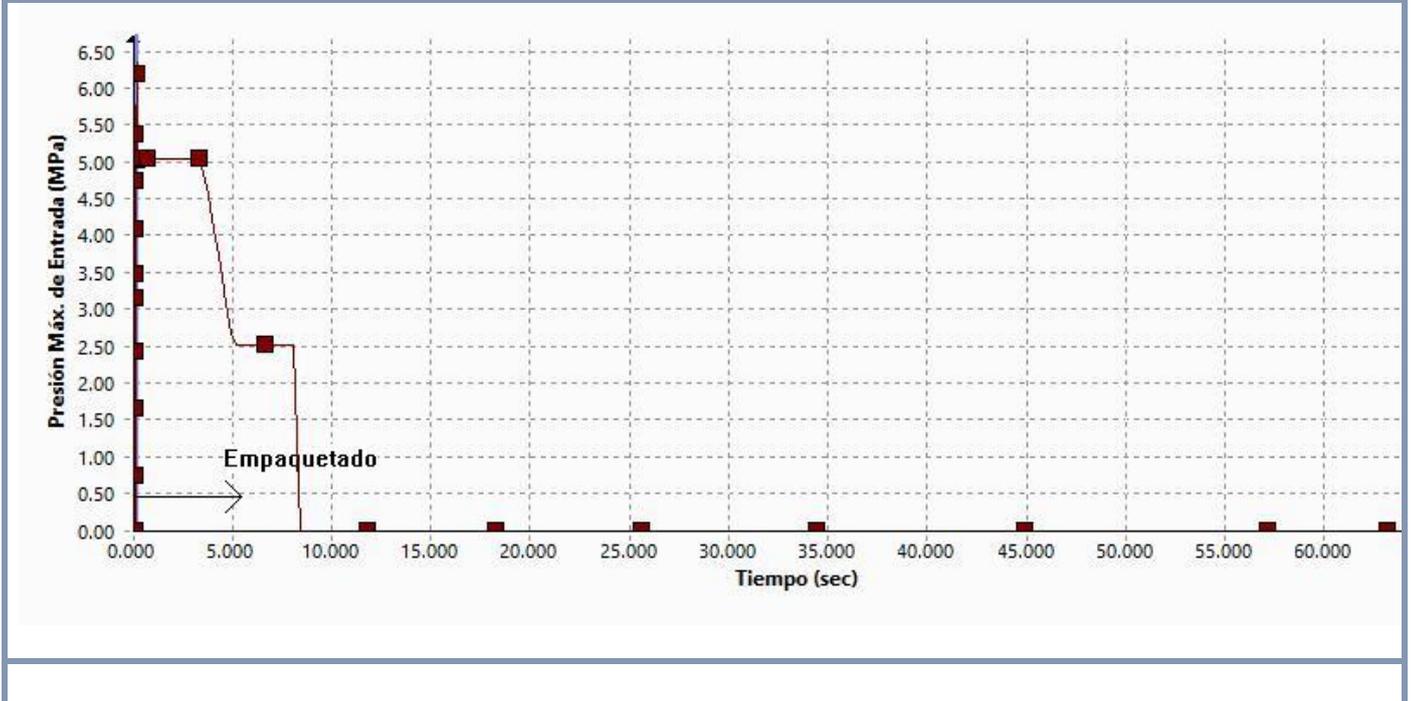


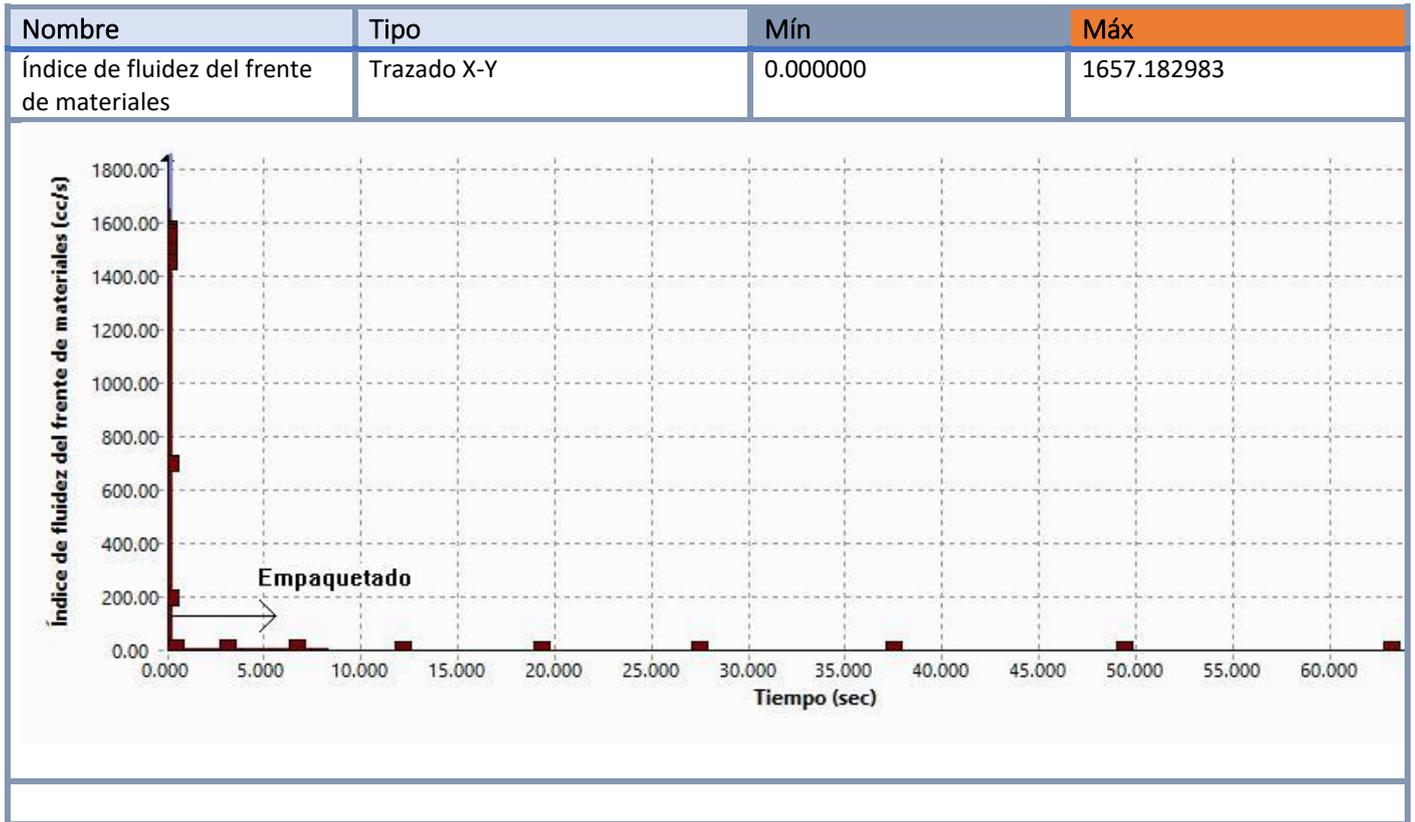


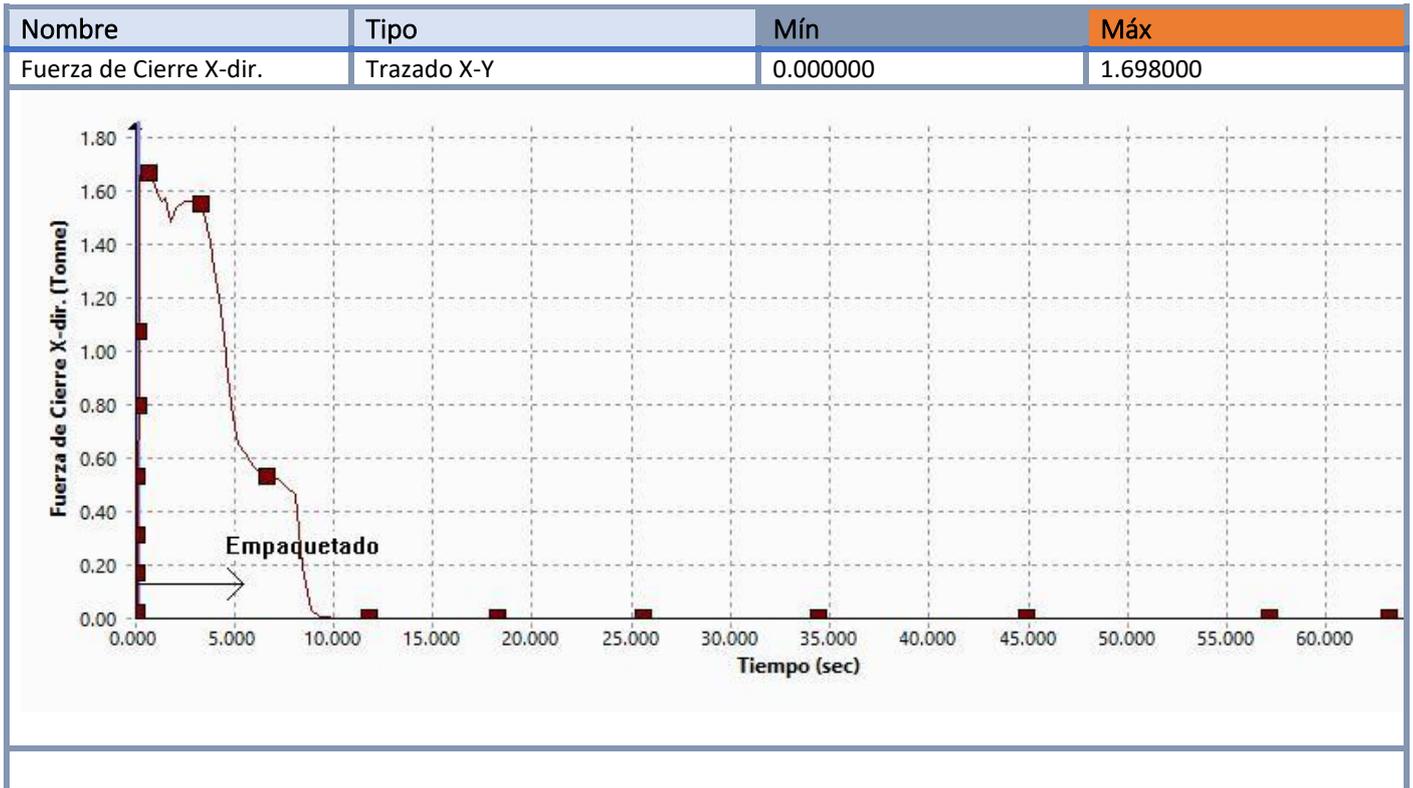
## Trazado X-Y

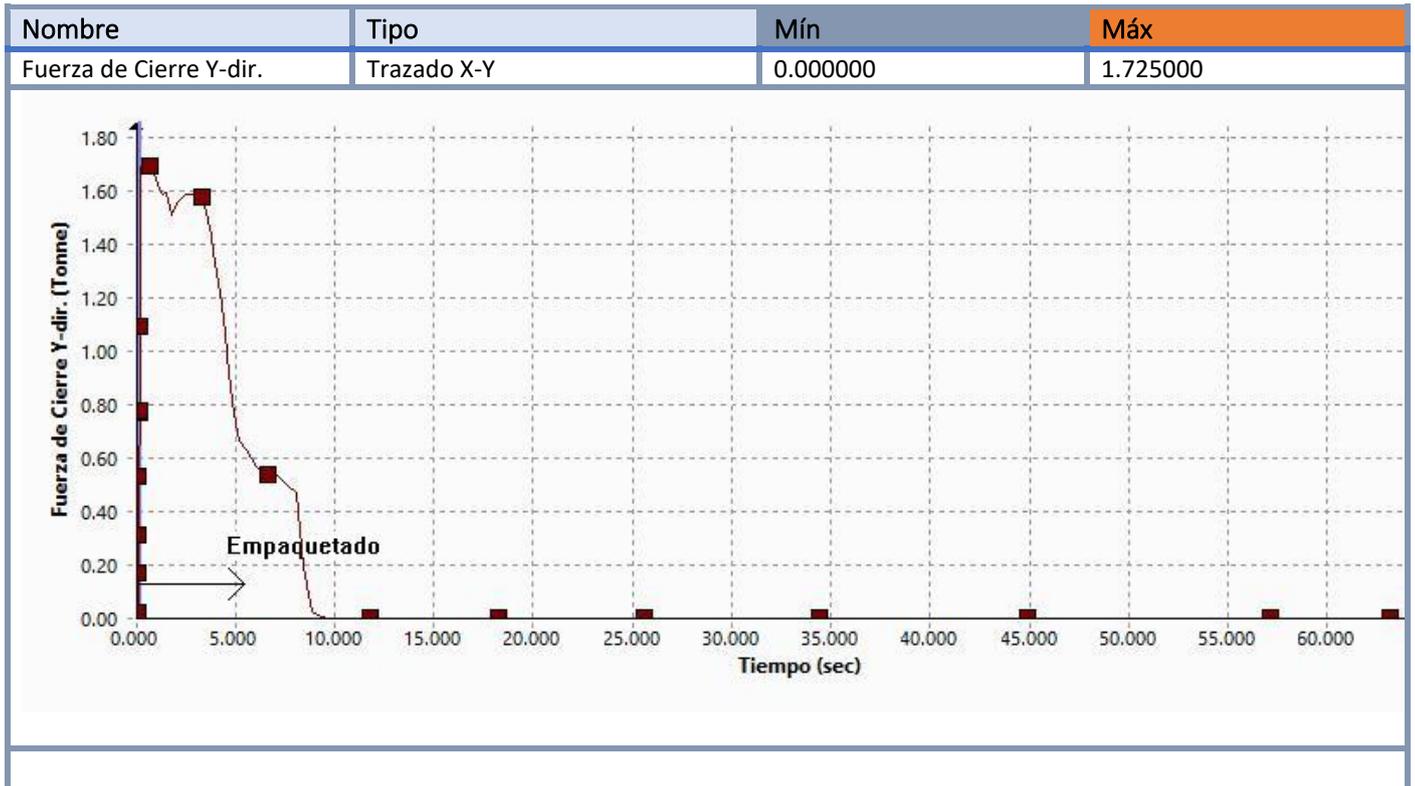
Comentarios:

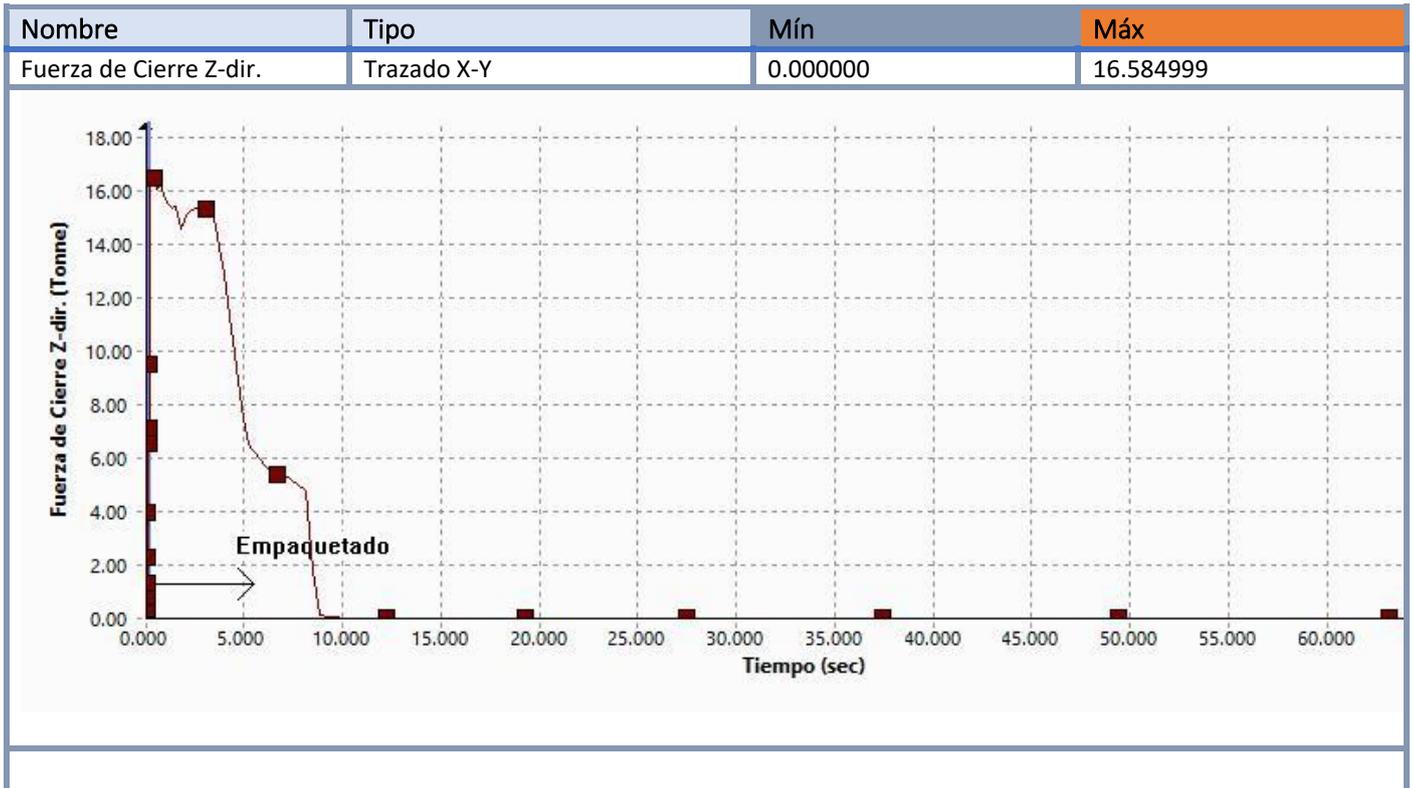
Nombre	Tipo	Mín	Máx
Presión Máx. de Entrada	Trazado X-Y	0.000000	6.352000

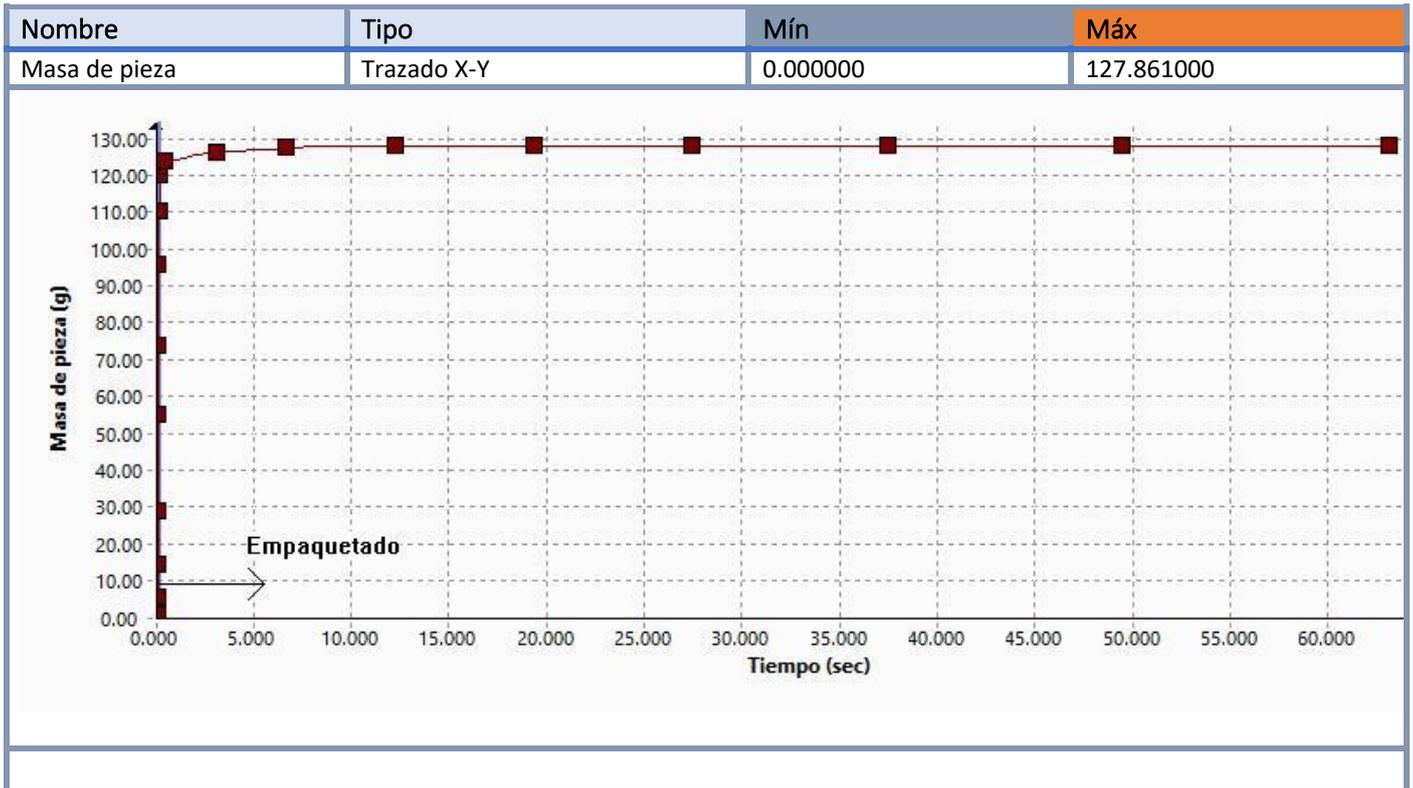






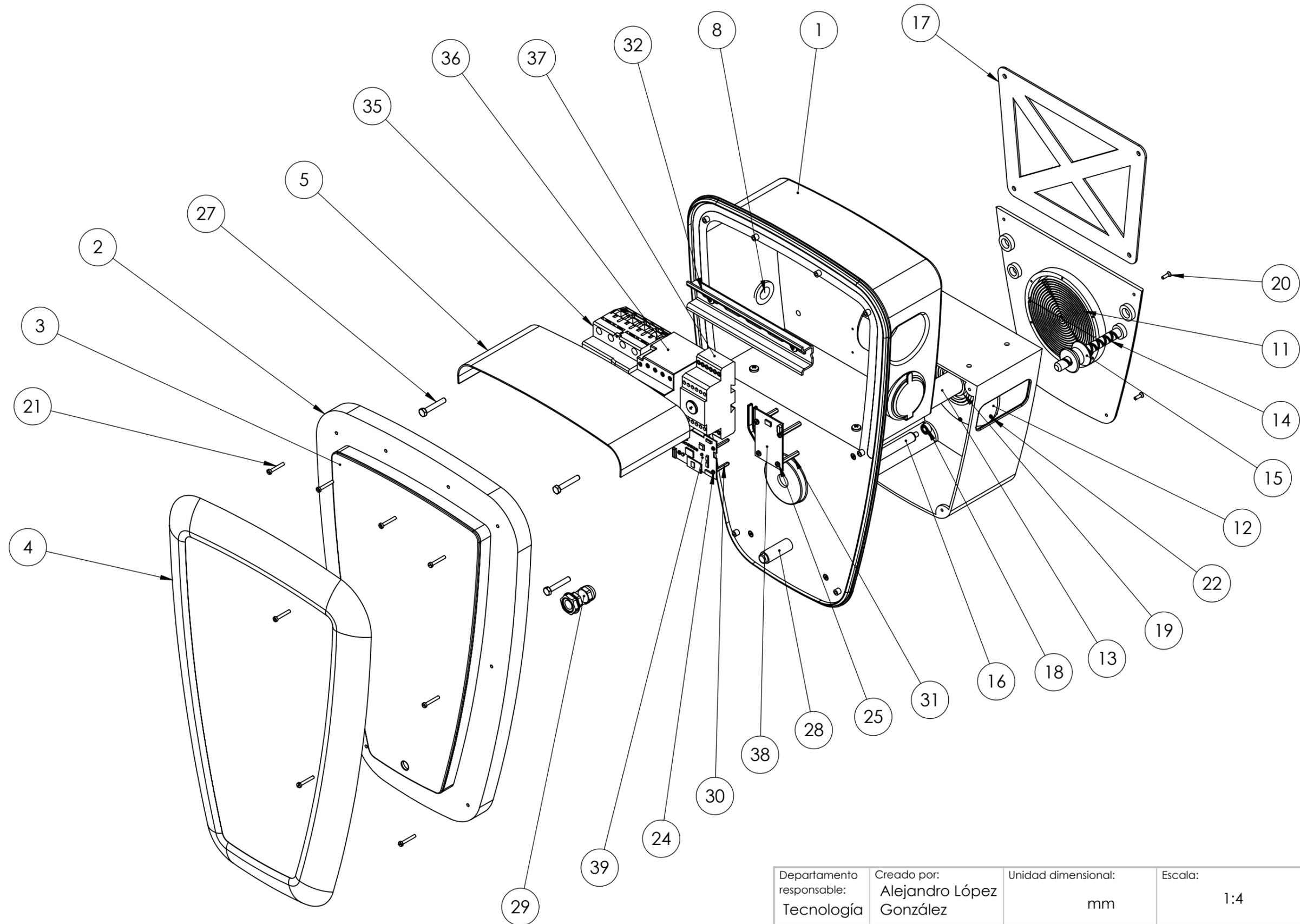




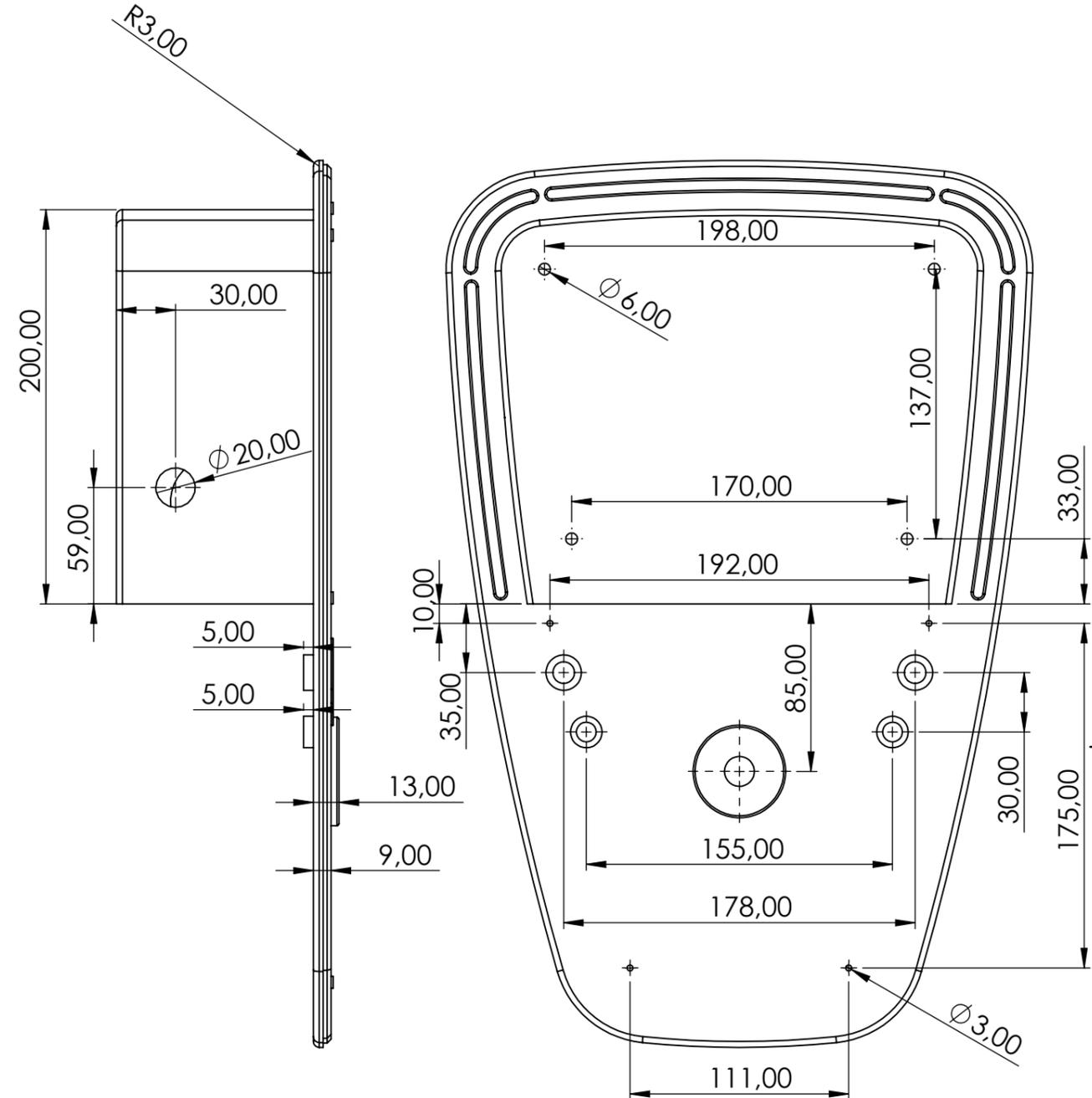
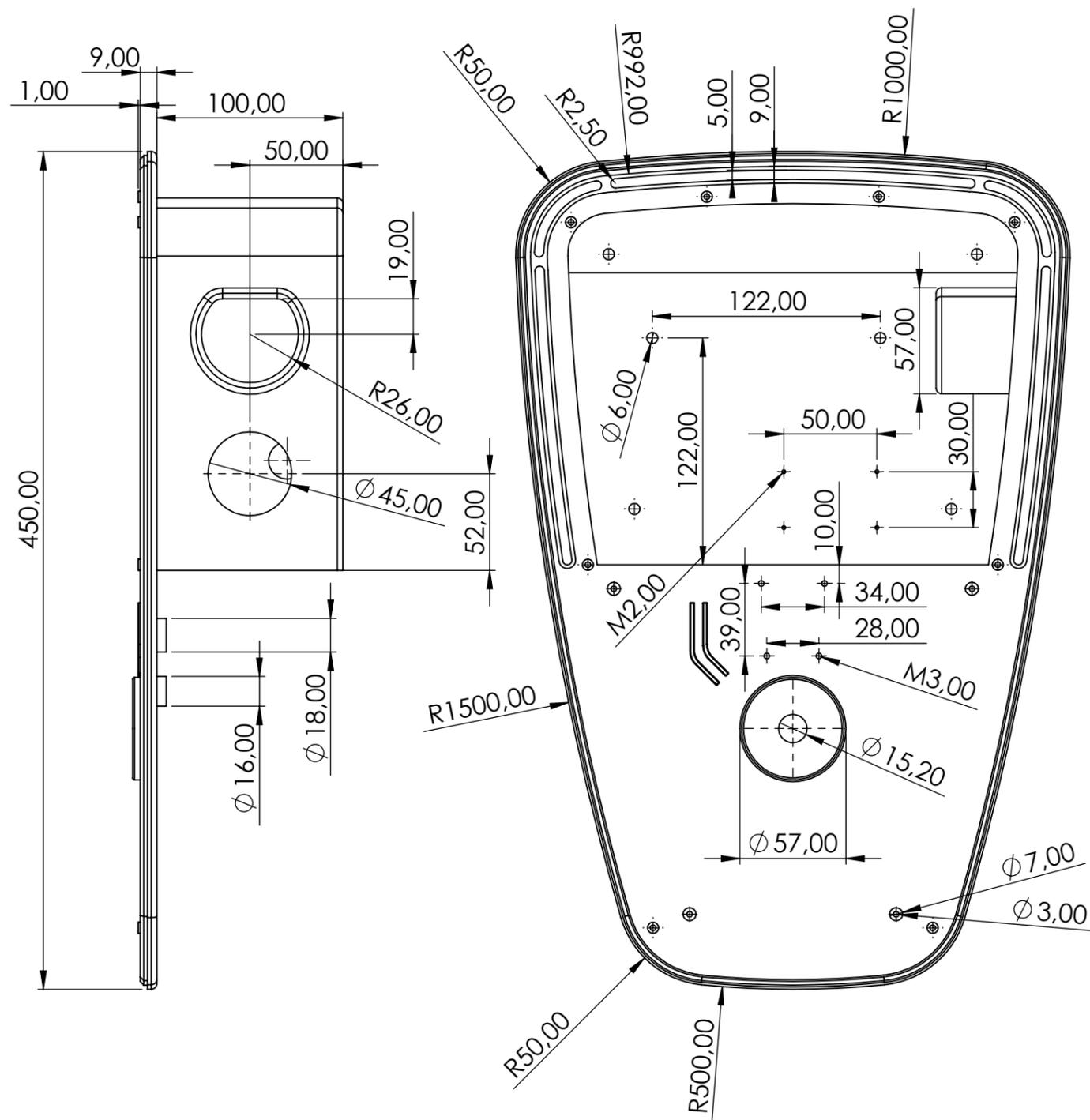


# PLANOS

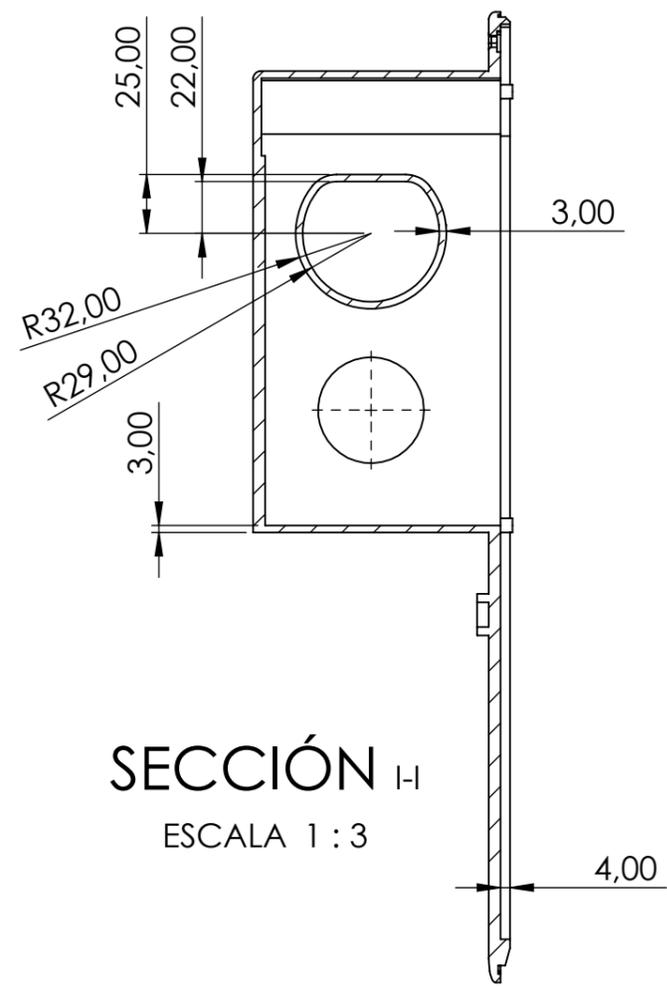
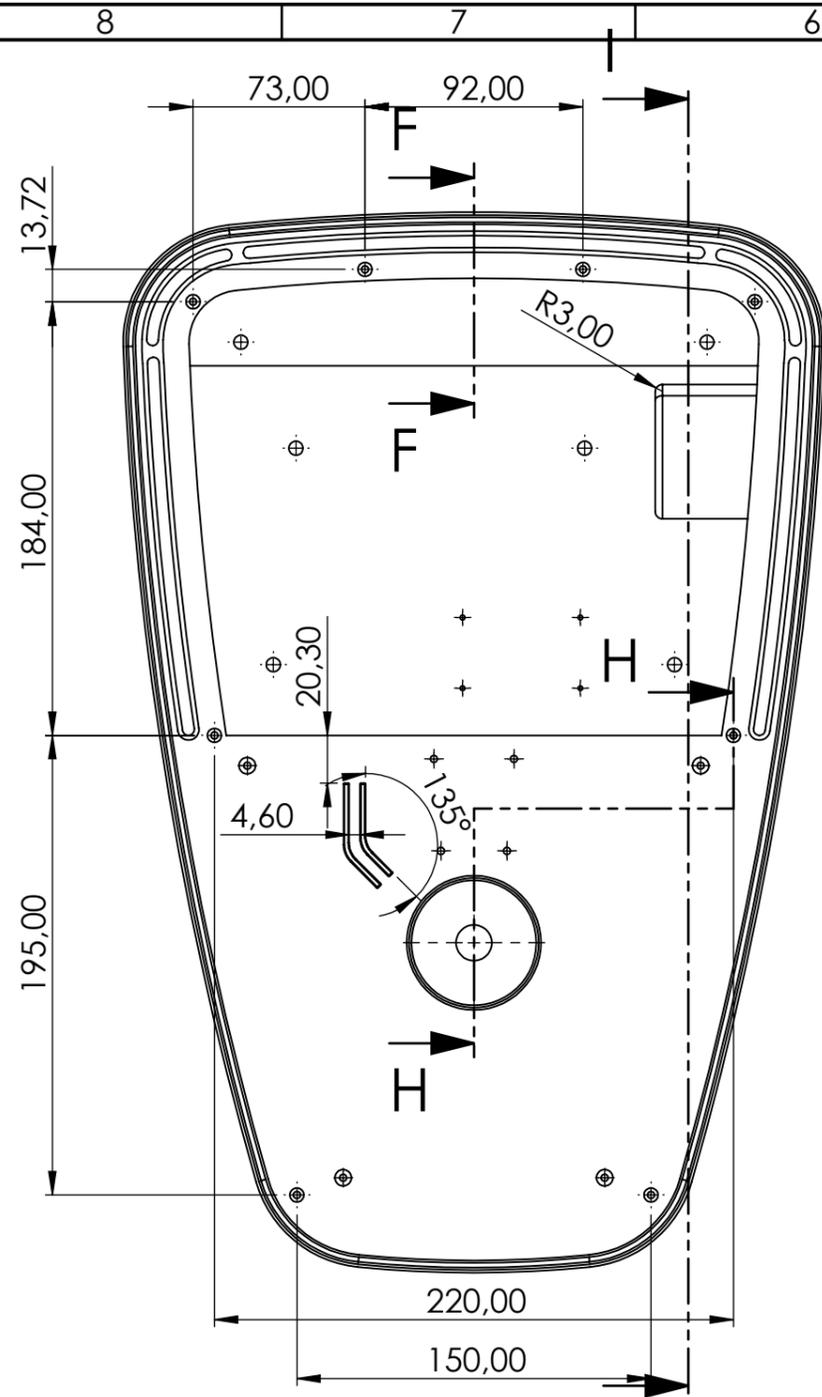




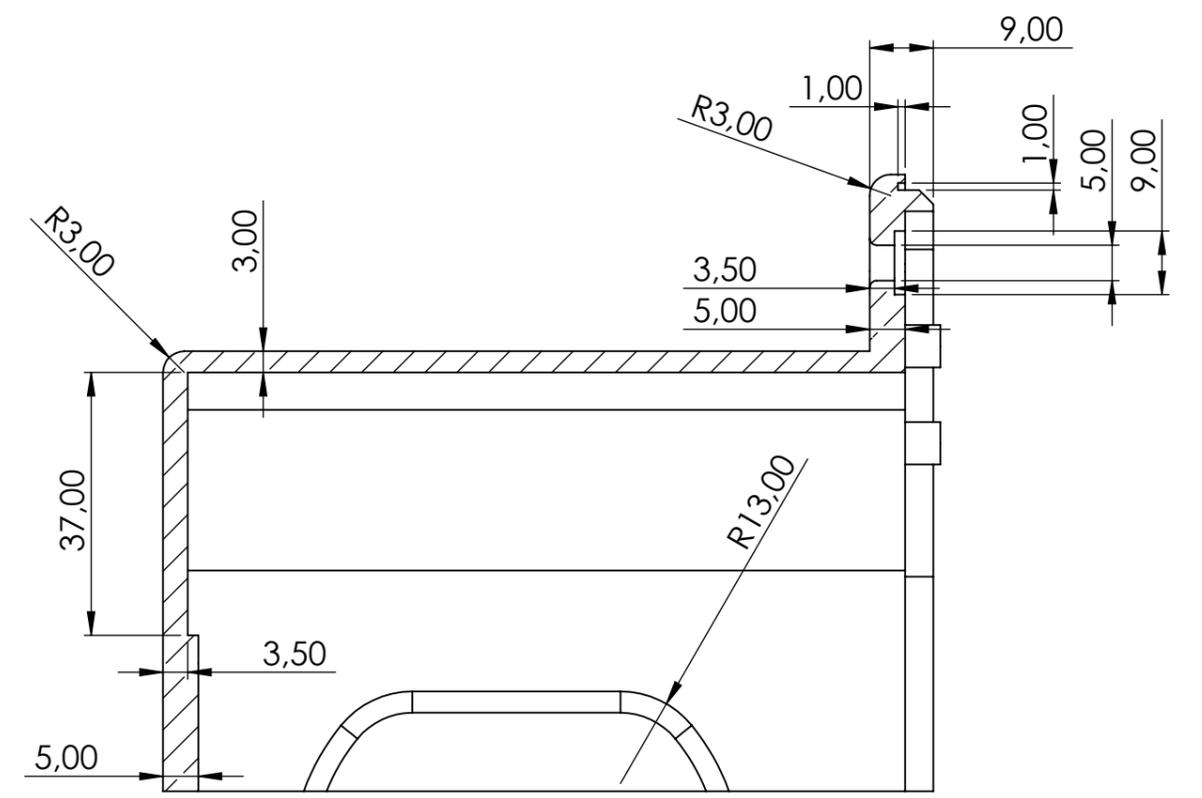
Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:4	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tipo de documento: Dibujo de diseño	Formato: A3	Estado del documento: Editado
		Título: Cargador Ampére EasyConect	Número de documento: Plano 0	
		Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: Hoja: es 2/2



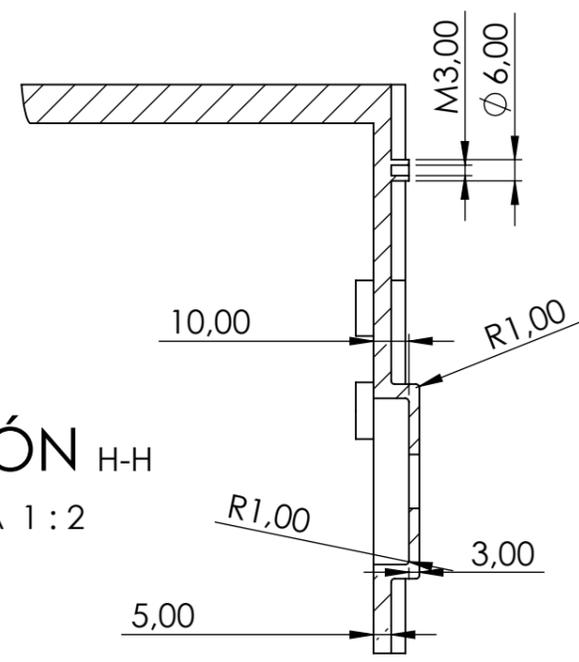
Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:3	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PP
		Título: <b>Carcasa principal</b>		Número de documento: Plano 1
		Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: es
				Hoja: 1/2



SECCIÓN H-I  
ESCALA 1 : 3

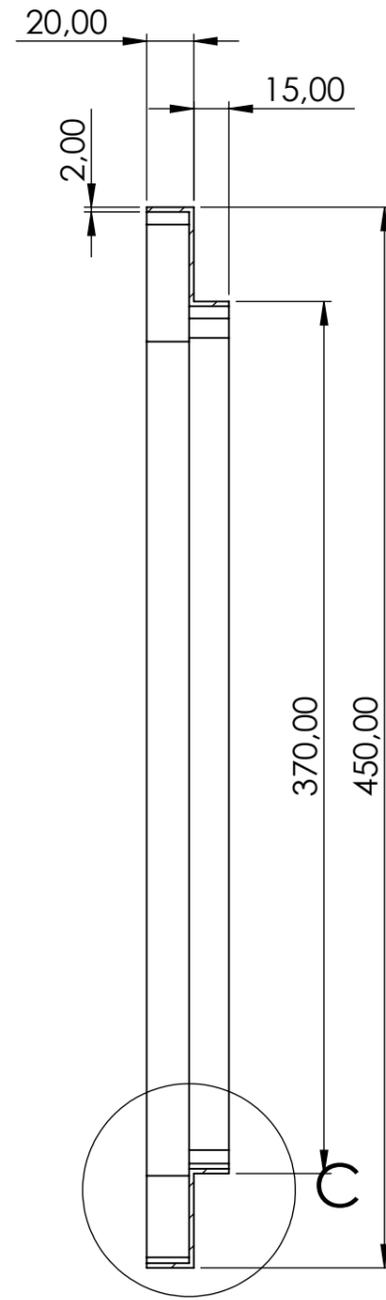
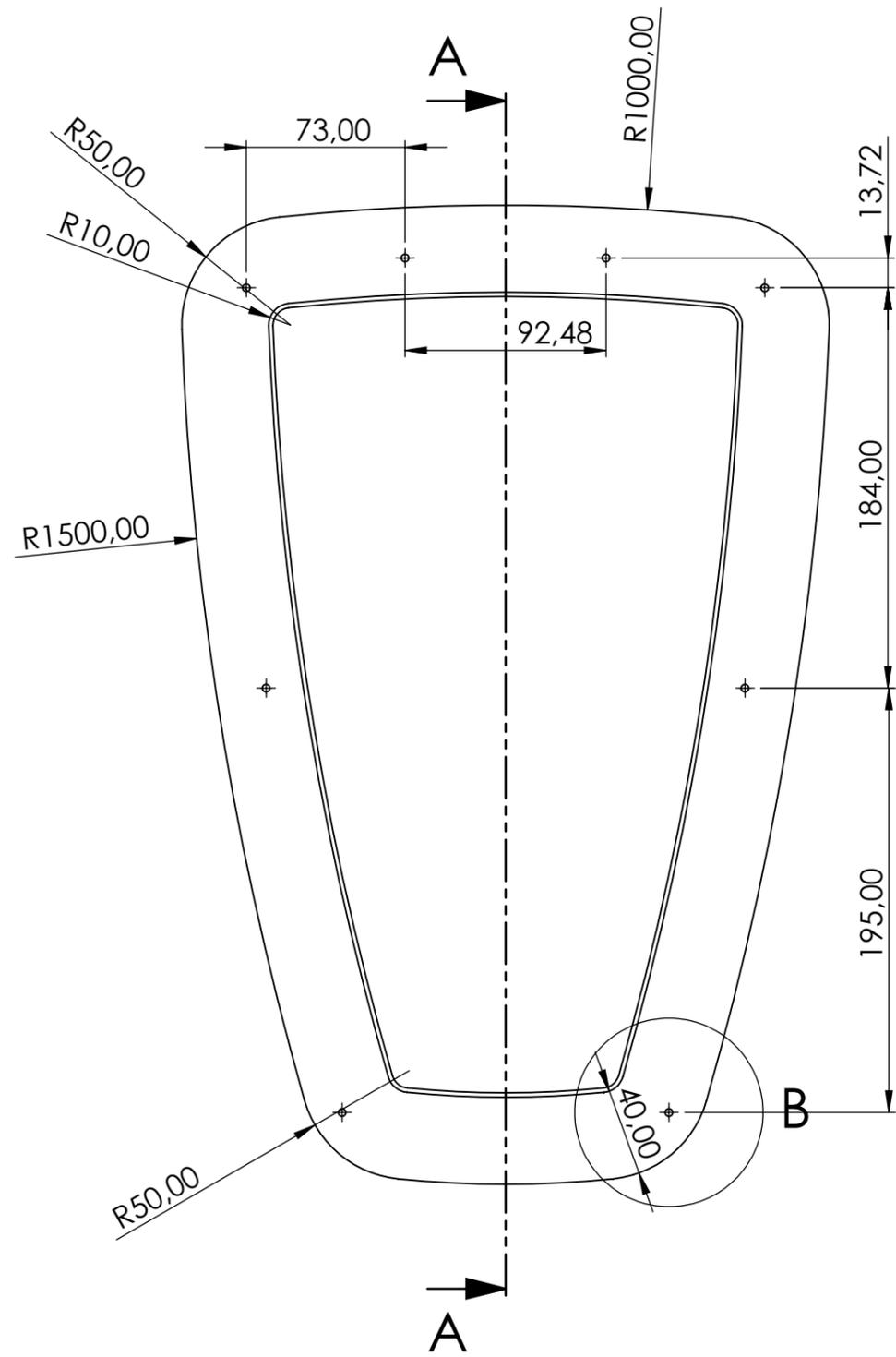


SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 1

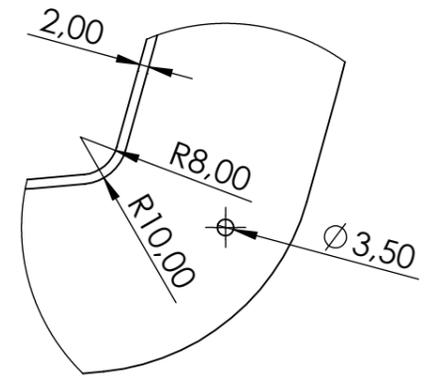


SECCIÓN H-H  
ESCALA 1 : 2

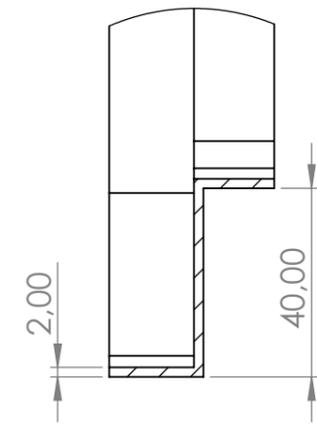
Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:3	Método de representación: 
Propietario legal:  Escuela Superior de Tecnología	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PP
Título: <b>Carcasa principal</b>		Número de documento: Plano 1		
Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: es	Hoja: 2/2	



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 3

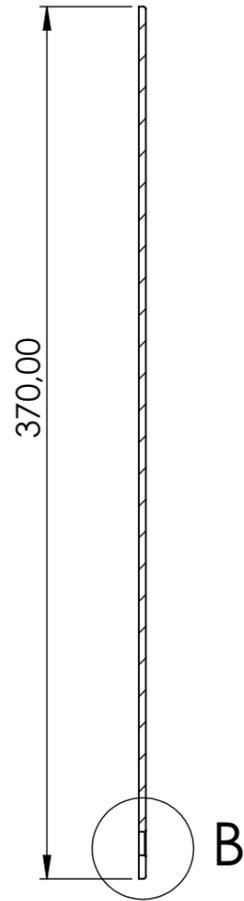
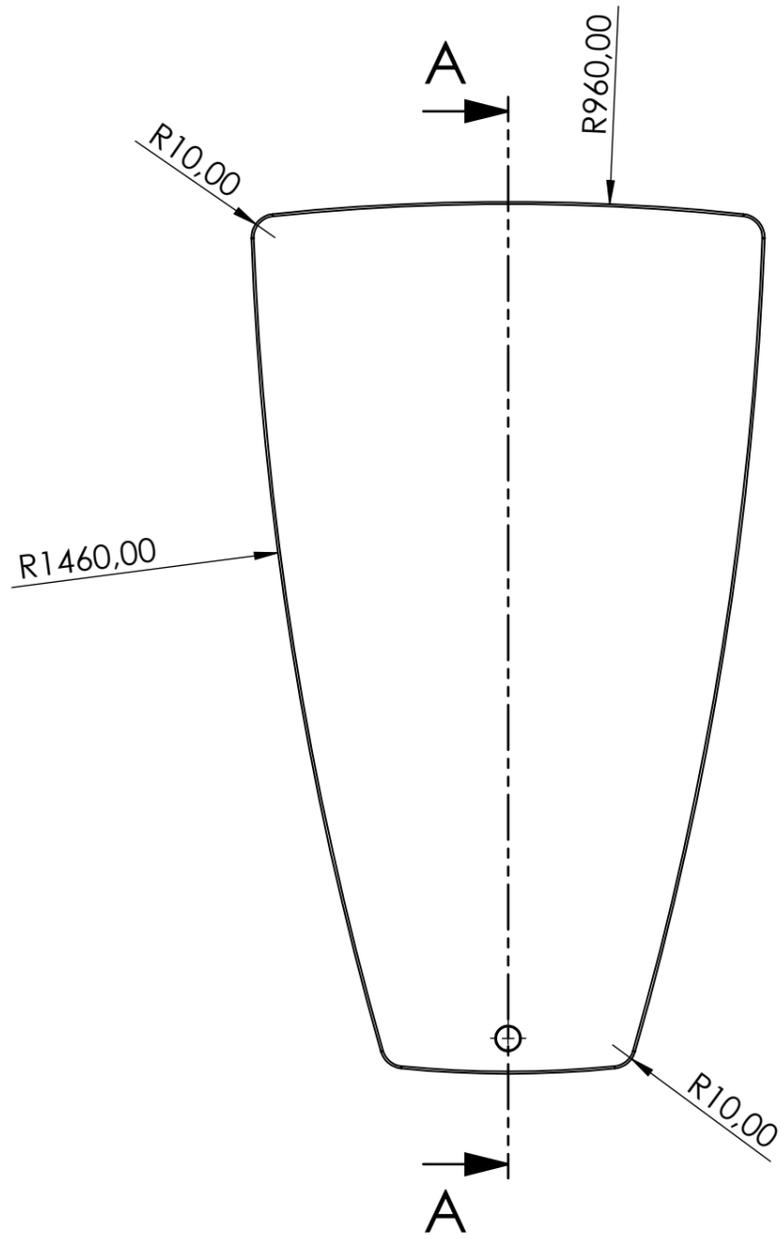


DETALLE B  
ESCALA 2 : 3

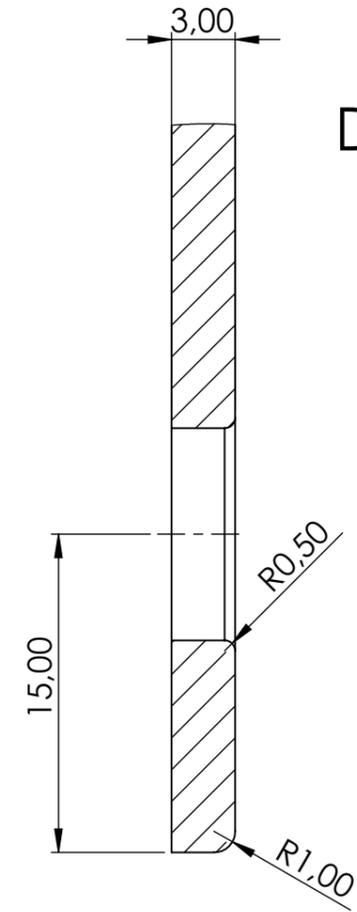


DETALLE C  
ESCALA 2 : 3

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:3	Método de representación: 
	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PP
		Título: Tapa delantera		Número de documento: Plano 2
		Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: es

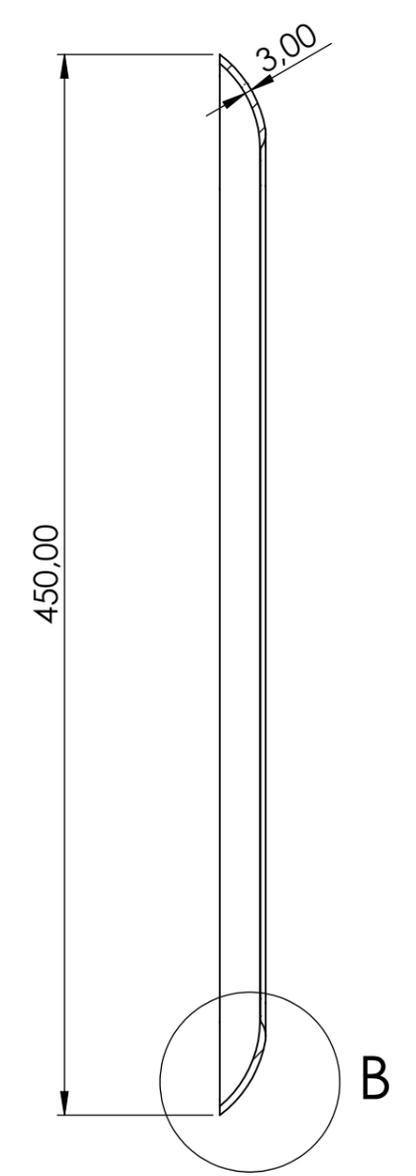
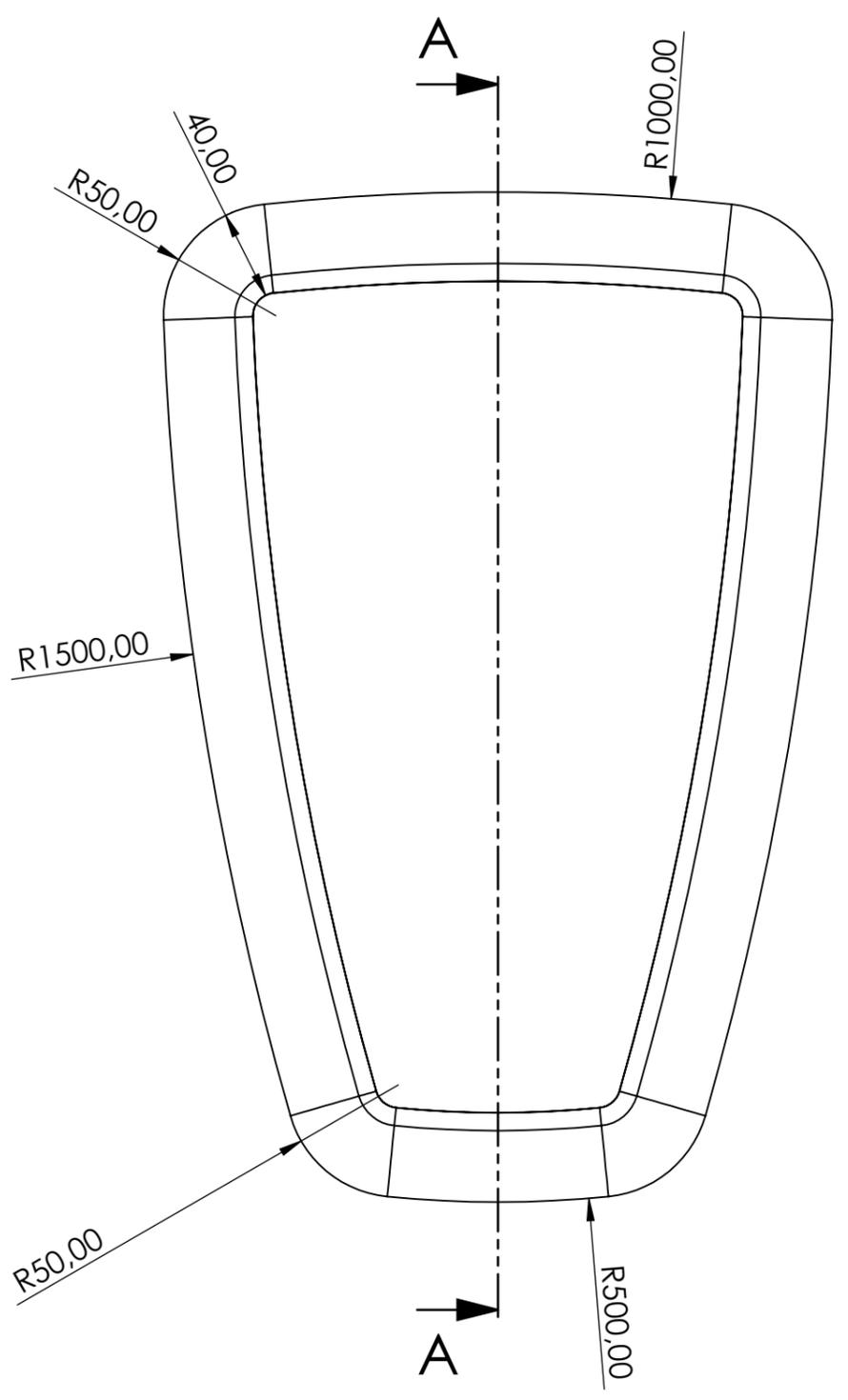


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 3

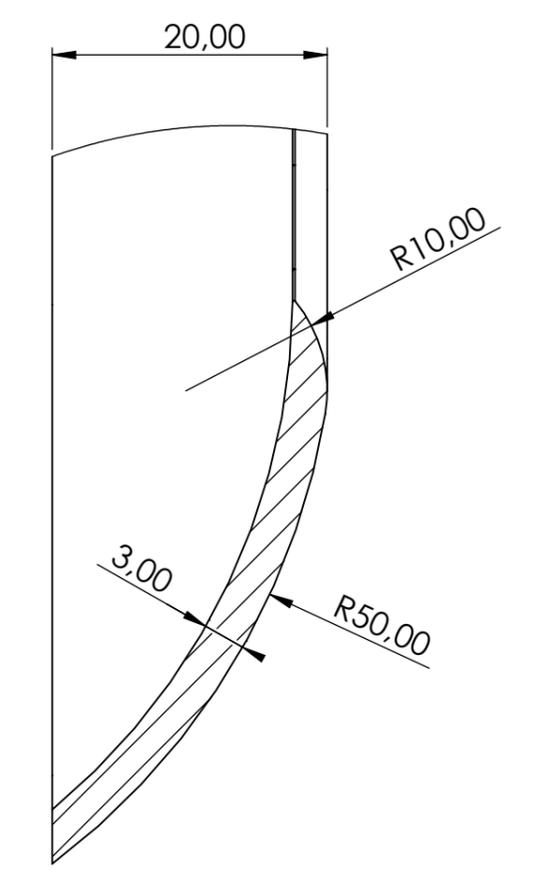


DETALLE B  
ESCALA 3 : 1

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:3	Método de representación: 
Propietario legal:  Universidad Jaime I Escuela Superior de Tecnología	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PC
		Título: Pantalla frontal		Número de documento: Plano 3
		Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: Hoja: es 1/1

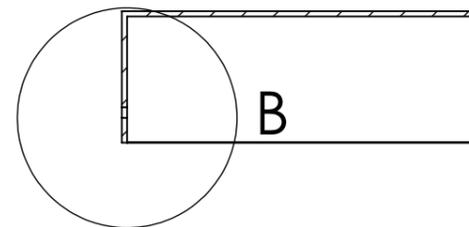
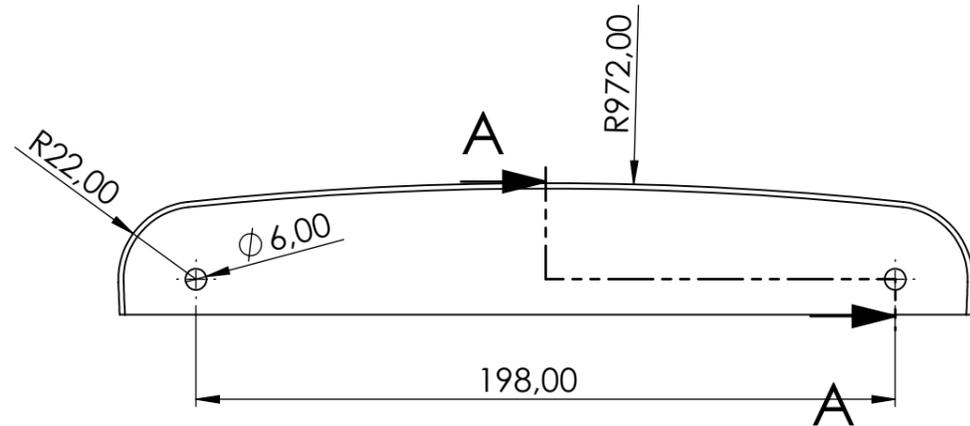
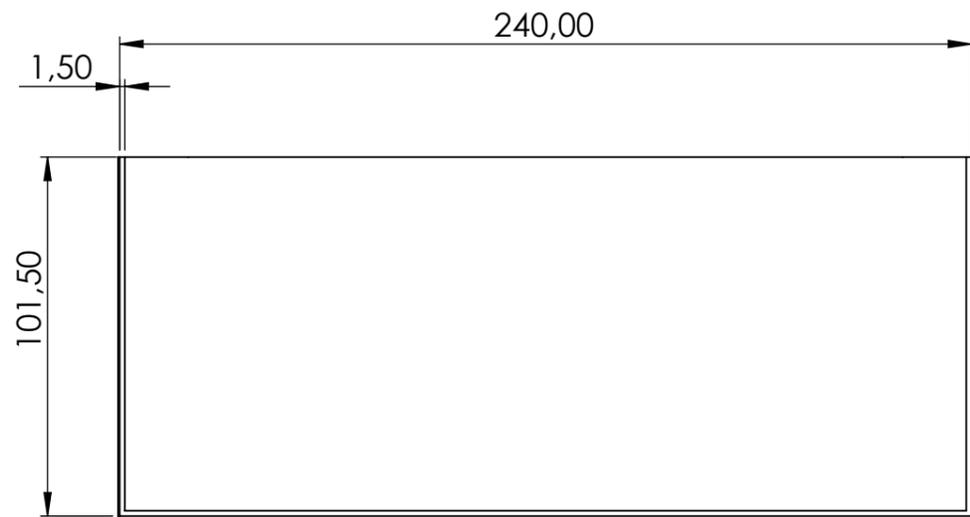


SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 3

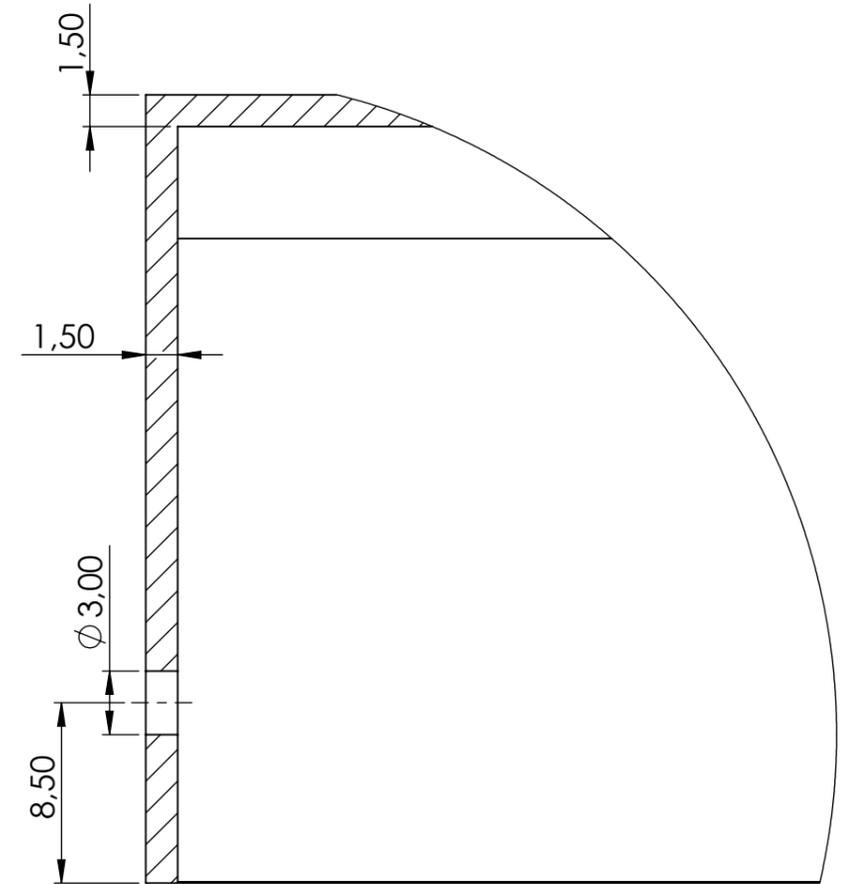


DETALLE B  
ESCALA 2 : 1

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:3	Método de representación: 
Propietario legal: Escuela Superior de Tecnología	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PP
		Título: Embellecedor		Número de documento: Plano 4
		Fecha: 05/10/2023	Idioma: es	Hoja: 1/1



SECCIÓN A-A



DETALLE B  
ESCALA 3:1

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: Acero con bajo contenido en carbono
		Título: <b>Refuerzo metálico superior</b>	Número de documento: Plano 5	
		Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: es Hoja: 1/1

4

3

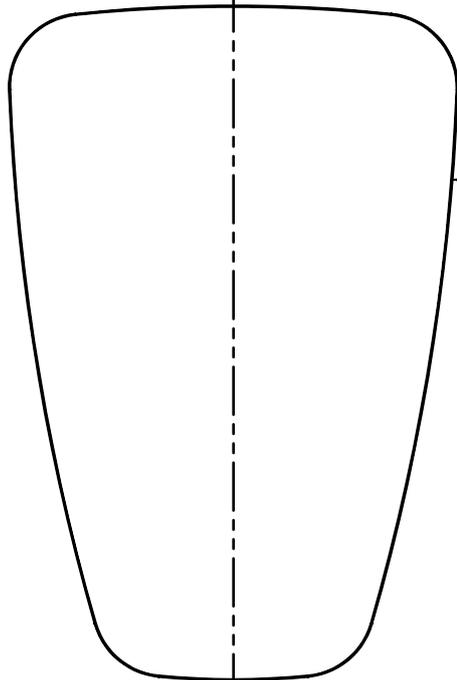
2

1

F

F

B



Longitud 1300,00

E

E

D

D

B



C

SECCIÓN B-B

C

C

DETALLE C

ESCALA 10 : 1

1,00

1,00

2,00

R0,50

B

B

Departamento responsable:  
Tecnología

Creado por:  
Alejandro López González

Unidad dimensional:  
mm

Escala:  
1:5

Método de representación:



A



Proyecto:  
Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect

Tolerancias generales:  
ISO 2768 - mK

Formato:  
A4

Material:  
Caucho

Título:  
Junta exterior

Número de documento:  
Plano 6

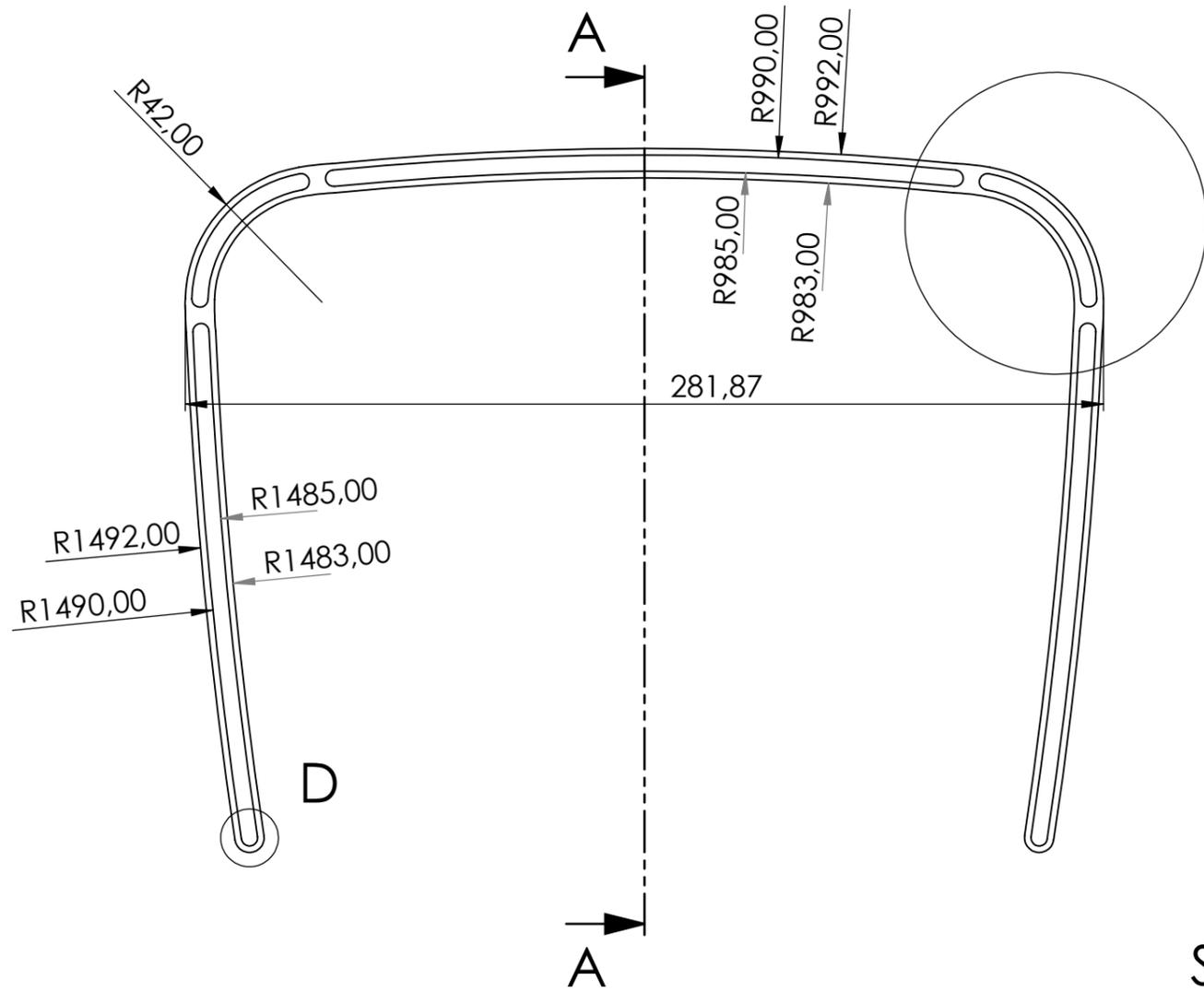
Revisión:  
A

Fecha:  
06/10/2023

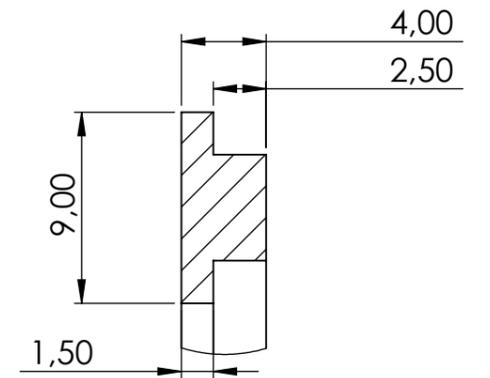
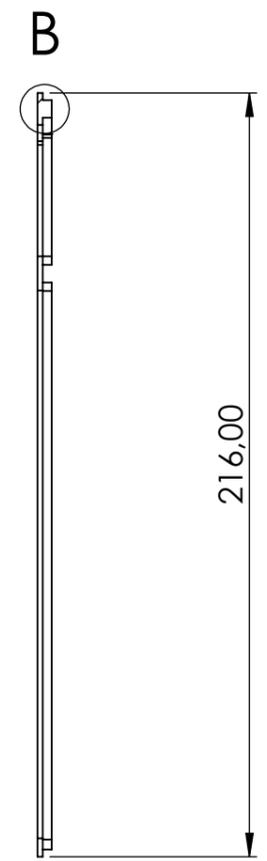
Idioma:  
es

Hoja:  
1/1

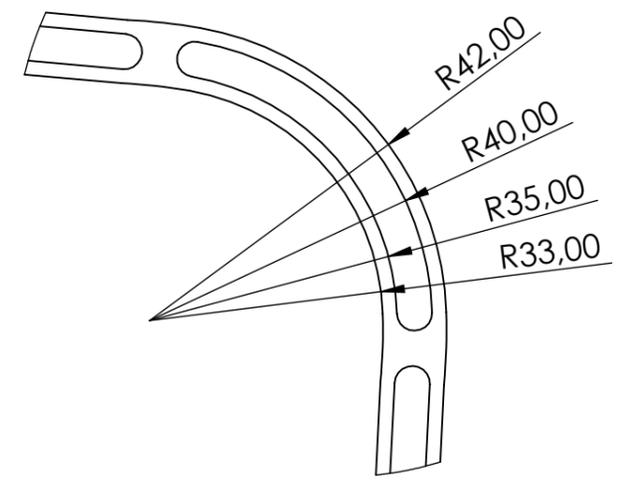
A



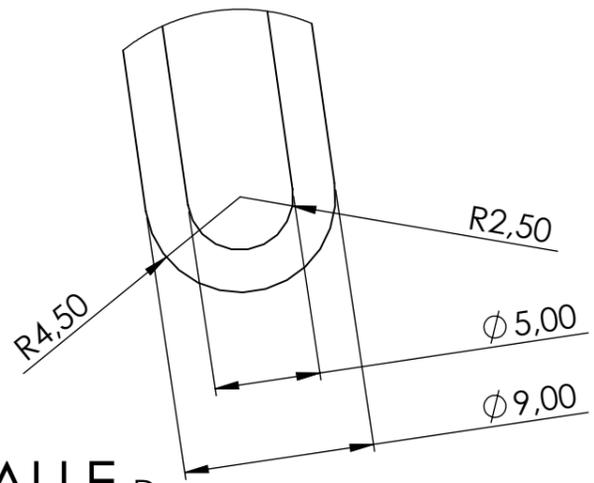
SECCIÓN A-A



DETALLE B  
ESCALA 3:1



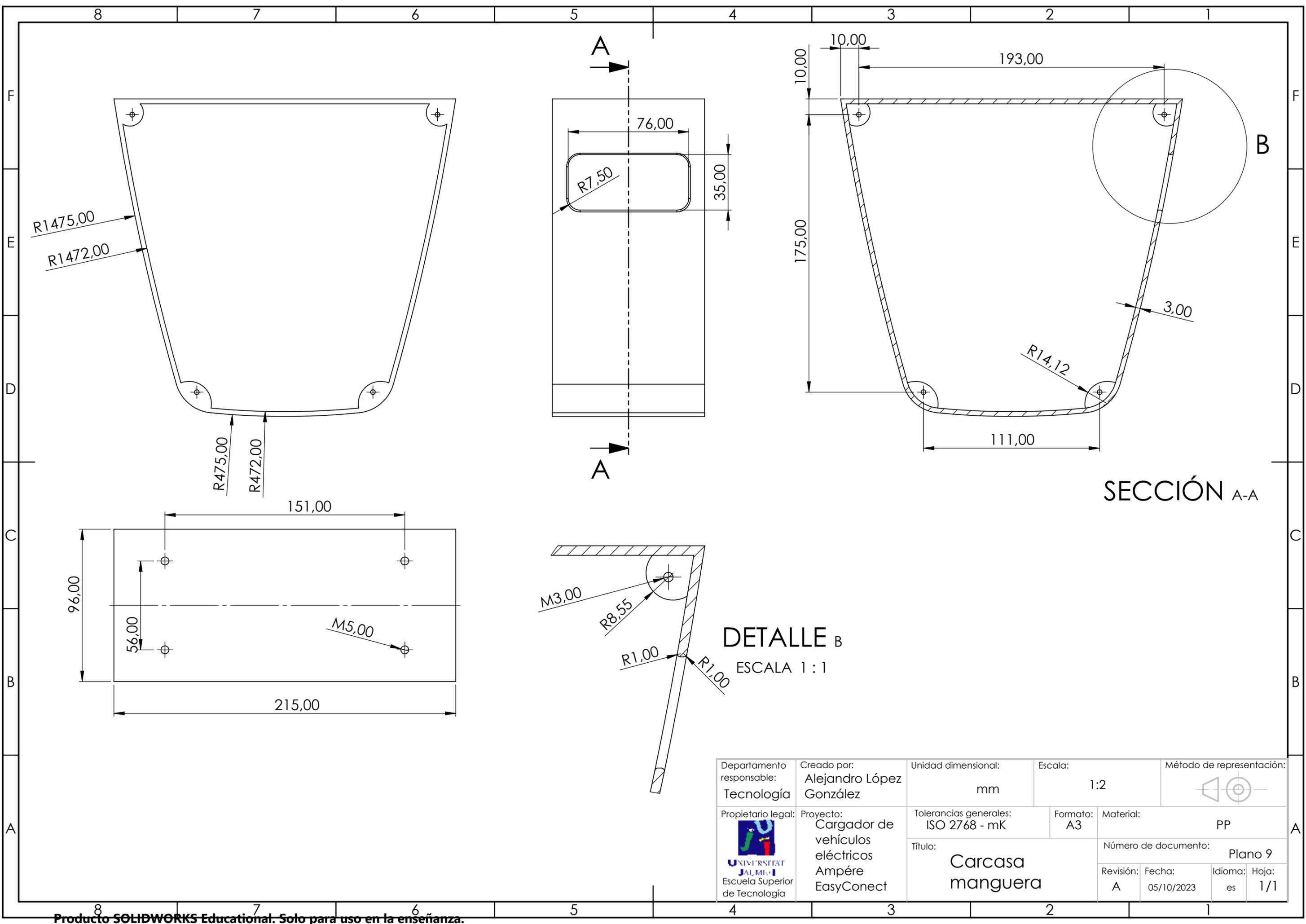
DETALLE C  
ESCALA 1:1



DETALLE D  
ESCALA 3:1

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PP
Título: Leds Traseros		Número de documento: Plano 7		
Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: es	Hoja: 1/1	

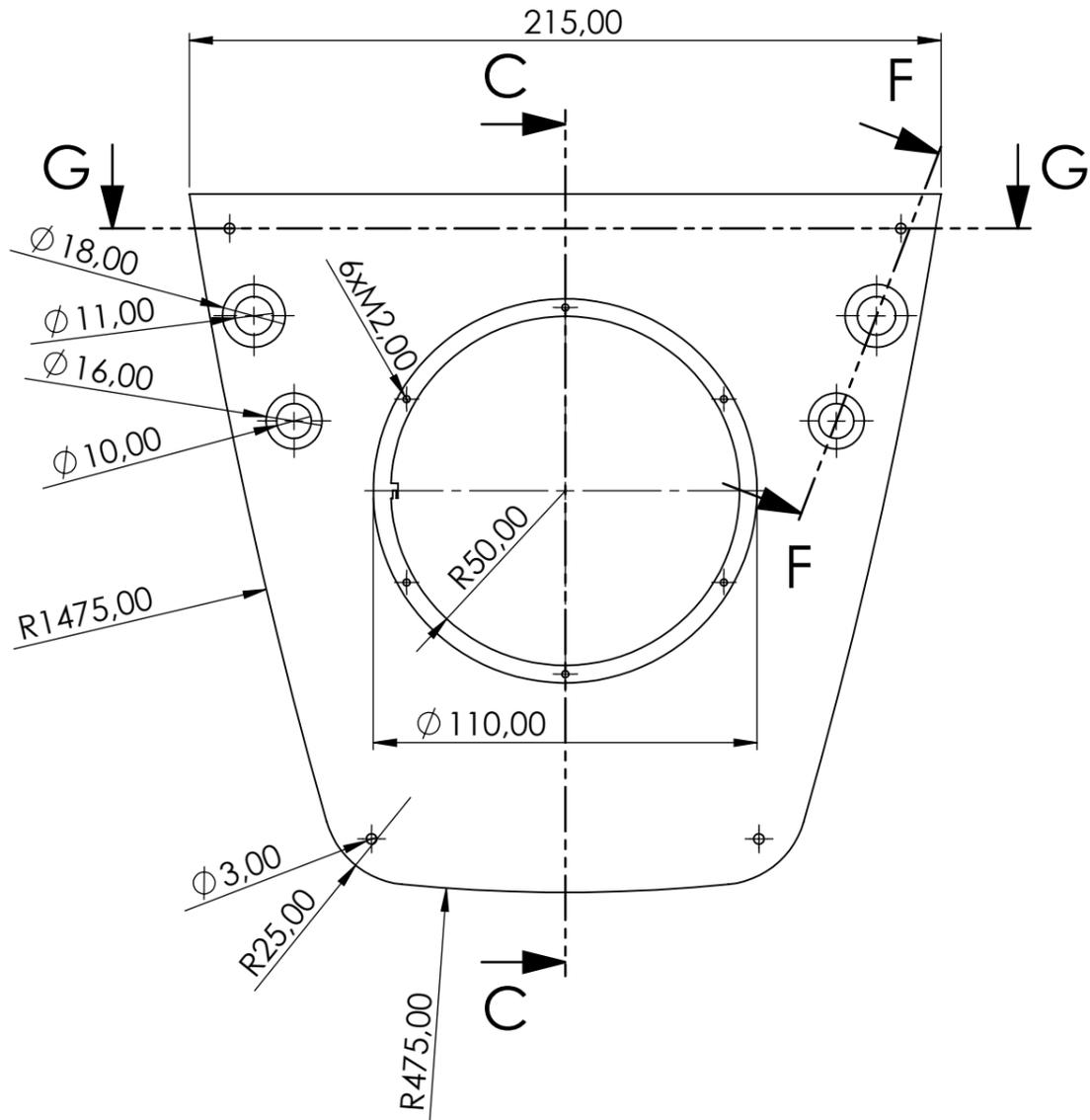




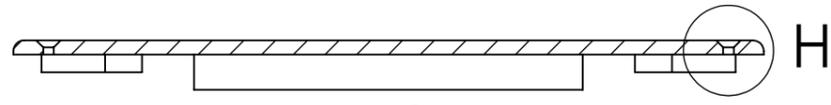
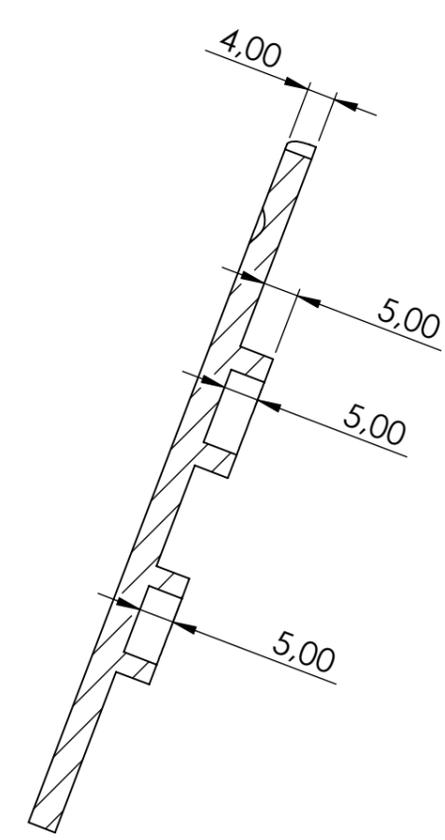
SECCIÓN A-A

DETALLE B  
ESCALA 1 : 1

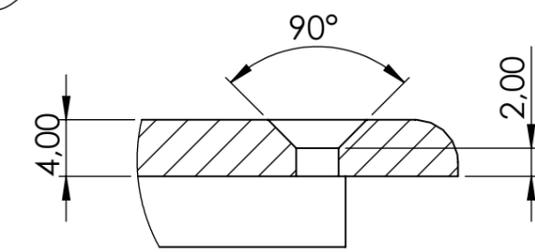
Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PP
		Título: Carcasa manguera		Número de documento: Plano 9
		Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: es
				Hoja: 1/1



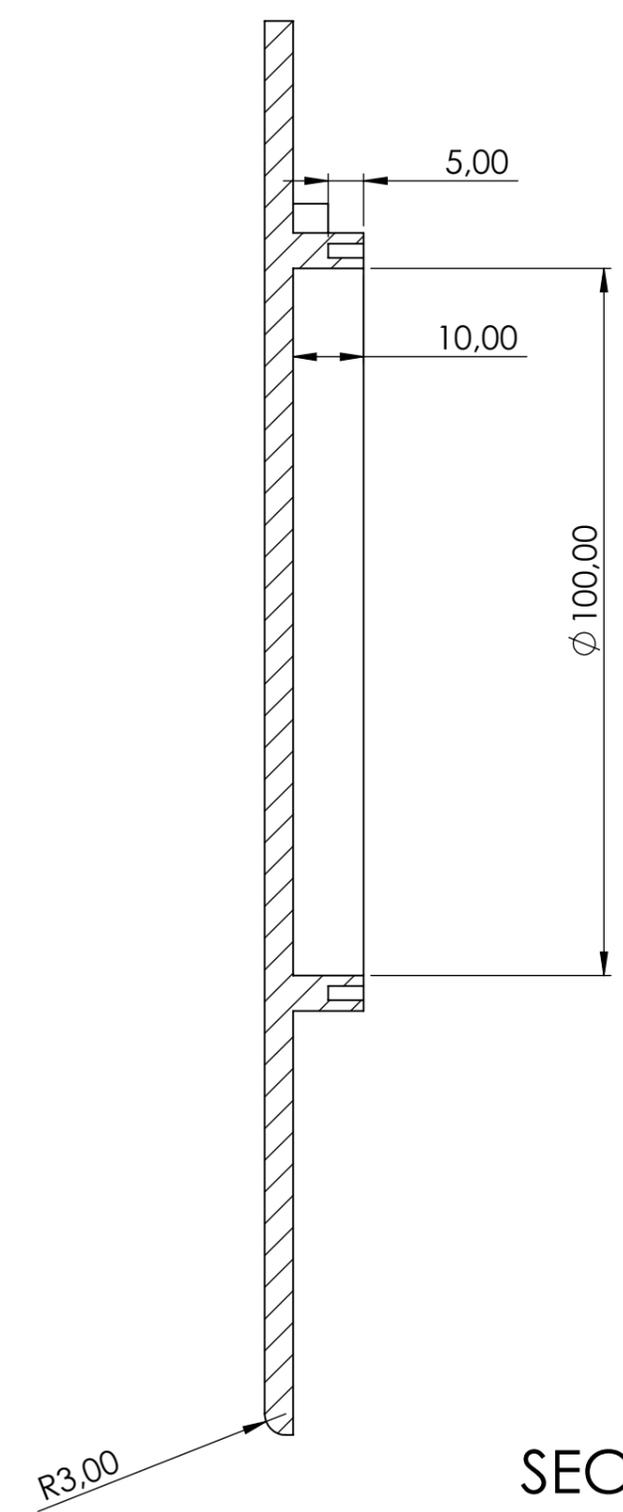
SECCIÓN F-F  
ESCALA 1 : 1



SECCIÓN G-G

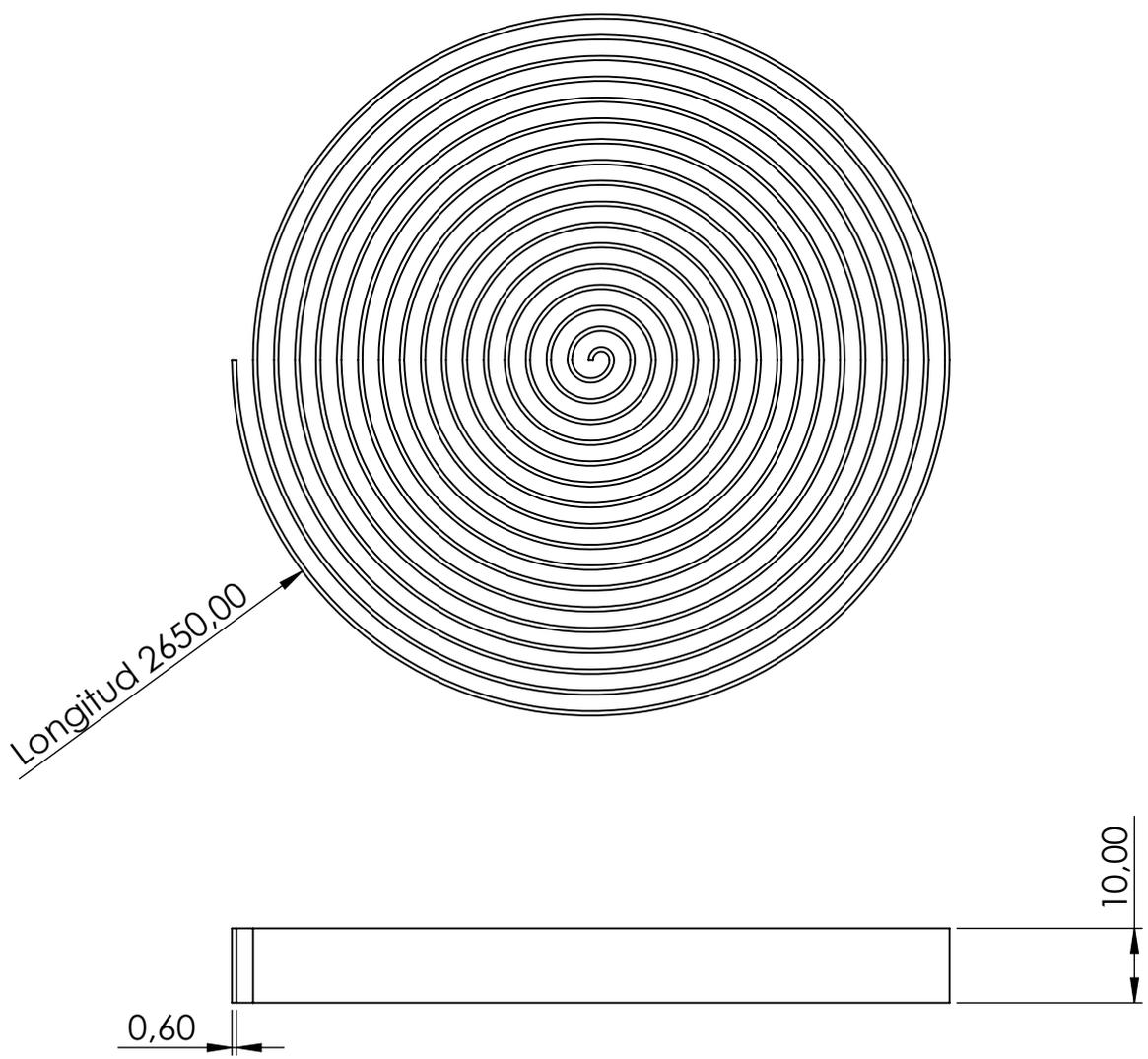


DETALLE H  
ESCALA 2 : 1

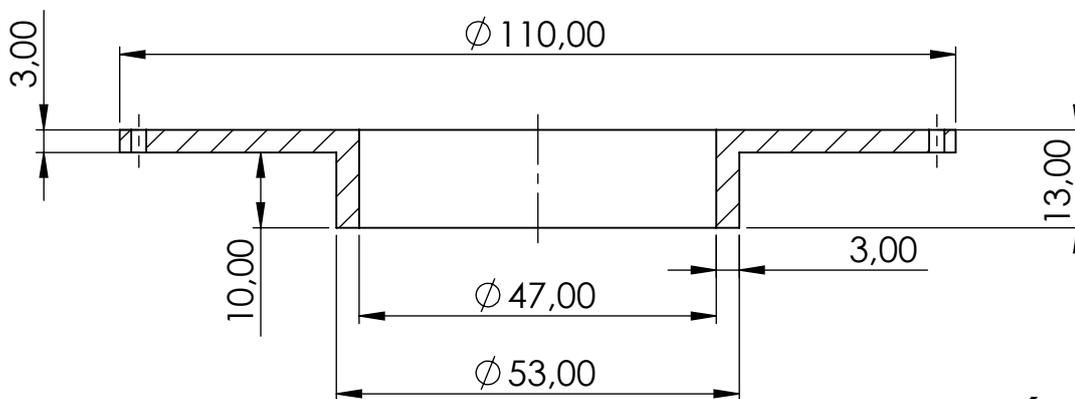
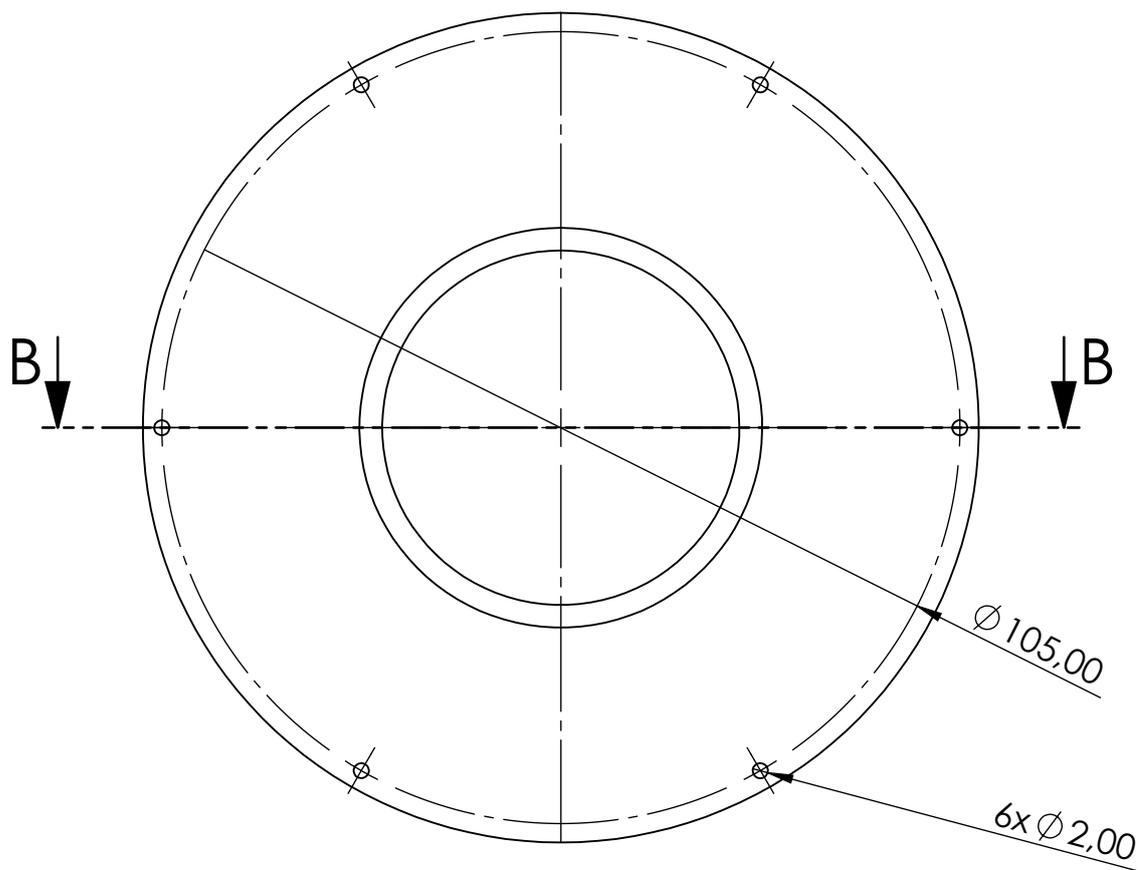


SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 1

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A3	Material: PP
		Título: Tapa manguera	Número de documento: Plano 10	
		Revisión: A	Fecha: 05/10/2023	Idioma: es
				Hoja: 1/1

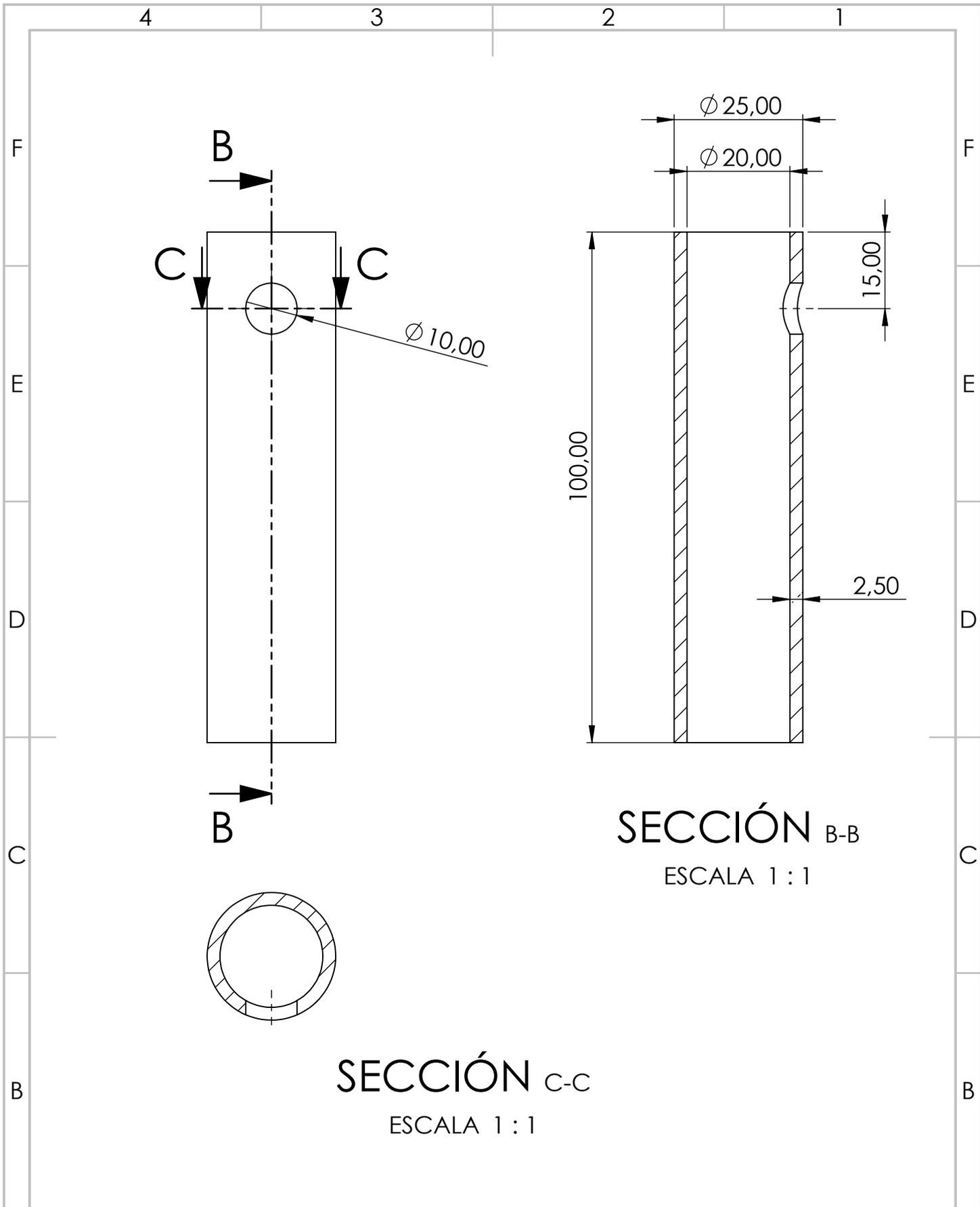


Departamento responsable: <b>Tecnología</b>	Creado por: <b>Alejandro López González</b>	Unidad dimensional: <b>mm</b>	Escala: <b>1:2</b>	Método de representación: 
Propietario legal:  <b>Escuela Superior de Tecnología</b>	Proyecto: <b>Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect</b>	Tolerancias generales: <b>ISO 2768 - mK</b>  Título: <b>Muelle</b>	Formato: <b>A4</b>	Material: <b>Acero de alto contenido en carbono</b>  Número de documento: <b>Plano 11</b>  Revisión: <b>A</b> Fecha: <b>06/10/2023</b> Idioma: <b>es</b> Hoja: <b>1/1</b>



**SECCIÓN B-B**  
ESCALA 1 : 1

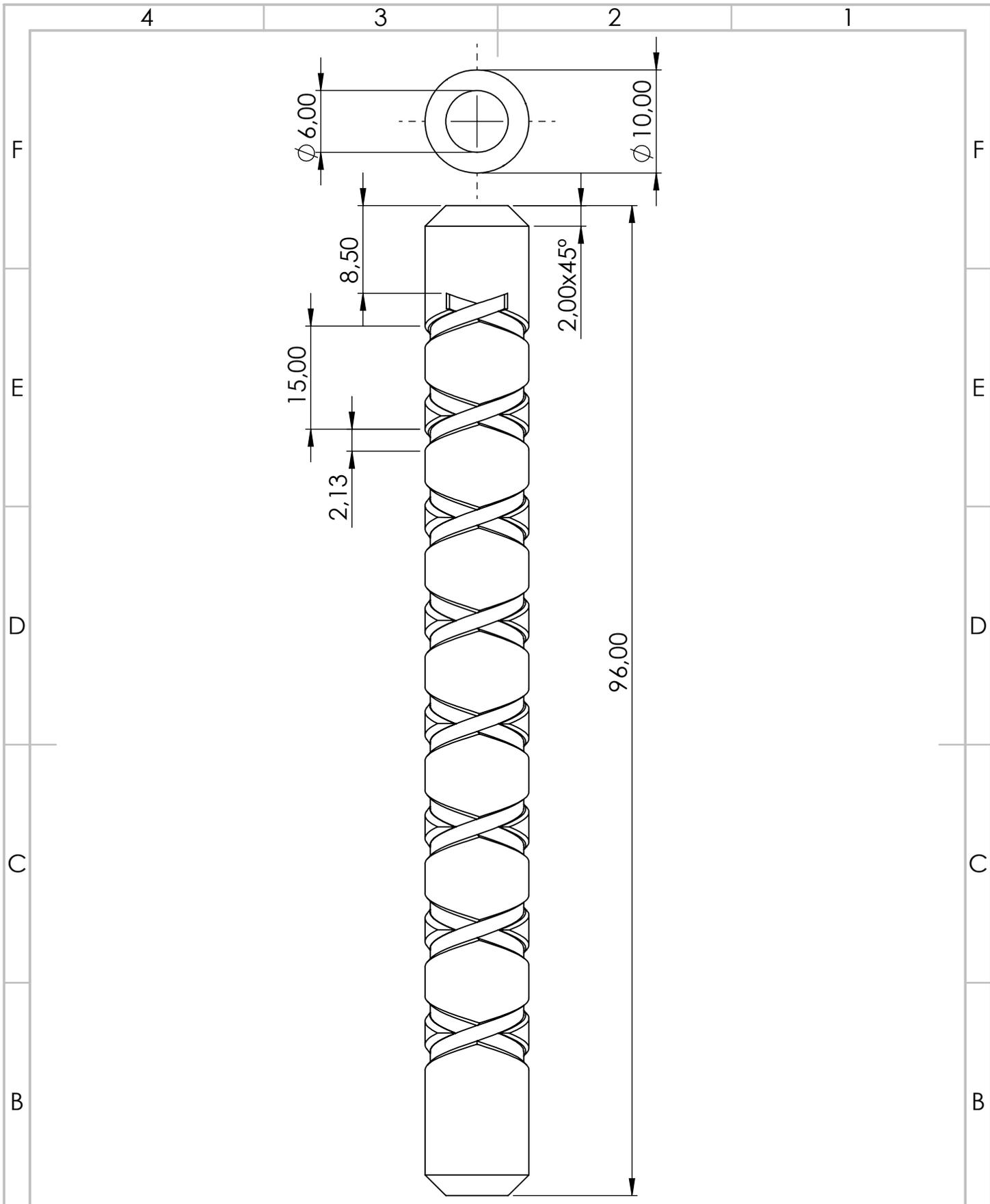
Departamento responsable: <b>Tecnología</b>	Creado por: <b>Alejandro López González</b>	Unidad dimensional: <b>mm</b>	Escala: <b>1:1</b>	Método de representación: 	
Propietario legal:  <b>Escuela Superior de Tecnología</b>	Proyecto: <b>Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect</b>	Tolerancias generales: <b>ISO 2768 - mK</b>	Formato: <b>A4</b>	Material: <b>PP</b>	
		Título: <b>Tapa Muelle</b>		Número de documento: <b>Plano 12</b>	
		Revisión: <b>A</b>	Fecha: <b>06/10/2023</b>	Idioma: <b>es</b>	Hoja: <b>1/1</b>



**SECCIÓN B-B**  
ESCALA 1 : 1

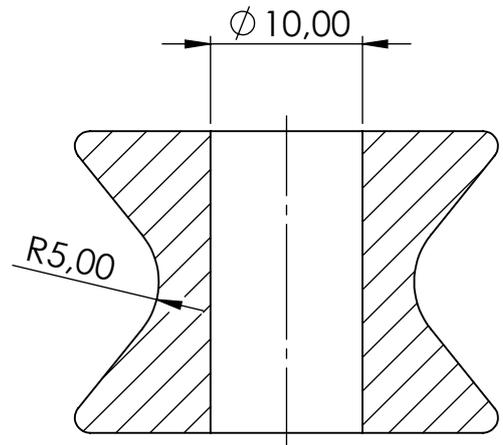
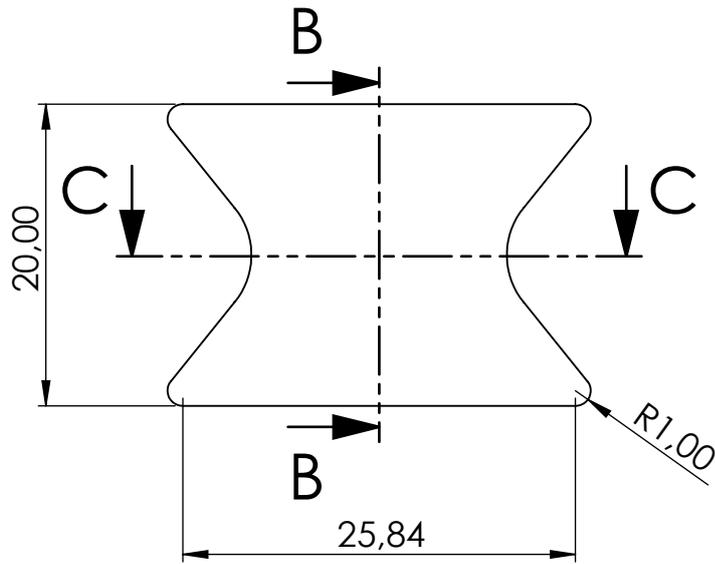
**SECCIÓN C-C**  
ESCALA 1 : 1

A	Departamento responsable: <b>Tecnología</b>	Creado por: <b>Alejandro López González</b>	Unidad dimensional: <b>mm</b>	Escala: <b>1:1</b>	Método de representación: 
	 <b>Escuela Superior de Tecnología</b>	Proyecto: <b>Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect</b>	Tolerancias generales: <b>ISO 2768 - mK</b>	Formato: <b>A4</b>	Material: <b>Acero inoxidable</b>
			Título: <b>Eje manguera</b>		Número de documento: <b>Plano 13</b>
	Revisión: <b>A</b>	Fecha: <b>06/10/2023</b>	Idioma: <b>es</b>	Hoja: <b>1/1</b>	

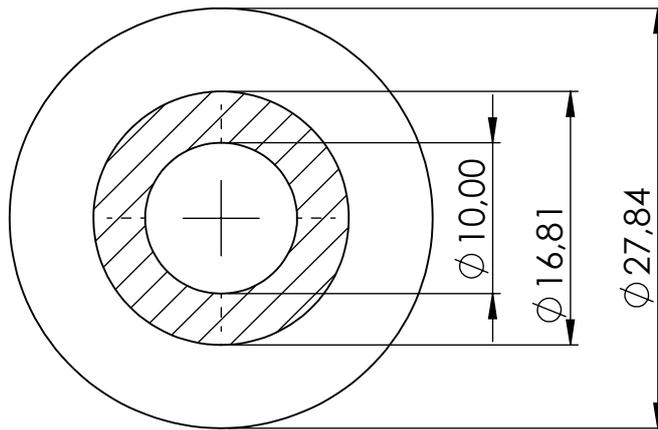


Departamento responsable: <b>Tecnología</b>	Creado por: <b>Alejandro López González</b>	Unidad dimensional: <b>mm</b>	Escala: <b>1:1</b>	Método de representación: 
--	--	----------------------------------	-----------------------	-------------------------------

Propietario legal: 	Proyecto: <b>Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect</b>	Tolerancias generales: <b>ISO 2768 - mK</b>	Formato: <b>A4</b>	Material: <b>ABS</b>
	Título: <b>Husillo</b>		Número de documento: <b>Plano 14</b>	
	Revisión: <b>A</b>	Fecha: <b>06/10/2023</b>	Idioma: <b>es</b>	Hoja: <b>1/1</b>

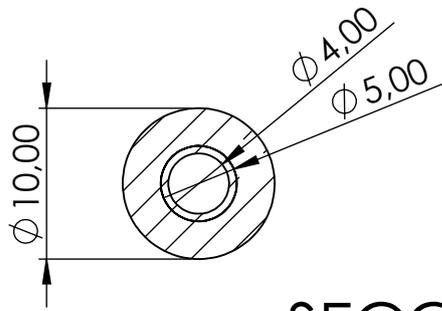


SECCIÓN B-B

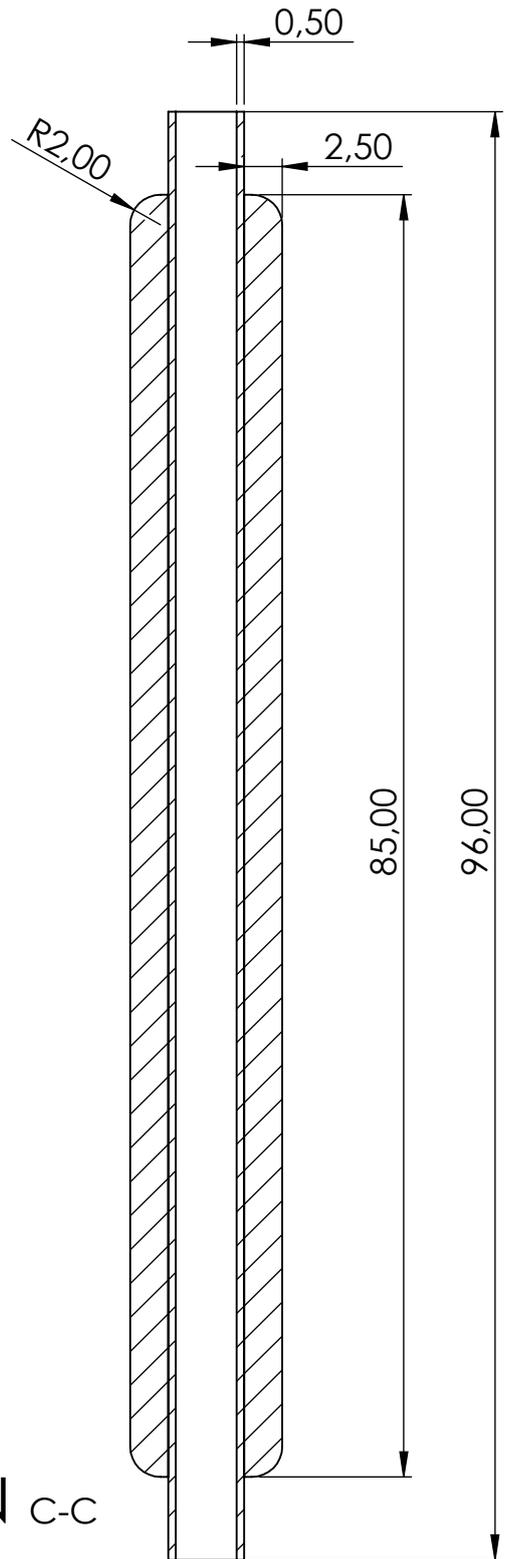
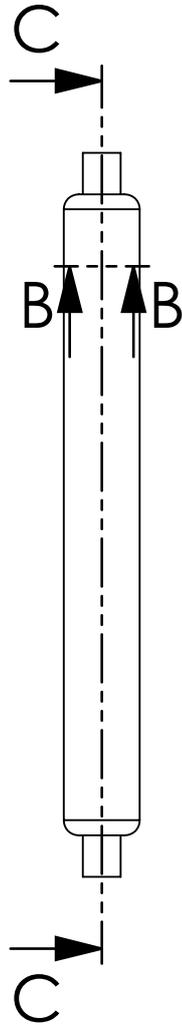


SECCIÓN C-C

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 2:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A4	Material: Nailon
		Título: Rodillo		Número de documento: Plano 15
		Revisión: A	Fecha: 06/10/2023	Idioma: es

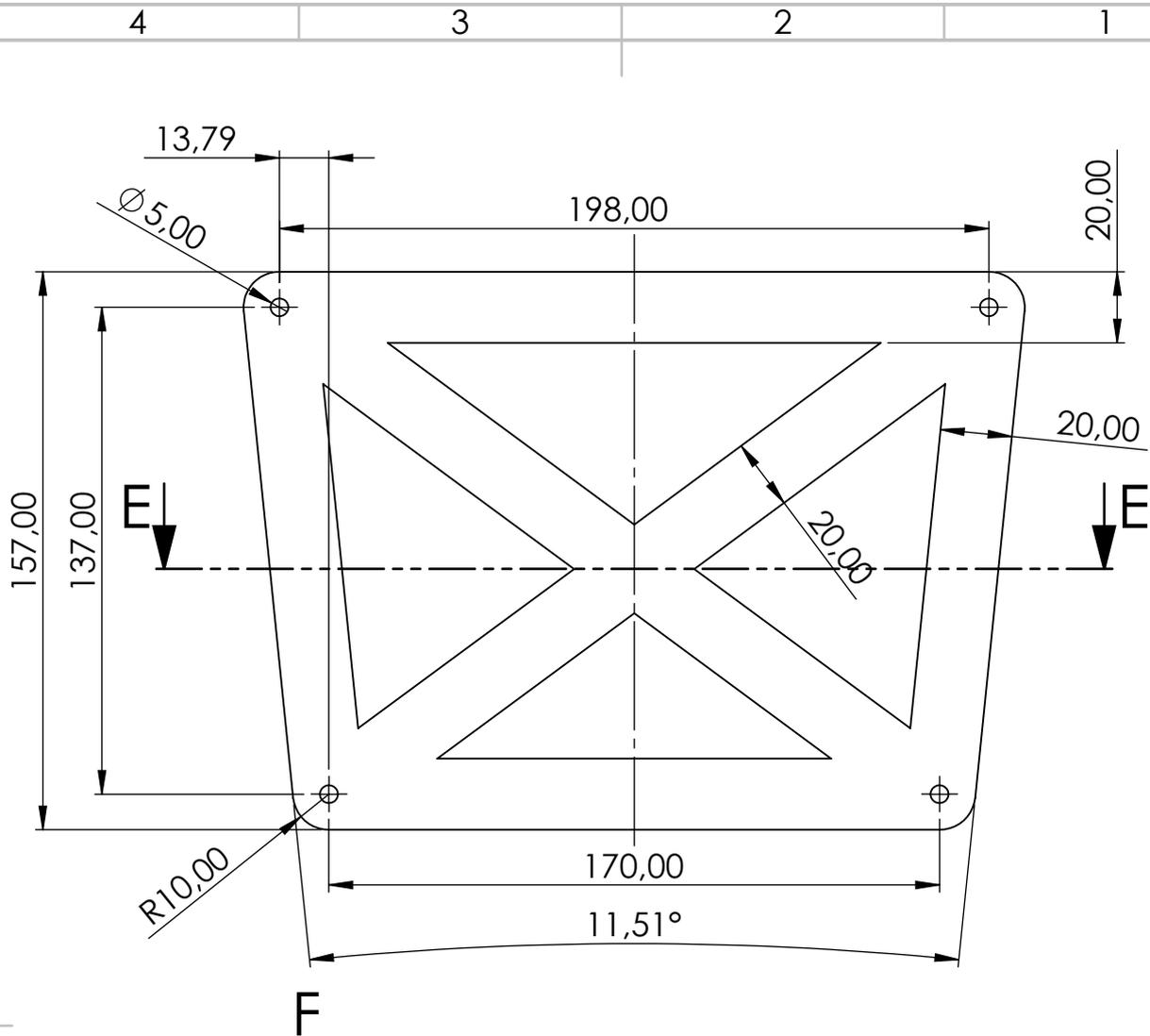


**SECCIÓN B-B**  
ESCALA 2 : 1



**SECCIÓN C-C**  
ESCALA 2 : 1

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:1	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A4	Material: Acero inoxidable y Caucho
		Título: Rodillo superior		Número de documento: Plano 16
		Revisión: A	Fecha: 06/10/2023	Idioma: es



SECCIÓN E-E

DETALLE F

ESCALA 3 : 1

Departamento responsable: Tecnología	Creado por: Alejandro López González	Unidad dimensional: mm	Escala: 1:2	Método de representación: 
Propietario legal: 	Proyecto: Cargador de vehículos eléctricos Ampére EasyConect	Tolerancias generales: ISO 2768 - mK	Formato: A4	Material: Caucho
		Título: Plantilla pared		Número de documento: Plano 17
		Revisión: A	Fecha: 06/10/2023	Idioma: es

# PLIEGO DE CONDICIONES

# 1. Introducción

En este documento se exponen las condiciones y requisitos técnicos, económicos, administrativos y legales de este proyecto. Se presentan las características que deben cumplir los materiales y los procesos de fabricación, así como los productos comerciales necesarios y las pruebas y ensayos que deben pasar para garantizar su calidad.

## 1.1 Generalidades facultativas

### 1.1.1 Memoria

Parte del proyecto que describe cómo se ha llegado al producto final y algunos aspectos de su funcionamiento, selección de materiales, procesos, aspectos de ecodiseño, ensamblabilidad y resistencia, entre otros.

### 1.1.2 Pliego de condiciones

Especificaciones y requisitos que deben cumplir los actores del proyecto y por los cuales este se va a registrar.

### 1.1.3 Presupuesto

Cálculos que permitirán estimar con la mayor precisión posible los costes que va a tener el proyecto y cada una de sus fases.

### 1.1.4 Planos

Representación gráfica de los componentes del producto por la cual éste se define. Los planos en un proyecto tienen valor contractual.

### 1.1.5 Anexos

Documentos, imágenes y gráficos que sirven de complemento y ayuda a la comprensión de los demás elementos del proyecto.

### 1.1.6 Ejecución

Las piezas de fabricación propia se producirán en China y el producto completo se ensamblará también en China. Se delegará la fabricación de cada pieza a una empresa especializada en su proceso de fabricación. Los componentes eléctricos y electrónicos se adquirirán de proveedores locales (en China) para minimizar los costes logísticos.

El producto se enviará desde China en un contenedor marítimo completo hasta el puerto de Valencia y de allí se transportará a Madrid para su distribución por la Península Ibérica.

### 1.1.7 Plazos de ejecución

Se comenzará el proyecto en noviembre de 2023, con el objetivo de disponer del primer lote para su envío en marzo de 2024 y disponible para su compra en mayo 2024. Se fabricarán y enviarán en avión algunas unidades antes con el fin de pasar todos los ensayos y validaciones necesarias.

## 1.2 Generalidades económicas

Como se ha indicado más pormenorizadamente en el apartado de Viabilidad económica en la memoria, el precio de venta al público del producto en España será de aproximadamente **XXX€** sujeto a las variaciones del precio de materias primas y transporte y demás variable que puedan influir.

## 1.3 Generalidades legales

Según se ha indicado en el apartado de la memoria de análisis de la normativa, el producto está en regla con lo dispuesto en la normativa de aplicación para este tipo de productos (*UNE-EN IEC 61851-1: Sistema conductivo de carga para vehículos eléctricos Parte 1: Requisitos generales*) sin embargo, será necesario revisar la normativa periódicamente ya que este tipo de productos son todavía de reciente creación y la regulación puede cambiar con mayor frecuencia que la de productos con más historial de utilización.

## 2. Proceso y Materiales

### 2.1 Condiciones de fabricación

#### 2.1.1 Calidad de los procesos

El fabricante de las piezas debe garantizar la calidad de estas y el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y geométricas exigidas en el documento PLANOS.

#### 2.1.2 Tolerancias

Para las piezas del producto de fabricación propia, se han establecido unas tolerancias dimensionales y geométricas fáciles de alcanzar según el material y el proceso de fabricación, con la intención de no aumentar los costes de fabricación. Siempre garantizando que el producto cumple su función, los requisitos de estanqueidad y asegurando fácil la ensamblabilidad.

#### 2.1.3 Garantía y recambios

Según la Directiva Europea UA 2019/770 y el Decreto Ley 7/2021, el producto debe tener una garantía mínima de 3 años y los proveedores de las piezas deben garantizar el suministro de recambios 10 años después de la última unidad del producto vendida.

### 2.2 Características de los materiales

Las propiedades de los materiales deberán estar certificadas con los siguientes ensayos de la normativa correspondiente:

- UNE-EN ISO 179. Determinación de las propiedades al impacto.
- UNE-EN ISO 527. Determinación de las propiedades en tracción.
- UNE-EN ISO 8256. Determinación de las propiedades al impacto-tracción.
- ISO 1133-1:2012 y ISO 1133-2:2012. Ensayo fluidez.
- ISO 1183-1:2013 Ensayo densidad.

### 3. Condiciones de uso e instalación del producto

El producto deberá utilizarse siguiendo siempre las indicaciones del manual de instrucciones:

- El conector no deberá estar en contacto con el suelo.
- No se deberá soltar libremente el cable para que se recoja.
- No se deben aplicar al cargador chorros de agua directos ni desde la parte frontal ni desde la superior.
- El voltaje de entrada del cargador es de 230V y no otro.
- El cargador debe ser instalado por un instalador cualificado y siempre siguiendo las instrucciones del fabricante.
- El cargador no deberá ser utilizado por niños.
- Asegurar que el tipo de conector del vehículo es de Tipo 2 y coincide con el del cargador.
- No se debe manipular el producto para modificar sus características sin ser un profesional autorizado por el fabricante.

# PRESUPUESTO

En este apartado se ha hecho una estimación de todos los costes del proyecto para poder ofrecer un dato de precio de venta al público que se ajuste lo más posible al que sería en la realidad.

## 5.1 Coste de los materiales

En la Tabla 11 se recogen los costes asociados a los materiales. Para obtener los valores de €/kg se ha escogido el valor medio entre el máximo y el mínimo de los que ofrece la base de datos Granta Edupack.

Designación	Peso (kg)	Material	Precio (€/kg)	Coste (€)
Embellecedor	0,1316	PP	1,18	0,16 €
Tapa delantera	0,1578			0,19 €
Carcasa principal	0,7225			0,85 €
Carcasa inferior	0,1845			0,22 €
Tapa inferior	0,1413			0,17 €
Tapa muelle	0,0252			0,03 €
Difusor LEDs	0,0150			0,02 €
Pantalla frontal	0,2330	PC	2,535	0,59 €
Husillo	0,0074	ABS	1,87	0,01 €
Rodillo de husillo	0,0072	Nailon	4,885	0,04 €
Cuerpo rodillo superior	0,0047	Caucho	1,665	0,01 €
Junta lateral	0,0025			0,00 €
Junta exterior	0,0024			0,00 €
Plantilla pared	0,0377			0,06 €
Muelle	0,1225	Acero con alto contenido en carbono	0,685	0,08 €
Eje cable de carga	0,1363	Acero Inoxidable	2,63	0,36 €
Varilla rodillo superior	0,0053			0,01 €
Refuerzo metálico	0,4290	Acero de baja aleación	0,745	0,32 €
Embalaje	0,3621	Cartón	0,9915	0,36 €
<b>TOTAL</b>				<b>3,48 €</b>

Tabla 11: Costes de los materiales

Por tanto, el coste total asociado a las materias primas de las piezas de fabricación propia sería de **3,48€**.

## 5.2 Coste de fabricación

Para el cálculo de los costes de fabricación de las piezas, se ha aplicado el criterio de que los costes asociados a los materiales suponen 1/3 del total del coste de la pieza fabricada. Por lo tanto el coste de fabricación total de las piezas será de **6,96€**. En la Tabla 12 se puede ver desglosado el coste de cada pieza asociado a la fabricación y el coste total de fabricación de cada pieza.

Designación	Coste material(€)	Coste proceso (€)	Coste Total (€)
Embellecedor	0,16 €	0,31 €	0,47 €
Tapa delantera	0,19 €	0,37 €	0,56 €
Carcasa principal	0,85 €	1,71 €	2,56 €
Carcasa inferior	0,22 €	0,44 €	0,65 €
Tapa inferior	0,17 €	0,33 €	0,50 €
Tapa muelle	0,03 €	0,06 €	0,09 €
Difusor LEDs	0,02 €	0,04 €	0,05 €
Pantalla frontal	0,59 €	1,18 €	1,77 €
Husillo	0,01 €	0,03 €	0,04 €
Rodillo de husillo	0,04 €	0,07 €	0,11 €
Cuerpo rodillo superior	0,01 €	0,02 €	0,02 €
Junta lateral	0,00 €	0,01 €	0,01 €
Junta exterior	0,00 €	0,01 €	0,01 €
Plantilla pared	0,06 €	0,13 €	0,19 €
Muelle	0,08 €	0,17 €	0,25 €
Eje cable de carga	0,36 €	0,72 €	1,08 €
Varilla rodillo superior	0,01 €	0,03 €	0,04 €
Refuerzo metálico	0,32 €	0,64 €	0,96 €
Embalaje	0,36 €	0,72 €	1,08 €
<b>TOTAL</b>	<b>3,48 €</b>	<b>6,96 €</b>	<b>10,44 €</b>

Tabla 12: Costes de procesado y costes totales

## 5.3 Coste de los elementos comerciales

Para un producto de estas características, los elementos comerciales, especialmente los eléctricos y electrónicos son los que más impacto tienen en el precio final del producto. En la Tabla 13 se detallan todos los elementos comerciales, su cantidad, precio unitario y precio total. En el Anexo 4 se puede ver de manera más pormenorizada cada uno de ellos.

Designación	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Tornillo cabeza plana ISO 1207 M3x20	8	0,21 €	1,69 €
Tornillo cabeza plana ISO 1207 M3x20	8	0,04 €	0,34 €
Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M2x8	6	0,04 €	0,22 €
Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M2x3	4	0,07 €	0,26 €
Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M3x5	4	0,03 €	0,11 €
Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M5x6	2	0,19 €	0,38 €
Tornillo de cabeza de estrella ISO 7045 M5x8	4	0,19 €	0,77 €
Tornillo de cabeza hexagonal ISO 4014 M5x30	4	0,20 €	0,82 €
Rodamiento radial de bolas ISO 15 RBB 1025-14	2	4,36 €	8,72 €
Rodamiento radial de bolas ISO 15 RBB 385-10	2	1,63 €	3,26 €
Separador hexagonal M2x20	4	0,58 €	2,32 €
Separador hexagonal M3x27,5	4	0,46 €	1,83 €
Prensaestopas	1	1,80 €	1,80 €
Tira de led 24V	1	13,55 €	13,55 €
Leds iconos frontales 5V	4	0,10 €	0,41 €
Cable 4mm <sup>2</sup>	0,75	0,68 €	0,51 €
Cable 1,5mm <sup>2</sup>	0,4	0,51 €	0,21 €
Carril DIN	0,17	9,30 €	1,58 €
Disyuntor RCCB Tipo B	1	119,00 €	119,00 €
Contactador	1	25,95 €	25,95 €
Controlador 32A AC 240V	1	53,06 €	53,06 €
PCB Easy Chargeberry	1	37,96 €	37,96 €
Lector NFC	1	0,90 €	0,90 €
<b>TOTAL</b>			<b>275,65 €</b>

Tabla 13: Costes de los componentes comerciales

## 5.4 Coste de ensamblado

Teniendo en cuenta que el proceso total de ensamblado de una unidad de producto es de 20 minutos (0,33h) y que el precio de la mano de obra en China es de unos 9€/h. El coste asociado al montaje del producto es de unos **3€**.

## 5.5 Costes indirectos y logísticos

Para calcular los costes indirectos y los costes logísticos se ha aplicado un incremento del 25% del coste total de fabricación. En este caso sería de **72,27€** ( $0,25 \cdot (10,44 + 3 + 275,65)$ ).

## 5.6 Beneficio Industrial

Se aplica el porcentaje del 20% de beneficio industrial. En este caso **72,27€** ( $0,2 \cdot (10,44+3+275,65+72,27)$ ).

## 5.7 Tasa impositiva

En España, a pesar de muchas veces estar subvencionada la compra de este tipo de cargadores, el IVA es del 21%. En este caso, **91,06€** ( $0,21 \cdot (10,44+3+275,65+72,27+72,27)$ ).

## 5.8 Precio de venta al público

Finalmente, teniendo en cuenta todos los costes presentados en los apartados anteriores, el precio de venta del cargador sería de  $10,44+3+275,65+72,27+72,27+91,06=524,69€$ . Para hacer un precio más “atractivo” se ha redondeado a:

**P.V.P. 525€**

Este precio no incluye la instalación del producto.