



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

## TRABAJO FIN DE GRADO

# Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carollina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, junio de 2025

## TÍTULO DEL TRABAJO

Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma.

## RESUMEN

Diseño y prototipado de un contenedor inteligente destinado a restaurantes cuyas funciones principales incluyen pesaje de las mermas del establecimiento y el almacenamiento y envío de la información recogida mediante *Wi-Fi*.

## PALABRAS CLAVE

Contenedor de basura orgánica, merma, báscula integrada, restaurante, cocina profesional, hostelería, gestión de residuos, diseño industrial, desarrollo de producto.

## TITLE OF THE PROJECT

Design and prototyping of a smart container for shrinkage weighing

## ABSTRACT

Design and prototyping of a smart container intended for restaurants, whose main functions include weighing the food waste generated by the establishment, as well as storing and transmitting the collected information via *Wi-Fi*.

## KEYWORDS

Organic waste bin, food waste, integrated scale, restaurant, professional kitchen, hospitality industry, waste management, industrial design, product development

## AGRADECIMIENTOS

Iba a ignorar la posibilidad de escribir agradecimientos, puesto que, como es de esperarse después de un largo tiempo de trabajo, estoy agotada y solo quiero echarme a dormir. Sin embargo, no puedo evitar sentir un sinfín de emociones diferentes (y que se me salten un par de lagrimillas) al acercarme tanto al final de este trayecto.

No voy a mentir: he buscado rápidamente por Internet cómo se escribe una sección de agradecimientos en un TFG. Parece ser que hay un pequeño protocolo a seguir, con un orden de personas a las que agradecer y tal, pero no estamos aquí para hacer todo lo que nos digan sin cuestionarlo y sin seguir nuestro corazón, así que empezaré por donde me dé la gana.

La primera persona a la que quiero agradecer es a mi pareja. Sé que no podía ser más cliché, pero sin el apoyo y el amor infinito que me proporcionó a lo largo de esta montaña rusa, probablemente habría abandonado todo antes de darme cuenta.

Agradezco también a mis padres por nunca soltarme la mano, por creer en mí incluso cuando yo dudaba de mis capacidades, por brindarme su presencia cada día, aún estando lejos; y por haberme enseñado – o medio obligado :P – a pensar con seriedad en mi futuro profesional.

A mis amigos, que me aportaron tanto en este viaje. Gracias por vuestra compañía, por haber calmado mis nervios cuando lo he necesitado, por haberme motivado en todo momento y por haberme servido de ejemplo e inspiración.

Finalmente, me gustaría agradecer a mi tutora, Davinia, por haber creído desde el primer momento en el potencial de este proyecto y por haberme dado el empujoncito que necesitaba para salir de mi zona de confort.

Fighting!



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

## TRABAJO FIN DE GRADO

# ÍNDICE

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carollina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, junio de 2025

# ÍNDICE GENERAL

<b>MEMORIA.....</b>	<b>29</b>
1. Objeto .....	30
2. Alcance .....	30
3. Antecedentes .....	31
4. Normas y referencias .....	31
4.1. Disposiciones legales y normas aplicadas .....	31
4.1.1. Legislación general y seguridad de productos .....	31
4.1.2. Normativa sobre residuos, medio ambiente y ecodiseño.....	32
4.1.3. Normativa sobre equipos eléctricos, electrónicos y compatibilidad electromagnética (CEM).....	32
4.1.4. Normas sobre documentación técnica, diseño y dibujo industrial .	33
4.1.5. Normas de ergonomía y seguridad de máquinas.....	33
Otras normas aplicables .....	34
4.2. Programas de cálculo .....	34
4.3. Plan de gestión de calidad aplicado durante la redacción del proyecto 34	
4.4. Bibliografía .....	36
4.5. Otras referencias.....	41
5. Abreviaturas .....	41
6. Requisitos de diseño.....	45
7. Análisis de soluciones.....	49
7.1. Metodología y criterios de selección .....	49
7.2. Alternativas conceptuales .....	50
7.2.1. Opción 1 .....	50
7.2.2. Opción 2 .....	50
7.2.3. Opción 3 .....	51
7.2.4. Opción 4 .....	52
7.2.5. Opción 5 .....	52
7.2.6. Opción 6 .....	53
7.2.7. Opción 7 .....	53
7.3. Selección del concepto final.....	54

8.	Resultados finales.....	54
8.1.	Arquitectura del producto.....	54
8.2.	Geometría general y componentes.....	56
8.2.1.	Geometría general .....	56
8.2.2.	Componentes .....	58
8.2.3.	Estructura principal .....	58
8.2.4.	Cubo interno extraíble .....	59
8.2.5.	Sistema de pesaje.....	61
8.2.6.	Unidad electrónica encapsulada .....	63
8.2.7.	Sistema de apertura .....	65
8.2.8.	Sistema de movilidad .....	67
8.3.	Descripción funcional del producto .....	68
8.3.1.	Apertura y cierre de la tapa.....	68
8.3.2.	Movilidad.....	70
	Carga inicial de lista de productos.....	71
8.3.3.	Pesaje de los residuos .....	71
8.3.4.	Registro de datos .....	72
8.3.5.	Gestión de energía .....	72
8.4.	Materiales .....	73
8.4.1.	Listado de elementos estructurales .....	73
8.4.2.	Listado de Componentes electrónicos .....	74
8.4.3.	Listado de elementos auxiliares .....	75
8.5.	Fabricación .....	75
8.6.	Proveedores .....	76
8.7.	Ensamblaje y montaje .....	76
8.7.1.	Ensamblaje en fábrica .....	77
8.7.2.	Montaje por parte del usuario final .....	79
8.8.	Embalaje.....	82
8.9.	Documentación de producto .....	83
9.	Planificación .....	84
10.	Orden de prioridad entre los documentos.....	87
	<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>

<b>Anexo A: Definición estratégica.....</b>	<b>89</b>
1. Identificación del problema .....	89
2. Misión y limitaciones.....	90
3. Clientes, usuarios y canales de distribución .....	90
4. Disposiciones legales y normativas aplicables.....	90
4.2. Directivas europeas.....	90
4.3. Reales decretos .....	91
4.4. Leyes .....	91
4.5. Normas UNE.....	91
5. Planificación del proyecto .....	91
<b>Anexo B: Estudio de Viabilidad.....</b>	<b>98</b>
1. Estudio de mercado .....	98
1.1. Introducción .....	98
1.2. Análisis de empresas relacionadas.....	99
1.2.1. Orbegozo.....	99
1.2.2. Sammic.....	99
1.2.3. Gram.....	100
1.2.4. Rubbermaid.....	100
1.2.5. Metro/Makro .....	100
1.3. Análisis de los productos actuales.....	101
1.3.1. Contenedores.....	101
1.3.2. Básculas.....	103
2. Viabilidad técnica .....	105
2.1. Introducción .....	105
2.2. Necesidades de diseño.....	105
2.3. Análisis de materiales.....	105
2.3.1. Plásticos.....	105
2.3.2. Metales .....	109
2.4. Procesos de Fabricación.....	112
2.4.1. Procesos para plásticos .....	112
2.4.2. Procesos para metales .....	120
3. Viabilidad económica .....	128

3.1.	Introducción .....	128
3.2.	Estimación del nivel de producción (NPROD).....	128
3.3.	Precio de venta al público(PVP) .....	128
3.4.	Precio de venta directa (PVD) .....	129
3.5.	Estimación de ingresos y gastos.....	129
3.5.1.	Obtención del total de los ingresos por ventas anuales (VA).....	129
3.5.2.	Cálculo de la inversión necesaria o capital total (CT) .....	129
3.5.3.	Cálculo de los costes fijos anuales (Cf) .....	130
3.5.4.	Otros gastos fijos.....	130
3.5.5.	Cálculo de los costes variables (Cv).....	130
3.5.6.	Costes totales (CT).....	131
3.6.	Relación de costes e ingresos. Diagrama de equilibrio. Cálculo de beneficio	131
<b>Anexo C: Especificaciones .....</b>		<b>134</b>
1.	Necesidades de fabricación.....	134
1.1.	Tamaño .....	134
1.2.	Peso.....	134
1.3.	Medios de producción .....	134
1.4.	Materiales .....	134
1.5.	Instalación .....	134
2.	Necesidades del entorno del producto.....	135
3.	Necesidades de la vida útil .....	135
4.	Necesidades de mantenimiento .....	135
5.	Necesidades de transporte .....	136
6.	Necesidades de embalaje.....	136
7.	Necesidades de estética y acabado.....	137
8.	Necesidades según normativa legal .....	137
8.1.	Normas técnicas aplicables .....	138
8.1.1.	Documentación y dibujo técnico.....	138
8.1.2.	Ergonomía y seguridad.....	138
8.1.3.	Normativa para hostelería .....	138
8.1.4.	Elementos mecánicos y ensamblaje.....	139
8.1.5.	Compatibilidad electromagnética y seguridad eléctrica .....	139

8.1.6.	Gestión ambiental y ecodiseño .....	139
8.2.	Normativa legal .....	140
8.2.1.	Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.....	140
8.2.2.	Reglamento (CE) Nº 852/2004 del parlamento europeo y del consejo de 29 de abril de 2004 .....	141
8.2.3.	Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias. ....	142
8.2.4.	Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, de envases y residuos de envases.....	146
8.2.5.	Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos .....	147
8.2.6.	Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.....	149
8.2.7.	Real Decreto 188/2016, de 6 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se establecen los requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos, y se regula el procedimiento para la evaluación de la conformidad, la vigilancia del mercado y el régimen sancionador de los equipos de telecomunicación.....	151
8.2.8.	Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos. .	154
8.2.9.	Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.....	157
9.	Necesidades medioambientales .....	160
10.	Ergonomía y seguridad.....	161
11.	Calidad.....	161
12.	Requerimientos de la competencia.....	162
12.1.	Patente De Winnow solutions Limited .....	162
12.1.1.	Datos de la patente .....	162
12.1.2.	Componentes principales.....	162
12.1.3.	Innovaciones destacadas.....	164
12.1.4.	Análisis comparativo y diferenciación técnica.....	164
<b>Anexo D: Necesidades de los clientes.....</b>		<b>166</b>
1.	Introducción .....	166

2.	Preguntas de la encuesta .....	166
2.1.	Bloque 1: Desafíos actuales.....	166
2.2.	Bloque 2: Preferencias y necesidades en los equipos de cocina...	167
2.3.	Bloque 3: Automatización y nuevas tecnologías.....	168
2.4.	bloque 4: Capacitación y uso de nuevos sistemas .....	168
2.5.	Bloque 5: Impacto en el trabajo diario.....	169
3.	Resultados de la encuesta.....	169
3.1.	Pregunta 1.....	169
3.2.	Pregunta 2.....	170
3.3.	Pregunta 3.....	171
3.4.	Pregunta 4.....	172
3.5.	Pregunta 5.....	172
3.6.	Pregunta 6.....	173
3.7.	Pregunta 7.....	174
3.8.	Pregunta 8.....	175
3.9.	Pregunta 9.....	175
3.10.	Pregunta 10.....	176
3.11.	Pregunta 11.....	177
3.12.	Pregunta 12.....	177
3.13.	Pregunta 13.....	178
4.	Resumen de las necesidades identificadas .....	179
5.	Conclusión.....	180
	<b>Anexo E: Análisis de riesgos .....</b>	<b>181</b>
1.	Introducción.....	181
2.	Análisis DAFO .....	181
2.1.	Fortalezas .....	181
2.2.	Oportunidades .....	182
2.3.	Debilidades.....	182
2.4.	Amenazas .....	182
3.	Análisis CAME.....	183
3.1.	Mantener las fortalezas.....	183
3.2.	Explotar las oportunidades.....	183
3.3.	Corregir las debilidades.....	184

3.4.	Afrontar las amenazas.....	184
4.	Conclusión.....	184
<b>Anexo F: Diseño conceptual .....</b>		<b>186</b>
1.	Introducción.....	186
2.	Moodboard e inspiración visual .....	186
2.1.	Contexto de uso: cocinas profesionales.....	188
2.2.	Paleta cromática y materiales .....	188
2.3.	Referencias formales y funcionales.....	189
3.	Fase de bocetado inicial .....	189
3.1.	Exploración de formas y estructuras.....	189
3.2.	Análisis funcional de las primeras propuestas .....	191
4.	Alternativas conceptuales .....	192
4.1.	Opción 1 .....	192
4.2.	Opción 2 .....	192
4.3.	Opción 3 .....	193
4.4.	Opción 4 .....	194
4.5.	Opción 5 .....	194
4.6.	Opción 6 .....	195
4.7.	Opción 7 .....	196
5.	Selección del concepto final.....	196
5.1.	Metodología aplicada.....	196
5.2.	Criterios de decisión.....	197
5.3.	Selección del concepto.....	197
<b>Anexo G: Desarrollo Conceptual .....</b>		<b>200</b>
1.	Introducción.....	200
2.	Arquitectura del producto.....	200
2.1.	Esquema general del producto .....	200
2.2.	Agrupación en módulos físico-funcionales.....	201
2.3.	Representación geométrica inicial .....	203
2.4.	Interacción entre módulos (interfases).....	204
3.	Configuración del diseño.....	206
3.1.	Identificación de los posibles casos en los que pueda fallar el producto	206

3.2.	Compromiso de la funcionalidad ante diferentes modos de uso..	207
3.3.	Observaciones derivadas del análisis de fallos y modos de uso....	208
4.	Parámetros de implementación.....	208
4.1.	Dimensiones y tolerancias.....	209
4.2.	Valores Característicos .....	209
<b>Anexo H: Estudio de materiales.....</b>		<b>210</b>
1.	Introducción .....	210
1.1.	Relación con el estudio de viabilidad técnica .....	210
2.	Materiales de la estructura .....	210
2.1.	Fichas técnicas de los materiales .....	210
2.1.1.	Polipropileno (PP).....	211
2.1.2.	Polietileno de alta densidad .....	212
2.1.3.	Acero inoxidable AISI 304.....	213
2.1.4.	Acero inoxidable AISI 316.....	213
2.1.5.	Costes.....	214
2.2.	Criterios de selección .....	214
2.2.1.	Criterios de selección generales.....	214
2.2.2.	Criterios específicos según módulo.....	215
2.3.	Matriz de Pugh .....	216
3.	Características de los Componentes electrónicos.....	217
3.1.	Microcontrolador ESP32 WROOM32 .....	218
3.2.	Pantalla LCD .....	220
3.3.	Teclado .....	221
3.4.	Amplificador HX711.....	222
3.5.	Celdas de carga .....	223
3.6.	Batería .....	225
3.6.1.	Batería Li-Ion .....	225
4.	Elementos auxiliares .....	226
4.6.	Ruedas.....	226
4.7.	Carcasa .....	228
4.8.	Tornillería .....	230
<b>Anexo I: Prototipado Funcional .....</b>		<b>231</b>

1.	Objetivo.....	231
2.	Alcance del prototipo.....	231
3.	Materiales.....	231
3.1.	Componentes electrónicos.....	232
3.2.	Elementos estructurales y auxiliares.....	232
4.	Ensamblaje del prototipo.....	232
4.1.	Esquema de conexiones.....	233
4.1.1.	Diagrama del circuito.....	233
4.2.	Ensamblaje del sistema completo.....	240
5.	Funcionamiento del sistema.....	242
5.1.	Lectura de peso.....	242
5.2.	Interacciones mediante teclado.....	243
5.3.	Visualización en pantalla.....	243
5.4.	Registro de fecha y hora del pesaje.....	244
5.5.	Almacenamiento de datos.....	244
6.	Descripción del software.....	245
6.1.	Lógica general del código.....	245
6.2.	Inicialización de periféricos.....	247
6.3.	Lectura del HX711.....	247
6.4.	Menú de selección de productos.....	248
7.	Prueba de precisión del sistema de pesaje.....	249
8.	Conclusiones.....	252
8.1.	Evaluación del rendimiento del prototipo.....	252
8.2.	Correspondencia con el diseño final del producto.....	252
	<b>PLANOS.....</b>	<b>253</b>
1.	Plano del conjunto.....	254
2.	Estructura principal.....	255
3.	Cubo interior.....	256
4.	Tapa.....	257
5.	Asa de la tapa y embellecedor.....	258
6.	Eje de la tapa y tapón del eje.....	259
7.	Pedal y eslabón.....	260

8.	Carcasa .....	261
9.	Base de la carcasa .....	262
10.	Base de la báscula .....	263
11.	Estructura de la báscula .....	264
12.	Patatas de la báscula .....	265
<b>PLIEGO DE CONDICIONES .....</b>		<b>266</b>
1.	Pliego de condiciones generales, obligaciones legales y económico administrativas .....	267
1.1.	Generalidades .....	267
1.1.1.	Objeto del pliego .....	267
1.1.2.	Documentos del proyecto base para la contratación .....	267
1.1.3.	Alcance o limitaciones de los trabajos .....	267
1.1.4.	Criterios de modificaciones al proyecto .....	268
1.2.	Obligaciones y responsabilidades de partes .....	268
1.2.1.	Obligaciones y responsabilidades del coordinador del diseño y desarrollo .....	268
1.2.2.	Obligaciones y responsabilidades del fabricante .....	269
1.2.3.	Obligaciones y responsabilidades de los proveedores .....	269
1.2.4.	Obligaciones y responsabilidades del encargado del proyecto.....	269
1.3.	Criterios administrativos .....	270
1.3.1.	Generalidades .....	270
1.3.2.	Criterios de medición .....	270
1.3.3.	Criterios de valoración .....	270
1.3.4.	Criterios para el acopio de materiales.....	271
1.4.	Recepción .....	271
1.5.	Normas, reglamentos y legislación a cumplir.....	271
1.5.1.	Legislación general y seguridad de productos .....	271
1.5.2.	Normativa sobre residuos, medio ambiente y ecodiseño.....	272
1.5.3.	Normativa sobre equipos eléctricos, electrónicos y compatibilidad electromagnética (CEM).....	272
1.5.4.	Normas sobre documentación técnica, diseño y dibujo industrial	273
1.5.5.	Normas de ergonomía y seguridad de máquinas.....	273
1.5.6.	Otras normas aplicables .....	274

2.	Pliego de condiciones técnicas particulares .....	275
2.1.	Descripción del producto .....	275
2.1.1.	Descripción estructural del producto.....	275
2.1.2.	Condiciones funcionales del producto .....	276
2.2.	Especificaciones de los materiales y elementos constitutivos .....	278
2.2.1.	Listado de materiales y elementos constitutivos .....	278
2.2.2.	Calidades mínimas para exigir para cada material o elementos utilizado	280
2.2.3.	Teclado .....	284
2.2.4.	Pruebas y ensayos de materiales y elementos.....	288
2.3.	Condiciones en el proceso de ejecución y control .....	290
2.3.1.	Productos que comprende el proyecto.....	290
2.3.2.	Inicio de la fabricación.....	290
2.3.3.	Proceso de fabricación de las piezas plásticas .....	290
2.4.	Pruebas y ensayos Funcionales .....	291
2.5.	Condiciones de uso, mantenimiento y funcionamiento.....	292
<b>MEDICIONES .....</b>		<b>293</b>
1.	Fabricación de moldes .....	294
2.	Fabricación de piezas de plástico .....	295
3.	Electrónica.....	299
4.	Elementos auxiliares .....	301
5.	Montaje.....	302
6.	Embalaje.....	304
<b>PRESUPUESTO .....</b>		<b>305</b>
1.	Cuadro de mano de obra unitario .....	306
2.	Cuadro de maquinaria .....	306
3.	Cuadro de materiales .....	306
4.	Cuadros de precios unitarios descompuestos.....	309
4.1.	Fabricación de moldes .....	309
4.2.	Fabricación de piezas de plástico .....	309
4.3.	Electrónica.....	313
4.4.	Elementos auxiliares .....	316

4.5.	Montaje.....	317
4.6.	Embalaje.....	318
5.	Presupuestos parciales.....	321
5.1.	Fabricación de moldes .....	321
5.2.	Fabricación de piezas de plástico .....	321
5.3.	Electrónica.....	323
5.4.	Elementos auxiliares .....	324
5.5.	Montaje.....	325
5.6.	Embalaje.....	326
6.	Resumen del presupuesto.....	327

# ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Opción 1. Fuente: Primaria.....	50
Imagen 2. Opción 2. Fuente: Primaria.....	51
Imagen 3. Opción 3. Fuente: Primaria.....	51
Imagen 4.. Opción 4. Fuente: Primaria.....	52
Imagen 5. Opción 5. Fuente: Primaria.....	52
Imagen 6. Opción 6. Fuente: Primaria.....	53
Imagen 7. Opción 7. Fuente: Primaria.....	53
Imagen 8. Arquitectura del producto. Fuente: Primaria .....	55
Imagen 9. Representación tridimensional de los módulos. Fuente: Primaria.....	56
Imagen 10. Representación tridimensional de los módulos. Fuente: Primaria.....	56
Imagen 11. Producto final desde diferentes ángulos. Fuente: Primaria. ....	56
Imagen 12. Parte frontal desde diferentes ángulos. Fuente: Primaria.....	57
Imagen 13. Estructura principal. Fuente: Primaria.....	59
Imagen 14. Cubo interno extraíble. Fuente: Primaria. ....	60
Imagen 15. Patas de la báscula. Fuente: Primaria.....	61
Imagen 16. Base de la báscula. Fuente: Primaria. ....	62
Imagen 17. Estructura de la báscula. Fuente: Primaria.....	62
Imagen 18. Báscula ensamblada. Fuente: Primaria.....	62
Imagen 19. Detalle del montaje de la báscula con las células de carga. Fuente: Primaria. .....	63
Imagen 20. Diseño de la carcasa. Fuente: Primaria.....	64
Imagen 21. Base de la carcasa. Fuente: Primaria. ....	65
Imagen 22. Tapa. Fuente: Primaria. ....	65
Imagen 23. De izquierda a derecha: Eje y cierre del eje. Fuente: Primaria .....	66
Imagen 24. De izquierda a derecha: Eslabón y pedal. Fuente: Primaria. ....	66
Imagen 25. Asa de la tapa. Fuente: Primaria.....	66
Imagen 26. Apertura de tapa presionando pedal. Fuente: Primaria.....	69
Imagen 27. Apertura máxima de la tapa (75º). Fuente: Primaria .....	69
Imagen 28. Cierre de la tapa al dejar de presionar el pedal. Fuente: Primaria. ....	69
Imagen 29. Puntos de agarre. Fuente: Primaria.....	70
Imagen 30. Punto de agarre: eje. Fuente: Primaria. ....	71

Imagen 31. Montaje de la carcasa. Fuente: Primaria.....	77
Imagen 32.Montaje de las células de carga y patas de la báscula. Fuente: Primaria.....	77
Imagen 33.Montaje de la estructura de la báscula en la base. Fuente: Primaria.....	78
Imagen 34. Montaje de la báscula en la estructura principal. Fuente: Primaria.....	78
Imagen 35. Producto preparado para su embalaje. Fuente: Primaria.....	79
Imagen 36. Primer paso: levantar la báscula. Fuente: Primaria.....	79
Imagen 37. Sistema de movilidad ensamblado. Fuente: Primaria.....	80
Imagen 38. Montaje de las ruedas. Fuente: Primaria.....	80
Imagen 39. Montaje de la tapa. Fuente: Primaria.....	80
Imagen 40. Montaje del asa. Fuente: Primaria.....	81
Imagen 41.Tapa ensamblada. Fuente: Primaria.....	81
Imagen 42.Montaje del sistema de apertura: pedal y eslabón. Fuente: Primaria.....	81
Imagen 43. Encaje del pedal y eslabón en la estructura principal y en la tapa. Fuente: Primaria.....	82
Imagen 44.Caja de cartón doble corrugado (modelo SHD-85), vista abierta. Fuente: Mas de Cartón (s. f.).....	82
Imagen 45. Ejemplo de colocación de etiquetas. Captura de la entrada “La importancia de la rotulación del embalaje en el transporte de mercancías”. Fuente: Ugalde, M. (2023), UCL Logistics.....	83
Imagen 46. Diagrama de Gantt. Parte 1/3. Fuente: Primaria.....	95
Imagen 47. Diagrama de Gantt. Parte 2/3. Fuente: Primaria.....	96
Imagen 48. Diagrama de Gantt. Parte 3/3. Fuente: Primaria.....	97
Imagen 49.Logotipo de Orbegozo. Fuente: <a href="https://orbegozo.com/">https://orbegozo.com/</a> .....	99
Imagen 50.Logotipo de Sammic. Fuente: <a href="https://www.sammic.es/">https://www.sammic.es/</a> .....	99
Imagen 51. Logotipo de Gram. Fuente: <a href="https://gram-group.com/es/">https://gram-group.com/es/</a> .....	100
Imagen 52.Logotipo de Rubbermaid. Fuente: <a href="https://www.rubbermaid.eu/">https://www.rubbermaid.eu/</a> .....	100
Imagen 53.Logotipo de Makro. Fuente: <a href="https://www.makro.es/">https://www.makro.es/</a> .....	101
Imagen 54.Brute vented container. Fuente: Rubbermaid (s.f.). [Imagen].	101
Imagen 55. Cubo de basura Vented Slim Jim. Fuente: Makro (s.f.). [Imagen].	102
Imagen 56.Cubo Goliat 95L. Fuente: Vajilla Llorca (s.f.). [Imagen].	102
Imagen 57. Cubo de reciclaje PB-1080. Fuente: DBMark (s.f.). [Imagen].	102
Imagen 58. Báscula LEQ-8. Fuente: Sammic (s.f.). [Imagen].	103
Imagen 59.Balanza digital P609. Fuente: Pujadas (s.f.). [Imagen].	103
Imagen 60.Balanza ABD. Fuente: Baxtran (s.f.). [Imagen].	103

Imagen 61. Báscula Industrial Inox PC 5500. Fuente: Orbegozo. (s.f.). [Imagen].....	104
Imagen 62. Tipos de plástico más comunes. Fuente: Plastic Oceans. (s.f.). <i>7 tipos de plástico más comunes</i> . Recuperado de: <a href="https://plasticoceans.org/7-tipos-de-plastico-mas-comunes/">https://plasticoceans.org/7-tipos-de-plastico-mas-comunes/</a> .....	106
Imagen 63. Ejemplos de contenedores de HDPE. Fuente: Plástico.com. (s.f.). <i>Todo sobre el polietileno de alta densidad (HDPE): usos, ventajas y mercado actual</i> . Recuperado de: <a href="https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual">https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual</a> .....	108
Imagen 64. Ejemplo de metales. Fuente: Golfa.mx. (s.f.). Los metales. Recuperado de: <a href="https://golfa.mx/los-metales/">https://golfa.mx/los-metales/</a> .....	110
Imagen 65. Composición de los aceros inoxidable. Fuente: Hostelería3D. (s.f.). <i>Qué es el acero inoxidable</i> . Recuperado de: <a href="https://hosteleria3d.com/que-es-el-acero-inoxidable/">https://hosteleria3d.com/que-es-el-acero-inoxidable/</a> .....	110
Imagen 66. Composición de los aceros inoxidable de la serie 300. Fuente: Hostelería3D. (s.f.). <i>Qué es el acero inoxidable</i> . Recuperado de: <a href="https://hosteleria3d.com/que-es-el-acero-inoxidable/">https://hosteleria3d.com/que-es-el-acero-inoxidable/</a> .....	111
Imagen 67. Moldeo por inyección. Fuente: Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 277). McGraw-Hill. ....	113
Imagen 68. Tabla de tolerancias para varios tipos de plástico fabricados mediante moldeo por inyección. Fuente: Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 302). McGraw-Hill.....	114
Imagen 69. Moldeo por soplado y extrusión. Fuente: Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 289). McGraw-Hill. ....	115
Imagen 70. Moldeo por soplado e inyección. Fuente: Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 291). McGraw-Hill. ....	115
Imagen 71. Componentes y características de un extrusor. Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 262). McGraw-Hill. ....	117
Imagen 72. Ciclo de moldeo rotacional. Fuente: Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 293). McGraw-Hill. ....	118
Imagen 73. Clasificación de las operaciones de formado de metales. Fuente: Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 379). McGraw-Hill.....	120
Imagen 74. Proceso de laminación. Fuente: Groover, M. P. (2007). <i>Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas</i> (3ª ed., p. 391). McGraw-Hill. ....	121

Imagen 75. Laminado de cuerdas. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 399). McGraw-Hill. .....	122
Imagen 76. Doblado de lámina metálica. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 448). McGraw-Hill. .....	124
Imagen 77. Doblado en V. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 448). McGraw-Hill.....	124
Imagen 78. Doblado de bordes. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 448). McGraw-Hill. .....	124
Imagen 79. Bridado recto. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.....	124
Imagen 80. Doble. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.....	125
Imagen 81. Engargolado. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.....	125
Imagen 82. Rebordeado. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.....	125
Imagen 83. Operaciones misceláneas de doblado. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 452). McGraw-Hill. ....	125
Imagen 84. Diagrama de equilibrio suponiendo el 100% de las ventas. Fuente: Primaria. .....	132
Imagen 85. Diagrama de equilibrio suponiendo un 60% de las ventas. Fuente: Primaria .....	132
Imagen 86. Símbolo para marcaje de RAEE según Anexo V del *Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero* .....	149
Imagen 87. Diagrama de bloques de un sistema según una de las formas de realización de la invención. Figura extraída de la patente WO2015162417A1: Intelligent kitchen waste recycling system.....	163
Imagen 88. Diagrama de bloques de un sistema según una de las formas de realización de la invención. Figura extraída de la patente WO2015162417A1: Intelligent kitchen waste recycling system.....	163
Imagen 89. Resultados de la pregunta 1. Fuente: Primaria. ....	170
Imagen 90. Resultados de la pregunta 2. Fuente: Primaria. ....	170
Imagen 91. Resultados de la pregunta 3. Fuente: Primaria. ....	171
Imagen 92. Resultados de la pregunta 4. Fuente: Primaria. ....	172

Imagen 93. Resultados de la pregunta 5. Fuente: Primaria. ....	173
Imagen 94. Resultados de la pregunta 6. Fuente: Primaria. ....	174
Imagen 95. Resultados de la pregunta 7. Fuente: Primaria. ....	174
Imagen 96. Resultados de la pregunta 8. Fuente: Primaria. ....	175
Imagen 97. Resultados de la pregunta 9. Fuente: Primaria. ....	176
Imagen 98. Resultados de la pregunta 10. Fuente: Primaria. ....	176
Imagen 99. Resultados de la pregunta 11. Fuente: Primaria. ....	177
Imagen 100. Resultados de la pregunta 12. Fuente: Primaria. ....	178
Imagen 101. Resultados de la pregunta 13. Fuente: Primaria. ....	178
Imagen 102: Moodboard general. Fuente: Primaria. ....	186
Imagen 103: Moodboard específico 1. Pantalla e interfaz de usuario. Fuente: Primaria. .....	187
Imagen 104: Moodboard específico 2. Contenedores y sistemas mecánicos. Fuente: Primaria. ....	188
Imagen 105. Estudio del sistema de apertura. Fuente: Primaria. ....	189
Imagen 106. Estudio de la geometría general. Fuente: Primaria. ....	190
Imagen 107. Estudio de la distribución del panel de control. Fuente: Primaria. ....	190
Imagen 108. Estudio de la distribución del sistema de control. Fuente: Primaria. ....	191
Imagen 109. Opción 1. Fuente: Primaria. ....	192
Imagen 110. Opción 2. Fuente: Primaria. ....	193
Imagen 111. Opción 3. Fuente: Primaria. ....	193
Imagen 112. Opción 4. Fuente: Primaria. ....	194
Imagen 113. Opción 5. Fuente: Primaria. ....	195
Imagen 114. Opción 6. Fuente: Primaria. ....	195
Imagen 115. Opción 7. Fuente: Primaria. ....	196
Imagen 116. Matriz de Pugh. Fuente: Primaria. ....	198
Imagen 117. Esquema general del producto. Fuente: Primaria. ....	201
Imagen 118. Estructura modular del sistema. Fuente: Primaria. ....	202
Imagen 119. Representación geométrica inicial. Fuente: Primaria. ....	204
Imagen 120. Interacciones fundamentales entre módulos. Fuente: Primaria. ....	205
Imagen 121. ESP32 WROOM32 de Espressif. Fuente: Mouser Electronics. (s.f.). <i>Espressif ESP32-WROOM-32 MCU Modules</i> . Recuperado de: <a href="https://www.mouser.es/new/espressif/espressif-esp32-wroom-32-modules/">https://www.mouser.es/new/espressif/espressif-esp32-wroom-32-modules/</a> .....	218

Imagen 122. Pantalla LCD. Fuente: Amazon. (s.f.). Pantalla LCD táctil Nextion NX3224T028 2.8 pulgadas con interfaz serial para microcontroladores. Recuperado de: <a href="https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32">https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32</a> .....	220
Imagen 123. Ejemplo de teclado personalizado. Fuente: Primaria. ....	221
Imagen 124. HX711 de Sparkfun. Fuente: SparkFun. (s.f.). <i>SparkFun Load Cell Amplifier - HX711</i> . Recuperado de: <a href="https://www.sparkfun.com/sparkfun-load-cell-amplifier-hx711.html">https://www.sparkfun.com/sparkfun-load-cell-amplifier-hx711.html</a> .....	223
Imagen 125. Células de carga. Fuente: Tuozhanteng Electronic Technology Co., Ltd. (s.f.). Recuperado de: <a href="https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html">https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html</a> .....	224
Imagen 126. Esquema de las conexiones eléctricas. Realizado en la aplicación Fritzing. Fuente: Primaria. ....	233
Imagen 127. Conexión de las células de carga y el HX711 en el prototipo. Fuente: Primaria. ....	234
Imagen 128. Esquema de conexiones entre las células de carga y el HX711. Fuente: Primaria. ....	235
Imagen 129. Esquema de conexiones entre HX711 y ESP32. Fuente: Primaria. ....	236
Imagen 130. HX711. Fuente: Primaria. ....	237
Imagen 131. ESP32. Fuente: Primaria. ....	237
Imagen 132. Esquema de conexiones entre la pantalla LCD y el ESP32. Fuente: Primaria. ....	238
Imagen 133. Esquema de conexiones entre teclado matricial y ESP32. Fuente: Primaria. ....	239
Imagen 134. Teclado matricial y ESP32 conectados. Fuente: Primaria. ....	240
Imagen 135. Ensamblaje final del prototipo. Fuente: Primaria. ....	240
Imagen 136. Paso 1 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria. ....	241
Imagen 137. Paso 2 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria. ....	241
Imagen 138. Paso 3 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria. ....	241
Imagen 139. Paso 4 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria. ....	241
Imagen 140. Paso 5 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria. ....	241
Imagen 141. Mensaje de confirmación de guardado. Fuente: Primaria. ....	244
Imagen 142. Puesta a cero del peso. Fuente: Primaria. ....	245
Imagen 143. Diagrama de flujo del prototipo. Fuente: Primaria. ....	246
Imagen 144. Diagrama de flujo del sistema de pesaje. Fuente: Primaria. ....	248
Imagen 145. Fragmento del código correspondiente a la lista de productos. Fuente: Primaria. ....	248
Imagen 146. Menú principal y peso mostrados en pantalla. Fuente: Primaria. ....	249

Imagen 147. Dispersión de mediciones. Prueba 1: 0g (sin peso). Fuente: Primaria. ....	251
Imagen 148. Dispersión de mediciones. Prueba 2: 531g. Fuente: Primaria.....	251
Imagen 149. Dispersión de mediciones. Prueba 3: 1512g. Fuente: Primaria.....	251

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Abreviaturas. Fuente: Primaria.....	44
Tabla 2. Unidades. Fuente: Primaria.....	45
Tabla 3. Necesidades del producto. Fuente: Primaria.....	49
Tabla 4. Medidas características del conjunto. Fuente: Primaria.....	58
Tabla 5. Características de la estructura principal. Fuente: Primaria.....	59
Tabla 6. Características del cubo interno extraíble. Fuente: Primaria.....	60
Tabla 7. Características de las piezas que componen el sistema de pesaje. Fuente: Primaria.....	61
Tabla 8. Características de los componentes de la unidad electrónica encapsulada. Fuente: Primaria.....	64
Tabla 9. Características de los componentes del sistema de apertura. Fuente: Primaria.....	67
Tabla 10. Característica de los embellecedores. Fuente: Primaria.....	68
Tabla 11. Listado de elementos estructurales del producto. Fuente: Primaria.....	74
Tabla 12. Listado de componentes electrónicos del producto. Fuente: Primaria.....	75
Tabla 13. Listado de elementos auxiliares. Fuente: Primaria.....	75
Tabla 14. Planificación. Fuente: Primaria.....	86
Tabla 15. Planificación del proyecto. Fuente: Primaria.....	94
Tabla 16. Valores de espesor de pared nominal para piezas rotomoldeadas en polietileno (PE). Fuente: <a href="https://di3prod2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/disec3b1opa.pdf">https://di3prod2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/disec3b1opa.pdf</a> .....	119
Tabla 17. Radios ideales en las aristas para rotomoldeo. Fuente: <a href="https://di3prod2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/disec3b1opa.pdf">https://di3prod2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/disec3b1opa.pdf</a> .....	119
Tabla 18. Resumen de las necesidades de los clientes. Fuente: Primaria.....	180
Tabla 19. Análisis DAFO. Fuente: Primaria.....	181
Tabla 20. Análisis CAME. Fuente: Primaria.....	183
Tabla 21. Módulos del sistema. Fuente: Primaria.....	203
Tabla 22. Ficha técnica del Polipropileno. Fuente: Transglass. (s.f.). Ficha técnica: Polipropileno (PP). Recuperado de: <a href="https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polipropileno.html">https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polipropileno.html</a> .....	211
Tabla 23. Ficha técnica del Polietileno. Fuente: Transglass. (s.f.). Ficha técnica: Polietileno (PE) negro. Recuperado de: <a href="https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polietileno-negro.html">https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polietileno-negro.html</a> .....	212

Tabla 24. Ficha técnica del acero inoxidable AISI 304. Fuente: ThyssenKrupp Materials Ibérica. (2023). <i>Aceros inoxidables y aluminio</i> . Recuperado de: <a href="https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data_sheets/inox_alu_tkmi_es_web-1.pdf">https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data_sheets/inox_alu_tkmi_es_web-1.pdf</a> .....	213
Tabla 25. Ficha técnica del acero inoxidable AISI 316. Fuente: ThyssenKrupp Materials Ibérica. (2023). <i>Aceros inoxidables y aluminio</i> . Recuperado de: <a href="https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data_sheets/inox_alu_tkmi_es_web-1.pdf">https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data_sheets/inox_alu_tkmi_es_web-1.pdf</a> .....	213
Tabla 26. Comparación de costes de los materiales. Fuente: Primaria.....	214
Tabla 27. Requisitos de cada módulo. Fuente: Primaria.....	215
Tabla 28. Ponderaciones asignadas a cada criterio según el módulo. Fuente: Primaria.....	216
Tabla 29. Asignación de puntos tomando como referencia el PP. Fuente: Primaria. ...	217
Tabla 30. Suma de puntuaciones asignadas. Fuente: Primaria.....	217
Tabla 31. Ficha técnica del ESP32 WROOM 32 de Espressif Systems. Fuente: Espressif Systems. (2025). ESP32-WROOM-32 datasheet (versión 3.5). Recuperado de: <a href="https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf">https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf</a> .....	219
Tabla 32. Ficha técnica de la pantalla LCD. Fuente: Amazon. (s.f.). Pantalla LCD táctil Nextion NX3224T028 2.8 pulgadas con interfaz serial para microcontroladores. Recuperado de: <a href="https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32">https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32</a> .....	220
Tabla 33. Ficha técnica del teclado de membrana del fabricante <i>Shenzhen Haiwen Membrane Switch Co., Ltd.</i> . Fuente: Alibaba. (s.f.). Factory Key Pad Graphic Overlay Button. Recuperado de: <a href="https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button_1600376003443.html">https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button_1600376003443.html</a> .....	222
Tabla 34. Ficha técnica del HX711 de Sparkfun. Fuente: Avia Semiconductor. (s.f.). HX711 Datasheet (English). Recuperado de: <a href="https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf">https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf</a> .....	223
Tabla 35. Ficha técnica de las células de carga. Fuente: Tuozhanteng Electronic Technology Co., Ltd. (s.f.). Recuperado de: <a href="https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html">https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html</a> .....	224
Tabla 36. Consumo energético de los componentes del sistema. Fuente: Primaria.....	225
Tabla 37. Ficha técnica de la batería Samsung INR 18650 30Q. Fuente: 18650BatteryStore. (s.f.). Samsung 30Q 18650 3000 mAh 15 A Battery. Recuperado de: <a href="https://www.18650battery.com/products/samsung-30q">https://www.18650battery.com/products/samsung-30q</a> .....	226
Tabla 38. Ficha técnica de las ruedas. Fuente: TENTE International GmbH. (s.f.). <i>LEVINA Stainless 5387PJO100P30-11 – Swivel castor with total lock</i> . Recuperado de: <a href="https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915_5387PJO100P30_11_en_GB.pdf">https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915_5387PJO100P30_11_en_GB.pdf</a> y TENTE International GmbH. (s.f.). <i>LEVINA Stainless 5380PJO100P30-11 – Swivel castor</i> . Recuperado de: .....	228

Tabla 39. Ficha técnica del ABS. Fuente: Appa3D. (s.f.). <i>Hoja técnica ABS (Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno)</i> . Recuperado de: <a href="https://www.appa3d.com/wp-content/uploads/2022/08/HOJA-TECNICA-ABS-.pdf">https://www.appa3d.com/wp-content/uploads/2022/08/HOJA-TECNICA-ABS-.pdf</a> .....	229
Tabla 40. Características de la tornillería. Fuente: Primaria.....	230
Tabla 41. Conexiones entre células de carga. Fuente: Primaria.....	235
Tabla 42. Conexiones entre células de carga y HX711. Fuente: Primaria.....	236
Tabla 43. Conexiones entre HX711 y ESP32. Fuente: Primaria. ....	236
Tabla 44. Conexiones entre la pantalla LCD y el ESP32. Fuente: Primaria. ....	238
Tabla 45. Pantalla y ESP32 conectados. Fuente: Primaria.....	238
Tabla 46. Conexiones entre teclado matricial y ESP32. Fuente: Primaria. ....	239
Tabla 47. Mediciones realizadas por el prototipo. ....	250
Tabla 48. Dimensiones y características estructurales del producto. Fuente: Primaria	276
Tabla 49. Listado de elementos estructurales. Fuente: Primaria .....	279
Tabla 50. Listado de componentes electrónicos. Fuente: Primaria. ....	280
Tabla 51. Listado de elementos auxiliares. Fuente: Primaria. ....	280
Tabla 52. Calidades mínimas del Polipropileno. Fuente: Transglass. (s.f.). Ficha técnica: Polipropileno (PP). Recuperado de: <a href="https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polipropileno.html">https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polipropileno.html</a> .....	281
Tabla 53. Calidades mínimas ABS. Fuente: Appa3D. (s.f.). <i>Hoja técnica ABS (Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno)</i> . Recuperado de: <a href="https://www.appa3d.com/wp-content/uploads/2022/08/HOJA-TECNICA-ABS-.pdf">https://www.appa3d.com/wp-content/uploads/2022/08/HOJA-TECNICA-ABS-.pdf</a> .....	282
Tabla 54. Calidades mínimas del microcontrolador ESP32 WROOM32. Fuente: Espressif Systems. (2025). ESP32-WROOM-32 datasheet (versión 3.5). Recuperado de: <a href="https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf">https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf</a> .....	283
Tabla 55. Calidades mínimas de la pantalla LCD. Fuente: Amazon. (s.f.). Pantalla LCD táctil Nextion NX3224T028 2.8 pulgadas con interfaz serial para microcontroladores. Recuperado de: <a href="https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32">https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32</a> .....	284
Tabla 56. Calidades mínimas del teclado. Fuente: Alibaba. (s.f.). Factory Key Pad Graphic Overlay Button. Recuperado de: <a href="https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button_1600376003443.html">https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button_1600376003443.html</a> .....	284
Tabla 57. Calidades mínimas del amplificador HX711. Fuente: Avia Semiconductor. (s.f.). HX711 Datasheet (English). Recuperado de: <a href="https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf">https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf</a> .....	285
Tabla 58. Calidades mínimas de las células de carga. Fuente: Tuozhanteng Electronic Technology Co., Ltd. (s.f.). Recuperado de: <a href="https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html">https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html</a> .....	285
Tabla 59. Calidades mínimas del sistema de alimentación. Fuente: Primaria.....	286

Tabla 60. Calidades mínimas de las ruedas. Fuente: TENTE International GmbH. (s.f). LEVINA Stainless 5387PJO100P30-11 – Swivel castor with total lock. Recuperado de: <a href="https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915_5387PJO100P30_11_en_GB.pdf">https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915_5387PJO100P30_11_en_GB.pdf</a> y TENTE International Gm.....	287
Tabla 61. Calidades mínimas de la tornillería. Fuente: Primaria. ....	288
Tabla 62. Pruebas y ensayos para los termoplásticos. Fuente: Primaria.....	288
Tabla 63. Pruebas y ensayos para las ruedas. Fuente: Primaria.....	289
Tabla 64. Pruebas y ensayos para los componentes electrónicos. Fuente: Primaria....	290



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

# Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma

## MEMORIA

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carolina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, junio de 2025

## 1. OBJETO

El presente proyecto tiene por objeto el diseño y desarrollo de un contenedor de residuos orgánicos con báscula integrada y capacidad de identificación y registro de mermas alimentarias, destinado al entorno de cocinas profesionales, especialmente en restaurantes.

La finalidad del dispositivo es automatizar el proceso de cuantificación y documentación de los alimentos desperdiciados durante las distintas fases de producción, almacenamiento, preparación y servicio. Mediante este sistema, se pretende reducir la carga de trabajo del personal, mejorar la precisión en los datos recopilados y facilitar el análisis de las causas del desperdicio alimentario, todo ello con el objetivo de optimizar los recursos disponibles y reducir costes operativos en la cocina profesional.

## 2. ALCANCE

Este proyecto se enmarca en el ámbito del diseño industrial y tiene como objetivo principal el desarrollo de un contenedor de residuos orgánicos con báscula integrada, orientado a su uso en cocinas profesionales, especialmente en restaurantes. Su finalidad es facilitar el proceso de identificación, pesaje y registro de las mermas alimentarias, optimizando así la gestión de recursos y contribuyendo a la reducción del desperdicio de alimentos.

Este proyecto se centra en el diseño del producto como tal, sin profundizar en los aspectos técnicos de electrónica ni programación. En el contexto del diseño industrial, el objetivo es demostrar que un producto es viable y funcional utilizando tecnologías disponibles en el mercado, sin que sea necesario profundizar en los aspectos técnicos de su desarrollo electrónico o de programación.

En este sentido, el enfoque del trabajo se dirige a definir las funciones, necesidades y requisitos técnicos básicos del producto; establecer criterios de diseño como materiales, posibles procesos de fabricación, ergonomía y usabilidad; así como modelarlo en 3D, elaborar su representación técnica mediante planos y desarrollar un concepto completo desde el punto de vista del diseño industrial.

Como parte del proyecto, se presentará un prototipo funcional a nivel de prueba de concepto, que incluirá una demostración básica del funcionamiento de la electrónica. El objetivo de este prototipo no es mostrar un desarrollo técnico completo, sino ilustrar cómo sería posible integrar sensores de peso y una base de datos para registrar las mermas. Para su elaboración, se hará uso de herramientas y recursos ajenos al plan de estudios del grado, recurriendo a apoyo externo cuando sea necesario, dado que el desarrollo electrónico y la programación del dispositivo no forman parte de las competencias específicas adquiridas durante la formación en diseño industrial.

### 3. ANTECEDENTES

En el sector de la hostelería, el control de las mermas alimentarias es una práctica fundamental para minimizar el desperdicio de alimentos y optimizar los costes. Sin embargo, el proceso habitual para identificar, pesar y registrar las mermas suele realizarse de forma manual, lo que implica una dedicación de tiempo considerable y la necesidad de constancia por parte del personal responsable lo que dificulta la generación de datos fiables.

Actualmente, existen productos en el mercado que combinan funciones de pesaje y registro de mermas, pero suelen presentar interfaces complejas y requieren una configuración específica y personalizada por parte del vendedor para cada empresa. Esto implica una elevada complejidad y costes elevados, imposibilitando que negocios pequeños o medianos puedan disfrutar de este tipo de productos.

Por otro lado, existen softwares dedicadas a la gestión y análisis de datos relacionados con las mermas, incluyendo el registro y la generación de informes. Estas soluciones suelen funcionar de forma independiente a los dispositivos de pesaje, lo que obliga a dividir la recogida de datos en varias partes, aumentando el riesgo de errores y de la carga de trabajo.

Este contexto pone en evidencia la necesidad de un producto que facilite un control más sencillo, accesible y económico, que pueda adquirirse en tiendas especializadas en hostelería con un precio fijo y que permita una configuración intuitiva por parte del propio responsable del restaurante o usuario final.

### 4. NORMAS Y REFERENCIAS

#### 4.1. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS

Para el desarrollo de este proyecto, se han tenido en cuenta diversas normativas legales y técnicas, que han servido como base para garantizar que el diseño cumple con los requisitos reglamentarios y de calidad esperados.

##### 4.1.1. LEGISLACIÓN GENERAL Y SEGURIDAD DE PRODUCTOS

- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.
- Reglamento (CE) Nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.

---

#### 4.1.2. NORMATIVA SOBRE RESIDUOS, MEDIO AMBIENTE Y ECODISEÑO

- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, relativo a envases y residuos de envases.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- UNE-EN ISO 14006:2020, Sistemas de gestión ambiental. Directrices para incorporar el ecodiseño.
- UNE-EN ISO 14040:2006, Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044:2006, Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO 14020:2002, Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales.
- UNE-EN ISO 14024:2018, Etiquetas y declaraciones ambientales. Etiquetado ambiental Tipo I.
- UNE-EN ISO 14021:2017, Etiquetas y declaraciones ambientales. Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Tipo II).
- UNE-EN ISO 14025:2010, Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III.

---

#### 4.1.3. NORMATIVA SOBRE EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM)

- Real Decreto 188/2016, de 6 de mayo, sobre requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, sobre compatibilidad electromagnética de equipos eléctricos y electrónicos.
- UNE-EN 50419:2006 y 2023, Marcado de equipos eléctricos y electrónicos conforme a la Directiva RAEE.
- UNE-EN 61000-1-2:2016, Compatibilidad electromagnética. Metodología para la seguridad funcional de sistemas eléctricos y electrónicos.
- UNE-EN 60204-1:2019, Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Requisitos generales.
- UNE-EN IEC 62311:2020, Evaluación de equipos eléctricos y electrónicos respecto a exposición a campos electromagnéticos.

- UNE-EN 301489-1 V1.2:2002, Normas de compatibilidad electromagnética para equipos y servicios radioeléctricos.
- UNE-EN 301489-3 V1.2.1:2002, Compatibilidad electromagnética para dispositivos de corto alcance (SRD).
- UNE-ETS 300328:1999, Sistemas y equipos de radio. Características para equipos de transmisión de datos en banda ICM 2,4 GHz.

---

#### 4.1.4. NORMAS SOBRE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA, DISEÑO Y DIBUJO INDUSTRIAL

- UNE-EN ISO 128-1:2020, Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 1.
- UNE-EN ISO 128-2:2022, Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas.
- UNE-EN ISO 128-3:2022, Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes.
- UNE-EN ISO 128-100:2020, Principios generales de presentación. Parte 100: Índice.
- UNE-EN ISO 129-1:2019, Representación de dimensiones y tolerancias.
- UNE 1027:1995, Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE-EN ISO 3098-1:2015, Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN ISO 225:2011, Elementos de fijación. Símbolos y designación.

---

#### 4.1.5. NORMAS DE ERGONOMÍA Y SEGURIDAD DE MÁQUINAS

- UNE-EN ISO 26800:2011, Ergonomía. Enfoque general, principios y conceptos.
- UNE-EN ISO 6385:2016, Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.
- UNE-EN 614-1:2006+A1, Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico.
- UNE-EN 1005-3:2002+A1, Seguridad de las máquinas. Límites de fuerza recomendados.
- UNE-EN ISO 9241-110:2020, Ergonomía de interacción persona-sistema. Parte 110: Principios de diálogo.
- UNE-EN ISO 9241-210:2019, Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Diseño centrado en el operador humano.
- UNE-EN ISO 9241-5:2024, Ergonomía de interacción persona-sistema. Concepción del puesto de trabajo.
- UNE-EN ISO 14915-1, Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia.

## OTRAS NORMAS APLICABLES

- UNE 167013:2017, Hostelería. Servicios de restauración. Requisitos de prestación del servicio.
- UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionado por las envolventes.

## 4.2. PROGRAMAS DE CÁLCULO

Para el desarrollo de este proyecto, se han usado distintos programas informáticos para abordar las diferentes fases del diseño del producto:

- *SolidWorks*, para el modelado 3D y elaboración de planos.
- *Excel*, para la realización del estudio de viabilidad económica y otros cálculos necesarios
- *CYPE Arquímedes*, para la creación de las mediciones y presupuesto.
- *Thonny*, como entorno de desarrollo para programar el microcontrolador en *MicroPython*.
- *Google Forms*, para realizar la encuesta y recopilar la información de clientes potenciales.
- *Lucidchart*, para la creación de diagramas y esquemas.
- *Inkscape*, para la edición de elementos visuales.
- *Microsoft Word*, para la redacción y maquetación del proyecto.
- *Draw.io*, para el desarrollo de diagramas de flujo.
- *Fritzing*, para el diseño de los esquemas de conexiones entre los componentes electrónicos del prototipo.
- *Project Libre*, para la planificación del proyecto y creación del diagrama de Gantt.

## 4.3. PLAN DE GESTIÓN DE CALIDAD APLICADO DURANTE LA REDACCIÓN DEL PROYECTO

Para garantizar la calidad y coherencia durante el desarrollo del presente proyecto, se ha seguido una estrategia de trabajo estructurada en diferentes fases. Esta planificación ha permitido abordar de manera ordenada todas las etapas necesarias para su correcta ejecución. Las fases desarrolladas han sido las siguientes:

1. Elaboración de los anexos. La realización de los distintos anexos se ha llevado a cabo en el siguiente orden:
  - a) Definición estratégica. Se establecieron las bases del proyecto, identificando el problema a resolver, sus limitaciones, los objetivos y la planificación general.
  - b) Estudio de viabilidad. Se analizaron el estado del arte, la viabilidad técnica del producto y su viabilidad económica, aspectos fundamentales para valorar la plausibilidad del proyecto.

- c) Especificaciones. Se definieron los requisitos del producto, tanto desde el punto de vista técnico como normativo.
  - d) Encuesta a usuarios. Permitted obtener información directa de potenciales usuarios y validar la necesidad del producto.
  - e) Análisis de riesgos. Se evaluaron las fortalezas, debilidades, amenazas y oportunidades del producto, estableciendo estrategias de mejora mediante una matriz DAFO-CAME.
  - f) Diseño conceptual. Se exploraron diferentes propuestas formales y funcionales, definiendo una estética general y una paleta cromática.
  - g) Desarrollo conceptual. Se profundizó en el concepto final seleccionado, organizando el producto en módulos funcionales e integrando aspectos técnicos clave.
  - h) Estudio de materiales. Se realizó una comparativa entre materiales candidatos, seleccionando de forma objetiva el más adecuado para diversas piezas del producto. También se definieron los demás componentes estructurales y electrónicos.
  - i) Prototipado funcional. Se diseñó y construyó un prototipo funcional a pequeña escala para validar las funcionalidades clave del producto, como el pesaje, el registro de datos o la interacción con el usuario.
2. Diseño en detalle. Se desarrolló el diseño 3D del producto y su ensamblaje final. Además, se definieron los procesos de montaje en fábrica, los medios de fabricación, el embalaje y la documentación asociada al producto.
  3. Planos. A partir del diseño 3D se elaboraron los planos necesarios para la fabricación y montaje del producto, incluyendo las vistas, cotas, tolerancias y detalles constructivos requeridos para su correcta interpretación.
  4. Pliego de condiciones. Se redactaron las condiciones generales y técnicas del producto, estableciendo calidades mínimas, unidades necesarias y criterios técnicos de cumplimiento.
  5. Mediciones. Se calcularon las cantidades de cada componente, el tiempo estimado de fabricación y montaje, y el uso previsto de maquinaria.
  6. Presupuesto. Se asignaron precios unitarios a las mediciones anteriores, permitiendo obtener un coste detallado por unidad de producto.
  7. Memoria. Finalmente, se redactó la memoria integrando todos los apartados anteriores. En ella se recoge también el diseño en detalle como núcleo del desarrollo técnico del proyecto.

Este enfoque estructurado ha permitido asegurar la coherencia entre las distintas fases del proyecto y facilitar la toma de decisiones, garantizando así la calidad del proceso de diseño y la correcta integración de todos los elementos que conforman el producto final.

## 4.4. BIBLIOGRAFÍA

18650BatteryStore. (s. f.). *Samsung 30Q 18650 3000 mAh 15 A Battery*. Recuperado el 4 de abril de 2025 de <https://www.18650batterystore.com/products/samsung-30q>

3DS. (2024, 17 agosto). *Injection molding: What are the advantages?* Recuperado el 29 de enero de 2025 de <https://www.3ds.com/es/make/solutions/blog/injection-molding-what-are-advantages>

Absorbentes y Cubetos. (s. f.). *¿Qué es el polipropileno?* Recuperado el 15 de enero de 2025 de <https://www.absorbentesycubetos.com/blog/que-es-polipropileno/>

Alibaba. (s. f.). *Factory KeyPad Graphic Overlay Button*. Recuperado el 1 de abril de 2025 de [https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button\\_1600376003443.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button_1600376003443.html)

Álvarez, M. L. C. (1997). *El ABC de los plásticos*. Universidad Iberoamericana. <https://books.google.es/books?id=QW8UyW9YO9QC>

Amazon. (s. f.). *Pantalla LCD táctil Nextion NX3224T028 2.8 pulgadas con interfaz serial para microcontroladores*. Recuperado el 1 de abril de 2025 de <https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32>

Anyload. (s. f.). *Guide to Load Cell Failures*. Recuperado el 26 de marzo de 2025 de <https://www.anyload.com/guide-to-load-cell-failures/>

Aristegui. (s. f.). *¿Qué son los termoplásticos?* Recuperado el 16 de enero de 2025 de <https://www.aristegui.info/que-son-los-termoplasticos/>

Ascaso. (2019, 25 septiembre). *Polipropileno: Qué es y sus propiedades*. Recuperado el 17 de enero de 2025 de <https://plasticosascaso.es/polipropileno-que-es-propiedades/>

ATO Automation. (s. f.). *HX711 con ESP32 [Video]*. YouTube. Recuperado el 11 de mayo de 2025 de [https://www.youtube.com/watch?v=qGJs\\_ZoIYw8](https://www.youtube.com/watch?v=qGJs_ZoIYw8)

ATWF Inc. (s. f.). *3 common methods for welding stainless steel*. Recuperado el 18 de enero de 2025 de <https://www.atwf-inc.com/blog/3-common-methods-for-welding-stainless-steel>

Avia Semiconductor. (s. f.). *HX711 Datasheet (English)*. Recuperado el 1 de abril de 2025 de [https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\\_english.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf)

Baxtran. (s. f.). *Balanza ABD*. Recuperado el 19 de enero de 2025 de <https://hosteleria10.com/mobiliario/basculas/baxtran-balanza-abd.html>

Bonnet. (s. f.). *Clasificación del acero inoxidable*. Recuperado el 20 de enero de 2025 de <https://www.bonnet.es/clasificacionacerinox.pdf>

DBMark. (s. f.). *Cubo de reciclaje PB-1080*. Recuperado el 22 de enero de 2025 de <https://hosteleria10.com/cocina/cubos/dbmark-cubo-reciclaje-pb.html>

Di3Prod2012. (s. f.). *Diseño para la producción*. Recuperado el 21 de enero de 2025 de <https://di3prod2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/disec3b1opa.pdf>

Envaselia. (s. f.). *¿Qué es el polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD)?* Recuperado el 22 de enero de 2025 de <https://www.ensavelia.com/blog/que-es-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-o-pead-id18.htm>

ESP32IO. (s. f.-a). *ESP32 Keypad and LCD*. Recuperado el 4 de mayo de 2025 de <https://esp32io.com/tutorials/esp32-keypad-lcd>

ESP32IO. (s. f.-b). *ESP32 LCD 20x4 Tutorial*. Recuperado el 5 de mayo de 2025 de <https://esp32io.com/tutorials/esp32-lcd-20x4>

Espressif Systems. (2025). *ESP32-WROOM-32 datasheet* (v. 3.5). Recuperado el 2 de abril de 2025 de [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf)

Ferros Planes. (s. f.). *Laminado en frío y en caliente: Ventajas*. Recuperado el 23 de enero de 2025 de <https://ferrosplanes.com/laminado-en-frio-en-caliente-ventajas/>

First Mold. (s. f.). *Guía sobre plástico ABS: resistencia y durabilidad*. Recuperado el 2 de abril de 2025 de <https://firstmold.com/es/guides/abs-plastic/#:~:text=Resistencia%20y%20durabilidad>

Froylan Arizpe [Le\_borle]. (s. f.). *Tutoriales ESP32 y sensores* [Lista de reproducción]. YouTube. Recuperado el 7 de mayo de 2025 de <https://www.youtube.com/watch?v=CWuVIPPgJc>

Groover, M. P., Shreif, R., Wysk, R. A., & Nyhuis, P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas* (3.ª ed.). McGraw-Hill.

HBM. (s. f.). *El puente de Wheatstone: Galgas extensométricas*. Recuperado el 1 de mayo de 2025 de <https://www.hbm.com/es/7163/el-puente-de-wheatstone-galgas-extensometricas/>

Hitop Industrial. (s. f.). *Tolerancias de moldeo por inyección*. Recuperado el 25 de marzo de 2025 de <https://hitopindustrial.com/es/tolerancias-de-moldeo-por-inyeccion/>

Home Assistant y Domótica Fácil. (s. f.). *Uso práctico de sensores de peso con ESP32* [Video]. YouTube. Recuperado el 10 de mayo de 2025 de <https://www.youtube.com/watch?v=qrYaEBuayXc>

Indrek. (s. f.). *Tutorial ESP32 + HX711* [Video]. YouTube. Recuperado el 9 de mayo de 2025 de <https://www.youtube.com/watch?v=aTn74FyhrXI>

Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (2010). *The C programming language* (2.ª ed.). Prentice Hall.

Makro. (s. f.). *Cubo de basura*. Recuperado el 24 de enero de 2025 de <https://www.makro.es/marketplace/product/6e32d0c2-20fb-469e-a81a-4f17de419df1>

Mas de Cartón. (s. f.). *Caja de cartón doble corrugado SHD-85* [Fotografía]. Recuperado el 24 de abril de 2025, de <https://masdecarton.com/cdn/shop/files/CAJA-REGULAR-DOBLE-CORRUGADO-85Dabierta.jpg>

Ministerio de Comercio Exterior y Turismo del Perú. (2009). *Guía de envases y embalajes*. Lima: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo.

Montalvo Soberón, L. A. (2007). *Plásticos industriales y su procesamiento*. El Cid Editor. <https://elibro--net.uma.debiblio.com/es/lc/uma/titulos/34450>

Mouser Electronics. (s. f.). *Espressif ESP32 WROOM 32 MCU Modules*. Recuperado el 2 de abril de 2025 de <https://www.mouser.es/new/espressif/espressif-esp32-wroom-32-modules/>

OMPI – Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2015). *WO2015162417A1 – Intelligent kitchen waste recycling system*. Recuperado el 10 de febrero de 2025 de <https://patentimages.storage.googleapis.com/9c/c3/5e/0c580d63d19525/WO2015162417A1.pdf>

Pahl, G., Beitz, W., Feldhusen, J., & Grote, K.-H. (2007). *Engineering design: A systematic approach* (3.ª ed.). Springer.

Park, W. R. (1973). *Cost Engineering Analysis: A Guide to the Economic Evaluation of Engineering Projects*. John Wiley & Sons.

PerfecXX. (s. f.). *MicroPython-SimpleKeypad* [Repositorio GitHub]. Recuperado el 13 de mayo de 2025 de <https://github.com/PerfecXX/MicroPython-SimpleKeypad>

Pheasant, S., & Haslegrave, C. M. (2006). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work* (3.ª ed.). Taylor & Francis.

Plásticos.com. (2024, 14 agosto). *Todo sobre el polietileno de alta densidad (HDPE): Usos, ventajas y mercado actual*. Recuperado el 25 de enero de 2025 de <https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual>

Plásticos.com. (2024, 15 agosto). *Polipropileno: Qué es y sus características*. Recuperado el 25 de enero de 2025 de <https://www.plastico.com/es/noticias/polipropileno-que-es-y-sus-caracteristicas>

Predica. (2006). *Diseño industrial: guía metodológica*. Editorial Predica.

ProtoSupplies. (s. f.). *LCD2004 20x4 I2C Blue LCD Display*. Recuperado el 3 de abril de 2025 de <https://protosupplies.com/product/lcd2004-20x4-i2c-blue-lcd-display/>

PT México. (2024, 19 agosto). *¿Cómo funciona el moldeo por soplado? 5 preguntas frecuentes*. Recuperado el 26 de enero de 2025 de <https://www.pt-mexico.com/articulos/como-funciona-el-moldeo-por-soplado-5-preguntas-frecuentes#1>

Pugh, S. (1991). *Total Design: Integrated Methods for Successful Product Engineering*. Addison-Wesley.

Pujadas. (s. f.). *Balanza digital P609*. Recuperado el 26 de enero de 2025 de <https://hosteleria10.com/mobiliario/basculas/pujadas-balanza-digital-p609.html>

Random Nerd Tutorials. (s. f.). *ESP32 with Load Cell and HX711 (Weight Sensor)*. Recuperado el 3 de mayo de 2025 de <https://randomnerdtutorials.com/esp32-load-cell-hx711/>

Reliance Foundry. (s. f.). *Acero inoxidable 304 vs 316: diferencias y aplicaciones*. Recuperado el 27 de enero de 2025 de <https://www.reliance-foundry.com/blog/acero-inoxidable-304-vs-316-es>

Rubbermaid. (s. f.). *Brute vented container*. Recuperado el 27 de enero de 2025 de <https://www.rubbermaid.eu/en/brute-containers/brute-vented-containers/?sku=FG263200WHT>

Sammic. (s. f.). *Báscula LEQ-8*. Recuperado el 28 de enero de 2025 de <https://www.sammic.es/product/leq-8>

ScrapAd. (2024, 15 agosto). *Metales que no se oxidan*. Recuperado el 28 de enero de 2025 de <https://scrapad.com/blog/metales-que-no-se-oxidan/>

Serviaire. (s. f.). *¿Qué es la extrusión de plásticos?* Recuperado el 28 de enero de 2025 de <https://www.serviaire.com/que-es-la-extrusion-de-plasticos/>

SmartFill. (s. f.). *Conexión de celdas de carga* [Video]. YouTube. Recuperado el 8 de mayo de 2025 de <https://www.youtube.com/watch?v=Ccj1oQ6bjEE>

SparkFun. (s. f.). *Load Cell Amplifier HX711 Breakout Hookup Guide*. Recuperado el 2 de mayo de 2025 de <https://learn.sparkfun.com/tutorials/load-cell-amplifier-hx711-breakout-hookup-guide/all>

SparkFun. (s. f.). *SparkFun Load Cell Amplifier – HX711*. Recuperado el 3 de abril de 2025 de <https://www.sparkfun.com/sparkfun-load-cell-amplifier-hx711.html>

SS Pipes. (s. f.). *Difference between 300 and 200 series austenitic stainless steel*. Recuperado el 28 de enero de 2025 de <https://www.ss-pipes.com/info/difference-between-300-and-200-series-austenit-52246298.html>

Takachi Enclosure. (s. f.). *Guía de personalización de cajas eléctricas Takachi*. Recuperado el 3 de abril de 2025 de [https://www.takachi-enclosure.com/images/pdfs/takachi\\_customization.pdf](https://www.takachi-enclosure.com/images/pdfs/takachi_customization.pdf)

TENTE International GmbH. (s. f.-a). *LEVINA Stainless 5380PJO100P30-11 – Swivel castor*. Recuperado el 4 de abril de 2025 de [https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007907\\_5380PJO100P30\\_11\\_en\\_GB.pdf](https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007907_5380PJO100P30_11_en_GB.pdf)

TENTE International GmbH. (s. f.-b). *LEVINA Stainless 5387PJO100P30-11 – Swivel castor with total lock*. Recuperado el 4 de abril de 2025 de [https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915\\_5387PJO100P30\\_11\\_en\\_GB.pdf](https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915_5387PJO100P30_11_en_GB.pdf)

TheFabro1000. (2021, 13 septiembre). *HX711 + Load Cell + ESP32 – Primeros pasos* [Video]. YouTube. Recuperado el 6 de mayo de 2025 de <https://www.youtube.com/watch?v=erQLPGmn5HU>

ThyssenKrupp Materials Ibérica. (2023). *Aceros inoxidables y aluminio*. Recuperado el 4 de abril de 2025 de [https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/\\_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets/files/iberica/data\\_sheets/inox\\_alu\\_tkmi\\_es\\_web-1.pdf](https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets/files/iberica/data_sheets/inox_alu_tkmi_es_web-1.pdf)

Transglass. (s. f.-a). *Ficha técnica: Polietileno (PE) negro*. Recuperado el 4 de abril de 2025 de <https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polietileno-negro.html>

Transglass. (s. f.-b). *Ficha técnica: Polipropileno (PP)*. Recuperado el 4 de abril de 2025 de <https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polipropileno.html>

Tuozhanteng Electronic Technology Co., Ltd. (s. f.). *Factory Keypad Graphic Overlay Button*. Recuperado el 4 de abril de 2025 de <https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html>

tytyDangerous. (s. f.). *Tutorial ESP32 con báscula* [Video]. YouTube. Recuperado el 12 de mayo de 2025 de <https://www.youtube.com/watch?v=gyKxpu-CMvg>

Ugalde, M. (2023, 6 de mayo; actualizado 30 de mayo de 2023). *La importancia de la rotulación del embalaje en el transporte de mercancías* [Entrada de blog]. UCL Logistics. Recuperado el 24 de abril de 2025, de <https://www.uclogisticscr.com/post/la-importancia-de-la-rotulaci%C3%B3n-del-embalaje-en-el-transporte-de-mercanc%C3%ADas>

ULMA Forge. (s. f.). *Acero inoxidable: Propiedades y aplicaciones*. Recuperado el 29 de enero de 2025 de <https://www.ulmaforge.com/noticia/acero-inoxidable-propiedades-y-aplicaciones/>

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2015). *Product Design and Development* (6.ª ed.). McGraw-Hill Education.

Vajilla Llorca. (s. f.). *Cubo Goliat 95 L ruedas pedal*. Recuperado el 29 de enero de 2025 de <https://hosteleria10.com/cocina/cubos/vajilla-llorca-cubo-basura-goliat-95l-ruedas-pedal.html>

WasteTrade. (s. f.). *Introduction to plastics: Polypropylene (PP)*. Recuperado el 29 de enero de 2025 de <https://www.wastetrade.com/es/resources/introduction-to-plastics/types-of-plastics/polypropylene-pp/>

Winnow Solutions. (s. f.). *Soluciones*. Recuperado el 12 de febrero de 2025 de <https://www.winnowsolutions.com/es/producto/soluciones>

Xometry. (s. f.). *Extrusión de plástico: Tecnología y aplicaciones*. Recuperado el 29 de enero de 2025 de <https://xometry.pro/es/articulos/extrusion-de-plastico-tecnologia/>

#### 4.5. OTRAS REFERENCIAS

Se hace necesario mencionar que, además de los recursos citados en apartados anteriores, se ha utilizado la inteligencia artificial conocida como *ChatGPT* como apoyo para el desarrollo de este proyecto.

Esta herramienta se ha empleado para mejorar y corregir la redacción de textos, así como para resolver dudas relacionadas con normativa, estructura del proyecto y otras cuestiones de interés.

Se declara que su uso se ha realizado de manera ética y responsable, priorizando en todo momento el pensamiento crítico y a investigaciones exhaustivas, sin considerar definitiva la información proporcionada por dicha herramienta.

Asimismo, se declara que se ha priorizado en todo momento la autenticidad, siendo el concepto del proyecto y resultados finales íntegramente frutos de la creatividad y pensamiento de la autora.

### 5. ABREVIATURAS

Las abreviaturas y unidades usadas en este proyecto se encuentran listadas en la Tabla 1 y en la Tabla 2 respectivamente.

Abreviatura	Significado	Traducción
PP	Polipropileno	-
HDPE	High Density PolyEthylene	Polietileno de Alta Densidad
ABS	Acrilonitrilo Butadieno Estireno	-
Ud.	Unidad	-

Abreviatura	Significado	Traducción
N <sup>º</sup>	Número	-
AISI	American Iron and Steel Institute	Instituto Americano del Hierro y el Acero
TPE	Thermoplastic Elastomer	Elastómero termoplástico
IoT	Internet of Things	Internet de las Cosas
UNE	Una Norma Española	-
EN	European Norm/ European Standard	Norma Europea
ISO	International Organization for Standardization;	Organización Internacional de Normalización
RoHS	Restriction of Hazardous Substances	Restricción de Sustancias Peligrosas
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals	Registro, Evaluación, Autorización y restricción de Sustancias Químicas
JEDEC	Joint Electron Device Engineering Council	Consejo Conjunto de Ingeniería de Dispositivos Electrónicos
HTOL	High Temperature Operating Life	Vida útil en funcionamiento a alta temperatura
HTSL	High Temperature Storage Life	Vida útil en almacenamiento a alta temperatura
uHAST	Ultra-High Accelerated Stress Test	Ensayo de esfuerzo acelerado ultraintensivo

Abreviatura	Significado	Traducción
TCT	Temperature Cycle Test	Ensayo de ciclos térmicos
ESD	Electrostatic Discharge	Descarga electrostática
DIN	Deutsches Institut für Normung	Instituto Alemán de Normalización
CE	Conformité Européenne	Conformidad Europea
Li-Ion	Lithium-ion	Ion de litio (batería)
PD_SCK	Power Down / Serial Clock	Apagado / Reloj en serie
DOUT	Data Out	Salida de datos
PGA	Programmable Gain Amplifier	Amplificador de ganancia programable
FPC	Flexible Printed Circuit	Circuito impreso flexible
TÜV	Technischer Überwachungs-Verein	Asociación de Inspección Técnica
IP	Ingress Protection	Protección contra ingreso (de sólidos y líquidos)
LCD	Liquid Crystal Display	Pantalla de cristal líquido
CC o DC	Direct Current	Corriente continua
IIC / I <sup>2</sup> C	Inter-Integrated Circuit	Circuito Interintegrado
VCC	Voltage Common Collector	<i>Voltaje del colector común</i> (tensión de alimentación positiva)
GND	Ground	Tierra
SDA	Serial Data	Datos en serie
SCL	Serial Clock	Reloj en serie

Abreviatura	Significado	Traducción
PWM	Pulse Width Modulation	Modulación por ancho de pulso
GPIO	General Purpose Input/Output	Entrada/Salida de propósito general
ADC	Analog to Digital Converter	Convertidor analógico a digital
Wi-Fi	Wireless Fidelity	Fidelidad inalámbrica
SPI	Serial Peripheral Interface	Interfaz Periférica Serial
MSL	Moisture Sensitivity Level	Nivel de Sensibilidad a la Humedad
AWG	American Wire Gauge	Calibre estadounidense de cable
BMS	Battery Management System	Sistema de gestión de batería

Tabla 1. Abreviaturas. Fuente: Primaria.

Unidad	Símbolo	Descripción	Equivalente / Uso
Segundo	s	Unidad de tiempo	Tiempo
Minuto	min	Unidad de tiempo	60 segundos
Hora	h	Unidad de tiempo	3600 segundos
Gramo	g	Unidad de masa	Masa
Kilogramo	kg	Unidad de masa	1000 gramos
Metro	m	Unidad de longitud	Longitud
Centímetro	cm	Unidad de longitud	0.01 metros
Milímetro	mm	Unidad de longitud	0.001 metros
Voltio	V	Unidad de tensión eléctrica	Voltaje
Amperio	A	Unidad de corriente eléctrica	Corriente eléctrica
Hertz	Hz	Unidad de frecuencia	Ciclos por segundo
Julio	J	Unidad de energía	Energía
Celsius	°C	Unidad de temperatura	Temperatura
Porcentaje	%	Unidad adimensional	Porcentaje

Tabla 2. Unidades. Fuente: Primaria.

## 6. REQUISITOS DE DISEÑO

La Tabla 3 recoge todas las necesidades identificadas para el desarrollo del diseño del producto.

Tipo de necesidad	Necesidad		Especificación
De fabricación	Tamaño	Volumen (L)	80-130
		Altura(mm)	800-1000
	Peso		20 kg si queda fijo 15Kg si permite movilidad

Tipo de necesidad	Necesidad		Especificación
	Medios de producción	Plásticos	Moldeo por inyección, moldeo por soplado, rotomoldeo, extrusión
		Metales	Laminado, extrusión, cortes, doblados
	Materiales		Polipropileno (PP) o Polietileno de alta densidad (HDPE) o acero inoxidable AISI 304 o AISI 316
	Instalación		Uniones desmontables
Del entorno	Temperatura de funcionamiento (°C)		0-50
	Limpieza e higiene		Materiales de superficies lisas y resistentes a productos de limpieza
	Protección de componentes electrónicos		Contra chorros de agua y contra suciedad
	Seguridad eléctrica		Prevención de cortocircuitos y descargas eléctricas.
	Durabilidad		Materiales de calidad con larga vida útil
De la vida útil	Tiempo de vida útil (años)		10-12
De mantenimiento	Limpieza		Regular con productos de limpieza específicos
	Inspecciones visuales		Cables, enchufes y demás componentes visibles
	Recambios		Piezas desgastadas antes de fallo
	Formación		Capacitar al personal sobre mantenimiento básico

Tipo de necesidad	Necesidad	Especificación
De transporte	Transporte por tierra	Reducir vibraciones y choques durante el transporte. Climatización adecuada.
De embalaje	Caja	Doble o triple capa
	Protección interna	Poliestireno expandido (EPS)
	Sellado de la caja	Flejes o cinta adhesiva
	Etiquetas	“Fragil”, “Este lado arriba”
De estética y acabado	Acabados superficiales	Pulido o satiando
	Diseño	Bordes redondeados, coherente con mobiliario de cocinas profesionales, colores neutros y uniformes.
	Marcas y logotipos	Discretos pero visibles
	Interfaz	Limpia e intuitiva
Según normativa legal	Normas técnicas	Normas UNE-EN ISO sobre: ergonomía y usabilidad; sector hostelería; seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética; componentes mecánicos y fijaciones; seguridad de las máquinas; ecodiseño y sostenibilidad.
	Legislación	Sobre: seguridad del producto y del usuario; higiene alimentaria y contacto con alimentos; residuos, reciclaje y medio ambiente; radiofrecuencia

Tipo de necesidad	Necesidad	Especificación
		y compatibilidad electromagnética
Medioambientales	Componentes eléctricos y electrónicos	Bajo consumo. Cumplimiento de RoHS y REACH
	Materiales	Reciclables
	Fabricación y transporte	Tecnologías y prácticas que minimicen emisiones de gases y contaminantes. Rutas de transporte eficientes.
	Vida útil	Duradero, con baja necesidad de reemplazos de componentes y de fácil reparación
	Embalaje	Materiales reciclados y reciclables. Uso de mínimo material posible.
Ergonomía y seguridad	Interfaz	Iluminación de pantalla adecuada. Inclinación de interfaz: entre 30º y 45º
	Altura	Adecuada para evitar posturas incómodas.
Calidad	Materiales y acabados	Deben tener características técnicas que aseguren su durabilidad
	Conformidad con normativas y certificaciones	Normativas europeas y nacionales aplicables. Marcado CE u otras declaraciones de conformidad.

Tipo de necesidad	Necesidad	Especificación
	Pruebas de funcionamiento	Ensayos de precisión del pesaje; de resistencia mecánica; de la conectividad <i>Wi-Fi</i> ; de la interacción usuario-producto; de ciclo de vida y durabilidad
	Garantía	Extendida: 3 años
De la competencia	Patentes	Diferenciación en: diseño, funciones, coste y cliente
Del cliente	Limitaciones de espacio	Necesidad de productos compactos y multifuncionales
	Facilidad de uso y ergonomía	Necesidad de productos intuitivos y accesibles; Necesidad de buena ergonomía para evitar malas posturas y lesiones.
	Movilidad	Posibilidad de transportar fácilmente el producto.

Tabla 3. Necesidades del producto. Fuente: Primaria.

## 7. ANÁLISIS DE SOLUCIONES

A partir de las necesidades identificadas, se ha generado una serie de alternativas. A continuación, se prestan las principales soluciones evaluadas, así como el análisis comparativo que justifica la elección final.

### 7.1. METODOLOGÍA Y CRITERIOS DE SELECCIÓN

Para seleccionar de forma objetiva la propuesta más adecuada, se ha aplicado la metodología basada en la matriz de Pugh, en la que se comparan distintas alternativas conceptuales generadas previamente.

Cada opción se ha evaluado en relación con la opción de referencia (Opción 1), valorando su desempeño en distintos criterios clave y aplicando una ponderación que prioriza los aspectos más relevantes en el entorno de cocinas profesionales.

Los criterios considerados, basados en el análisis de especificaciones, incluyen accesibilidad del sistema de control, facilidad de limpieza, movilidad del sistema completo, higiene en el uso, autonomía energética, estabilidad durante el uso, simplicidad constructiva y capacidad de integración tecnológica.

Esta metodología ha permitido comparar objetivamente las diferentes propuestas y determinar cuál ofrece un mejor equilibrio entre funcionalidad, viabilidad técnica y experiencia de uso.

## 7.2. ALTERNATIVAS CONCEPTUALES

Durante esta fase del proyecto, se generaron varias propuestas conceptuales para explorar distintas soluciones que respondieran a los requisitos establecidos previamente.

A continuación, se presentan las principales alternativas desarrolladas, describiendo sus características más relevantes y evaluando sus fortalezas y debilidades en relación con los criterios establecidos.

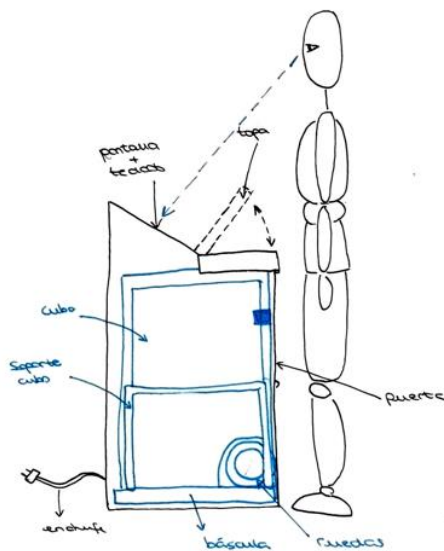


Imagen 1. Opción 1. Fuente: Primaria.

### 7.2.1. OPCIÓN 1

Se trata de una estructura estática, compuesta principalmente por un cuerpo exterior y un cubo interior. Se caracteriza por:

- Una interfaz de usuario inclinada 45°;
- Un sistema de apertura mediante pedal y tapa;
- Una puerta frontal que aísla el cubo de basura con el exterior;
- Una plataforma de pesaje en el interior;
- Sistema de alimentación mediante enchufe a toma de corriente;
- Un cubo interior móvil.

Esta alternativa destaca por su higiene y estabilidad durante el uso.

### 7.2.2. OPCIÓN 2

Consiste en una estructura móvil, también compuesta por un cuerpo principal y un cubo interior extraíble. Se caracteriza por:

- Interfaz de usuario inclinada;
- Un tirador ubicado en la parte inferior de la pantalla;
- Cuatro ruedas giratorias, de las cuales dos incorporan freno;
- Plataforma de pesaje en el interior de la estructura;
- Alimentación mediante batería recargable.

Destaca por la accesibilidad de la interfaz de usuario, su capacidad de integración tecnológica, la posibilidad de mover el sistema completo y su autonomía energética. Sin embargo, la higiene y la estabilidad durante el uso son puntos débiles.

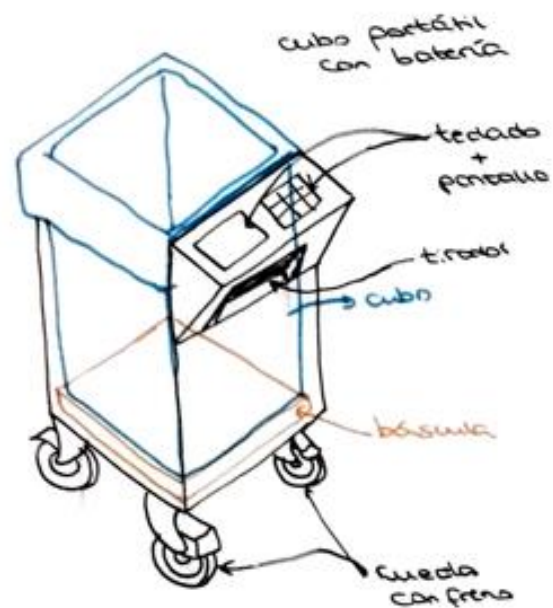


Imagen 2. Opción 2. Fuente: Primaria.

### 7.2.3. OPCIÓN 3

La tercera alternativa contempla un producto móvil y autónomo, constituido principalmente por una estructura principal y un cubo interior. Sus características principales son:

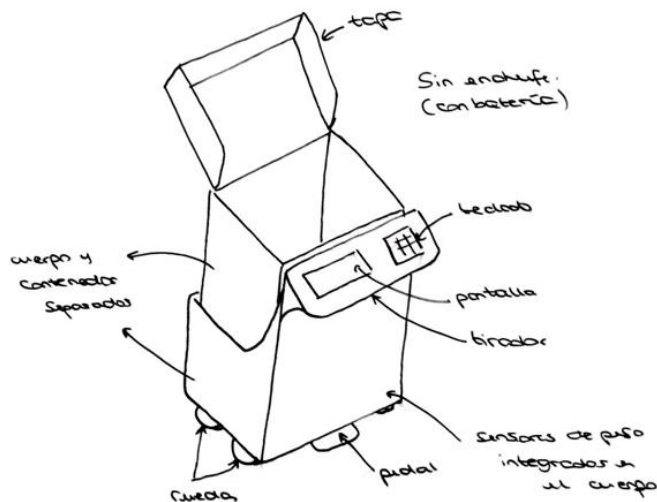


Imagen 3. Opción 3. Fuente: Primaria.

- Interfaz de usuario inclinada;
- Sistema de apertura mediante pedal y tapa;
- Cuatro ruedas giratorias, de las cuales dos incorporan freno;
- Plataforma de pesaje en el interior de la estructura;
- Alimentación mediante batería recargable.

Destaca por la accesibilidad de la interfaz de usuario, su capacidad de integración tecnológica, la posibilidad de mover el sistema completo y su autonomía

energética, aunque su estabilidad durante el uso puede verse afectada.

#### 7.2.4. OPCIÓN 4

La alternativa 4 se trata de una estructura única, simple y compacta. Al requerir una toma de corriente, debe mantenerse en un lugar fijo. Sus características principales son:

- Interfaz inclinada;
- Dos ruedas delanteras con un tirador para facilitar su desplazamiento;
- Plataforma de pesaje en su interior.

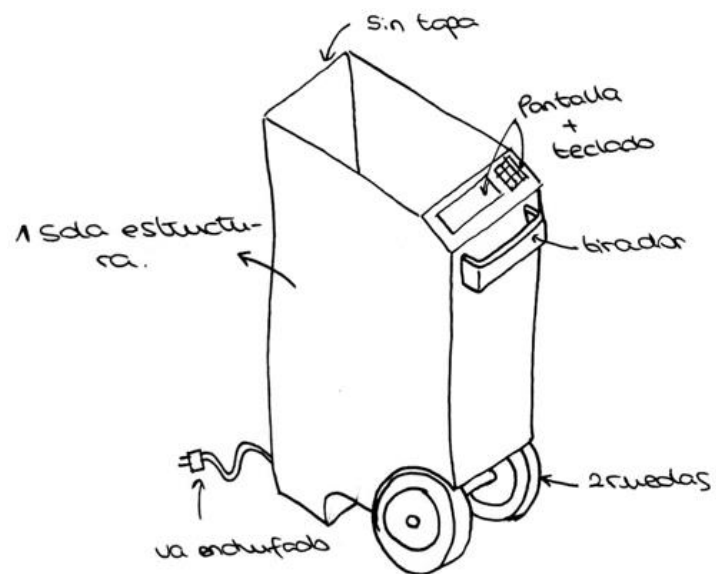


Imagen 4.. Opción 4. Fuente: Primaria.

Sus fortalezas son la accesibilidad al sistema de control, la facilidad de limpieza, su simplicidad constructiva y su capacidad de integración tecnológica. Su principal debilidad es la higiene, ya que no incluye tapa.

#### 7.2.5. OPCIÓN 5

La alternativa 5 se plantea como una estructura fija, compuesta de un cuerpo principal, una plataforma de pesaje en su interior y un cubo extraíble.

Se distingue de la opción 1 por la inclusión de un sistema de apertura con tapa y pedal, así como por mejoras en la accesibilidad de la interfaz de usuario.

Destaca por la accesibilidad a la interfaz de usuario, manteniendo una estructura simple y funcional.

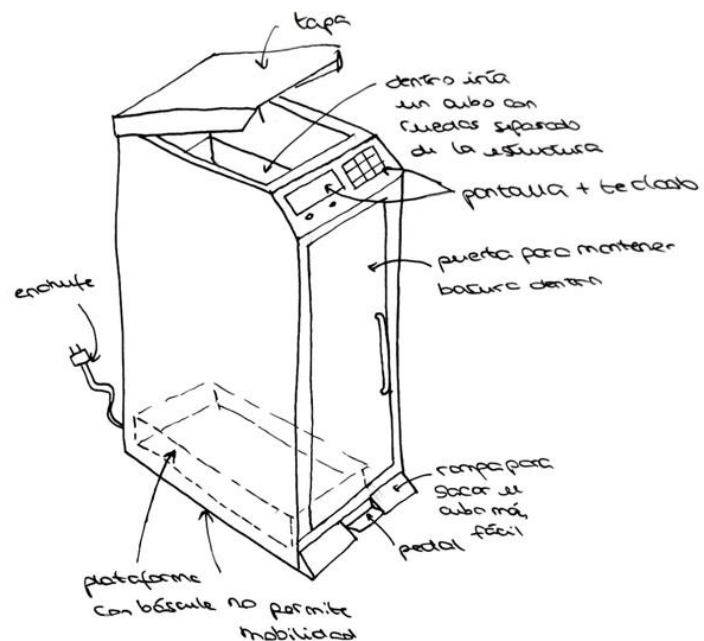


Imagen 5. Opción 5. Fuente: Primaria.

### 7.2.6. OPCIÓN 6

Esta alternativa se compone de una plataforma de pesaje y un cubo móvil situado sobre ella.

- El cubo cuenta con dos ruedas frontales y un tirador que permiten su movilidad.
- La plataforma de pesaje permanece fija e integra todos los elementos electrónicos y un enchufe para su alimentación.
- La pantalla y el teclado se sustituyen por una aplicación para teléfonos móviles.

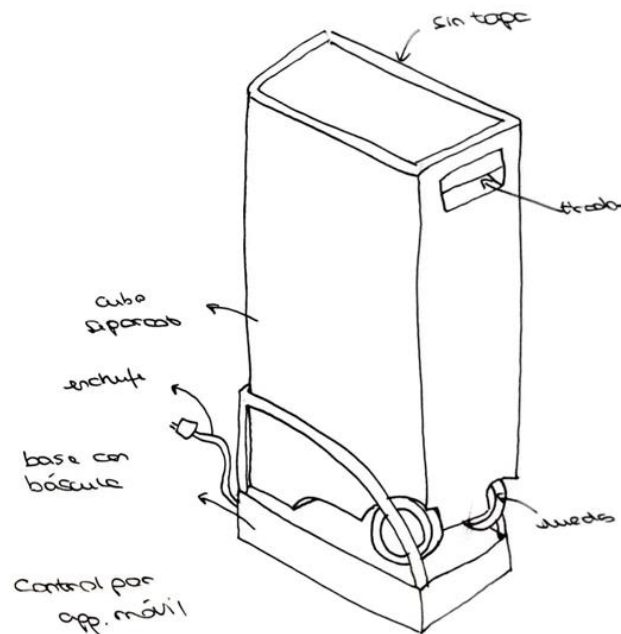


Imagen 6. Opción 6. Fuente: Primaria.

Destaca por su facilidad de limpieza, estabilidad durante el uso y simplicidad constructiva. No obstante, la necesidad de una aplicación móvil limita la accesibilidad al sistema de control, y la ausencia de tapa supone una desventaja en términos de higiene.

### 7.2.7. OPCIÓN 7

La alternativa 7 consiste en una solución móvil, compuesta por una estructura principal y un cubo interior extraíble.

Se caracteriza por:

- Una interfaz de usuario frontal inclinada;
- Sistema de apertura mediante tapa y pedal;
- Cuatro ruedas giratorias que permiten el desplazamiento en todas las direcciones, con frenos en las dos ruedas frontales;
- Una plataforma de pesaje ubicada en el interior, sobre la que se coloca el cubo;

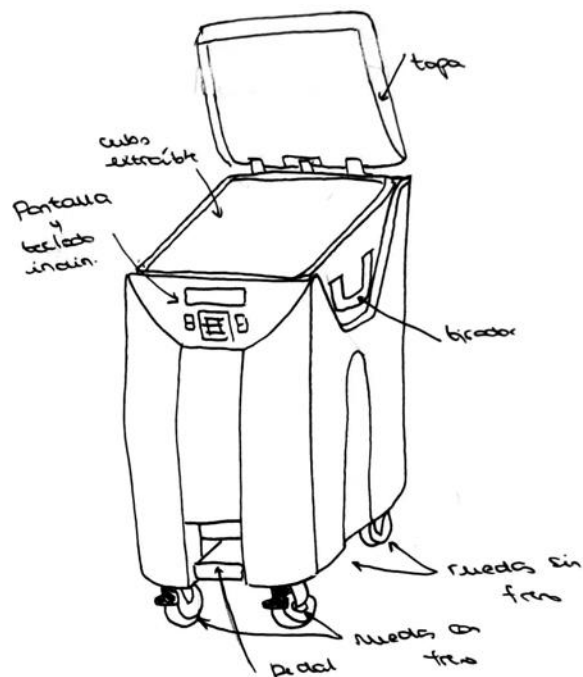


Imagen 7. Opción 7. Fuente: Primaria.

- Sistema de alimentación mediante batería recargable.

Esta alternativa destaca por su accesibilidad al sistema de control, la movilidad del sistema completo, su autonomía energética y su capacidad de integración tecnológica.

### 7.3. SELECCIÓN DEL CONCEPTO FINAL

Como resultado, la opción 7 ha sido seleccionada como solución final, al obtener la mejor puntuación global. Se trata de un diseño móvil y autónomo que destaca por su facilidad de uso, higiene y adaptabilidad al entorno de trabajo.

Incluye una interfaz inclinada, un sistema de apertura mediante pedal, ruedas con freno, alimentación mediante batería recargable, y un cubo extraíble con asas laterales.

Su diseño compacto y robusto lo convierte en una solución eficaz y coherente con los objetivos del proyecto.

## 8. RESULTADOS FINALES

En este apartado se recogen las decisiones finales tomadas durante el desarrollo del producto, tanto a nivel funcional como técnico.

Se detallan las características de cada componente, así como las soluciones constructivas adoptadas en base a las necesidades recogidas en el *Anexo C: Especificaciones*, dando como resultado un producto práctico, resistente y fácil de usar, fabricar, montar y transportar.

### 8.1. ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

A partir del concepto final seleccionado, se ha descompuesto el sistema en módulos físicos que cumplen funciones específicas. Esta modulación favorece el diseño estructurado del producto, facilitando su fabricación, mantenimiento y montaje. Además, permite su evolución futura mediante la posible sustitución y mejora de los módulos de forma individual.

Se han identificado los siguientes módulos con sus funciones:

- Estructura principal. Sirve de estructura base para el resto de los módulos.
- Cubo interno extraíble. Almacena los residuos y los aísla del resto del sistema.
- Sistema de pesaje. Se encarga de la medición del peso del residuo depositado en el contenedor.
- Unidad de control electrónico encapsulada. Sus funciones incluyen: recibir datos, registrarlos y enviarlos mediante *Wi-Fi*; mostrar datos en pantalla y registrar datos de entrada del usuario. Debe tener protección contra la humedad, el calor y la suciedad.
- Módulo de alimentación. Provee energía al sistema.
- Sistema de apertura. Permite la apertura sin contacto mediante un pedal.

- Módulo de movilidad. Permite el fácil desplazamiento del contenedor en el espacio de trabajo.

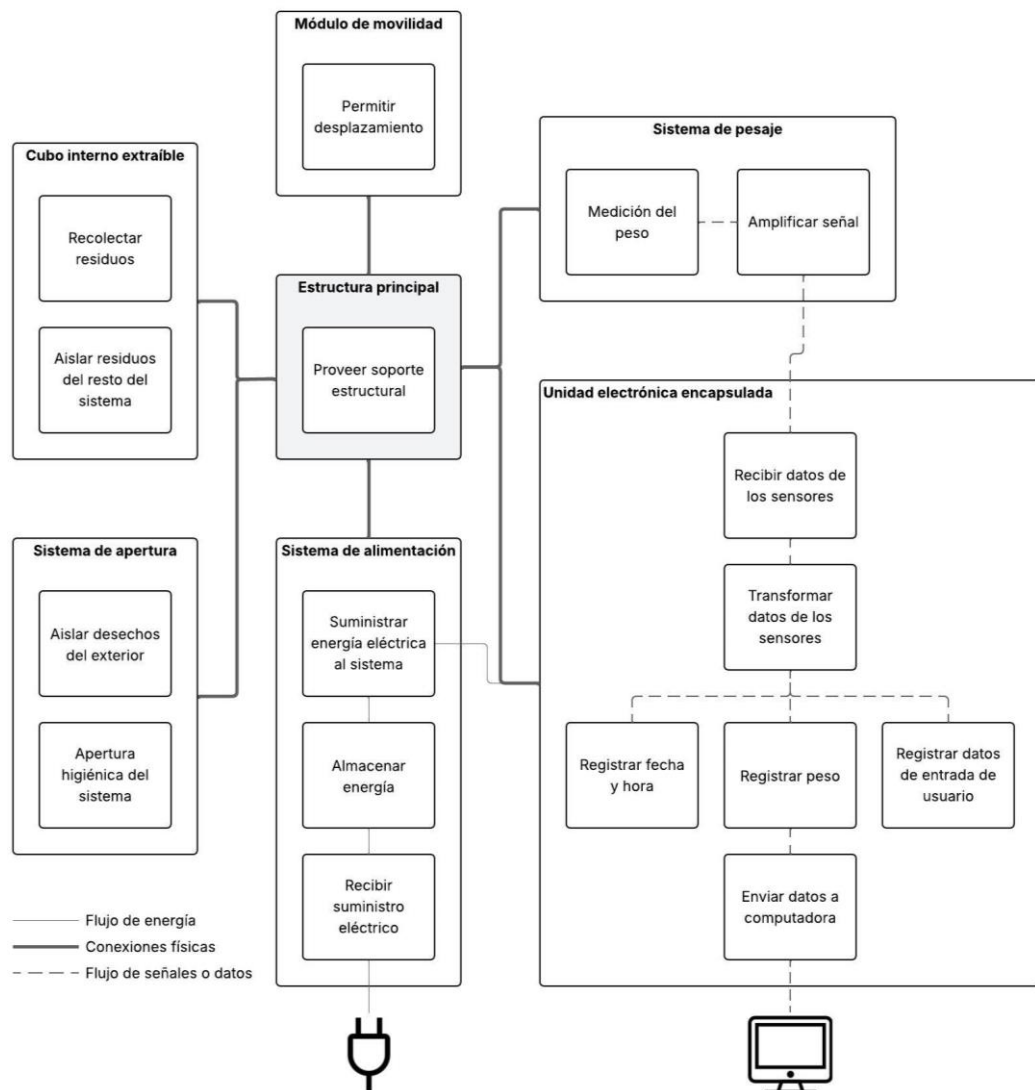


Imagen 8. Arquitectura del producto. Fuente: Primaria

A partir de la separación en módulos del producto, se ha generado una representación tridimensional preliminar del producto (Imagen 9 e Imagen 10) para analizar la viabilidad de la disposición geométrica de los módulos y validar la compatibilidad de sus interfases.

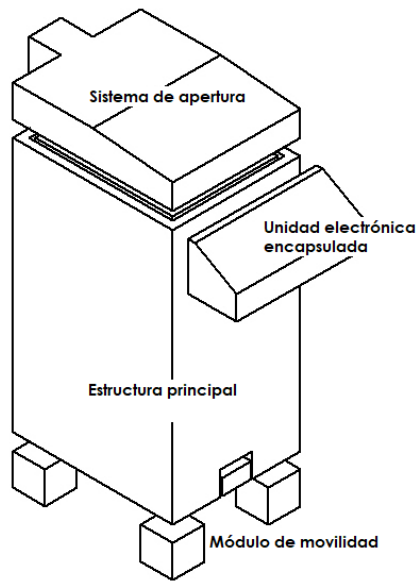


Imagen 9. Representación tridimensional de los módulos. Fuente: Primaria.

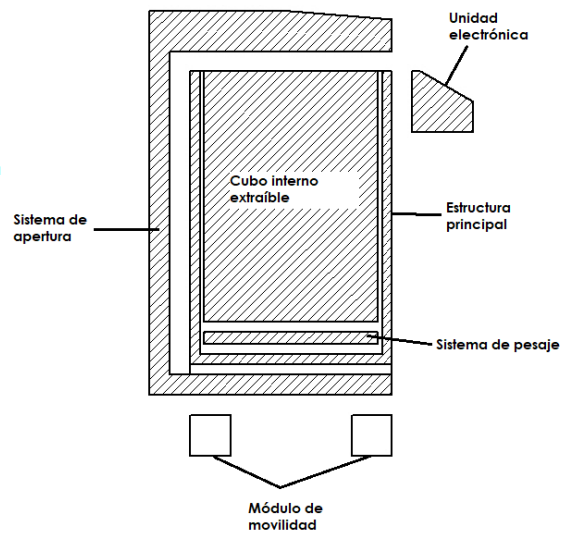


Imagen 10. Representación tridimensional de los módulos. Fuente: Primaria.

## 8.2. GEOMETRÍA GENERAL Y COMPONENTES

### 8.2.1. GEOMETRÍA GENERAL

La geometría general del producto es sencilla y compacta. Su volumen principal es prácticamente cúbico, con bordes redondeados que no solo aportan un aspecto más amable y profesional, sino que también facilitan la limpieza diaria.



Imagen 11. Producto final desde diferentes ángulos. Fuente: Primaria.

El diseño es completamente intuitivo:

- En la parte frontal se encuentra la unidad electrónica encapsulada, con una pantalla y un teclado inclinados 45°, situados a una altura de 864 mm del suelo, lo que permite un uso cómodo y ergonómico.



Imagen 12. Parte frontal desde diferentes ángulos. Fuente: Primaria.

La tapa cubre la abertura del producto y se acciona mediante un pedal frontal. Al pisarlo, la tapa se abre en un ángulo de 75°.

- El cubo interior puede extraerse fácilmente gracias a las asas situadas en sus laterales.
- La estructura principal incluye aberturas laterales que permiten acceder directamente a las asas del cubo, facilitando el agarre y el traslado del producto entero.
- El sistema de pesaje está oculto entre la base de la estructura principal y el cubo interior, por lo que no interfiere en el uso cotidiano ni es visible a simple vista.

Las medidas características del conjunto se detallan en la Tabla 4.

Parámetro	Valor
Cantidad de componentes	18 unidades
Materiales	Polipropileno (PP), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
Masa estimada	14,6 kg
Capacidad estimada	130L

Parámetro	Valor
Altura total	1044mm
Anchura total	502mm
Profundidad total	740mm
Color	Gris/Negro

Tabla 4. Medidas características del conjunto. Fuente: Primaria.

### 8.2.2. COMPONENTES

El producto diseñado está compuesto por las distintas partes descritas en el punto 8.1. *Arquitectura del producto:*

- Estructura principal;
- Cubo interno extraíble;
- Sistema de pesaje;
- Unidad electrónica encapsulada;
- Sistema de apertura;
- Módulo de movilidad;
- Sistema de alimentación.

A continuación, se definen las características y parámetros finales que se deben considerarse para la fabricación de las piezas a medida.

Todos los materiales y componentes adquiridos a proveedores externos se describen de forma detallada en el *Anexo H: estudio de materiales*.

### 8.2.3. ESTRUCTURA PRINCIPAL

Este módulo está compuesto por una única pieza que constituye la base del producto. Se trata de una estructura rígida a la que se ensamblan todos los demás módulos, por lo que cumple una función estructural y de soporte.

La pieza presenta esquinas redondeadas que facilitan las tareas de limpieza y evitan la acumulación de suciedad. Dispone de aberturas laterales que permiten dejar expuestas las asas del cubo interno extraíble, garantizando su accesibilidad.

Incorpora además perforaciones destinadas a la fijación de las ruedas mediante tornillería, un anclaje trasero diseñado para la conexión del sistema de apertura mediante un eje, y una protuberancia frontal que permite el encaje del módulo electrónico encapsulado, asegurando su correcta posición y estabilidad.

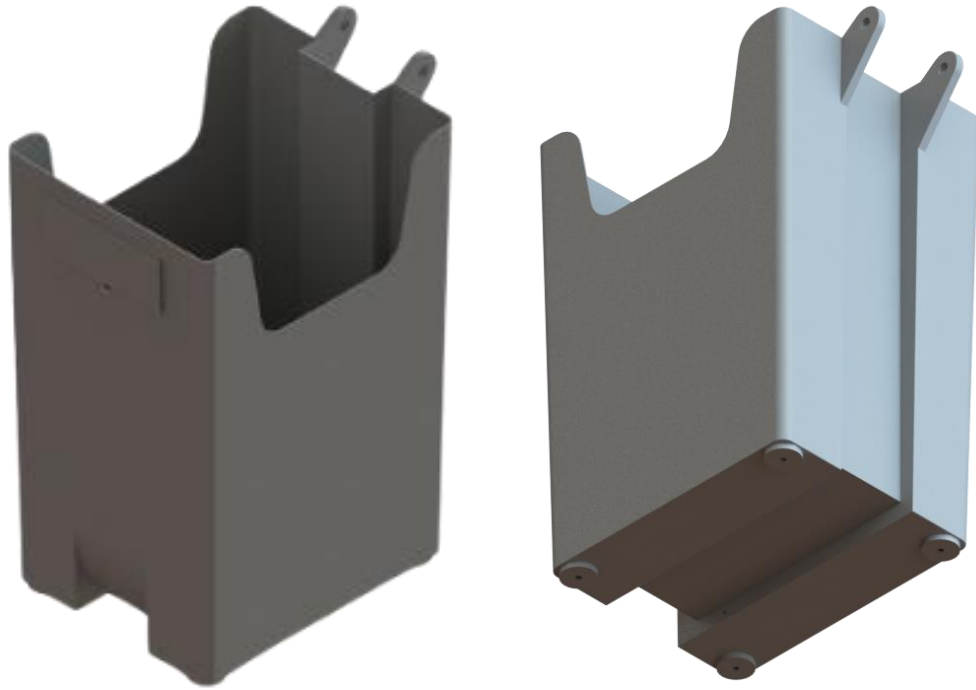


Imagen 13. Estructura principal. Fuente: Primaria.

En la Tabla 5 se presentan las principales características físicas y técnicas de la pieza.

Parámetro	Valor
Material	Polipropileno (PP)
Masa estimada	4,8 kg
Altura total	790mm
Anchura total	427,2mm
Profundidad total	616,4mm
Color	Gris claro

Tabla 5. Características de la estructura principal. Fuente: Primaria.

Se ha respetado el espesor recomendado para piezas de gran tamaño fabricadas en polipropileno, en torno a 3,2 mm, con el objetivo de garantizar una rigidez estructural adecuada sin comprometer el peso del conjunto.

#### 8.2.4. CUBO INTERNO EXTRAÍBLE

Este módulo, también compuesto por una única pieza, se ubica en el interior de la estructura principal y sobre el sistema de pesaje. Su función es contener los desechos y aislarlos del resto de los componentes.

Incorpora asas laterales que facilitan su extracción de la estructura, así como el transporte del conjunto completo. En los laterales externos presenta hundimientos diseñados para evitar la formación de vacío con la estructura principal durante la manipulación, aunque el ajuste entre ambos no es completamente hermético.



Imagen 14. Cubo interno extraíble. Fuente: Primaria.

Parámetro	Valor
Cantidad	1 unidad
Material	Polipropileno (PP)
Masa estimada	4,5 kg
Altura total	723,3mm
Anchura total	501,93mm
Profundidad total	509,92mm
Color	Negro

Tabla 6. Características del cubo interno extraíble. Fuente: Primaria.

### 8.2.5. SISTEMA DE PESAJE

El sistema de pesaje está compuesto por las siguientes piezas:

- Base;
- Estructura;
- Patas;
- Células de carga;
- Amplificador HX711.

La base, la estructura y las patas son las piezas personalizadas, mientras que las células de carga y amplificador HX711 se adquirirán a través de un proveedor externo. Aunque el amplificador HX711 forma parte del sistema de pesaje, este componente estará ubicado dentro de la unidad electrónica encapsulada.

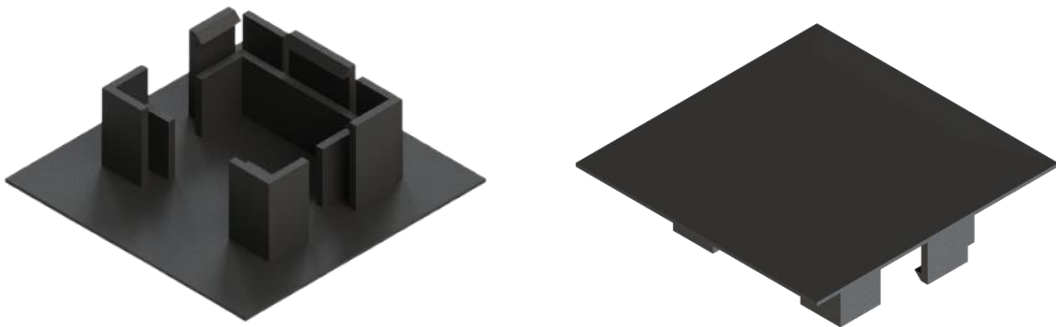


Imagen 15. Patas de la báscula. Fuente: Primaria.

Las características de las piezas personalizadas se detallan en la Tabla 7.

Parámetro	Base	Estructura	Patas
Cantidad	1 unidad	1 unidad	4 unidades
Material	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)	Polipropileno (PP)
Masa estimada	1620g	136,95g	2,77 g
Altura total	10mm	40mm	14,5mm
Anchura total	391,40mm	379mm	36mm
Profundidad total	493mm	481mm	36mm
Color	negro	negro	negro

Tabla 7. Características de las piezas que componen el sistema de pesaje. Fuente: Primaria.

El sistema está formado por una base que soporta el cubo interno extraíble. Sobre esta base se sitúa una estructura que conecta las células de carga con la base misma. Las células de carga están fijadas a dicha estructura, y las patas están unidas a las células.

Las patas hacen contacto con la base de la estructura principal, permitiendo que las células de carga detecten el peso aplicado. La estructura del sistema de pesaje está unida a la base mediante adhesivo para garantizar su estabilidad.

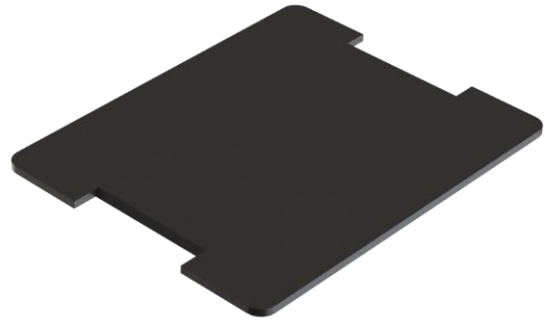


Imagen 16. Base de la báscula. Fuente: Primaria.

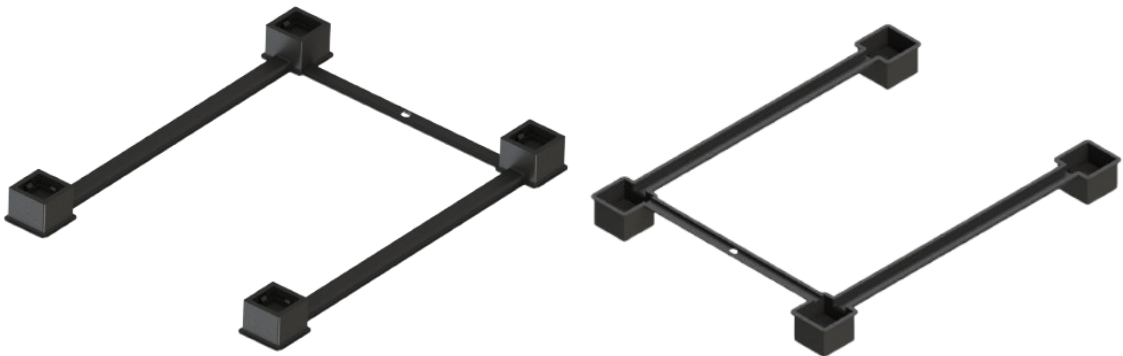


Imagen 17. Estructura de la báscula. Fuente: Primaria.

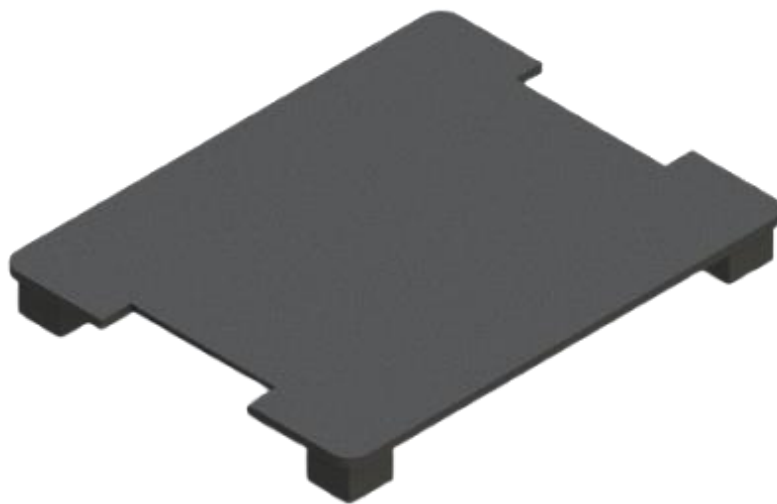


Imagen 18. Báscula ensamblada. Fuente: Primaria.

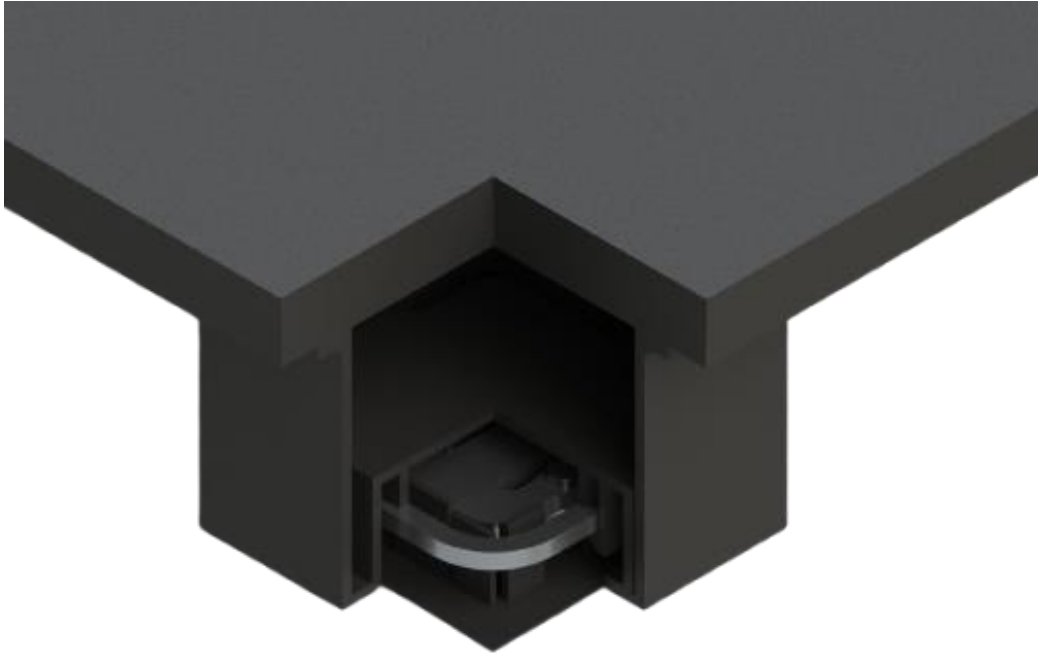


Imagen 19. Detalle del montaje de la báscula con las células de carga. Fuente: Primaria.

---

#### 8.2.6. UNIDAD ELECTRÓNICA ENCAPSULADA

La unidad electrónica encapsulada está compuesta por los siguientes elementos:

- Teclado de membrana;
- Pantalla;
- ESP32 WROOM32;
- Carcasa;
- Base de la carcasa;

Además, en su interior albergará elementos de otros módulos:

- El sistema de alimentación completo, constituido por:
  - Baterías Li-Ion 18650 3000mAh 3,6V;
  - Convertidor *step-down* (*buck converter*) de 7.4 a 5V;
  - Soporte para baterías 18650 2S;
  - *Battery Management System* (BMS) para 2S (7,4 V LI-ION);
  - Conector *DC Jack* hembra 5,5x2,1mm con bloque terminal 2 pin;
- El amplificador HX711, perteneciente al sistema de pesaje.

Todos estos componentes serán adquiridos a través de proveedores externos. No obstante, la carcasa que envuelve y protege los componentes electrónicos ha sido diseñada específicamente en su forma externa para integrarse con el conjunto del producto.

Esta carcasa estará fabricada en ABS, material seleccionado según la disponibilidad y características indicadas por un posible proveedor externo, que garantizan la resistencia mecánica y durabilidad necesarias para el producto. Aunque ya se ha desarrollado su geometría exterior en este proyecto, su fabricación se externalizará, ya que debe cumplir con un grado de protección IP65, lo que implica exigencias técnicas específicas en cuanto a estanqueidad frente al polvo y chorros de agua.

El proveedor especializado deberá garantizar el cumplimiento de dicha normativa, tanto en la selección de materiales adecuados como en los procesos de fabricación y acabado.

Además, el cierre de la carcasa ha sido diseñado para permitir su uso como punto de agarre, facilitando así el desplazamiento del contenedor.

Parámetro	Carcasa	Cierre de la carcasa
Cantidad	1 unidad	1 unidad
Material	Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)	Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)
Masa estimada	324g	219,7g
Altura total	119,6mm	40mm
Anchura total	387mm	387mm
Profundidad total	134mm	134mm
Color	Gris claro	Gris claro

Tabla 8. Características de los componentes de la unidad electrónica encapsulada. Fuente: Primaria.

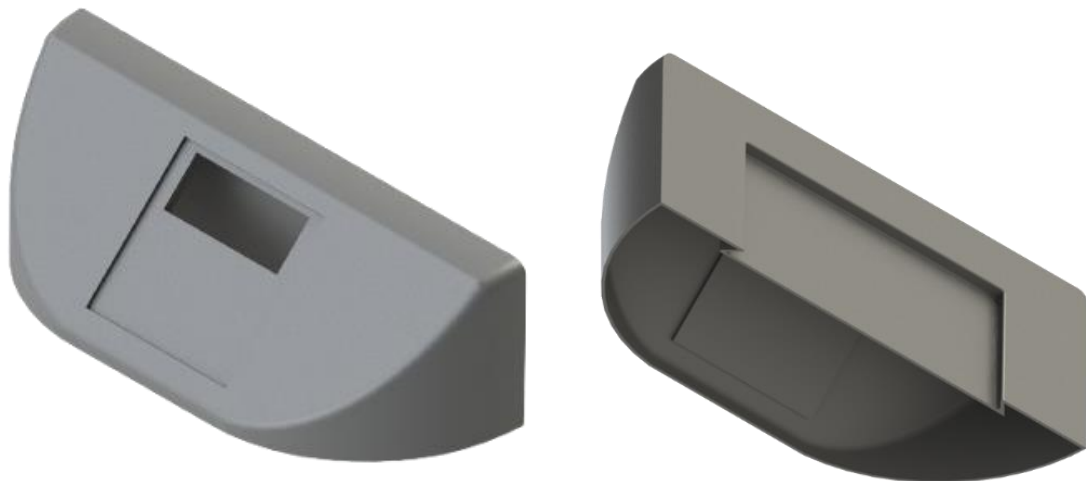


Imagen 20. Diseño de la carcasa. Fuente: Primaria.



Imagen 21. Base de la carcasa. Fuente: Primaria.

### 8.2.7. SISTEMA DE APERTURA

El sistema de apertura está compuesto por los siguientes elementos:

- Tapa;
- Eje;
- Cierre del eje;
- Pedal;
- Asa;
- Eslabón.

Todas las piezas de este módulo han sido diseñadas a medida para cumplir con los requisitos funcionales y estéticos del producto.

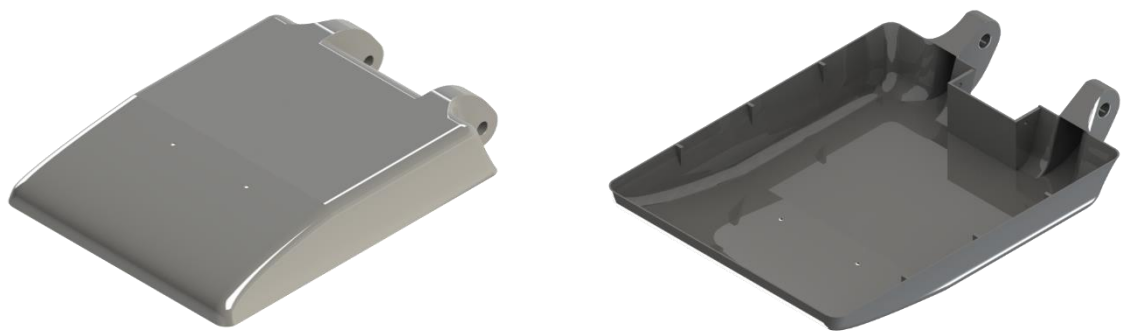


Imagen 22. Tapa. Fuente: Primaria.

La tapa permite una apertura de hasta 75°, facilitando el vertido de residuos sin necesidad de contacto directo.

Está unida a la estructura principal mediante un eje que actúa tanto como elemento de giro como punto de agarre para el desplazamiento del contenedor.

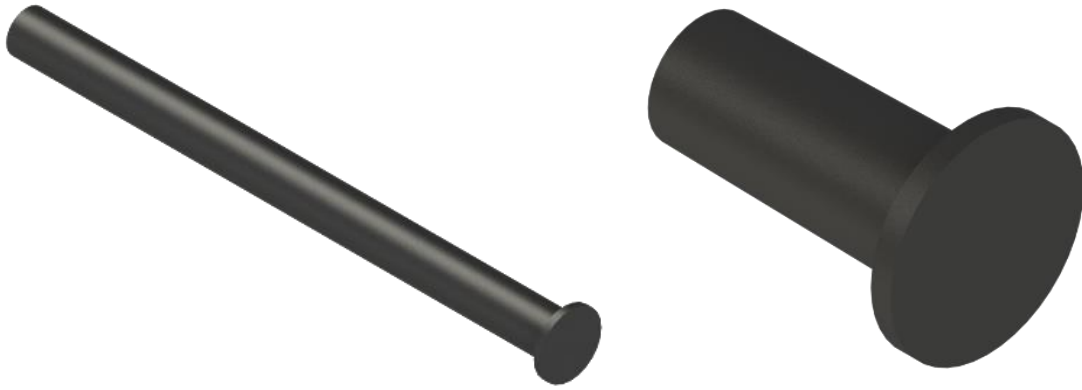


Imagen 23. De izquierda a derecha: Eje y cierre del eje. Fuente: Primaria.

El pedal, situado en la parte inferior frontal del producto, permite accionar la apertura de la tapa de forma mecánica mediante un eslabón. Su superficie incorpora relieves antideslizantes que mejoran el apoyo del pie y evitan resbalones durante su uso, incluso en ambientes húmedos o con grasa.

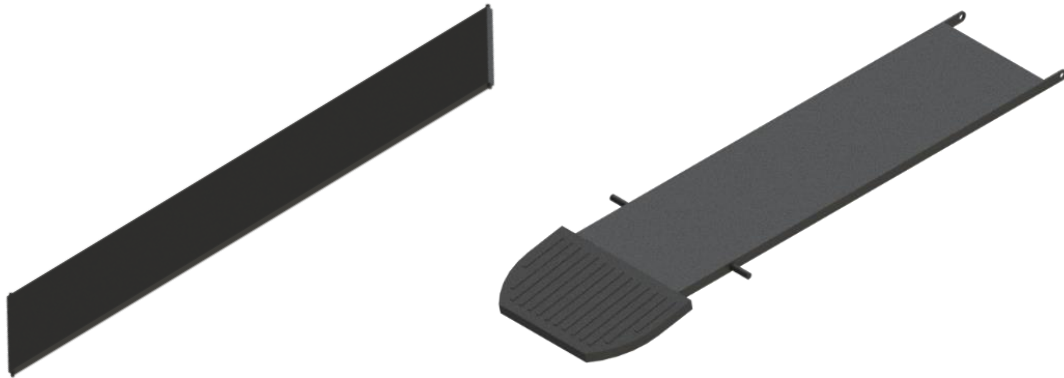


Imagen 24. De izquierda a derecha: Eslabón y pedal. Fuente: Primaria.

Se ha incorporado un asa a la tapa para poder abrirla manualmente cuando sea necesario.



Imagen 25. Asa de la tapa. Fuente: Primaria.

Parámetro	Tapa	Eje	Cierre del eje	Pedal	Eslabón	Asa
Cantidad	1 ud.	1 ud.	1 ud.	1 ud.	1 ud.	1 ud.
Material	PP	PP	PP	PP	PP	PP
Masa estimada	769,92g	11,78g	2,44g	293,87g	438,53g	10,57g
Altura total	110mm	29mm	43mm	27,21mm	848,44mm	48,19mm
Anchura total	427,23mm	255mm	29mm	159mm	10mm	152mm
Profundidad total	607,22mm	29mm	29mm	549,53mm	125mm	40mm
Color	Gris claro	Negro	Negro	Negro	Negro	Negro

Tabla 9. Características de los componentes del sistema de apertura. Fuente: Primaria.

#### 8.2.8. SISTEMA DE MOVILIDAD

El sistema de movilidad del producto está compuesto por cuatro ruedas giratorias, dos de ellas con freno y dos sin freno, que permiten desplazar el contenedor de forma cómoda y estabilizarlo cuando sea necesario.

Las ruedas han sido seleccionadas según sus características técnicas, presentadas en el *Anexo H: Estudio de materiales*, asegurando buena capacidad de carga, resistencia al uso intensivo y facilidad de maniobra.

Para representarlas fielmente en el modelo 3D del conjunto, se han utilizado archivos *.stp* descargados directamente desde la plataforma del fabricante. Esta decisión garantiza precisión en las dimensiones y en los puntos de anclaje, además de ahorrar tiempo en el modelado de componentes normalizados.

Tanto los datos del fabricante como el modelo de las ruedas se encuentran mencionados en dicho anexo.

Las ruedas se atornillan a la base de la estructura principal mediante tornillos M10 X 25mm, acompañados de una arandela plana para asegurar una correcta distribución de la presión.

Además, se ha diseñado un tapón embellecedor que cubre los tornillos, cuyo objetivo principal es nivelar la base del producto y evitar desniveles causados por la cabeza de los tornillos.

Las medidas características de los tapones que cubren los tornillos se indican en la Tabla 10.

Parámetro	Valor
Cantidad	4 unidades
Material	Polipropileno (PP)
Masa estimada	2,75g
Altura total	10mm
Anchura total	52,6mm
Profundidad total	52,6mm
Color	Gris claro

Tabla 10. Característica de los embellecedores. Fuente: Primaria.

### 8.3. DESCRIPCIÓN FUNCIONAL DEL PRODUCTO

El producto, cuyo funcionamiento debe ser intuitivo y automático, debe realizar las siguientes funciones principales:

#### 8.3.1. APERTURA Y CIERRE DE LA TAPA

El producto está dotado de un sistema de apertura clásico:

1. El usuario acciona un pedal mecánico frontal con el pie (Imagen 26).
2. Al presionar el pedal, un mecanismo de palanca eleva la tapa hasta un ángulo de 75º, permitiendo su apertura sin contacto manual (Imagen 27).
3. Al dejar de presionar el pedal, la tapa vuelve a cerrarse gracias a la gravedad (Imagen 28).

El contenedor también puede ser abierto tirando del asa situada en la parte superior de la tapa.

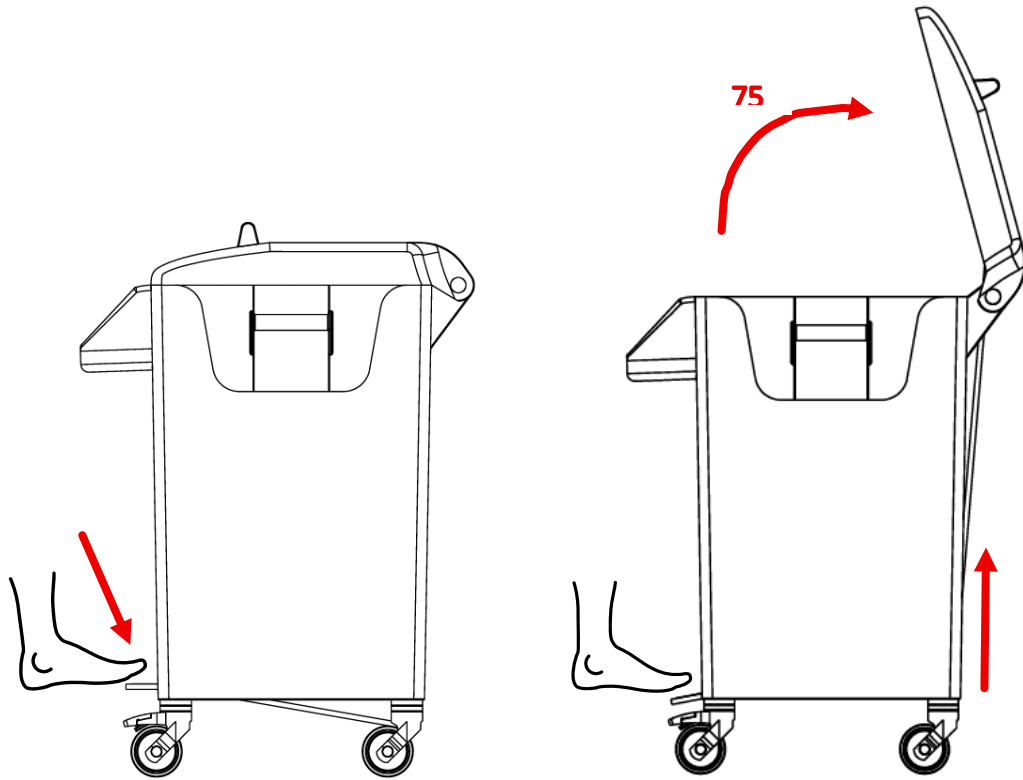


Imagen 26. Apertura de tapa presionando pedal. Fuente: Primaria.

Imagen 27. Apertura máxima de la tapa (75°). Fuente: Primaria

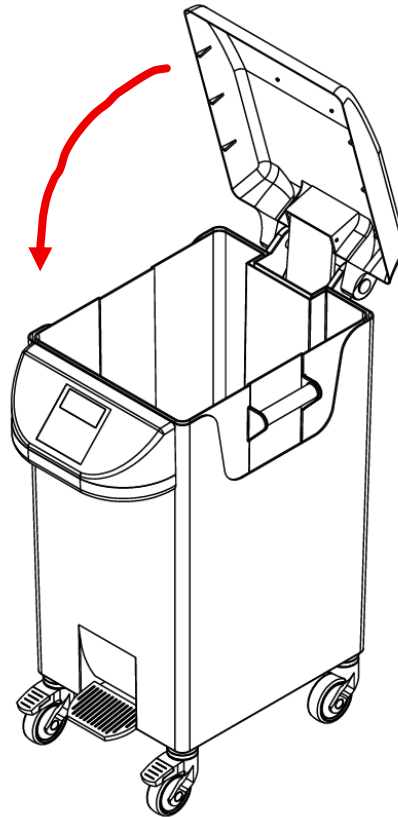


Imagen 28. Cierre de la tapa al dejar de presionar el pedal. Fuente: Primaria.

### 8.3.2. MOVILIDAD

El producto debe incorporar un sistema de desplazamiento compuesto por cuatro ruedas giratorias, que permitan el movimiento del contenedor en cualquier dirección. Las dos ruedas delanteras deben disponer de un mecanismo de freno que garantice la estabilidad del sistema durante su uso, especialmente durante las operaciones de pesaje.

El desplazamiento del sistema puede realizarse de varias formas:

- Las asas del cubo interior sobresalen de la estructura exterior, lo que permite utilizarlas como puntos de agarre tanto para extraer el cubo como para empujar o mover el contenedor completo.
- La carcasa que aloja los componentes electrónicos cuenta con una superficie inferior ligeramente redondeada y accesible, que también puede utilizarse como punto de agarre adicional para levantar o mover el sistema si fuese necesario.

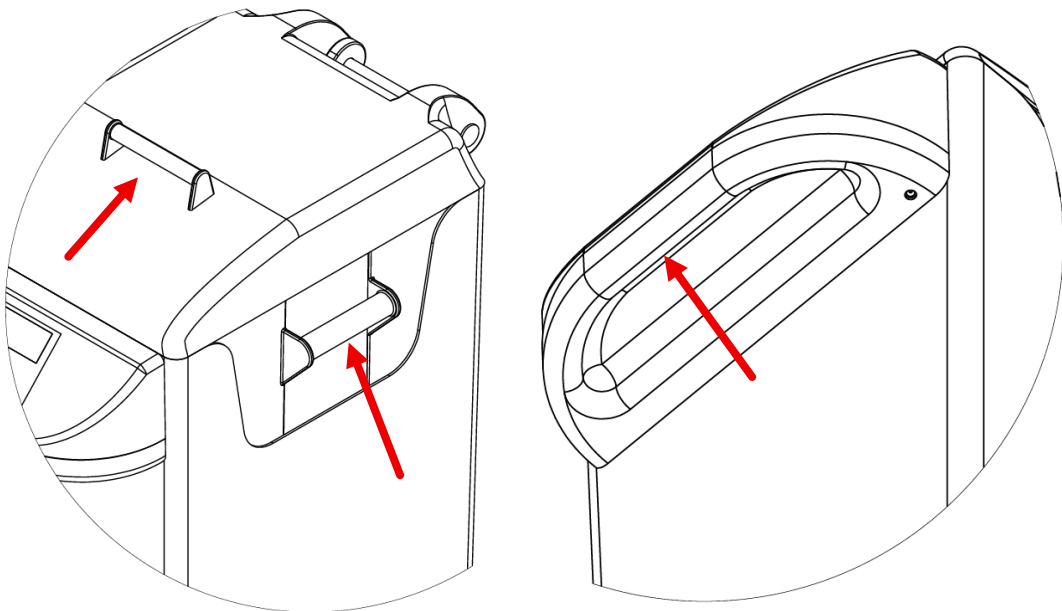


Imagen 29. Puntos de agarre. Fuente: Primaria.

- El eje de apertura de la tapa actúa como tirador, proporcionando una superficie de agarre para mover el contenedor (Imagen 30).

El diseño del producto permite una manipulación ergonómica del producto en entornos de trabajo dinámicos.

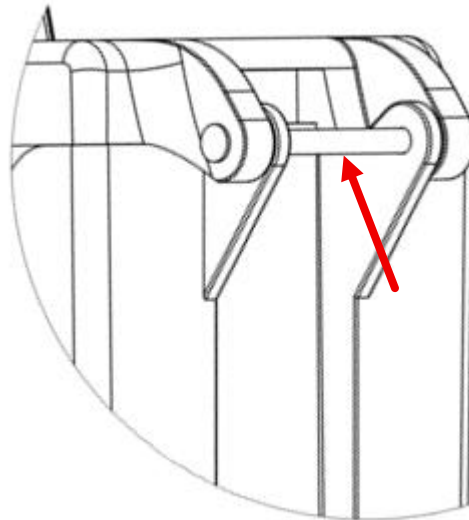


Imagen 30. Punto de agarre: eje. Fuente: Primaria.

---

### CARGA INICIAL DE LISTA DE PRODUCTOS

La carga y gestión de productos que pueden ser seleccionados tras cada pesaje se realiza mediante una aplicación web o móvil conectada al sistema vía *Wi-Fi*.

Esta aplicación permite al usuario añadir, editar o eliminar productos desde cualquier dispositivo sin necesidad de conexión por cable.

En resumen, el producto debe tener las siguientes funcionalidades:

- El producto debe conectarse a una red *Wi-Fi* local.
- El usuario debe acceder a la interfaz mediante una aplicación.
- La interfaz debe mostrar los productos disponibles. El usuario puede:
  - Añadir un nuevo producto introduciendo su nombre, código numérico (para facilitar su entrada mediante teclado físico), y otros datos opcionales como categoría o unidad de medida.
  - Modificar productos existentes.
  - Eliminar productos obsoletos o erróneos.
- Los datos modificados se envían al microcontrolador (ESP32), donde se almacenan en memoria. La base de datos queda disponible para su uso y consulta desde el propio dispositivo.

Esta solución permite actualizar los productos de forma sencilla y remota, sin requerir conocimientos técnicos, adaptando el uso del cubo a las necesidades cambiantes de cada cocina o negocio.

---

#### 8.3.3. PESAJE DE LOS RESIDUOS

Antes de depositar los desechos, se debe realizar la puesta a cero de la báscula presionando el botón de “tara”.

A continuación, se colocan los desechos dentro del cubo interior. El cubo, apoyado sobre la base de la báscula, transmite su peso a las células de carga, que se deforman y generan una señal eléctrica que se envía al amplificador HX711.

El HX711 amplifica, filtra y digitaliza esta señal, enviando los datos resultantes al microcontrolador ESP32.

Finalmente, el ESP32 lee las muestras recibidas por el HX711 y calcula un promedio de varias lecturas consecutivas, lo que reduce el efecto de las vibraciones y garantiza una medición precisa y fiable.

Para asegurar la exactitud de la medición, el sistema debe permanecer estable, con los frenos de las ruedas accionados.

Además, se debe colocar un único tipo de desecho por medición para evitar errores en el registro de datos.

---

#### 8.3.4. REGISTRO DE DATOS

Una vez realizado el pesaje, el peso resultante se muestra en la pantalla del dispositivo. A continuación, el usuario debe seleccionar el alimento correspondiente de entre una lista de productos predefinidos. Para ello, puede utilizar las teclas de navegación (“arriba” y “abajo”) y confirmar su selección mediante la tecla “*enter*”.

Como alternativa, si el usuario conoce el código numérico asociado al producto que se está desechando, puede introducirlo directamente a través del teclado numérico y pulsar “*enter*” para confirmar.

Una vez seleccionado el producto, el sistema vincula dicho alimento con el peso registrado y genera un nuevo registro que se almacena en una base de datos interna. Esta base de datos guarda información como:

- Fecha y hora de la medición
- Código o nombre del alimento desechado
- Peso registrado (en gramos)

La información almacenada queda disponible para su consulta posterior a través de dispositivos externos, como un teléfono móvil, una *tablet* o un ordenador, mediante una conexión inalámbrica por *Wi-Fi*. Este acceso remoto permite visualizar y analizar los datos registrados, facilitando el control de mermas y una mejor gestión del desperdicio alimentario.

---

#### 8.3.5. GESTIÓN DE ENERGÍA

El sistema debe funcionar con dos baterías Li-Ion recargables. Las baterías deben tener la capacidad de alimentar todo el sistema electrónico durante un periodo de 24 horas de uso continuado.

El producto debe encenderse mediante la pulsación del botón de “encendido” del teclado.

Cuando el sistema detecte inactividad prolongada de más de 5 minutos, debe entrar en modo de bajo consumo, apagando la retroiluminación de la pantalla. A partir de los 10 minutos, el sistema se apagará automáticamente.

Si, estando en modo de bajo consumo, el usuario pulsa algún botón del teclado, el sistema volverá a encender la pantalla y funcionará con normalidad. En el caso de que el sistema se haya apagado, el usuario deberá pulsar nuevamente el botón de encendido.

La pantalla debe mostrar el estado de carga de la batería. En caso de que se necesite cargar la batería, el usuario conectará el cargador en la entrada específica para ello, situada en la parte inferior del compartimento electrónico, y lo enchufará a la red eléctrica.

El producto debe poder seguir siendo utilizable incluso durante el proceso de carga.

## 8.4. MATERIALES

Este apartado recoge los materiales seleccionados para la fabricación del producto, tanto para su estructura física como para los componentes electrónicos y elementos auxiliares.

La elección de los materiales se ha realizado en base a criterios de resistencia, durabilidad, facilidad de limpieza, coste, disponibilidad en el mercado y compatibilidad con los procesos de fabricación.

### 8.4.1. LISTADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Los elementos estructurales del contenedor están diseñados para soportar el uso intensivo en entornos de cocina profesional y el peso de los residuos orgánicos depositados.

En la Tabla 11 se listan los elementos estructurales de cada módulo del producto, así como sus materiales, cantidades, dimensiones y masa estimada.

Módulo	Componente	Materiales	Cantidad (ud.)	Dimensiones (mm)	Masa estimada (g)
Estructura principal	Estructura externa	PP	1	790x427,2x616,4	4800
Cubo interior extraíble	Cubo interior	PP	1	723,3x509,92x501,93	4500
Sistema de pesaje	Base	PP	1	493x391,4x10	1620
	Estructura	PP	1	481X379X40	136,95
	Patas	PP	4	36x36x14,5	2,77

Módulo	Componente	Materiales	Cantidad (ud.)	Dimensiones (mm)	Masa estimada (g)
Unidad electrónica encapsulada	Carcasa	ABS	1	387x134x119,6	324
	Base de la carcasa	ABS	1	387x134x40	219,7
	Protector de cables	PP	1	598,76x20x5	12,8
Sistema de apertura	Tapa	PP	1	607,22x427,23x110	769,92
	Eje	PP	1	255x29x29	11,78
	Cierre del eje	PP	1	43x29x29	2,44
	Pedal	PP	1	549,53x159x27,21	293,87
	Eslabón	PP	1	848,44x125x10	438,53
	Asa	PP	1	152x48,12x40	10,57
Sistema de movilidad	Tapón	PP	4	52,6x52,6x10	2,75

Tabla 11. Listado de elementos estructurales del producto. Fuente: Primaria.

#### 8.4.2. LISTADO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS

En la Tabla 12, se listan todos los componentes electrónicos del producto.

Módulo	Componente	Cantidad (ud.)
Sistema de pesaje	Células de carga	4
	Amplificador HX711	1
Unidad electrónica encapsulada	ESP32 WROOM32	1
	Pantalla LCD 20X4 I2C	1
	Teclado IP65 personalizado	1
	Baterías Li-Ion 18650 3000mAh 3,6V	2

Módulo	Componente	Cantidad (ud.)
Sistema de alimentación	Battery Management System (BMS) para 2S (7,4 V LI-ION)	1
	Convertidor step-down (buck converter) de 7.4 a 5V	1
	Soporte para baterías 18650 2S	1
	Conector DC Jack hembra 5,5x2,1mm con bloque terminal 2 pin	1

Tabla 12. Listado de componentes electrónicos del producto. Fuente: Primaria.

#### 8.4.3. LISTADO DE ELEMENTOS AUXILIARES

El listado de los elementos auxiliares del producto se encuentra en la Tabla 13.

Módulo	Componente	Cantidad
Unidad electrónica encapsulada	Cable 20–22 AWG	1 m
	Cable 24–26 AWG	2 m
Sistema de alimentación	Cargador baterías litio Li-Ion 2S - 8,4V 1A	1 ud.
Sistema de movilidad	Rueda con freno	2 uds.
	Rueda sin freno	2 uds.
	Tornillo m10 x 25mm	4 uds.
	Arandela m10 x d30	4 uds.

Tabla 13. Listado de elementos auxiliares. Fuente: Primaria.

## 8.5. FABRICACIÓN

La mayor parte de las piezas que componen el producto se fabricarán mediante moldeo por inyección, a excepción de la carcasa de la unidad electrónica y la base de la báscula. Esta decisión se basa en el análisis realizado en el *Anexo B, Apartado III: Estudio de viabilidad técnica*, donde se comparan diferentes tecnologías de fabricación en función de criterios como geometría, material, precisión y volumen de producción.

El moldeo por inyección ha sido seleccionado por las siguientes razones:

- Alta precisión dimensional y repetibilidad.

- Buena relación coste/unidad en series medias o altas.
- Compatibilidad con materiales como el polipropileno, utilizado en este diseño.
- Posibilidad de obtener geometrías complejas con buen acabado superficial.

Los moldes utilizados estarán fabricados en acero inoxidable por su alta resistencia a la corrosión y buen comportamiento frente al desgaste. Se prevé la necesidad de ocho moldes diferentes, correspondientes a:

- La estructura principal
- El cubo interno extraíble
- La tapa
- La carcasa (tanto la parte superior como la inferior)
- Las piezas pequeñas: tapones, asa de la tapa, patas de la báscula, eje y cierre del eje.
- El eslabón del sistema de apertura
- El pedal
- La estructura de la báscula

Dichos moldes deberán soportar, como mínimo, una producción de 10.000 unidades cada uno.

La fabricación de la carcasa de la unidad electrónica se externalizará a un proveedor especializado, dado que debe cumplir con un grado de protección IP65. El proveedor será responsable de seleccionar tanto el proceso de fabricación más adecuados para garantizar la estanqueidad y protección exigidas por la normativa.

La base de la báscula se obtendrá a partir de una plancha de polipropileno (PP) cortada a medida.

Aunque el moldeo por inyección ha sido considerado como la solución óptima para una futura producción en serie, en caso de que el número de unidades a fabricar sea reducido, se contempla la posibilidad de recurrir a tecnologías de fabricación alternativas, con el objetivo de reducir la inversión inicial sin comprometer la funcionalidad ni la calidad del producto.

## 8.6. PROVEEDORES

No se han definido proveedores específicos para los materiales ni para los componentes adquiridos externamente. La selección final se realizará en función de la disponibilidad comercial y siempre que se garantice el cumplimiento de las especificaciones técnicas indicadas en el *Anexo H: Estudio de materiales*.

## 8.7. ENSAMBLAJE Y MONTAJE

El ensamblaje de este producto se ha diseñado para facilitar tanto el trabajo en fábrica como la instalación por parte del usuario final, sin necesidad de herramientas especializadas y con instrucciones claras e intuitivas.

### 8.7.1. ENSAMBLAJE EN FÁBRICA

El ensamblaje del producto se iniciará con la integración de los componentes electrónicos en la carcasa de la unidad electrónica encapsulada, proceso que será realizado por un proveedor externo.

Esta carcasa está formada por dos partes: una superior (cuerpo principal) y una tapa inferior. Una vez cableados los componentes en su interior, la unidad se fijará a la estructura principal. Para ello, se insertará el cuerpo principal en los rieles dispuestos en la parte delantera de la estructura principal y, a continuación, se cerrará con la tapa inferior (Imagen 31).

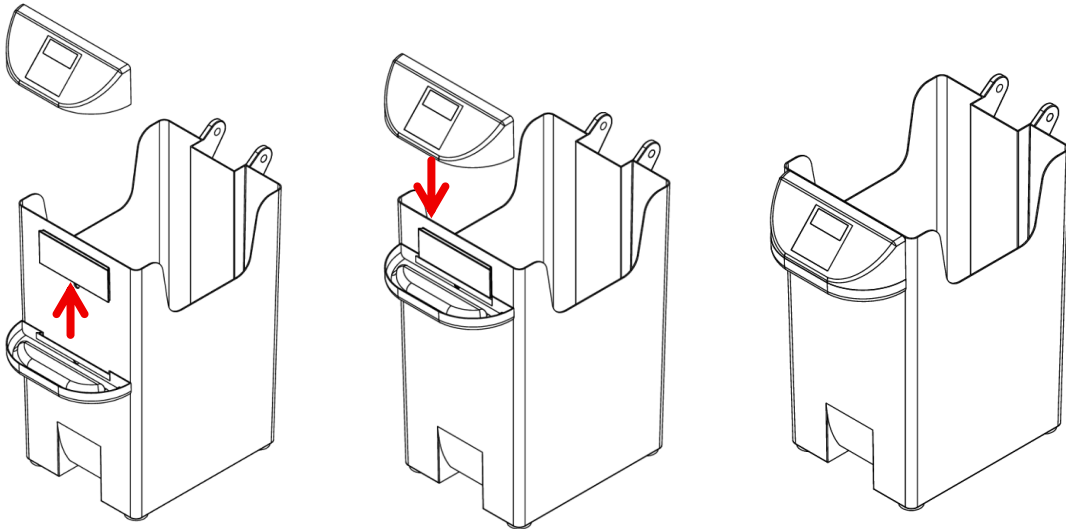


Imagen 31. Montaje de la carcasa. Fuente: Primaria.

Posteriormente, se conectará la unidad electrónica encapsulada al sistema de pesaje. Los cables se ocultarán con un protector adherido al interior de la estructura principal para evitar interferencias y daños.

El sistema de pesaje se ensamblará conectando las cuatro células de carga entre sí y fijándolas a la estructura mediante encaje. A continuación, se acoplarán las patas (Imagen 32) y se adherirá la estructura del sistema de pesaje a la base utilizando un adhesivo (Imagen 33).

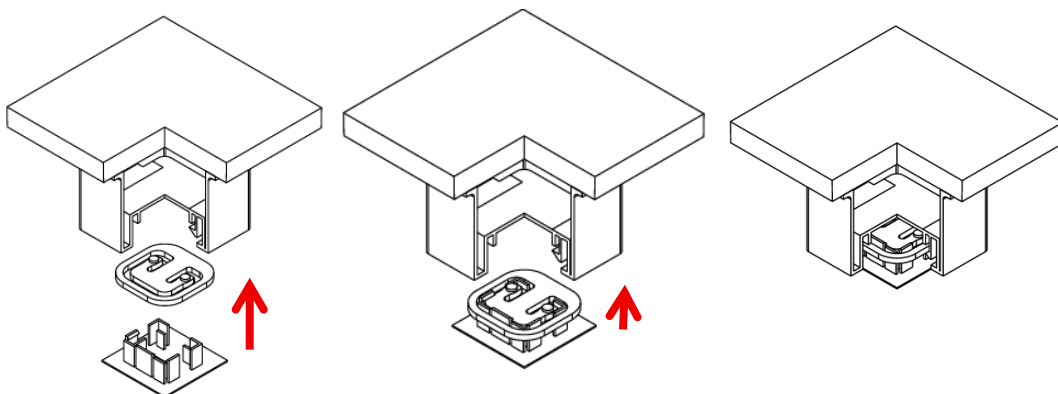


Imagen 32. Montaje de las células de carga y patas de la báscula. Fuente: Primaria.

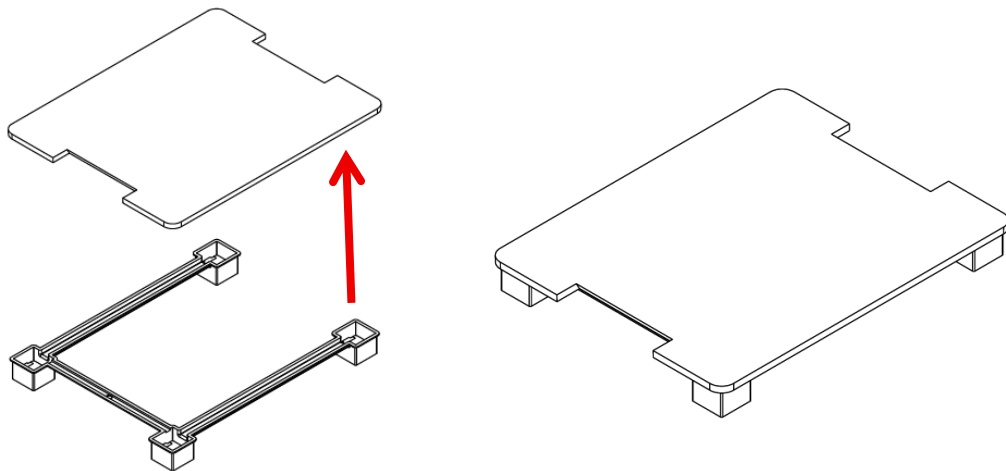


Imagen 33. Montaje de la estructura de la báscula en la base. Fuente: Primaria.

Finalmente, el sistema de pesaje se colocará en la base de la estructura principal (Imagen 34)

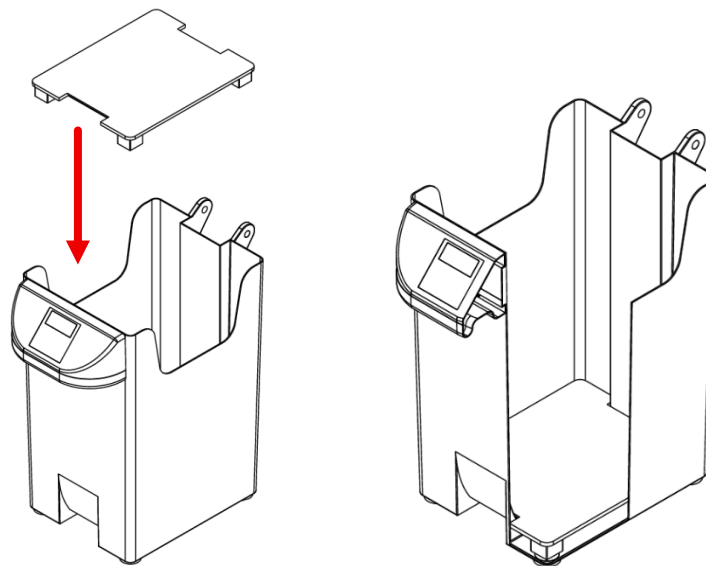


Imagen 34. Montaje de la báscula en la estructura principal. Fuente: Primaria.

El resto de los componentes desmontables, junto con la documentación técnica y de montaje, se introducirán dentro del cubo interno extraíble con el fin de optimizar el espacio de embalaje (Imagen 35).

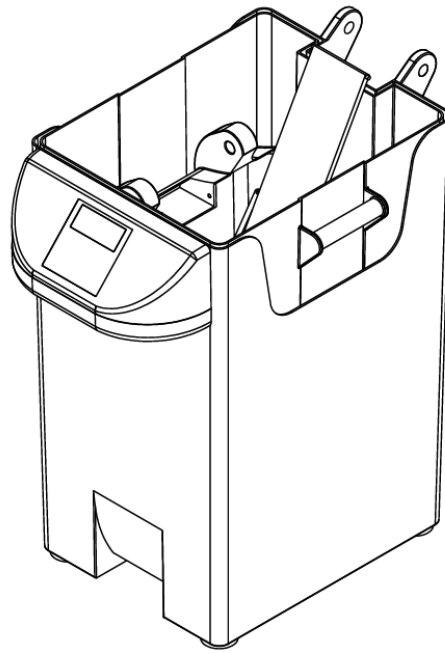


Imagen 35. Producto preparado para su embalaje.  
Fuente: Primaria.

#### 8.7.2. MONTAJE POR PARTE DEL USUARIO FINAL

El montaje por parte del usuario será sencillo e intuitivo, siguiendo los pasos indicados en la guía de montaje incluida:

1. Instalación de las ruedas. El usuario deberá levantar ligeramente la báscula por la parte trasera para poder fijar cada rueda en la estructura principal (Imagen 36).

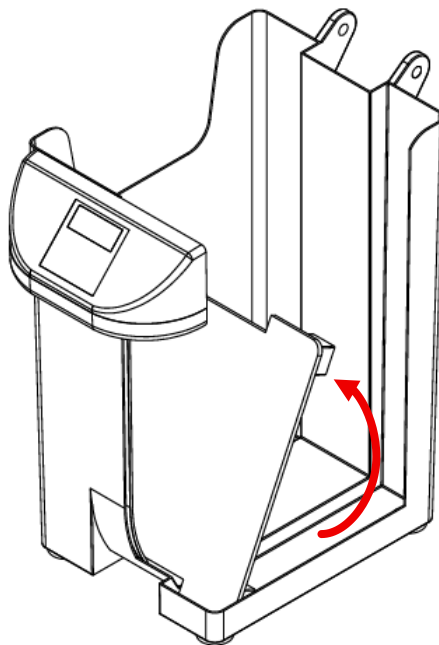


Imagen 36. Primer paso: levantar la báscula. Fuente: Primaria.

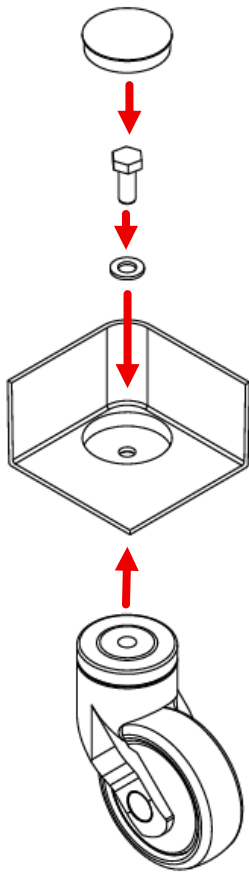


Imagen 38. Montaje de las ruedas.  
Fuente: Primaria.

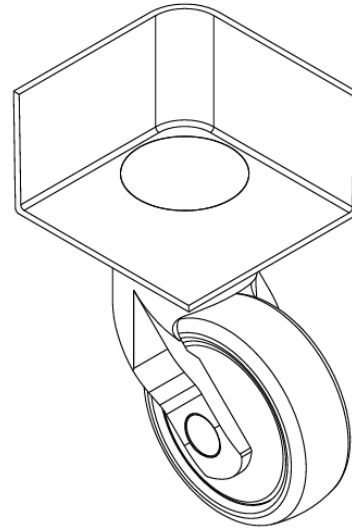


Imagen 37. Sistema de movilidad ensamblado.  
Fuente: Primaria.

- Montaje de la tapa. La tapa se fijará a la estructura principal mediante un eje transversal, que se cerrará con un tapón de encaje a presión (Imagen 39).

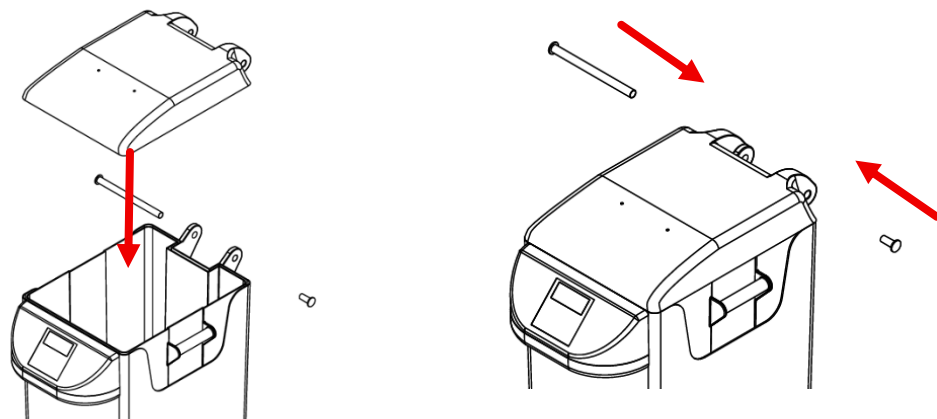


Imagen 39. Montaje de la tapa. Fuente: Primaria.

- Se colocará el asa encajándolas en las perforaciones situadas en la parte superior de la tapa (Imagen 40 e Imagen 41).

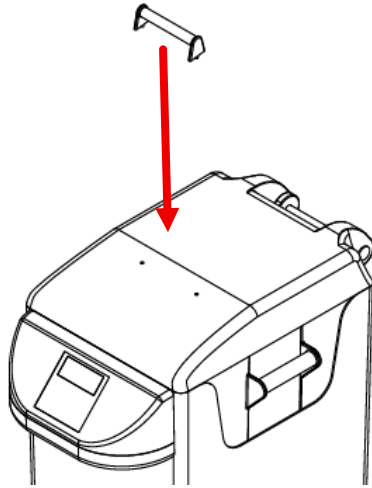


Imagen 40. Montaje del asa. Fuente: Primaria.

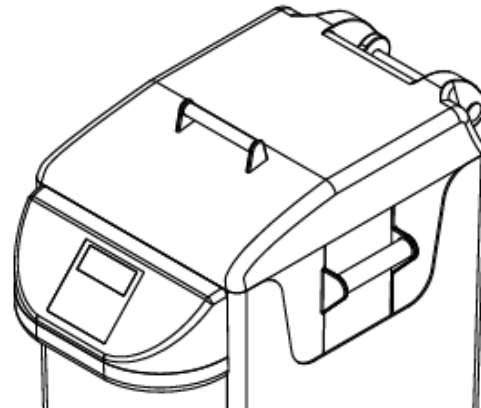


Imagen 41. Tapa ensamblada. Fuente: Primaria.

4. Instalación del sistema de apertura mediante pedal. El eslabón se insertará en la tapa a través de una ligera deformación del material, sin comprometer su integridad, para encajar los anclajes en los orificios previstos. Este mismo procedimiento se repetirá para unir el eslabón con el pedal, y finalmente, el pedal con la base del contenedor (Imagen 43).

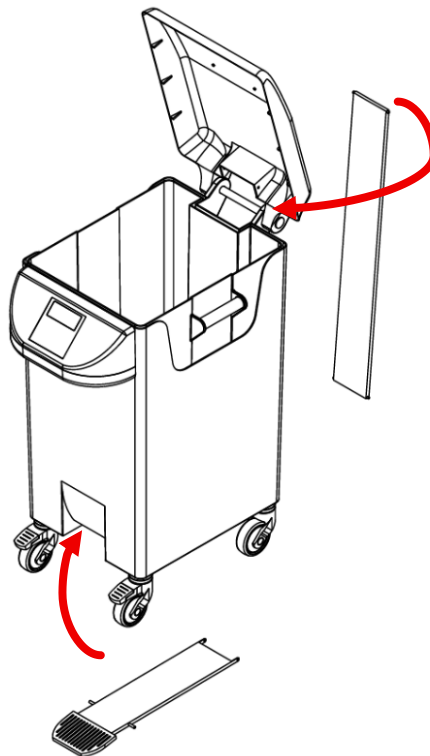


Imagen 42. Montaje del sistema de apertura: pedal y eslabón. Fuente: Primaria.

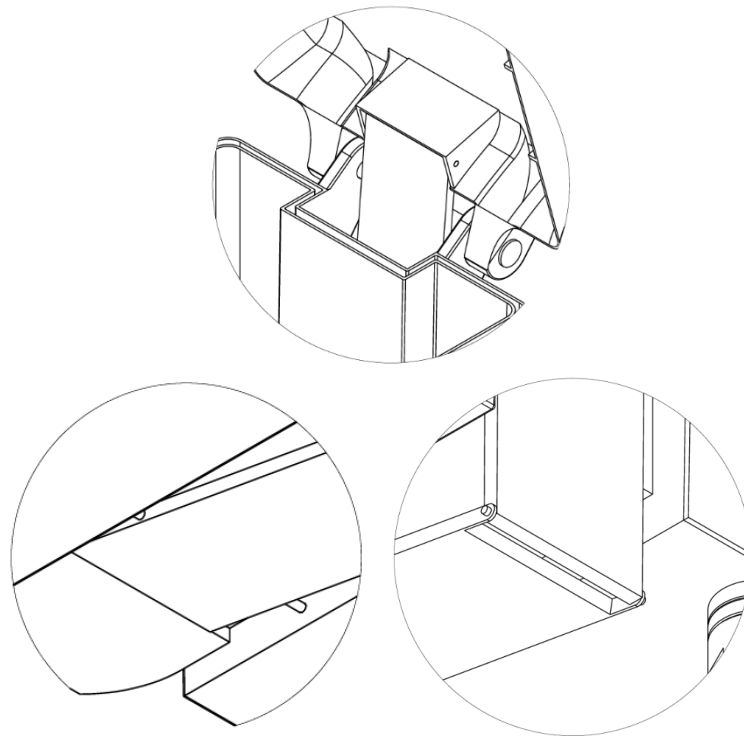


Imagen 43. Encaje del pedal y eslabón en la estructura principal y en la tapa. Fuente: Primaria.

## 8.8. EMBALAJE

Para facilitar el transporte y proteger el producto durante su distribución, se ha planteado un sistema de embalaje sencillo pero eficaz:

1. Las ruedas y el sistema de apertura se entregarán desmontados e insertados dentro del cubo extraíble para reducir el volumen del conjunto. Todas las piezas pequeñas se introducirán en una caja de cartón adicional. Además, las piezas desmontadas se protegerán individualmente, envueltas en papel *kraft* para evitar roces o daños durante el transporte. Los tornillos y arandelas se colocarán dentro de una bolsa de plástico cerrada para evitar que se pierdan.
2. La pantalla y el teclado estarán protegidos por un *film* plástico para evitar que se rayen durante su manipulación y transporte.
3. Todo el conjunto se introducirá en una caja de cartón doblemente reforzada (Imagen 44).



Imagen 44. Caja de cartón doble corrugado (modelo SHD-85), vista abierta. Fuente: Mas de Cartón (s. f.).

4. Se colocarán cantoneras de poliestireno expandido en las esquinas de la estructura principal para centrar el producto en la caja y absorber posibles impactos. También se utilizará el mismo material para proteger las asas del cubo extraíble, las lengüetas de anclaje de la tapa situadas en la zona trasera de la estructura principal y la unidad electrónica encapsulada.
5. Se añadirán las siguientes etiquetas en el exterior de la caja:
  - Etiqueta de orientación;
  - Etiqueta de frágil;
  - Etiqueta de “No apilar más de dos cajas”;
  - Símbolo de protección contra humedad;
  - Etiqueta de contenido, con el nombre del producto, número de serie o referencia si procede;
  - Datos del fabricante o empresa;
  - Peso bruto y neto del paquete;
  - Etiqueta de reciclaje.



Imagen 45. Ejemplo de colocación de etiquetas. Captura de la entrada “La importancia de la rotulación del embalaje en el transporte de mercancías”. Fuente: Ugalde, M. (2023), UCL Logistics.

Con este sistema de embalaje se busca garantizar la integridad del producto durante el transporte y la manipulación, optimizando el espacio y asegurando la protección de sus componentes más sensibles sin recurrir a soluciones complejas o costosas.

## 8.9. DOCUMENTACIÓN DE PRODUCTO

El producto irá acompañado de un pequeño manual en formato físico y digital, que incluirá toda la información necesaria para su correcta instalación, uso y mantenimiento.

El contenido del documento se organiza en los siguientes apartados:

- Instrucciones de montaje: con ilustraciones sencillas y pasos numerados para facilitar el montaje por parte del usuario final.
- Uso del producto: indicaciones básicas sobre el funcionamiento del sistema de pesaje, la interacción con el teclado y pantalla, y el uso del pedal para la apertura.
- Mantenimiento y limpieza: recomendaciones para alargar la vida útil del producto, incluyendo la limpieza del cubo interior, tapa y unidad electrónica.
- Advertencias y precauciones: indicaciones sobre el uso seguro del producto.
- Información técnica básica: voltaje de entrada, compatibilidad del alimentador, materiales principales y grado de protección IP.
- Garantía: se incluirá la cobertura mínima legal aplicable, especificando qué componentes están cubiertos, durante cuánto tiempo y qué hacer en caso de incidencia. También se indicarán las condiciones que pueden invalidar dicha garantía.
- Datos del fabricante: incluyendo información de contacto en caso de dudas, incidencias o necesidad de recambios.

La documentación se entregará en un lenguaje sencillo, claro y directo, con esquemas y dibujos que faciliten la comprensión, evitando tecnicismos innecesarios para el usuario final.

## 9. PLANIFICACIÓN

Para asegurar una correcta gestión del tiempo, se ha elaborado una planificación detallada que abarca todas las fases del proyecto (Tabla 14), desde los estudios preliminares hasta la elaboración final y la maquetación del documento. Esta planificación ha servido como guía para organizar las tareas, establecer prioridades y garantizar una ejecución ordenada del trabajo.

Nº	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
	<b>Inicio del proyecto</b>	<b>0 días</b>	<b>2/1/25</b>	<b>2/1/25</b>
<b>1.</b>	<b>Definición estratégica</b>	<b>4 días</b>	<b>2/1/25</b>	<b>7/1/25</b>
1.1.	Definición del proyecto	3 días	2/1/25	6/1/25
1.2.	Plan de trabajo	1 día	7/1/25	7/1/25
<b>2.</b>	<b>Estudio de viabilidad</b>	<b>16 días</b>	<b>8/1/25</b>	<b>29/1/25</b>
2.1.	Estudio de mercado	3 días	8/1/25	10/1/25
2.2.	Viabilidad técnica	10 días	13/1/25	24/1/25

Nº	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
2.3.	Viabilidad económica	3 días	27/1/25	29/1/25
<b>3.</b>	<b>Definición de especificaciones</b>	<b>17 días</b>	<b>30/1/25</b>	<b>21/2/25</b>
3.1.	Especificaciones técnicas	5 días	30/1/25	5/2/25
3.2.	Especificaciones normativas	5 días	6/2/25	12/2/25
3.3.	Especificaciones legales	7 días	13/2/25	21/2/25
<b>4.</b>	<b>Necesidades de los clientes</b>	<b>6 días</b>	<b>24/2/25</b>	<b>3/3/25</b>
4.1.	Realización de la encuesta	5 días	24/2/25	28/2/25
4.2.	Análisis de la encuesta	1 día	3/3/25	3/3/25
<b>5.</b>	<b>Análisis de riesgos</b>	<b>2 días</b>	<b>4/3/25</b>	<b>5/3/25</b>
5.1.	Análisis DAFO	1 día	4/3/25	4/3/25
5.2.	Análisis CAME	1 día	5/3/25	5/3/25
<b>6.</b>	<b>Diseño conceptual</b>	<b>12 días</b>	<b>6/3/25</b>	<b>21/3/25</b>
6.1.	Generación de bocetos	10 días	6/3/25	19/3/25
6.2.	Selección de alternativas	2 días	20/3/25	21/3/25
<b>7.</b>	<b>Desarrollo conceptual</b>	<b>5 días</b>	<b>24/3/25</b>	<b>28/3/25</b>
7.1.	Arquitectura del producto	3 días	24/3/25	26/3/25
7.2.	Configuración del diseño	1 día	27/3/25	27/3/25
7.3.	Parámetros de implementación	1 día	28/3/25	28/3/25
<b>8.</b>	<b>Selección de materiales</b>	<b>5 días</b>	<b>31/3/25</b>	<b>4/4/25</b>
8.1.	Estudio de materiales	2 días	31/3/25	1/4/25
8.2.	Selección de materiales	1 día	2/4/25	2/4/25
8.3.	Selección de componentes electrónicos	2 días	3/4/25	4/4/25
<b>9.</b>	<b>Diseño en detalle</b>	<b>14 días</b>	<b>7/4/25</b>	<b>24/4/25</b>

Nº	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
9.1	Diseño de piezas en CAD	12 días	7/4/25	22/4/25
9.2.	Ensamblaje en CAD	1 día	23/4/25	23/4/25
9.3.	Renderizado de piezas	1 día	24/4/25	24/4/25
<b>10.</b>	<b>Prototipo</b>	<b>17 días</b>	<b>25/4/25</b>	<b>19/5/25</b>
10.1.	Diseño de piezas	1 día	25/4/25	25/4/25
10.2.	Ensamblaje del prototipo	2 días	28/4/25	29/4/25
10.3.	Programación	12 días	30/4/25	15/5/25
10.4.	Comprobación	2 días	16/5/25	19/5/25
<b>11.</b>	<b>Planos</b>	<b>12 días</b>	<b>20/5/25</b>	<b>4/6/25</b>
11.1.	Diseño de cajetín	1 día	20/5/25	20/5/25
11.2.	Planos de piezas	10 días	21/5/25	3/6/25
11.3.	Planos de conjunto	1 día	4/6/25	4/6/25
<b>12.</b>	<b>Pliego de condiciones</b>	<b>5 días</b>	<b>5/6/25</b>	<b>11/6/25</b>
12.1.	Pliego de condiciones generales	2 días	5/6/25	6/6/25
12.2.	Pliego de condiciones técnicas	3 días	9/6/25	11/6/25
<b>13.</b>	<b>Mediciones</b>	<b>2 días</b>	<b>12/6/25</b>	<b>13/6/25</b>
<b>14.</b>	<b>Presupuestos</b>	<b>2 días</b>	<b>16/6/25</b>	<b>17/6/25</b>
<b>15.</b>	<b>Memoria</b>	<b>2 días</b>	<b>18/6/25</b>	<b>19/6/25</b>
<b>16.</b>	<b>Maquetado</b>	<b>2 días</b>	<b>20/6/25</b>	<b>23/6/25</b>
	<b>Entrega</b>	<b>0 días</b>	<b>23/6/25</b>	<b>23/6/25</b>

Tabla 14. Planificación. Fuente: Primaria.

## 10. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE LOS DOCUMENTOS

En caso de que surjan discrepancias o contradicciones entre los distintos documentos que conforman este Proyecto, se establece el siguiente orden de prioridad, salvo indicación expresa en sentido contrario:

1. Planos
2. Pliego de condiciones
3. Presupuesto
4. Memoria

Este orden garantiza una interpretación coherente del contenido técnico, constructivo y económico del Proyecto, facilitando su correcta ejecución.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

# Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma

## ANEXOS

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carollina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, junio de 2025

# ANEXO A: DEFINICIÓN ESTRATÉGICA

## 1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

En un restaurante, es de vital importancia minimizar el desperdicio y optimizar los recursos disponibles. Con el fin de mantener un control del stock de productos y reducir gastos innecesarios, algunos establecimientos optan por llevar un seguimiento de las pérdidas de alimentos utilizados en la preparación de los platos, es decir, las mermas.

Las mermas son los desechos alimentarios generados en las distintas etapas de una cocina: producción, almacenamiento, preparación o servicio. Estas pueden deberse a diversos factores, como la caducidad de los productos, un almacenamiento inadecuado o la sobreproducción.

El proceso de contabilización de mermas suele seguir los siguientes pasos:

1. Identificación de las mermas: separación de los alimentos desperdiciados durante la jornada.
2. Pesado de las mermas: uso de una balanza de cocina para cuantificar los alimentos desechados.
3. Registro de las mermas: anotación de fecha, hora, tipo de alimento y causa del desperdicio.
4. Análisis de las causas: detección de patrones y áreas de mejora.
5. Generación periódica de informes.
6. Aplicación de acciones correctivas.
7. Seguimiento y revisión para ajustar las estrategias cuando sea necesario.

Por lo general, los tres primeros pasos son responsabilidad del cocinero a cargo del turno. Se trata de una tarea manual que requiere tiempo y constancia para generar datos fiables que permitan implementar una estrategia eficaz contra el desperdicio alimentario.

En cuanto a los últimos pasos, ya existen softwares especializados en la gestión de registros, generación de informes, seguimiento y revisión de mermas, lo que facilita en parte el proceso. Sin embargo, actualmente no existen dispositivos accesibles diseñados específicamente para realizar las tres primeras etapas —identificación, pesado y registro— de forma automatizada.

Con el fin de facilitar y agilizar este procedimiento, se plantea el diseño de un contenedor inteligente que permita realizar estas funciones de forma conjunta, simplificando la labor del personal de cocina y mejorando el control sobre las mermas generadas.

## 2. MISIÓN Y LIMITACIONES

La misión de este proyecto es crear un producto que facilite una tarea manual diaria y permita calcular con precisión los gastos y necesidades de la cocina de un restaurante. En cuanto a las limitaciones a afrontar, se incluyen:

- El precio de venta al público, que debe ser atractivo para incentivar su adquisición.
- La estética, tamaño y materiales del producto deben integrarse adecuadamente con los demás elementos de una cocina profesional.
- Se busca emplear materiales que puedan ser reciclados o reutilizados.

## 3. CLIENTES, USUARIOS Y CANALES DE DISTRIBUCIÓN

El producto propuesto, es decir, un contenedor que pese y registre las mermas, tiene como cliente objetivo a bares y restaurantes que deseen adoptar este sistema de control de desechos orgánicos, pudiendo ser tanto negocios locales como franquicias.

En cuanto a los usuarios finales, estos serían los trabajadores del establecimiento, tales como cocineros, ayudantes de cocina, camareros, entre otros.

Respecto a los canales de distribución, los medios ideales serían los grandes almacenes especializados en productos y mobiliario para hostelería, así como páginas web dedicadas a este sector.

## 4. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMATIVAS APLICABLES

### 4.2. DIRECTIVAS EUROPEAS

- Directiva 2011/65/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 8 de junio de 2011, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- Directiva 2012/19/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 4 de julio de 2012, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE).
- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Directiva 2014/35/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de comercialización de material eléctrico destinado a utilizarse con determinados límites de tensión (refundición).
- Directiva 2014/53/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014, relativa a la armonización de las legislaciones de los Estados miembros sobre la comercialización de equipos radioeléctricos.

### 4.3. REALES DECRETOS

- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 188/2016, de 6 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento por el que se establecen los requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos, y se regula el procedimiento para la evaluación de la conformidad, la vigilancia del mercado y el régimen sancionador de los equipos de telecomunicación.
- Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.

### 4.4. LEYES

- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria.

### 4.5. NORMAS UNE

- UNE 167013:2017. *Hostelería. Servicios de restauración. Requisitos de prestación del servicio.*
- UNE-EN IEC 63000. *Documentación técnica para la evaluación de los productos eléctricos y electrónicos con respecto a la restricción de sustancias peligrosas.*

## 5. PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto se ha planificado dividiéndolo en subtarefas que corresponden a las fases clave del desarrollo (Tabla 15), permitiendo así una gestión más clara y eficiente del trabajo. Para visualizar la distribución temporal y la relación entre las distintas actividades, se ha empleado un diagrama de Gantt como herramienta principal de planificación.

Nº	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
	<b>Inicio del proyecto</b>	<b>0 días</b>	<b>2/1/25</b>	<b>2/1/25</b>
<b>1.</b>	<b>Definición estratégica</b>	<b>4 días</b>	<b>2/1/25</b>	<b>7/1/25</b>
1.1.	Definición del proyecto	3 días	2/1/25	6/1/25
1.2.	Plan de trabajo	1 día	7/1/25	7/1/25
<b>2.</b>	<b>Estudio de viabilidad</b>	<b>16 días</b>	<b>8/1/25</b>	<b>29/1/25</b>
2.1.	Estudio de mercado	3 días	8/1/25	10/1/25
2.2.	Viabilidad técnica	10 días	13/1/25	24/1/25
2.3.	Viabilidad económica	3 días	27/1/25	29/1/25
<b>3.</b>	<b>Definición de especificaciones</b>	<b>17 días</b>	<b>30/1/25</b>	<b>21/2/25</b>
3.1.	Especificaciones técnicas	5 días	30/1/25	5/2/25
3.2.	Especificaciones normativas	5 días	6/2/25	12/2/25
3.3.	Especificaciones legales	7 días	13/2/25	21/2/25
<b>4.</b>	<b>Necesidades de los clientes</b>	<b>6 días</b>	<b>24/2/25</b>	<b>3/3/25</b>
4.1.	Realización de la encuesta	5 días	24/2/25	28/2/25
4.2.	Análisis de la encuesta	1 día	3/3/25	3/3/25
<b>5.</b>	<b>Análisis de riesgos</b>	<b>2 días</b>	<b>4/3/25</b>	<b>5/3/25</b>
5.1.	Análisis DAFO	1 día	4/3/25	4/3/25
5.2.	Análisis CAME	1 día	5/3/25	5/3/25
<b>6.</b>	<b>Diseño conceptual</b>	<b>12 días</b>	<b>6/3/25</b>	<b>21/3/25</b>
6.1.	Generación de bocetos	10 días	6/3/25	19/3/25
6.2.	Selección de alternativas	2 días	20/3/25	21/3/25
<b>7.</b>	<b>Desarrollo conceptual</b>	<b>5 días</b>	<b>24/3/25</b>	<b>28/3/25</b>
7.1.	Arquitectura del producto	3 días	24/3/25	26/3/25
7.2.	Configuración del diseño	1 día	27/3/25	27/3/25

Nº	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
7.3.	Parámetros de implementación	1 día	28/3/25	28/3/25
<b>8.</b>	<b>Selección de materiales</b>	<b>5 días</b>	<b>31/3/25</b>	<b>4/4/25</b>
8.1.	Estudio de materiales	2 días	31/3/25	1/4/25
8.2.	Selección de materiales	1 día	2/4/25	2/4/25
8.3.	Selección de componentes electrónicos	2 días	3/4/25	4/4/25
<b>9.</b>	<b>Diseño en detalle</b>	<b>14 días</b>	<b>7/4/25</b>	<b>24/4/25</b>
9.1	Diseño de piezas en CAD	12 días	7/4/25	22/4/25
9.2.	Ensamblaje en CAD	1 día	23/4/25	23/4/25
9.3.	Renderizado de piezas	1 día	24/4/25	24/4/25
<b>10.</b>	<b>Prototipo</b>	<b>17 días</b>	<b>25/4/25</b>	<b>19/5/25</b>
10.1.	Diseño de piezas	1 día	25/4/25	25/4/25
10.2.	Ensamblaje del prototipo	2 días	28/4/25	29/4/25
10.3.	Programación	12 días	30/4/25	15/5/25
10.4.	Comprobación	2 días	16/5/25	19/5/25
<b>11.</b>	<b>Planos</b>	<b>12 días</b>	<b>20/5/25</b>	<b>4/6/25</b>
11.1.	Diseño de cajetín	1 día	20/5/25	20/5/25
11.2.	Planos de piezas	10 días	21/5/25	3/6/25
11.3.	Planos de conjunto	1 día	4/6/25	4/6/25
<b>12.</b>	<b>Pliego de condiciones</b>	<b>5 días</b>	<b>5/6/25</b>	<b>11/6/25</b>
12.1.	Pliego de condiciones generales	2 días	5/6/25	6/6/25
12.2.	Pliego de condiciones técnicas	3 días	9/6/25	11/6/25
<b>13.</b>	<b>Mediciones</b>	<b>2 días</b>	<b>12/6/25</b>	<b>13/6/25</b>
<b>14.</b>	<b>Presupuestos</b>	<b>2 días</b>	<b>16/6/25</b>	<b>17/6/25</b>

Nº	Nombre	Duración	Inicio	Terminado
15.	Memoria	2 días	18/6/25	19/6/25
16.	Maquetado	2 días	20/6/25	23/6/25
	Entrega	0 días	23/6/25	23/6/25

Tabla 15. Planificación del proyecto. Fuente: Primaria.

ID	Nombre	Duración	Inicio	Terminado	Predecesores	Nombres del Recurso
1	Inicio del proyecto	0 días/ 2/1/25, 8:00		2/1/25, 8:00		
2	Definición estratégica	4 días/ 2/1/25, 8:00	7/1/25, 17:00			
3	Definición del proyecto	3 días/ 2/1/25, 8:00	6/1/25, 17:00			
4	Plan de trabajo	1 día/ 7/1/25, 8:00	7/1/25, 17:00			
5	Estudio de viabilidad	16 días/ 8/1/25, 8:00	29/1/25, 17:00			
6	Estudio de mercado	3 días/ 8/1/25, 8:00	10/1/25, 17:00			
7	Viabilidad técnica	10 días/ 13/1/25, 8:00	24/1/25, 17:00			
8	Viabilidad económica	3 días/ 27/1/25, 8:00	29/1/25, 17:00			
9	Definición de especificaciones...	17 días/ 30/1/25, 8:00	21/2/25, 17:00			
10	Especificaciones técnicas	5 días/ 30/1/25, 8:00	5/2/25, 17:00			
11	Especificaciones normati...	5 días/ 6/2/25, 8:00	12/2/25, 17:00			
12	Especificaciones legales	7 días/ 13/2/25, 8:00	21/2/25, 17:00			
13	Necesidades de los cliente...	6 días/ 24/2/25, 8:00	3/3/25, 17:00			
14	Realización de la encuesta	5 días/ 24/2/25, 8:00	28/2/25, 17:00			
15	Análisis de la encuesta	1 día/ 3/3/25, 8:00	3/3/25, 17:00			
16	Análisis de riesgos	2 días/ 4/3/25, 8:00	5/3/25, 17:00			
17	Análisis DATO	1 día/ 4/3/25, 8:00	4/3/25, 17:00			
18	Análisis CAVE	1 día/ 5/3/25, 8:00	5/3/25, 17:00			
19	Diseño conceptual	12 días/ 6/3/25, 8:00	21/3/25, 17:00			
20	Generación de bocetos	10 días/ 6/3/25, 8:00	19/3/25, 17:00			
21	Selección de alternativas	2 días/ 20/3/25, 8:00	21/3/25, 17:00			
22	Diseño conceptual	5 días/ 24/3/25, 8:00	28/3/25, 17:00			
23	Arquitectura del producto	3 días/ 24/3/25, 8:00	26/3/25, 17:00			
24	Configuración del diseño	1 día/ 27/3/25, 8:00	27/3/25, 17:00			
25	Parámetros de implementa...	1 día/ 28/3/25, 8:00	28/3/25, 17:00			
26	Selección de materiales	5 días/ 31/3/25, 8:00	4/4/25, 17:00			
27	Estudio de materiales	2 días/ 31/3/25, 8:00	1/4/25, 17:00			
28	Selección de materiales	1 día/ 2/4/25, 8:00	2/4/25, 17:00			
29	Selección de componentes...	2 días/ 3/4/25, 8:00	4/4/25, 17:00			
30	Diseño en detalle	14 días/ 7/4/25, 8:00	24/4/25, 17:00			
31	Diseño de piezas en CAD	12 días/ 7/4/25, 8:00	22/4/25, 17:00			
32	Ensamblaje en CAD	1 día/ 23/4/25, 8:00	23/4/25, 17:00			
33	Renderizado de piezas	1 día/ 24/4/25, 8:00	24/4/25, 17:00			
34	Prototipo	17 días/ 25/4/25, 8:00	19/5/25, 17:00			
35	Diseño de piezas	1 día/ 25/4/25, 8:00	25/4/25, 17:00			
36	Ensamblaje del prototipo	2 días/ 28/4/25, 8:00	29/4/25, 17:00			
37	Programación	12 días/ 30/4/25, 8:00	15/5/25, 17:00			
38	Comprobación	2 días/ 16/5/25, 8:00	19/5/25, 17:00			
39	Planos	12 días/ 20/5/25, 8:00	4/6/25, 17:00			
40	Diseño de cable	1 día/ 20/5/25, 8:00	20/5/25, 17:00			
41	Planos de piezas	10 días/ 21/5/25, 8:00	3/6/25, 17:00			
42	Planos de conjunto	1 día/ 4/6/25, 8:00	4/6/25, 17:00			
43	Plegado de condiciones	5 días/ 5/6/25, 8:00	11/6/25, 17:00			
44	Plegado de condiciones ge...	2 días/ 5/6/25, 8:00	6/6/25, 17:00			
45	Plegado de condiciones téc...	3 días/ 9/6/25, 8:00	11/6/25, 17:00			
46	Mediciones	2 días/ 12/6/25, 8:00	13/6/25, 17:00			
47	Presupuestos	2 días/ 16/6/25, 8:00	17/6/25, 17:00			
48	Memoria	2 días/ 18/6/25, 8:00	19/6/25, 17:00			
49	Maquetado	2 días/ 20/6/25, 8:00	23/6/25, 17:00			
50	Entrega	0 días/ 23/6/25, 17:00	23/6/25, 17:00			

TFG: Diseño y prototipado de un contenedor inteligente - pagina1

Imagen 46. Diagrama de Gantt. Parte 1/3. Fuente: Primaria.

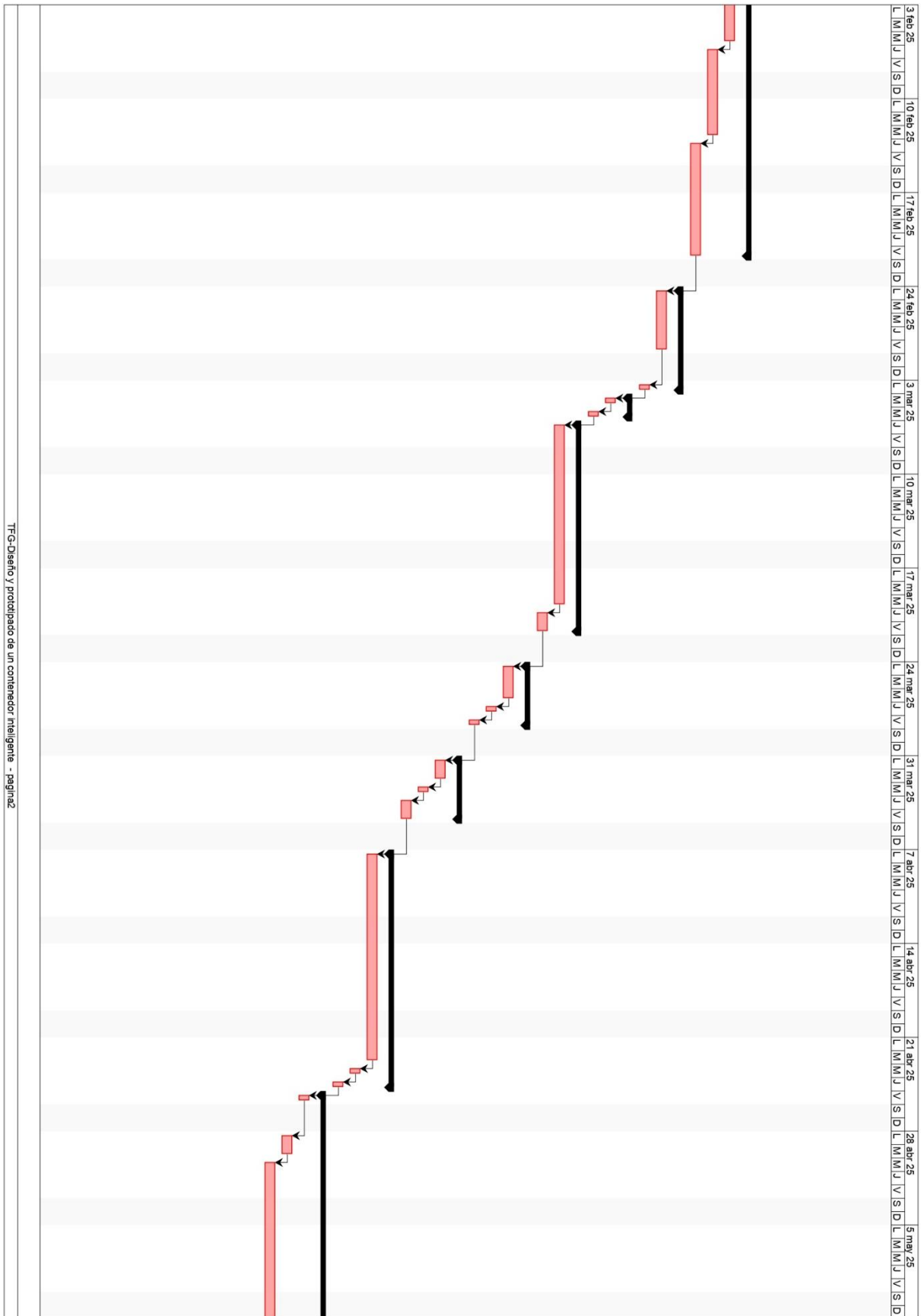


Imagen 47. Diagrama de Gantt. Parte 2/3. Fuente: Primaria.

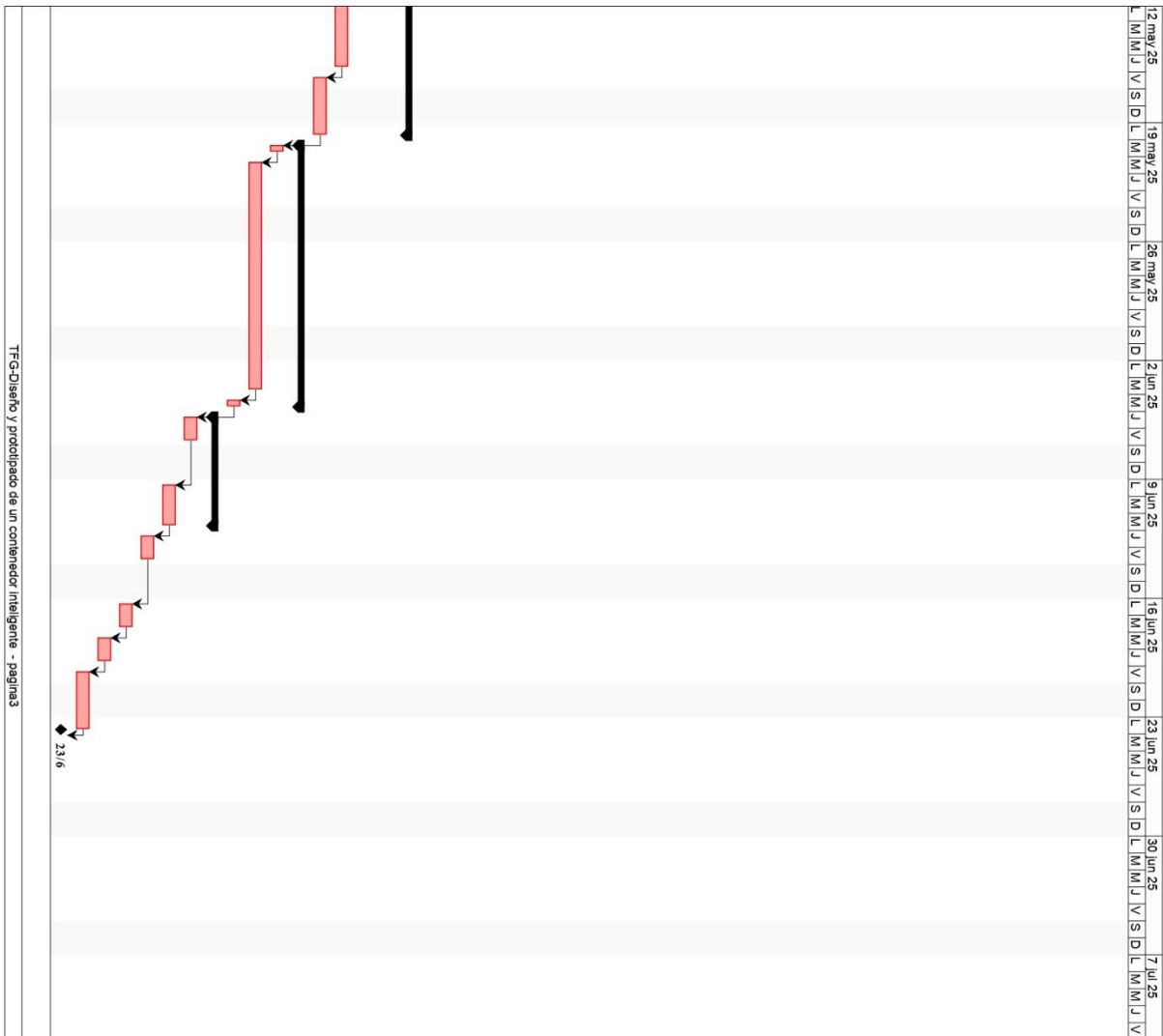


Imagen 48. Diagrama de Gantt. Parte 3/3. Fuente: Primaria.

# ANEXO B: ESTUDIO DE VIABILIDAD

## 1. ESTUDIO DE MERCADO

### 1.1. INTRODUCCIÓN

A continuación, se realiza un estudio de mercado que abarca la identificación de empresas que podrían representar una competencia directa por su posición en el mercado y su línea de productos, centrada en el menaje de cocina para restaurantes. También se analiza una serie de productos que podrían tener una función y finalidad similares al que se pretende desarrollar en este proyecto.

Se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Precio del producto: Se investigarán los precios de venta al público de artículos relacionados, con el objetivo de comprender el gasto medio del cliente final en este tipo de productos.
- Funcionalidad: La finalidad es conocer la oferta actual de artículos similares al que se pretende proyectar, es decir, contenedores de basura y básculas para el pesaje de alimentos.
- Finalidad: Se valorarán productos cuyo uso esté destinado específicamente al ámbito de la hostelería.
- Capacidad: En el caso de las básculas, se busca una capacidad de pesaje de hasta 30 kilogramos, y para los contenedores, una capacidad de 60 litros.

Esta investigación se lleva a cabo con la intención de servir de apoyo en ciertas decisiones a lo largo del desarrollo del proyecto, como la elección de materiales o el tamaño aproximado que debería tener el producto. Además, al tener en cuenta los productos ya existentes y sus distintas funcionalidades, se facilita un enfoque más creativo durante la etapa de diseño conceptual.

En resumen, se busca responder a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué está ocurriendo en el mercado?
- ¿Cuáles son las tendencias?
- ¿Quiénes son los competidores?
- ¿Qué necesidades son importantes para los consumidores?
- ¿Están cubiertas esas necesidades por los productos disponibles en el mercado?
- ¿Cuáles son los puntos fuertes y las desventajas de los productos existentes?

## 1.2. ANÁLISIS DE EMPRESAS RELACIONADAS

En esta primera línea de investigación se analizarán empresas que ofrecen productos similares al que se pretende desarrollar en este proyecto, con el objetivo de identificar posibles competidores y comprender su posicionamiento en el mercado.

### 1.2.1. ORBEGOZO

*Orbegozo* es una empresa española que ofrece una amplia gama de productos electrónicos y electrodomésticos para el hogar.

Gracias a su buena relación calidad-precio, muchos de sus productos son utilizados en el sector hostelero, aunque la mayoría no estén diseñados específicamente para ese entorno. Un ejemplo de ello es el uso de sus básculas para el pesaje de alimentos o mermas en cocinas profesionales.



Imagen 49. Logotipo de Orbegozo. Fuente: <https://orbegozo.com/>

La marca cuenta con una oferta variada de básculas de cocina, disponibles en diferentes materiales, capacidades y niveles de precisión.

### 1.2.2. SAMMIC

*Sammic* es una empresa especializada en el desarrollo, fabricación y comercialización de equipos para el sector de la hostelería.



Imagen 50. Logotipo de Sammic. Fuente: <https://www.sammic.es/>

En su catálogo se incluyen balanzas industriales de cocina fabricadas en acero inoxidable, disponibles tanto en versiones de precisión como de gran capacidad. Además, ofrecen cubos de basura con tapa, también en acero inoxidable, en diferentes capacidades, lo que refuerza su enfoque hacia entornos profesionales exigentes como las cocinas industriales.

---

### 1.2.3. GRAM

Con sede en Barcelona, *Gram* es una empresa española se dedica exclusivamente a la fabricación de básculas para distintos usos: comercial, industrial, personal, entre otros.

Al estar especializada en el ámbito del pesaje, sus productos se caracterizan por su alta calidad y por ofrecer precios competitivos dentro del mercado.



Imagen 51. Logotipo de Gram. Fuente:  
<https://gram-group.com/es/>

---

### 1.2.4. RUBBERMAID

*Rubbermaid* es una empresa estadounidense reconocida por la fabricación de artículos para el hogar y el sector profesional, destacando especialmente por sus contenedores de almacenamiento y cubos de basura.

Sus productos se caracterizan por una alta durabilidad, resistencia y calidad, lo que los hace adecuados para su uso en entornos exigentes como cocinas industriales.



Imagen 52. Logotipo de Rubbermaid. Fuente:  
<https://www.rubbermaid.eu/>

---

### 1.2.5. METRO/MAKRO

El grupo alemán *METRO* es una compañía mayorista especializada en atender las necesidades del sector HORECA (hoteles, restaurantes y catering). Su filial en España opera bajo el nombre de *MAKRO*.

Cuenta con diversas marcas propias que abarcan una amplia variedad de productos destinados a la hostelería, además de incluir opciones de otras marcas en su catálogo.

Dentro de su marca *METRO PROFESSIONAL*, se ofrece una gama de cubos de basura selectivos aptos para cocinas profesionales, con un equilibrio entre calidad y precio que compite directamente con otras marcas disponibles en su propio catálogo.



Imagen 53. Logotipo de Makro. Fuente: <https://www.makro.es/>

### 1.3. ANÁLISIS DE LOS PRODUCTOS ACTUALES

En esta segunda línea de investigación, se estudiarán productos ya existentes en el mercado que puedan compartir una función o finalidad similares a la del producto desarrollado en este proyecto. Para ello, se tendrán en cuenta tanto cubos de basura orientados a un uso profesional como básculas de cocina empleadas habitualmente en entornos de restauración.

Este análisis permitirá identificar posibles soluciones ya implementadas, así como detectar carencias o aspectos mejorables que puedan representar una oportunidad de innovación o diferenciación en el diseño final.

---

#### 1.3.1. CONTENEDORES

---

##### 1.3.1.1. RUBBERMAID: VENTED BRUTE

Contenedor de basura profesional (Imagen 54) fabricado en resina, diseñado para un uso intensivo en entornos como cocinas industriales y colectividades.

Su estructura incorpora asas ergonómicas que facilitan el agarre, el levantamiento y el transporte, incluso cuando está lleno. Está disponible en distintos colores, adaptándose así a los sistemas de separación de residuos.

- Capacidad: 121 litros.
- Material: Resina de alta resistencia.
- PVP: 59,75€ + IVA



Imagen 54. Brute vented container. Fuente: Rubbermaid (s.f.). [Imagen].

---

### 1.3.1.2. RUBBERMAID: VENTED SLIM JIM

Contenedor de basura fabricado en resina (Imagen 55), diseñado para adaptarse a espacios reducidos gracias a su forma alargada. Sus canales de ventilación permiten una extracción fácil y rápida, lo que contribuye a aumentar la productividad y reducir el riesgo de lesiones en el usuario.

- Capacidad: 87 litros
- Material: Resina de alta resistencia
- Precio de venta al público: 138,97 € + IVA

---

### 1.3.1.3. VAJILLA LLORCA: CUBO GOLIAT

Cubo de basura con ruedas y pedal (Imagen 56) para evitar el contacto manual con la tapa. La estructura está formada por perfiles y chapa de hierro pintado y secado al horno con protección antioxidante. El cubo está fabricado en polietileno y la tapa en polipropileno.

- Capacidad: 95L.
- Materiales: Polietileno, polipropileno, hierro.
- PVP: 153,30 + IVA

---

### 1.3.1.4. PROBBAX: CUBO DE RECICLAJE PB-1080

Cubo de basura apilable y sin tapa (Imagen 57), diseñado para espacios reducidos. Disponible en varios colores para facilitar la separación y el reciclaje de residuos. Fabricado en polipropileno.

- Capacidad: 60 litros
- Material: Polipropileno
- Precio de venta al público: 52,11 € + IVA



Imagen 55. Cubo de basura Vented Slim Jim. Fuente: Makro (s.f.). [Imagen].



Imagen 56. Cubo Goliat 95L. Fuente: Vajilla Llorca (s.f.). [Imagen].



Imagen 57. Cubo de reciclaje PB-1080. Fuente: DBMark (s.f.). [Imagen].

### 1.3.2. BÁSCULAS

#### 1.3.2.1. SAMMIC: BÁSCULA PORCIONADORA LEQ-8

Báscula (Imagen 58) fabricada en acero inoxidable que ofrece alta precisión en la medición. Incorpora batería recargable con una autonomía de hasta 100 horas. Además, incluye tarjeta de interfaz para comunicación con ordenadores o impresoras.

- Capacidad máxima: 8 kg
- Precio de venta al público: 230 € + IVA



Imagen 58. Báscula LEQ-8. Fuente: Sammic (s.f.). [Imagen].

#### 1.3.2.2. PUJADAS: BALANZA DIGITAL SWL-H5

Báscula digital (Imagen 59) con funcionamiento a pilas, fabricada en acero inoxidable. Cuenta con una capacidad máxima de pesado de 10 kg y una precisión de 2 gramos.

- Capacidad máxima: 10 kg
- Precisión: 2 g
- Precio de venta al público: 147,60 € + IVA



Imagen 59. Balanza digital P609. Fuente: Pujadas

#### 1.3.2.3. BAXTRAN: BALANZA ABD

Balanza con pantalla LCD (Imagen 60), con carcasa fabricada en acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) y bandeja de acero inoxidable.

Dispone de cuatro pies regulables en altura para mayor estabilidad. Incorpora batería interna recargable con una duración de hasta 160 horas.

- Capacidad: 30 kg
- Precio de venta al público: 125,00 € + IVA



Imagen 60. Balanza ABD. Fuente: Baxtran (s.f.). [Imagen].

---

#### 1.3.2.4. ORBEGOZO: BÁSCULA INOXIDABLE PC 5500

Báscula especialmente diseñada para pesar objetos grandes y pesados (Imagen 61). La pantalla está conectada a la báscula mediante un cable, lo que permite al usuario leer el peso con facilidad independientemente del tamaño del objeto.

- Capacidad máxima: 200 kg
- Precio: 40,28€+IVA



---

Imagen 61. Báscula Industrial Inox PC 5500. Fuente: Orbegozo. (s.f.). [Imagen].

## 2. VIABILIDAD TÉCNICA

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Se procederá a realizar un estudio sobre la capacidad de llevar a cabo la fabricación de un contenedor de basura para hostelería con báscula integrada para el pesaje de mermas orgánicas.

Para poder determinar dicha viabilidad, se estudiarán los procesos de fabricación de dos tipos de materiales que permitan cumplir con las necesidades del diseño del producto.

### 2.2. NECESIDADES DE DISEÑO

Para garantizar el correcto funcionamiento del producto, se han definido una serie de necesidades de diseño fundamentales.

Entre las necesidades principales, se encuentran:

- Capacidad del contenedor de aproximadamente 130 litros.
- Estructura resistente y estable, que permita soportar el peso de los residuos y del usuario al accionar el pedal.
- Uso de materiales resistentes a la humedad y a la corrosión, adecuados para entornos exigentes como cocinas profesionales.

Estas necesidades servirán de base para la selección de materiales y procesos de fabricación. Para más información detallada sobre las necesidades de diseño, consultar el *Anexo C: Especificaciones*.

### 2.3. ANÁLISIS DE MATERIALES

#### 2.3.1. PLÁSTICOS

Dentro de las opciones consideradas, el plástico se presenta como un material idóneo para la fabricación de diversas partes del producto, como el cuerpo principal del contenedor, la tapa, las asas, las ruedas y la cubierta de la báscula junto con los componentes electrónicos.

Las características generales de los plásticos que contribuyen a cumplir con los objetivos del producto son:

- Ligereza. Gracias a sus bajas densidades, entre 830 y 2500 kg/m<sup>3</sup>, los plásticos ofrecen una gran ventaja para facilitar el transporte del contenedor por parte del usuario, satisfaciendo así los requisitos ergonómicos relacionados con el peso.
- Elasticidad y resistencia a la fatiga. Estos materiales soportan esfuerzos considerables sin fracturarse y recuperan su forma y dimensiones originales una vez cesado el esfuerzo.

- Resistencia a la corrosión. Los plásticos resisten adecuadamente ácidos débiles y soluciones acuosas saladas.
- Baja conductividad térmica y eléctrica.
- Costo. Son muy económicos en comparación a los metales.
- Fáciles de fabricar. Requieren poca mano de obra y permiten obtener piezas con un alto nivel de acabado.
- Son reciclables.



Imagen 62. Tipos de plástico más comunes. Fuente: Plastic Oceans. (s.f.). 7 tipos de plástico más comunes. Recuperado de: <https://plasticoceans.org/7-tipos-de-plastico-mas-comunes/>

### 2.3.1.1. POLIPROPILENO (PP)

El polipropileno (PP) es un plástico cuyas características lo convierten en una buena opción para utilizar en diversas partes del producto mencionadas anteriormente. El PP se obtiene a partir de la polimerización del propileno o propeno, un compuesto derivado del petróleo.

Se trata de un polímero termoplástico, es decir, que se funde a altas temperaturas y se endurece al enfriarse, lo que permite darle diferentes formas. Además, puede volver a calentarse y moldearse para formar nuevos objetos, aunque sus propiedades físicas se van deteriorando gradualmente, reduciendo su capacidad de reutilización.

#### PROPIEDADES DEL POLIPROPILENO (PP)

Para este proyecto, el PP presenta una serie de características que lo hacen especialmente adecuado:

- Resistencia y durabilidad. Se trata de un material especialmente resistente a la tracción, a la compresión, al impacto y a la abrasión. Es resistente al estrés y a los pliegues, por lo que puede ser doblado repetidas veces sin romperse o verse afectado por condiciones extremas.

- Ligereza. Su baja densidad ( $0,905 \text{ g/cm}^3$ ) lo convierte en un material muy ligero. Esta propiedad es especialmente importante para reducir el peso del producto, y minimizar la fatiga de los usuarios al manipularlo.
- Resistencia química. El polipropileno es resistente a una amplia gama de productos químicos, incluyendo ácidos, bases, disolventes y alcoholes. No obstante, su resistencia varía según el tipo de sustancia. En general, es altamente resistente a ácidos y bases diluidos, así como a disolventes alifáticos como el hexano y el heptano. También presenta buena resistencia frente a alcoholes como el etanol y el metanol, aunque es menos resistente a ciertos disolventes aromáticos como el benceno y el tolueno.
- Resistencia térmica. Su rango de temperaturas de servicio, de aproximadamente  $-35 \text{ °C}$  a  $120 \text{ °C}$ , lo hace especialmente adecuado para entornos con temperaturas extremas, como una cocina profesional.
- Propiedades aislantes. Es un excelente aislante eléctrico, por lo que su aplicación en carcasas de componentes eléctricos sería ideal. Además, al ser también un aislante térmico, ayuda a reducir la transferencia de calor y a mantener la temperatura estable.
- Es un polímero de bajo coste con respecto a sus beneficios, lo que lo hace ideal para fabricar productos en grandes cantidades y con una excelente relación calidad-precio.
- Facilidad de modelado. Permite el diseño y fabricación de formas específicas y bien detalladas, facilitando la producción en masa.
- Facilidad de coloreado. Se puede ofrecer una gran variedad de colores, lo que es útil para diferenciar los tipos de basura y lo hace atractivo para los consumidores. También permite personalizar el diseño para adaptarlo a diferentes entornos y preferencias estéticas.
- Resistencia al agua. Evita la filtración de líquidos que puedan provenir de los desechos, ayudando a mantener el entorno limpio y reduciendo el riesgo de contaminación.

Además, el PP, así como los demás plásticos, pueden reciclarse entre 4 o 5 veces. Sin embargo, su proceso de reciclaje no es tan sencillo como otros tipos de plástico debido a su estructura química.

En cuanto a sus desventajas, el polipropileno puede ser frágil a bajas temperaturas, sensible a la luz UV, poco resistente a la oxidación o difícil de pegar, pudiéndose mejorar dichos aspectos con la aplicación de aditivos o elastómeros.

### 2.3.1.2. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (HDPE)

El Polietileno de alta densidad (HDPE, o *High Density Polyethylene*) es un termoplástico de gran durabilidad y versatilidad, ideal para fabricar una extensa variedad de objetos, desde tuberías y tapones de envase, hasta mesas y sillas de plástico.



Imagen 63. Ejemplos de contenedores de HDPE. Fuente: Plástico.com. (s.f.). *Todo sobre el polietileno de alta densidad (HDPE): usos, ventajas y mercado actual*. Recuperado de: <https://www.plastico.com/es/noticias/todo-sobre-el-polietileno-de-alta-densidad-hdpe-usos-ventajas-y-mercado-actual>

### PROPIEDADES DEL POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

El polietileno de alta densidad cuenta con diversas características que serían ventajosas para el producto. Destacan las siguientes:

- Es resistente a la tracción, que permite soportar grandes cargas sin romperse.
- Es fácil de fabricarse, por lo que se puede adaptar a diferentes procesos de producción.
- Tiene una densidad superior a otros tipos de polietileno, lo que contribuye a su rigidez y resistencia.
- Tiene una larga vida útil.
- Resiste a una amplia variedad de productos químicos, permitiendo una fácil limpieza del producto.
- Es impermeable al agua y la humedad, evitando posibles fugas y protegiendo los componentes eléctricos y electrónicos.
- Tiene un elevado punto de fusión, por lo que es adecuado a ambientes de altas temperaturas.
- Es altamente reciclable.
- Pese a su alta densidad, es un material relativamente ligero, por lo que cumpliría con los requisitos de ergonomía relacionados con el peso del producto.
- Es un material económico en comparación con otros plásticos.

Por otro lado, el material tiene algunas desventajas que se deben tener en cuenta:

- Se trata de un material inflamable.

- Es sensible a la fisuración por estrés, pudiendo agrietarse bajo ciertas condiciones de tensión.
- Es difícil de pegar a otros materiales.
- No es biodegradable.
- Es vulnerable a ciertos productos químicos como los ácidos oxidantes e hidrocarburos clorados.
- Se expande significativamente con los cambios de temperatura.

---

### 2.3.1.3. COMPARACIÓN ENTRE PP Y HDPE

Es importante considerar las propiedades de ambos materiales para cubrir con las demandas del producto que se quiere diseñar.

Aunque ambos comparten muchas características en común y son ampliamente usados, es necesario distinguirlos correctamente para poder tomar la mejor decisión posible.

Para un cubo de basura, es ideal que el material aguante grandes pesos y sea resistente al impacto y a la deformación. En este caso, ambos materiales cumplen con los requisitos, sin embargo, el HDPE goza de mejores características de rigidez, durabilidad y resistencia. Sin embargo, el PP, al ser más flexible, permitiría un diseño con bordes o tapas más delgadas sin comprometer la durabilidad, aunque no dispone de la misma rigidez que el HDPE.

En términos de resistencia química y humedad, ambos son muy resistentes. En este caso, el PP es menos resistente a ácidos concentrados, aunque no debería ser un problema teniendo en cuenta su finalidad.

Por otro lado, al ser menos denso que el HDPE, el PP pesaría menos con la misma cantidad de material utilizado, lo que facilitaría su manipulación y transporte por parte del usuario final.

Ambos materiales son muy atractivos para la fabricación de este producto. El PP se podría usar para hacer piezas más detalladas gracias a su flexibilidad como, por ejemplo, los compartimentos para los componentes eléctricos, la tapa del cubo y las bisagras de la tapa. Por otro lado, sería interesante aplicar el HDPE en piezas que requieren mayor resistencia, como por ejemplo el cuerpo del cubo y la base de la báscula.

---

### 2.3.2. METALES

Algunos metales presentan varias ventajas interesantes para la fabricación de distintos componentes del producto a diseñar.

Destacan principalmente por su durabilidad y longevidad, además de ofrecer una estética adecuada para ciertos entornos.

Teniendo en cuenta el medio en el que utilizará el producto, se hace necesario que el material sea resistente a la corrosión. Los metales que cumplen con este requisito y que, además, son continuamente utilizados en cocinas de restaurantes, son el acero inoxidable y las aleaciones de aluminio.



Imagen 64. Ejemplo de metales. Fuente: Golfa.mx. (s.f.). Los metales. Recuperado de: <https://golfa.mx/los-metales/>

### 2.3.2.1. ACERO INOXIDABLE

El acero inoxidable se trata de una aleación de hierro y carbono (Imagen 65) que contiene aproximadamente 10,5% de cromo en peso, lo que le confiere una elevada resistencia a la corrosión. Esta característica lo convierte en un material ampliamente usado en cocinas profesionales.



Imagen 65. Composición de los aceros inoxidables. Fuente: Hostelería3D. (s.f.). *Qué es el acero inoxidable*. Recuperado de: <https://hosteleria3d.com/que-es-el-acero-inoxidable/>

Los aceros inoxidables austeníticos son los más indicados para el producto, ya que presentan mayor resistencia a la corrosión, excelente soldabilidad, alta dureza y no son magnéticos.

### PROPIEDADES DEL ACERO INOXIDABLE

Aunque existen diferencias entre los distintos tipos de aceros inoxidables, todos comparten una serie de características.

Como se ha mencionado anteriormente, una de las principales propiedades del acero inoxidable es su elevada resistencia a la corrosión y a la oxidación, así como a las altas temperaturas y a la humedad.

Además, se trata de un material muy duradero, pudiendo superar los 60 años sin deteriorarse.

El acero inoxidable es muy tenaz, es decir, resiste bien los golpes y puede absorber una gran cantidad de energía antes de romperse. También destaca por su dureza, ya que es resistente frente a agentes abrasivos y no se raya con facilidad.

Gracias a su ductilidad, puede deformarse sin romperse cuando se le aplica una fuerza adecuada, lo que permite distintos modelados y acabados.

Por otro lado, debido a su composición y baja rugosidad superficial, los agentes externos —como bacterias o polvo— no se adhieren con facilidad, y su limpieza resulta sencilla mediante productos tradicionales de uso doméstico o profesional.

Una gran ventaja del uso del acero inoxidable es que, además de su durabilidad, es un material reciclable.

Los aceros inoxidables austeníticos, pertenecientes a las series AISI 200 y AISI 300, son conocidos por su buena formabilidad y resistencia a la corrosión.

Sin embargo, debido a los diferentes niveles de níquel entre ambas series, presentan propiedades distintas. Los aceros inoxidables de la serie AISI 300, gracias a su mayor contenido en níquel, ofrecen una resistencia a la corrosión superior, lo que los hace especialmente adecuados para este producto.



Imagen 66. Composición de los aceros inoxidables de la serie 300. Fuente: Hostelería3D. (s.f.). Qué es el acero inoxidable. Recuperado de: <https://hosteleria3d.com/que-es-el-acero-inoxidable/>

Las características de los aceros inoxidables pertenecientes a la serie AISI 300 son las siguientes:

- Mayor resistencia a la corrosión. Gracias a un contenido más elevado de cromo ( $\geq 18\%$ ) y níquel ( $\geq 8\%$ ) (Imagen 66), estos aceros ofrecen una excelente protección frente a la corrosión. El cromo forma una capa pasiva de óxido sobre la superficie que actúa como barrera protectora, mientras que el níquel refuerza esta resistencia. Esta propiedad resulta especialmente adecuada para cocinas de hostelería, donde los materiales están expuestos a humedad constante, grasas y limpiezas frecuentes.
- Alta versatilidad. Presentan una gran capacidad de conformado y soldabilidad, lo que facilita su transformación en distintas piezas sin riesgo de agrietamiento o pérdida de resistencia.
- Resistencia a temperaturas extremas. Soportan tanto altas como bajas temperaturas sin comprometer sus propiedades mecánicas.

- No son magnéticos, lo cual puede resultar una ventaja en aplicaciones donde se trabaja con componentes electrónicos sensibles.

Dentro de esta serie, el acero inoxidable AISI 304 es el más utilizado a nivel mundial. Destaca por su durabilidad y facilidad de limpieza, lo que lo convierte en una excelente opción para aplicaciones en cocina.

También cabe destacar el acero inoxidable AISI 316, cuyas propiedades físicas y mecánicas son muy similares al 304. Sin embargo, al contener una mayor proporción de molibdeno, ofrece una resistencia superior frente a la corrosión por cloruros y otros solventes industriales. Por ello, su uso es común en entornos altamente salinos, como zonas costeras.

## 2.4. PROCESOS DE FABRICACIÓN

En este apartado se presentan los procesos de fabricación más relevantes asociados a los materiales seleccionados en el análisis anterior: el polipropileno (PP), el polietileno de alta densidad (HDPE) y el acero inoxidable.

---

### 2.4.1. PROCESOS PARA PLÁSTICOS

---

#### 2.4.1.1. MOLDEO POR INYECCIÓN

Se trata de una técnica de fabricación de objetos plásticos a gran escala utilizando moldes.

Se pueden construir piezas de gran calidad y precisión, por lo que permitiría la fabricación de la mayoría de los componentes no electrónicos del producto.

El tamaño de la pieza puede variar entre 50 gramos y 25 kilogramos.

El proceso (Imagen 67) consiste en calentar un polímero hasta que alcanza un estado muy plástico e inyectarlo en la cavidad de un molde, donde se solidificará y se obtendrá la pieza deseada. El ciclo suele durar entre 10 y 30 segundos, aunque puede durar más dependiendo de las circunstancias.

La cavidad debe tener la misma forma que la pieza y, además, debe permitir su extracción. Existen diversos tipos de molde, sin embargo, el más común es el de dos placas.

Teniendo en cuenta que el molde puede llegar a ser muy costoso, solo se hace rentable para grandes cantidades de producción.

Algunas de las ventajas del moldeo por inyección son:

- La capacidad de fabricar productos en masa de forma consistente. Una vez cubiertos los gastos de capital, el coste de fabricación por pieza es bajo y tiende a bajar drásticamente a medida que aumenta el número de piezas producidas.
- Este proceso produce pocos desechos en comparación con otros, evitando malgastar material.

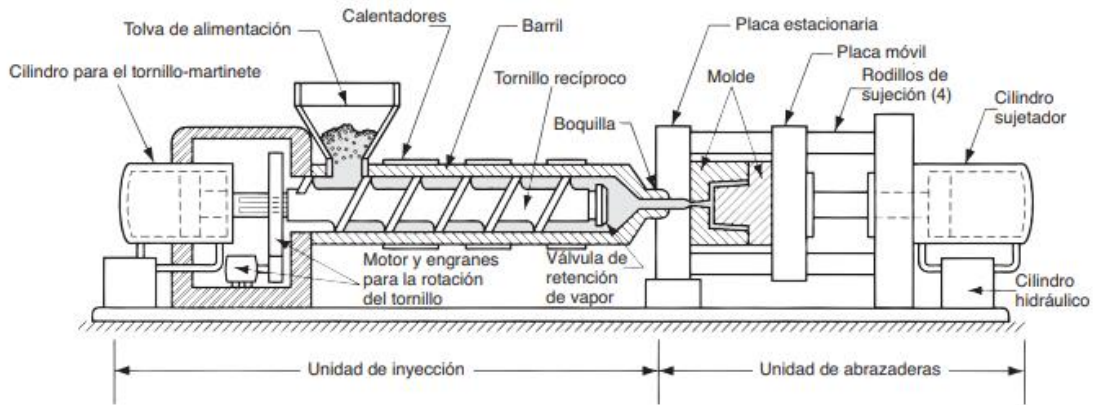


Imagen 67. Moldeo por inyección. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 277). McGraw-Hill.

- Se trata de un proceso conocido por su repetibilidad y consistencia, ideal para la producción en serie.
- Es un proceso eficiente ya que sus ciclos son cortos. Si se trabaja con moldes multicavidad, se acelera aún más el proceso.
- Se puede realizar con una amplia gama de materiales.
- Las piezas fabricadas pueden tener tolerancias muy ajustadas, pudiendo llegarse a  $\pm 0,005\text{mm}$ .
- Normalmente solo requiere un procesamiento posterior nulo o mínimo.

Por otro lado, se deben tener en cuenta algunas consideraciones y limitaciones del proceso de moldeo por inyección:

- Cada pieza requiere un molde único, incrementando el coste de producción significativamente. Se requiere un mínimo de 10000 piezas producidas para que el proceso sea rentable.
- Se debe tener en cuenta que la complejidad de la pieza encarece el proceso, aunque puede ser rentable si la pieza en cuestión sustituye a varios componentes ensamblados juntos.
- En las secciones transversales, un grosor considerable es poco deseable, ya que provoca uso ineficiente del material, aumenta la probabilidad de pandeo debido a la contracción y requieren más tiempo para solidificarse.
- Con tal de obtener mayor rigidez sin un espesor de pared excesivo, se deben emplear las costillas de refuerzo. Es necesario que sean más delgadas que las paredes a las que van a reforzar para minimizar las marcas de hundimiento en la pared exterior.
- Se deben evitar las esquinas agudas, tanto externas como internas, pues suelen crear defectos superficiales, interrumpen el flujo suave del material fundido y provocan concentración de los esfuerzos.
- Los agujeros complican el diseño del molde y la extracción de la pieza, además de interrumpir el flujo del material fundido.

- Se deben diseñar las piezas con un ahusado en sus lados para facilitar su remoción del molde, evitando los efectos de la contracción del material, especialmente en paredes interiores. El ahusado recomendado para los termoplásticos varía entre  $1/8^\circ$  y  $1/2^\circ$ .
- Las tolerancias (Imagen 68) indican las variaciones aceptables durante la fabricación de una pieza y, en el caso del moldeo por inyección, se recomienda que sean amplias, debido a que los distintos parámetros del proceso afectan a la contracción y a la variedad de formas geométricas de las piezas.

Plástico	Tolerancias para <sup>a</sup>	
	Dimensión de 50 mm (2.0 in)	Agujero de 10 mm (3/8 de in)
<b>Termoplástico:</b>		
ABS	$\pm 0.2 \text{ mm } (\pm 0.007 \text{ in})$	$\pm 0.08 \text{ mm } (\pm 0.003 \text{ in})$
Polietileno	$\pm 0.3 \text{ mm } (\pm 0.010 \text{ in})$	$\pm 0.13 \text{ mm } (\pm 0.005 \text{ in})$
Poliestireno	$\pm 0.15 \text{ mm } (\pm 0.006 \text{ in})$	$\pm 0.1 \text{ mm } (\pm 0.004 \text{ in})$
<b>Termofijo:</b>		
Epóxicos	$\pm 0.15 \text{ mm } (\pm 0.006 \text{ in})$	$\pm 0.05 \text{ mm } (\pm 0.002 \text{ in})$
Fenoles	$\pm 0.2 \text{ mm } (\pm 0.008 \text{ in})$	$\pm 0.08 \text{ mm } (\pm 0.003 \text{ in})$

Imagen 68. Tabla de tolerancias para varios tipos de plástico fabricados mediante moldeo por inyección.  
Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 302). McGraw-Hill.

#### 2.4.1.2. MOLDEO POR SOPLADO

El moldeo por soplado es un proceso industrial ampliamente utilizado para fabricar piezas de plástico huecas, de una sola pieza y con paredes delgadas, como botellas, recipientes o contenedores. Es un proceso versátil y económico para producir piezas en grandes volúmenes.

Se trata de un proceso en el cual un material termoplástico se funde y se sopla dentro de un molde cerrado con aire comprimido. El aire comprimido se utiliza para insuflar el plástico fundido y moldearlo hasta adquirir la forma deseada, quedándose hueco en el interior.

El proceso se realiza en dos etapas:

1. Se fabrica un tubo de plástico fundido llamado *parison*;
2. Se infla el tubo hasta que adquiere la forma final deseada.

El formado del *parison* se puede llevar a cabo mediante extrusión o moldeo por inyección.

En el caso del moldeo por soplado y extrusión, el *parison* se extruye a través de un molde y luego se infla con aire comprimido para crear la forma final del producto, mientras que, en el soplado por inyección, el plástico se inyecta en un molde preformado, donde se solidifica antes de ser inflado con aire comprimido para alcanzar la forma final.

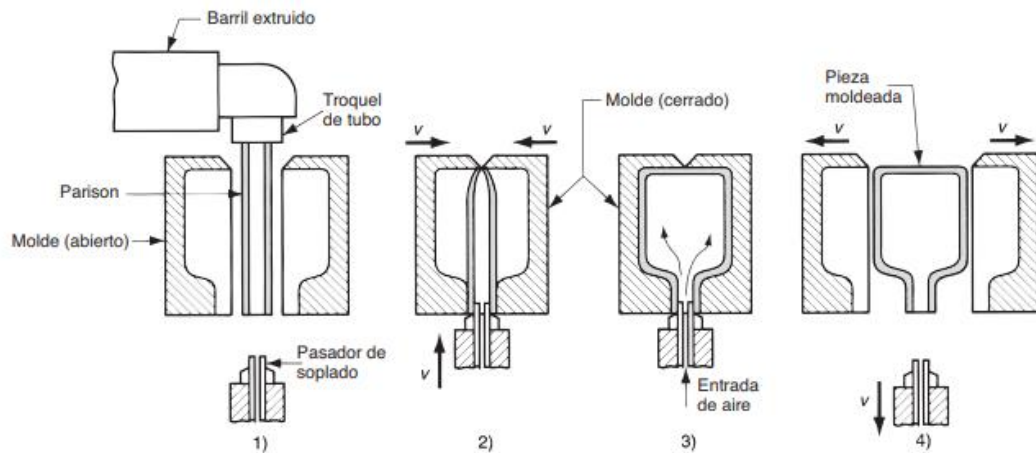


Imagen 69. Moldeo por soplado y extrusión. Fuente: Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas* (3ª ed., p. 289). McGraw-Hill.

Los pasos del proceso de moldeo por extrusión-soplado (Imagen 69) son los siguientes:

1. Extrusión del *parison*: se forma un tubo hueco (*parison*) a partir del plástico fundido.
2. Pinzado y sellado: se pinza la parte superior del *parison* y se sella la parte inferior alrededor de un pasador metálico de soplado, al cerrarse las dos mitades del molde.
3. Soplado: se introduce aire a presión a través del pasador, inflando el *parison* hasta que se ajusta a la forma de la cavidad del molde.
4. Enfriado y desmoldeo: una vez que la pieza se solidifica, el molde se abre y se retira el producto final.

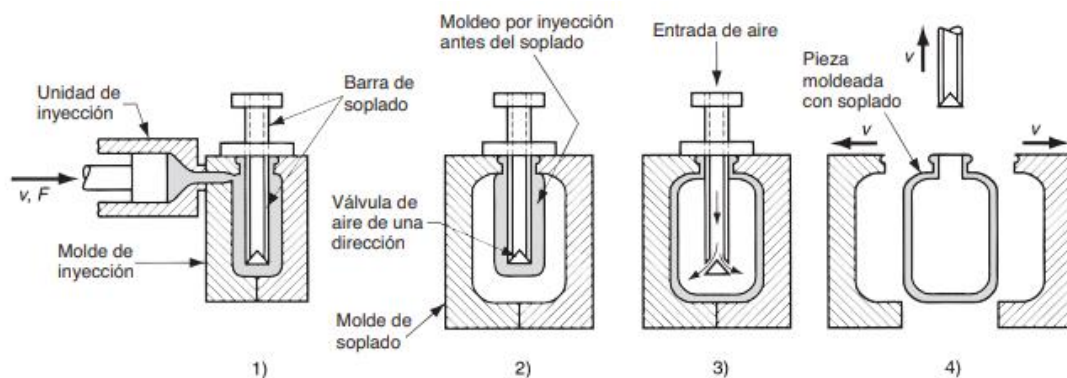


Imagen 70. Moldeo por soplado e inyección. Fuente: Groover, M. P. (2007). *Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas* (3ª ed., p. 291). McGraw-Hill.

Los pasos del proceso de moldeo por inyección-soplado (Imagen 70) son los siguientes:

1. Inyección del *parison*: el material plástico fundido se inyecta en un molde para formar un *parison* alrededor de una barra de soplado.
2. Transferencia: una vez moldeado, se abre el molde de inyección y el *parison* se transfiere al molde de soplado.

3. Soplado: el *parison* aún caliente y moldeable se infla mediante aire comprimido, adoptando la forma de la cavidad del molde de soplado.
4. Desmoldeo: tras enfriarse y solidificarse, se abre el molde de soplado y se extrae la pieza final.

Algunas de las ventajas del moldeo por soplado son:

- Como se usa para la fabricación de piezas huecas con paredes uniformes, sería ideal para la fabricación del cubo en cuestión. Permite producir el contenedor en una sola pieza sin necesidad de ensamblajes adicionales.
- El proceso permite la creación de cubos con diferentes formas, tamaños, texturas y otras características, como, por ejemplo, refuerzos estructurales, asas o compartimentos internos en una sola operación.
- Es muy eficiente para la producción en masa, ya que, una vez obtenido el molde, el coste por unidad se hace relativamente bajo.
- También es eficiente en cuanto a uso de material, ya que el material sobrante suele ser poco y se puede reciclar, reduciendo los costos de materia prima y el impacto ambiental.
- El proceso es compatible con plásticos reciclados.
- Los productos fabricados son extremadamente resistentes y duraderos. El plástico soplado soporta altas presiones, golpes y abrasiones, ideal para un producto que necesita ser utilizado constantemente.
- Tanto el HDPE como el PP son materiales aptos para el moldeo por soplado.

Aunque se trata de un proceso muy eficiente y versátil. Se deben tener algunas limitaciones a la hora de diseñar para el moldeo por soplado:

- Las paredes deben tener un grosor lo más uniforme posible, ya que, de no ser así, pueden ocasionar enfriamientos desiguales y, por tanto, tensiones internas o deformaciones.
- Teniendo en cuenta que en el proceso el material se expande para llenar el molde y, posteriormente, se contrae al enfriarse, se deben considerar tolerancias de diseño que aseguren que el producto mantenga sus dimensiones y formas correctas.
- Se deben evitar esquinas agudas. Las esquinas redondeadas resultan en una mejor distribución de las tensiones.

Estas consideraciones son cruciales para asegurar que un producto fabricado mediante moldeo por soplado sea funcional, duradero y rentable.

En resumen, este proceso es adecuado para la fabricación del cuerpo del producto, es decir, el cubo de basura en cuestión, en una sola operación, aunque el diseño tenga un alto grado de complejidad. Además, su compatibilidad con materiales reciclables lo hace una opción más sostenible en comparación con otros métodos.

### 2.4.1.3. EXTRUSIÓN

La extrusión es uno de los procesos fundamentales para dar forma a diversos tipos de materiales, desde metales y cerámicos hasta los polímeros. Es muy usado en la fabricación de perfiles y componentes largos y continuos que podrían ser necesarios para el producto final.

Consta en insertar material en forma de pellets o polvo dentro de un barril de extrusión (Imagen 71), donde se calienta y se funde y se le fuerza para que fluya a través de la abertura de un troquel mediante un tornillo rotatorio, obteniendo el perfil deseado.

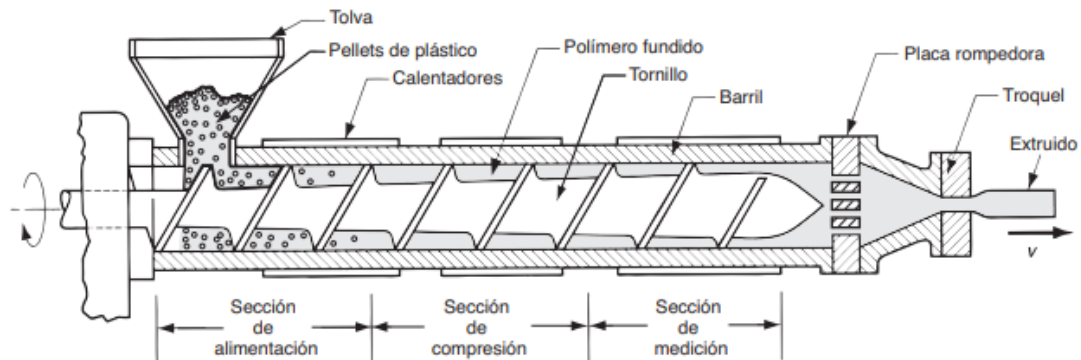


Imagen 71. Componentes y características de un extrusor. Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 262). McGraw-Hill.

El troquel es una herramienta especial para la pieza en particular que se quiere fabricar.

Una de las grandes ventajas de la extrusión es que se trata de un proceso muy eficiente gracias a su sencillez. Opera a gran velocidad y no suele necesitar de un acabado final, por lo que es ideal para la producción en masa. Gracias a eso, los costes de producción son relativamente bajos.

Es un proceso muy versátil que ofrece una gran diversidad de formas y perfiles siempre que sean de sección transversal uniforme. Permite fabricar una amplia gama de productos, desde formas complejas hasta tubos estándar y con desperdicio mínimo.

El proceso es compatible tanto con el HDPE como con el PP. También existe la posibilidad de trabajar con materiales reciclados, aunque, al traer impurezas y presentar atributos incoherentes, puede afectar a la calidad del producto.

Aunque presenta numerosas ventajas, un gran inconveniente es la imprevisible expansión del plástico posterior a la extrusión, pudiendo comprometer a la precisión final del producto.

### 2.4.1.4. MOLDEO ROTACIONAL O ROTOMOLDEO

El rotomoldeo (Imagen 72) es una alternativa al moldeo por soplado que permite la fabricación de formas grandes y huecas. Se puede emplear tanto para polímeros termoplásticos como para termofijos y elastómeros.

Es indicado para configuraciones geométricas externas más complejas, piezas grandes y cantidades de producción pequeñas. Los productos fabricados por rotomoldeo pueden ser total o parcialmente cerrados, con paredes sencillas o múltiples.

El proceso consiste en introducir polímero en polvo en un molde que gira sobre dos ejes perpendiculares a una velocidad relativamente baja entre sí mientras se calientan entre 250°C y 450°C para fundir el material. De esta manera, gracias a la gravedad, el plástico fundido se reparta por todas las paredes del molde.

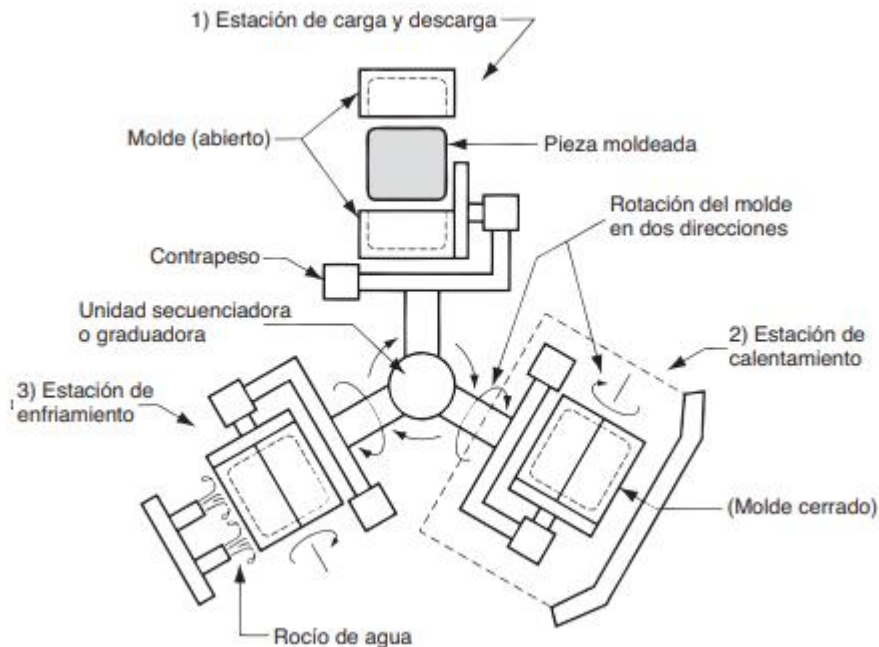


Imagen 72. Ciclo de moldeo rotacional. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 293). McGraw-Hill.

Mientras aún gira, se enfría el molde de forma que se solidifica la capa exterior del plástico.

Finalmente, se abre el molde y se descarga la pieza.

En el caso del rotomoldeo, los moldes son simples y más baratos en comparación con el moldeo por inyección o por soplado, aunque el ciclo de producción es mucho más largo.

#### ASPECTOS DE DISEÑO DE PIEZAS FABRICADAS POR ROTOMOLDEO

Para obtener un producto de calidad fabricado mediante el rotomoldeo, se deben tener en cuenta algunos aspectos de diseño.

Dependiendo del nivel de detalle que se esté buscando, el molde se fabrica de materiales diferentes:

- Para grandes productos con bajo requerimiento de apariencia, se usan moldes de acero o aluminio laminado;
- Para piezas de mayor requerimiento de apariencia o más complejas, se fabrican en fundición de aluminio;
- Para piezas con grandes requerimientos de calidad superficial, los moldes se fabrican con técnicas de electroformado o deposición en vacío, en níquel o cobre-níquel.

- El número de líneas de partición del molde deben ser reducidas para evitar incrementar su coste y mantenimiento, lo que encarece el coste de la pieza. Además, cuantas más líneas de partición, más necesidad de remoción de exceso de rebabas, lo que también encarece el producto.

En cuanto al espesor de pared nominal, debe ser tal que mantenga las propiedades mecánicas del material requeridas para el producto a la vez que no requiera largos tiempos de ciclo.

Los grosores de la pared se pueden controlar alterando la relación de velocidades con los ejes del equipo. Aislado ciertas partes del molde, evita que se agrande el espesor en la zona, mientras que, si se le aplica calor extra, la zona se hará más espesa.

Los ángulos y esquinas no deben tener menos de 45° para evitar el punteo del material en polvo.

Si se van a fabricar piezas con rotomoldeo, se debe tener en cuenta las medidas de la Tabla 16.

Espesor	Medida (mm)
Mínimo	1,52
Óptimo	3,18
Máximo	12,70

Tabla 16. Valores de espesor de pared nominal para piezas rotomoldeadas en polietileno (PE). Fuente: <https://di3prod2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/disec3b1opa.pdf>

Se deben evitar esquinas agudas, como en todos los tipos de moldeo de plásticos. El valor recomendado de radio de esquina es, al menos, el 75% del espesor nominal de la pared, mejorando la resistencia de la zona. Los valores ideales de radios en las esquinas se recogen en la Tabla 17.

Radio	Externo (mm)	Interno (mm)
Mínimo	1,52	3,20
Óptimo	6,35	12,70

Tabla 17. Radios ideales en las aristas para rotomoldeo. Fuente: <https://di3prod2012.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/06/disec3b1opa.pdf>

La separación interna entre superficies debe ser, al menos, 3 veces el espesor de pared nominal en casos extremos, aunque la recomendada es de 5 veces.

En cuanto a los refuerzos, se deben diseñar como corrugaciones, no como costillas sólidas.

Se debe tener en cuenta que no se pueden moldear agujeros en el proceso de rotomoldeo, sino que es necesario realizarlos una vez el proceso haya terminado.

Por último, se debe añadir inclinaciones en las paredes para facilitar el desmoldeo, siendo recomendable que sea de 1º para paredes exteriores y 2º para paredes interiores.

#### 2.4.2. PROCESOS PARA METALES

Los procesos de transformación de los metales, es decir, el formado de metales (Imagen 73), son procesos que usan la deformación plástica para cambiar la forma del material. Esa deformación se logra mediante un troquel, aplicando esfuerzos que superan la resistencia a la fluencia del metal. Como resultado, el metal se moldea adoptando la forma impuesta por el troquel.

Los procesos de los metales se pueden dividir en:

- Procesos de deformación volumétrica, caracterizados por grandes deformaciones y cambios de forma, mientras que la relación entre el área superficial y el volumen de trabajo es relativamente pequeña.
- Trabajo de láminas metálicas, que son operaciones de formado o preformado de láminas, tiras o rollos de metal. En este caso, la razón entre el área superficial y el volumen del material inicial es alta.



Imagen 73. Clasificación de las operaciones de formado de metales. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 379). McGraw-Hill.

##### 2.4.2.1. LAMINADO

El laminado (Imagen 74) es un proceso de deformación volumétrica de metales mediante la aplicación de compresión de dos rodillos que giran en sentidos opuestos con la finalidad de reducir el espesor inicial del material trabajado.

Este proceso se podría usar para la obtención de chapas de metal de diferentes grosores necesarias para la construcción de las diferentes partes del cubo.

El laminado se puede hacer en frío o en caliente, teniendo cada una sus respectivos impactos sobre las características del material.

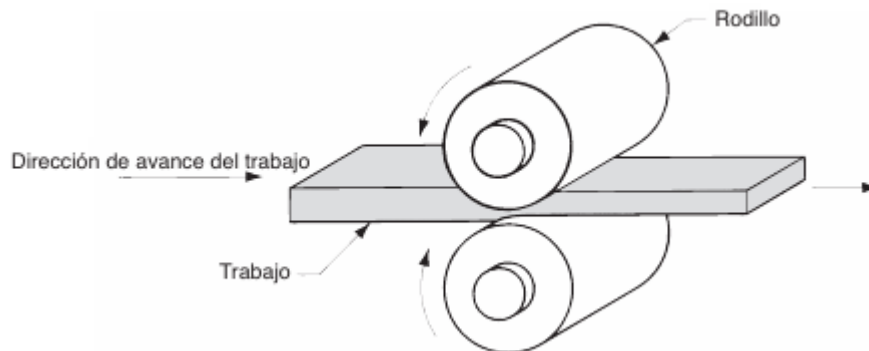


Imagen 74. Proceso de laminación. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 391). McGraw-Hill.

En el laminado en caliente, el acero alcanza previamente una temperatura superior a los 926 grados para evitar que se recristalice, por tanto, se le puede dar forma más fácilmente.

El mayor inconveniente del laminado en caliente es que, durante el proceso de enfriamiento, el acero laminado se contrae, haciendo difícil de predecir su tamaño y su forma final.

El laminado en frío se realiza a temperatura ambiente, permitiendo su recristalización. Al laminarse a una temperatura baja, el producto final no tendrá cambios de forma ni de volumen, lo que lo hace adecuado para piezas que requieran formas precisas y tolerancias bajas.

El acero que se lamina en frío aumenta su dureza y resistencia, mientras que se disminuye su ductilidad. Por eso, es necesario someterlo a un proceso llamado recocido.

Como el laminado en frío requiere un paso más, es decir, el recocido, para potenciar sus propiedades mecánicas y obtener mayor control sobre el resultado final, el laminado en frío suele ser más costoso que el laminado en caliente.

Otros procesos de deformación relacionados con el forjado son:

- Laminado plano: usado para la obtención de piezas de sección transversal rectangular con un ancho mayor que el espesor como, por ejemplo, planchas, tiras, láminas o placas. De esta forma, se podría fabricar el cuerpo del cubo en el caso de que sea plano, en el cual se usarían chapas metálicas ensambladas posteriormente para formar las caras del cubo. También permite fabricar las posibles cubiertas o paneles del producto.
- Laminado de perfiles: usado para obtener un contorno en la sección transversal del material de trabajo. Se realiza pasando el material por rodillos que tienen la forma final impresa en reverso. Su uso podría darse en la fabricación de piezas de refuerzo del producto, especialmente en esquinas o bordes donde se unan los paneles.

- Laminado de cuerdas (Imagen 75): se usa para formar cuerdas en piezas cilíndricas mediante su laminación entre dos troqueles. Se usa para la fabricación de, por ejemplo, pernos y tornillos, siendo un proceso muy importante para ese fin.

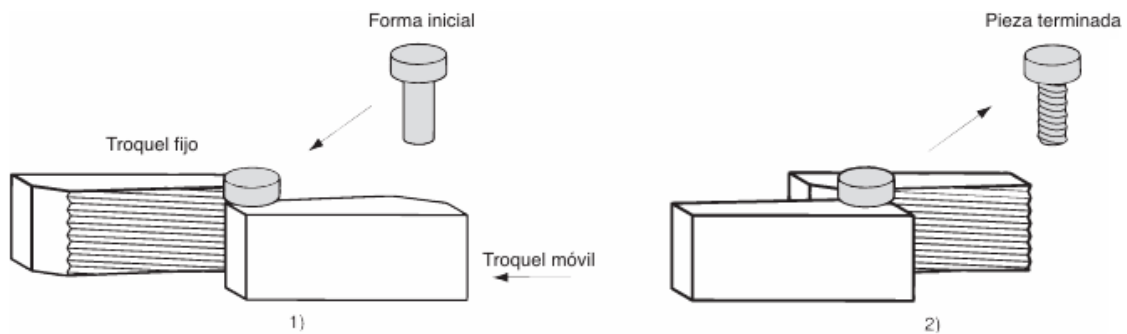


Imagen 75. Laminado de cuerdas. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 399). McGraw-Hill.

- Laminado de anillos: se usa para la obtención, a partir de un anillo con paredes gruesas, un anillo con paredes más delgadas y mayor diámetro. Permite fabricar, por ejemplo, llantas de acero para ruedas o arandelas y piezas de unión.

#### 2.4.2.2. EXTRUSIÓN

La extrusión es un proceso de formado en el cual el metal es forzado a fluir a través de un troquel que le da forma a su sección transversal.

En la extrusión se puede conseguir una gran variedad de formas, especialmente si se trabaja en caliente, mientras que, con la extrusión en frío, es posible conseguir piezas con tolerancias muy ajustadas. Además, la estructura del grano y las propiedades de resistencia se mejoran tanto con la extrusión en frío como en caliente. Otra ventaja es que no se generan apenas desperdicios.

Sin embargo, una limitación de la extrusión es que la configuración geométrica debe ser la misma a lo largo de la pieza.

La extrusión contempla varias técnicas diferentes. Un criterio de clasificación atiende a su configuración física: puede ser directa o indirecta. También se puede clasificar según la temperatura de trabajo, distinguiéndose entre extrusión en frío, en tibio o en caliente. Finalmente, el proceso puede ser continuo o discreto.

En la extrusión directa, se comprime dentro de un recipiente un tocho de metal con un pisón, forzándolo a fluir a través de una o más aberturas de un troquel. Una desventaja de este método es que existe una gran fricción entre el material y las paredes del recipiente, incrementando sustancialmente la fuerza requerida en el pisón.

En el caso de la extrusión indirecta, el troquel está montado sobre el pisón, por lo que la dirección de extrusión es opuesta a la de compresión. Como el tocho no se mueve respecto al recipiente, no hay fricción en las paredes del recipiente, requiriendo una fuerza en el pisón menor que en la extrusión directa.

La temperatura de la extrusión va a depender del metal de trabajo y de la magnitud de la deformación a la que se va a sujetar el material durante el proceso.

Para la extrusión en caliente, se realiza un calentamiento previo del tocho por encima de su temperatura de cristalización, lo que reduce la resistencia y aumenta la ductilidad del material, permitiendo mayores reducciones de tamaño y el logro de formas más complejas.

La extrusión en frío es más indicada para la producción de piezas discretas, frecuentemente en forma terminada o casi terminada.

Los materiales más indicados para la extrusión en caliente son el aluminio, el cobre, el magnesio, el zinc, el estaño y sus aleaciones. Esos materiales se extruyen algunas veces en frío.

Las aleaciones de acero se extruyen usualmente en caliente, aunque los grados más suaves y dúctiles se extruyen algunas veces en frío (por ejemplo, los aceros de bajo carbono o aceros inoxidable).

Finalmente, un proceso continuo opera con estabilidad por un periodo indefinido de tiempo, quedándose limitada solamente por el tamaño del tocho que se puede cargar en el contenedor de extrusión. Una operación discreta produce una sola pieza en cada ciclo de extrusión.

El proceso de extrusión podría ser útil para el producto si se requieren perfiles largos como marcos, soportes o refuerzos.

---

#### 2.4.2.3. OPERACIONES DE CORTE

Las láminas de metales se cortan mediante una acción de cizalla. Existen varios métodos de corte para los metales:

- Cizallado: corta las láminas de metal a lo largo de una línea recta entre dos bordes de corte. Se usa para reducir grandes láminas a unas más pequeñas para operaciones posteriores de prensado.
- Punzonado: corta una lámina de metal a lo largo de una línea cerrada en un solo paso para separar la pieza del material sobrante.
- Perforado: similar al punzonado, con la diferencia que la pieza que se corta se desecha.

---

#### 2.4.2.4. OPERACIONES DE DOBLADO

Se conoce como doblado (Imagen 76) a la deformación del metal alrededor de un eje recto. Durante la operación, el metal dentro del plano neutral se comprime, mientras que el metal fuera del plano neutral se estira. El doblado supone poco o ningún cambio en el espesor de la lámina metálica.

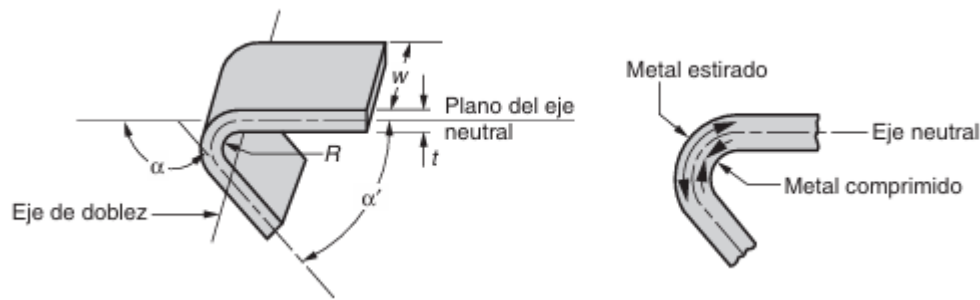


Imagen 76. Doblado de lámina metálica. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 448). McGraw-Hill.

Estas operaciones se realizan usando diferentes tipos de punzones y troqueles. Los métodos de doblado más comunes son el doblado en V y el doblado de bordes:

- Doblado en V (Imagen 77). Se sitúa la lámina de metal entre un punzón y un troquel en forma de V. El punzón ejerce una fuerza hacia abajo que produce el doblado de la lámina adoptando el ángulo del troquel. Este método se suele utilizar para baja producción y los troqueles en V son relativamente simples y de bajo costo.

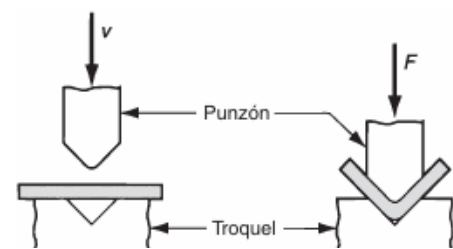


Imagen 77. Doblado en V. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 448). McGraw-Hill.

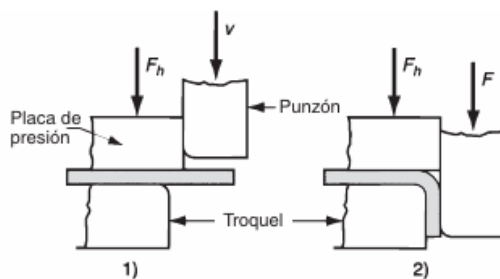


Imagen 78. Doblado de bordes. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 448). McGraw-Hill.

- a) Doblado de bordes (Imagen 78). La lámina es sujeta mediante una placa de presión, mientras que una parte de la lámina queda en voladizo. Un punzón fuerza la parte volada para doblarla sobre el borde de un troquel. Se limita a ángulos de  $90^\circ$  o menores. Este método es más complicado y costoso que el doblado en V y generalmente se usan para altas producciones.

- b) Formado de brida (Imagen 79). El filo de la lámina de metal se dobla en un ángulo de  $90^\circ$  para formar un borde. Se usa para reforzar o dar rigidez a la pieza de la lámina metálica.
- c) Dobleces (Imagen 80). Se dobla la lámina de metal sobre si misma en más de un paso de doblado. Se usa para eliminar el borde agudo de una pieza, incrementando la rigidez y mejorando la apariencia.

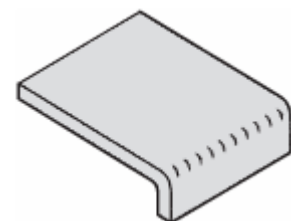


Imagen 79. Bridado recto. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.

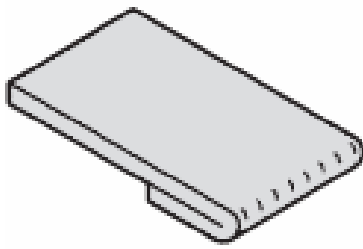


Imagen 80. Doble. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.

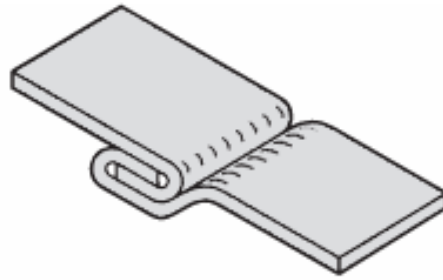


Imagen 81. Engargolado. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.

- d) Engargolado (Imagen 81). Relacionado a la doblez, en el engargolado se ensamblan dos bordes de láminas metálicas.
- e) Rebordeado (Imagen 82). Los bordes de la pieza se producen en forma de rizo o rollo.
- f) Operaciones misceláneas de doblado (Imagen 83). Existen diferentes formas de realizar el doblado combinando troqueles relativamente simples y similares a los troqueles en V.

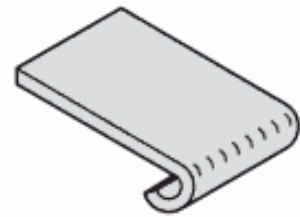


Imagen 82. Rebordeado. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 451). McGraw-Hill.

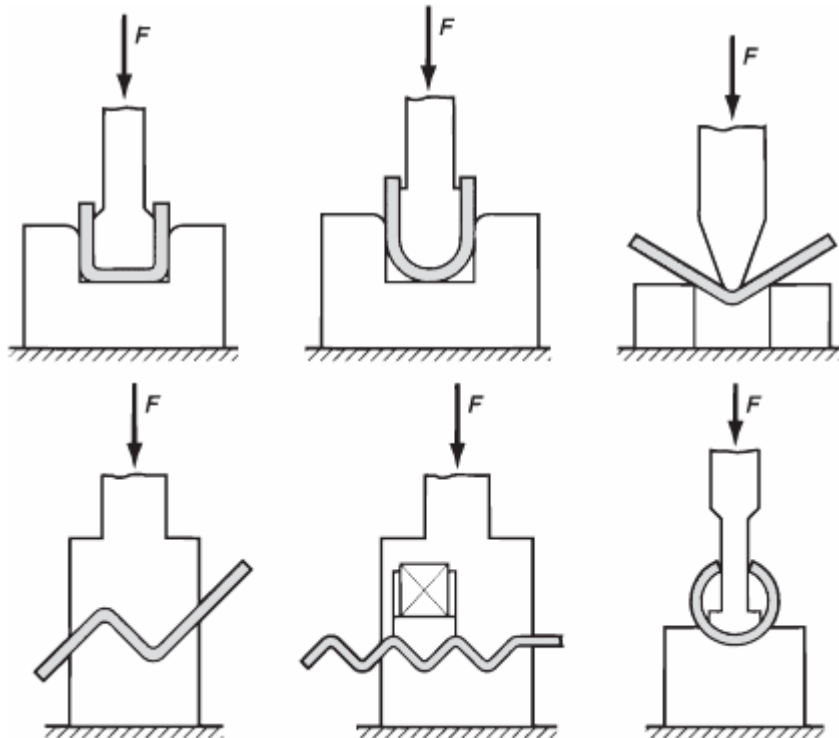


Imagen 83. Operaciones misceláneas de doblado. Fuente: Groover, M. P. (2007). Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas (3ª ed., p. 452). McGraw-Hill.

---

## 2.4.2.5. SOLDADURA Y ENSAMBLAJE

### SOLDADURA

---

Se trata de un proceso de unión de materiales en el cual se funden las superficies de contacto de dos o más piezas mediante la aplicación conveniente de calor y/o presión. En algunos procesos de soldadura, se agrega un material de relleno para facilitar la fusión.

La soldadura ofrece una unión permanente, convirtiendo las piezas soldadas en una sola entidad, por lo que no permite un desensamble adecuado si fuera necesario.

Para el acero inoxidable, los procesos de soldadura más frecuentes son los siguientes:

- Soldadura con arco de tungsteno y gas.
- Soldadura por resistencia o por puntos.
- Soldadura de metal con gas y corriente alterna.

### ENSAMBLAJE MECÁNICO

---

En la mayoría de los casos, el ensamble mecánico implica el uso de componentes de hardware separados para realizar la unión entre dos o más piezas.

Existen dos tipos principales de ensamblaje mecánico:

1. Los que crean una unión permanente. Por ejemplo: los remaches.
2. Los que permiten un desensamble. Por ejemplo: tornillos, pernos y tuercas.

Entre las ventajas de usar un ensamblaje mecánico, están la facilidad de ensamble y, si el método de sujeción lo permite, la facilidad de desensamble. Además, suelen ser realizados con relativa facilidad por trabajadores no cualificados, con un mínimo de herramientas especiales y en un periodo corto de tiempo.

Gracias a las ventajas mencionadas, los productos que llevan uniones mecánicas permiten ser enviados en subensambles más pequeños y ser armados posteriormente en las instalaciones de los clientes, facilitando el transporte en caso de que sean muy grandes y pesados.

Los métodos de ensamble mecánico pueden clasificarse en:

- Sujetadores roscados. Son componentes separados de hardware que tienen roscas externas o internas para el ensamble de piezas. Los tipos más comunes son los tornillos, pernos y tuercas. También se encuentran en esta categoría los pernos sin cabeza, los insertos con rosca de tornillo, los sujetadores roscados prisioneros y las arandelas.
- Remaches. Son puntas con cabeza y sin rosca que une dos o más piezas al pasar el pasador a través de los orificios en las piezas y después formar una segunda cabeza en la punta del lado opuesto. Se utilizan para obtener una unión permanente. Ofrece altas velocidades de producción, simplicidad, confiabilidad y bajo coste.
- Ajustes de interferencia. Se basa en la interferencia mecánica entre dos piezas coincidentes que se van a unir. Los métodos incluyen el ajuste con prensa,

dispositivos de ajuste por contracción y expansión, dispositivos de ajuste automático y anillos de retención.

- Otros métodos de sujeción mecánica: puntillado, engrapado, cosido y clavijas.
- Insertos en moldeado y sujetadores integrales. Forman una unión permanente mediante el formado o reformado de uno de los componentes a través de un proceso de manufactura tal como la fundición, el moldeado o el formado de láminas metálicas.

Para realizar un buen diseño de ensamble (manual o automático) se deben seguir ciertas orientaciones:

- Usar la menor cantidad de piezas posibles para reducir la cantidad de ensambles requeridos;
- Reducir la cantidad de sujetadores roscados requeridos;
- Estandarizar los sujetadores;
- Reducir dificultades de orientación de las piezas, por ejemplo, diseñándolas simétricas o reduciendo la cantidad de características asimétricas;
- Evitar las piezas que se enreden.

En el caso del ensamble automático, se suman algunas recomendaciones:

- Usar la modularidad en el diseño de productos, donde cada módulo o subensamble tenga un máximo de 12 o 13 piezas que deben producirse en un sistema de ensamble único. Además, en subensamble debe diseñarse de modo que a una pieza básica se le agregan otros componentes.
- Reducir la necesidad de que se manejen varios componentes a la vez, separando las operaciones en estaciones diferentes en lugar de manejar y sujetar simultáneamente varios componentes en la misma estación de trabajo.
- Limitar las direcciones requeridas de acceso, reduciendo el número de direcciones en las cuales se añaden componentes nuevos en el subensamble.
- Usar componentes de alta calidad.
- Usar ajustes de agarre automático, eliminando la necesidad de sujetadores roscados.

La clave para un diseño de ensamble exitoso se plantea en términos simples:

1. Diseñar el producto con la menor cantidad de piezas posibles y
2. Diseñar las piezas restantes para que se ensamblen con facilidad.

### 3. VIABILIDAD ECONÓMICA

#### 3.1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio de viabilidad económica tiene como objetivo principal evaluar la posibilidad de introducir un nuevo producto dedicado al sector hostelero.

#### 3.2. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE PRODUCCIÓN (NPROD)

Para estimar el nivel de producción, se tendrá en cuenta los procesos industriales de moldeo por inyección y moldeo por soplado, ya que, al necesitar un molde, requieren una cantidad mínima de fabricación para que sea rentable.

Aunque en el apartado *O. Anexo B: Estudio de Viabilidad*

Estudio de mercado solo se analizaron productos disponibles en grandes superficies como contenedores de basura y básculas por separado, se tiene constancia de que existen soluciones integradas capaces de pesar y registrar residuos. Sin embargo, estos sistemas suelen tener un coste elevado, requieren personal especializado para su configuración y no se comercializan en tiendas de hostelería habituales. Por este motivo, se espera una buena aceptación de esta propuesta, ya que ofrece una alternativa más accesible y sencilla para pequeñas y medianas empresas.

Con base a los procesos industriales mencionados anteriormente, se establece un volumen de fabricación de 10000 unidades anuales, que se trata de la cantidad mínima de piezas producidas para que el producto pueda ser rentable.

$$n_p = 10000$$

#### 3.3. PRECIO DE VENTA AL PÚBLICO(PVP)

El producto debe cumplir tres funciones principales: contener el residuo orgánico, pesarlo y registrar los datos. Como se detalla en el apartado *O. Anexo B: Estudio de Viabilidad*

Estudio de mercado, actualmente no se encuentran soluciones que integren estas tres funciones en un solo producto accesible. Las opciones existentes suelen encontrarse por separado, y las versiones combinadas, aunque existen, no están pensadas para su uso generalizado en entornos de restauración convencionales, tanto por su precio como por su complejidad técnica.

Los contenedores de basura de más de 50 litros destinados a la hostelería suelen costar aproximadamente entre 20 y 350 euros, mientras que las básculas de cocina profesionales pueden variar su precio desde 11 hasta 870 euros aproximadamente, dependiendo de su material, capacidad y funciones extra como, por ejemplo, la impresión de *tickets*.

Se debe tratar de encontrar un equilibrio entre el valor del producto teniendo en cuenta las funciones que ofrece y que tenga un precio de adquisición atractivo para que el cliente

final no dude en invertir en él. Por tanto, se fijará un precio de venta al público de 500 euros.

$$PVP = 500\text{€}$$

#### 3.4. PRECIO DE VENTA DIRECTA (PVD)

El precio de venta directo es el importe que se vende el producto a los intermediarios.

La diferencia entre el precio de venta al público y el precio de venta directo es el beneficio a favor de esos intermediarios.

Se tendrá en cuenta un beneficio del 30% para los intermediarios, por tanto, el PVD será de 350 euros.

$$PVD = 350\text{€}$$

#### 3.5. ESTIMACIÓN DE INGRESOS Y GASTOS

Con la finalidad de alcanzar unas estimaciones lo más realistas posibles de los ingresos y los gastos que podrá tener producto, se tendrá como guía al libro “*Cost Engineering Analysis: A Guide to the Economic Evaluation of Engineering Projects*” del autor William R. Park.

En él, se propone el cálculo de diversos factores mediante el uso de ratios tabuladas.

En el caso de este producto, se tendrá en cuenta el grupo industrial “Equipos eléctricos”, cuyos valores de referencia son los siguientes:

- Vida media:  $VM = 12 \text{ años}$
- Capital total por ventas anuales:  $a = 0'71$
- Factor b:  $b = 0'14$
- Factor c:  $c = 0,19$
- Factor d:  $d = 0,42$
- *Resto* =  $0,25$

A continuación, se procederá a calcular los distintos costes e ingresos.

---

##### 3.5.1. OBTENCIÓN DEL TOTAL DE LOS INGRESOS POR VENTAS ANUALES (VA)

Los ingresos por ventas anuales son el resultado de multiplicar el PVD con el nivel de producción que se fijó anteriormente.

$$VA = N_{prod} \times PVD = 10000 \text{ unidades} \times 49\text{€} = 3.500.000,00 \text{ €}$$

---

##### 3.5.2. CÁLCULO DE LA INVERSIÓN NECESARIA O CAPITAL TOTAL (CT)

Para calcular la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto, se usa la ratio “a”.

Como el grupo industrial es el de “equipos eléctricos”:

$$a = 0,72$$

Según la tabla de referencia,  $a = \frac{CT}{VA}$ , por tanto:

$$CT = a \times VA = 0,72 \times 3.500.000,00 \text{ €} = 2.485.000,00 \text{ €}$$

### 3.5.3. CÁLCULO DE LOS COSTES FIJOS ANUALES (CF)

Los costes fijos anuales están compuestos de distintos aspectos que se calculan por separado, siendo la suma de todos los componentes el resultado total de los costes fijos anuales:

#### 3.5.3.1. MANO DE OBRA INDIRECTA (MOI)

La mano de obra indirecta se calcula mediante la ratio "b":

$$b = 0,14$$

Según la tabla,  $b = \frac{MOI}{VA}$ , por tanto:

$$MOI = b \times VA = 0,14 \times 3.500.000,00 \text{ €} = 490.000,00 \text{ €}$$

#### 3.5.3.2. AMORTIZACIÓN ANUAL

Se calcula en función de la vida media ( $V_m$ ) y el capital total (CT). Se supone que la amortización de los equipos, obras e instalaciones es lineal.

Según la tabla,  $V_m = 12$  años

$$Amortización = \frac{CT}{V_m} = \frac{2.485.000,00 \text{ €}}{12} = 207.083,33 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

### 3.5.4. OTROS GASTOS FIJOS

Contempla gastos financieros, seguros y otros gastos. Se puede estimar como un porcentaje de las ventas anuales (VA).

En este caso, supondrá un 7%

$$Otros = 0,07 \times VA = 0,07 \times 3.500.000,00 \text{ €} = 245.000,00 \text{ €}$$

#### 3.5.4.1. COSTES FIJOS TOTALES

$$\begin{aligned} CF &= MOI + Amortización + Otros = \\ &= 490.000,00 \text{ €} + 207.083,33 + 245.000,00 \text{ €} = \\ &= 942.083,33 \text{ €} \end{aligned}$$

### 3.5.5. CÁLCULO DE LOS COSTES VARIABLES (CV)

Se obtiene a partir de la suma de los siguientes factores:

---

### 3.5.5.1. MANO DE OBRA DIRECTA (MOD)

Se obtiene a partir de la ratio  $c$ , siendo  $c = 0,19$ .

Según la tabla,  $c = \frac{MOD}{VA}$ , por tanto:

$$MOD = c \times VA = 0,19 \times 3.500.000,00 \text{ €} = 665.000,00 \text{ €}$$

---

### 3.5.5.2. MATERIAS PRIMAS (MP):

Los gastos en materia prima se calculan mediante la ratio  $d$ , siendo  $d=0,42$ .

Según la tabla,  $d = \frac{MP}{VA}$ , por tanto:

$$MP = d \times VA = 0,42 \times 3.500.000,00 \text{ €} = 1.470.000,00 \text{ €}$$

---

### 3.5.5.3. COSTES VARIABLES TOTALES (CV)

$$Cv = MOD + MP = 665.000,00 \text{ €} + 1.470.000,00 \text{ €} = 2.135.000,00 \text{ €}$$

---

### 3.5.6. COSTES TOTALES (CT)

Es el resultado de sumar los costes fijos más los costes variables:

$$Ct = Cf + Cv = 942.083,33 \text{ €} + 2.135.000,00 \text{ €} = 3.077.083,33 \text{ €}$$

## 3.6. RELACIÓN DE COSTES E INGRESOS. DIAGRAMA DE EQUILIBRIO. CÁLCULO DE BENEFICIO

Tras calcular la previsión de ingresos y gastos del producto, se relacionarán ambas variables mediante un diagrama de equilibrio con el que se comprobará la viabilidad y rentabilidad teórica del proyecto.

En el caso de haber vendido todas las unidades fabricadas, es decir, las 10000 unidades iniciales, se prevé unos beneficios brutos, es decir, unos beneficios antes de intereses e impuestos (BAII), de 422.916,67€.

$$BAII = VA - CT = 3.500.000,00\text{€} - 3.077.083,33 \text{ €} = 422.916,67 \text{ €}$$

Para ese caso, conociendo los ingresos y los costes totales estimados, se obtuvieron las siguientes rectas:

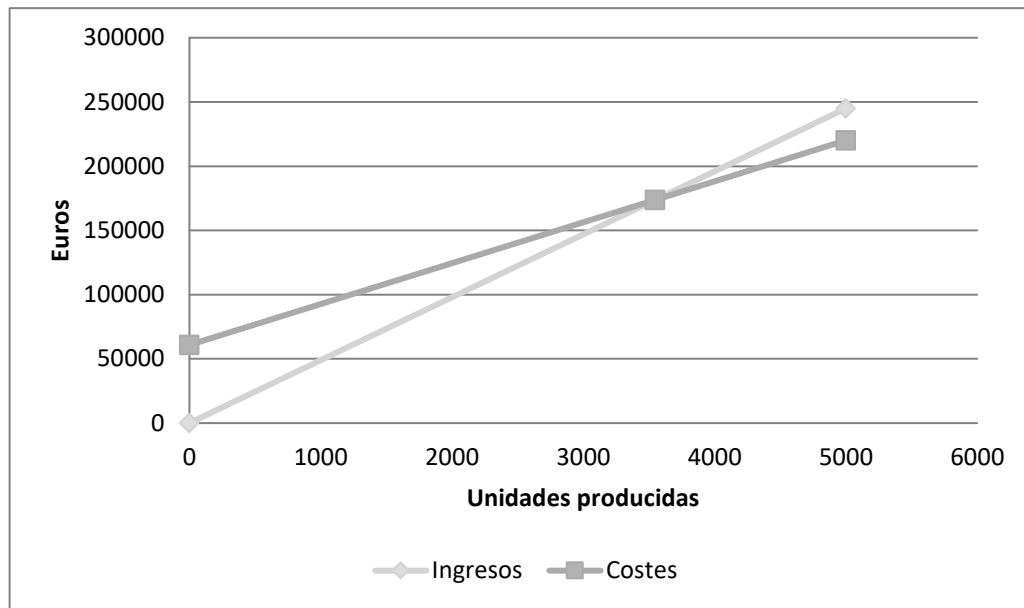


Imagen 84. Diagrama de equilibrio suponiendo el 100% de las ventas. Fuente: Primaria.

Donde  $y=350x$  se corresponde a la recta de los ingresos e  $y=213,50x+942.083,33$ , a la de los costes, de las que se puede obtener un punto de equilibrio de aproximadamente 6902 unidades vendidas a partir del cual los ingresos superarán a los costes.

Por otro lado, bajo un punto de vista más realista en el cual no se venden todas las unidades fabricadas, se supondrá una venta del 60%, por lo que las unidades sobrantes deberán venderse a un precio reducido, que se fijará en un 90% del PVD original.

Por tanto, ambas rectas tendrán un cambio de pendiente a partir de las 6000 unidades, siendo la de ingresos  $y = 315x + 2100000$  y la de costes  $y=213,50x + 2223083,33$ .

Se conseguiría equilibrio a partir de las 7213 unidades, siendo necesario vender 311 unidades más del producto que en el caso anterior para poder obtener beneficios.

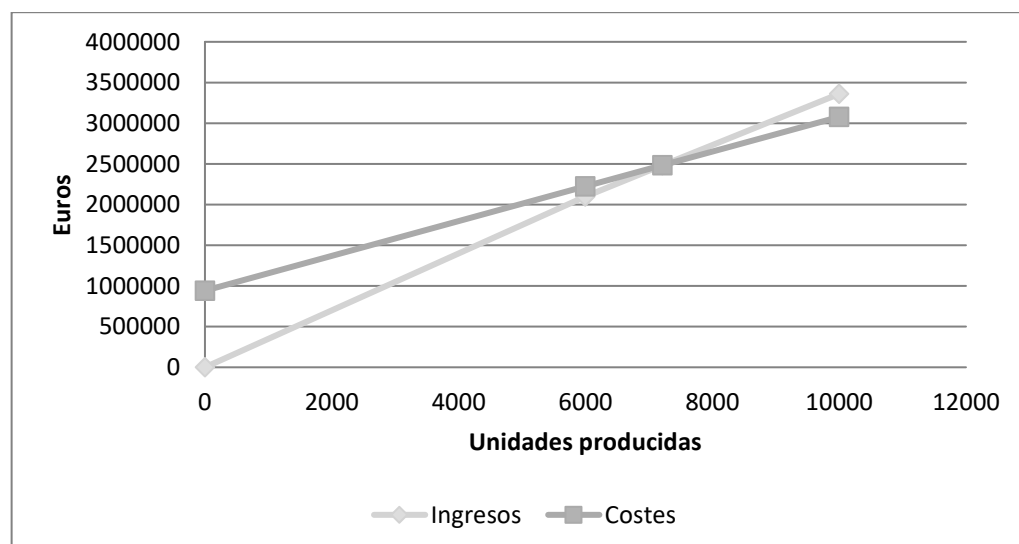


Imagen 85. Diagrama de equilibrio suponiendo un 60% de las ventas. Fuente: Primaria

En este caso, se prevé unos beneficios brutos de 282.916,67 €:

$$\begin{aligned} BAI &= nv \times PVD + (nprod - nv) \times PVR - CT = \\ &= 6000 \text{ ud} \times 350\text{€} + (10000 \text{ ud} - 6000 \text{ ud}) \times 315\text{€} \\ &- 3.077.083,33 \text{ €} == 282.916,67 \text{ €} \end{aligned}$$

# ANEXO C: ESPECIFICACIONES

## 1. NECESIDADES DE FABRICACIÓN

### 1.1. TAMAÑO

Teniendo en cuenta el uso previsto del producto —específicamente, en una cocina de hostelería para el manejo de mermas orgánicas—, es necesario establecer una capacidad volumétrica adecuada. El volumen óptimo se sitúa entre los 80 y 130 litros, lo que permite un equilibrio entre funcionalidad y frecuencia de vaciado.

Una vez definido ese rango, es importante que el diseño del contenedor respete criterios ergonómicos, especialmente en cuanto a la altura. El objetivo es evitar que el personal tenga que agacharse o levantar peso de forma incómoda o forzada, facilitando así su uso diario y reduciendo el riesgo de lesiones.

### 1.2. PESO

El peso total del producto no debería superar los 20 kg si se va a mantener fijo en un lugar. En caso de que sea necesario moverlo —ya sea completo o por partes—, lo ideal es que cada parte móvil no pese más de 15 kg, de manera que su transporte y limpieza puedan realizarse fácilmente sin esfuerzo excesivo.

### 1.3. MEDIOS DE PRODUCCIÓN

Los medios de producción a emplear deberán ser los especificados en el *Anexo B: Estudio de viabilidad*.

### 1.4. MATERIALES

Los materiales empleados deberán ser exclusivamente metales o polímeros.

Los materiales que mejor se ajustan a las necesidades del producto están descritos en el *Anexo B: Estudio de viabilidad*.

Dichos materiales deberán ofrecer resistencia al uso continuado, al movimiento y a las cargas aplicadas durante su funcionamiento habitual.

### 1.5. INSTALACIÓN

Preferentemente, los componentes del producto deberán ser fácilmente desmontables, de manera que se facilite tanto el montaje en fábrica como la sustitución de piezas en caso de fallo. Para ello, se recomienda el uso de uniones desmontables, como sistemas tornillo-tuerca o uniones por ajuste a presión.

La tornillería empleada deberá estar normalizada conforme a la norma UNE-EN ISO 225:2011, *Elementos de fijación. Pernos, tornillos, espárragos y tuercas. Símbolos y*

*designación de las dimensiones*, garantizando así la compatibilidad y la estandarización de las piezas utilizadas.

## 2. NECESIDADES DEL ENTORNO DEL PRODUCTO

Debida a la presencia de aparatos eléctricos que producen calor en una cocina, tales como hornos, estufas o freidoras, y al uso de líquidos y grasas, el producto debe ser especialmente resistente a temperaturas elevadas, a la humedad y a la grasa sin deformarse o perder funcionalidad. Eso supone que los elementos eléctricos deben estar correctamente aislados, contruidos con materiales resistentes a la corrosión y sellados adecuadamente.

Además, los materiales deben ser lisos y resistentes a la acumulación de suciedad para facilitar su limpieza y, por ende, cumplir con los estándares de higiene de la cocina.

Por otro lado, debido al constante movimiento y manipulación de equipos en una cocina, el producto debe ser robusto y capaz de soportar golpes y vibraciones sin dañarse.

Con tal de cumplir correctamente con las normativas de seguridad eléctrica, es fundamental que el producto esté diseñado para prevenir cortocircuitos y descargas eléctricas, disponiendo de las protecciones adecuadas contra sobrecargas y picos de voltaje.

Por lo general, teniendo en cuenta los rigurosos requisitos del entorno de trabajo, el producto debe ser duradero y resistente al desgaste, haciendo uso de materiales de alta calidad y diseñado para tener una larga vida útil.

## 3. NECESIDADES DE LA VIDA ÚTIL

El producto deberá soportar el uso intensivo y ofrecer un rendimiento constante teniendo en cuenta sus necesidades de entorno, por tanto, debe tener un diseño robusto y materiales de alta calidad que ayuden a extender la vida útil del producto.

Se espera una vida útil de 10 a 12 años aproximante.

## 4. NECESIDADES DE MANTENIMIENTO

Con la finalidad de garantizar su funcionamiento óptimo, seguridad y longevidad, el producto debe cumplir con una serie de características que faciliten su mantenimiento:

- Se requiere una limpieza regular, tanto de sus superficies externas como de las internas que sean accesibles para evitar la acumulación de grasa, polvo y residuos de alimentos, utilizando productos de limpieza adecuados que no dañen los componentes eléctricos ni los materiales del equipo.
- Se deben realizar inspecciones visuales para asegurarse de que los cables, enchufes y demás componentes visibles estén en buen estado.

- Se deben cambiar las piezas desgastadas antes de que fallen. En caso de reparaciones complejas, el mantenimiento deberá realizarse por profesionales para que no haya problemas de seguridad eléctrica como cables sueltos, conexiones defectuosas o problemas de aislamiento.
- Se debe capacitar al personal sobre el uso adecuado y el mantenimiento básico del equipo para evitar daños y prolongar su vida útil.

En resumen, un programa de mantenimiento bien planificado y ejecutado que incluya los puntos anteriormente mencionados es crucial para mantener la eficiencia y vida útil del producto.

## 5. NECESIDADES DE TRANSPORTE

Con la finalidad de que el producto llegue en buen estado y funcionen correctamente al ser instalados, deben cumplir con una serie de condiciones de transporte.

Considerando que se espera comenzar por una distribución nacional, lo ideal sería el transporte por tierra, incluyendo camiones o furgonetas.

Esos medios de transporte deben estar amortiguados para reducir las vibraciones y choques durante el transporte, además de estar climatizados para evitar daños por temperaturas extremas.

Los empleados encargados del transporte y manipulación del producto deben estar correctamente capacitados en técnicas adecuadas para manejar equipos eléctricos pesados y frágiles; y en uso de herramientas y equipos de manipulación como carretillas, montacargas y cintas transportadoras para mover el producto con seguridad.

## 6. NECESIDADES DE EMBALAJE

Para complementar el correcto transporte del producto, se debe disponer de un embalaje adecuado.

Éste debe proteger contra impactos, vibraciones, humedad y cambios de temperatura.

El embalaje externo deberá estar formado por una caja de cartón ondulado de alta resistencia, preferiblemente de doble o triple capa. Debe ser lo suficientemente robusta como para soportar apilamientos y el manejo rudo durante el transporte.

En cuanto a la protección interna, se deberá utilizar materiales como la espuma de poliestireno para amortiguar golpes y vibraciones. Deben estar moldeadas para encajar perfectamente alrededor del equipo.

Si se observa necesario, se deberán utilizar separadores de cartón para mantener el producto inmóvil dentro de la caja y evitar desplazamientos durante el transporte.

Se usará una cinta adhesiva resistente para sellar todas las uniones de la caja, ayudando a mantener la integridad del embalaje en el transporte.

Se deben colocar etiquetas visibles indicando “Frágil”, “Este lado arriba” y cualquier otra instrucción específica de manejo que se crea necesaria, además de etiquetas con la información del producto.

Para envíos grandes, las cajas deben colocarse en pallets de madera o plástico asegurados con flejes y cantoneras de protección de cartón.

## 7. NECESIDADES DE ESTÉTICA Y ACABADO

Las necesidades estéticas y de acabado de este producto son cruciales no solo por razones de funcionalidad, sino también para mantener una apariencia profesional y atractiva que cumpla con los estándares de la industria.

Se deben utilizar materiales de alta calidad, resistentes al calor y a la corrosión y fáciles de limpiar. Los materiales ideales son el acero inoxidable y los plásticos.

En el caso del uso del acero inoxidable, las superficies deberán tener un acabado pulido o satinado para conseguir una apariencia profesional y facilitar la limpieza. Si se usan plásticos, deben tener recubrimientos resistentes al calor y a productos químicos para preservar la apariencia y funcionalidad del producto.

Los bordes deben ser redondeados y las superficies lisas para evitar acumulación de suciedad, facilitar la limpieza y prevenir accidentes. El diseño debe permitir fácil acceso para mantenimiento y limpieza.

El diseño debe integrarse estéticamente con los demás equipos y mobiliario de cocina, manteniendo una apariencia coherente y profesional. En cuanto al color, el acero inoxidable se integra bien con la mayoría de las cocinas de hostelería, pero, en el caso del plástico, deben utilizarse colores neutros y uniformes. Los colores de los botones u otros elementos de control deben contrastar con el color del restante del producto.

El logotipo y otras marcas deben ser discretos pero visibles, colocados en ubicaciones estratégicas.

El acabado de las superficies debe minimizar la visibilidad de manchas y arañazos. Debe repeler manchas y huellas dactilares, manteniendo una apariencia limpia con menos esfuerzo.

En lo que respecta a detalles funcionales, los controles deben ser intuitivos y con una interfaz limpia y fácil de usar.

## 8. NECESIDADES SEGÚN NORMATIVA LEGAL

Definir las necesidades legales del producto es fundamental, ya que garantiza su viabilidad comercial y su conformidad con las normativas vigentes.

Las regulaciones abarcan aspectos relacionados con la seguridad, el impacto ambiental, la protección al consumidor y la propiedad intelectual, entre otros.

Identificar y cumplir con los requisitos legales desde las etapas iniciales del diseño permite evitar riesgos, minimizar costos asociados a posibles sanciones y asegurar una entrada exitosa al mercado.

## 8.1. NORMAS TÉCNICAS APLICABLES

### 8.1.1. DOCUMENTACIÓN Y DIBUJO TÉCNICO

- UNE-EN ISO 128-1:2020 – Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 1: Introducción y requisitos fundamentales.
- UNE-EN ISO 128-2:2022 – Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas.
- UNE-EN ISO 128-3:2022 – Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes.
- UNE-EN ISO 128-100:2020 – Documentación técnica de productos. Principios generales de presentación. Parte 100: Índice.
- UNE-EN ISO 129-1:2019 – Documentación técnica de productos. Representación de dimensiones y tolerancias.
- UNE-EN ISO 3098-1:2015 – Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE 1027:1995 – Dibujos técnicos. Plegado de planos.

### 8.1.2. ERGONOMÍA Y SEGURIDAD

- UNE-EN ISO 26800:2011 – Ergonomía. Enfoque general, principios y conceptos.
- UNE-EN ISO 6385:2016 – Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.
- UNE-EN 614-1:2006+A1 – Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico. Parte 1: Terminología y principios generales.
- UNE-EN 1005-3:2002+A1 – Seguridad de las máquinas. Comportamiento físico del ser humano. Parte 3: Límites de fuerza recomendados.
- UNE-EN ISO 9241-110:2020 – Ergonomía de interacción persona-sistema. Parte 110: Principios de diálogo.
- UNE-EN ISO 9241-210:2019 – Ergonomía de interacción persona-sistema. Parte 210: Diseño centrado en el operador humano.
- UNE-EN ISO 9241-5:2024 – Ergonomía de interacción persona-sistema. Parte 5: Concepción del puesto de trabajo y exigencias posturales.
- UNE-EN ISO 14915-1 – Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia. Parte 1: Principios de diseño y estructura.
- UNE-EN ISO 12100:2012 – Seguridad de las máquinas. Principios generales de diseño. Evaluación y reducción del riesgo.

### 8.1.3. NORMATIVA PARA HOSTELERÍA

- UNE 167013:2017 – Hostelería. Servicios de restauración. Requisitos de prestación del servicio.

---

#### 8.1.4. ELEMENTOS MECÁNICOS Y ENSAMBLAJE

- UNE-EN ISO 225:2011 – Elementos de fijación. Pernos, tornillos, espárragos y tuercas. Símbolos y designación de las dimensiones.

---

#### 8.1.5. COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA Y SEGURIDAD ELÉCTRICA

- UNE-EN 50419:2006 – Marcado de equipos eléctricos y electrónicos (RAEE) según Directiva 2002/96/CE.
- UNE-EN 50419:2023 – Marcado de AEE en relación con la recogida separada de residuos.
- UNE-EN 61000-1-2:2016 – Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 1-2: Seguridad funcional frente a fenómenos electromagnéticos.
- UNE-EN 60204-1:2019 – Seguridad de las máquinas. Equipos eléctricos. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN IEC 62311:2020 – Evaluación de exposición humana a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz).
- UNE-EN 301489-1 V1.2:2002 – CEM para equipos y servicios radioeléctricos. Parte 1: Requisitos técnicos comunes.
- UNE-EN 301489-3 V1.2.1:2002 – CEM para SRD entre 9 kHz y 40 GHz. Parte 3: Condiciones específicas.
- UNE-ETS 300328:1999 – Sistemas de transmisión de datos en 2,4 GHz con espectro expandido.

---

#### 8.1.6. GESTIÓN AMBIENTAL Y ECODISEÑO

- UNE-EN ISO 14001:2015 – Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- UNE-EN ISO 14006:2020 – Directrices para incorporar el ecodiseño a los sistemas de gestión ambiental.
- UNE-EN ISO 14040:2006 – Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044:2006 – Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO 14020:2002 – Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales.
- UNE-EN ISO 14024:2018 – Etiquetado ambiental Tipo I. Principios y procedimientos.
- UNE-EN ISO 14021:2017 – Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Etiquetado ambiental tipo II).
- UNE-EN ISO 14025:2010 – Declaraciones ambientales tipo III. Principios y procedimientos.

## 8.2. NORMATIVA LEGAL

### 8.2.1. REAL DECRETO 1801/2003, DE 26 DE DICIEMBRE, SOBRE SEGURIDAD GENERAL DE LOS PRODUCTOS.

Según el *Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos* es la aplicación de la *“Directiva 2001/95/CE*, el producto debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- *“Se considerará que un producto que vaya a comercializarse en España es seguro cuando cumpla las disposiciones normativas de obligado cumplimiento en España que fijen los requisitos de salud y seguridad.”* (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 1)
- *“En los aspectos de dichas disposiciones normativas regulados por normas técnicas nacionales que sean transposición de una norma europea armonizada, se presumirá que también un producto es seguro cuando sea conforme a tales normas.”* (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 2)
- *“Cuando no exista disposición normativa de obligado cumplimiento aplicable o ésta no cubra todos los riesgos o categorías de riesgos del producto, para evaluar su seguridad, garantizando siempre el nivel de seguridad que los consumidores pueden esperar razonablemente, se tendrán en cuenta los siguientes elementos:*
  - a. *Normas técnicas nacionales que sean transposición de normas europeas no armonizadas.*
  - b. *Normas UNE.*
  - c. *Las recomendaciones de la Comisión Europea que establezcan directrices sobre la evaluación de la seguridad de los productos.*
  - d. *Los códigos de buenas prácticas en materia de seguridad de los productos que estén en vigor en el sector, especialmente cuando en su elaboración y aprobación hayan participado los consumidores y la Administración pública.*
  - e. *El estado actual de los conocimientos y de la técnica.”* (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 3)
- *“[...]se presumirá que un producto es inseguro cuando:*
  - a. *El producto o las instalaciones donde se elabore carezcan de las autorizaciones u otros controles administrativos preventivos necesarios establecidos con la finalidad directa de proteger la salud y seguridad de los consumidores y usuarios. En particular, cuando estando obligado a ello, el producto haya sido puesto en el mercado sin la correspondiente «declaración CE de conformidad», el «mercado CE» o cualquier otra marca de seguridad obligatoria.*
  - b. *Carezca de los datos mínimos que permitan identificar al productor.*

- c. *Pertenezca a una gama, lote o una remesa de productos de la misma clase o descripción donde se haya descubierto algún producto inseguro.*” (Artículo 3. Evaluación de la seguridad de un producto. Punto 5)
- *“Los productores tienen el deber de poner en el mercado únicamente productos seguros.”* (Artículo 4. Deberes de los productores. Punto 1.)
  - *“[...]los productores deben informar a los consumidores o usuarios por medios apropiados de los riesgos que no sean inmediatamente perceptibles sin avisos adecuados y que sean susceptibles de provenir de una utilización normal o previsible de los productos [...]”* (Artículo 4. Deberes de los productores. Punto 2.)
  - *“[...]los productores deberán:*
    - a. *Mantenerse informados de los riesgos que dichos productos puedan presentar e informar convenientemente a los distribuidores. [...]*
    - b. *Cuando descubran o tengan indicios suficientes de que han puesto en el mercado productos que presentan para el consumidor riesgos incompatibles con el deber general de seguridad, adoptar, sin necesidad de requerimiento de los órganos administrativos competentes, las medidas adecuadas para evitar los riesgos [...]*
    - c. *Indicar, en el producto o en su envase, los datos de identificación de su empresa y de la referencia del producto o, si procede, del lote de fabricación, [...]”* (Artículo 4. Deberes de los productores. Punto 3.)
  - *“Cuando los productores y los distribuidores sepan o deban saber, por la información que poseen y como profesionales, que un producto que ya han puesto a disposición de o suministrado a los consumidores en España presenta riesgos incompatibles con el deber general de seguridad, comunicarán tales hechos inmediatamente a los órganos administrativos competentes de la comunidad autónoma afectada [...]”.* (Artículo 6. Otros deberes de productores y distribuidores. Punto 1.)

---

#### 8.2.2. REGLAMENTO (CE) Nº 852/2004 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO DE 29 DE ABRIL DE 2004

- *“Todos los artículos, instalaciones y equipos que estén en contacto con los productos alimenticios:*
  - a. *deberán limpiarse perfectamente y, en caso necesario, desinfectarse. La limpieza y desinfección se realizarán con la frecuencia necesaria para evitar cualquier riesgo de contaminación;*
  - b. *su construcción, composición y estado de conservación y mantenimiento deberán reducir al mínimo el riesgo de contaminación;*
  - c. *a excepción de los recipientes y envases no recuperables, su construcción, composición y estado de conservación y mantenimiento deberán permitir que se limpien perfectamente y, en caso necesario, se desinfecten; y*

d. *su instalación permitirá la limpieza adecuada del equipo y de la zona circundante.*” (Anexo II: Requisitos higiénicos generales aplicables a todos los operadores de empresa alimentaria. Capítulo V: Requisitos del equipo. Punto 1)

- *“Si fuese necesario, los equipos deberán estar provistos de todos los dispositivos de control adecuados para garantizar el cumplimiento de los objetivos del presente Reglamento.”* (Anexo II: Requisitos higiénicos generales aplicables a todos los operadores de empresa alimentaria. Capítulo V: Requisitos del equipo. Punto 2)
- *“Si para impedir la corrosión de los equipos y recipientes fuese necesario utilizar aditivos químicos, ello deberá hacerse conforme a las prácticas correctas.”* (Anexo II: Requisitos higiénicos generales aplicables a todos los operadores de empresa alimentaria. Capítulo V: Requisitos del equipo. Punto 2)
- *“Los desperdicios de productos alimenticios, los subproductos no comestibles y los residuos de otro tipo deberán depositarse en contenedores provistos de cierre [...]. Dichos contenedores deberán presentar unas características de construcción adecuadas, estar en buen estado y ser de fácil limpieza y, en caso necesario, de fácil desinfección.”* (Anexo II: Requisitos higiénicos generales aplicables a todos los operadores de empresa alimentaria. Capítulo VI: Desperdicios de productos alimenticios. Punto 2)
- *“[...] Los depósitos de desperdicios deberán diseñarse y tratarse de forma que puedan mantenerse limpios y, en su caso, libre de animales y organismos nocivos.”* (Anexo II: Requisitos higiénicos generales aplicables a todos los operadores de empresa alimentaria. Capítulo VI: Desperdicios de productos alimenticios. Punto 3)

---

8.2.3. REAL DECRETO LEGISLATIVO 1/2007, DE 16 DE NOVIEMBRE, POR EL QUE SE APRUEBA EL TEXTO REFUNDIDO DE LA LEY GENERAL PARA LA DEFENSA DE LOS CONSUMIDORES Y USUARIOS Y OTRAS LEYES COMPLEMENTARIAS.

- *“Los bienes o servicios puestos en el mercado deben ser seguros.”* (Artículo 11: Deber general de seguridad. Punto 1)
- *“Se consideran seguros los bienes o servicios que, en condiciones de uso normales o razonablemente previsibles, incluida su duración, no presenten riesgo alguno para la salud o seguridad de las personas, o únicamente los riesgos mínimos compatibles con el uso del bien o servicio y considerados admisibles dentro de un nivel elevado de protección de la salud y seguridad de las personas.”* (Artículo 11: Deber general de seguridad. Punto 2)
- *“Los empresarios pondrán en conocimiento previo del consumidor y usuario, por medios apropiados, los riesgos susceptibles de provenir de una utilización*

- previsible de los bienes y servicios [...].” (Artículo 12. Información a los consumidores y usuarios sobre los riesgos de los bienes o servicios. Punto 1)*
- *“Cualquier empresario que intervenga en la puesta a disposición de bienes y servicios a los consumidores y usuarios estará obligado, dentro de los límites de su actividad respectiva, a respetar las siguientes reglas: [...]*
    - e. *La prohibición de suministro de bienes que carezcan de las marcas de seguridad obligatoria o de los datos mínimos que permitan identificar al responsable del bien. La obligación de retirar, suspender o recuperar de los consumidores y usuarios, mediante procedimientos eficaces, cualquier bien o servicio que no se ajuste a las condiciones y requisitos exigidos o que, por cualquier otra causa, suponga un riesgo previsible para la salud o seguridad de las personas.  
[...]*
    - f. *Las exigencias de control de los productos manufacturados susceptibles de afectar a la seguridad física de las personas, prestando a este respecto la debida atención a los servicios de reparación y mantenimiento.  
[...]*
    - i. *La prohibición de utilizar ingredientes, materiales y demás elementos susceptibles de generar riesgos para la salud y seguridad de las personas.  
[...].” (Artículo 13. Otras obligaciones específicas para la protección de la salud y seguridad de los consumidores y usuarios)*
  - *“El etiquetado y presentación de los bienes y servicios y las modalidades de realizarlo deberán ser de tal naturaleza que no induzca a error al consumidor y usuario, especialmente:*
    - a. *Sobre las características del bien o servicio y, en particular, sobre su naturaleza, identidad, cualidades, composición, cantidad, duración, origen o procedencia y modo de fabricación o de obtención.*
    - b. *Prohibiendo ambigüedades sobre su contenido [...]*
    - c. *Atribuyendo al bien o servicio efectos o propiedades que no posea.*
    - d. *Sugiriendo que el bien o servicio posee características particulares, cuando todos los bienes o servicios similares posean estas mismas características.” (Artículo 18. Etiquetado y presentación de los bienes y servicios. Punto 1)*
  - *“[...] todos los bienes y servicios puestos a disposición de los consumidores y usuarios deberán ser de fácil acceso y comprensión, ofrecidos en formatos que garanticen su accesibilidad y, en todo caso, incorporar, acompañar o, en último caso, permitir obtener, de forma clara y comprensible, información veraz, eficaz, suficiente y accesible sobre sus características esenciales, en particular sobre las siguientes:*
    - a. *Nombre y dirección completa del productor.*
    - b. *Naturaleza, composición y finalidad.*
    - c. *Calidad, cantidad, categoría o denominación usual o comercial, si la tienen.*

- d. *Fecha de producción o suministro y lote, cuando sea exigible reglamentariamente, plazo recomendado para el uso o consumo o fecha de caducidad.*
- e. *Instrucciones o indicaciones para su correcto uso o consumo, así como la correcta gestión sostenible de sus residuos, advertencias y riesgos previsibles.*
- f. *Información sobre los servicios de información y atención al cliente, así como los procedimientos de interposición de quejas y reclamaciones.” (Artículo 18. Etiquetado y presentación de los bienes y servicios. Punto 2)*
- *“[...]las indicaciones obligatorias del etiquetado y presentación de los bienes o servicios comercializados en España deberán figurar, al menos, en castellano, lengua española oficial del Estado.” (Artículo 18. Etiquetado y presentación de los bienes y servicios. Punto 3)*
- *“Los bienes, los contenidos o servicios digitales que el empresario entregue o suministre al consumidor o usuario se considerarán conformes con el contrato cuando cumplan los requisitos subjetivos y objetivos establecidos que sean de aplicación siempre que, cuando corresponda, hayan sido instalados o integrados correctamente [...]” (Artículo 115. Conformidad de los bienes y de los contenidos o servicios digitales.)*
- *“Para ser conformes con el contrato, los bienes y los contenidos o servicios digitales deberán cumplir, en particular y cuando sean de aplicación, los siguientes requisitos:*
  - a. *Ajustarse a la descripción, tipo de bien, cantidad y calidad y poseer la funcionalidad, compatibilidad, interoperabilidad y demás características que se establezcan en el contrato.*
  - b. *Ser aptos para los fines específicos para los que el consumidor o usuario los necesite y que este haya puesto en conocimiento del empresario como muy tarde en el momento de la celebración del contrato, y respecto de los cuales el empresario haya expresado su aceptación.*
  - c. *Ser entregados o suministrados junto con todos los accesorios, instrucciones, también en materia de instalación o integración, y asistencia al consumidor o usuario en caso de contenidos digitales según disponga el contrato.*
  - d. *Ser suministrados con actualizaciones, en el caso de los bienes, o ser actualizados, en el caso de contenidos o servicios digitales, según se establezca en el contrato en ambos casos.” (Artículo 115 bis. Requisitos subjetivos para la conformidad.)*
- *“Además de cumplir cualesquiera requisitos subjetivos para la conformidad, los bienes y los contenidos o servicios digitales deberán cumplir todos los siguientes requisitos:*
  - a. *Ser aptos para los fines a los que normalmente se destinen bienes o contenidos o servicios digitales del mismo tipo [...].*

- b. *Cuando sea de aplicación, poseer la calidad y corresponder con la descripción de la muestra o modelo del bien o ser conformes con la versión de prueba o vista previa del contenido o servicio digital que el empresario hubiese puesto a disposición del consumidor o usuario antes de la celebración del contrato.*
- c. *Cuando sea de aplicación, entregarse o suministrarse junto con los accesorios, en particular el embalaje, y las instrucciones que el consumidor y usuario pueda razonablemente esperar recibir.*
- d. *Presentar la cantidad y poseer las cualidades y otras características, en particular respecto de la durabilidad del bien, la accesibilidad y continuidad del contenido o servicio digital y la funcionalidad, compatibilidad y seguridad que presentan normalmente los bienes y los contenidos o servicios digitales del mismo tipo y que el consumidor o usuario pueda razonablemente esperar, dada la naturaleza de los mismos y teniendo en cuenta cualquier declaración pública realizada por el empresario, o en su nombre, o por otras personas en fases previas de la cadena de transacciones, incluido el productor, especialmente en la publicidad o el etiquetado.[...].” (Artículo 115 ter. Requisitos objetivos para la conformidad. Punto 1)*
- *“Si el bien no fuera conforme con el contrato, para ponerlo en conformidad, el consumidor o usuario tendrá derecho a elegir entre la reparación o la sustitución [...].” (Artículo 118. Régimen jurídico de la puesta en conformidad. Punto 1)*
- *“Las medidas correctoras para la puesta en conformidad se ajustarán a las siguientes reglas:*
  - a. *Serán gratuitas para el consumidor o usuario. [...]*
  - b. *Deberán llevarse a cabo en un plazo razonable a partir del momento en que el empresario haya sido informado por el consumidor o usuario de la falta de conformidad.*
  - c. *Deberán realizarse sin mayores inconvenientes para el consumidor o usuario [...].” (Artículo 118. Régimen jurídico de la puesta en conformidad. Punto 4)*
- *“Cuando proceda la reparación o la sustitución del bien, el consumidor o usuario lo pondrá a disposición del empresario y este, en su caso, recuperará el bien sustituido a sus expensas de la forma que menos inconvenientes genere para el consumidor o usuario dependiendo del tipo de bien.” (Artículo 118. Régimen jurídico de la puesta en conformidad. Punto 5)*
- *“Toda garantía comercial será vinculante para el garante en las condiciones establecidas en la declaración de garantía comercial y en la publicidad asociada disponible en el momento de la celebración del contrato o antes de dicha celebración. [...]” (Artículo 127. Garantías comerciales. Punto 1)*
- *“La declaración de garantía comercial se entregará al consumidor o usuario en un soporte duradero a más tardar en el momento de entrega de los bienes y estará*

*redactada, al menos, en castellano [...].” (Artículo 127. Garantías comerciales. Punto 2)*

- *“La declaración de garantía comercial incluirá, al menos, lo siguiente:
    - a. Una declaración precisa de que el consumidor o usuario tiene derecho a medidas correctoras por parte del empresario, de forma gratuita, en caso de falta de conformidad de los bienes y de que la garantía comercial no afectará a dichas medidas. [...]*
  - b. *El nombre y la dirección del garante.*
  - c. *El procedimiento que debe seguir el consumidor o usuario para conseguir la aplicación de la garantía comercial.*
  - d. *La designación de los bienes o de los contenidos o servicios digitales a los que se aplica la garantía comercial.*
  - e. *Las condiciones de la garantía comercial, entre otras, su plazo de duración y alcance territorial. [...].” (Artículo 127. Garantías comerciales. Punto 3)*
- *“El productor garantizará, en todo caso, la existencia de un adecuado servicio técnico, así como de repuestos durante el plazo mínimo de diez años a partir de la fecha en que el bien deje de fabricarse.” (Artículo 127 bis. Reparación y servicios posventa. Punto 1)*
- *“Los productores serán responsables de los daños causados por los defectos de los productos que, respectivamente, fabriquen o importen.” (Artículo 135. Principio general.)*
- *“Se entenderá por producto defectuoso aquél que no ofrezca la seguridad que cabría legítimamente esperar [...].” (Artículo 137. Concepto legal de producto defectuoso. Punto 1)*
- *“En todo caso, un producto es defectuoso si no ofrece la seguridad normalmente ofrecida por los demás ejemplares de la misma serie.” (Artículo 137. Concepto legal de producto defectuoso. Punto 2)*

---

#### 8.2.4. REAL DECRETO 1055/2022, DE 27 DE DICIEMBRE, DE ENVASES Y RESIDUOS DE ENVASES

- *“Los envases indicarán su condición de reutilizable, y el símbolo asociado al sistema de depósito, devolución y retorno conforme a lo establecido en los artículos 46.8 y 47.7. Asimismo, los envases podrán estar identificados mediante símbolos acreditativos de pertenencia al sistema de responsabilidad ampliada del productor conforme a lo establecido en el artículo 21.4. Los envases domésticos indicarán la fracción o contenedor en la que deben depositarse dichos residuos de envases. En el caso de envases fabricados por diferentes materiales, si éstos pudieran separarse fácilmente, se indicará la fracción o contenedor donde deberán ser depositados. Cuando no puedan separarse los materiales fácilmente,*

*o en el caso de envases compuestos, se indicará la fracción o contenedor correspondiente al material predominante en peso, salvo que se demuestre que existe una mejor alternativa de recogida que evitase posibles incidencias en el posterior proceso de reciclado, indicándose en este caso el contenedor en que debe depositarse.” (Artículo 13. Obligaciones de marcado y de información. Punto 2)*

- *“Se prohíbe el marcado de los envases con las palabras «respetuoso con el medio ambiente», o cualquier otro equivalente que pueda inducir a su abandono en el entorno.” (Artículo 13. Obligaciones de marcado y de información. Punto 3)*
- *“En cualquier caso, los envases deberán ostentar los marcados regulados en este artículo, bien sobre el propio envase o bien en la etiqueta. Dicho marcado deberá ser claramente visible y fácilmente legible y deberá tener una persistencia y durabilidad adecuadas, incluso después de abierto el envase. Los símbolos identificativos en ningún caso impedirán la correcta identificación de las leyendas y siglas específicas que deban aparecer en el etiquetado de medicamentos de uso humano.” (Artículo 13. Obligaciones de marcado y de información. Punto 8)*
- *“Requisitos específicos sobre fabricación y composición de los envases:*
  - a. *Los envases estarán fabricados de forma tal que su volumen y peso sea el mínimo adecuado para mantener el nivel de seguridad, higiene y aceptación necesario para el producto envasado y el consumidor.*
  - b. *Los envases deberán diseñarse, fabricarse y comercializarse en condiciones que permitan su reutilización o valorización, incluido el reciclaje, en consonancia con la jerarquía de residuos, y de forma que se minimice el impacto ambiental de la eliminación de sus residuos o de los restos que queden de las actividades de gestión de residuos de envases.” (ANEXO III: Requisitos básicos sobre composición de los envases y sobre la naturaleza de los envases reutilizables y valorizables, incluidos los reciclables. Punto 1)*

---

#### 8.2.5. REAL DECRETO 110/2015, DE 20 DE FEBRERO, SOBRE RESIDUOS DE APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS

- *“Los productores de AEE, de sus materiales y de sus componentes, deberán diseñar y producir sus aparatos de forma que se prolongue en lo posible su vida útil, facilitando entre otras cosas, su reutilización, desmontaje y reparación. Al final de su vida útil se facilitará la preparación para la reutilización y la valorización de los RAEE, sus componentes y materiales, de manera que se evite su eliminación. [...] Las instrucciones de los AEE deberán indicar que antes del depósito de los RAEE en las instalaciones de recogida de estos, deberán extraerse las pilas y ser depositados separadamente para su adecuada gestión.” (Artículo 6. Diseño y reutilización del producto. Punto 1)*
- *“Los productores de AEE no impedirán la reutilización de los AEE usados y la preparación para la reutilización de los RAEE mediante características de diseño*

*específicas o procesos de fabricación específicos, salvo que dichas características o procesos de fabricación presenten grandes ventajas en materia de seguridad o para la protección del medio ambiente.” (Artículo 6. Diseño y reutilización del producto. Punto 2)*

- *“Los productores marcarán, con el símbolo ilustrado en el anexo V los AEE que se introduzcan en el mercado con objeto de aumentar al máximo la recogida de los RAEE correctamente separados. Este símbolo se incluirá de una forma visible, indeleble y legible en cada aparato. En casos excepcionales, si es necesario por las dimensiones o por la función del producto, el símbolo se estampará en el envase, en las instrucciones de uso y en la garantía del AEE.” (Artículo 7. Obligaciones de marcado de los AEE y de información. Punto 1)*
- *“Los productores de AEE especificarán a través de una marca en el aparato, que éste se introdujo en el mercado después del 13 de agosto de 2005, para determinar inequívocamente que el residuo que se genere no tendrá la consideración de histórico. Este marcado se realizará de acuerdo con la norma UNE-EN 50419 o aquella que la sustituya y se incluirá de una forma visible, indeleble y legible en cada aparato.” (Artículo 7. Obligaciones de marcado de los AEE y de información. Punto 2)*
- *“[...] las instrucciones de los AEE deberán indicar que antes del depósito de los RAEE en las instalaciones de recogida de estos, deberán extraerse las pilas y ser depositadas separadamente para su adecuada gestión.” (Artículo 7. Obligaciones de marcado de los AEE y de información. Punto 3)*
- *“Los productores de AEE, en el marco de la responsabilidad ampliada del productor:*
  - a. *En materia de prevención, diseñarán y fabricarán los aparatos facilitando su reutilización, reparación y reciclabilidad, y elaborarán planes de prevención de RAEE.*
  - b. *Pondrán en el mercado los AEE cumpliendo los requisitos de fabricación, diseño, marcado e información, previstos en este real decreto y en las restantes normas que les resulten de aplicación.*

*[...]*

- e. *Cumplirán las obligaciones de información y suministro de documentación previstas en los términos que se acuerden en este real decreto.*

*[...]*

- g. *Respetarán los principios de protección de la salud humana, de los consumidores, del medio ambiente, la aplicación de la jerarquía de residuos y la defensa de la competencia, en relación con la puesta en el mercado de*

*AEE y la gestión de RAEE.” (Artículo 38. La responsabilidad ampliada del productor de AEE. Punto 1)*

- *“El símbolo que indica la recogida separada de AEE es el contenedor de basura tachado con un aspa, tal como aparece representado a continuación. Este símbolo se estampará de manera visible, legible e indeleble.” (ANEXO V: Símbolo para marcar AEE)*



Imagen 86. Símbolo para marcaje de RAEE según Anexo V del \*Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero\*

#### 8.2.6. REAL DECRETO 219/2013, DE 22 DE MARZO, SOBRE RESTRICCIONES A LA UTILIZACIÓN DE DETERMINADAS SUSTANCIAS PELIGROSAS EN APARATOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

- *“Queda prohibida la introducción en el mercado de los AEE, incluidos los cables y las piezas de repuesto destinados a su reparación, su reutilización, la actualización de sus funciones o la mejora de su capacidad, que contengan las sustancias mencionadas en el anexo II en cantidades que superen los valores máximos de concentración en peso de materiales homogéneos que figuran en el mismo.” (Artículo 6. Medidas de prevención. Punto 1)*
- *“Los fabricantes de AEE deberán:*
  - a. Garantizar que solamente se introducen en el mercado los AEE diseñados y fabricados de conformidad con los requisitos establecidos en el artículo 6.*
  - b. Elaborar la documentación técnica requerida y realizar o encargar la realización del procedimiento de control interno conforme al módulo A del anexo II de la Decisión n.º 768/2008/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio, sobre un marco común para la comercialización de los productos y por la que se deroga la Decisión n.º 93/465/CEE del Consejo.*
  - c. Elaborar una declaración UE de conformidad y colocar el marcado CE sobre el producto final cuando se haya demostrado que los AEE cumplen los requisitos aplicables mediante el procedimiento señalado en la letra b). [...]*
  - d. Conservar la documentación técnica y la declaración UE de conformidad durante un período de diez años después de la introducción en el mercado del AEE.*

[...]

- g. *Identificar sus AEE con un número de tipo, lote o serie o cualquier otro elemento que permita su identificación. Si el tamaño o la naturaleza del AEE no lo permiten, deberán proporcionar la información requerida en el envase o en un documento que acompañe al AEE.*
- h. *Indicar su nombre, nombre comercial registrado o marca comercial registrada y su dirección de contacto en el AEE o, cuando no sea posible, en su envase o en un documento que lo acompañe. La dirección deberá indicar un punto único en el que pueda contactarse con el fabricante. Cuando otras normas de la Unión Europea relativas a la colocación del nombre y la dirección del fabricante sean al menos tan estrictas, se aplicarán esas disposiciones.” (Artículo 8. Obligaciones de los fabricantes.)*
- *“En la declaración UE de conformidad constará que se cumplen los requisitos especificados en el artículo 6.” (Artículo 14. Declaración UE de conformidad. Punto 1)*
  - *“La declaración UE de conformidad se ajustará al modelo establecido, contendrá los elementos especificados en el anexo VI y se mantendrá actualizada. Se traducirá a la lengua o las lenguas requeridas por el Estado miembro en cuyo mercado se introduzca o se comercialice el producto. [...]” (Artículo 14. Declaración UE de conformidad. Punto 2)*
  - *“Al elaborar una declaración UE de conformidad el fabricante asumirá la responsabilidad de la conformidad del AEE con este real decreto.” (Artículo 14. Declaración UE de conformidad. Punto 3)*
  - *“El marcado CE se colocará en el AEE final o su placa de datos de manera visible, legible e indeleble. Cuando esto no sea posible o no pueda garantizarse debido a la naturaleza del AEE, se colocará en el embalaje y en los documentos adjuntos.” (Artículo 16. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE. Punto 1)*
  - *“El marcado CE se colocará antes de la introducción del AEE en el mercado.” (Artículo 16. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE. Punto 2)*
  - *“Sustancias restringidas contempladas en el artículo 6.1 y valores máximos de concentración tolerables en peso en materiales homogéneos:*
    - *Plomo (0,1 %).*
    - *Mercurio (0,1 %).*
    - *Cadmio (0,01 %).*
    - *Cromo hexavalente (0,1 %).*
    - *Polibromobifenilos (PBB) (0,1 %).*
    - *Polibromodifeniléteres (PBDE) (0,1 %).” (ANEXO II)*

8.2.7. REAL DECRETO 188/2016, DE 6 DE MAYO, POR EL QUE SE APRUEBA EL REGLAMENTO POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS REQUISITOS PARA LA COMERCIALIZACIÓN, PUESTA EN SERVICIO Y USO DE EQUIPOS RADIOELÉCTRICOS, Y SE REGULA EL PROCEDIMIENTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD, LA VIGILANCIA DEL MERCADO Y EL RÉGIMEN SANCIONADOR DE LOS EQUIPOS DE TELECOMUNICACIÓN.

- *“Los equipos radioeléctricos se fabricarán de forma que se garanticen los siguientes requisitos esenciales:*
  - a. *La protección de la salud y la seguridad de las personas y los animales domésticos, y la protección de los bienes, incluidos los objetivos respecto de los requisitos en materia de seguridad establecidos en el Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo [...]*
  - b. *Un nivel adecuado de compatibilidad electromagnética con arreglo a lo dispuesto en el Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.”* (Artículo 3. Requisitos esenciales. Punto 1)
- *“Los equipos radioeléctricos se fabricarán de manera que hagan y favorezcan un uso eficaz y eficiente del espectro radioeléctrico a fin de evitar interferencias perjudiciales.”* (Artículo 3. Requisitos esenciales. Punto 2)
- *“Antes de la introducción en el mercado, los fabricantes registrarán en el sistema central de registro que la Comisión Europea pondrá a disposición de los fabricantes los tipos de determinadas categorías de equipos radioeléctricos que presenten un bajo nivel de conformidad con los requisitos esenciales [...]. A cada uno de los tipos de equipos radioeléctricos registrados, le será asignado un número de registro, que los fabricantes colocarán en los equipos radioeléctricos introducidos en el mercado.”* (Artículo 5. Registro de la Comisión Europea de tipos de equipos radioeléctricos de categorías que presenten un bajo nivel de conformidad con los requisitos esenciales. Punto 1)
- *“Se permitirá la puesta en servicio y utilización de equipos radioeléctricos en el territorio español siempre que cumpliendo con todo lo dispuesto en el presente reglamento, estén instalados y mantenidos correctamente y se utilicen para los fines previstos.”* (Artículo 6. Puesta en servicio y utilización. Punto 1)
- *“Los fabricantes garantizarán que los equipos radioeléctricos se fabriquen de modo que puedan funcionar en al menos un Estado miembro de la Unión Europea, utilizando una interfaz radioeléctrica adecuada y sin incumplir los requisitos aplicables al uso del espectro radioeléctrico.”* (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 2)
- *“Con anterioridad a su puesta en el mercado, los fabricantes elaborarán la documentación técnica referida en el artículo 20 de este reglamento y llevarán a*

*cabo el correspondiente procedimiento de evaluación de la conformidad a que se refiere el artículo 16 o velarán por que se lleve a cabo.*

*Cuando mediante ese procedimiento de evaluación de la conformidad se haya demostrado que el equipo radioeléctrico fabricado cumple los requisitos aplicables, los fabricantes elaborarán una declaración UE de conformidad y colocarán el marcado CE.” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 3)*

- *“La documentación técnica y la declaración UE de conformidad, deberán ser conservadas por los fabricantes hasta diez años después de la introducción del equipo radioeléctrico en el mercado.” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 4)*
- *“Los fabricantes se asegurarán de que existan procedimientos para que los equipos que fabriquen mediante producción en serie mantengan su conformidad con el presente reglamento. [...]” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 5)*
- *“Los fabricantes se asegurarán de que los equipos radioeléctricos que hayan introducido en el mercado lleven un número de tipo, lote o serie o cualquier otro elemento que permita su identificación y trazabilidad. Si el tamaño o la naturaleza del equipo no lo permiten, la información indicada anteriormente deberá figurar en el embalaje o en un documento que acompañe al equipo [...].” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 6)*
- *“Los fabricantes indicarán en el equipo radioeléctrico su nombre, su nombre comercial registrado o marca registrada y la dirección postal de contacto o, cuando no sea posible, en su embalaje o en un documento que acompañe al producto [...].” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 7)*
- *“Los fabricantes garantizarán que el equipo radioeléctrico vaya acompañado de las instrucciones y de información relativa a la seguridad en una lengua fácilmente comprensible para los consumidores y otros usuarios finales y, al menos en castellano, si se pone el equipo en el mercado español. Dichas instrucciones incluirán la información necesaria para utilizar el equipo radioeléctrico de acuerdo con el uso previsto. Esta información incluirá, en su caso, una descripción de los accesorios y componentes, incluido el software, que permiten que el equipo radioeléctrico funcione correctamente según lo previsto. Dichas instrucciones e información relativa a la seguridad, así como todo etiquetado, serán claros, comprensibles e inteligibles.*

*En el caso de equipos radioeléctricos que emitan intencionadamente ondas radioeléctricas, se incluirá asimismo y de forma obligatoria, la siguiente información:*

- a. Banda o bandas de frecuencia en las que opera el equipo radioeléctrico.*

- b. Potencia máxima de radiofrecuencia transmitida en la banda o bandas de frecuencia en las que opera el equipo radioeléctrico.” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 8)*
- *“Los fabricantes garantizarán que cada unidad de equipo radioeléctrico vaya acompañada de un ejemplar de la declaración UE de conformidad [...].” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 9)*
  - *“En casos en los que existan restricciones para la puesta en servicio o requisitos relativos a la autorización de uso, la información que figure en el embalaje deberá permitir la identificación de los Estados miembros o el área geográfica del Estado miembro en los que se aplican estas restricciones o requisitos. [...]” (Artículo 9. Obligaciones de los fabricantes. Punto 10)*
  - *“El mercado CE estará sujeto a los principios generales determinados en el artículo 30 del Reglamento (CE) n.º 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008 [...].” (Artículo 18. Principios generales del mercado CE. Punto 1)*
  - *“Si por la naturaleza o tamaño del equipo radioeléctrico no resulta posible la colocación del marcado CE conforme a lo establecido en el Reglamento (CE) n.º 765/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de julio de 2008, la altura de dicho marcado podrá ser inferior a 5 milímetros siempre y cuando siga siendo visible y legible.” (Artículo 18. Principios generales del mercado CE. Punto 2)*
  - *“El marcado CE se colocará de manera visible, legible e indeleble sobre los equipos radioeléctricos o en su placa de datos, salvo cuando ello no sea posible o no puede garantizarse, debido a su naturaleza. El marcado CE también se colocará de forma visible y legible en el embalaje del equipo radioeléctrico.” (Artículo 19. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE y del número de identificación del organismo notificado. Punto 1)*
  - *“El marcado CE se colocará, por el fabricante, antes de que el equipo radioeléctrico sea introducido en el mercado comunitario.” (Artículo 19. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE y del número de identificación del organismo notificado. Punto 2)*
  - *“Cuando proceda, la documentación técnica contendrá, al menos, los siguientes elementos:*
    - a. una descripción general del equipo radioeléctrico que incluya:*
      - i. fotografías o ilustraciones de las características exteriores, el marcado y la configuración interna,*
      - ii. versiones del software o el firmware que afecte al cumplimiento de los requisitos esenciales,*
      - iii. información para el usuario e instrucciones de instalación.*
    - b. dibujos del diseño conceptual y de fabricación y esquemas de componentes, subconjuntos, circuitos y otros elementos similares pertinentes;*
    - c. las descripciones y explicaciones necesarias para la comprensión de estos dibujos y esquemas, así como del funcionamiento del equipo radioeléctrico;*

- d. *una lista de las normas armonizadas aplicadas total o parcialmente cuyas referencias se hayan publicado en el «Diario Oficial de la Unión Europea» y, cuando no se hayan aplicado esas normas armonizadas, la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales establecidos en el artículo 3 del reglamento, junto con una lista de las otras especificaciones técnicas pertinentes aplicadas; en el caso de normas armonizadas aplicadas parcialmente, se especificarán en la documentación técnica las partes que se han aplicado;*
- e. *una copia de la declaración UE de conformidad;*
- f. *cuando se haya aplicado el módulo de evaluación de la conformidad del anexo III, una copia del certificado de examen UE de tipo y sus anexos, expedidos por el organismo notificado en cuestión;*
- g. *los resultados de los cálculos de diseño efectuados, los exámenes realizados y otros elementos similares pertinentes;*
- h. *los informes sobre los ensayos; y*
- i. *una declaración del cumplimiento de los requisitos establecidos en el artículo 9, apartado 2 del reglamento, y de la inclusión o no inclusión de información en el embalaje de conformidad con el artículo 9, apartado 10 del reglamento.” (ANEXO V: Contenido de la documentación técnica)*

---

#### 8.2.8. REAL DECRETO 186/2016, DE 6 DE MAYO, POR EL QUE SE REGULA LA COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA DE LOS EQUIPOS ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS.

- *“Cuando introduzcan sus aparatos en el mercado, los fabricantes garantizarán que han sido diseñados y fabricados de conformidad con los requisitos esenciales establecidos en el anexo I.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 1)*
- *“Los fabricantes elaborarán la documentación técnica a que se refieren los anexos II o III y llevarán a cabo el correspondiente procedimiento de evaluación de la conformidad a que se refiere el artículo 14 o velarán por que se lleve a cabo. Cuando mediante ese procedimiento se haya demostrado que un aparato cumple los requisitos aplicables, los fabricantes formularán una declaración UE de conformidad y colocarán el marcado CE.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 2)*
- *“Los fabricantes conservarán la documentación técnica y la declaración UE de conformidad durante diez años después de la introducción del aparato en el mercado.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 3)*
- *“Los fabricantes se asegurarán de que existan procedimientos para que la producción en serie mantenga su conformidad con el presente real decreto. Deberán tomarse debidamente en consideración los cambios en el diseño o las características de los aparatos y los cambios en las normas armonizadas u otras especificaciones técnicas con arreglo a las cuales se declara su conformidad.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 4)*

- *“Los fabricantes se asegurarán de que todo aparato que hayan introducido en el mercado lleve un número de tipo, lote o serie o cualquier otro elemento que permita su identificación o, si el tamaño o la naturaleza del aparato no lo permite, de que la información requerida figura en el embalaje o en un documento que acompañe al aparato.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 5)*
- *“Los fabricantes indicarán en el aparato su nombre, su nombre comercial registrado o marca registrada y su dirección postal de contacto o, cuando no sea posible, en su embalaje o en un documento que acompañe al producto. La dirección deberá indicar un único lugar en el que pueda contactarse con el fabricante. Los datos de contacto figurarán al menos en castellano.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 6)*
- *“Los fabricantes garantizarán que el aparato vaya acompañado de las instrucciones y el resto de la información establecida en el artículo 18 al menos en castellano. Dichas instrucciones e información, así como todo etiquetado, serán claros, comprensibles e inteligibles.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 7)*
- *“Los fabricantes que consideren o tengan motivos para pensar que un aparato que han introducido en el mercado no es conforme con lo establecido en el presente real decreto adoptarán inmediatamente las medidas correctoras necesarias para que sea conforme, retirándolo del mercado o recuperándolo, en caso de ser necesario. Además, cuando el aparato presente un riesgo, los fabricantes informarán inmediatamente de ello al Ministerio de Industria, Energía y Turismo para los equipos de telecomunicación y a las comunidades autónomas para el resto de los aparatos, en cuya demarcación los comercializaron y proporcionarán detalles, en particular, sobre la no conformidad y las medidas correctoras adoptadas.” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 8)*
- *“[...] los fabricantes facilitarán toda la información y documentación necesarias, en papel o formato electrónico, para demostrar la conformidad del aparato con el presente real decreto, al menos en castellano [...]” (Artículo 7. Obligaciones de los fabricantes. Punto 9)*
- *“El marcado CE se colocará de manera visible, legible e indeleble sobre los aparatos o en su placa de características. Cuando esto no sea posible o no pueda garantizarse debido a la naturaleza del aparato, se colocará en el embalaje y en los documentos adjuntos.” (Artículo 17. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE. Punto 1)*
- *“El marcado CE se colocará antes de que el aparato sea introducido en el mercado.” (Artículo 17. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE. Punto 2)*

- *“El aparato irá acompañado de la información sobre cualquier precaución específica que deba tomarse al montar, instalar, mantener o utilizar el aparato [...].” (Artículo 18. Información sobre la utilización del aparato. Punto 1)*
- *“La información necesaria para permitir un uso del aparato conforme a los fines previstos estará incluida en las instrucciones que acompañen al aparato. Estas instrucciones deberán estar escritas, al menos, en castellano.” (Artículo 18. Información sobre la utilización del aparato. Punto 3)*
- *“El diseño y la fabricación de los equipos, habida cuenta de los avances más recientes, garantizarán:*
  - a. *Que las perturbaciones electromagnéticas generadas queden limitadas a un nivel que permita a los equipos de radio y de telecomunicaciones u otros equipos funcionar con el fin para el que han sido previstos.*
  - b. *Un nivel de protección frente a las perturbaciones electromagnéticas previsibles que permita al equipo funcionar sin una degradación inaceptable en su uso previsto.” (ANEXO I: Requisitos esenciales. Punto 1: Requisitos generales)*
- *“El fabricante efectuará una evaluación de la compatibilidad electromagnética del aparato [...].” (ANEXO II. Módulo A: Control interno de la producción. Punto 2: Evaluación de la compatibilidad electromagnética)*
- *“El fabricante elaborará la documentación técnica. La documentación permitirá evaluar si el aparato cumple los requisitos pertinentes, e incluirá un análisis y una evaluación del riesgo adecuados. La documentación técnica especificará los requisitos aplicables y se referirá, en la medida en que sea pertinente para la evaluación, al diseño, la fabricación y el funcionamiento del aparato. La documentación técnica comprenderá, cuando proceda, al menos los siguientes elementos:*
  - a. *Una descripción general del aparato;*
  - b. *Los planos de diseño y de fabricación y los esquemas de los componentes, subconjuntos, circuitos, etc.;*
  - c. *Las descripciones y explicaciones necesarias para la comprensión de dichos planos y esquemas y del funcionamiento del aparato;*
  - d. *Una lista de las normas armonizadas, aplicadas total o parcialmente, cuyas referencias se hayan publicado en el «Diario Oficial de la Unión Europea» y, cuando no se hayan aplicado esas normas armonizadas, la descripción de las soluciones adoptadas para cumplir los requisitos esenciales del presente real decreto, incluida una lista de otras especificaciones técnicas pertinentes aplicadas; en caso de normas armonizadas que se apliquen parcialmente, se especificarán en la documentación técnica las partes que se hayan aplicado;*
  - e. *Los resultados de los cálculos de diseño realizados, de los exámenes efectuados, etc.; y*
  - f. *Los informes sobre los ensayos.” (ANEXO II. Módulo A: Control interno de la producción. Punto 3. Documentación técnica)*

- *“El fabricante colocará el marcado CE en cada aparato que satisfaga los requisitos aplicables [...]”* (ANEXO II. Módulo A: Control interno de la producción. Punto 5. Marcado CE y declaración UE de conformidad. Punto 5.1)
- *“El fabricante redactará una declaración UE de conformidad para cada modelo de aparato y la mantendrá, junto con la documentación técnica, a disposición de las autoridades competentes durante un período de diez años después de la introducción del aparato en el mercado. En la declaración UE de conformidad se identificará el aparato para el que ha sido elaborada. Se facilitará una copia de la declaración UE de conformidad a las autoridades competentes previa solicitud de estas.”* (ANEXO II. Módulo A: Control interno de la producción. Punto 5. Marcado CE y declaración UE de conformidad. Punto 5.2)

---

8.2.9. REAL DECRETO 187/2016, DE 6 DE MAYO, POR EL QUE SE REGULAN LAS EXIGENCIAS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL ELÉCTRICO DESTINADO A SER UTILIZADO EN DETERMINADOS LÍMITES DE TENSIÓN.

- *“Solo podrá comercializarse el material eléctrico que, habiendo sido fabricado con arreglo a los criterios técnicos vigentes en materia de seguridad en la Unión Europea, no ponga en peligro, cuando su instalación y mantenimiento sean los correctos y su utilización responda a la finalidad a que esté destinado, la salud y la seguridad de las personas y de los animales domésticos, así como de los bienes.”* (Artículo 3. Comercialización y objetivos de seguridad.)
- *“Cuando introduzcan material eléctrico en el mercado, los fabricantes garantizarán que ha sido diseñado y fabricado de conformidad con los objetivos de seguridad [...]”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 1)
- *“Los fabricantes elaborarán la documentación técnica a que se refiere el anexo III y llevarán a cabo el procedimiento de evaluación de la conformidad a que se refiere el anexo III o velarán por que se lleve a cabo. Cuando mediante el procedimiento de evaluación de la conformidad a que se refiere el párrafo primero se haya demostrado que el material eléctrico cumple los objetivos de seguridad a que se refiere el artículo 3 y establecidos en el anexo I, los fabricantes elaborarán una declaración UE de conformidad y colocarán el marcado CE.”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 2)
- *“Los fabricantes conservarán la documentación técnica mencionada en el anexo III y la declaración UE de conformidad durante diez años después de la introducción del material eléctrico en el mercado.”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 3)
- *“Los fabricantes se asegurarán de que existan procedimientos para que la producción en serie mantenga su conformidad con el presente real decreto [...]”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 4)

- *“Los fabricantes se asegurarán de que el material eléctrico que han introducido en el mercado lleve un número de tipo, lote o serie o cualquier otro elemento que permita su identificación [...]”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 5)
- *“Los fabricantes indicarán en el material eléctrico su nombre, su nombre comercial registrado o marca registrada y su dirección postal de contacto o, cuando no sea posible, en el embalaje o en un documento que acompañe al material eléctrico. La dirección indicará un único lugar en el que pueda contactarse con el fabricante. Los datos de contacto figurarán como mínimo en castellano.”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 6)
- *“Los fabricantes garantizarán que el material eléctrico vaya acompañado de instrucciones y de información relativa a la seguridad como mínimo en castellano. Dichas instrucciones e información relativa a la seguridad, así como todo etiquetado, serán claros, comprensibles e inteligibles.”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 7)
- *“Los fabricantes que consideren o tengan motivos para pensar que un material eléctrico que han introducido en el mercado no es conforme con el presente real decreto adoptarán inmediatamente las medidas correctoras necesarias para que sea conforme, retirarlo del mercado o recuperarlo, en caso de ser necesario.”* [...] (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 8)
- *“En respuesta a una solicitud motivada de la autoridad competente de una comunidad autónoma, los fabricantes facilitarán toda la información y documentación necesarias, en papel o formato electrónico, para demostrar la conformidad del material eléctrico con el presente real decreto, como mínimo en castellano [...]”* (Artículo 6. Obligaciones de los fabricantes. Punto 9)
- *“El marcado CE se colocará de manera visible, legible e indeleble sobre el material eléctrico o en su placa de características. Cuando esto no sea posible o no pueda garantizarse debido a la naturaleza del material eléctrico, se colocará en el embalaje y en los documentos adjuntos.”* (Artículo 17. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE. Punto 1)
- *“El marcado CE se colocará antes de que el material eléctrico sea introducido en el mercado.”* (Artículo 17. Reglas y condiciones para la colocación del marcado CE. Punto 2)
- *“Condiciones generales*
  - a. *Las características fundamentales, cuyo reconocimiento y observancia ha de asegurar que el material eléctrico se utilice de manera segura y acorde con su destino, figurarán en el material eléctrico o, cuando esto no sea posible, en el documento que lo acompañe.*
  - b. *El material eléctrico y sus componentes se fabricarán de modo que permitan un montaje y una conexión seguros y adecuados.*

- c. *El material eléctrico habrá de diseñarse y fabricarse de modo que quede garantizada la protección contra los peligros a que se refieren los apartados 2 y 3, a condición de que se utilice de manera acorde con su destino y sea objeto de un adecuado mantenimiento.” (ANEXO I: Principales elementos de los objetivos de seguridad referentes al material eléctrico destinado a emplearse con determinados límites de tensión. Punto 1: Condiciones generales)*
- *“Se establecerán medidas de índole técnica, de conformidad con el apartado 1, a fin de que:*
  - a. *las personas y los animales domésticos queden adecuadamente protegidos contra el peligro de lesiones físicas u otros daños que pueda provocar el contacto directo o indirecto;*
  - b. *no se produzcan temperaturas, arcos o radiaciones peligrosas;*
  - c. *se proteja convenientemente a las personas, los animales domésticos y los bienes contra los peligros de naturaleza no eléctrica causados por el material eléctrico que se desprendan de la experiencia;*
  - d. *el sistema de aislamiento sea el adecuado para las condiciones de utilización previsibles.” (ANEXO I: Principales elementos de los objetivos de seguridad referentes al material eléctrico destinado a emplearse con determinados límites de tensión. Punto 2. Protección contra los peligros derivados del propio material eléctrico)*
- *“Se establecerán medidas de orden técnico conforme al apartado 1, a fin de que el material eléctrico:*
  - a. *responda a los requisitos mecánicos esperados de manera que no se ponga en peligro a las personas, los animales domésticos y los bienes;*
  - b. *resista las influencias no mecánicas en las condiciones medioambientales esperadas de manera que no se ponga en peligro a las personas, los animales domésticos y los bienes;*
  - c. *no ponga en peligro a las personas, los animales domésticos y los bienes en las condiciones de sobrecarga previsibles.” (ANEXO I: Principales elementos de los objetivos de seguridad referentes al material eléctrico destinado a emplearse con determinados límites de tensión. Punto 3. Protección contra los peligros causados por efecto de influencias externas sobre el material eléctrico)*
- *“El fabricante elaborará la documentación técnica. La documentación permitirá evaluar si el material eléctrico cumple los requisitos pertinentes, e incluirá un análisis y una evaluación del riesgo adecuados. [...]” (ANEXO III. Módulo A: Control interno de la producción. Punto 2: Documentación técnica)*
- *“El fabricante tomará todas las medidas necesarias para que el proceso de fabricación y su seguimiento garanticen la conformidad del material eléctrico fabricado con la documentación técnica mencionada en el apartado [...].” (ANEXO III. Módulo A: Control interno de la producción. Punto 3. Fabricación)*
- *“El fabricante colocará el marcado CE en todo material eléctrico que satisfaga los requisitos aplicables del presente real decreto.” (ANEXO III. Módulo A: Control*

interno de la producción. Punto 4. Marcado CE y declaración UE de conformidad. Punto 4.1)

- “El fabricante redactará una declaración UE de conformidad para cada modelo de producto y la mantendrá, junto con la documentación técnica, a disposición de las autoridades competentes de vigilancia del mercado durante diez años después de la introducción del material eléctrico en el mercado. En la declaración UE de conformidad se identificará el material eléctrico para el que ha sido elaborada. [...]” (ANEXO III. Módulo A: Control interno de la producción. Punto 4. Marcado CE y declaración UE de conformidad. Punto 4.2)

## 9. NECESIDADES MEDIOAMBIENTALES

Las necesidades medioambientales son un aspecto clave a la hora de diseñar un nuevo producto, tanto por el impacto ecológico como por las regulaciones y la preferencia de los consumidores por prácticas sostenibles.

En este caso, al ser un producto con componentes eléctricos y electrónicos, debe consumir poca energía para reducir el impacto ambiental y los costos operativos. Además, debe cumplir con las normativas RoHS (*Restriction of Hazardous Substances*), que restringe el uso de ciertas sustancias peligrosas; y REACH (*Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals*) que aborda la producción y uso de sustancias químicas y sus impactos potenciales en la salud humana y el medio ambiente.

Los materiales elegidos deben ser reciclables, siendo buenas opciones el acero inoxidable y algunos plásticos. Deben, además, tener un bajo impacto ambiental en su producción y procesamiento, evitando sustancias tóxicas y peligrosas.

Se diseñará un producto que genere la menor cantidad posible de residuos.

Los procesos de fabricación y transporte deben optimizarse para reducir la huella de carbono del producto, además de utilizar tecnologías y prácticas de producción que minimicen las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes.

El producto deberá ser duradero con reducida necesidad de reemplazos de componentes, disminuyendo los residuos generados. Deberá ser de fácil reparación y mantenimiento, de forma que se pueda extender su vida útil.

En cuanto al embalaje, debe estar hecho de materiales reciclados y reciclables. La cantidad de material utilizado será la mínima necesaria para que esté correctamente protegido, evitando desperdicios.

Se elegirán rutas óptimas de transporte y se utilizarán vehículos que sean eficientes en el consumo de combustibles o eléctricos.

Se demostrará el compromiso del producto con la gestión responsable de los impactos ambientales mediante la implantación de un sistema de gestión ambiental de acuerdo con la norma *UNE-EN ISO 14001:2015*, “*Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso*”.

Cumpliendo con todos estos aspectos, el producto no solo ayudará a reducir los impactos del medioambiente, sino que también cumplirá con las expectativas de los consumidores.

## 10. ERGONOMÍA Y SEGURIDAD

Las necesidades de ergonomía en un producto destinado a una cocina de hostelería son cruciales para garantizar la seguridad, eficiencia y comodidad de los empleados.

El diseño de los controles y la interfaz de usuario deben ser intuitivos, fáciles de entender y operar, con botones claramente etiquetados y paneles de control accesibles. Debe poder manejarse incluso con guantes o en condiciones de baja iluminación. Las pantallas deben estar correctamente iluminadas para evitar la fatiga ocular de los empleados.

El producto debe estar diseñado para estar a una altura cómoda, sin necesidad de agacharse o estirarse excesivamente. Además, debe ser liviano para ser movido con facilidad o tener ruedas para facilitar el transporte.

Su diseño ser estable para prevenir vuelcos, especialmente en superficies irregulares o resbaladizas.

Se debe maximizar el uso del espacio sin comprometer la funcionalidad, permitiendo una disposición eficiente en la cocina.

Por otro lado, la norma *UNE-EN ISO 12100:2012 "Seguridad de las máquinas. Principios generales para el diseño. Evaluación del riesgo y reducción del riesgo."*

## 11. CALIDAD

El diseño del producto se realizará atendiendo a todos los factores estudiados en este anexo, prestando especial atención en transmitir al cliente la calidad del producto mediante el uso de materiales duraderos y correcto rendimiento, seguridad y funcionalidad.

Debe asegurarse de que el producto cumpla con las certificaciones de calidad y seguridad relevantes, lo que puede ser un indicativo de alta calidad y fiabilidad. Además, debe cumplir con las normativas de higiene de la industria alimentaria, asegurando que los materiales y acabados no promuevan el crecimiento bacteriano.

Deberán realizarse pruebas exhaustivas de funcionamiento y rendimiento bajo condiciones realistas de uso, asegurándose de que el producto podrá operar de forma óptima en una cocina de hostelería. Además, se realizarán pruebas de ciclo de vida para garantizar una larga vida útil.

Con el objetivo de aumentar la fiabilidad del producto y, por tanto, la confianza de los clientes, se brindará una garantía de 3 años, superior a la garantía legal mínima de 2 años, que incluya un soporte técnico accesible y eficiente. Además, se proporcionará al usuario un manual detallado y fácil de entender que explique el uso, mantenimiento y solución de posibles problemas.

## 12. REQUERIMIENTOS DE LA COMPETENCIA

### 12.1. PATENTE DE WINNOW SOLUTIONS LIMITED

La patente “*Un sistema y método para monitorización de los residuos de alimentos*”, cuyo solicitante es “*Winnow Solutions Limited*”, está diseñada para optimizar el seguimiento de los residuos alimentares en cocinas comerciales, ayudando a reducir el tiempo de trabajo manual y aumentando la precisión de los datos recogidos.

Tiene como finalidad la reducción de desperdicios y mejora de la rentabilidad de la empresa que adopte el sistema.

---

#### 12.1.1. DATOS DE LA PATENTE

- Número de publicación: ES 2 855 049 T3
- Número de solicitud internacional: PCT/GB2015/051184
- Fecha de presentación internacional: 21 de abril de 2015
- Fecha de publicación internacional: 29 de octubre de 2015
- Número de concesión europea: EP 3198245
- Fecha de publicación de la concesión europea: 9 de diciembre de 2020
- Titular: Winnow Solutions Limited
- Inventores: Hrair Mekhsian, Kevin Duffy, Marc Zornes
- Representante: Jorge Isern Jara
- Clasificación Internacional de Patentes (CIP):
  - G01G 17/04 (2006.01) – Balanzas o sistemas de pesaje adaptados para aplicaciones específicas.
  - G01G 19/414 (2006.01) – Balanzas con sistemas de procesamiento de datos.

---

#### 12.1.2. COMPONENTES PRINCIPALES

La patente mencionada se compone de:

- Un mecanismo de pesaje formado por:
  - Un receptáculo de residuos es situado sobre una báscula, analógica o digital, que mide la diferencia de peso entre eventos consecutivos de desecho.
  - Un procesador calcula el peso de cada desecho con base en esas diferencias.
- Una interfaz de usuario. Permite a los usuarios clasificar los residuos de alimentos en diferentes categorías como, por ejemplo, el tipo de alimento y la razón del desecho. Se usa un menú de opciones simplificadas para reducir la interacción del usuario.
- Corrección de errores. El sistema detecta y corrige los errores comunes, como pueden ser las fluctuaciones en el peso debido a la interacción accidental del

usuario con la báscula. Un controlador de estabilidad monitoriza el peso y asegura que los cambios de peso sean estables antes de registrar los datos.

- Un servidor central. Los datos de los desechos se envían a un servidor central, donde se procesan y analizan para generar informes. El servidor permite gestionar datos de múltiples ubicaciones, permitiendo su uso en cadenas de restaurantes o negocios grandes.

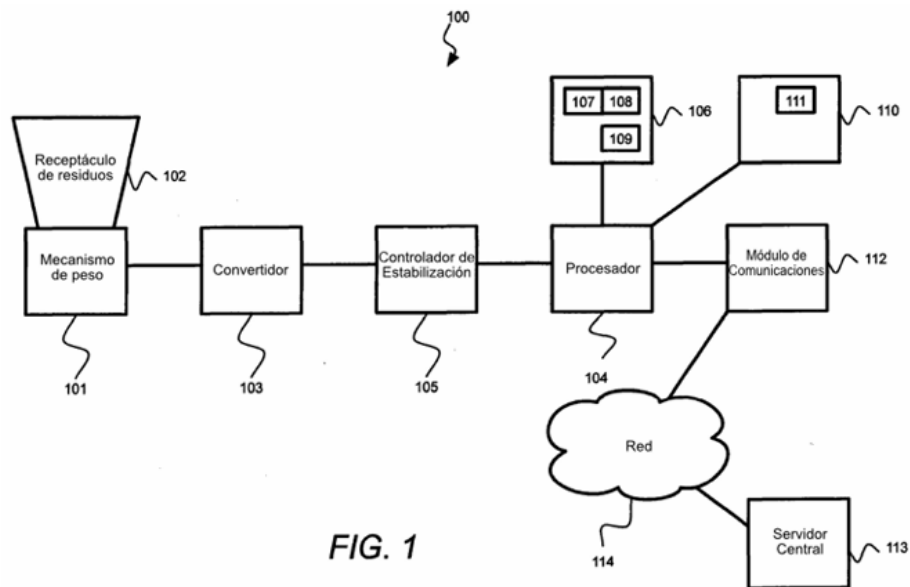


Imagen 87. Diagrama de bloques de un sistema según una de las formas de realización de la invención. Figura extraída de la patente WO2015162417A1: Intelligent kitchen waste recycling system.

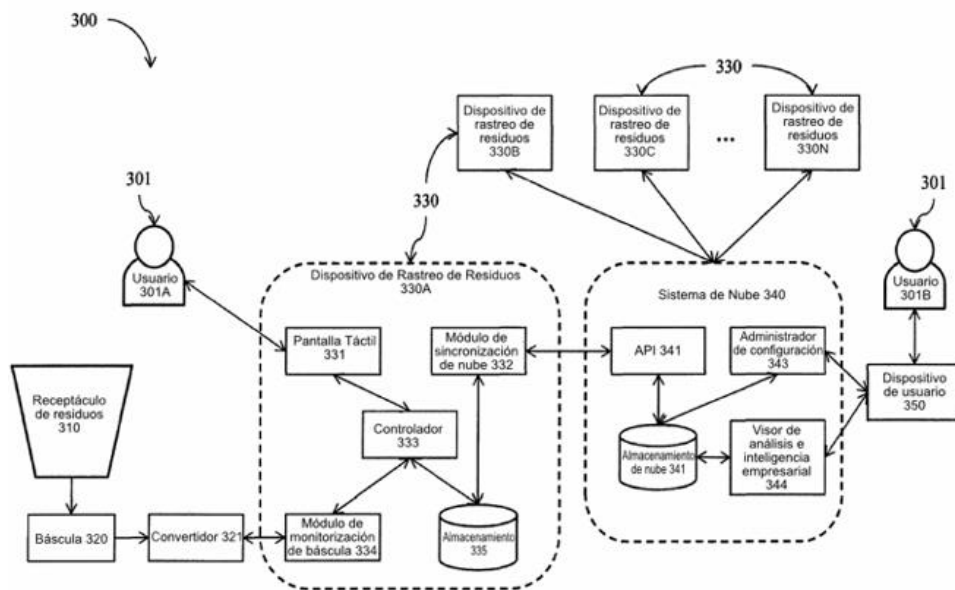


Imagen 88. Diagrama de bloques de un sistema según una de las formas de realización de la invención. Figura extraída de la patente WO2015162417A1: Intelligent kitchen waste recycling system.

- Retroalimentación y análisis. El sistema ofrece informes en tiempo real sobre los residuos, permitiendo al personal monitorear su progreso. La retroalimentación en pantalla incluye datos como el valor en dinero de los desechos, fomentando un cambio de comportamiento en los empleados.

---

### 12.1.3. INNOVACIONES DESTACADAS

De entre las innovaciones destacadas descritas en la patente, se encuentran:

- La automatización del proceso de pesaje y registro de residuos;
- La corrección automática de errores en la medición;
- La simplicidad de uso mediante una interfaz rápida y adaptada a entornos comerciales concurridos;
- La posibilidad de conexión a un servidor central para la gestión de datos de varias ubicaciones.

En resumen, propone una solución para el monitoreo y gestión de residuos alimentarios con un enfoque en la automatización, simplicidad y corrección de errores.

---

### 12.1.4. ANÁLISIS COMPARATIVO Y DIFERENCIACIÓN TÉCNICA

Con el fin de diferenciar el producto que se quiere desarrollar a la patente descrita, se tendrán en cuenta las siguientes especificaciones:

---

#### 12.1.4.1. ENFOQUE EN PEQUEÑOS RESTAURANTES

La patente mencionada posee un sistema diseñado para operaciones comerciales grandes y múltiples ubicaciones, conectándose a un servidor central para el análisis de los datos obtenidos de varias cocinas.

El producto de este proyecto se enfocará en pequeños restaurantes, eliminando la necesidad de un servidor central y ofreciendo un sistema local que almacene los datos de forma más sencilla y accesible.

---

#### 12.1.4.2. DISEÑO FÍSICO SIMPLIFICADO

La patente utiliza una báscula de piso grande para colocar receptáculos de residuos, diseñada para espacios industriales.

En este caso, se optará por un diseño compacto y portátil, más adecuado para un espacio limitado de una cocina pequeña. Se procurará realizar un diseño más práctico y menos invasivo.

---

#### 12.1.4.3. ELIMINACIÓN DE FUNCIONES AVANZADAS

La patente incluye correcciones avanzadas de errores, capaz de estabilizar las lecturas de peso, reconocimiento de patrones y reconocimiento facial para identificar al personal.

Además, la interfaz de usuario incluye varias opciones para clasificar los residuos por categoría, etapa del proceso de desecho y motivos, que se envía a un servidor de datos central para el análisis remoto, almacenamiento en la nube y generación de informes complejos.

La principal diferencia con el producto desarrollado será la ausencia de esas funciones avanzadas. Se optará por sensores simples que se enfoquen en medir el peso y proporcionar datos básicos de los desechos, una interfaz apenas con opciones básicas y evitando la conectividad en la nube mediante el uso de otros métodos para acceder a los datos generados.

Los informes generados deberán ser sencillos, incluyendo apenas la identificación del desecho, su peso y la fecha y la hora en las que se ha desechado.

---

#### 12.1.4.4. COSTE ACCESIBLE

Al estar dirigida a operaciones grandes e incluye múltiples funciones complejas, la solución de la patente se convierte en una solución más costosa.

Al simplificar el diseño, los materiales y la funcionalidad del producto que se quiere diseñar, se reducen los costes de desarrollo y su precio final. Estará enfocado en ofrecer una solución más accesible económicamente a pequeños restaurantes.

# ANEXO D: NECESIDADES DE LOS CLIENTES

## 1. INTRODUCCIÓN

Se ha realizado una encuesta con la finalidad de conocer las necesidades y preferencias de los trabajadores de cocina, así como los desafíos que enfrentan diariamente relacionados con la tarea de pesaje y registro de mermas.

Para conocer dichos aspectos, se ha formulado una serie de preguntas clave que se ha respondido de forma anónima por profesionales de cocina.

En este anexo, se expondrán dichas preguntas, se explicará su finalidad y se analizarán los datos finales con el fin de entender el comportamiento de los encuestados y determinar las características del producto final.

## 2. PREGUNTAS DE LA ENCUESTA

Las trece preguntas de la encuesta están divididas en diferentes bloques que pretenden explorar diversos aspectos del día a día de los profesionales de cocina, aunque se han presentado de forma continua para no interrumpir el flujo de respuesta del encuestado.

El primer bloque consta de cuatro preguntas y trata sobre los desafíos actuales que enfrentan los trabajadores con relación a los residuos orgánicos.

El segundo bloque está formado por tres preguntas que tienen la intención de conocer las preferencias y necesidades de los empleados en relación con los equipos de cocina en general.

El tercer bloque contiene dos preguntas que buscan conocer la opinión del profesional sobre la automatización y las nuevas tecnologías en el ambiente laboral.

El cuarto bloque consta de dos preguntas acerca de la postura del usuario respecto a la implementación de nuevos sistemas en el entorno laboral.

Finalmente, el quinto y último bloque contiene dos preguntas sobre el impacto que tendría en el trabajo diario la implementación de un nuevo equipo.

### 2.1. BLOQUE 1: DESAFÍOS ACTUALES

1. ¿Qué tan importante es para su restaurante llevar un registro preciso de las mermas orgánicas?
  - a) Nada importante
  - b) Poco importante
  - c) Moderadamente importante
  - d) Muy importante
  - e) Esencial

2. ¿Qué aspectos del manejo de residuos en la cocina te resultan más complicados o molestos? (Marca todas las que apliquen)
  - a) Transportar los residuos
  - b) Registrar el volumen de desperdicios
  - c) Separar los residuos
  - d) Otro
3. ¿Qué tan fácil te resulta mantener un registro o control sobre la cantidad de alimentos o insumos que se desperdician en la cocina?
  - a) Muy fácil
  - b) Fácil
  - c) Moderadamente difícil
  - d) Difícil
  - e) Muy difícil
4. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta su restaurante en la gestión de residuos orgánicos? (Marca todas las que apliquen)
  - a) Identificación de las mermas
  - b) Falta de tiempo para pesar los residuos
  - c) Espacio limitado para equipos adicionales
  - d) Otro

## 2.2. BLOQUE 2: PREFERENCIAS Y NECESIDADES EN LOS EQUIPOS DE COCINA

5. ¿Qué características valoras más en las herramientas o equipos que usas en la cocina diariamente? (Marca todas las que apliquen)
  - a) Durabilidad
  - b) Facilidad de uso
  - c) Tamaño compacto
  - d) Multifuncionalidad
  - e) Bajo mantenimiento
  - f) Otro:
6. ¿Qué tan importante es para ti que los equipos de cocina sean fáciles de mover y ajustar según las necesidades del día?
  - a) Nada importante
  - b) Poco importante
  - c) Moderadamente importante
  - d) Muy importante
  - e) Esencial
7. ¿Qué tan importante sería para ti que el equipo que usas en la cocina sea fácil de limpiar después de su uso?

- a) Nada importante
  - b) Poco importante
  - c) Moderadamente importante
  - d) Muy importante
  - e) Esencial
8. ¿Qué tan importante es para ti que los equipos de cocina sean fáciles de mover y ajustar según las necesidades del día?
- a) Nada importante
  - b) Poco importante
  - c) Moderadamente importante
  - d) Muy importante
  - e) Esencial

### 2.3. BLOQUE 3: AUTOMATIZACIÓN Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

9. ¿Prefieres equipos y herramientas que te ayuden a completar tareas de forma automática o prefieres mantener un mayor control manual?
- a) Prefiero la automatización
  - b) Prefiero el control manual
  - c) No tengo preferencia
10. ¿Cómo te sentirías si pudieras reducir el tiempo que dedicas a las tareas relacionadas con la limpieza y el manejo de residuos?
- a) Sería un gran alivio
  - b) Sería útil, pero no esencial
  - c) No cambiaría mucho mi día
  - d) Preferiría dedicar más tiempo a otras tareas

### 2.4. BLOQUE 4: CAPACITACIÓN Y USO DE NUEVOS SISTEMAS

11. ¿Te gustaría recibir capacitación o instrucciones específicas sobre cómo usar un nuevo equipo en la cocina?
- a) No, creo que podría entenderlo fácilmente
  - b) Sí, una breve guía sería útil
  - c) Sí, me gustaría una capacitación más detallada
  - d) Prefiero aprenderlo en la práctica, sin instrucciones formales
12. Si el equipo tuviera una pantalla o interfaz, ¿preferirías que fuera sencilla o con más opciones para ajustar configuraciones?
- 1) Muy sencilla, solo con lo esencial
  - 2) Moderadamente sencilla, con algunas opciones adicionales
  - 3) Completa, con varias opciones para personalizar

## 2.5. BLOQUE 5: IMPACTO EN EL TRABAJO DIARIO

13. ¿Qué impacto crees que tendría en tu trabajo diario un sistema que te ayudara a controlar mejor los insumos y reducir el desperdicio?
- Mejoraría significativamente la eficiencia
  - Ayudaría a reducir el estrés
  - No haría mucha diferencia
  - Podría complicar el trabajo si no se implementa bien
14. ¿Qué tan difícil crees que sería integrar una nueva tarea, como pesar los residuos, en tu rutina diaria?
- Muy difícil
  - Algo difícil
  - Moderadamente fácil
  - Fácil
  - Muy fácil

## 3. RESULTADOS DE LA ENCUESTA

Las preguntas anteriores fueron incluidas en un formulario de *Google Forms* y enviadas a un total de 20 profesionales de cocina.

Las respuestas obtenidas para cada pregunta se mostrarán a continuación, siguiendo el orden del apartado anterior, e indicando el porcentaje de participantes que eligieron cada una de las posibles respuestas.

### 3.1. PREGUNTA 1

La gráfica de la pregunta 1 presenta los siguientes resultados:

- 45% de los encuestados consideran muy importante llevar un registro preciso de las mermas orgánicas
- 30% lo califican como moderadamente importante
- 25% lo considera esencial
- Ningún encuestado considera poco o nada importante llevar un registro de las mermas orgánicas

Al ser considerada una tarea de alta importancia para el 70 % (45 % + 25 %) de los encuestados, y moderadamente importante para el 30 %, la implementación de soluciones tecnológicas que faciliten este proceso, como el producto que se pretende desarrollar en este proyecto, queda justificada.

### 1. ¿Qué tan importante es para su restaurante llevar un registro preciso de las mermas orgánicas?

20 respuestas

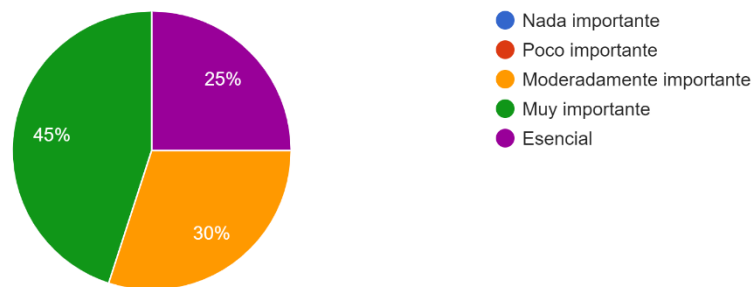


Imagen 89. Resultados de la pregunta 1. Fuente: Primaria.

## 3.2. PREGUNTA 2

En la pregunta 2, se han obtenido los siguientes resultados:

- 50% de los encuestados considera que transportar los residuos es una de las tareas más complicadas o molestas.
- El 55% opina que el registro del volumen de desperdicios es una tarea problemática.
- El 45% considera que separar los residuos es una de las tareas más complicadas o molestas.
- Respecto a otras tareas complicadas, solo el 5 % opina que cambiar el aceite usado es una tarea para tener en cuenta.

### 2. ¿Qué aspectos del manejo de residuos en la cocina te resultan más complicados o molestos? (Marca todas las que apliquen)

20 respuestas

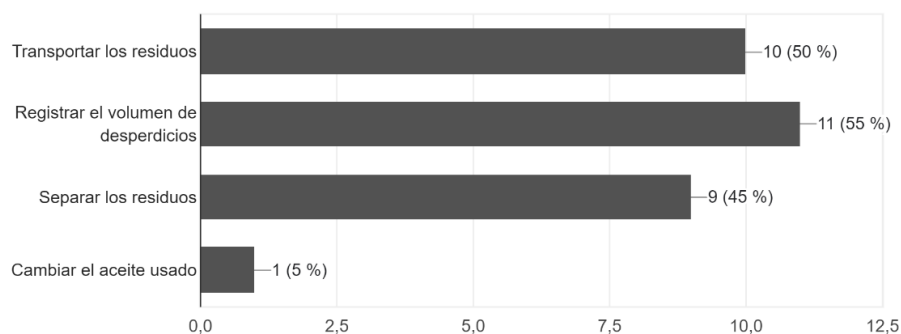


Imagen 90. Resultados de la pregunta 2. Fuente: Primaria.

El registro del volumen de desperdicios es la tarea considerada más problemática por los encuestados, lo que indica la necesidad de simplificar este proceso.

Por otro lado, dado que el transporte de residuos también es valorado como una tarea complicada, se deberá estudiar cómo hacer el equipo más ergonómico y eficiente.

En cuanto a la separación de residuos, el producto estará destinado exclusivamente a residuos orgánicos, facilitando así la tarea de separación de una parte de los desechos. Respecto a la tarea de cambiar el aceite usado, esta no es aplicable al presente proyecto.

### 3.3. PREGUNTA 3

Las respuestas a la pregunta 3 fueron las siguientes:

- El 40% de los encuestados encuentra moderadamente difícil llevar un control sobre los alimentos desperdiciados en la cocina.
- El 25% encuentra la tarea fácil.
- El 20% opina que es difícil.
- El 10% lo considera muy fácil.
- El 5% lo considera muy difícil.

3. ¿Qué tan fácil te resulta mantener un registro o control sobre la cantidad de alimentos o insumos que se desperdician en la cocina?

20 respuestas

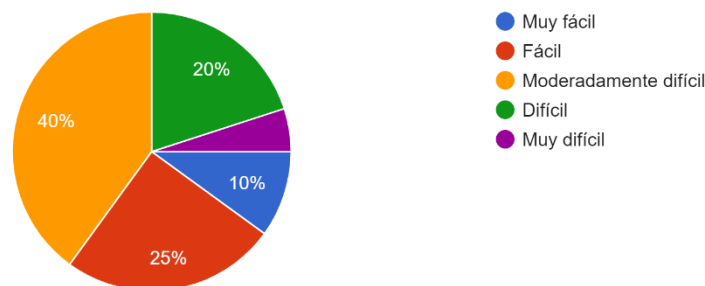


Imagen 91. Resultados de la pregunta 3. Fuente: Primaria.

Aunque se observa una gran variedad en las respuestas, se puede resumir que:

- El 65 % de los encuestados (40 % que lo considera “moderadamente difícil” + 20 % que lo considera “difícil” + 5 % que lo considera “muy difícil”) percibe una dificultad considerable al mantener un registro de los desperdicios. Esto indica una necesidad de mejorar o simplificar los procesos existentes.
- Solo el 35 % (25 % que lo considera “fácil” + 10 % que lo considera “muy fácil”) considera que el proceso no presenta grandes complicaciones. Aunque algunos trabajadores opinen que el proceso es manejable, se puede mejorar en términos de facilidad y eficiencia.

En conclusión, la mayoría de los encuestados ve el proceso como mejorable, lo que hace que el producto que se pretende desarrollar en este proyecto sea una solución adecuada.

### 3.4. PREGUNTA 4

En la pregunta 4 se obtuvieron los siguientes resultados:

- El 60% de los encuestados sugiere que el principal desafío que enfrenta es la gestión de residuos orgánicos es la falta de tiempo para pesar los residuos.
- El 50% considera que se trata de la falta de espacio para insertar equipos adicionales en área de trabajo es un problema importante.
- El 40% opina que identificar las mermas es uno de los principales desafíos.
- Solo el 5% piensa que la ineptitud de los trabajadores representa un desafío a la hora de gestionar los residuos orgánicos.

#### 4. ¿Cuáles son los principales desafíos que enfrenta su restaurante en la gestión de residuos orgánicos? (Marca todas las que apliquen)

20 respuestas

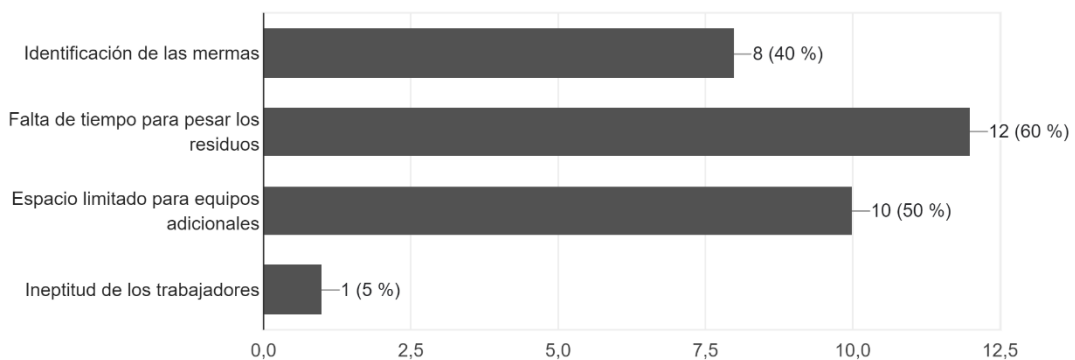


Imagen 92. Resultados de la pregunta 4. Fuente: Primaria.

Uno de los propósitos de crear un contenedor de basura con báscula integrada y un sistema de registro de mermas es precisamente agilizar y facilitar este proceso. Al detectarse que la falta de tiempo para pesar los residuos es un problema común, se confirma que el producto nace de una necesidad real.

Además, se deberán tener en cuenta los demás resultados de la encuesta para diseñar un producto fácil de usar, con una base de datos que facilite la identificación de las mermas y un tamaño compacto que encaje incluso en los espacios más reducidos.

### 3.5. PREGUNTA 5

En la pregunta 5, se obtuvieron los siguientes resultados:

- El 75% de los encuestados valoran la facilidad de uso de los equipos de cocina.
- El 65% valora la durabilidad del producto.
- El 65% aprecia que el equipo de cocina requiera un bajo mantenimiento.
- El 45% opina que los equipos deben ser multifuncionales.
- El 35% opina que el equipo debe tener un tamaño compacto.

- El 5% valora que el equipo sea económico.

5. ¿Qué características valoras más en las herramientas o equipos que usas en la cocina diariamente? (Marca todas las que apliquen)

20 respuestas

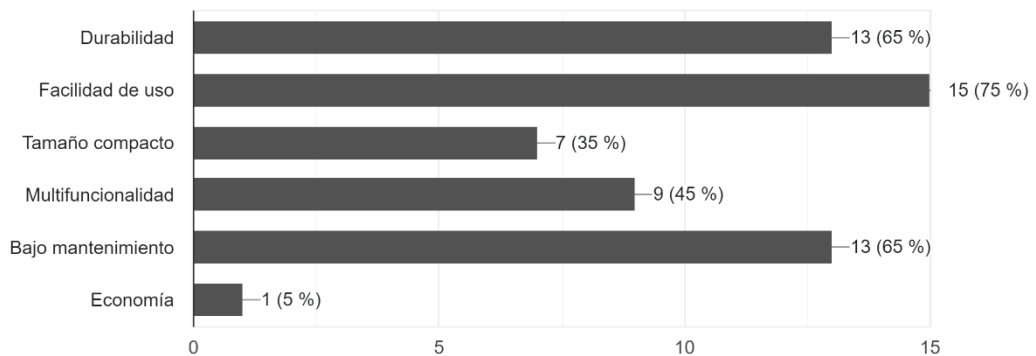


Imagen 93. Resultados de la pregunta 5. Fuente: Primaria.

De las respuestas obtenidas se extrae información valiosa sobre los requerimientos del producto: las características más apreciadas son la durabilidad, la facilidad de uso y el bajo mantenimiento.

Se debe apostar por materiales fáciles de limpiar y desinfectar, con construcciones que permitan un desmontaje sencillo para un mantenimiento óptimo, evitando la acumulación de suciedad y el desgaste prematuro por el uso de productos de limpieza.

La interfaz del producto debe ser intuitiva y fácil de manejar para que cualquier profesional de cocina pueda usarla sin dificultad.

Aspectos como la multifuncionalidad, el precio económico y el tamaño compacto también deben ser considerados.

### 3.6. PREGUNTA 6

La pregunta 6 obtuvo las siguientes respuestas:

- El 45% de los encuestados considera muy importante que los equipos de cocina sean fáciles de mover y ajustar según las necesidades.
- El 30% lo considera esencial.
- El 25% lo considera moderadamente importante.
- Ningún encuestado consideró este aspecto “poco importante” o “nada importante”.

Teniendo en cuenta que el 75 % de los encuestados, que incluye a quienes votaron “muy importante” y “esencial”, opina que es una característica de gran relevancia que los equipos de cocina se puedan mover y ajustar fácilmente, además del 25 % que lo considera “moderadamente importante” aunque no crucial, se deberán estudiar opciones que faciliten dicha tarea.

6. ¿Qué tan importante es para ti que los equipos de cocina sean fáciles de mover y ajustar según las necesidades del día?

20 respuestas

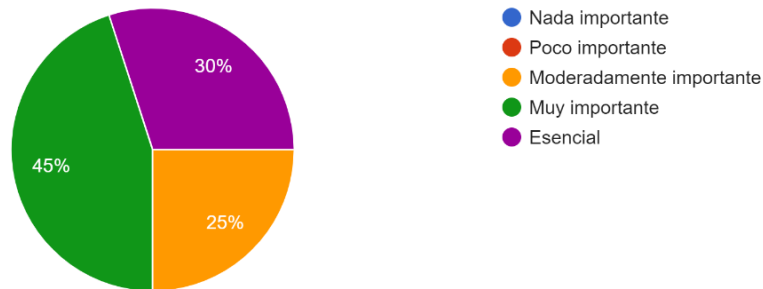


Imagen 94. Resultados de la pregunta 6. Fuente: Primaria.

### 3.7. PREGUNTA 7

Las respuestas a la pregunta 7 fueron las siguientes:

- El 50% de los encuestados considera esencial que el equipo que se usa a diario en una cocina sea fácil de limpiar después de su uso.
- 50% opina que es muy importante.
- Las opciones de “moderadamente importante”, “poco importante” o “nada importante” no obtuvieron ningún voto.

7. ¿Qué tan importante sería para ti que el equipo que usas en la cocina sea fácil de limpiar después de su uso?

20 respuestas

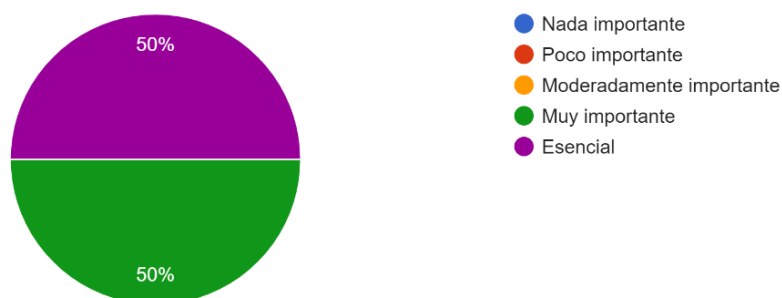


Imagen 95. Resultados de la pregunta 7. Fuente: Primaria.

El 100 % de los encuestados otorga gran importancia a la facilidad de limpieza de los equipos, por lo que este aspecto resulta crucial a tener en cuenta en el diseño del producto.

### 3.8. PREGUNTA 8

La pregunta 8 cuenta con las siguientes respuestas:

- El 45% de los encuestados prefiere que los equipos y herramientas de cocina sean automáticos.
- El 40% prefiere que sean manuales.
- El 15% no tiene preferencia por ninguna de las dos opciones.

8. ¿Prefieres equipos y herramientas que te ayuden a completar tareas de forma automática o prefieres mantener un mayor control manual?

20 respuestas

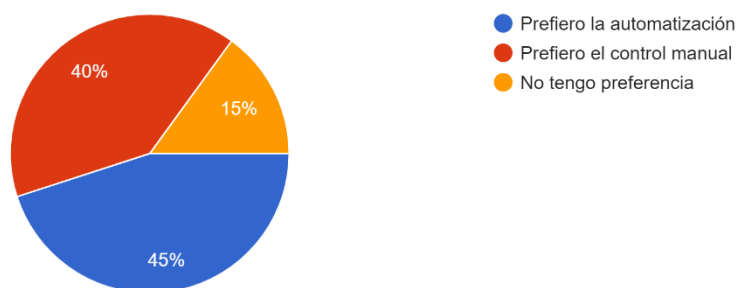


Imagen 96. Resultados de la pregunta 8. Fuente: Primaria.

Se observa que, en este caso, las opiniones están divididas. Al no apreciarse una tendencia clara, se procurará crear un producto que combine características automáticas con otras que permitan al profesional de cocina tener un mayor control sobre las tareas a realizar.

### 3.9. PREGUNTA 9

La pregunta 9 obtuvo los siguientes resultados:

- El 50% de los participantes consideran que sería un gran alivio reducir el tiempo dedicado a las tareas relacionadas con la limpieza y el manejo de residuos.
- El 25% preferiría dedicar más tiempo a otras tareas que no sean las mencionadas.
- El 25% cree que sería útil, pero no esencial.
- La opción “no cambiaría mucho mi día” no obtuvo ningún voto.

Nuevamente, se refleja la necesidad de crear un producto fácil de limpiar y que facilite la tarea de registro de mermas.

9. ¿Cómo te sentirías si pudieras reducir el tiempo que dedicas a las tareas relacionadas con la limpieza y el manejo de residuos?

20 respuestas

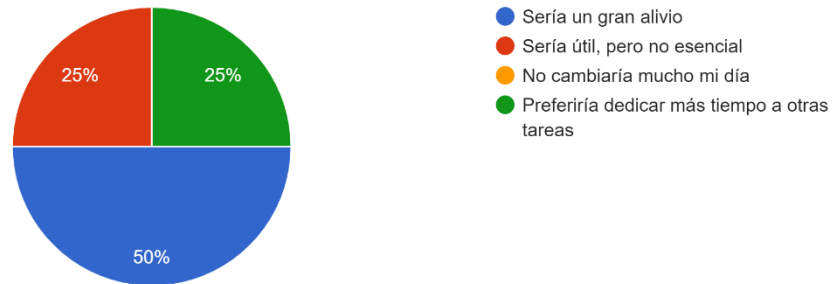


Imagen 97. Resultados de la pregunta 9. Fuente: Primaria.

### 3.10. PREGUNTA 10

En la pregunta 10, los encuestados respondieron lo siguiente:

- El 45% indicó que le gustaría recibir una capacitación o instrucciones detalladas sobre cómo usar un nuevo equipo de cocina.
- El 45% opina que una guía breve sería útil.
- El 5% cree que podría entenderlo fácilmente sin necesidad de una capacitación o instrucciones.
- El 5% prefiere aprender en la práctica sin instrucciones formales.

10. ¿Te gustaría recibir capacitación o instrucciones específicas sobre cómo usar un nuevo equipo en la cocina?

20 respuestas

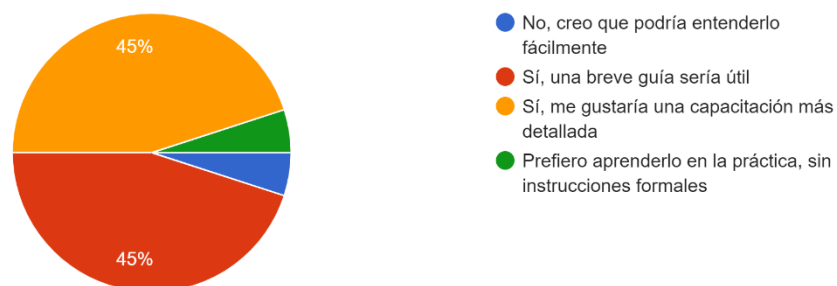


Imagen 98. Resultados de la pregunta 10. Fuente: Primaria.

Teniendo en cuenta que la mayoría de los encuestados está interesada en contar con algún tipo de instrucciones o formación para usar nuevos equipos de cocina, se debe cuidar que el producto sea lo más intuitivo posible y que incluya un manual de instrucciones completo que explique su correcto uso y todas las funciones disponibles.

### 3.11. PREGUNTA 11

Las siguientes respuestas se obtuvieron en la pregunta 11:

- El 60% prefiere que el equipo tenga una interfaz moderadamente sencilla, con algunas opciones adicionales.
- El 20% prefiere una interfaz muy sencilla, solo con lo esencial.
- El 20% prefiere que la interfaz sea lo más completa posible, con varias opciones para personalizar.

11. Si el equipo tuviera una pantalla o interfaz, ¿preferirías que fuera sencilla o con más opciones para ajustar configuraciones?

20 respuestas

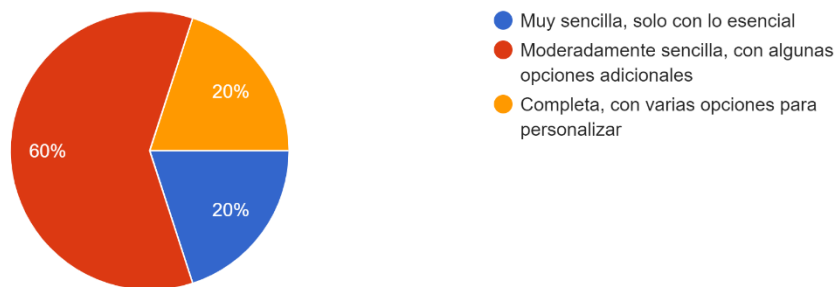


Imagen 99. Resultados de la pregunta 11. Fuente: Primaria.

Sería interesante que el producto mantenga una interfaz sencilla, que permita un uso fácil por la mayor cantidad posible de profesionales de cocina. Sin embargo, algunas características adicionales serían útiles para adaptar el equipo lo máximo posible a las necesidades del usuario.

### 3.12. PREGUNTA 12

Las respuestas a la pregunta 12 fueron las siguientes:

- El 55% de los encuestados opina que tener un sistema que ayude a controlar mejor los insumos y reducir el desperdicio mejoraría significativamente la eficiencia.
- El 25 % opina que le ayudaría a reducir el estrés generado por el trabajo.
- El 15% cree que, de no implementarse bien, podría complicar el trabajo en lugar de mejorar la eficiencia.
- Para el 5%, no haría mucha diferencia.

Para el 80 % de los encuestados, es decir, aquellos que respondieron que “mejoraría significativamente la eficiencia” y que “ayudaría a reducir el estrés”, el producto que se plantea sería de gran utilidad.

También vuelve a ser notoria la necesidad de crear una interfaz sencilla que asegure que el producto realmente ayude en la tarea de pesaje y registro de mermas, en vez de complicarla.

12. ¿Qué impacto crees que tendría en tu trabajo diario un sistema que te ayudara a controlar mejor los insumos y reducir el desperdicio?

20 respuestas

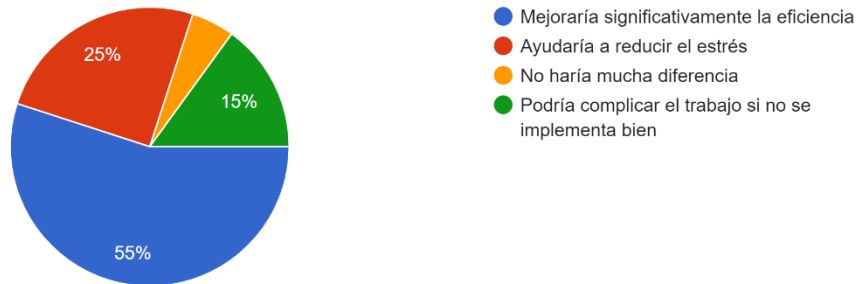


Imagen 100. Resultados de la pregunta 12. Fuente: Primaria.

### 3.13. PREGUNTA 13

Los encuestados respondieron a la pregunta 13 lo siguiente:

- El 65% opina que sería moderadamente fácil integrar nuevas tareas a su rutina diaria.
- El 20% considera que sería algo difícil.
- El 15% lo considera fácil.

13. ¿Qué tan difícil crees que sería integrar una nueva tarea, como pesar los residuos, en tu rutina diaria?

20 respuestas

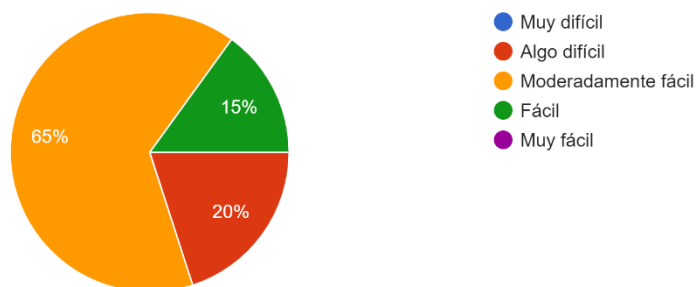


Imagen 101. Resultados de la pregunta 13. Fuente: Primaria.

Para que la tarea de pesaje y registro de mermas sea fácil de implementar, se debe estudiar de qué formas el producto puede ser ventajoso en relación con los métodos tradicionales existentes.

#### 4. RESUMEN DE LAS NECESIDADES IDENTIFICADAS

Categoría	Necesidad Identificada	Implicaciones para el diseño del producto
Uso y funcionalidad	Facilidad de uso	Interfaz intuitiva y simple, adecuada para cualquier trabajador.
	Instrucciones claras o capacitación	Incluir manual completo y guía de uso paso a paso.
	Interfaz moderadamente sencilla con algunas opciones	Equilibrar simplicidad y personalización.
	Integración de nuevas tareas moderadamente fácil	Facilitar la adopción con procesos rápidos y naturales.
Diseño físico	Tamaño compacto	Diseñar un equipo pequeño que se adapte a cocinas con poco espacio.
	Fácil de limpiar	Materiales lisos, resistentes y desmontables; diseño sin rincones donde se acumule suciedad.
	Fácil de transportar	Incluir ruedas y asas ergonómicas.
Mantenimiento y durabilidad	Bajo mantenimiento	Reducir partes móviles innecesarias y facilitar el acceso a componentes internos.
	Durabilidad	Usar materiales resistentes al uso intensivo y a productos de limpieza.
Tecnología y automatización	Registro automático de mermas	Integrar báscula y sistema digital de registro.
	Agilizar procesos por falta de tiempo	Minimizar pasos para registrar mermas, priorizando la rapidez.

Categoría	Necesidad Identificada	Implicaciones para el diseño del producto
	Identificación automática de mermas	Posible integración futura con bases de datos o sistemas de reconocimiento.
Otros aspectos valorados	Multifuncionalidad	Considerar la integración de otras funciones útiles.
	Bajo coste	Mantener una buena relación calidad-precio, aunque no sea el factor más determinante.

Tabla 18. Resumen de las necesidades de los clientes. Fuente: Primaria.

## 5. CONCLUSIÓN

Uno de los principales objetivos de la encuesta era determinar si un producto específico para el pesaje y el registro de mermas orgánicas en la cocina de un restaurante es realmente necesario, además de detectar otras necesidades desde la perspectiva de los usuarios potenciales.

Se ha observado a partir de las respuestas obtenidas que esta tarea es recurrente en los restaurantes, siendo los principales aspectos que la dificultan la falta de tiempo para pesar los residuos, la dificultad para identificar las mermas y la falta de espacio para equipos adicionales en la cocina.

Según los encuestados, la existencia de semejante producto sería, en general, de gran ayuda, consiguiendo ventajas como la posibilidad de dedicar más tiempo a otras tareas, mejorando la eficiencia y, consecuentemente, reduciendo el estrés de los empleados.

Además, los encuestados, repetidas veces, resaltaron la necesidad de equipos multifuncionales y compactos que no ocupen mucho espacio en la cocina, además de la gran importancia que tiene que los equipos sean fáciles de limpiar y de transportar.

Para que la implementación del producto sea exitosa en las cocinas de hostelería, debe ser fácil de utilizar por la gran mayoría de los empleados, evitando problemas de accesibilidad y ergonomía. Debe ser intuitivo y cumplir correctamente con su tarea.

Todos los requisitos mencionados se deben tener en cuenta, buscando siempre soluciones óptimas para cada uno de ellos.

# ANEXO E: ANÁLISIS DE RIESGOS

## 1. INTRODUCCIÓN

Para el desarrollo de este proyecto, un cubo de basura con báscula integrada para pesar y registrar las mermas de una cocina de restaurante, es fundamental identificar los factores que podrían afectar su implementación y funcionamiento.

Para identificar esos factores, se procederá a realizar un análisis de riesgos mediante las matrices DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas, Oportunidades) y CAME (Corregir las debilidades, Afrontar las amenazas, Mantener las fortalezas, Explotar las oportunidades), las cuales se dividen en aspectos de origen externo, que incluyen las oportunidades y amenazas; y en aspectos de origen interno, es decir, las fortalezas y debilidades; así como desarrollar estrategias que mitiguen los riesgos y potencien las ventajas competitivas.

## 2. ANÁLISIS DAFO

Los aspectos identificados en cada punto del análisis DAFO se recogen en la Tabla 19.

	POSITIVOS	NEGATIVOS
ORIGEN INTERNO	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Simplicidad de uso</li> <li>- Coste más bajo</li> <li>- Funcionalidad específica</li> <li>- Enfoque en negocios locales</li> </ul>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menos funciones avanzadas</li> <li>- Competencia con productos ya establecidos</li> <li>- Capacidad limitada de adaptación</li> </ul>
ORIGEN EXTERNO	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tendencia hacia la sostenibilidad</li> <li>- Enfoque en el mercado de restaurantes pequeños</li> <li>- Marketing enfocado a reducción de costes a largo plazo</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Competencia con productos más avanzados</li> <li>- Cambios en la tecnología</li> <li>- Fluctuaciones de costes de materiales</li> <li>- Preferencia por productos más conocidos</li> </ul>

Tabla 19. Análisis DAFO. Fuente: Primaria.

### 2.1. FORTALEZAS

Las principales fortalezas de este producto vienen marcadas por su simplicidad, coste, funcionalidad y enfoque en negocios locales.

Se quiere crear un producto sencillo, sin funciones complejas e intuitivo. Esos aspectos favorecerían su implementación y uso por los negocios locales.

Como debe ser un producto básico, sus componentes electrónicos serán sencillos y económicos, necesitando solamente lo esencial para cumplir con sus funciones básicas, lo que reduce el coste del producto en comparación a otros que poseen funciones más complejas.

Además, se utilizarán materiales de calidad y duraderos con tal de que su vida útil sea entre 10 y 12 años.

El producto está enfocado a negocios pequeños y locales, por lo que su coste no debe ser muy elevado y su implementación sea sencilla, sin requerir ningún conocimiento previo por parte del cliente final para poder usar el producto.

## 2.2. OPORTUNIDADES

Dada la creciente necesidad e interés en soluciones sostenibles, el producto puede posicionarse como una herramienta amigable con el medio ambiente, tanto por su función que consta en registrar los desperdicios, lo que permite un mayor control de recursos consumidos por el local; como por la durabilidad del producto en sí.

Además, gracias al coste accesible del producto, permite un enfoque específico en el mercado de restaurantes y franquicias pequeños. Un marketing que resalte la reducción de costes a largo plazo para el tipo de locales mencionado reforzará su atractivo.

## 2.3. DEBILIDADES

Una de las posibles debilidades que podría tener el producto, aunque también pueda ser una ventaja, es la simplicidad que presenta. Para algunos usuarios, esa característica podría ser insuficiente, declinándose por otras marcas que ofrecen funciones adicionales y mayor adaptación a sus posibles necesidades específicas y cambiantes.

También es posible que, debido a la existencia de productos más complejos en el mercado, la entrada y aceptación de este producto podría verse afectada.

## 2.4. AMENAZAS

Teniendo en cuenta el mercado actual, aunque no existan muchas opciones de productos similares, los existentes poseen funciones avanzadas, como la integración de inteligencia artificial para la detección automática del producto desechado y mayor automatización del proceso.

Por otro lado, con el constante desarrollo de la industria, existe una gran posibilidad de que la tecnología utilizada en el producto quede obsoleta en un corto periodo de tiempo.

Además, si los costes de los materiales aumentan, podría ser difícil mantener el precio bajo del producto.

Otra amenaza podría ser la preferencia de los clientes por productos más conocidos, aunque sean más caros, debido a la confianza y soporte que podrían ofrecer.

### 3. ANÁLISIS CAME

Teniendo en cuenta el análisis DAFO, se procede a realizar un análisis CAME (Tabla 20), que refleja el plan de acción para cada punto mencionado.

	POSITIVOS	NEGATIVOS
ORIGEN INTERNO	<p><b>MANTENER FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Destacar la facilidad de uso</li> <li>- Mantener el enfoque en la asequibilidad del producto</li> <li>- Seguir cumpliendo con la función principal sin complicaciones innecesarias</li> <li>- Mantener enfoque en pequeños restaurantes locales.</li> </ul>	<p><b>CORREGIR DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Considerar desarrollo de opciones adicionales</li> <li>- Estrategias de marketing que destaquen las fortalezas</li> <li>- Diseño que permita actualizaciones</li> </ul>
ORIGEN EXTERNO	<p><b>EXPLOTAR OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promover el producto como herramienta clave para la sostenibilidad</li> <li>- Desarrollo de alianzas con restaurantes locales para promover el producto</li> <li>- Desarrollar campañas que resalten el ahorro</li> </ul>	<p><b>AFRONTAR AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resaltar las ventajas de facilidad de uso y coste</li> <li>- Mantenerse pendiente de las tendencias tecnológicas</li> <li>- Establecer relaciones sólidas con proveedores</li> <li>- Construir una marca sólida mediante testimonios de clientes</li> </ul>

Tabla 20. Análisis CAME. Fuente: Primaria.

#### 3.1. MANTENER LAS FORTALEZAS

Con tal de mantener las fortalezas del producto, se continuará enfatizando en la facilidad de uso como uno de sus principales atractivos; y de su accesibilidad económica por parte de los negocios locales, enfatizando el retorno de la inversión a través de la reducción de los desperdicios.

Se deberá asegurar el cumplimiento de la función principal, que es pesar y registrar mermas, ya que su simplicidad puede ser una ventaja competitiva.

#### 3.2. EXPLOTAR LAS OPORTUNIDADES

La tendencia a la sostenibilidad se puede tomar como una oportunidad para promover el producto como una solución clave para la reducción de los residuos alimentarios y, por tanto, al cuidado del medio ambiente y de la sociedad. También deberá crearse

campañas que resalten en ahorro que los negocios podrán experimentar al adoptar este producto, enfatizando cómo pueden optimizar sus recursos y disminuir las pérdidas.

Por otro lado, al enfocarse en negocios locales pequeños, la atención al cliente deberá desarrollar una relación de confianza y cercanía con el cliente.

### 3.3. CORREGIR LAS DEBILIDADES

Teniendo en cuenta que la simplicidad del producto puede ser una desventaja, se deberá considerar desarrollar opciones adicionales o módulos que pueden ser agregados según las necesidades del cliente, pudiendo así captar el interés de los usuarios que deseen opciones más avanzadas.

Además, el producto deberá ser diseñado de forma que pueda ser fácilmente actualizado.

Por otro lado, y haciendo hincapié en lo que se ha mencionado anteriormente, se hace esencial la creación de una estrategia de marketing que enfatice las ventajas competitivas del producto.

### 3.4. AFRONTAR LAS AMENAZAS

Para resaltar las ventajas de este producto frente a otros similares, se deberá crear un mensaje que informen claramente las facilidades de uso, instalación y coste. Las pruebas gratuitas o demostraciones pueden ser clave para que el cliente se decline por este producto.

Por lo que se refiere a cambios en la tecnología, es esencial mantenerse al tanto de las tendencias tecnológicas en el sector y realizar actualizaciones periódicas del sistema.

En cuanto a las fluctuaciones de los costes de materiales, sería necesario establecer relaciones sólidas con los proveedores y diversificar las fuentes de materiales para minimizar el riesgo del aumento de costes.

Por último, para afrontar la amenaza por productos más conocidos, se trabajará en la construcción de una marca sólida a través del testimonio de clientes satisfechos y casos de éxito, además de una comunicación clara de los beneficios del producto y una atención al cliente excepcional.

## 4. CONCLUSIÓN

Tras el estudio de los riesgos que suponen el desarrollo, fabricación y comercialización de este producto, se ha podido conocer mejor los factores en los que hay que hacer hincapié y en los que se deben trabajar.

Por un lado, el bajo coste del producto y el enfoque en los negocios locales son fortalezas que pueden atraer a un segmento de mercado que busca soluciones efectivas y accesibles para la gestión de residuos de sus empresas.

Sin embargo, se ha observado que una de las principales características del producto y uno de sus puntos más fuertes, su simplicidad, puede ser tanto una ventaja como un inconveniente, necesitando estrategias para ambas situaciones, por lo que se deberá tanto resaltar su eficacia y valor como considerar la posibilidad de implementar funciones adicionales.

Asimismo, se pone de manifiesto la importancia mantenerse actualizado frente a las tendencias tecnológicas y a las variaciones en el coste de los materiales, además de la necesidad de la utilización de materiales sostenibles que se alineen con la creciente demanda de soluciones ecológicas.

# ANEXO F: DISEÑO CONCEPTUAL

## 1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se recogen las distintas propuestas de diseño desarrolladas para el contenedor inteligente que se está creando en este proyecto.

Se analizan las referencias visuales que han servido de inspiración para los bocetos iniciales, así como las opciones planteadas, con el objetivo de definir una línea que guíe el desarrollo del diseño final.

## 2. MOODBOARD E INSPIRACIÓN VISUAL

Para el desarrollo los bocetos de este producto, se ha creado un *moodboard* general o “tablero de inspiración” en el que se recopilan imágenes, colores, texturas, y elementos visuales que sirven como guías para el proyecto. Esta herramienta tiene como objetivo organizar ideas y comunicar los conceptos clave que ayudarán a definir la identidad del producto, orientando tanto la estética como el desarrollo funcional del diseño.



Imagen 102: Moodboard general. Fuente: Primaria.

Además, se ha elaborado dos *moodboards* temáticos adicionales con el fin de profundizar en aspectos específicos de diseño, tales como:

- La pantalla y su integración con un teclado (Imagen 103), en el que se analizan ejemplos de interfaces de usuario, disposiciones de botones y soluciones de visualización adaptadas a entornos de trabajo similares.



Imagen 103: Moodboard específico 1. Pantalla e interfaz de usuario. Fuente: Primaria.

- Formas generales de contenedores convencionales (Imagen 104), prestando atención a la forma de las tapas, a sistemas de apertura mediante pedal y proporciones estructurales aplicadas a productos de uso profesional.



Imagen 104: Moodboard específico 2. Contenedores y sistemas mecánicos. Fuente: Primaria.

Esos recursos permiten definir una base visual sólida desde la cual desarrollar propuestas coherentes tanto en lo funcional como en lo estético.

## 2.1. CONTEXTO DE USO: COCINAS PROFESIONALES

En el *Moodboard* de la Imagen 102 se incluyeron fotografías de cocinas profesionales reales. Se quiere transmitir visualmente el entorno en el que se usará el producto, así como justificar los materiales, colores y decisiones funcionales de diseño.

El objetivo es desarrollar un producto que cumpla eficazmente con su función y, al mismo tiempo, se integre de forma coherente en el espacio donde será utilizado. Debe transmitir una sensación de limpieza, armonía y profesionalidad, acorde al entorno exigente de una cocina profesional

## 2.2. PALETA CROMÁTICA Y MATERIALES

Se ha optado por una paleta cromática de tonos neutros, compuesta principalmente por grises, negros y azules. Estos colores transmiten una estética limpia y profesional, adecuada para el entorno al que va dedicado el producto. Los materiales seleccionados son plásticos en dichos tonos y metales pulidos, que refuerzan la sensación de higiene y facilitan la limpieza del producto.

Aunque, por ejemplo, en productos destinados al reciclaje de envases de plástico el color amarillo suele ser el más representativo, en este caso los tonos neutros resultan más

apropiados, ya que el contenedor está destinado a residuos orgánicos. La elección de plásticos resistentes y superficies metálicas lisas responde tanto a criterios funcionales como estéticos, garantizando durabilidad, facilidad de mantenimiento y coherencia visual con el entorno de uso.

### 2.3. REFERENCIAS FORMALES Y FUNCIONALES

En cuanto a la forma y funcionalidad del producto, se han recopilado referencias visuales tanto de objetos de similar funcionalidad como de cocinas profesionales completas, cuyos diseños destacan por su simplicidad, eficiencia y coherencia en el entorno.

Se priorizan las líneas rectas, ángulos suaves y superficies continuas, que destacan desde el punto de vista estético como del higiénico.

## 3. FASE DE BOCETADO INICIAL

### 3.1. EXPLORACIÓN DE FORMAS Y ESTRUCTURAS

En esta etapa, se llevó a cabo una exploración de soluciones volumétricas, mecánicas y estructurales mediante bocetos que permitieron una primera aproximación a la construcción del producto final.

Se analizaron con más profundidad las posibles tapas para el contenedor, así como todo el sistema de apertura por ser componentes clave desde el punto de vista funcional e higiénico (Imagen 105). Se presentaron distintas opciones de formas de tapa, de mecanismos de apertura mediante pedal y sus relaciones con el cuerpo principal del producto.

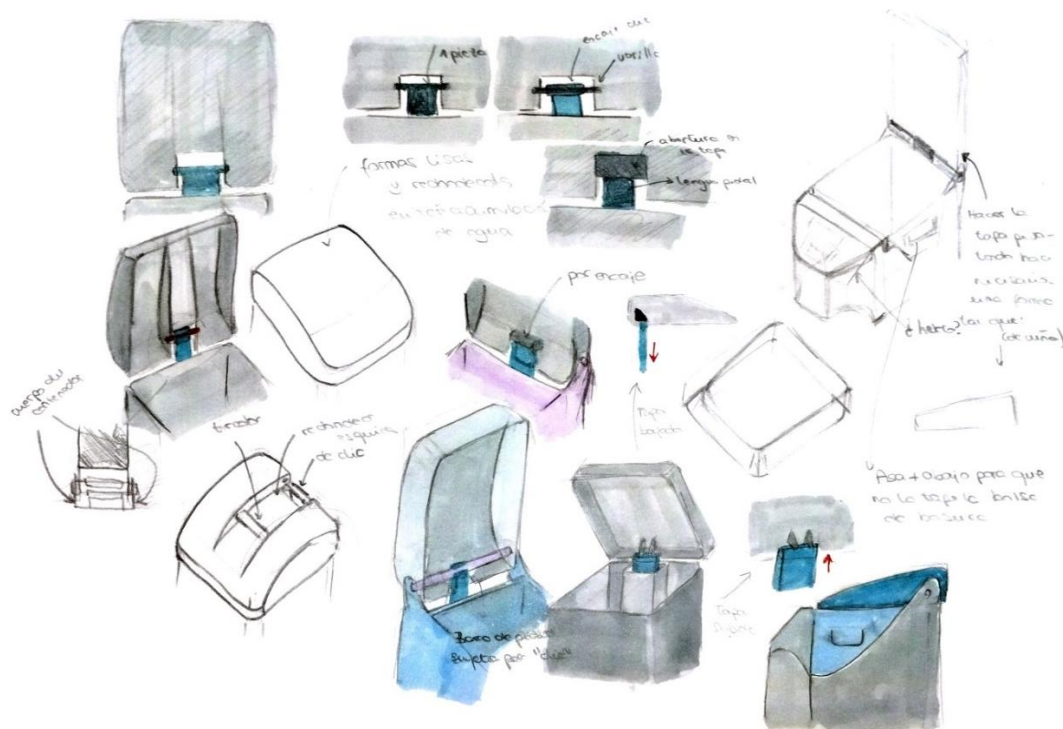


Imagen 105. Estudio del sistema de apertura. Fuente: Primaria.

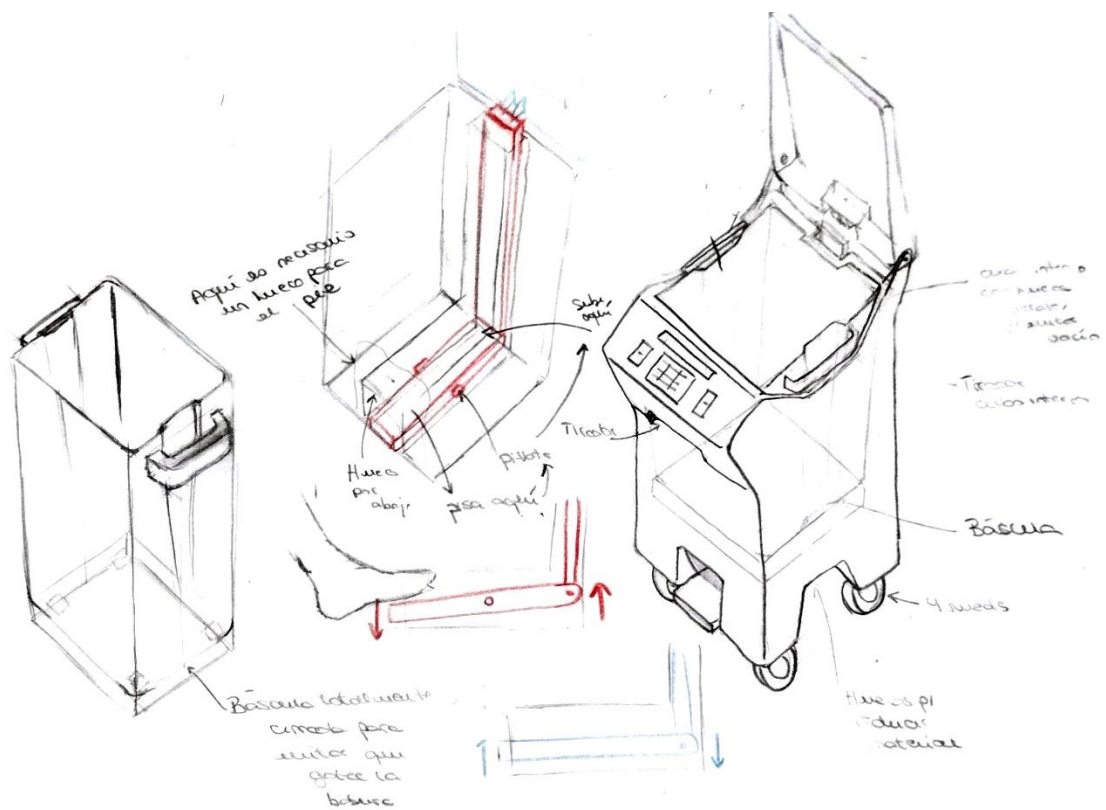


Imagen 106. Estudio de la geometría general. Fuente: Primaria.

Paralelamente, se desarrollaron bocetos del cuerpo del contenedor, del cubo interior y del panel de control, buscando distintas configuraciones que favorecieran la limpieza, estabilidad, ergonomía y movilidad del conjunto (Imagen 106, Imagen 107 e Imagen 108).

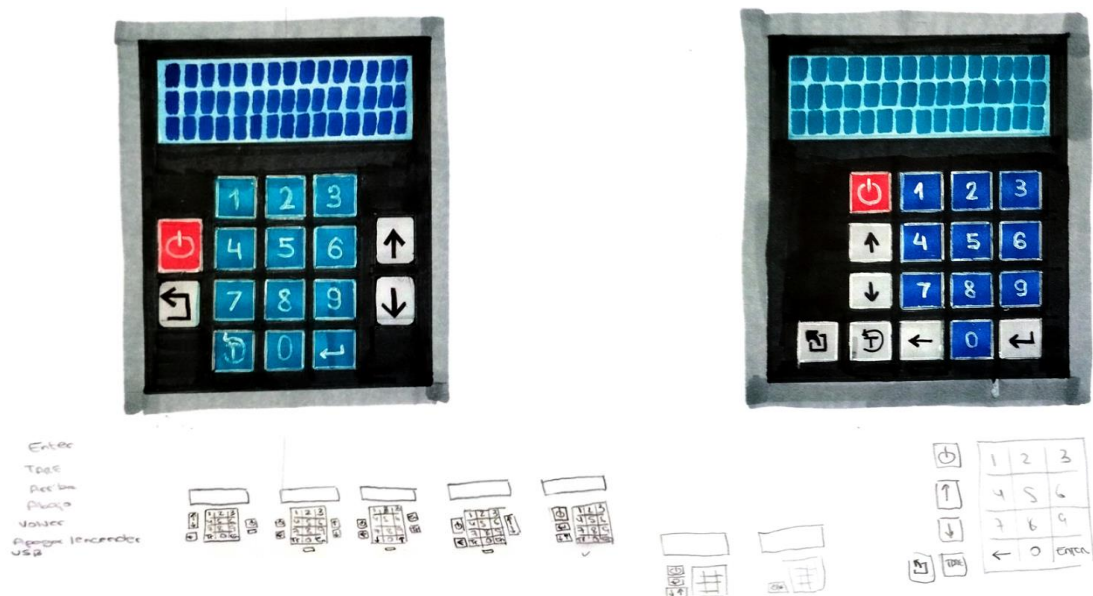


Imagen 107. Estudio de la distribución del panel de control. Fuente: Primaria.

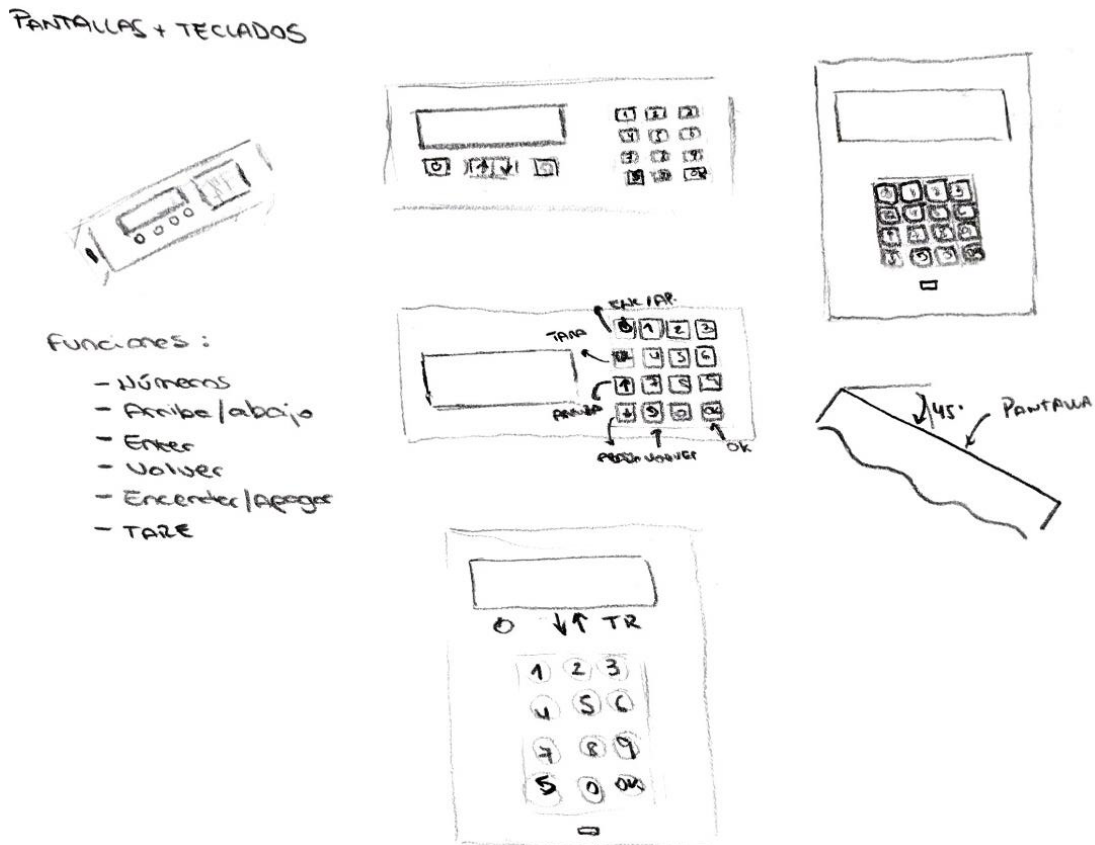


Imagen 108. Estudio de la distribución del sistema de control. Fuente: Primaria.

Este proceso de exploración inicial ayudó a comprender cómo pueden integrarse correctamente lo formal con lo funcional, así como a descartar soluciones poco viables, sirviendo como base para el desarrollo de las alternativas conceptuales.

### 3.2. ANÁLISIS FUNCIONAL DE LAS PRIMERAS PROPUESTAS

Durante el proceso de bocetado, se analizaron aspectos funcionales esenciales del producto:

- La ubicación y distribución del panel del control, teniendo en cuenta la ergonomía, la línea de visión del usuario y la postura de uso.
- La integración del sistema de pesaje en la base del producto.
- La extracción del cubo interior, considerando su accesibilidad, facilidad de limpieza y manipulación.
- La estructura del sistema de ruedas y frenos, asegurando que el contenedor sea móvil pero estable durante el uso.

Esta fase permitió establecer criterios de diseño sólidos que posteriormente se aplicaron al desarrollo de las diferentes alternativas conceptuales descritas en el punto 4. Alternativas conceptuales.

## 4. ALTERNATIVAS CONCEPTUALES

Una vez finalizada la fase de bocetado inicial, se desarrollaron diversas alternativas conceptuales.

Cada una de las propuestas plantea una configuración distinta a nivel estructural, ergonómico y funcional, atendiendo a los criterios definidos en el ANEXO C: ESPECIFICACIONES y respondiendo a las necesidades reales de uso en cocinas profesionales.

### 4.1. OPCIÓN 1

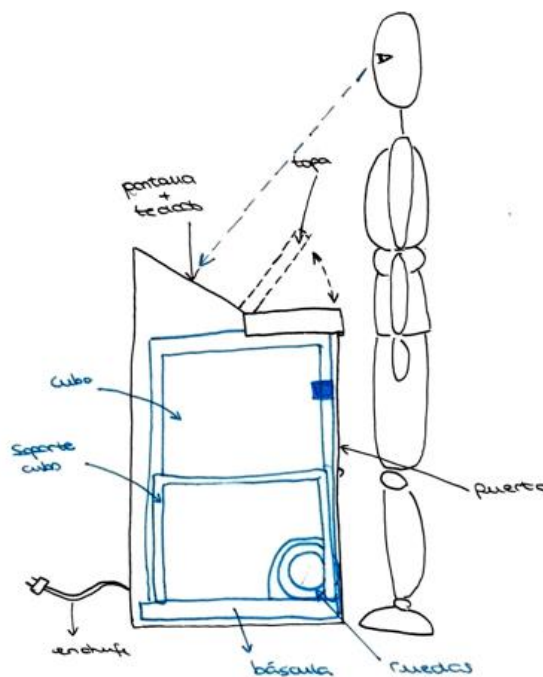


Imagen 109. Opción 1. Fuente: Primaria.

La opción 1 (Imagen 109) se trata de una estructura estática, compuesta por dos partes principales: el cuerpo exterior y el cubo interior.

El cuerpo exterior, fabricado en materiales como plástico o de metal, está formado por:

- Una pantalla y teclados numéricos, inclinados 45° para facilitar la lectura e interacción con el usuario.
- Una tapa accionada mediante un pedal mecánico, que permite una apertura higiénica sin usar las manos.
- Una puerta frontal que aísla el cubo interior, evitando la salida de olores.
- Un enchufe para la alimentación eléctrica del producto.
- Una plataforma de pesaje ubicada en el interior.

- Una guía que asegura la correcta colocación del cubo de basura.

Además, la estructura tiene una altura ergonómica, pensada para evitar malas posturas.

El cubo interior, de plástico, está diseñado para ser extraíble. Incluye dos ruedas y un tirador, que facilitan el desplazamiento y vaciado del contenedor, sin necesidad de levantar peso.

### 4.2. OPCIÓN 2

La Opción 2 (Imagen 110) consiste en una estructura móvil, también compuesta por dos estructuras: un cubo simple y la estructura general. Apuesta por la movilidad del conjunto completo sin depender de una toma de corriente fija.

La estructura general está formada por:

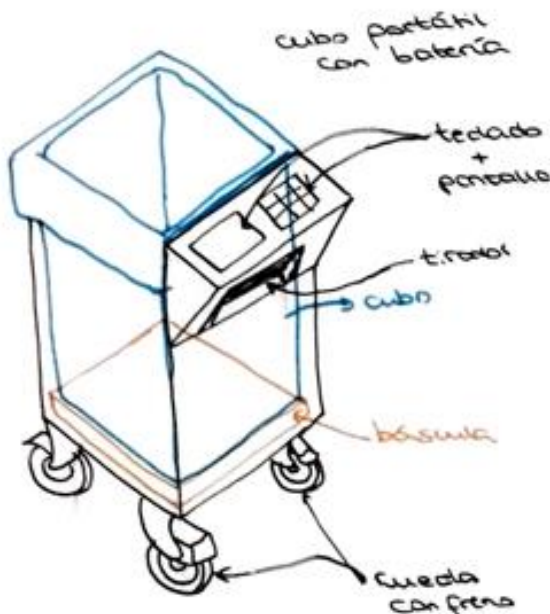


Imagen 110. Opción 2. Fuente: Primaria.

- Una pantalla y un teclado, inclinados 45°.
- Un tirador ubicado debajo de la pantalla, aprovechando el espacio frontal para facilitar el transporte.
- Cuatro ruedas, de las cuales dos ruedas delanteras incorporan freno, permitiendo estabilidad durante el uso, y dos traseras sin freno.
- Una plataforma de pesaje situada en el interior, sobre la que se coloca el cubo para pesar y registrar su contenido.
- Dos pequeñas ranuras en los laterales en la parte frontal, que permiten la colocación de la bolsa de basura sin entorpecer la visibilidad y uso de la pantalla.
- Una batería recargable que provee alimentación para los componentes eléctricos.

El cubo interior es un elemento extraíble, facilitando su limpieza diaria.

### 4.3. OPCIÓN 3

La Opción 3 (Imagen 111), como la anterior, plantea una solución de contenedor móvil y autónomo, que no requiera una toma de corriente fija.

El conjunto está formado por una estructura exterior y un cubo interior extraíble diseñado para una fácil limpieza y vaciado.

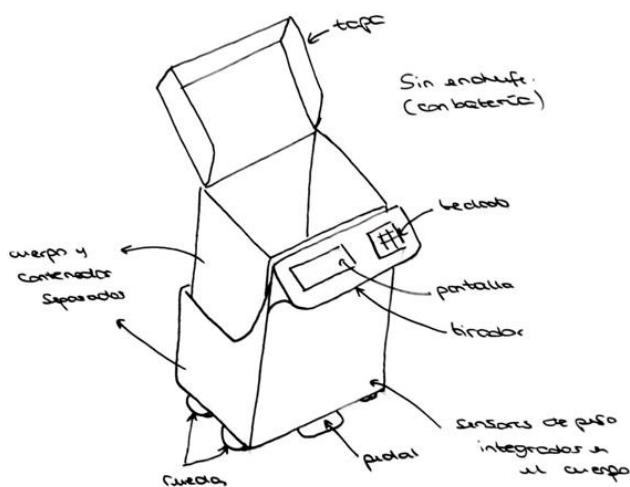


Imagen 111. Opción 3. Fuente: Primaria.

La estructura externa incorpora las siguientes características:

- Un teclado y pantalla integrados en la parte frontal, inclinados 45° para mejorar la visibilidad y favorecer la postura ergonómica del usuario.
- Una tapa que cubre el cubo interior que se acciona mediante un pedal mecánico, evitando el contacto manual.
- Cuatro ruedas que permiten un desplazamiento fluido en todas

las direcciones. Las dos ruedas frontales cuentan con freno para garantizar una mayor estabilidad.

- Una plataforma de pesaje, situada en el interior de la estructura, sobre la cual se sitúa el cubo para el pesaje de los desechos.
- Una batería recargable para la alimentación de los componentes eléctricos sin necesidad de conectarlos a la red eléctrica.

#### 4.4. OPCIÓN 4

La Opción 4 (Imagen 112) plantea una estructura única. Se trata de un contenedor pensada para su uso en un lugar fijo, ya que necesita toma de corriente eléctrica.

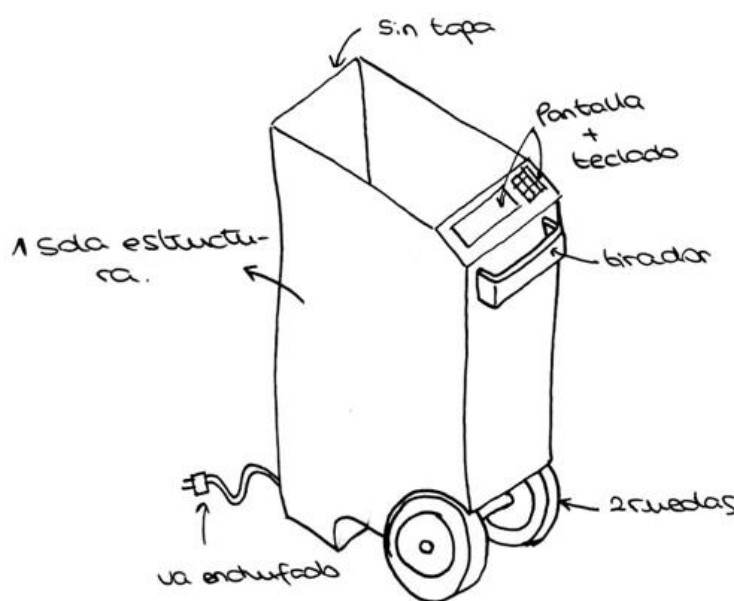


Imagen 112. Opción 4. Fuente: Primaria.

Cuenta con los siguientes elementos:

- Pantalla y teclados inclinados 45° en la parte frontal.
- Dos ruedas situadas en la parte frontal de la estructura para facilitar su desplazamiento.
- Un tirador en la parte frontal que ayuda a desplazar el contenedor.
- Un enchufe en la parte trasera para conectar el dispositivo a la corriente eléctrica.

- Una plataforma de pesaje en su interior, sobre la cual se colocan directamente la bolsa de basura y los residuos.

Esta opción apuesta por una estructura más simple y compacta para espacios donde el contenedor permanece fijo y no requiere movilidad constante.

#### 4.5. OPCIÓN 5

La Opción 5 (Imagen 113) se ha planteado de forma muy similar a la Opción 1, pero introduce mejoras en la accesibilidad y el diseño de la tapa.

La principal diferencia está en que la pantalla, en este caso, se encuentra en la parte frontal, lo que facilita su acceso durante el uso.

El resto de la estructura es la misma. Incluye:

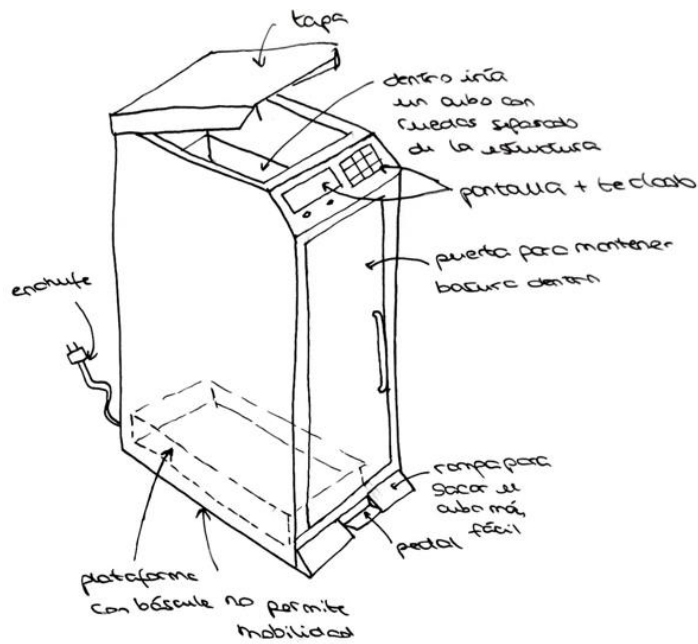


Imagen 113. Opción 5. Fuente: Primaria.

- Un pedal mecánico para abrir la tapa sin utilizar las manos.
- Una puerta frontal para aislar los residuos y contener posibles olores.
- Un cubo en el interior, con ruedas y tirador para poder desplazarlo fácilmente.
- Una plataforma de pesaje con guías laterales, diseñada para mantener el cubo centrado.
- Un cable de alimentación que conecta el dispositivo a la corriente eléctrica.

#### 4.6. OPCIÓN 6

La Opción 6 (Imagen 114) busca una solución simple y funcional, con foco en la movilidad del contenedor. El conjunto se basa en el envío de los datos de peso a una aplicación móvil, lo que permite el control y registro de los desechos.

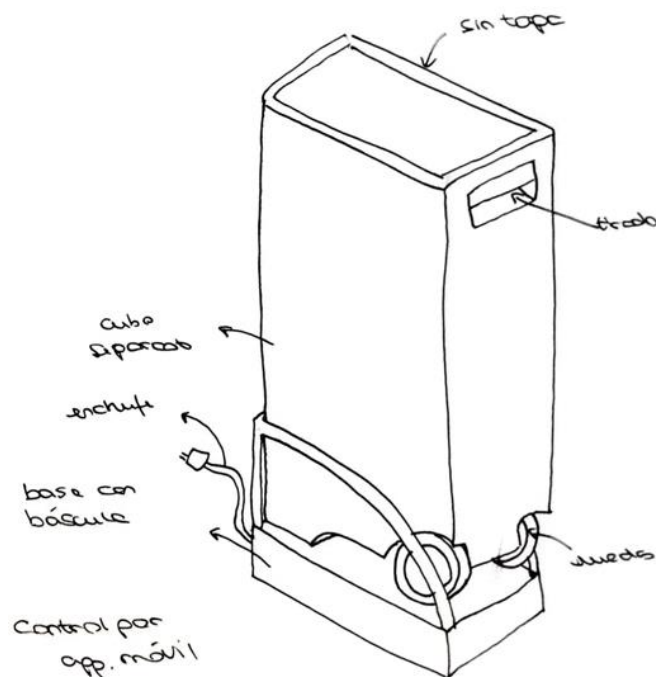


Imagen 114. Opción 6. Fuente: Primaria.

Se compone de dos partes: una plataforma de pesaje y un cubo móvil.

La plataforma contiene todos los elementos electrónicos necesarios para el pesaje de los residuos y envío de datos, además de un cable para la toma de corriente eléctrica que permite el funcionamiento de los componentes. Tiene integrado unas guías que permite una correcta colocación del cubo sobre la base.

Por otro lado, el cubo de basura tiene dos ruedas delanteras y un tirador para facilitar su desplazamiento y vaciado.

## 4.7. OPCIÓN 7

La Opción 7 propone una solución móvil, basada en una estructura principal y un cubo interior extraíble.

El cuerpo del producto está formado por:

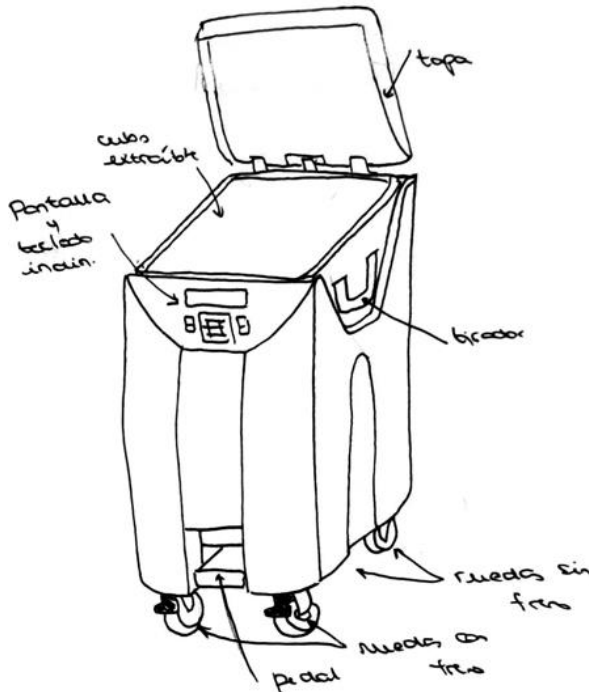


Imagen 115. Opción 7. Fuente: Primaria.

- Una pantalla y teclados inclinados, situados en la parte frontal.
- Un mecanismo de pedal y tapa, para evitar el contacto manual.
- Cuatro ruedas que permiten una movilidad en todas las direcciones. Las dos ruedas frontales tienen freno que, al ser accionados, bloquean el movimiento brindando estabilidad.
- Una plataforma de pesaje en el interior, sobre la cual se sitúa el cubo para registrar los desechos.
- Una batería recargable, que otorga autonomía al producto.

El cubo extraíble se sitúa en el interior del cuerpo, sobre la plataforma de pesaje. Tiene dos asas laterales que permiten el movimiento del conjunto completo, además de la extracción del cubo para su limpieza y vaciado.

## 5. SELECCIÓN DEL CONCEPTO FINAL

### 5.1. METODOLOGÍA APLICADA

Con el fin de seleccionar objetivamente el concepto más adecuado, se ha seguido una metodología basada en el análisis comparativo de las distintas alternativas generadas y expuestas en el Apartado 4. Alternativas conceptuales. Dicha metodología está basada en el enfoque de diseño total propuesto por Stuart Pugh, utilizando como herramienta la matriz de Pugh.

En la matriz de Pugh se ha evaluado cada opción tomando de referencia la opción 1. Cada criterio ha sido puntuado con un -1, un 0 o un 1, según si el diseño tiene un peor, igual o mejor desempeño en dicho criterio en comparación con la opción de referencia. Además, se ha aplicado una ponderación en cada criterio, priorizando aquellos aspectos más relevantes para el producto y su entorno.

Esta metodología permite tomar decisiones basadas en datos reales y no solo en percepciones subjetivas, facilitando una elección coherente con los objetivos generales del proyecto.

## 5.2. CRITERIOS DE DECISIÓN

Para realizar la selección de la propuesta más adecuada para el diseño final del contenedor, se ha realizado una matriz comparativa basada en criterios objetivos. Esos criterios se han definido a partir del *Anexo C: Especificaciones*, y del contexto específico en el que será usado el producto: cocinas profesionales.

A continuación, se describen brevemente los criterios considerados:

- Accesibilidad del sistema de control. Se valora la disposición de la pantalla y el teclado, así como su inclinación y visibilidad. Se busca una interacción rápida y cómoda por parte del usuario en entornos dinámicos.
- Facilidad de limpieza. Evalúa si el diseño permite una higienización rápida y eficaz, tanto del interior como del exterior del contenedor. Se tienen en cuenta aspectos como la presencia de superficies lisas, de cubos extraíbles, facilidad de acceso a zonas más críticas y ausencia de recovecos.
- Movilidad del sistema completo. Considera si el producto puede ser fácilmente desplazado dentro del entorno de trabajo. Se analiza la presencia de ruedas, tiradores o si el sistema depende o no de una toma de corriente fija.
- Higiene en el uso. Se valora la existencia de pedales o algún otro sistema que permita abrir la tapa y manejar el contenedor sin contacto directo, reduciendo el riesgo de contaminación cruzada.
- Autonomía energética. Se analiza si el producto cuenta con batería recargable, que permite mayor flexibilidad en la ubicación del producto, o si requiere conexión a la red eléctrica.
- Estabilidad durante el uso. Evalúa si el producto se mantiene estable durante el uso en situaciones como accionar el pedal o al introducir residuos. Se tiene en cuenta la inclusión de frenos en las ruedas y el equilibrio estructural del producto.
- Simplicidad constructiva. Considera la complejidad del diseño en relación con la fabricación, el ensamblaje y el mantenimiento.
- Capacidad de integración tecnológica. Se refiere a la capacidad del sistema de integrar adecuadamente el módulo de pesaje u otros elementos.

Los criterios mencionados han sido utilizados para comparar las distintas alternativas conceptuales de forma objetiva en una matriz de Pugh, con la finalidad de determinar cuál de ellas ofrece el mayor equilibrio entre funcionalidad, viabilidad técnica y experiencia de uso.

## 5.3. SELECCIÓN DEL CONCEPTO

Tras aplicar la metodología descrita (Imagen 115), la propuesta que ha obtenido la mejor valoración ha sido la opción 7.

Criterios de selección (necesidades del cliente)	Ponderación	Opción 1 (referencia)		Opción 2		Opción 3		Opción 4		Opción 5		Opción 6		Opción 7	
		Puntos	Puntos pond.	Puntos	Puntos pond.	Puntos	Puntos pond.	Puntos	Puntos pond.	Puntos	Puntos pond.	Puntos	Puntos pond.	Puntos	Puntos pond.
Accesibilidad sistema de control	15%	0	0	1	0,15	1	0,15	1	0,15	1	0,15	-1	-0,15	1	0,15
Facilidad de limpieza	15%	0	0	0	0	0	0	1	0,15	0	0	1	0,15	0	0
Movilidad del sistema completo	10%	0	0	1	0,1	1	0,1	0	0	0	0	0	0	1	0,1
Higiene	15%	0	0	-1	-0,15	0	0	-1	-0,15	0	0	-1	-0,15	0	0
Autonomía energética	10%	0	0	1	0,1	1	0,1	0	0	0	0	0	0	1	0,1
Estabilidad durante el uso	10%	0	0	-1	-0,1	-1	-0,1	0	0	0	0	1	0,1	0	0
Simplicidad constructiva	10%	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0	0	1	0,1	0	0
Capacidad de integración tecnológica	15%	0	0	1	0,15	1	0,15	1	0,15	0	0	-1	-0,15	1	0,15
TOTAL	100%	0	0	2	0,25	3	0,4	3	0,4	1	0,15	0	-0,1	4	0,5

Imagen 116. Matriz de Pugh. Fuente: Primaria.

Se concluye que es la alternativa más equilibrada en términos de funcionalidad, ergonomía, facilidad de uso, higiene y adaptabilidad al entorno de cocinas profesionales.

Esta opción destaca frente a las demás por combinar:

- Un sistema de pesaje integrado con batería recargable.
- Un cuerpo móvil con ruedas y frenos que facilita su transporte y uso en distintas estaciones de trabajo.
- Una tapa con apertura mediante pedal, que evita el contacto directo y mejora la higiene.
- Un cubo extraíble con asas laterales, que simplifica la limpieza diaria y el vaciado del contenedor.

Esta opción mantiene un diseño compacto y robusto, compatible con los entornos exigentes de cocinas profesionales, reforzando su adecuación como solución final dentro del marco funcional y estético planteado en el proyecto.

# ANEXO G: DESARROLLO CONCEPTUAL

## 1. INTRODUCCIÓN

Esta etapa del proyecto traza un puente entre la definición de necesidades y el diseño conceptual, asegurando que las decisiones de diseño adoptadas estén alineadas con los criterios de funcionalidad, viabilidad y sostenibilidad definidos previamente en el *Anexo B: Estudio de viabilidad* y en el *Anexo C: Especificaciones*.

Se desarrollará la etapa conceptual del diseño, definiéndose la estructura general del producto, su configuración física y los parámetros técnicos que permitirán guiar las siguientes fases del proyecto.

Este capítulo presenta, en primer lugar, la arquitectura del producto, entendida como la organización de los componentes físicos y funcionales y la relación entre ellos, siguiendo principios de modularidad y jerarquía. A continuación, se analiza la configuración del diseño, evaluando los posibles escenarios de fallo y el comportamiento del sistema ante diferentes modos de uso. Finalmente, se detallan los parámetros técnicos y materiales relevantes para su futura implementación en el producto final.

## 2. ARQUITECTURA DEL PRODUCTO

En este capítulo, se describirá la arquitectura del producto. Se utilizará un método de cuatro pasos que implican:

1. Crear un esquema del producto, es decir, un diagrama, que represente los elementos constitutivos del producto. Debe reflejar una idea general del producto, sin necesidad de entrar en detalles.
2. Agrupar los elementos del esquema.
3. Crear una disposición geométrica aproximada.
4. Identificar las interacciones fundamentales.

### 2.1. ESQUEMA GENERAL DEL PRODUCTO

El sistema se concibe como un contenedor de basura para cocinas profesionales cuyas funciones principales se resumen en pesar los residuos orgánicos depositados en su interior, registrar esa información y enviarla de manera inalámbrica a una base de datos.

En general, el sistema debe realizar las siguientes tareas:

- Recolectar residuos orgánicos.
- Recibir datos de los sensores y transformarlos en datos comprensibles por el usuario.
- Registrar el peso del alimento y su identificación, además de la fecha y la hora en las que ocurre la acción.

- Enviar los registros obtenidos a una base de datos.
- Facilitar su transporte en el espacio de trabajo.
- Garantizar su funcionamiento en entornos húmedos y de temperaturas extremas.
- Ser autosuficiente.

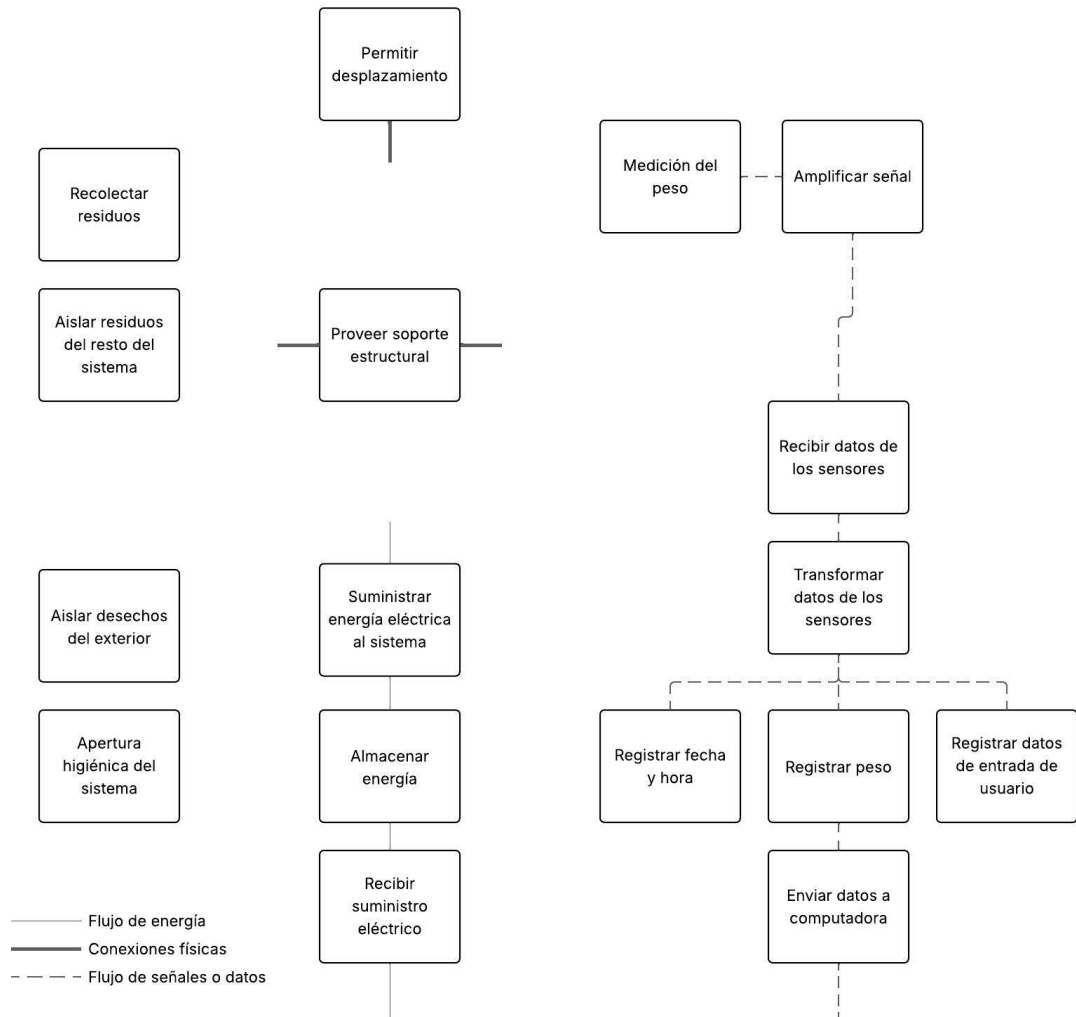


Imagen 117. Esquema general del producto. Fuente: Primaria.

Teniendo en cuenta las funciones generales que debe cumplir el producto, se procederá a identificar los módulos en los que se reparten esas funciones.

## 2.2. AGRUPACIÓN EN MÓDULOS FÍSICO-FUNCIONALES

Para desarrollar la arquitectura del producto, se ha descompuesto el sistema en módulos físicos que cumplen funciones específicas. Esta modulación favorece el diseño estructurado del producto, facilita su fabricación, mantenimiento y montaje, y permite su evolución futura mediante la posible sustitución y mejora de los módulos de forma individual.

Se han identificado los siguientes módulos con sus funciones:

- Estructura principal. Sirve de estructura base para el resto de los módulos.
- Cubo interno extraíble. Almacena los residuos y los aísla del resto del sistema.
- Sistema de pesaje. Se encarga de la medición del peso del residuo depositado en el contenedor.
- Unidad de control electrónico encapsulada. Sus funciones incluyen: recibir datos, registrarlos y enviarlos mediante *Wi-Fi*; mostrar datos en pantalla y registrar datos de entrada del usuario. Debe tener protección contra la humedad, el calor y la suciedad.
- Módulo de alimentación. Provee energía al sistema.
- Sistema de apertura. Permite la apertura sin contacto mediante un pedal.
- Módulo de movilidad. Permite el fácil desplazamiento del contenedor en el espacio de trabajo.

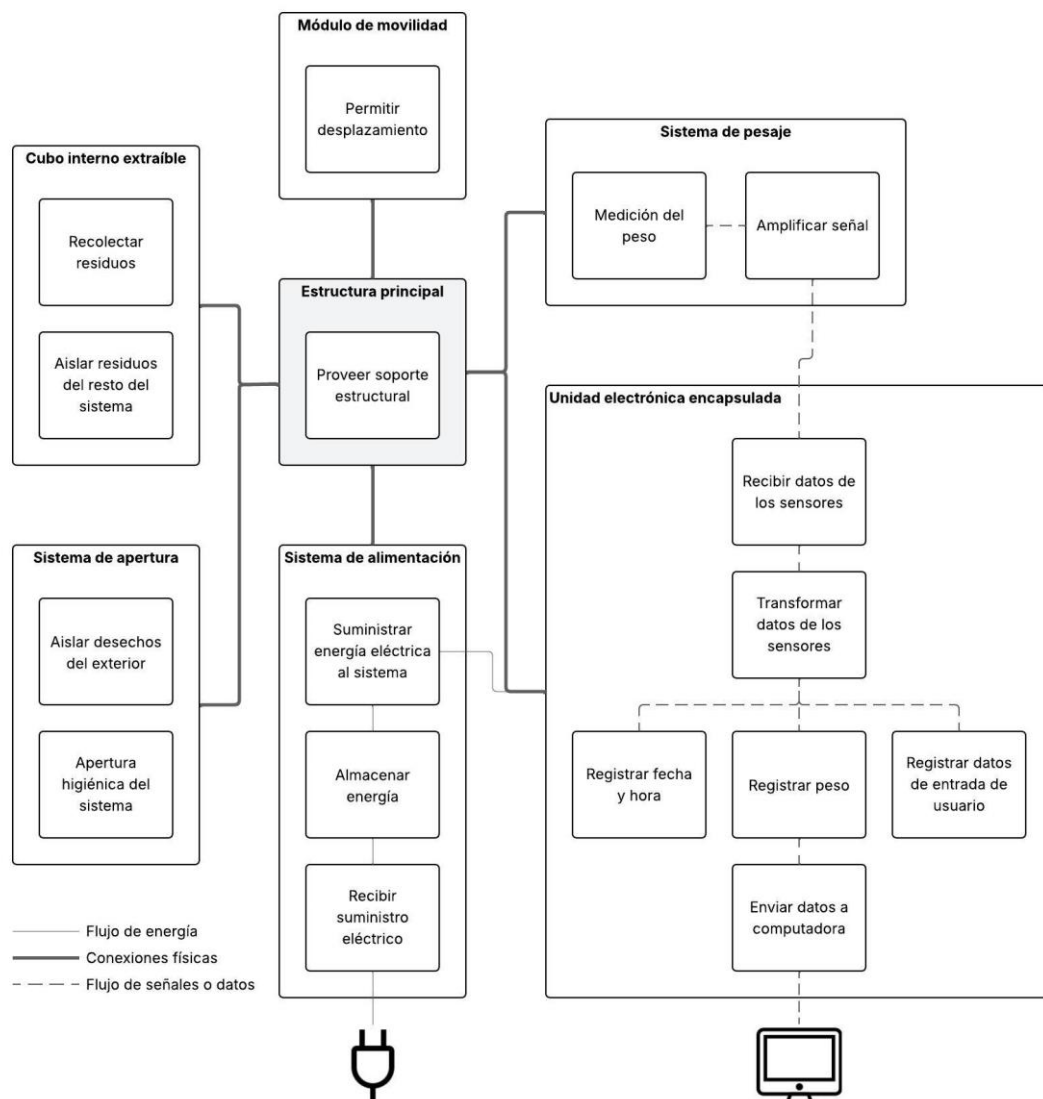


Imagen 118. Estructura modular del sistema. Fuente: Primaria.

Nº	Módulo	Función principal	Componentes
1	Estructura principal	Soporte de todos los módulos.	Cuerpo del contenedor.
2	Cubo interno extraíble	Almacenar residuos.	Cubo.
3	Sistema de pesaje	Pesaje de residuos.	Células de carga, módulo amplificador HX711, carcasa, cables.
4	Unidad electrónica encapsulada	Recibir datos del sistema de pesaje y del teclado. Mostrar datos en pantalla y enviar datos	Carcasa estancada, cables, microcontrolador ESP32, pantalla LCD, teclado.
5	Sistema de apertura	Abrir la tapa del contenedor sin contacto manual	Pedal, tapa, bisagras.
6	Módulo de movilidad	Facilitar el desplazamiento del producto.	2 ruedas con freno, 2 ruedas sin freno.
7	Sistema de alimentación	Proveer energía al sistema.	Batería y puerto de carga.

Tabla 21. Módulos del sistema. Fuente: Primaria.

En la Imagen 118 se puede observar la estructura modular del sistema, donde se identifican los distintos módulos, sus funciones principales y las relaciones entre.

Complementariamente, en la Tabla 21 se detallan las funciones específicas de cada módulo y sus componentes, permitiendo una visión clara de la distribución físico-funcional del producto.

### 2.3. REPRESENTACIÓN GEOMÉTRICA INICIAL

En este paso, se ha llevado a cabo una representación tridimensional preliminar del producto, permitiendo visualizar de forma clara la relación espacial entre los distintos módulos. Se trata de analizar la viabilidad geométrica de la disposición general de los módulos y validar la compatibilidad de sus interfaces.

El desarrollo de esta disposición geométrica general ha permitido identificar la conveniencia de integrar el sistema de alimentación dentro del módulo físico correspondiente a la unidad electrónica encapsulada. Esta decisión evita la duplicación

innecesaria de componentes estructurales, como una carcasa adicional, unificando en un mismo módulo aquellos componentes electrónicos que requieren similar protección contra la humedad, la suciedad y otros factores adversos.

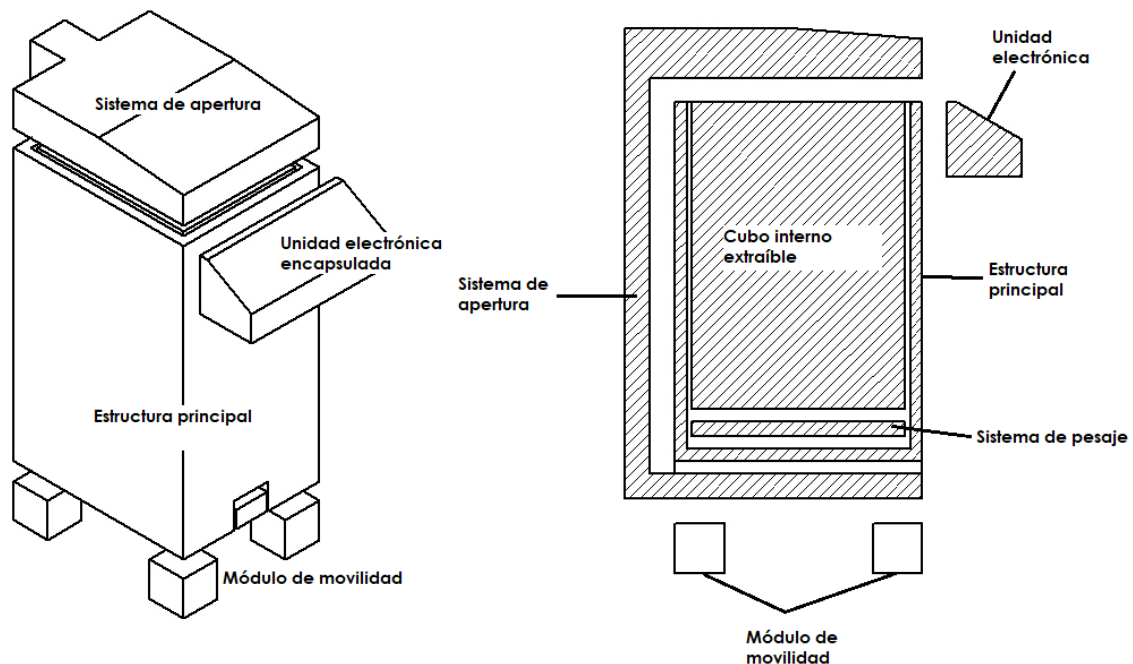


Imagen 119. Representación geométrica inicial. Fuente: Primaria.

Además, se representado la disposición de los módulos dentro de la estructura principal. Se observa que esta disposición permite una interacción efectiva entre las interfaces físicas y funcionales, asegurando la coherencia del sistema y facilitando su ensamblaje, mantenimiento y operatividad en condiciones reales de uso.

## 2.4. INTERACCIÓN ENTRE MÓDULOS (INTERFASES)

En esta etapa se identificarán dos tipos de interacción entre los módulos: las interacciones fundamentales y las interacciones incidentales.

Las interacciones fundamentales son las responsables de que el sistema opere como es debido y corresponden a las líneas del esquema de la Imagen 120, que muestran cómo los módulos están conectados entre sí y, a su vez, integrados en la estructura principal.

Las interacciones incidentales son las que surgen a partir de la activación física particular de elementos funcionales o a la disposición de los módulos.

A continuación, se procederá a detallar las interacciones entre los demás módulos:

- El cubo extraíble se coloca dentro de la estructura principal. Su función es contener los residuos y evitar que líquidos y suciedad entren en contacto con el resto del sistema. Se apoya sobre el sistema de pesaje, que consiste en una caja aislada con las células de carga y el amplificador de señal.
- La señal amplificada del sistema de pesaje se envía mediante cables a la unidad electrónica encapsulada, que recibe los datos, los interpreta y los transforma en

información útil para el usuario. También permite que el usuario consulte la información en la pantalla e introduzca datos a través el teclado. Los datos obtenidos se envían mediante *Wi-Fi* a una base de datos.

- Todo este sistema necesita estar conectado al módulo de alimentación, que contiene una batería recargable. Esta batería suministra energía a los componentes electrónicos y cargarse mediante una toma de corriente.
- La parte mecánica del sistema está compuesta por el módulo de movilidad, fijado en la base de la estructura principal, que permite el desplazamiento del producto mediante cuatro ruedas, de las cuales dos cuentan con frenos para mantener el sistema estable cuando necesario.
- El sistema de apertura cuenta con tres elementos:
  - Una tapa, que aísla el contenido del cubo.
  - Un pedal, que permite una apertura sin necesidad de usar las manos.
  - Un eslabón que conecta la tapa y el pedal para que, al accionar el pedal, la tapa se abra correctamente.

Todas las interacciones han sido pensadas para facilitar el uso, el montaje y el mantenimiento del producto, intentando que el producto sea coherente e intuitivo.

Por otro lado, se han identificado las siguientes interacciones incidentales:

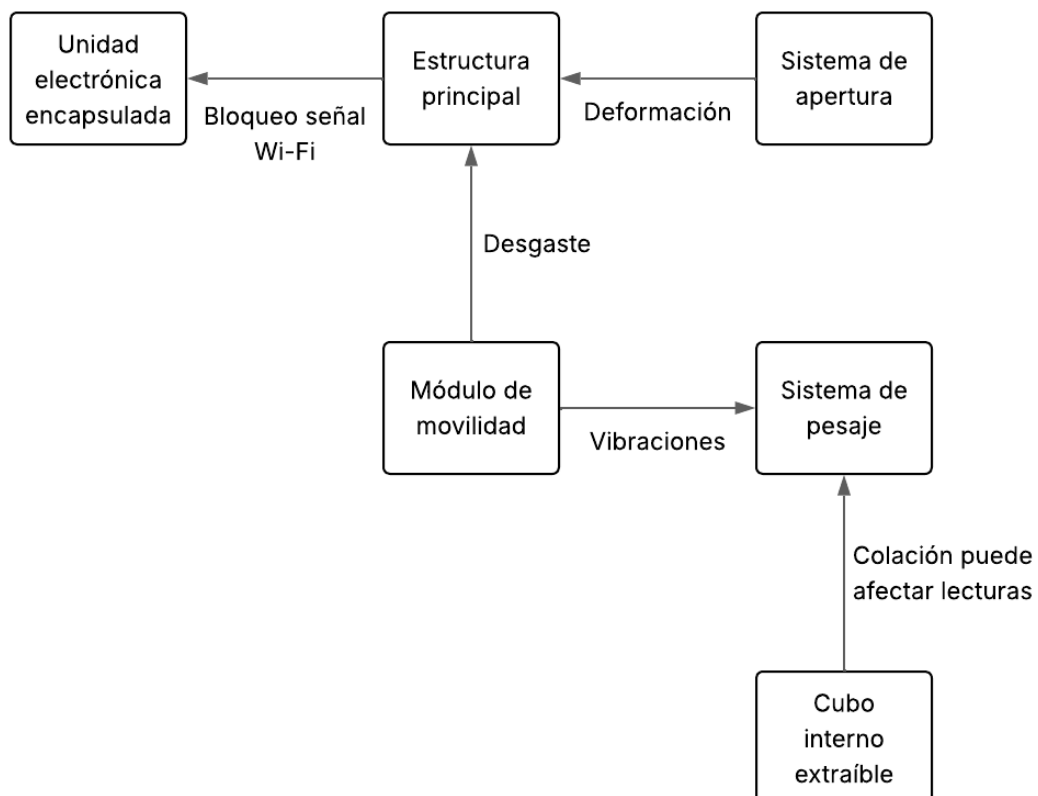


Imagen 120. Interacciones fundamentales entre módulos. Fuente: Primaria.

- El módulo de movilidad puede generar vibraciones en sus desplazamientos, lo que podría afectar a los datos obtenidos por el sistema de pesaje.
- El módulo de movilidad también podría afectar a la estructura principal, provocando desgastes en algunas de las uniones.
- El cubo extraíble puede afectar a las lecturas del sistema de pesaje si se coloca de manera brusca. Además, pueden filtrarse residuos o líquidos en el caso de que el sistema de pesaje no esté bien sellado.
- El sistema de apertura puede generar tensiones mecánicas, lo que podría causar deformaciones en los puntos de conexión con la estructura principal.
- Si la estructura principal es metálica, podría bloquear la señal *Wi-Fi* del ESP32, debido al efecto de la jaula de Faraday.

En el esquema de la Imagen 120 se resumen las interacciones incidentales detectadas de forma clara y visual.

### 3. CONFIGURACIÓN DEL DISEÑO

Este bloque aborda los aspectos que definen la estructura y el comportamiento del producto. Se analizarán los posibles fallos durante su uso habitual o cómo responde el producto ante modos de uso inadecuados.

El objetivo es detectar situaciones que puedan comprometer la funcionalidad para así establecer las pautas de un uso seguro y revisar decisiones técnicas claves para el desarrollo del producto.

#### 3.1. IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES CASOS EN LOS QUE PUEDA FALLAR EL PRODUCTO

En este apartado se identificarán ciertos escenarios en los que el producto pueda fallar durante su uso habitual. No se contemplan aquí los posibles fallos derivados del proceso de diseño o fabricación, sino fallos producidos bajo condiciones de uso realistas.

Se han detectado los siguientes posibles escenarios de fallo:

- Lecturas de peso inestables debidas al uso del producto en movimiento. En el caso de que se realice un pesaje estando el contenedor en movimiento, las vibraciones o inercia del contenido podrían generar lecturas erróneas o fluctuantes.
- Acumulación de residuos sólidos bajo el cubo. El uso continuado puede dar lugar a la acumulación de restos sólidos o líquidos debajo del cubo extraíble, lo que podría dificultar la limpieza del sistema.
- Riesgo de vuelco al accionar el pedal con el contenedor vacío. La activación del pedal en el caso de que el cubo de basura esté vacío podría producir que el

contenedor pierda la estabilidad y se incline o se vuelque, especialmente si se aplica demasiada fuerza.

- Uso de la función “tara” antes de que el producto esté estabilizado. Ejecutar la función “tara” sin esperar que el sistema esté en reposo puede provocar un “cero” incorrecto y generar errores en la lectura del peso.
- Desgaste progresivo de componentes móviles. El uso continuado de las ruedas o del pedal pueden generar ligeras deformaciones en la estructura y afectar a la precisión del sistema.
- Interferencias en la señal *Wi-Fi* en entornos con alta concentración metálica. En entornos de cocinas industriales con estructuras metálicas cercanas, la señal del *Wi-Fi* puede verse atenuada o bloqueada parcialmente, dificultando la transmisión de datos.
- Filtración de líquidos hacia los sensores y amplificador. En el caso de que se filtre una gran cantidad de líquido en el módulo de pesaje, sus componentes podrían verse afectados e incluso provocar corrosión.

La identificación de posibles escenarios de fallo en el uso cotidiano del producto es clave para establecer recomendaciones de uso, mantenimiento y posibles mejoras en futuras versiones del diseño.

### 3.2. COMPROMISO DE LA FUNCIONALIDAD ANTE DIFERENTES MODOS DE USO

Se procederá a analizar cómo el producto responde ante modos de uso variados, incluyendo aquellos no ideales, incorrectos o exigentes, pero posibles, e identificar las limitaciones frente a dichos escenarios.

Se han detectado los posibles fallos y limitaciones del producto en escenarios adversos:

- Colocación de más peso del indicado. Si se supera el límite de carga especificado, el sistema de pesaje puede perder precisión o llegar a deformarse. Aunque no falle de inmediato, compromete su durabilidad.
- Limpieza con productos no indicados. El uso de productos muy agresivos o incompatibles puede deteriorar el material y su acabado.
- Uso en superficies irregulares. La precisión del pesaje se verá comprometida por la distribución desigual de la carga.
- Manipulación brusca del cubo extraíble. Colocar o extraer el cubo de forma abrupta puede provocar lecturas erróneas o forzar los sensores.
- Activación excesiva o muy rápida del pedal. Una activación brusca o muy frecuente del pedal puede provocar desgaste o ruptura del mecanismo.
- Carga o apoyos indebidos. Utilizar el producto como superficie de apoyo (por ejemplo, como mesa o para colocar objetos sobre él) puede producir deformaciones o daños en la estructura.

Analizar el comportamiento frente a ciertas prácticas de uso inadecuadas contribuye a establecer pautas claras de uso y refuerza la necesidad de introducir recomendaciones y advertencias específicas en la documentación técnica.

### 3.3. OBSERVACIONES DERIVADAS DEL ANÁLISIS DE FALLOS Y MODOS DE USO

Teniendo en cuenta el análisis de los posibles fallos (apartado 3.1.) y del estudio de cómo los diferentes modos de uso pueden afectar a la funcionalidad del producto (apartado 3.2.), se ha considerado necesario incorporar de una serie de características ya mencionadas previamente durante el diseño del producto.

En primer lugar, se ha visto imprescindible incluir al menos dos ruedas con freno, ya que se ha detectado que el movimiento del contenedor durante el uso puede afectar negativamente a la precisión del sistema de pesaje. Esta solución ayuda a garantizar lecturas más estables y evita errores de pesaje.

También se ha reforzado la necesidad de proteger adecuadamente la unidad electrónica encapsulada, dado que los componentes pueden verse comprometidos por las condiciones adversas de las cocinas profesionales. Por ese motivo, se ha optado ubicar todo el sistema electrónico, incluyendo la fuente de alimentación, dentro de una única carcasa, simplificando el diseño y mejorando la protección. Además, se prevé que la carcasa sea ser fabricada por un proveedor externo, dada la necesidad de garantizar ciertas características técnicas.

Por otro lado, ha considerado necesario incluir en el software un sistema que asegure que la medición sea válida, sea añadiendo un pequeño retardo antes de registrar el peso o un sistema de confirmación. Esta decisión se debe al hecho de que un uso apresurado del sistema podría comprometer la funcionalidad del registro.

En conjunto, estas observaciones no solo han servido para prever posibles problemas, sino que han permitido hacer ajustes realistas y asumibles en el diseño, pensando siempre en el entorno donde se va a usar el producto y en un comportamiento de usuario que no siempre será ideal.

## 4. PARÁMETROS DE IMPLEMENTACIÓN

En este apartado se definen los parámetros técnicos que servirán de base para el diseño en detalle del producto.

Estos valores se han definido según el *Anexo B: Necesidades* y en función de los aspectos relevantes que se han detectado a lo largo del desarrollo del proyecto.

Aunque algunos datos puedan ajustarse posteriormente durante la fase de diseño en detalle, aquí se establecen unas referencias básicas para garantizar la coherencia del diseño.

## 4.1. DIMENSIONES Y TOLERANCIAS

Las dimensiones generales del producto se han estimado en función de las necesidades descritas en el *Anexo B: Necesidades* y las recomendaciones de ergonomía tomadas del libro *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*.

Las medidas aproximadas son:

- Altura total del contenedor: 95cm
- Altura de la pantalla: 88cm
- Ancho: 40cm
- Largo: 50cm
- Altura del pedal respecto al suelo: 10-12cm
- Ángulo de apertura de la tapa: entre 70º y 80º
- Espesor de paredes: 3-4mm
- Ángulo de inclinación de las piezas de PP (moldeo por inyección): 1, 5º-2º
- Tolerancias de las piezas de PP (moldeo por inyección): 0,075-0,125mm

## 4.2. VALORES CARACTERÍSTICOS

A continuación, se definen los principales valores que definen el funcionamiento del sistema:

- Capacidad máxima de carga: 50kg
- Precisión estimada del pesaje:  $\pm 5$ g
- Material principal de construcción del contenedor: Polipropileno (PP)
- Protección de los componentes electrónicos: carcasa estanca (mínimo IP54)
- Sistema de transmisión de datos: *Wi-Fi* (ESP32)
- Duración estimada de la batería: 24 horas.

# ANEXO H: ESTUDIO DE MATERIALES

## 1. INTRODUCCIÓN

Este anexo tiene como objetivo justificar y documentar la elección de los materiales empleados en el desarrollo del contenedor inteligente. Para ello, se procede a analizar las distintas alternativas para la estructura principal, así como las propiedades de los componentes electrónicos y elementos auxiliares que se integrarán en el producto.

Se establecerán criterios comparativos que permitirán seleccionar los materiales más adecuados para cada módulo del diseño, garantizando el cumplimiento de la viabilidad técnica y las necesidades detectadas durante el desarrollo del proyecto.

### 1.1. RELACIÓN CON EL ESTUDIO DE VIABILIDAD TÉCNICA

En el *Anexo B: Estudio de Viabilidad* se seleccionaron los posibles materiales de construcción del producto, así como los procesos de fabricación asociados a cada uno de ellos. En este anexo se profundizará en las propiedades y características de dichos materiales, con el objetivo de determinar cuál es el más adecuado para cada módulo físico del producto.

## 2. MATERIALES DE LA ESTRUCTURA

Los materiales descritos a continuación se estudiaron previamente en el *Anexo B: Estudio de Viabilidad*.

Se estudiarán las propiedades técnicas de cada uno y, posteriormente, teniendo en cuenta criterios específicos de selección establecidos para cada módulo estructural, se elegirán los materiales mediante una matriz de Pugh.

Los módulos que usarán estos materiales son los siguientes:

- Estructura principal;
- Cubo interno extraíble;
- Sistema de apertura;
- Estructura del sistema de pesaje.

### 2.1. FICHAS TÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Las fichas técnicas de los materiales candidatos incluirán información detallada sobre las propiedades mecánicas, térmicas y eléctricas del material.

El objetivo del estudio de los materiales propuestos es ayudar a comprender en mayor profundidad el material y su comportamiento en diferentes aplicaciones.

Las fichas técnicas aquí expuestas son orientativas. Las propiedades de los materiales pueden variar según el proveedor.

## 2.1.1. POLIPROPILENO (PP)

La ficha técnica de la Tabla 22 corresponde al PP del fabricante *Transglass*.

PROPIEDADES	UNIDADES	MÉTODO ENSAYO	VALOR
<b>Propiedades generales</b>			
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	DIN EN ISO 1183-1	0,94
Absorción de agua	%	DIN EN ISO 62	<0,1
Inflamabilidad	-	UL 94	V2
Resistencia a la luz solar	0-5	-	2
<b>Propiedades mecánicas</b>			
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	DIN EN ISO 527	33
Alargamiento a la rotura por tracción	%	DIN EN ISO 527	>50
Módulo elástico a la tracción	MPa	DIN EN ISO 527	1700
Resistencia al impacto	kJ/m <sup>2</sup>	DIN EN ISO 179	4
Dureza Shore	Escala D	DIN EN ISO 868	72
<b>Propiedades térmicas</b>			
Temperatura de fusión	°C	ISO 11357-3	165
Conductividad térmica	W/(m·K)	DIN 52612-1	0,20
Coefficiente de dilatación térmica	10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup>	DIN 53752	12-19
Temperatura máxima de uso continuado	°C	Promedio	0-100
Temperatura máxima de uso breve	°C	Promedio	150
<b>Propiedades eléctricas</b>			
Constante dieléctrica	-	IEC 60250	2,3
Rigidez dieléctrica	kV/mm	IEC 60243	>24

Tabla 22. Ficha técnica del Polipropileno. Fuente: Transglass. (s.f.). Ficha técnica: Polipropileno (PP). Recuperado de: <https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polipropileno.html>

### 2.1.2. POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD

La ficha técnica de la Tabla 23 corresponde al HDPE del fabricante *Transglass*, específicamente el de color negro.

PROPIEDADES	UNIDADES	MÉTODO ENSAYO	VALOR
<b>Propiedades generales</b>			
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	DIN EN ISO 1183-1	0,95
Absorción de agua	%	DIN EN ISO 62	<0,01
Inflamabilidad	-	UL 94	HB
Resistencia a la luz solar	0-5	-	5**
<b>Propiedades mecánicas</b>			
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	DIN EN ISO 527	22
Alargamiento a la rotura por tracción	%	DIN EN ISO 527	>50
Módulo elástico a la tracción	MPa	DIN EN ISO 527	800
Resistencia al impacto	kJ/m <sup>2</sup>	DIN EN ISO 179	12
Dureza Shore	Escala D	DIN EN ISO 868	63
<b>Propiedades térmicas</b>			
Temperatura de fusión	°C	ISO 11357-3	135
Conductividad térmica	W/(m·K)	DIN 52612-1	0,40
Coeficiente de dilatación térmica	10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup>	DIN 53752	15-23
Temperatura máxima de uso continuado	°C	Promedio	-50 A 100
Temperatura máxima de uso breve	°C	Promedio	100
<b>Propiedades eléctricas</b>			
Constante dieléctrica	-	IEC 60250	2,4
Rigidez dieléctrica	kV/mm	IEC 60243	45

Tabla 23. Ficha técnica del Polietileno. Fuente: Transglass. (s.f.). Ficha técnica: Polietileno (PE) negro. Recuperado de: <https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polietileno-negro.html>

### 2.1.3. ACERO INOXIDABLE AISI 304

La ficha técnica de la Tabla 24 corresponde al acero inoxidable AISI 304 distribuido por el proveedor *ThyssenKrupp*.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (VALORES ORIENTATIVOS EN %)								
C máx.	Si máx.	Mn máx.	P máx.	S	Cr	Ni	Mo	Otros
0,07	1,00	2,00	0,045	0,030	17,00-19,50	8,00-10,50	-	N < 0,11

PROPIEDADES	
Dureza (HB) máx.	215
Límite elástico (Rp0.2 %) mín.	190 N/mm <sup>2</sup>
R. Tracción (Rm) mín.	500-700 N/mm <sup>2</sup>
Alargamiento mín.	45%

Tabla 24. Ficha técnica del acero inoxidable AISI 304. Fuente: ThyssenKrupp Materials Ibérica. (2023). *Aceros inoxidables y aluminio*. Recuperado de: [https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/\\_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data\\_sheets/inox\\_alu\\_tkmi\\_es\\_web-1.pdf](https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data_sheets/inox_alu_tkmi_es_web-1.pdf)

### 2.1.4. ACERO INOXIDABLE AISI 316

La ficha técnica de la Tabla 25 corresponde al acero inoxidable AISI 316 distribuido por el proveedor *ThyssenKrupp*.

COMPOSICIÓN QUÍMICA (VALORES ORIENTATIVOS EN %)								
C máx.	Si máx.	Mn máx.	P máx.	S	Cr	Ni	Mo	Otros
0,07	1,00	2,00	0,045	0,03	16,5-18,5	10-13	2,00-2,50	N < 0,11

PROPIEDADES	
Dureza (HB) máx.	215
Límite elástico (Rp0.2 %) mín.	235 N/mm <sup>2</sup>
R. Tracción (Rm) mín.	500-700 N/mm <sup>2</sup>
Alargamiento mín.	40%

Tabla 25. Ficha técnica del acero inoxidable AISI 316. Fuente: ThyssenKrupp Materials Ibérica. (2023). *Aceros inoxidables y aluminio*. Recuperado de: [https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/\\_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data\\_sheets/inox\\_alu\\_tkmi\\_es\\_web-1.pdf](https://d2zo35mdb530wx.cloudfront.net/_legacy/UCPthyssenkruppBAMaterialsIB/assets.files/iberica/data_sheets/inox_alu_tkmi_es_web-1.pdf)

### 2.1.5. COSTES

En la Tabla 26 se comparan los materiales mencionados anteriormente. Todos precios reflejados son de cada material en forma de chapa de 1m<sup>2</sup> y 2mm de espesor. Además, también se comparan las densidades y los pesos de cada material.

Material	Densidad (kg/m <sup>3</sup> )	Proveedor	Masa (Kg)	Precio (€)(sin IVA)
PP	940	transglass.es	1,88	14,37
HDPE	950	transglass.es	1,9	15,57
Acero inox. AISI 304	8000	todoparalaindustria.com/	16	97.32
Acero inox. AISI 316	8000	todoparalaindustria.com/	16	120,71

Tabla 26. Comparación de costes de los materiales. Fuente: Primaria.

En conclusión, para el mismo volumen de material, tanto el PP como el HDPE son considerablemente más baratos y ligeros que los aceros.

## 2.2. CRITERIOS DE SELECCIÓN

En esta sección se enumerarán los criterios a considerar para la selección de los materiales que finalmente se emplearán en el diseño del producto. Para su definición, se han tenido en cuenta las especificaciones recogidas en el *Anexo C: Especificaciones*, donde se detallan los requisitos funcionales, formales, legislativos y normativos que debe cumplir el producto.

### 2.2.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN GENERALES

Los materiales candidatos se han evaluado en base a los siguientes criterios:

- Durabilidad y resistencia mecánica. El producto debe soportar impactos, vibraciones, cargas de hasta 40kg y un uso intensivo prolongado. Debe tener una vida útil estimada de 10 a 12 años.
- Resistencia química y térmica. Los materiales deben soportar grasas, humedad, productos de limpieza agresivos y temperaturas elevadas sin degradarse.
- Higiene y facilidad de limpieza. Las superficies deben ser lisas, no porosas y repeler manchas y huellas. Debe cumplir con el Reglamento (CE) 852/2004 sobre higiene alimentaria.
- Coste. Se evaluará el coste de material, buscando una relación calidad-precio equilibradas.
- Sostenibilidad. Se priorizan los materiales reciclables o reutilizables.

Esos criterios aseguran que los materiales no solo cumplan con las condiciones de uso, sino también con normativas como el Real Decreto 1801/2003 (seguridad general de los productos).

### 2.2.2. CRITERIOS ESPECÍFICOS SEGÚN MÓDULO

En la Tabla 27 se detallan las exigencias particulares de cada módulo del contenedor, con el fin de realizar una selección más adecuada a cada función:

Módulo	Requisitos principales
Estructura principal	Durabilidad. Debe resistir impactos, vibraciones y cargas de hasta 40 kg.
	Resistencia química y térmica. Debe soportar temperaturas elevadas y exposición a productos de limpieza.
	Higiene. Superficie lisa, no porosa, que sea fácil de limpiar y que repela manchas.
Sistema de apertura	Resistencia mecánica. Debe ser resistente al uso repetido sin deteriorarse.
	Resistencia química. Debe soportar la exposición a productos de limpieza agresivos.
	Higiene. Superficie lisa, no porosa, que sea fácil de limpiar y que repela manchas.
Cubo interno extraíble	Resistencia mecánica. El cubo debe ser robusto y capaz de soportar el peso de los residuos sin deformarse.
	Ligereza. Debe ser ligero para facilitar su manipulación.
	Higiene. Superficie lisa, no porosa, que sea fácil de limpiar y que repela manchas.
Sistema de pesaje	Precisión. El sistema debe ser capaz de medir con precisión el peso de los residuos.
	Resistencia al uso intensivo. El sistema debe resistir la manipulación constante sin perder exactitud.
	Resistencia química y térmica. Debe ser resistente a las temperaturas altas y la exposición a químicos del entorno.

Tabla 27. Requisitos de cada módulo. Fuente: Primaria.

Cada uno de los módulos debe cumplir con los criterios mencionados en la Tabla 27 para asegurar el rendimiento adecuado del producto en condiciones de uso intensivo.

### 2.3. MATRIZ DE PUGH

Para la selección de los materiales más adecuados para cada módulo, se ha utilizado nuevamente la matriz de Pugh.

En esta matriz de Pugh se ha asignado a cada criterio una puntuación de importancia en función de las necesidades específicas de cada módulo. Las puntuaciones van de 1 a 3, siendo 1 la menor importancia y 3 la mayor. Estas ponderaciones están reflejadas en la Tabla 28.

Las propiedades técnicas de los materiales han sido obtenidas de fichas técnicas del apartado 2.1. *Fichas técnicas de los materiales* de este documento.

Criterios	Importancia (1-3)			
	Estructura principal	Sistema de apertura	Cubo interno extraíble	Sistema de pesaje
Resistencia mecánica	3	3	3	3
Resistencia química	3	3	3	3
Resistencia térmica	3	1	2	3
Facilidad de limpieza	3	3	3	2
Peso (ligereza)	1	2	3	1
Coste	3	3	3	1
Sostenibilidad/reciclabilidad	2	2	2	1
Conductividad térmica baja	2	1	2	3
Conductividad eléctrica baja	3	2	3	3

Tabla 28. Ponderaciones asignadas a cada criterio según el módulo. Fuente: Primaria.

A continuación, se seleccionó un material de referencia (en este caso, el polipropileno, PP), y se asignaron los valores -1, 0 o 1 al resto de materiales, en función de si su desempeño en cada criterio era peor, igual o mejor que el del material de referencia. Esta comparación se recoge en la Tabla 29.

Criterios	Material			
	PP (ref.)	HDPE	AISI 304	AISI 316
Resistencia mecánica	0	-1	1	1
Resistencia química	0	-1	-1	-1
Resistencia térmica	0	1	1	1

Criterios	Material			
	PP (ref.)	HDPE	AISI 304	AISI 316
Facilidad de limpieza	0	0	0	0
Peso (ligereza)	0	-1	-1	-1
Coste	0	-1	-1	-1
Sostenibilidad/reciclabilidad	0	1	1	1
Conductividad térmica baja	0	-1	-1	-1
Conductividad eléctrica baja	0	0	-1	-1

Tabla 29. Asignación de puntos tomando como referencia el PP. Fuente: Primaria.

Por último, se ponderaron las puntuaciones obtenidas por cada material (Tabla 29) en función de la importancia relativa de cada criterio (Tabla 28).

Módulo	Puntuación por materiales			
	PP (ref.)	HDPE	AISI 304	AISI 316
Estructura principal	0	-7	-4	-4
Sistema de apertura	0	-9	-5	-5
Cubo interno extraíble	0	-10	-7	-7
Sistema de pesaje	0	-7	-3	-3

Tabla 30. Suma de puntuaciones asignadas. Fuente: Primaria.

Como se puede observar en la Tabla 30, según la ponderación de los criterios de selección y el rendimiento de cada material, el PP resulta ser el material más adecuado para todos los módulos analizados.

Cabe destacar que la matriz se basa en una evaluación cualitativa de los materiales, por lo que los resultados deben interpretarse como una guía para la selección, no como una verdad absoluta.

### 3. CARACTERÍSTICAS DE LOS COMPONENTES ELECTRÓNICOS

En este apartado, se definen los componentes electrónicos seleccionados como referencia para el diseño final del producto.

Cabe destacar que las marcas y modelos mencionados son orientativos y que en la fabricación definitiva se podrán utilizar componentes equivalentes de otras marcas, siempre que cumplan con las especificaciones funcionales y de calidad requeridas por el diseño.

### 3.1. MICROCONTROLADOR ESP32 WROOM32

Para el diseño de este producto, se va a utilizar un microcontrolador de tipo ESP32 WROOM32 por su versatilidad y rendimiento en aplicaciones de *IoT*.



Imagen 121. ESP32 WROOM32 de Espressif. Fuente: Mouser Electronics. (s.f.). *Espressif ESP32-WROOM-32 MCU Modules*. Recuperado de: <https://www.mouser.es/new/espressif/espressif->

Para ilustrar las características técnicas que debe cumplir el microcontrolador del diseño final, se ha utilizado como referencia el módulo ESP32-WROOM-32 de la marca *Espressif Systems*. La ficha técnica completa representada en la Tabla 31 se incluye de forma orientativa.

Categorías	Tipos	Especificaciones
Certificaciones	Certificación Wi-Fi	Wi-Fi Alliance
	Certificación Bluetooth	BQB
	Certificaciones de sostenibilidad	RoHS/REACH
Pruebas	Fiabilidad	HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD
Wi-Fi	Protocolos	802.11 b/g/n (802.11n hasta 150 Mbps) Soporte para agregación A-MPDU y A-MSDU, y para intervalo de guarda de 0,4 $\mu$ s
	Rango de frecuencia central del canal de operación	2412 ~ 2484 MHz
Bluetooth	Protocolos	Especificación Bluetooth v4.2 con BR/EDR y Bluetooth Low Energy (LE)

Categorías	Tipos	Especificaciones
	Radio	Receptor NZIF con sensibilidad de – 97 dBm
		Transmisor de clase 1, clase 2 y clase 3
		AFH
	Audio	CVSD y SBC
Hardware	Interfaces del módulo	Tarjeta SD, UART, SPI, SDIO, I2C, PWM para LED, PWM para motor, I2S, infrarrojos (IR), contador de pulsos, GPIO, sensor táctil capacitivo, ADC, DAC, Interfaz Automotriz de Dos Hilos (TWA1®), compatible con ISO11898-1 (Especificación CAN 2.0)
	Cristal integrado	Cristal de 40 MHz
	Memoria flash SPI integrada	4 MB
	Voltaje de funcionamiento/Fuente de alimentación	De 3,0 V a 3,6 V
	Corriente de funcionamiento	80 mA
	Corriente mínima que debe suministrar la fuente de alimentación	500 mA
	Rango de temperatura ambiente de funcionamiento recomendado	De –40 °C a +85 °C
	Dimensiones del encapsulado	18 mm × 25,5 mm × 3,10 mm
	Nivel de sensibilidad a la humedad (MSL)	Nivel 3

Tabla 31. Ficha técnica del ESP32 WROOM 32 de Espressif Systems. Fuente: Espressif Systems. (2025). ESP32-WROOM-32 datasheet (versión 3.5). Recuperado de: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf)

### 3.2. PANTALLA LCD

Para permitir la interacción del usuario con las distintas funciones del producto, se integrará una pantalla LCD de 20 columnas por 4 filas, con comunicación mediante interfaz I2C. Este tipo de pantalla es adecuado para mostrar la información básica sin ocupar demasiado espacio en el diseño del producto

El modelo debe contar con retroiluminación azul y caracteres blancos, ya que esta combinación proporciona un alto contraste que mejora la legibilidad.

Como ejemplo, se ha elegido la pantalla de la marca *Binghe*. Las características técnicas de este modelo se muestran en la Tabla 32.

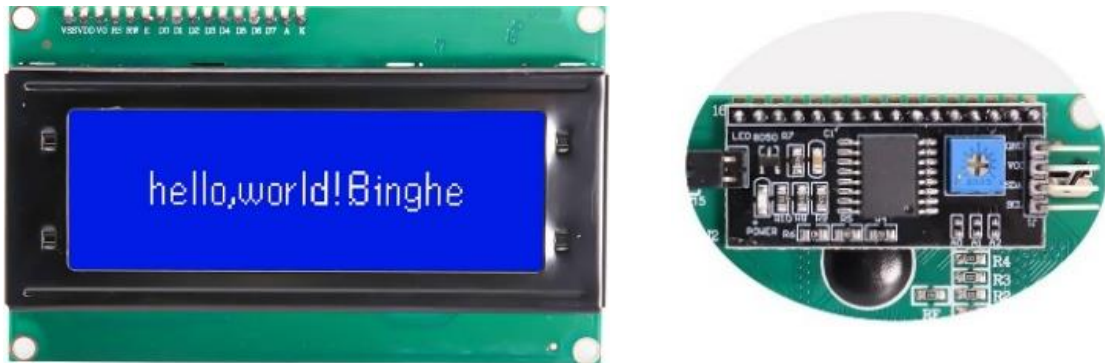


Imagen 122. Pantalla LCD. Fuente: Amazon. (s.f.). Pantalla LCD táctil Nextion NX3224T028 2.8 pulgadas con interfaz serial para microcontroladores. Recuperado de: <https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32>

Parámetro	Especificación
Tipo de pantalla	LCD de caracteres – 20 columnas × 4 filas (80 caracteres)
Tipo de retroiluminación	LED azul con caracteres blancos
Tensión de funcionamiento	5V CC
Interfaz de comunicación	IIC/I2C (comunicación a dos hilos: SDA y SCL)
Dirección I2C	0x27 o 0x3F
Ajuste de contraste	Mediante potenciómetro integrado
Ajuste de retroiluminación	Fila de pines
Conexión de pines	VCC, GND, SDA, SCL
Conector	Fila de 16 pines

Tabla 32. Ficha técnica de la pantalla LCD. Fuente: Amazon. (s.f.). Pantalla LCD táctil Nextion NX3224T028 2.8 pulgadas con interfaz serial para microcontroladores. Recuperado de: <https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32>

### 3.3. TECLADO

Como este producto requiere componentes resistentes al agua y a la suciedad, se ha optado por un teclado de membrana personalizado.

Se requiere que el teclado tenga la siguiente combinación de teclas:

- Números del 0 al 9;
- Encendido/apagado;
- Volver;
- Enter;
- Tara;
- Arriba/abajo.

Además, los botones deben tener las siguientes dimensiones:

- Encendido/apagado, arriba, abajo y volver: 15x12mm
- Resto de teclas: 12x12mm
- Distancia entre teclas: 3mm

La Imagen 123 ilustra la ubicación de cada tecla y la relación del teclado con la pantalla. La membrana personalizada debe tener una ventana transparente del tamaño de la pantalla que permita su correcta visualización.

Para garantizar la durabilidad y resistencia frente al agua y la suciedad, el teclado estará fabricado en materiales resistentes como PET para la membrana y acrílico o vidrio templado para la ventana. Se espera que la membrana cumpla un grado de protección adecuado, como IP65 o superior.



Imagen 123. Ejemplo de teclado personalizado. Fuente: Primaria.

Como referencia, el teclado podría ser fabricado a medida por un proveedor especializado, como la empresa *Shenzhen Haiwen Membrane Switch Co., Ltd.* En Tabla 33 se detallan las especificaciones de los teclados fabricados por este proveedor.

Propiedades	
Tiempo de respuesta	≤ 6 ms
Temperatura de funcionamiento	-40 °C ~ +80 °C
Temperatura de almacenamiento	-40 °C ~ +85 °C
Material	PC, PET, EBG180, EBA180, Vidrio templado, Acrílico
Circuito	FPC (Flexible Printed Circuit)
Tipos de teclas	Planas (sin relieve, tipo "flat button")
Color de la ventana	Transparente
Grado de protección	IP 65
Certificaciones	ISO900, RoHS, CE, TUV

Tabla 33. Ficha técnica del teclado de membrana del fabricante *Shenzhen Haiwen Membrane Switch Co., Ltd.*. Fuente: Alibaba. (s.f.). Factory Key Pad Graphic Overlay Button. Recuperado de: [https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button\\_1600376003443.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button_1600376003443.html)

### 3.4. AMPLIFICADOR HX711

El HX711 es un convertidor analógico-digital (ADC) de 24 bits diseñado específicamente para aplicaciones de pesaje con celdas de carga. Su función principal es convertir la señal eléctrica analógica que genera la celda al recibir peso en una señal digital que puede ser leída por un microcontrolador. Este módulo incorpora un amplificador que permite medir señales muy pequeñas y una interfaz sencilla de dos hilos, facilitando su integración en proyectos electrónicos.

En este proyecto se ha optado como ejemplo el módulo HX711 de *SparkFun*, basado en la patente de Avia Semiconductor. Se trata de una versión económica, de bajo consumo y ampliamente utilizada, con buena documentación y ejemplos prácticos disponibles, lo que simplifica su implementación en el sistema de pesaje propuesto. No obstante, se podrá utilizar cualquier módulo compatible con características similares en la versión final del producto.

En la Tabla 34, se listan las especificaciones del módulo HX711 del proveedor *Sparkfun*.

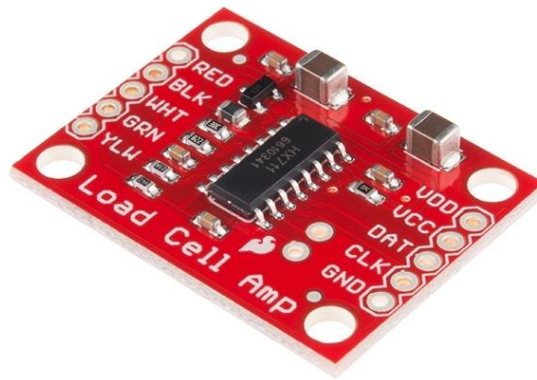


Imagen 124. HX711 de Sparkfun. Fuente: SparkFun. (s.f.). *SparkFun Load Cell Amplifier - HX711*. Recuperado de: <https://www.sparkfun.com/sparkfun-load-cell-amplifier-hx711.html>

Parámetro	Valor
Resolución	24 bits
Canales de entrada	2 (Canal A y Canal B)
Ganancia (PGA)	128 o 64 (Canal A), 32 (Canal B)
Rango de voltaje de entrada diferencial	$\pm 20$ mV (ganancia 128), $\pm 40$ mV (ganancia 64)
Frecuencia de muestreo seleccionable	10 Hz o 80 Hz
Consumo de corriente(activo)	< 1.5 mA
Consumo de corriente (modo espera)	< 1 $\mu$ A
Voltaje de alimentación	2.6 V a 5.5 V
Interfaz de comunicación	2 hilos (PD_SCK y DOUT)
Rechazo de interferencias	50 Hz y 60 Hz
Temperatura de funcionamiento	-40 °C a +85 °C
Encapsulado	SOP-16

Tabla 34. Ficha técnica del HX711 de Sparkfun. Fuente: Avia Semiconductor. (s.f.). *HX711 Datasheet (English)*. Recuperado de: [https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\\_english.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf)

### 3.5. CELDAS DE CARGA

Para este proyecto, se emplearán cuatro celdas de carga de 50Kg cada una. Las celdas incorporan galgas extensométricas conectadas en un puente de Wheatstone, lo que permite una medición precisa de la deformación causada por la carga aplicada.

Como referencia, se han elegido las celdas de carga de la marca *TZT*, que cumplen con los requisitos de capacidad y precisión para este diseño.



Imagen 125. Células de carga. Fuente: Tuozhanteng Electronic Technology Co., Ltd. (s.f.). Recuperado de: <https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html>

En la Tabla 35, se detallan las especificaciones del producto de la marca *TZT*.

Parámetro	Valor
Capacidad máxima	50 kg por celda
Tipo de celda	Puente completo (full-bridge)
Sensibilidad de salida	$1.0 \pm 0.1 \text{ mV/V}$
Voltaje de excitación recomendado	10 V DC
Resistencia de entrada	$1000 \pm 10 \Omega$
Resistencia de salida	$1000 \pm 10 \Omega$
Efecto de temperatura en cero	0,3 %FS/10
Efecto de temperatura en sensibilidad	0,1 %FS/10
Capacidad de sobrecarga	150 % de la capacidad máxima
Rango de temperatura operativa	-10 °C a +50 °C
Dimensiones aproximadas	34 mm × 34 mm

Tabla 35. Ficha técnica de las células de carga. Fuente: Tuozhanteng Electronic Technology Co., Ltd. (s.f.). Recuperado de: <https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html>

### 3.6. BATERÍA

Se integrará al producto una batería recargable con capacidad suficiente para alimentar el sistema durante 24 horas de funcionamiento continuo. Antes de definir qué batería se utilizará en el proyecto, se debe conocer el consumo total del sistema (Tabla 36).

Componente	Consumo (mA)	Voltaje de alimentación
ESP32 WROOM32	80	3V-3,6V
HX711	1,5	2,6V-5,5V
Teclado	0	3V-3,6V
Pantalla LCD 20X4	40mA (aprox.)	5V
TOTAL	121,5 (aprox.)	

Tabla 36. Consumo energético de los componentes del sistema. Fuente: Primaria.

La capacidad necesaria de la batería se calcula mediante la ecuación:

$$\text{Capacidad}(Ah) = Q = \text{Corriente}(A) \times \text{Tiempo}(horas) = It$$

Teniendo en cuenta que el sistema completo consume aproximadamente 221,5 mA y se quiere que funcione durante mínimo 24 horas, la capacidad necesaria sería de 5316mAh.

$$\text{Capacidad}(mAh) = 121,5mA \times 24h = 2916mAh$$

Suponiendo una eficiencia del 70%, la energía que necesita el sistema para 24 horas es de 20,83Wh:

$$\text{Energía en 24h (Wh)} = \frac{VQ}{0,7} = \frac{5V \times 2916Ah}{0,7} = 20,83Wh$$

Asumiendo que el sistema se va a alimentar a 5V colocando un regulador lineal para bajar a 3,3V cuando sea necesario.

Para el sistema de alimentación, se requieren los siguientes componentes además de la batería:

- Soporte para baterías.
- Sistema de gestión de baterías BMS (*Battery Management System*).
- Cargador.
- Regulador de voltaje.

#### 3.6.1. BATERÍA LI-ION

En este caso, se ha optado por usar dos baterías de ion-litio, de capacidad 3000mAh cada una y voltaje nominal de 3,6V.

Las baterías se conectan en serie, obteniendo así un voltaje de 7,2V. Por tanto, la energía que aportará al sistema será de 22,2 Wh, lo que es suficiente para abastecer los componentes durante 24 horas.

$$Q = 3Ah \times 7,2V = 21,6Wh$$

La Tabla 37 recogen como referencia las especificaciones de la batería Samsung INR 18650 30Q.

Propiedades	
Voltaje	3,6V
Voltaje de carga completa	4,2V
Voltaje de corte de descarga	2,5V
Capacidad	3Ah
Corriente de descarga	15A
Tecnología	Li-Ion
Altura	65mm
Diámetro	18mm
Peso	48g

Tabla 37. Ficha técnica de la batería Samsung INR 18650 30Q. Fuente: 18650BatteryStore. (s.f.). Samsung 30Q 18650 3000 mAh 15 A Battery. Recuperado de: <https://www.18650battery.com/products/samsung-30q>

## 4. ELEMENTOS AUXILIARES

En este capítulo, se detallan los elementos auxiliares necesarios para el correcto funcionamiento del producto. Estos incluyen las ruedas, que facilitan la movilidad del producto; la carcasa, que protege los componentes electrónicos; y la tornillería, que asegura la unión de las distintas partes.

### 4.6. RUEDAS

Para facilitar el desplazamiento del producto e inmovilizarlo cuando sea necesario, se incorporarán cuatro ruedas giratorias, de las cuales dos contarán con freno.

Como referencia, se han seleccionado ruedas de la marca *Tente*, concretamente del modelo *Levina Stainless*, tanto para las versiones con freno como sin freno. Los modelos considerados son el 5387PJO100P30-11 (con freno) y el 5380PJO100P30-11 (sin freno). Estas ruedas ofrecen una alta resistencia a la corrosión, facilidad de limpieza y un funcionamiento suave.



En la Tabla 38 se resumen las especificaciones comunes a ambas versiones.

Atributos principales	
Nombre del producto	Levina stainless
Capacidad de carga a 3 km/h	80 kg
Capacidad de carga estática	160 kg
Rango de temperatura	-10 °C – 40°C
Altura total	137 mm
Estándar	EN12530 - Dispositivos Ruedas
Aro	
Material del cuerpo	Polipropileno
Material de la banda de rodadura	Goma termoplástica
Cojinete	Cojinete liso
Protectores de hilo	Sin protector de roscas
Diámetro	100 mm
Ancho de Banda de rodadura	32 mm
Dureza de la Banda de rodadura (A)	87 Shore A
Soporte	
Material	Poliamida

Forma de Horquilla Forma	Delgado	
Rodamiento giratorio	Dos pistas de bola, Reforzado o Inoxidable	
Desplazamiento	36 mm	
Radio de giro	Con freno: 98 mm	Sin freno: 86 mm
Interferencia de giro	Con freno: 196 mm	Sin freno: 172 mm
Inoxidable	Sí	
Ajuste		
Tipo de ajuste	Agujero para tornillo	
Diámetro del agujero del Perno	11 mm	

Tabla 38. Ficha técnica de las ruedas. Fuente: TENTE International GmbH. (s.f.). *LEVINA Stainless 5387PJO100P30-11 – Swivel castor with total lock*. Recuperado de: [https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915\\_5387PJO100P30\\_11\\_en\\_GB.pdf](https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915_5387PJO100P30_11_en_GB.pdf) y TENTE International GmbH. (s.f.). *LEVINA Stainless 5380PJO100P30-11 – Swivel castor*. Recuperado de:

## 4.7. CARCASA

Para proteger los componentes electrónicos del sistema, se incluirá en el diseño una carcasa con un grado de estanqueidad adecuado para entornos húmedos o con posible exposición a salpicaduras.

Debe cumplir con un grado de protección IP65 según la norma UNE-EN 60529:2018 (Grados de protección proporcionado por las envolventes), que implica una protección de nivel 6 contra polvo y suciedad y de nivel 5 contra fuertes chorros de agua.

La envolvente estará fabricada de un material plástico resistente, como el ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno).

El ABS es un polímero termoplástico conocido por su alta tenacidad, resistencia a impactos incluso a bajas temperaturas y ligereza. Su rigidez lo convierte en una opción ideal para aplicaciones que requieren integridad estructural, como en la fabricación de carcasas que albergan componentes electrónicos. Además, el ABS destaca por su excelente resistencia a la abrasión y facilidad de procesamiento.

Las características técnicas del ABS se recogen en la Tabla 39.

PROPIEDADES	UNIDADES	MÉTODO ENSAYO	CONDICIONES	VALOR
<b>Propiedades físicas</b>				
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183/B	-	1,06
Densidad evidente	g/cm <sup>3</sup>	ISO 60	-	0,66
Tasa de flujo de volumen de fusión (MVR)	g/10min	ISO 1133	220 °C / 10kg	5
Flujo de contracción de moldeo	%	ISO 294-4	-	0,42 a 0,72
<b>Propiedades mecánicas</b>				
Módulo de tracción	MPa	ISO 527-2	3,20 mm	2270
Esfuerzo de tracción	MPa	ISO 527-2/50	Yield, 3,20 mm	46
Deformación por tracción	%	ISO 527-2/50	Yield, 3,20 mm	2,5
Módulo de flexión	MPa	ISO 178	3,20 mm	2350
Fuerza flexible	MPa	ISO 178	3,20 mm	69
<b>Propiedades térmicas</b>				
Temperatura de deflexión térmica	°C	ISO 75-2/A	1.8 MPa, Sin reconocer	97
Punta de Vicat	°C	ISO 306/B50	-	95
<b>Propiedades al impacto</b>				
Resistencia al impacto Izod con muescas (Péndulo de Charpy)	kJ/ m <sup>2</sup>	ISO 180/A	23 °C	19
Resistencia al impacto Charpy Izod (Péndulo de Charpy)	kJ/ m <sup>2</sup>	ISO 170 1eA	23 °C	19

Tabla 39. Ficha técnica del ABS. Fuente: Appa3D. (s.f.). *Hoja técnica ABS (Acrlonitrilo-Butadieno-Estireno)*. Recuperado de: <https://www.appa3d.com/wp-content/uploads/2022/08/HOJA-TECNICA-ABS-.pdf>

Se debe añadir a la carcasa un pasacables para permitir la entrada y salida de cables sin comprometer la estanqueidad y poder conectar la unidad electrónica encapsulada con el módulo de pesaje.

Como el diseño incluye una pantalla y un teclado personalizado, así como la sujeción de los componentes electrónicos en el interior, deberá ser diseñada a medida según los requisitos del proyecto.

Además, deberá incluir un acceso protegido para la carga de la batería interna que garantice el grado de protección IP durante su uso habitual.

#### 4.8. TORNILLERÍA

En el diseño de este producto, se ha optado por el uso de una tornillería estándar para garantizar una fácil disponibilidad, mantenimiento y compatibilidad con herramientas comunes.

Elemento	Dimensiones	Descripción	Normas
Tornillo	M10 × 25 mm	Tornillo de métrica 10, longitud 25 mm, cabeza cilíndrica con ranura Philips, rosca completa, acero inoxidable	ISO 7045 ISO 7046
Arandela plana	M10 × Ø exterior 30 mm	Arandela de acero inoxidable para tornillo M10, diámetro exterior 30 mm, espesor estándar	DIN 9021

Tabla 40. Características de la tornillería. Fuente: Primaria.

Se utilizarán elementos de fijación con rosca métrica según la norma ISO, fabricados en acero inoxidable A2, adecuados para ambientes húmedos. La elección de cada tornillo se hará en función de los esfuerzos que debe soportar y de la facilidad de montaje del conjunto.

# ANEXO I: PROTOTIPADO FUNCIONAL

## 1. OBJETIVO

El objetivo principal del prototipo es validar la viabilidad técnica funcional del producto diseñado, demostrando que puede construirse utilizando componentes electrónicos económicos y fácilmente accesibles en el mercado.

Se procura representar a largos rasgos las funciones básicas que debe realizar el producto: detectar el peso, identificar el producto y registrar los datos del pesaje (incluyendo la fecha y la hora).

Este prototipo funcional sirve como primera aproximación al comportamiento real del equipo, permitiendo evaluar su funcionamiento y establecer una base sólida para futuras mejoras.

## 2. ALCANCE DEL PROTOTIPO

El prototipo busca reproducir las funciones clave del producto final sin adentrarse en su diseño definitivo, ni desde el punto de vista estético ni técnico.

Está centrado en demostrar:

- Que el sistema puede detectar y mostrar correctamente el peso utilizando cuatro células de carga conectadas a un módulo HX711.
- Que es posible seleccionar un producto a través del teclado y visualizarlo en una pantalla LCD junto a su peso.
- Que el sistema puede registrar los datos del pesaje (producto, peso, fecha y hora) y almacenarlos.
- Que el sistema permite realizar una puesta a cero pulsando uno de los botones del teclado.

El prototipo ha sido desarrollado en un entorno doméstico, empleando materiales y herramientas accesibles, incluyendo piezas impresas en 3D.

Aunque se trata de una versión funcional básica, su desarrollo establece las bases para una posible implementación más avanzada.

## 3. MATERIALES

Para la construcción del prototipo, se emplearon materiales accesibles, económicos y fáciles de integrar, complementados con piezas diseñadas a medida y fabricadas mediante impresión 3D. Esta combinación permitió desarrollar un sistema adecuado para la validación técnica y funcional del producto.

### 3.1. COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Los componentes electrónicos que emplearon en este prototipo son:

- Microcontrolador ESP32 WROOM32. Coordina el funcionamiento de los distintos componentes y la gestiona las interacciones entre ellos.
- Células de carga. Detectan el peso aplicado sobre la superficie mediante la deformación de galgas extensiométricas.
- Módulo HX711. Amplifica y convierte la señal analógica de las células de carga en una señal digital que puede ser leída por el microcontrolador.
- Pantalla LCD 4x20. Facilita la interacción visual con el usuario mostrando información como el peso, el producto seleccionado u otros mensajes.
- Teclado de membrana de 16 dígitos. Permite al usuario interactuar con el sistema, por ejemplo, seleccionando productos o realizando la puesta a cero.
- Cable USB. Se utiliza para alimentar el sistema desde un ordenador portátil y para la carga o transferencia de datos durante el desarrollo y la programación.
- Cables y conectores. Se emplearon para establecer las conexiones entre los distintos módulos del sistema.

### 3.2. ELEMENTOS ESTRUCTURALES Y AUXILIARES

Además de los componentes electrónicos, el prototipo incorpora una serie de elementos físicos que permiten el montaje y la integración del sistema de forma funcional y estable.

- Patas para las células de carga impresas en 3D. Cuatro soportes diseñados a medida con SolidWorks, específicamente para alojar las células de carga en posición correcta.
- Tabla de contrachapado 300x300. Superficie rígida que actúa como base del sistema de pesaje sobre la que se fijan los soportes impresos.
- Tornillería. Fijan los soportes impresos a la tabla de contrachapado.
- Cinta adhesiva doble cara. Utilizada para fijar provisionalmente algunos componentes.
- Cuatro monedas de un euro. Colocadas sobre cada célula de carga para actuar como punto de apoyo y garantizar una presión homogénea sobre cada sensor.

## 4. ENSAMBLAJE DEL PROTOTIPO

El ensamblaje del prototipo se realizó de forma manual en un entorno doméstico, utilizando herramientas como un taladro y un soldador. Esta fase se divide en dos partes: el montaje de la estructura física del prototipo y la conexión eléctrica entre los distintos componentes.

Las conexiones se realizaron mediante la soldadura y el uso de cables tipo *jumper*, brindando tanto robustez al ensamblaje como flexibilidad para realizar posibles cambios.

Se prestó especial atención a la correcta alineación y fijación de las células de carga para garantizar una medición precisa y estable. Para ello, se diseñaron soportes en SolidWorks que, posteriormente, se imprimieron en 3D y se ensamblaron a la tabla de contrachapado de forma simétrica.

#### 4.1. ESQUEMA DE CONEXIONES

Las cuatro células de carga se conectaron entre sí mediante soldadura, formando un puente completo (*full-bridge*) que permite una lectura más precisa y estable del peso. Esta configuración se conectó al módulo amplificador HX711, encargado de digitalizar y amplificar la señal generada por los sensores.

El resto de los componentes, es decir, la pantalla LCD, el teclado de membrana y el microcontrolador ESP32, se interconectaron utilizando cables tipo *jumper*, lo que facilitó un montaje modular y fácilmente modificable si fuera necesario.

Las tablas de conexiones representadas indican qué pines están conectados entre sí, siendo el color de fondo de cada celda el color del cable que los conecta.

##### 4.1.1. DIAGRAMA DEL CIRCUITO

La Imagen 126 muestra el esquema eléctrico de prototipo completo: la configuración en puente completo de las células de carga, la conexión entre las células y el amplificador HX711, así como las conexiones de la pantalla, el HX711 y el teclado al microcontrolador ESP32.

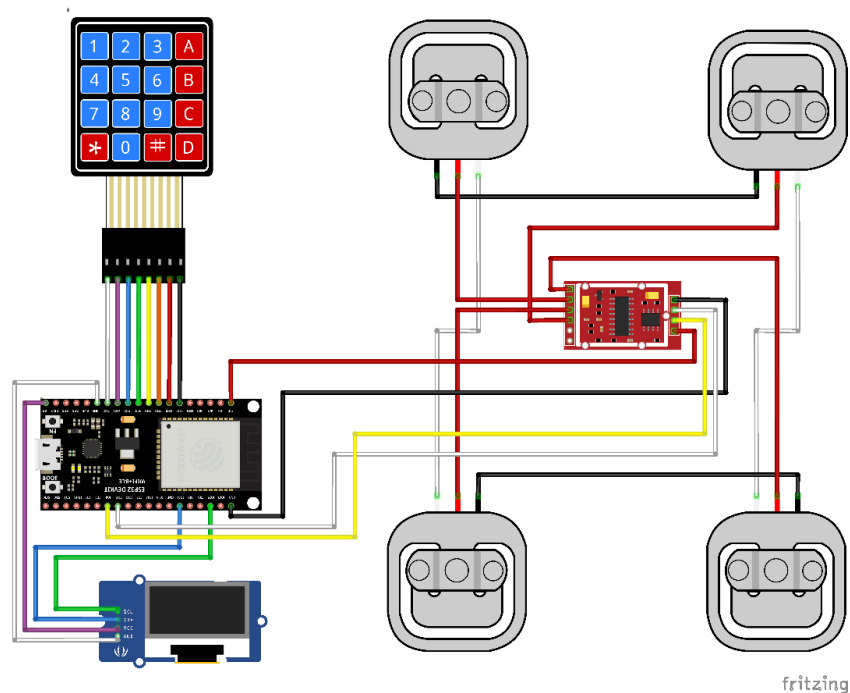


Imagen 126. Esquema de las conexiones eléctricas. Realizado en la aplicación Fritzing. Fuente: Primaria.

El esquema de la Imagen 126 fue diseñado mediante el *software Fritzing* y refleja la configuración real del prototipo.

#### 4.1.1.1. CÉLULAS DE CARGA – HX711

Las células de carga están dispuestas de forma simétrica sobre la base del prototipo. Tienen la siguiente asignación:

- Superior izquierda (*Upper Left - UL*): E-
- Superior derecha (*Upper Right - UR*): A-
- Inferior izquierda (*Lower Left - LL*): A+
- Inferior derecha (*Lower Right - LR*): E+

Esta configuración permite su conexión en puente completo (*full-bridge*), lo que mejora la precisión y estabilidad de las lecturas de peso.

Para una mejor comprensión de las conexiones entre las células de carga y el amplificador HX711, consúltese la Imagen 128 (esquema de conexión) y la Imagen 127 (fotografía real del montaje).

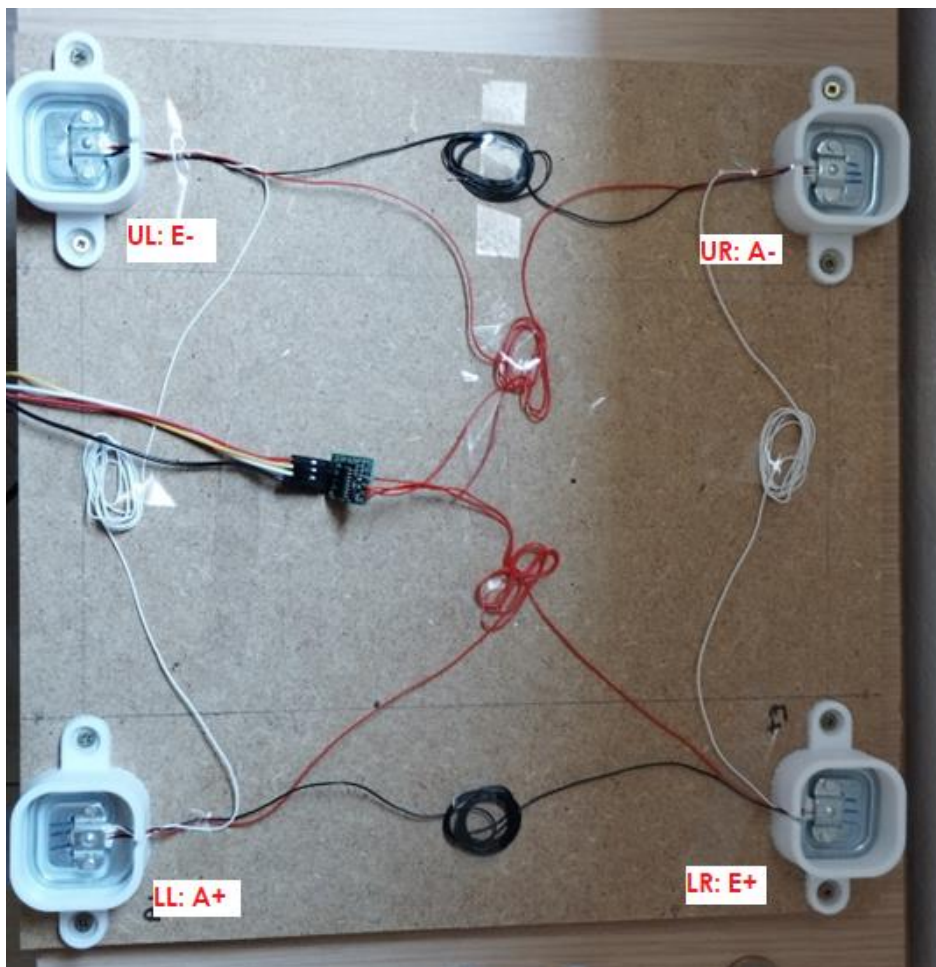


Imagen 127. Conexión de las células de carga y el HX711 en el prototipo. Fuente: Primaria.

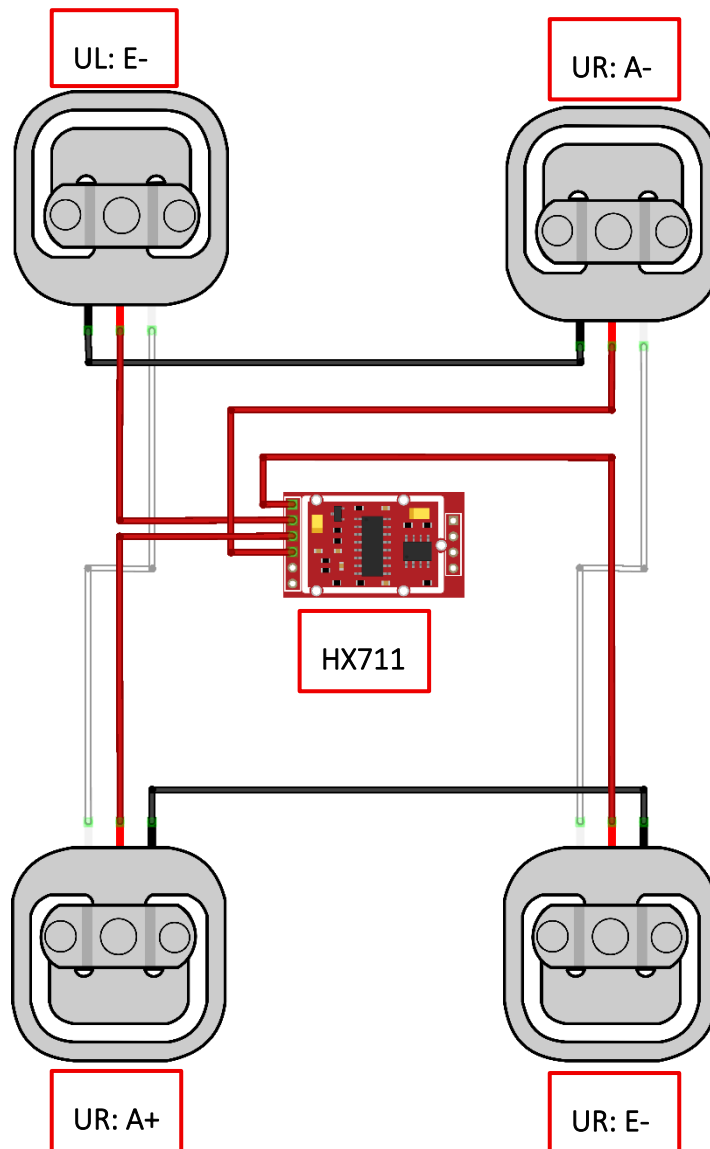


Imagen 128. Esquema de conexiones entre las células de carga y el HX711. Fuente: Primaria.

La Tabla 41 muestra la conexión entre cada célula de carga.

Célula de carga 1	Célula de carga 1
E-	A-
A-	E+
E+	A+
A+	E-

Tabla 41. Conexiones entre células de carga. Fuente: Primaria.

La Tabla 42 muestra las conexiones entre la célula de carga y el HX711.

Células de carga	HX711
E-	E-
A-	A-
A+	A+
E+	E+

Tabla 42. Conexiones entre células de carga y HX711. Fuente: Primaria.

#### 4.1.1.2. HX711 – ESP32

Se ha conectado el HX711 al microcontrolador ESP32 según el esquema mostrado en la Imagen 126Imagen 129 y las conexiones detalladas de la Tabla 43.

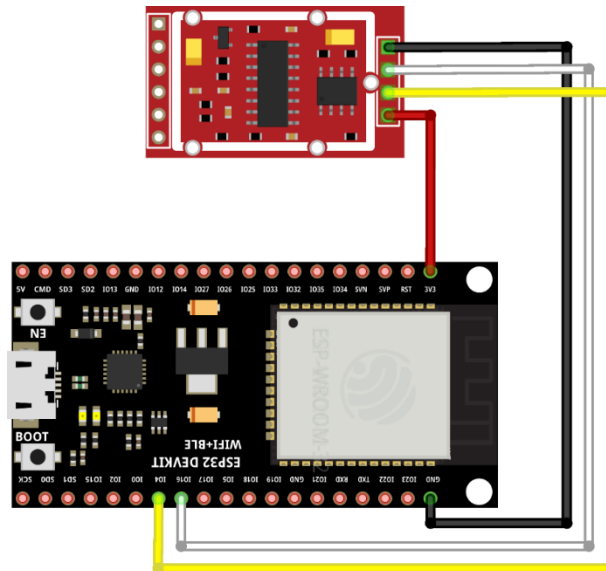


Imagen 129. Esquema de conexiones entre HX711 y ESP32. Fuente: Primaria.

HX711	ESP32
GND	GND
DT	G16
SCK	G4
VCC	3V3

Tabla 43. Conexiones entre HX711 y ESP32. Fuente: Primaria.

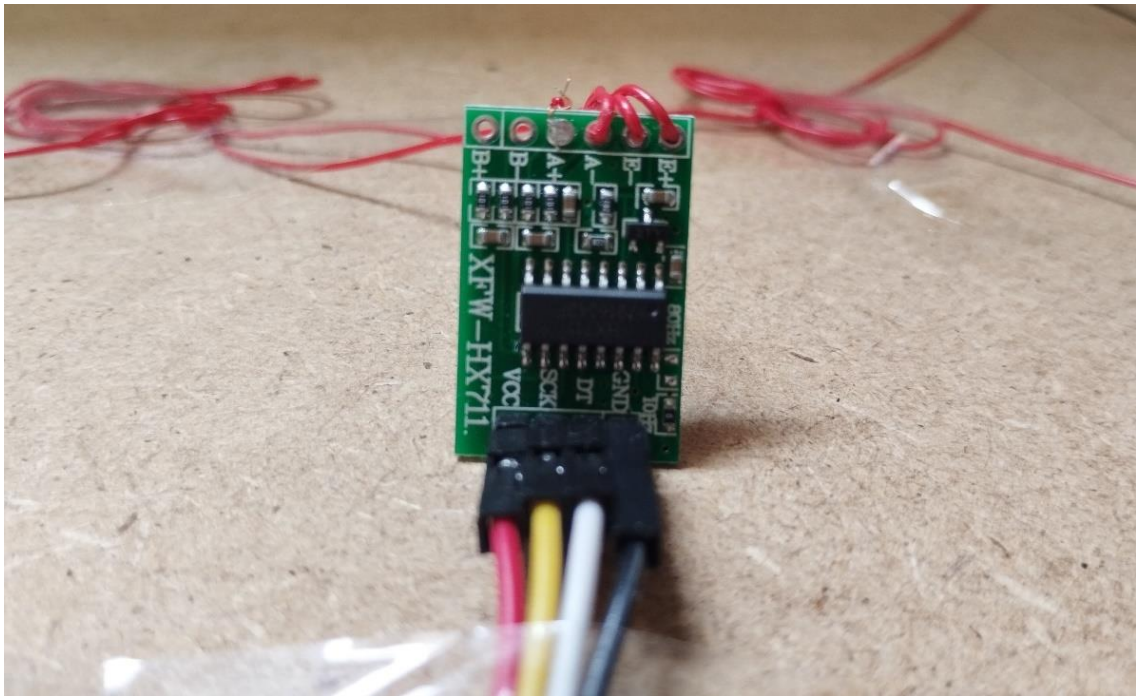


Imagen 130. HX711. Fuente: Primaria.

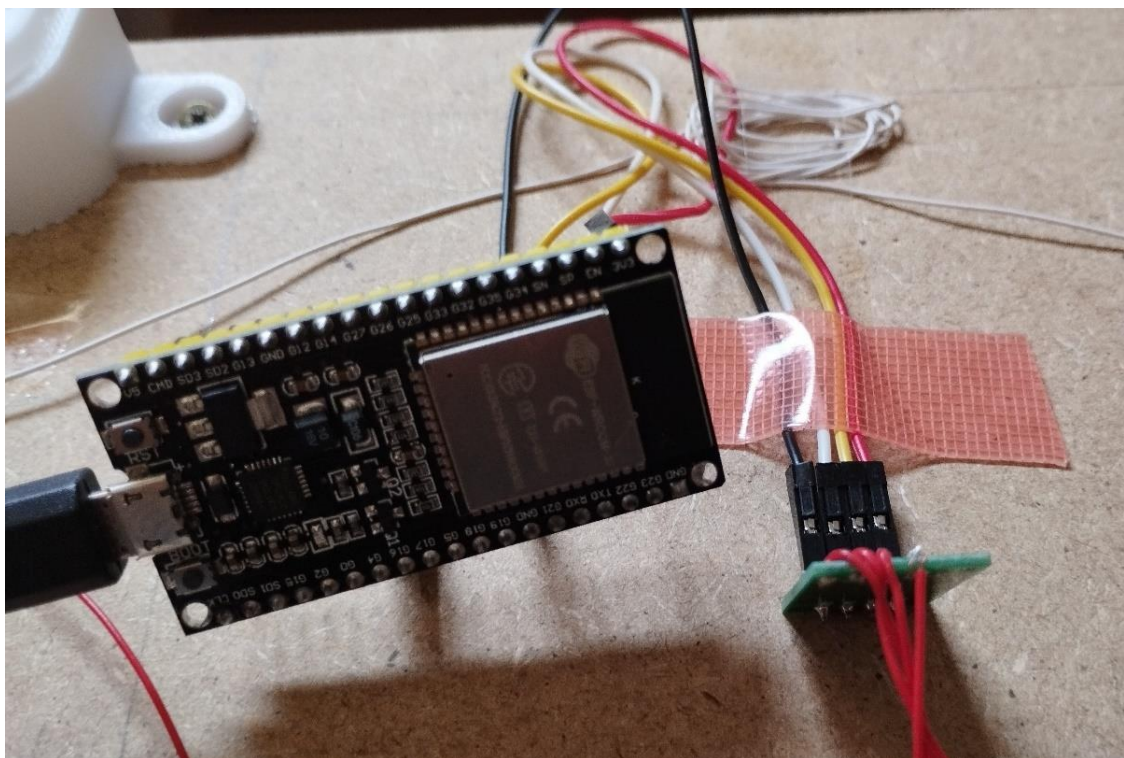


Imagen 131. ESP32. Fuente: Primaria.

#### 4.1.1.3. PANTALLA - ESP32

La pantalla LCD 20x4 se conectó al microcontrolador ESP32 mediante una interfaz I2C, utilizando solo dos líneas de datos: SDA y SCL.

La Imagen 132 muestra el esquema de conexión y la Tabla 45 detalla los pines utilizados.

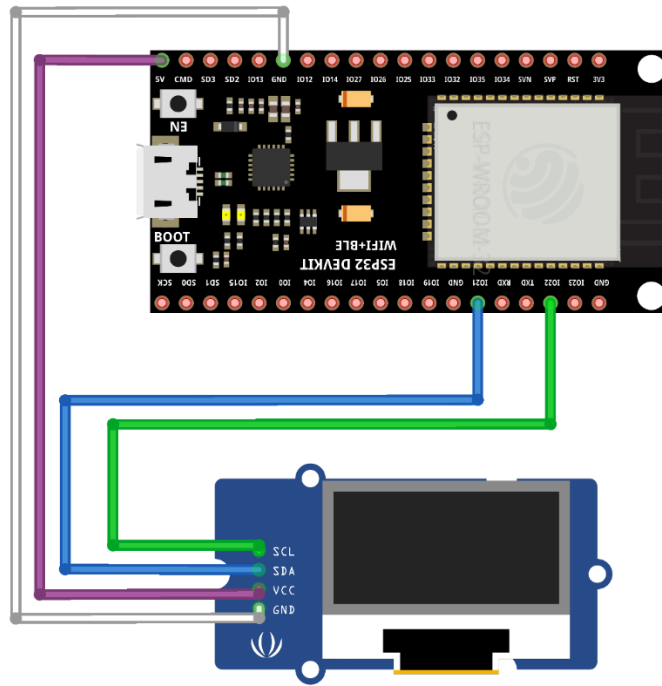


Imagen 132. Esquema de conexiones entre la pantalla LCD y el ESP32. Fuente: Primaria.

PANTALLA	ESP32
GND	GND
VCC	5V
SDA	G21
SCL	G22

Tabla 44. Conexiones entre la pantalla LCD y el ESP32. Fuente: Primaria.

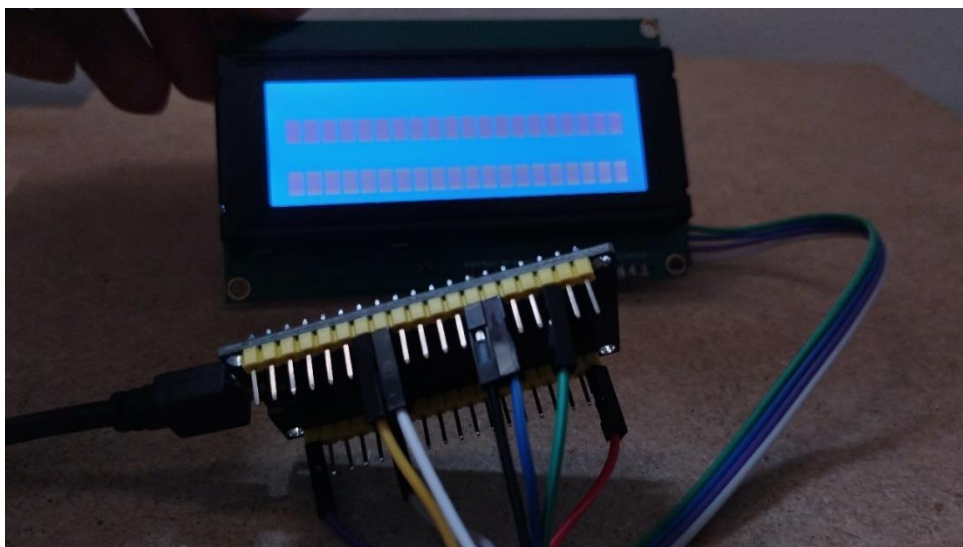


Tabla 45. Pantalla y ESP32 conectados. Fuente: Primaria.

4.1.1.4. TECLADO – ESP32

El teclado de membrana de 4x4 se conectó directamente al microcontrolador ESP32 utilizando 8 pines digitales, correspondientes a sus 4 filas y 4 columnas.

La Imagen 133 muestra el esquema de conexión y la Tabla 41Tabla 46 especifica qué pines del ESP32 se han utilizado para cada fila y columna.

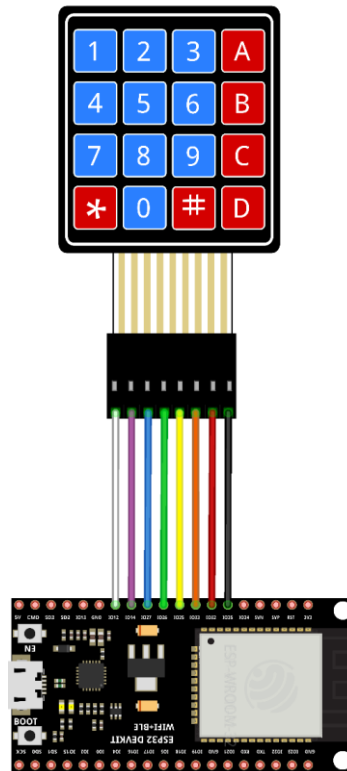


Imagen 133. Esquema de conexiones entre teclado matricial y ESP32. Fuente: Primaria.

TECLADO	ESP32
Fila 1	G32
Fila 2	G33
Fila 3	G25
Fila 4	G26
Columna 1	G27
Columna 2	G14
Columna 3	G12
Columna 4	G17

Tabla 46. Conexiones entre teclado matricial y ESP32. Fuente: Primaria.

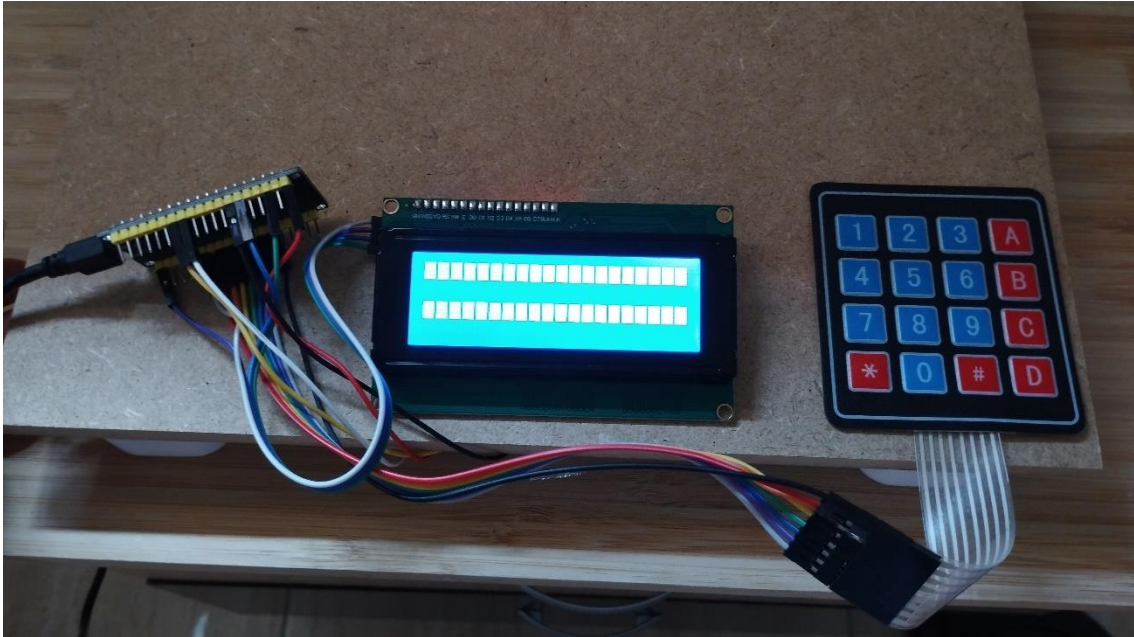


Imagen 134. Teclado matricial y ESP32 conectados. Fuente: Primaria.

## 4.2. ENSAMBLAJE DEL SISTEMA COMPLETO

Dado el carácter experimental del prototipo y los medios disponibles, el ensamblaje se ha realizado de forma sencilla, priorizando la funcionalidad y la estabilidad del sistema durante las pruebas.

La Imagen 135 muestra el resultado final del prototipo.

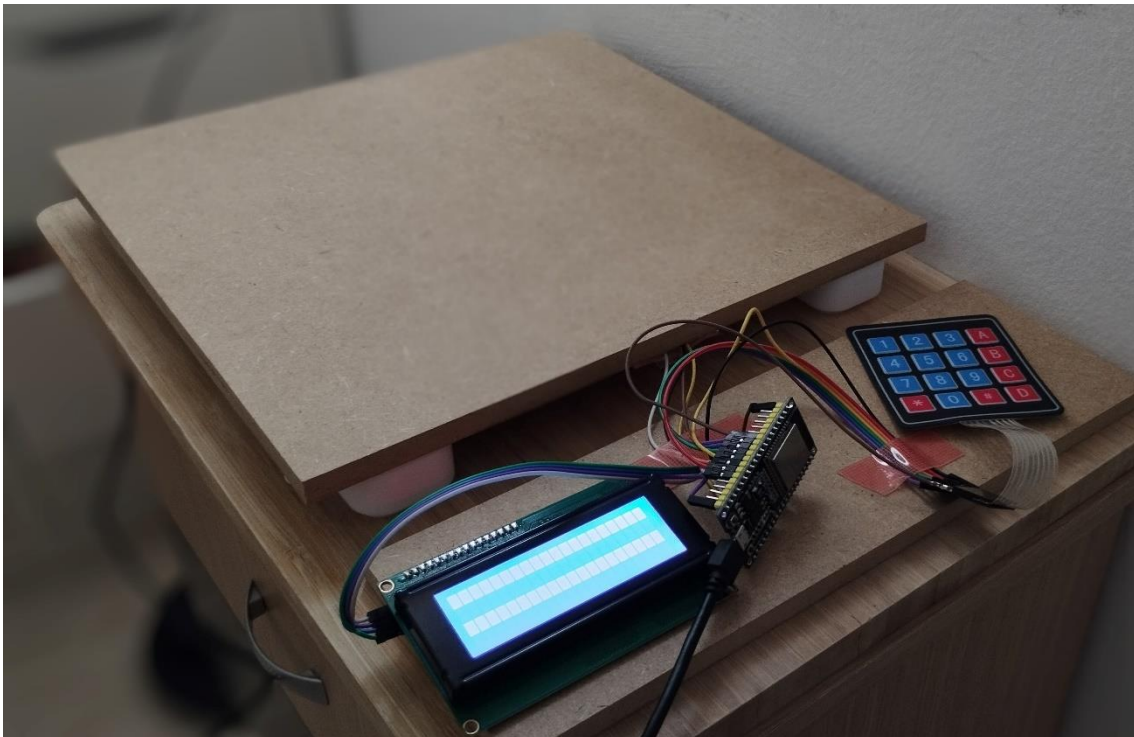


Imagen 135. Ensamblaje final del prototipo. Fuente: Primaria.

El montaje del soporte de las células de carga se ha llevado a cabo siguiendo los siguientes pasos:

1. Se fijó el soporte de las células de carga con tornillos a la base de contrachapado (Imagen 137).
2. Se encajó la célula de carga en el interior del soporte (Imagen 137).
3. Se colocó una pieza de ajuste que mantiene la célula en su posición sin impedir el movimiento vertical de la galga extensiométrica (Imagen 138).
4. Se introdujo una moneda en el hueco disponible (Imagen 139).

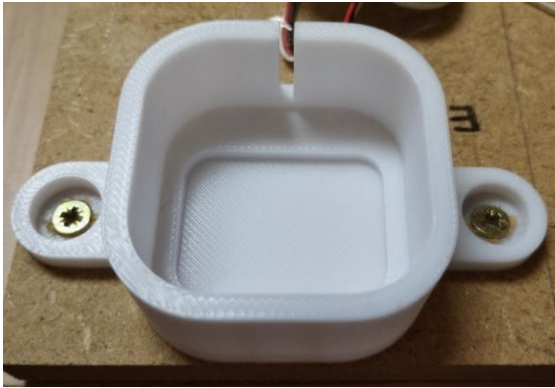


Imagen 136. Paso 1 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria.

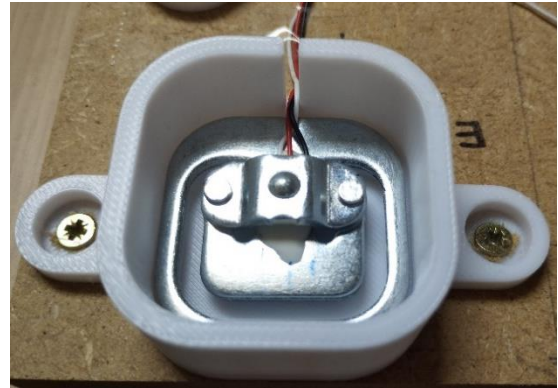


Imagen 137. Paso 2 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria.



Imagen 138. Paso 3 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria.



Imagen 139. Paso 4 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria.



Imagen 140. Paso 5 del montaje de los soportes. Fuente: Primaria.

5. Se colocó sobre la moneda una pata que transmite el peso de la base hacia la célula, permitiendo el desplazamiento necesario para la medición (Imagen 140).

El módulo HX711 se fijó a la parte inferior de la base de contrachapado utilizando cinta adhesiva de doble cara, lo que permite un montaje estable sin necesidad de elementos mecánicos adicionales.

El resto de los componentes electrónicos (ESP32, pantalla, teclado, etc.) se montaron sobre una segunda base de contrachapado independiente, con el objetivo de evitar interferencias que pudieran afectar a las mediciones de peso.

## 5. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El prototipo ha sido diseñado para cumplir con las funciones básicas requeridas en el producto final. Permite la identificación y el pesaje de los productos seleccionados, así como el registro y almacenamiento de los datos obtenidos.

A través del teclado, se puede seleccionar el tipo de producto que se desea pesar. La información aparece en la pantalla LCD y se registra automáticamente junto con la fecha y la hora del pesaje.

### 5.1. LECTURA DE PESO

El pesaje se realiza mediante cuatro células de carga conectadas entre sí en configuración de puente completo, dispuestas simétricamente en la base del prototipo. Estas están conectadas al amplificador HX711, que amplifica y digitaliza las señales generadas por las deformaciones de las galgas extensiométricas.

A su vez, el HX711 está conectado al microcontrolador ESP32, que se encarga de interpretar las señales digitales y convertirlas en un valor comprensible para los usuarios.

El valor se muestra en gramos y se obtiene gracias a un factor de calibración calculado previamente.

La calibración se lleva a cabo mediante el pesaje en bruto de tres patrones de masa conocidos. El programa realiza una media de las mediciones obtenidas para cada patrón y, posteriormente, calcula la media de esos valores para determinar el factor final.

Este factor se integra en el código del programa principal, permitiendo transformar la señal bruta (sin unidades) del HX711 en una medida de peso precisa.

El peso se actualiza continuamente y se muestra en la primera línea de la pantalla. El valor mostrado corresponde a la media de 10 mediciones realizadas a partir del momento en que las fluctuaciones son inferiores a 5 gramos.

Además, el sistema incluye una función de tara que pone el peso a cero cada vez que se inicia el programa o cuando el usuario presiona el botón “\*”. De este modo, es posible descartar el peso de la propia báscula o de cualquier elemento que no se desea contabilizar.

El valor obtenido se muestra en pantalla y puede guardarse junto con el tipo de producto seleccionado, la fecha y la hora del pesaje.

## 5.2. INTERACCIONES MEDIANTE TECLADO

El prototipo incorpora un teclado matricial 4x4, con un total de 16 teclas: los números del 0 al 9, las letras de la A a la D y los caracteres almohadilla (#) y asterisco (\*).

Este teclado permite al usuario interactuar con el sistema a través de las funciones asignadas a cada tecla.

Las teclas “A” y “B” permiten navegar por una lista de opciones visibles en pantalla, que representan distintos tipos de producto que el usuario puede registrar. Al pulsar “A”, la lista se desplaza hacia arriba; al pulsar “B”, se desplaza hacia abajo. La opción actualmente seleccionada se indica mediante una flecha en la pantalla.

Cada opción de la lista está asociada a un número. El usuario puede seleccionarla directamente introduciendo su número a través del teclado numérico, o bien desplazarse con las teclas “A” y “B” hasta la opción deseada. Al pulsar la tecla “#”, se confirma la selección y se muestra en pantalla el producto seleccionado, su peso, la fecha y la hora. Esta información se guarda automáticamente en un archivo .csv.

## 5.3. VISUALIZACIÓN EN PANTALLA

La información se muestra en una pantalla LCD de 20 columnas por 4 filas, conectada mediante protocolo I2C.

La primera línea muestra el valor del peso actual en gramos. Este valor se actualiza a partir de la media de 10 mediciones consecutivas, siempre que las fluctuaciones sean inferiores a 5 gramos. Esta condición permite mostrar únicamente valores estables y representativos.

Las siguientes tres filas presentan la lista de opciones correspondientes a los distintos productos que se pueden registrar. El usuario puede navegar por esta lista y seleccionar el producto deseado.

Cuando se confirma la selección mediante la tecla “#”, la pantalla muestra un resumen con el producto seleccionado, el peso registrado y la fecha y hora del pesaje (Imagen 141). Este resumen actúa como confirmación de que los datos han sido almacenados correctamente.

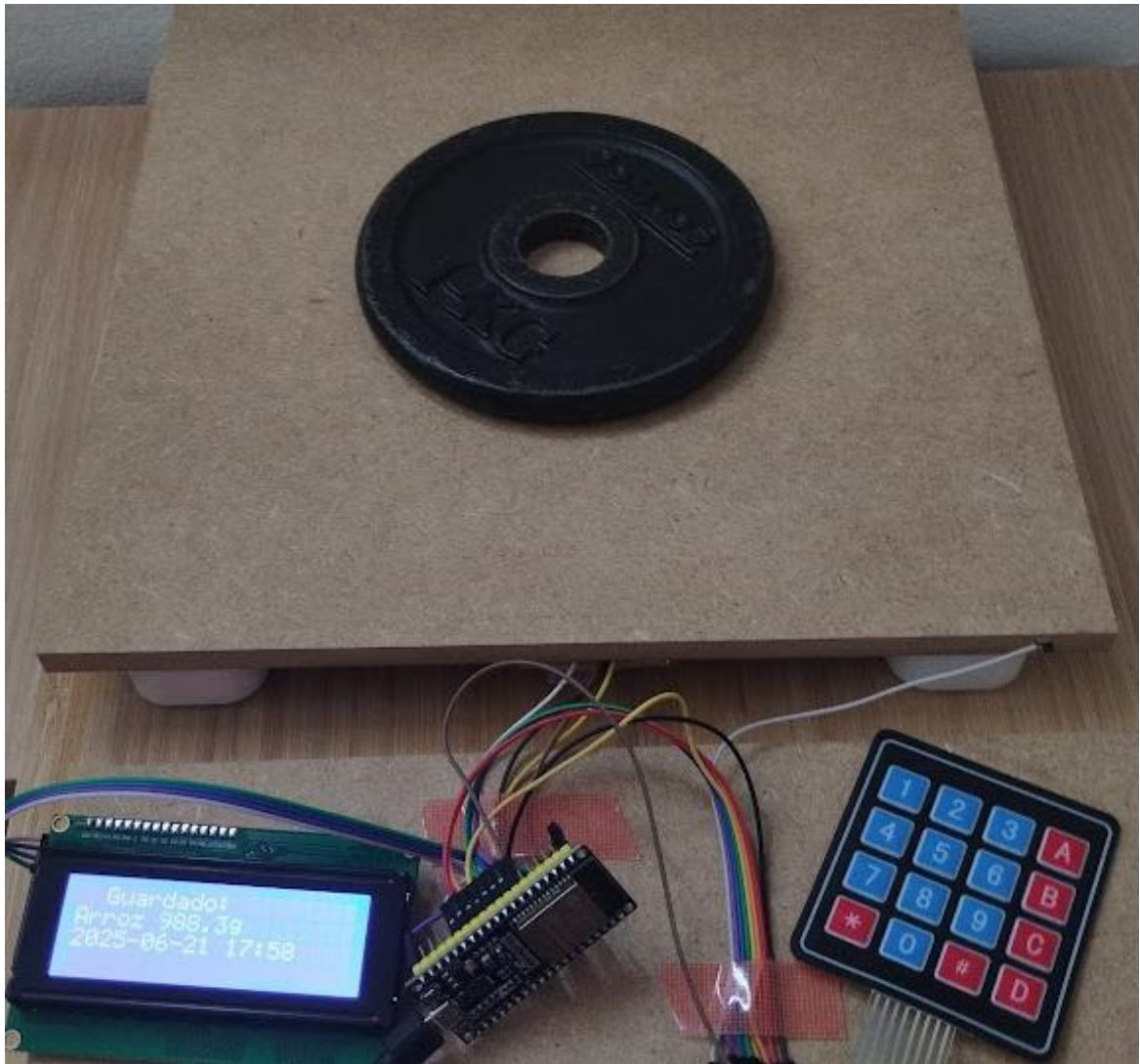


Imagen 141. Mensaje de confirmación de guardado. Fuente: Primaria.

#### 5.4. REGISTRO DE FECHA Y HORA DEL PESAJE

Como se ha explicado previamente, cada vez que el usuario confirma una selección mediante la tecla “#”, el sistema registra automáticamente la fecha y la hora del pesaje.

Esa información se obtiene mediante el reloj interno del ESP32, que proporciona la fecha (día y mes) y la hora (hora y minutos) en formato de 24 horas.

#### 5.5. ALMACENAMIENTO DE DATOS

Los datos esenciales del pesaje se guardan en un archivo creado por el propio programa y almacenado en la memoria interna del ESP32. El archivo utiliza el formato .csv, que organiza la información en columnas separadas por comas, lo que permite su visualización sencilla mediante programas de hojas de cálculo.

## 6. DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE

El *software* utilizado para este prototipo se ejecuta en el microcontrolador ESP32 y ha sido programado en lenguaje *Python*, utilizando el entorno de desarrollo *Thonny* y el *firmware MicroPython*.

El código controla todos los periféricos conectados al ESP32: realiza la medición del peso mediante el módulo HX711, permite la interacción del usuario a través del teclado, muestra la información en pantalla, registra los datos con sus correspondientes fechas y horas, y almacena los resultados.

A continuación, se detallará la estructura general del código y el funcionamiento de cada bloque principal.

### 6.1. LÓGICA GENERAL DEL CÓDIGO

El programa se estructura de forma secuencial: empieza con la importación de las librerías necesarias y la inicialización de todos los periféricos (pantalla, báscula y teclado); a continuación, se crea el archivo donde se almacenarán los datos del pesaje y se define la lista de alimentos.

La lógica principal del sistema consiste en un bucle infinito (Imagen 143). En cada iteración:

- Se lee el peso actual y se filtra para eliminar valores residuales o inestables;
- Se muestra la lista de opciones;
- Se comprueba si el usuario ha pulsado alguna tecla. Según la tecla pulsada:
  - Se realiza la puesta a cero de la báscula (\*);



Imagen 142. Puesta a cero del peso. Fuente: Primaria.

- Se navega por las opciones de la lista de productos (A y B);

- Se selecciona un producto según su número asignado (teclas numéricas);
- Se confirma la selección (#, registrando la opción seleccionada junto con el peso, la fecha y la hora del pesaje.

El valor del peso y las opciones disponibles se actualizan y se muestran constantemente en pantalla.

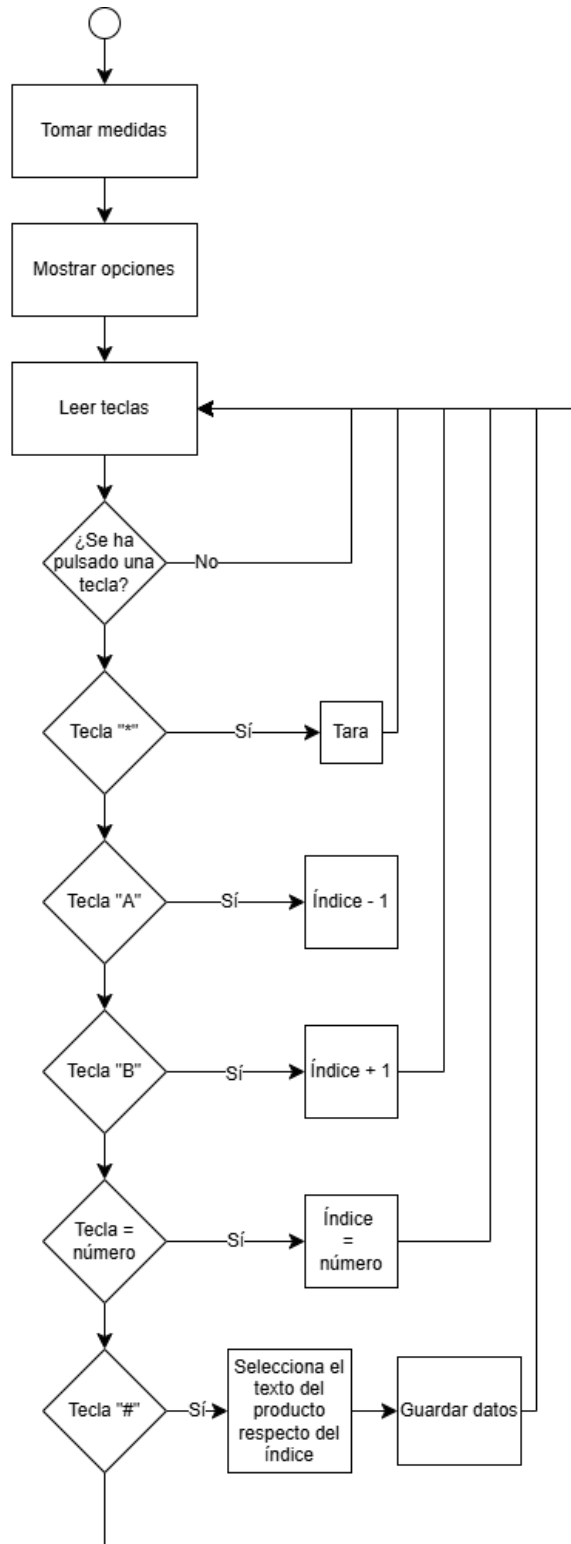


Imagen 143. Diagrama de flujo del prototipo. Fuente: Primaria.

## 6.2. INICIALIZACIÓN DE PERIFÉRICOS

La primera parte del código se encarga de inicializar los periféricos:

- Teclado. Se definen los pines GPIO asignados a las filas y columnas del teclado matricial. Se configura el modo de entrada o salida de cada pin según corresponda, y se crea una instancia del teclado utilizando una librería externa, lo que permite detectar qué tecla ha sido pulsada en cada momento. Se asignan valores a cada tecla, correspondientes al teclado físico.
- Pantalla LCD. Se establece la conexión I2C indicando los pines de datos (SDA) y de reloj (SCL), así como la dirección I2C del dispositivo. Una vez inicializado, se limpia la pantalla para asegurarse de que no contenga datos residuales.
- Báscula. Se inicializa el módulo HX711 indicando los pines de datos y reloj correspondientes. Luego, se carga un factor de calibración previamente guardado en un archivo de texto, que permite convertir las lecturas de la celda de carga en gramos. Se realiza una tara inicial para garantizar que la lectura empiece desde cero.

Además, se comprueba si existe un archivo .csv donde almacenar los registros. En caso de que no exista, se crea automáticamente.

## 6.3. LECTURA DEL HX711

Para leer el peso se usan librerías que facilitan la comunicación con el módulo HX711. La librería hx711.py maneja las funciones básicas para leer el convertidor analógico-digital, y scales.py añade funciones para hacer la tara, aplicar el factor de calibración y obtener lecturas estables.

Para facilitar la interpretación de los datos obtenidos por las células de carga y el módulo HX711, se realiza un proceso de calibración que permite relacionar las lecturas en bruto con el peso real en gramos.

Ese proceso se realiza en un programa independiente y consta de los siguientes pasos:

- Se inicializa la báscula, indicando los pines de datos y reloj utilizados.
- Se coloca un peso conocido sobre la báscula. Se toman 100 lecturas y se calcula su media. A partir de este valor, se obtiene un factor de calibración correspondiente a dicha medición utilizando la ecuación:

$$\text{Factor de calibración } x = \frac{\text{lectura cruda promedio de } x}{\text{peso real de } x \text{ en gramos}}$$

Este procedimiento se realiza con tres pesos conocidos diferentes.

- Se calcula la media de los tres factores de calibración obtenidos para obtener un factor de calibración final, que se guarda en un archivo de texto. Este archivo será utilizado posteriormente por el programa principal.

En el código principal, la lectura de peso se realiza siguiendo esta secuencia (Imagen 144):

1. Se inicializa el módulo HX711.
2. Se realiza automáticamente la puesta a cero (tara).

3. Se carga el valor de calibración desde el archivo previamente generado.
4. Se aplica el factor de calibración en las lecturas obtenidas.
5. Se realizan diez mediciones consecutivas;
6. Se selecciona como valor final de la medición la moda de esas diez lecturas, es decir, el valor que más veces se repite. Este método permite filtrar las fluctuaciones de las mediciones, mejorando la estabilidad del valor mostrado y almacenado.

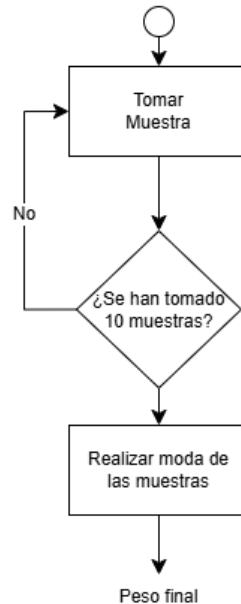


Imagen 144. Diagrama de flujo del sistema de pesaje. Fuente: Primaria.

## 6.4. MENÚ DE SELECCIÓN DE PRODUCTOS

El sistema cuenta con un menú que permite al usuario seleccionar el alimento correspondiente antes de registrar el pesaje. Este menú se basa en una lista predefinida de productos, que se muestra en pantalla y puede recorrerse con las teclas A (arriba) y B (abajo). La confirmación de la selección se realiza pulsando la tecla '#'.

En este prototipo, la única forma de añadir o modificar productos es editando manualmente la lista de opciones en el código del programa principal. No se incluye en esta versión del software un sistema que permita al usuario final gestionar los productos.

Como se muestra en el fragmento de código de la Imagen 145, cada elemento del menú está definido por una tupla con un número identificador y un nombre de producto.

```
opciones = [  
    (1, "Arroz"),  
    (2, "Carne"),  
    (3, "Patatas fritas"),  
    (4, "Lechuga"),  
    (5, "Tomate")  
]
```

Imagen 145. Fragmento del código correspondiente a la lista de productos. Fuente: Primaria.



Imagen 146. Menú principal y peso mostrados en pantalla. Fuente: Primaria.

## 7. PRUEBA DE PRECISIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE

Para comprobar la precisión del sistema de pesaje, se realizaron pruebas utilizando distintos pesos conocidos y comparando las lecturas obtenidas con los valores reales.

Durante la calibración inicial, se definió un factor de calibración a partir de tres patrones distintos, con el fin de ajustar la lectura bruta del HX711 a valores en gramos. Tras aplicar este factor, se verificó el funcionamiento repitiendo las mediciones con los mismos pesos patrón.

La Tabla 47 recoge una serie de mediciones obtenidas para tres pesos diferentes mediante un programa integrado en el ESP32.

Numero de muestra	0 g	531 g	1512 g
1	0,7820	530,0313	1512,00
2	0,4779	531,2912	1509,29
3	1,5206	531,1608	1512,72
4	1,9116	531,5953	1512,20
5	0,6517	531,7256	1508,85
6	0,3476	530,9436	1511,20
7	3,9101	532,2036	1507,55

Numero de muestra	0 g	531 g	1512 g
8	3,9101	534,2455	1511,37
9	2,4764	529,9444	1509,29
10	1,4337	530,0313	1509,42
11	-1,8681	530,3354	1510,16
12	-0,6082	529,5968	1510,81
13	-0,0869	531,3781	1509,24
14	0,8255	530,5961	1510,85
15	2,0419	528,7279	1509,29
16	1,7378	530,3788	1512,33
17	0,0000	533,5069	1508,85
18	0,8689	531,1608	1508,42
19	3,4756	529,0320	1508,85
20	4,5617	532,2036	1506,59
21	1,3034	527,7722	1506,68
22	2,5198	530,0313	1510,37
23	1,9985	526,5122	1509,81
24	3,4756	529,5099	1509,76
<b>Media</b>	<b>2</b>	<b>531</b>	<b>1509,83</b>
<b>Moda</b>	<b>3,9101</b>	<b>530,0313</b>	<b>1509,29</b>
<b>Mediana</b>	<b>1,4771</b>	<b>530,4875</b>	<b>1509,59</b>
<b>Desviación típica</b>	<b>1,5674</b>	<b>1,6855</b>	<b>1,66</b>
<b>Desviación de la media respecto al valor de referencia</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2,17</b>

Tabla 47. Mediciones realizadas por el prototipo.

Además, se ha calculado para cada grupo de valores la media, la moda, la mediana, la desviación típica y la desviación de la media respecto al valor de referencia.

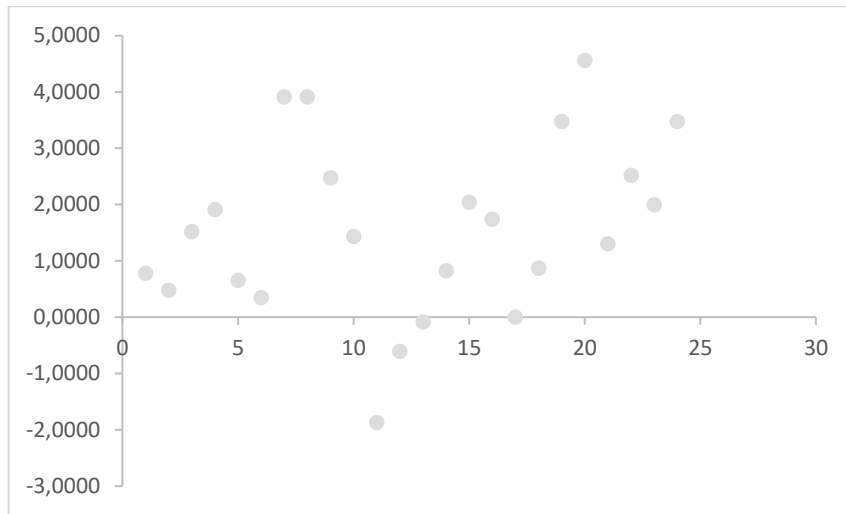


Imagen 147. Dispersión de mediciones. Prueba 1: 0g (sin peso). Fuente: Primaria.

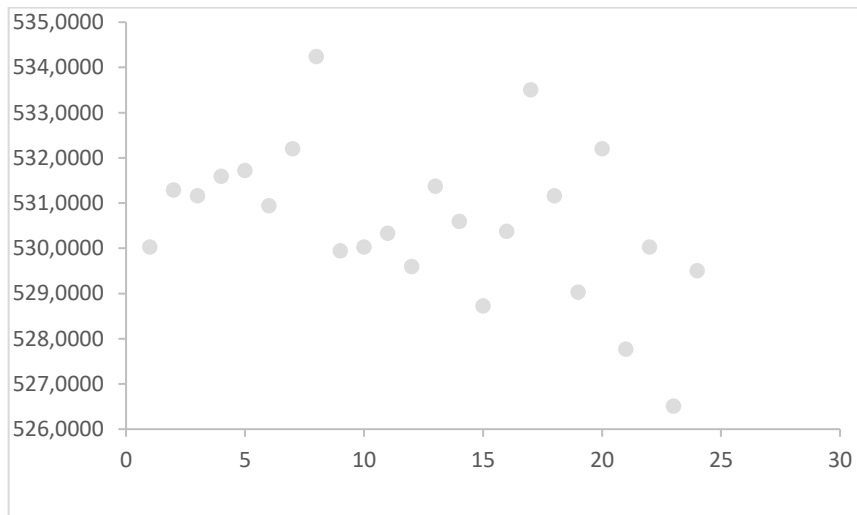


Imagen 148. Dispersión de mediciones. Prueba 2: 531g. Fuente: Primaria.

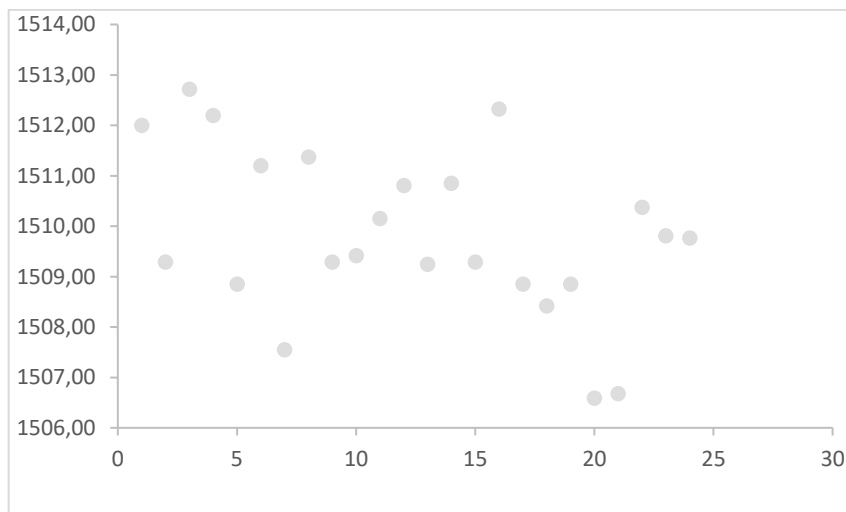


Imagen 149. Dispersión de mediciones. Prueba 3: 1512g. Fuente: Primaria.

Los valores obtenidos se representaron mediante los gráficos de dispersión de la Imagen 147, Imagen 148 e Imagen 149

Los resultados fueron consistentes y la diferencia entre el valor real y la lectura proporcionada por el sistema fue mínima, oscilando en la mayoría de los casos entre 0 y 6 gramos.

Sin embargo, dado que el sistema utiliza la media de varias mediciones como valor final, se ha considerado que la mayor desviación observada de dicha media respecto al valor real es de aproximadamente 2,17 g. Este margen de error se considera aceptable en el contexto de un prototipo desarrollado en un entorno doméstico, donde no se requiere una precisión de laboratorio.

## 8. CONCLUSIONES

### 8.1. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PROTOTIPO

El prototipo ha demostrado ser funcional y capaz de cumplir con los objetivos básicos planteados en el proyecto: identificar un producto alimentario mediante un menú simple, realizar la tara automáticamente, obtener el peso del residuo con una precisión razonable y registrar los datos con fecha y hora.

En cuanto a la precisión del sistema de pesaje, las pruebas han demostrado que la desviación máxima respecto al valor real es de aproximadamente 2,17 g. Teniendo en cuenta que el prototipo ha sido construido con recursos limitados y en un entorno no profesional, este margen de error se considera aceptable para su propósito inicial.

Se concluye, por tanto, que la viabilidad técnica del producto queda demostrada.

### 8.2. CORRESPONDENCIA CON EL DISEÑO FINAL DEL PRODUCTO

El prototipo desarrollado corresponde de manera satisfactoria con el producto final propuesto en lo relativo a la funcionalidad principal: realiza pesajes y los registra junto con el producto, fecha y hora.

Sin embargo, el prototipo emplea una estructura básica que no corresponde con el diseño físico del producto final. Además, aunque se simula el funcionamiento con componentes electrónicos similares que se usarán en la versión final, se han hecho algunas simplificaciones en el software para facilitar el desarrollo y las pruebas.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

# Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma

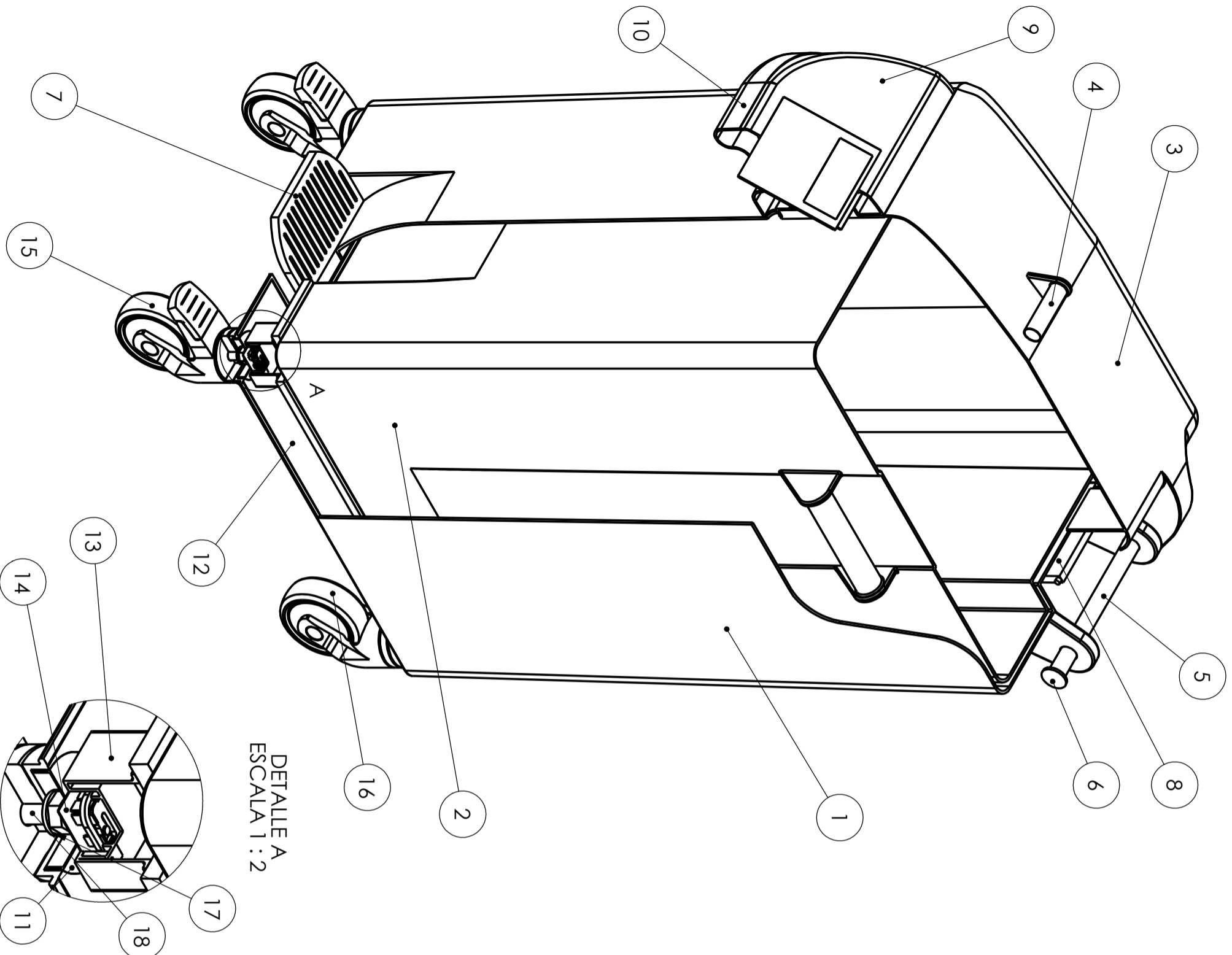
## PLANOS

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carolina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

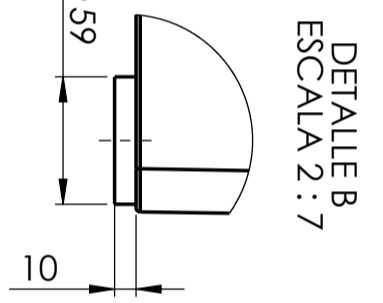
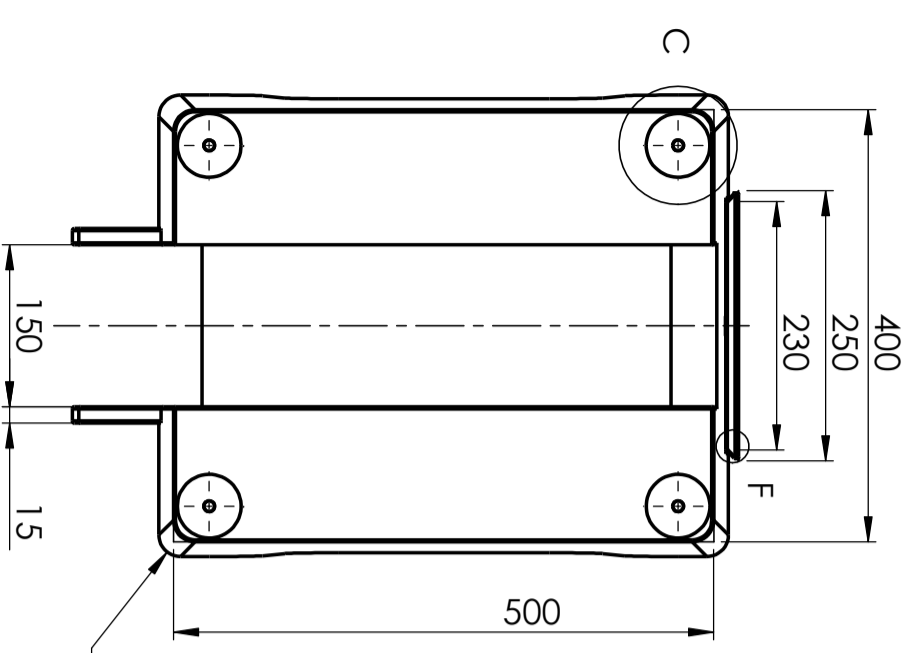
MÁLAGA, junio de 2025



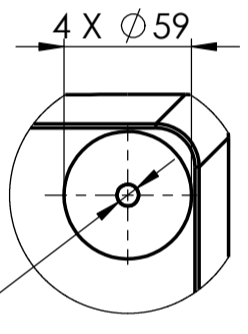
DETALLE A  
ESCALA 1 : 2

18	-	TORNILLO M10 X 25	ACERO	4
17	-	ARANDELA M10 x 30 x 1,5	ACERO	4
16	-	RUEDAS SIN FRENO	PP/GOMA	2
15	-	RUEDAS CON FRENO	PP/GOMA	2
14	12	PATAS DE LA BÁSCULA	PP	4
13	11	ESTRUCTURA DE LA BÁSCULA	PP	1
12	10	BASE DE LA BÁSCULA	PP	1
11	05	EMBELLECEDOR	PP	4
10	09	BASE DE LA CARCASA	ABS	1
9	08	CARCASA	ABS	1
8	07	ESLABÓN	PP	1
7	07	PEDAL	PP	1
6	06	TAPÓN DEL EJE	PP	1
5	06	EJE	PP	1
4	05	ASA DE LA TAPA	PP	1
3	04	TAPA	PP	1
2	03	CUBO INTERIOR	PP	1
1	02	ESTRUCTURA PRINCIPAL	PP	1
Nº	Nº PLANO	ELEMENTO	MATERIAL	CANT.

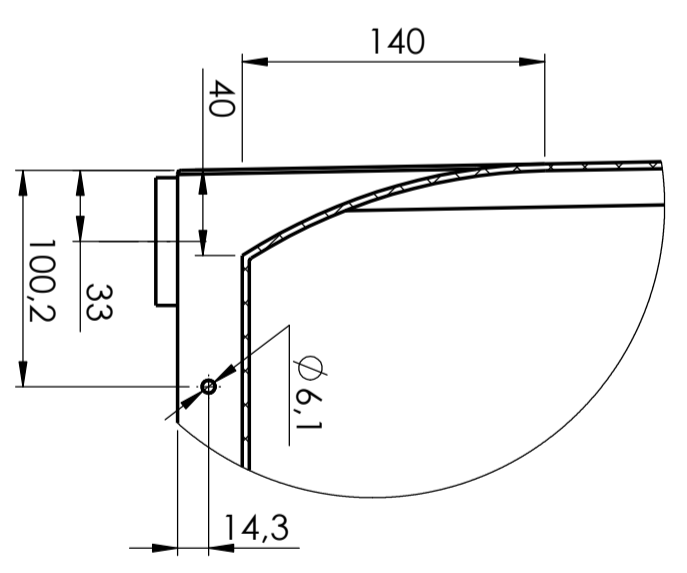
<b>Universidad de Málaga</b>		<b>Escuela de Ingenierías Industriales</b>	
<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma			
<b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto			
<b>Autora:</b> Carolina Renoud	<b>Firma autora:</b>	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 1:5
<b>Tutora:</b> Davinia Trujillo Aguilera			
<b>Título del plano:</b> CONJUNTO			<b>Número del plano:</b> 01/12



DETALLE B  
ESCALA 2 : 7

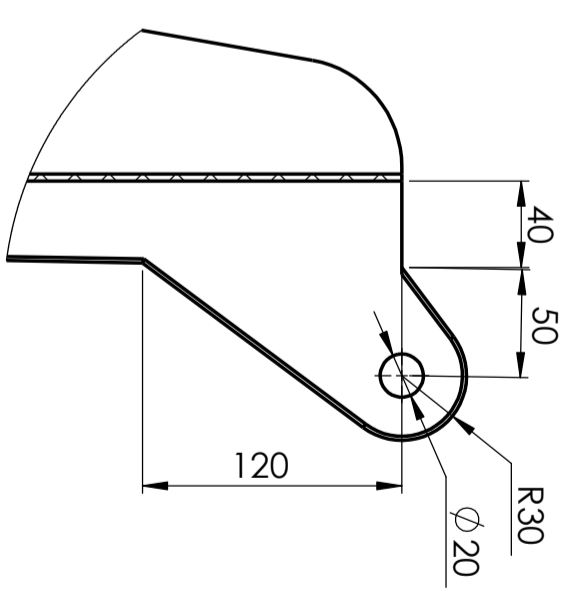


DETALLE C  
ESCALA 2 : 7

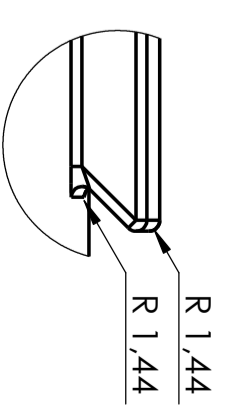


DETALLE D  
ESCALA 2 : 7

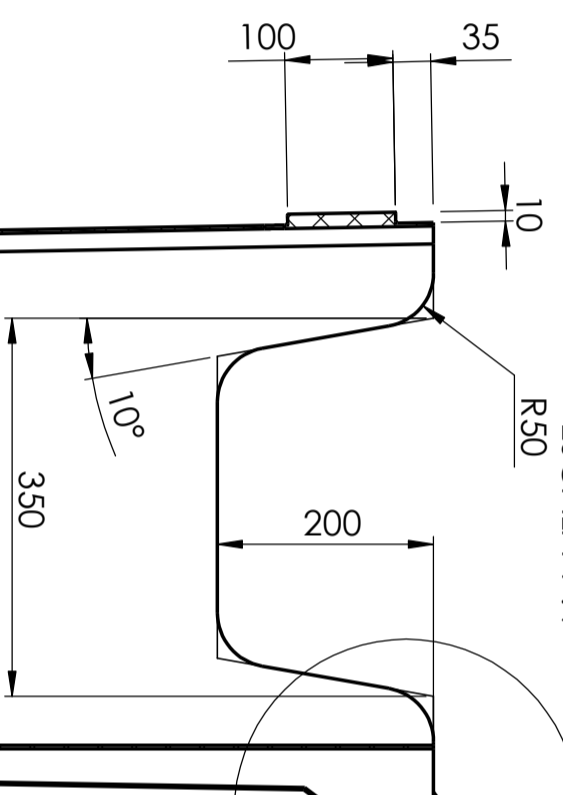
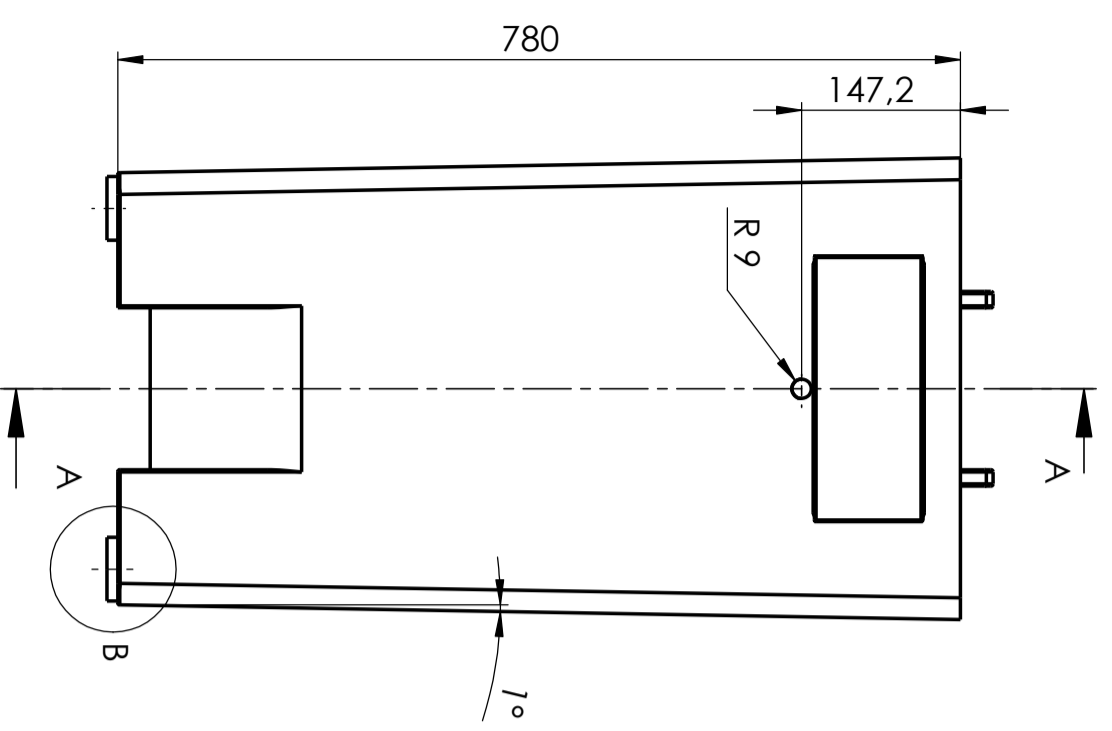
DETALLE E  
ESCALA 2 : 7



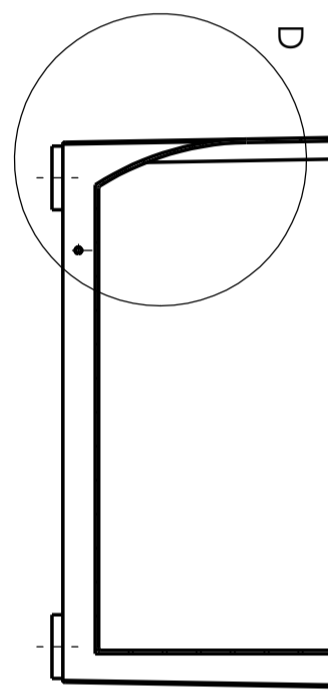
DETALLE F  
ESCALA 1 : 1



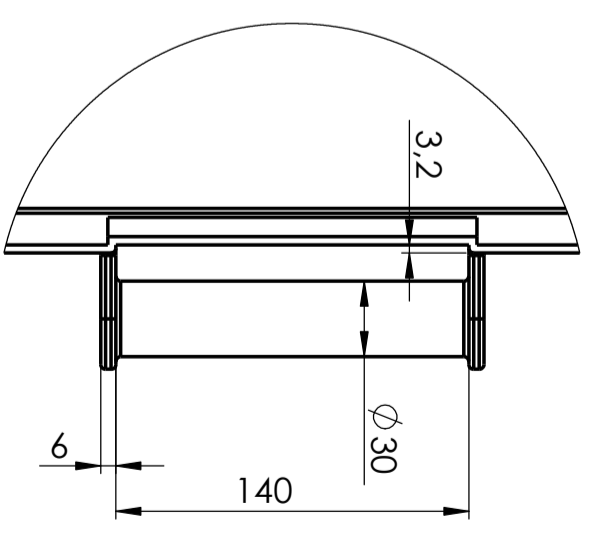
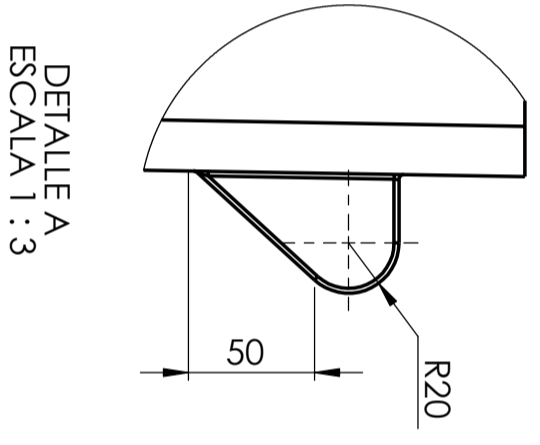
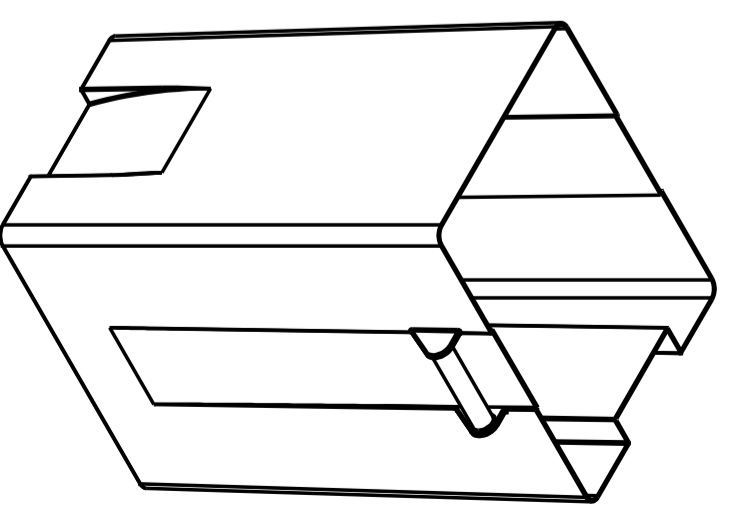
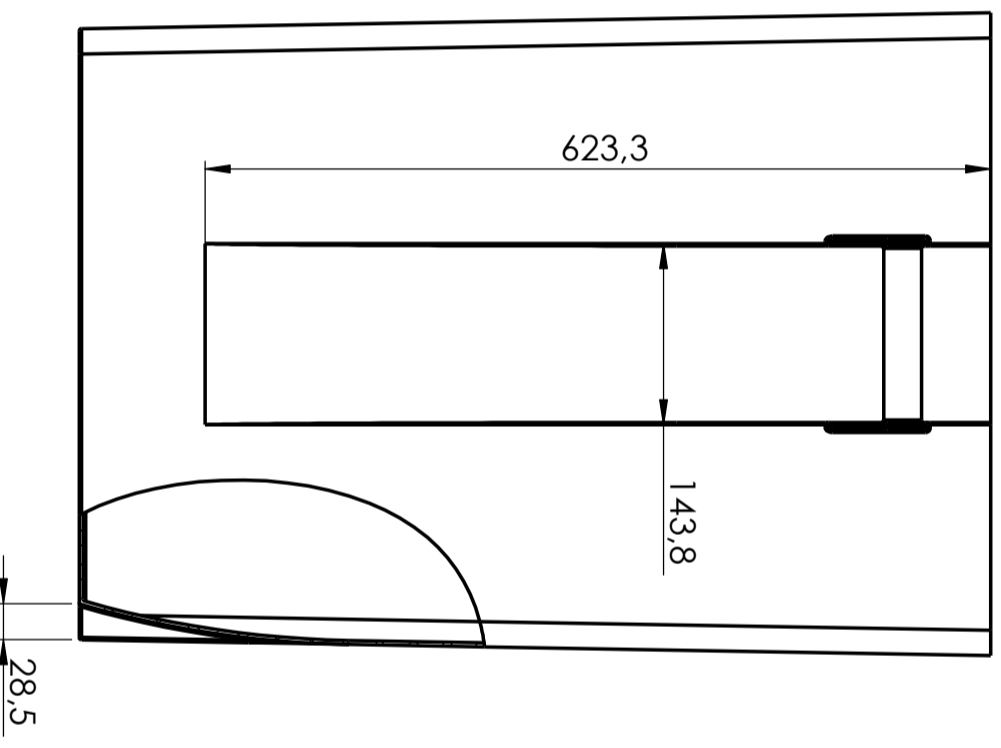
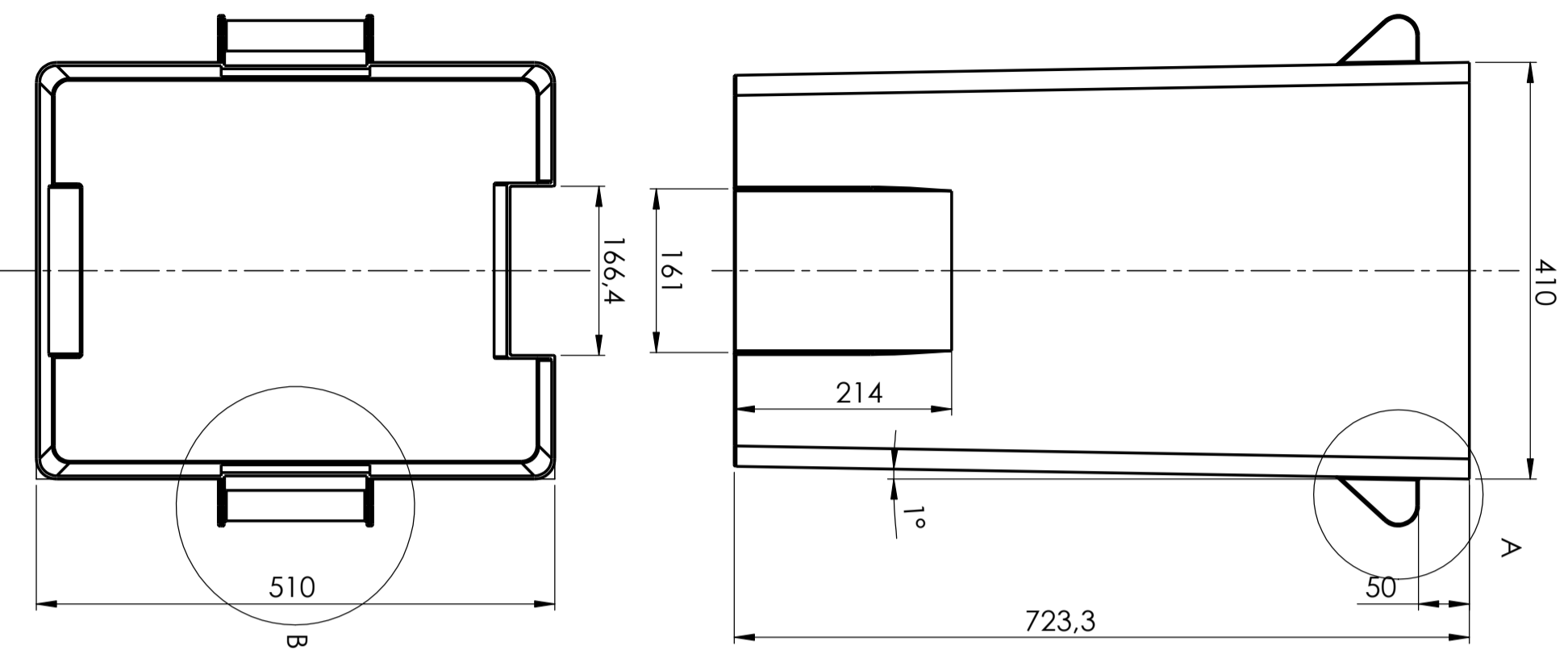
Espesor: 3,2mm  
Redondeos: 1,92



SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 7



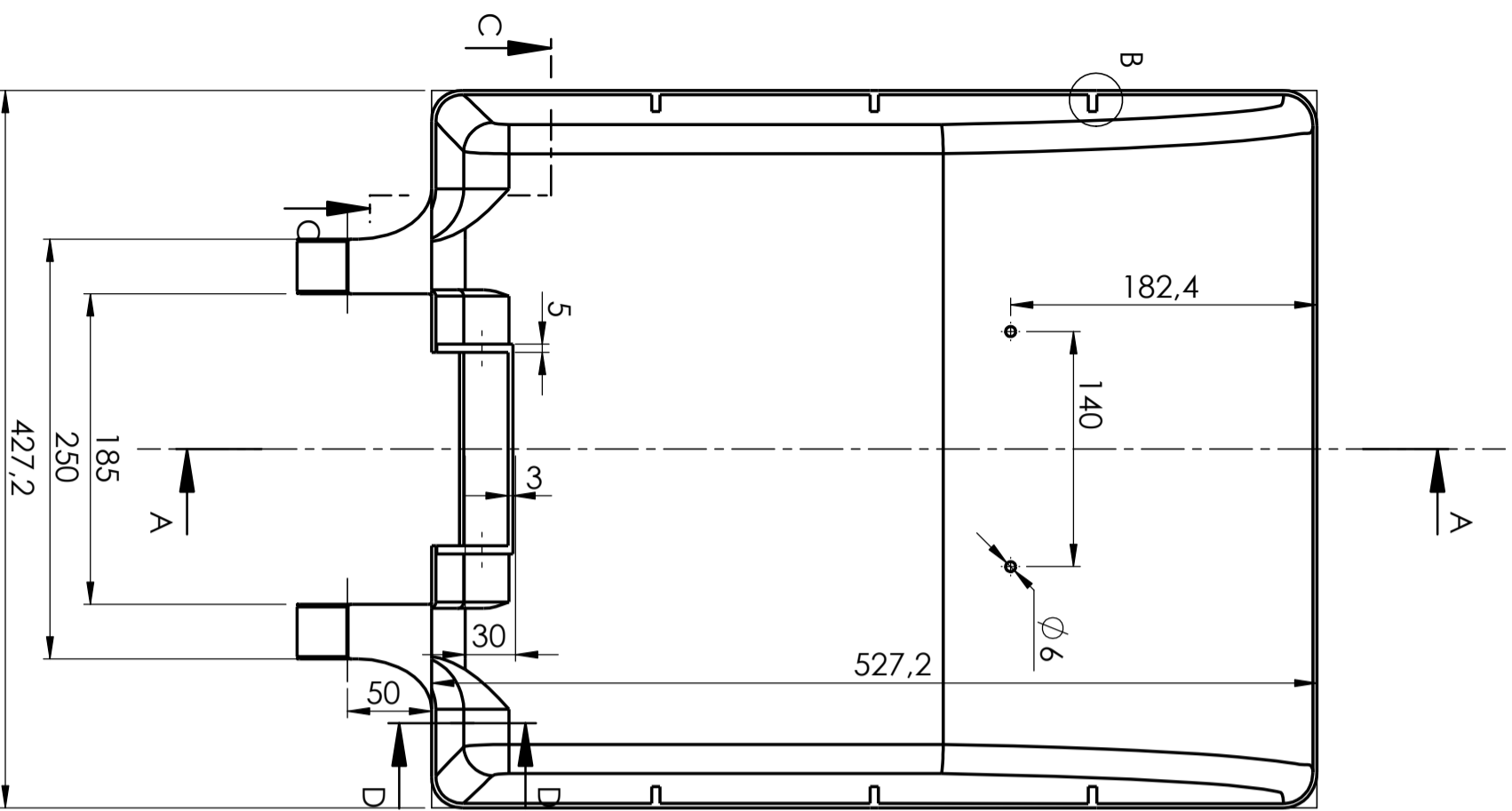
<b>Universidad de Málaga</b>		<b>Escuela de Ingenierías Industriales</b>		
<b>Título:</b>	Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma			
<b>Titulación:</b>	Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto			
<b>Autora:</b>	Carolina Renoud	<b>Firma autora:</b>		
<b>Tutora:</b>	Davinia Trujillo Aguilera	<b>Fecha:</b>	10/06/2025	
<b>Título del plano:</b>	ESTRUCTURA PRINCIPAL		<b>Escala:</b>	1:7
			<b>Número del plano:</b>	02/12



Redondeos: 1,92mm  
Espesor: 3.2mm

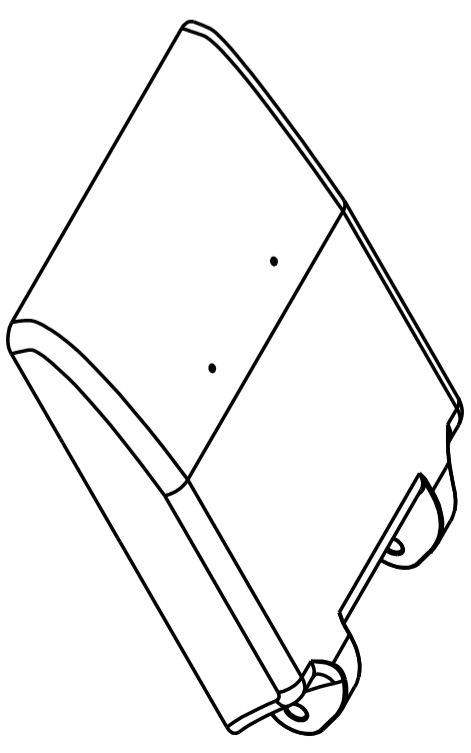
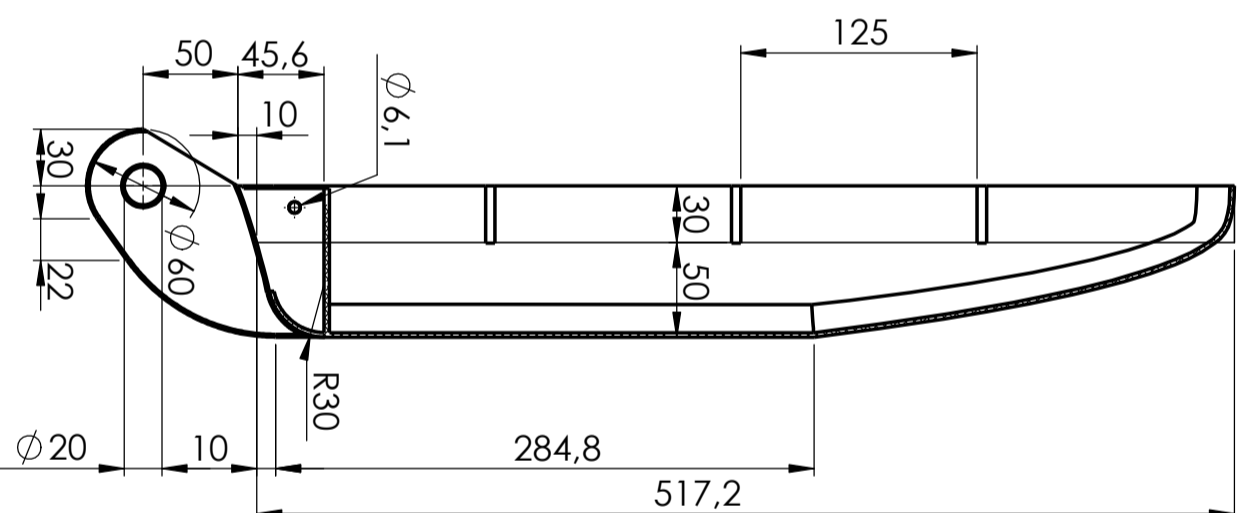
DETALLE B  
ESCALA 1 : 3

<b>Universidad de Málaga</b>		<b>Escuela de Ingenierías Industriales</b>		
<b>Título:</b>	Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesque de merma			
<b>Titulación:</b>	Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto			
<b>Autora:</b>	Carollina Renaud	<b>Firma autora:</b>		
<b>Tutora:</b>	Davinia Trujillo Aguilera	<b>Fecha:</b>	10/06/2025	
<b>Título del plano:</b>	CUBO INTERIOR		<b>Escala:</b>	1:6
			<b>Número del plano:</b>	03/12

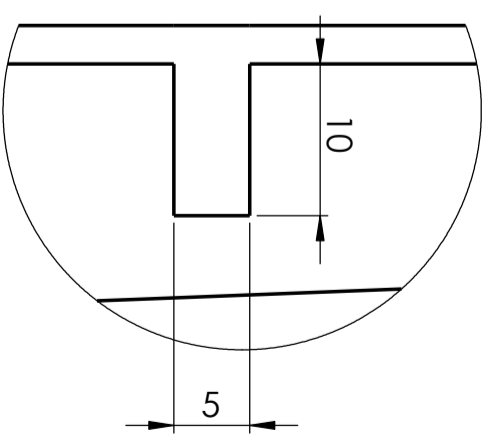


Espesor: 2,4mm  
 Redondeos: 1,44mm

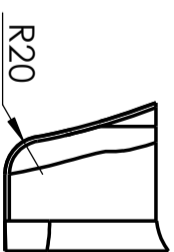
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 4



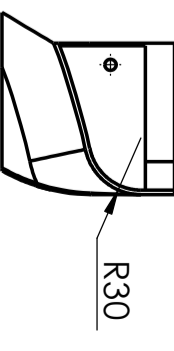
DETALLE B  
ESCALA 2 : 1



SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 4



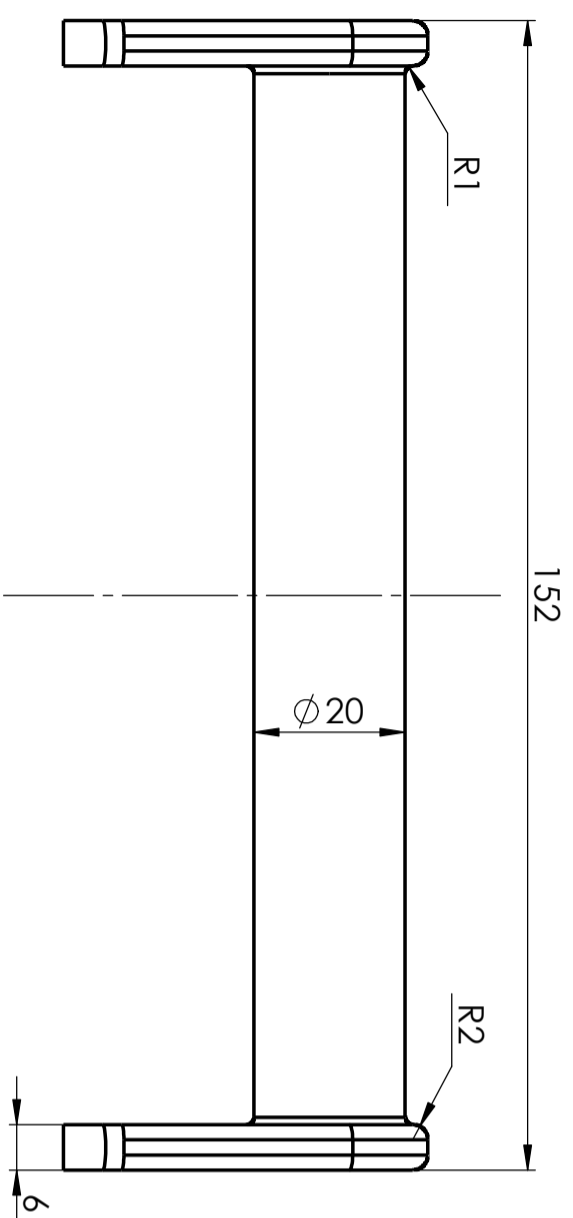
SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 : 4



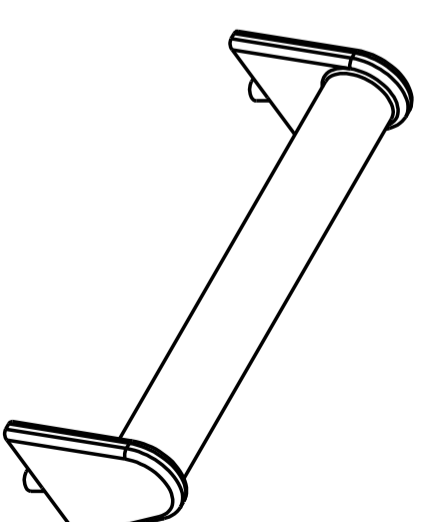
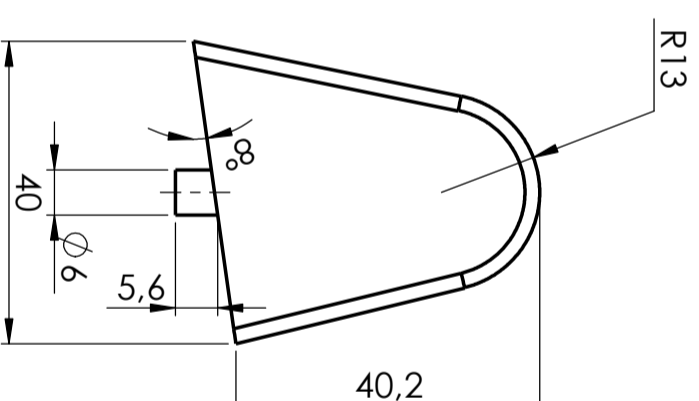
<b>Universidad de Málaga</b>	<b>Escuela de Ingenierías Industriales</b>	<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 1 : 4
		<b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
<b>Autora:</b> Carolina Renoud	<b>Firma autora:</b>	<b>Tutor:</b> Davinia Trujillo Aguilera		
<b>Título del plano:</b> TAPA				<b>Número del plano:</b> 04/12

# ASA DE LA TAPA

E: 1:1



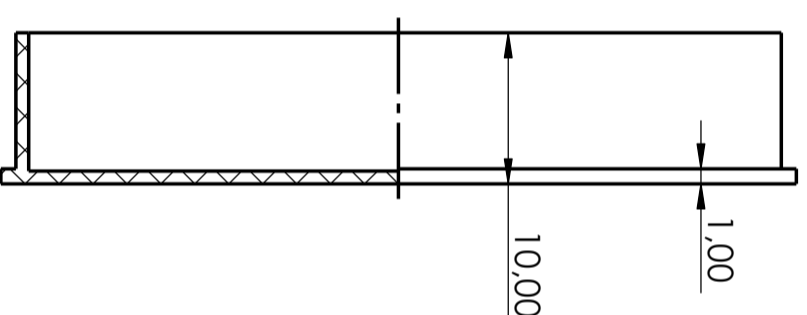
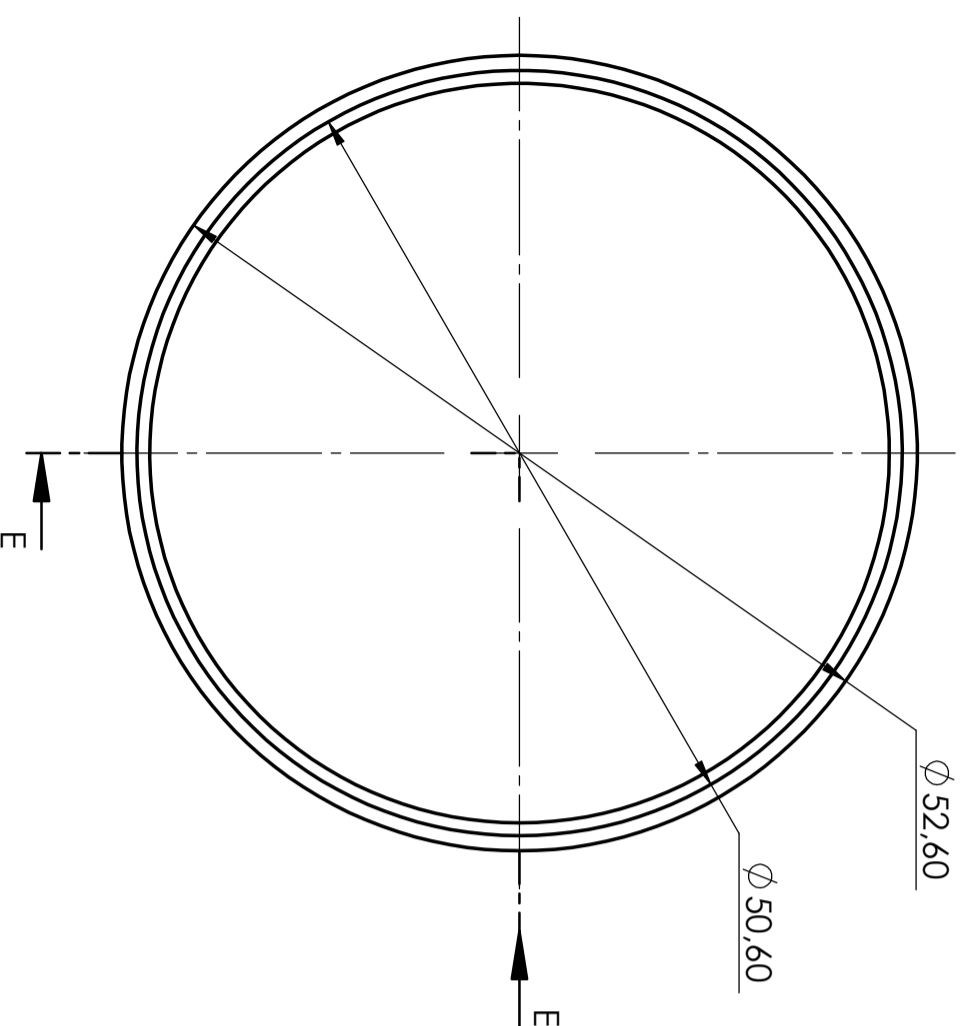
Espesor: 0,85mm



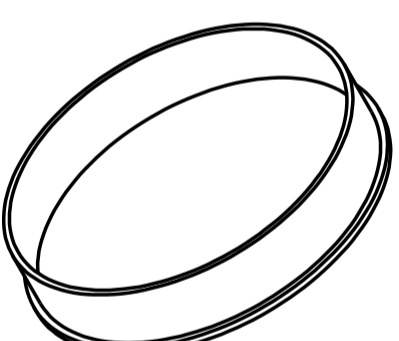
# EMBELLECEDOR:

E: 2:1

SECCIÓN E-E  
ESCALA 2 : 1

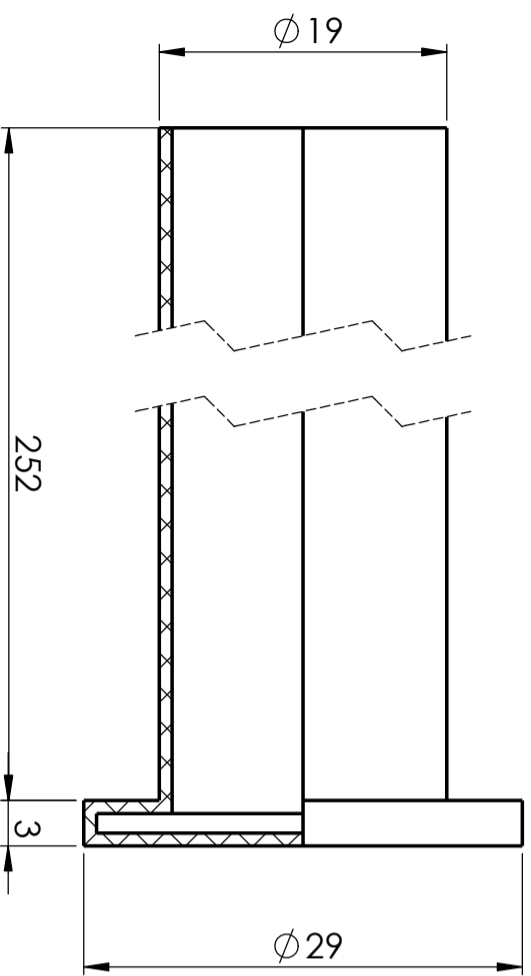


Espesor: 0,85mm

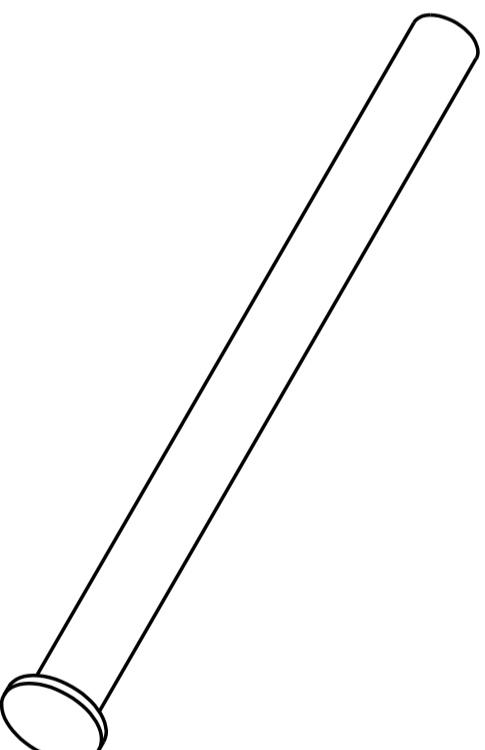


<b>Autora:</b> Carolina Renoud	<b>Universidad de</b> <b>Málaga</b>	<b>Escuela de Ingenierías</b> <b>Industriales</b>	<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pescaje de merluza
			<b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto
<b>Tutora:</b> Davinia Trujillo Aguilera	<b>Firma autora:</b>	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 1:1/2:1
<b>Título del plano:</b> 1. ASA DE LA TAPA 2. EMBELLECEDOR			<b>Número del plano:</b> 05/12

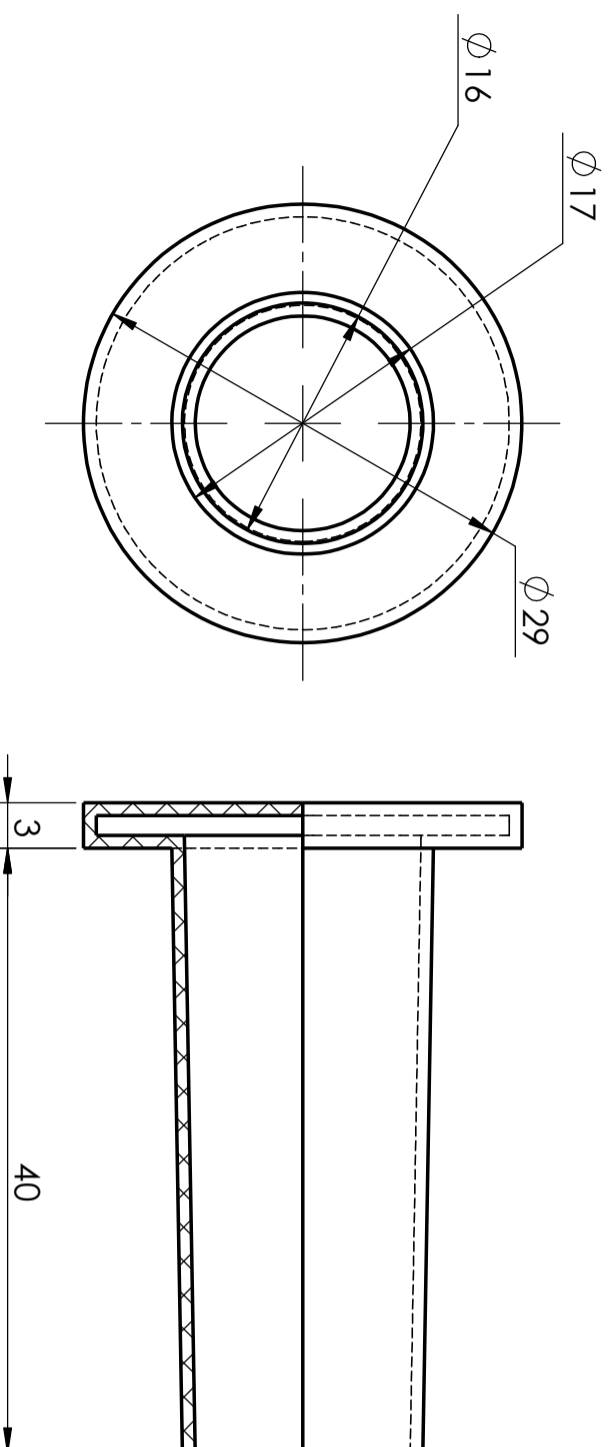
EJE:



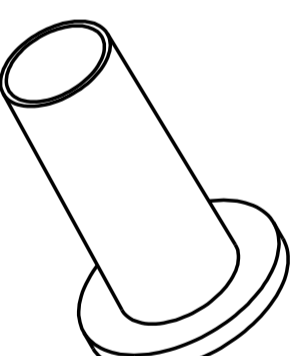
Espesor: 0.85mm



TAPÓN DEL EJE:

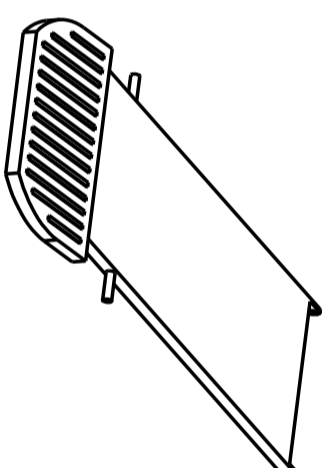
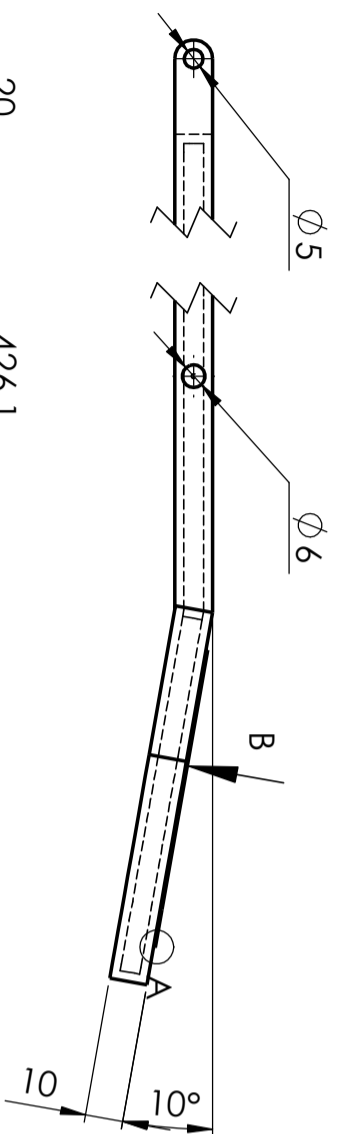


Espesor: 0.85mm

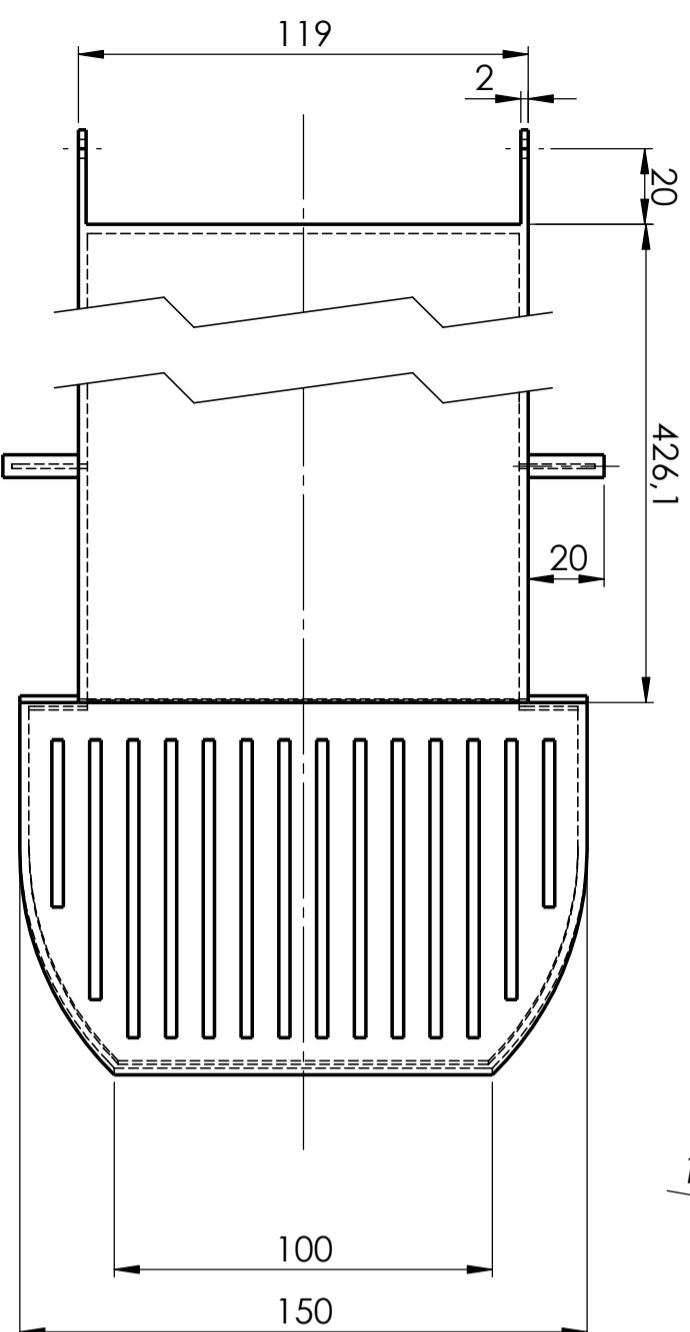
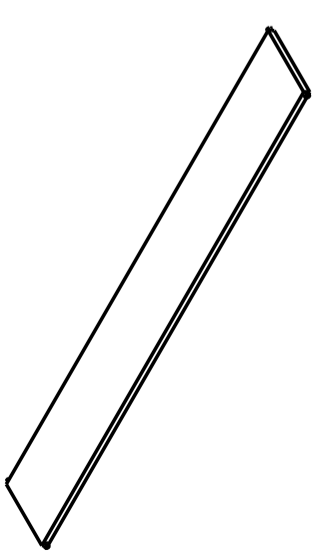
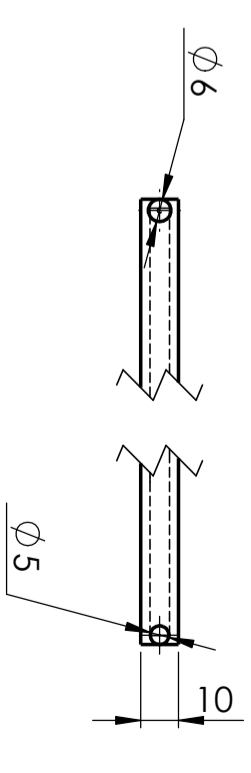


<b>Autora:</b> Carolina Renoud	<b>Universidad de Málaga</b>	<b>Escuela de Ingenierías Industriales</b>	<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pescaje de merluza	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 2:1
			<b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
<b>Tutora:</b> Davinia Trujillo Aguilera			<b>Firma autora:</b>		
<b>Título del plano:</b> 1. Eje de la tapa 2. Tapón del eje					<b>Número del plano:</b> 06/12

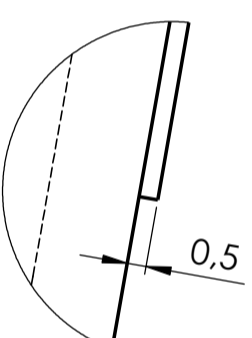
PEDAL:



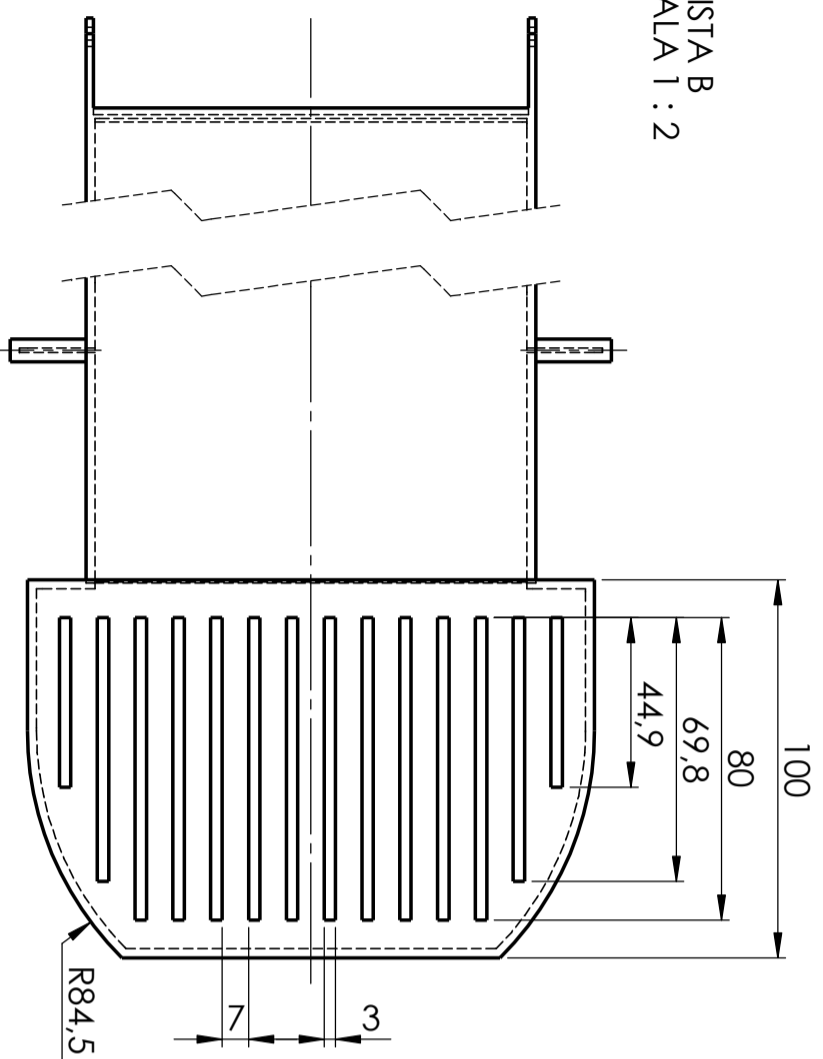
ESLABÓN:



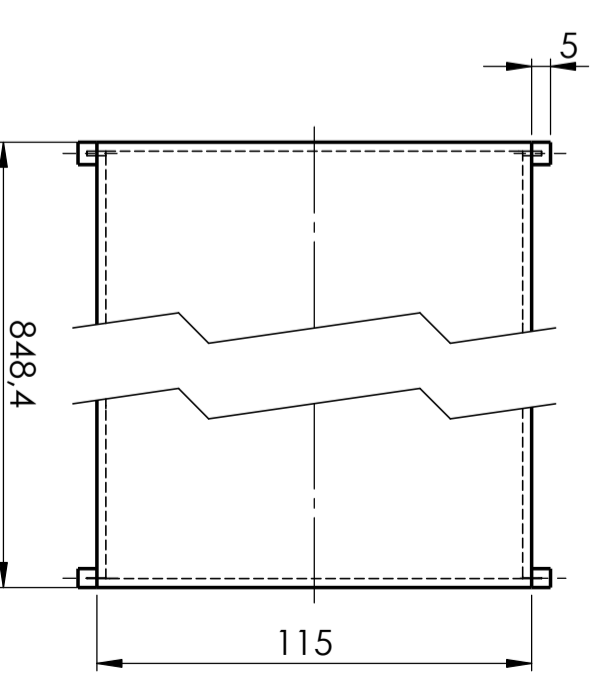
DETALLE A  
ESCALA 5 : 1



VISTA B  
ESCALA 1 : 2

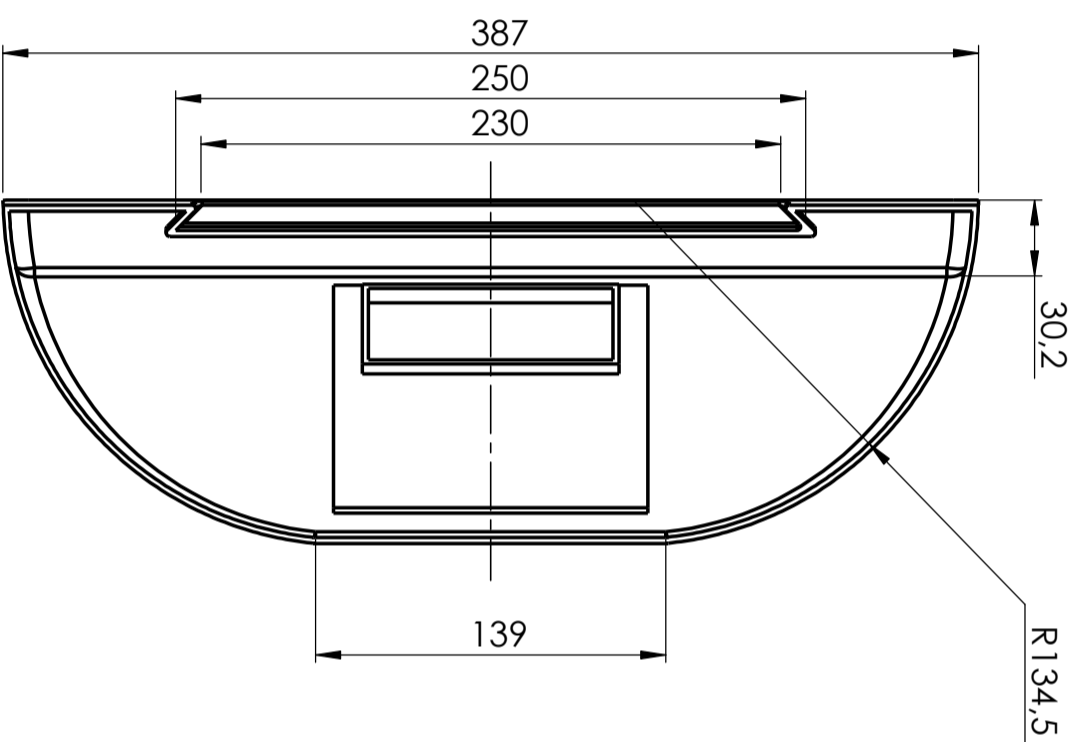
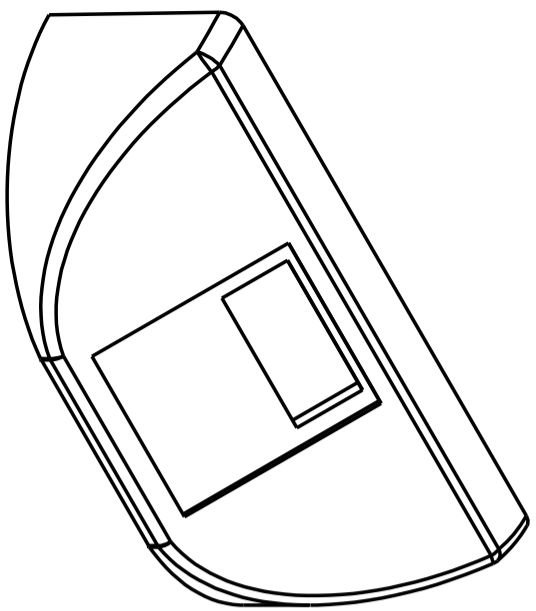


ESPEJOR: 2,4MM

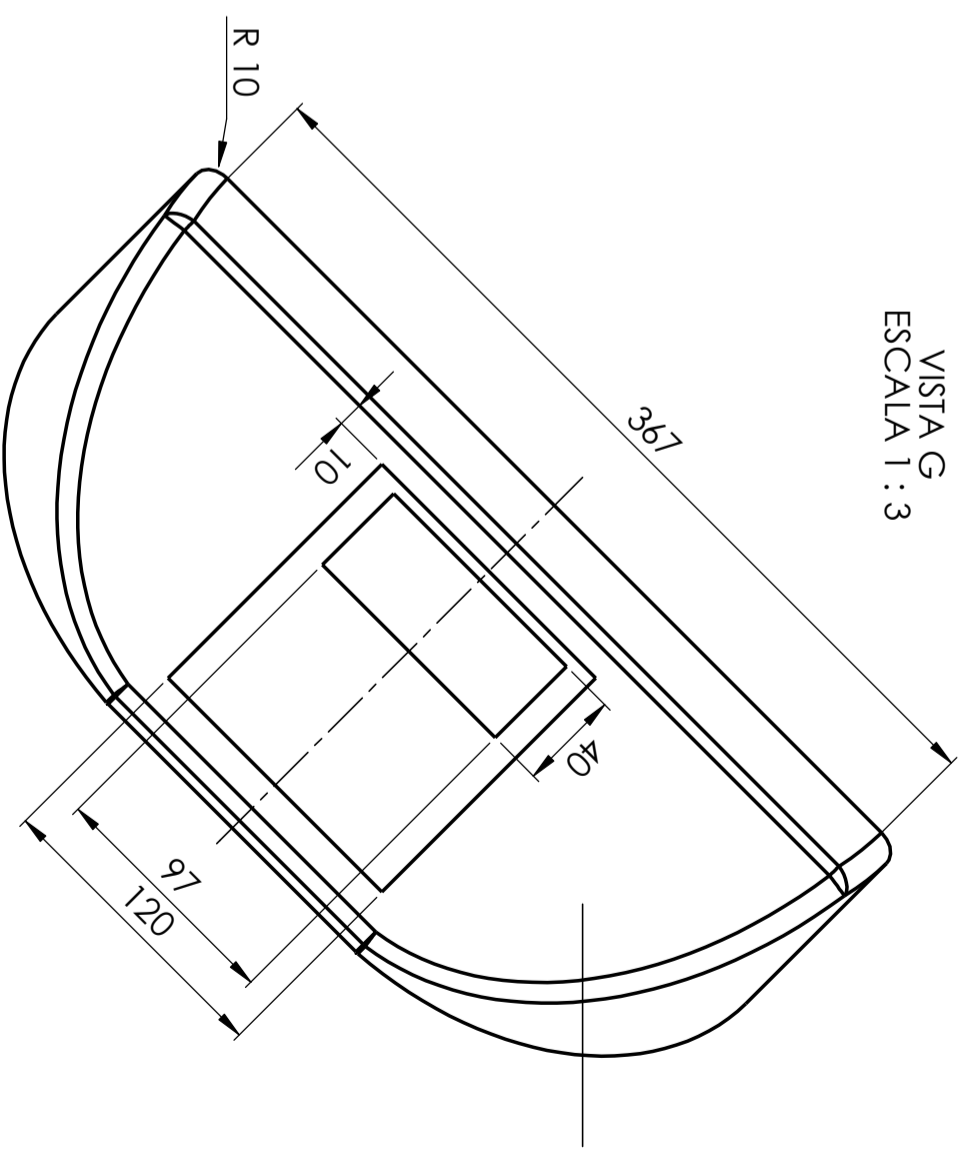


ESPEJOR: 2,4MM

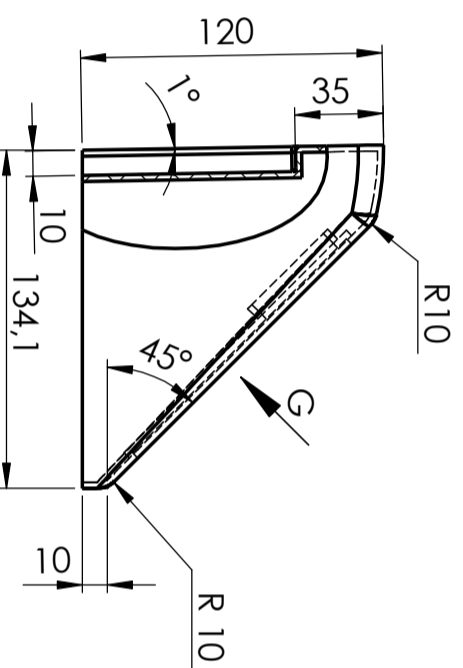
<b>Autora:</b> Carolina Renoud  <b>Tutora:</b> Davinia Trujillo Aguilera	<b>Universidad de</b> Málaga	<b>Escuela de Ingenierías</b> Industriales	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 1 : 2
	<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma	<b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
<b>Título del plano:</b> 1. Pedal 2. Eslabón				



VISTA G  
ESCALA 1:3

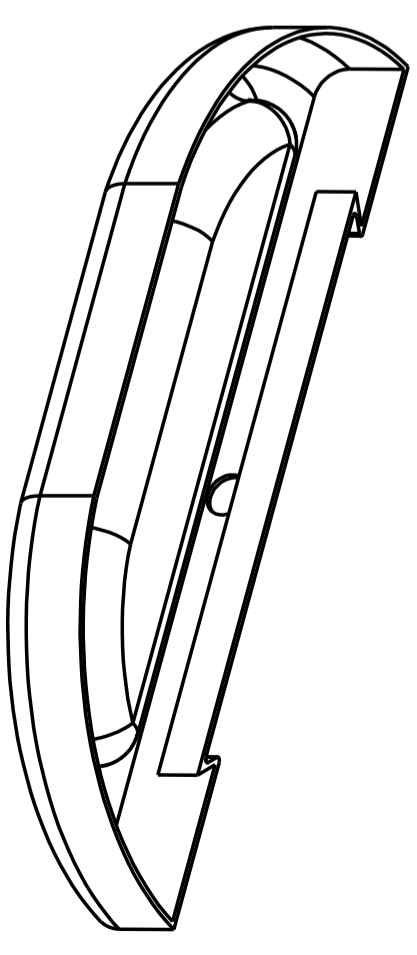
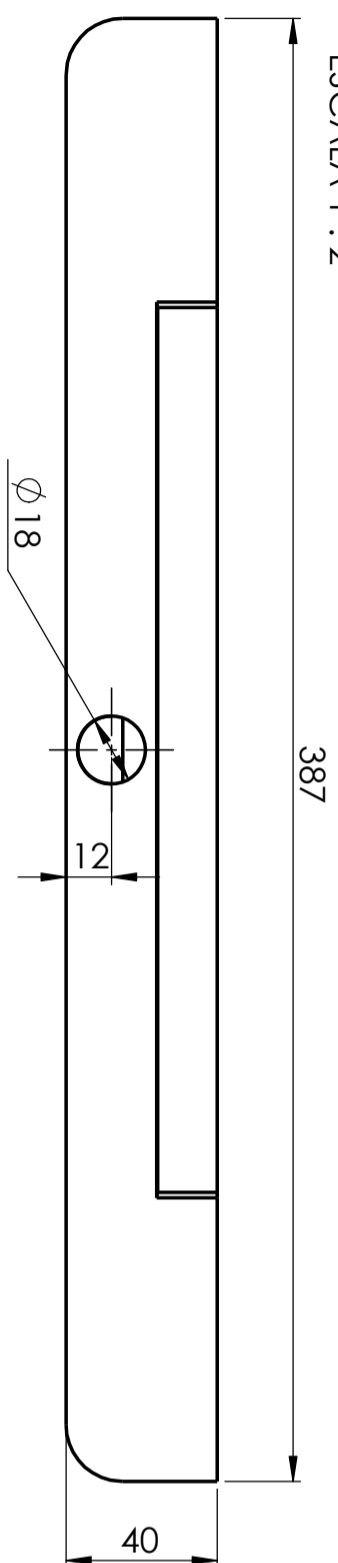


Redondeos: 1.44mm  
Espesor: 2.4mm

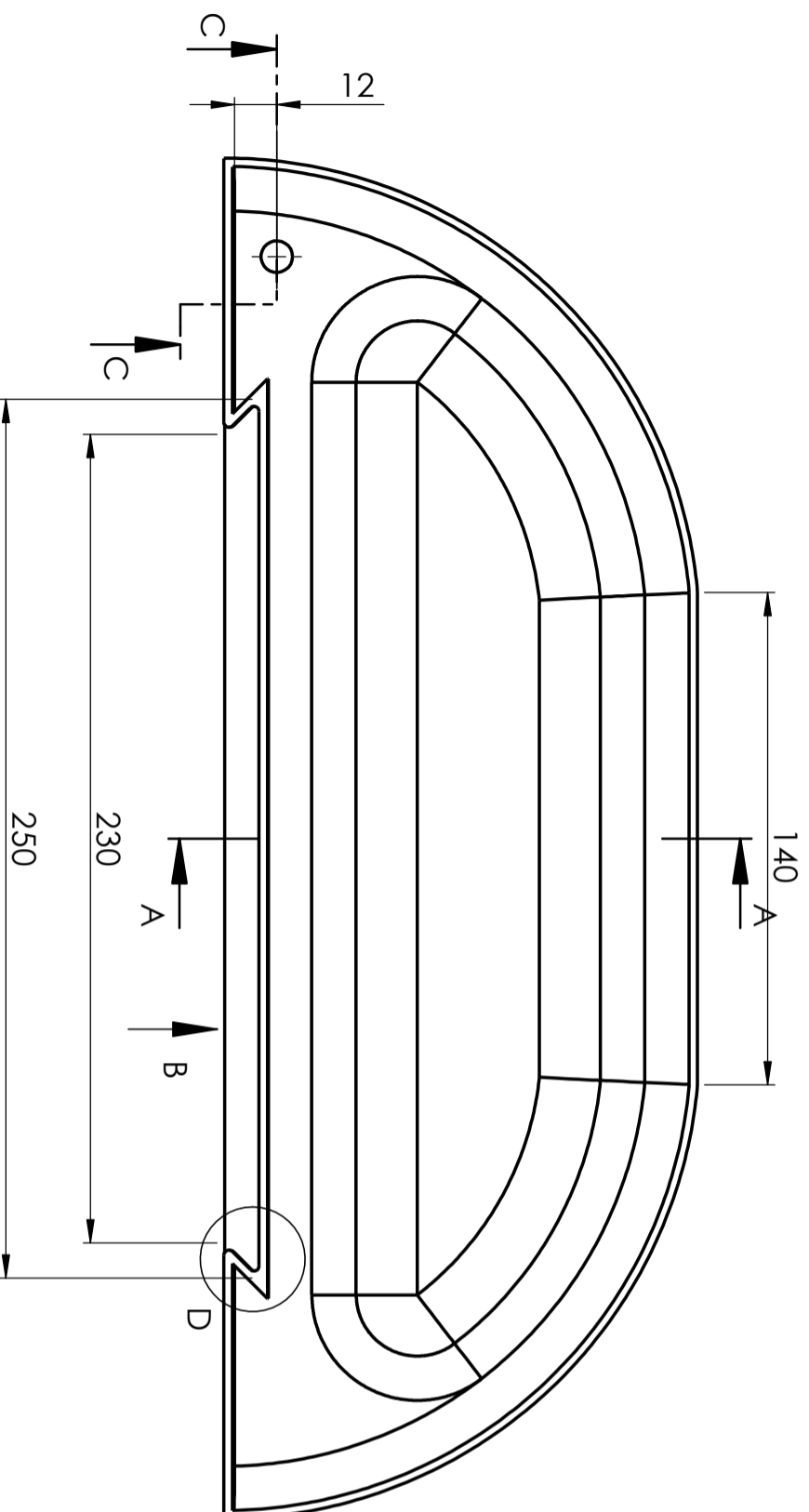
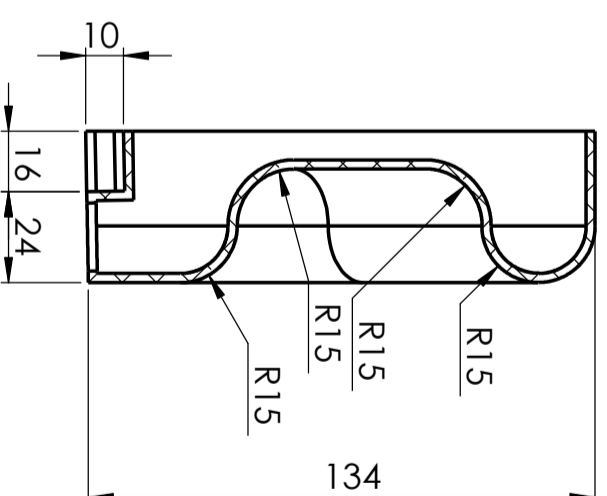


<b>Autora:</b> Carolina Renoud  <b>Tutora:</b> Devina Trujillo Aguilera	<b>Universidad de</b> Málaga	<b>Escuela de Ingenierías</b> Industriales	<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma  <b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto	<b>Firma autora:</b>	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 1:3
	<b>Título del plano:</b> CARCASA					

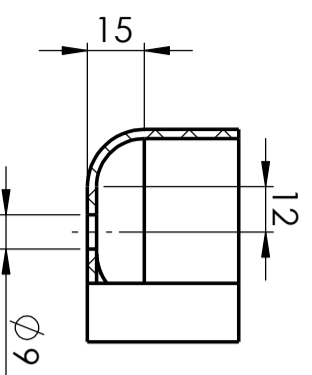
VISTA B  
ESCALA 1 : 2



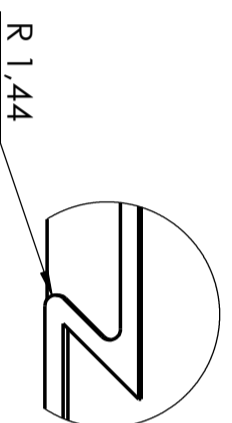
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1 : 2



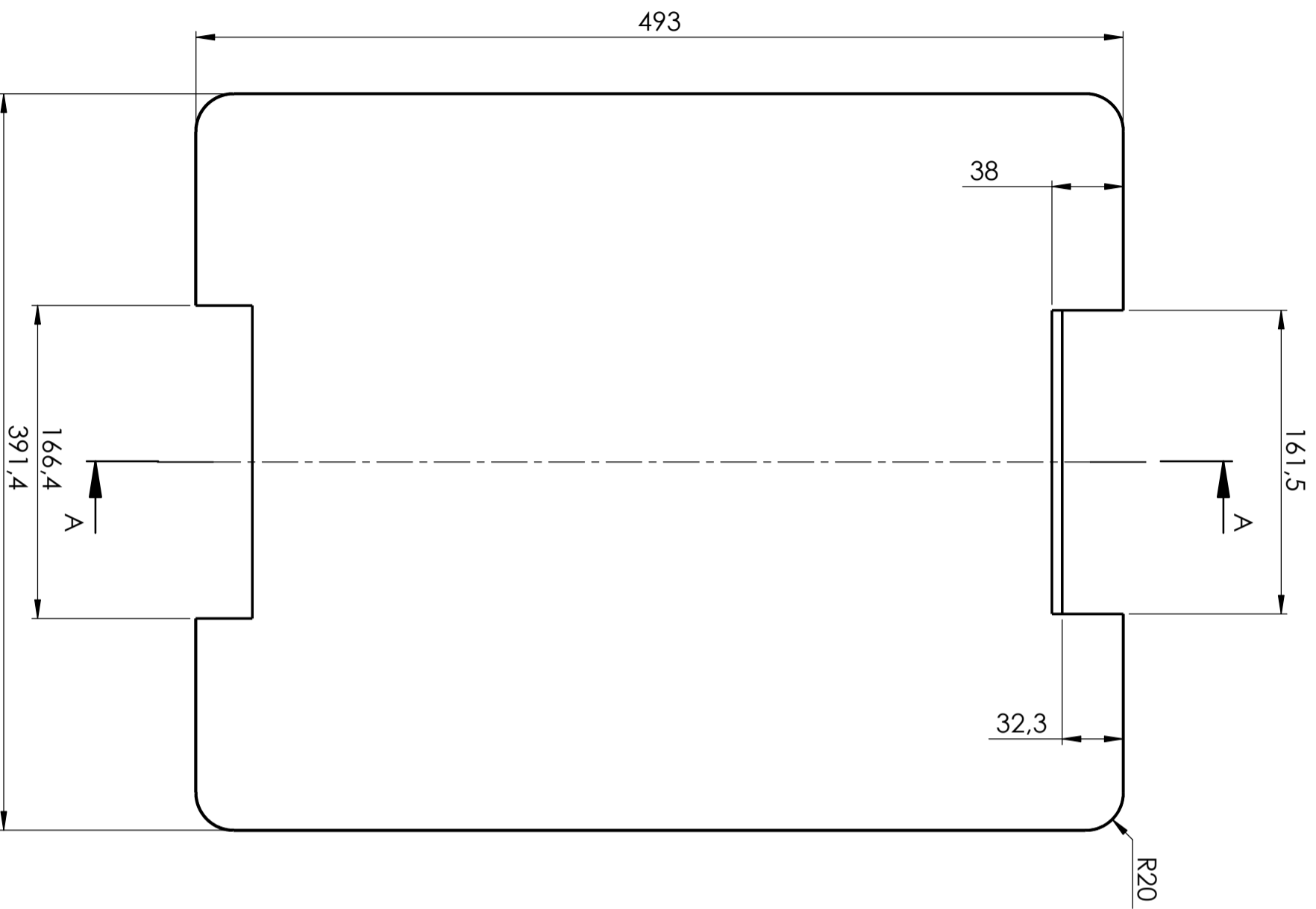
SECCIÓN C-C  
ESCALA 1 : 2



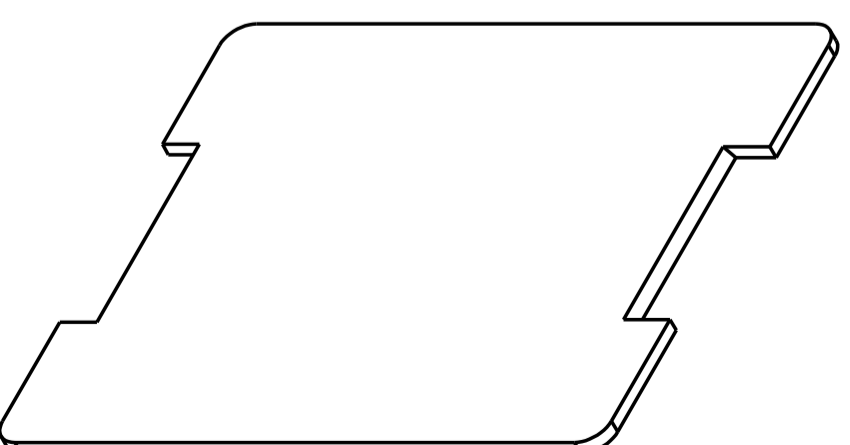
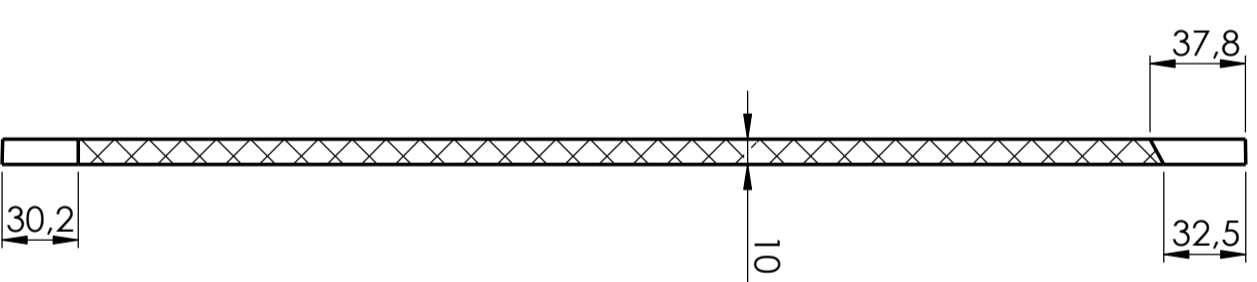
DETAILED  
ESCALA 1 : 1



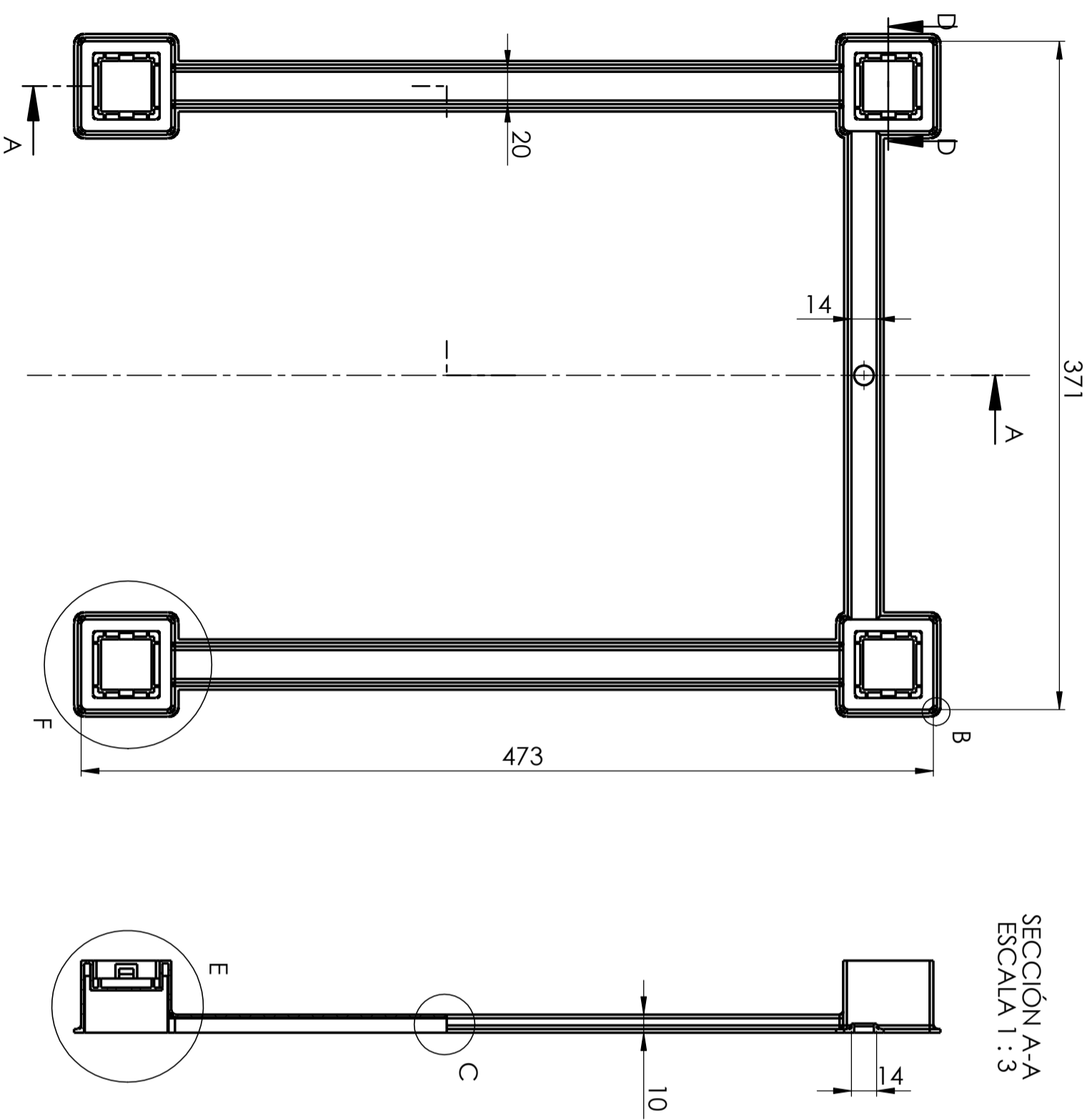
<b>Autora:</b> Carollina Renoud  <b>Tutora:</b> Davinia Trujillo Aguilera	<b>Universidad de</b> Málaga	<b>Escuela de Ingenierías</b> Industriales	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 1:2
	<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma  <b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto			
<b>Título del plano:</b> BASE DE LA CARCASA				



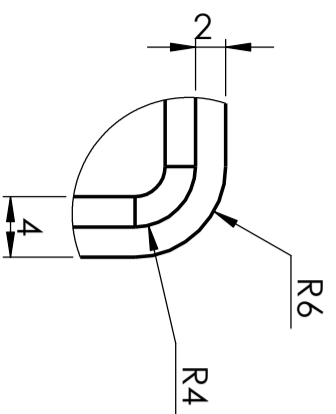
SECCIÓN A-A  
ESCALA 1:3



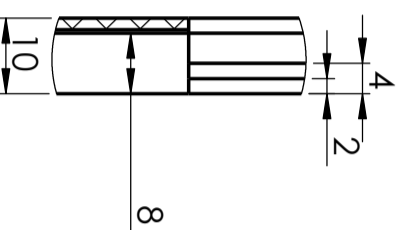
<b>Universidad de Málaga</b>		<b>Escuela de Ingenierías Industriales</b>	
<b>Título:</b>	Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma		
<b>Titulación:</b>	Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		
<b>Autora:</b>	Carolina Renoud	<b>Firma autora:</b>	
<b>Tutora:</b>	Davinia Trujillo Aguilera	<b>Fecha:</b>	10/06/2025
<b>Título del plano:</b>	BASE DE LA BÁSCULA		<b>Escala:</b>
			1:3
			<b>Número del plano:</b>
			10/12



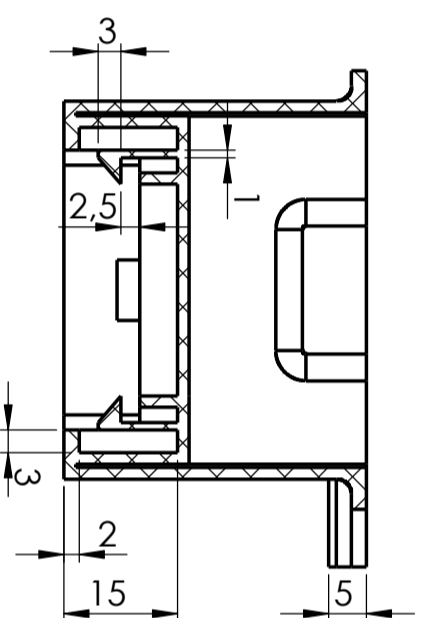
DETALLE B  
ESCALA 2 : 1



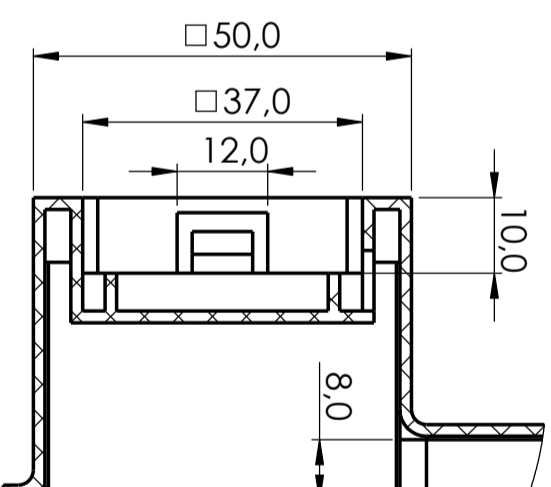
DETALLE C  
ESCALA 1 : 1



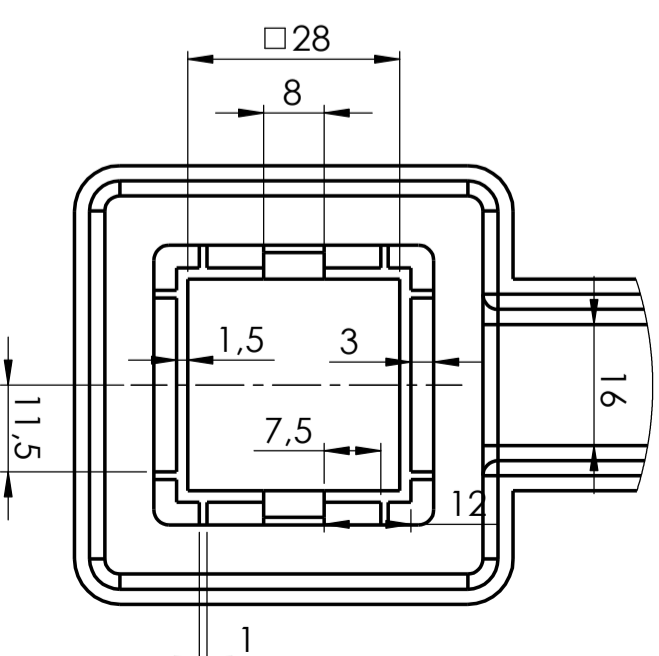
SECCIÓN D-D  
ESCALA 1 : 1



DETALLE E  
ESCALA 1 : 1

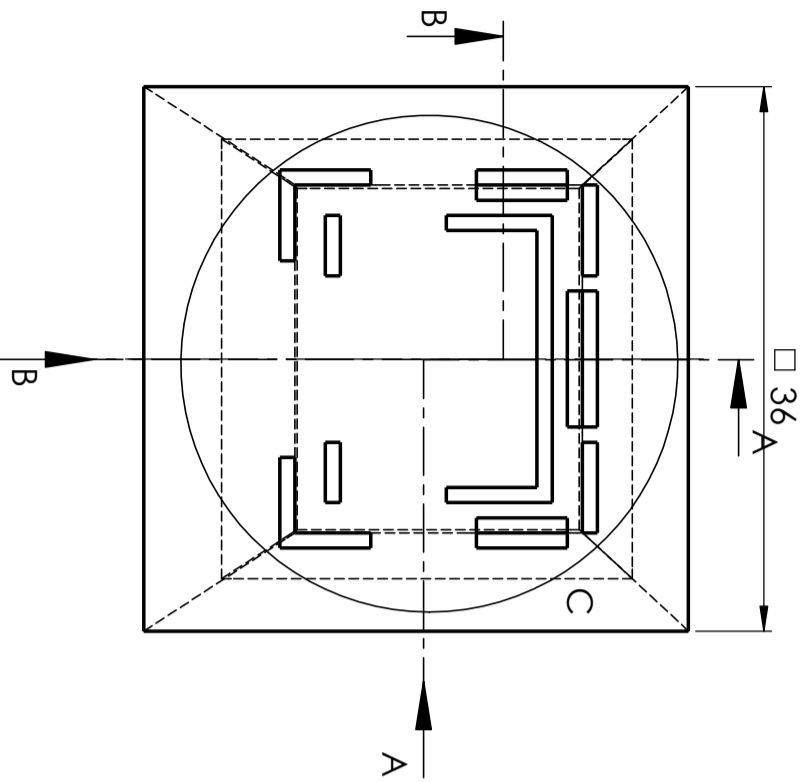


DETALLE F  
ESCALA 1 : 1

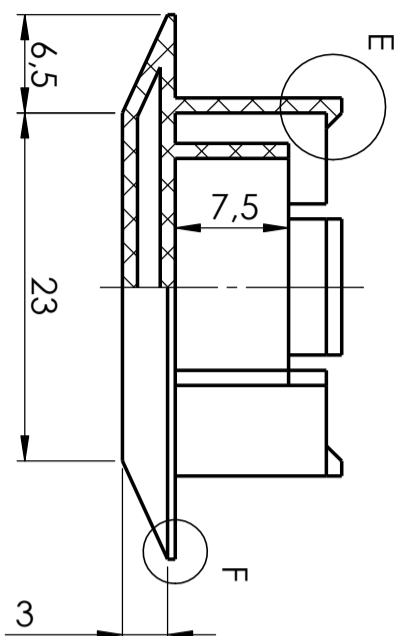


Redondeos: 2mm  
Espesor: 1,52

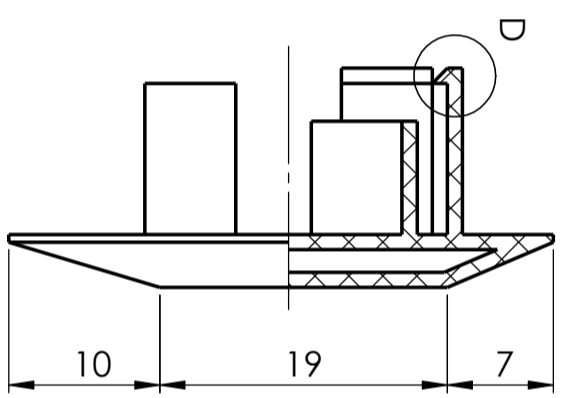
<p><b>Universidad de Málaga</b></p>		<p><b>Escuela de Ingenierías Industriales</b></p>	
<p><b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesque de merma</p>	<p><b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto</p>		
<p><b>Autora:</b> Carolina Renoud</p>	<p><b>Firma autora:</b></p>	<p><b>Fecha:</b> 10/06/2025</p>	<p><b>Escala:</b> 1:3</p>
<p><b>Tutora:</b> Davinia Trujillo Aguilera</p>	<p><b>Título del plano:</b> ESTRUCTURA DE LA BÁSCULA</p>		
<p><b>Número del plano:</b> 11/12</p>			



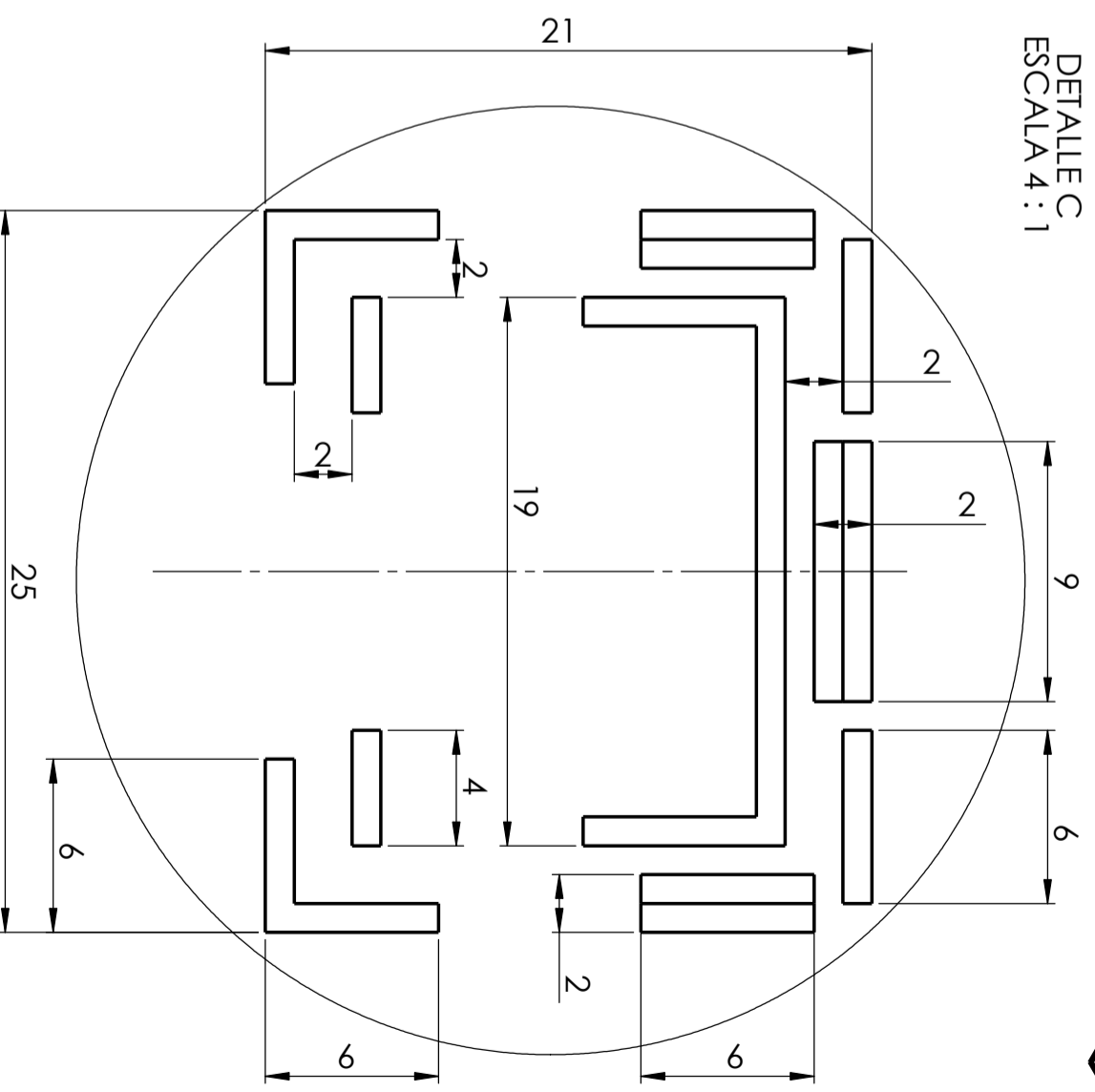
SECCIÓN B-B



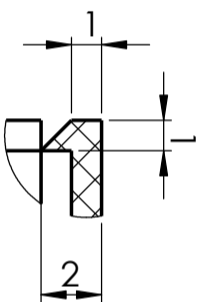
SECCIÓN A-A



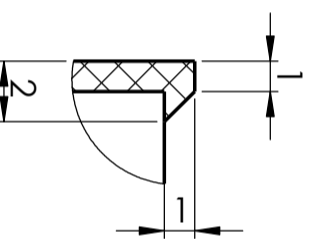
DETALLE C  
ESCALA 4 : 1



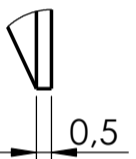
DETALLE D  
ESCALA 4 : 1



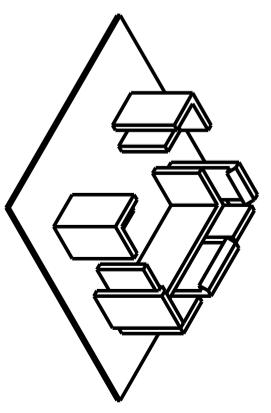
DETALLE E  
ESCALA 4 : 1



DETALLE F  
ESCALA 4 : 1



Espesor = 1mm



<b>Autora:</b> Carolina Renoud  <b>Tutora:</b> Devinia Trujillo Aguilera	<b>Universidad de</b> Málaga	<b>Escuela de Ingenierías</b> Industriales	<b>Fecha:</b> 10/06/2025	<b>Escala:</b> 2:1
	<b>Título:</b> Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma			
<b>Titulación:</b> Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto		<b>Número del plano:</b> 12/12		
<b>Título del plano:</b> PATAS DE LA BÁSCULA				



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

# Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma

## PLIEGO DE CONDICIONES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carollina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, junio de 2025

## 1. PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES, OBLIGACIONES LEGALES Y ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS

### 1.1. GENERALIDADES

#### 1.1.1. OBJETO DEL PLIEGO

El presente Pliego de Condiciones tiene como finalidad establecer los requisitos técnicos, funcionales y administrativos necesarios para la correcta ejecución del proyecto de diseño y desarrollo de un contenedor de residuos orgánicos con báscula integrada, destinado al registro de mermas en cocinas profesionales.

Este documento define los criterios de calidad exigidos, las especificaciones de los materiales y componentes empleados, así como las condiciones de uso, mantenimiento y control necesarias para garantizar el cumplimiento de los objetivos del producto.

Las condiciones aquí descritas serán de obligado cumplimiento para todas las fases del proyecto, desde la selección de materiales hasta el montaje del prototipo funcional, incluyendo los procesos de fabricación, ensamblaje y verificación básica del funcionamiento del sistema de pesaje y registro.

#### 1.1.2. DOCUMENTOS DEL PROYECTO BASE PARA LA CONTRATACIÓN

Todos los documentos entregados en el marco del presente proyecto tienen carácter vinculante y deberán ser respetados por todas las partes implicadas en su desarrollo y ejecución.

El orden de prioridad de los documentos contractuales, en caso de discrepancia entre ellos, será el siguiente:

1. Planos
2. Pliego de Condiciones
3. Mediciones y Presupuesto
4. Memoria Técnica

En caso de conflicto o contradicción entre datos incluidos en distintos documentos, prevalecerá la información contenida en el documento de mayor prioridad según el orden anterior.

El cumplimiento de las especificaciones, dimensiones, materiales y requisitos funcionales definidos en estos documentos será obligatorio por parte de cualquier persona o empresa que intervenga en la fabricación, montaje o integración del sistema.

#### 1.1.3. ALCANCE O LIMITACIONES DE LOS TRABAJOS

El alcance de los trabajos comprende el diseño conceptual y detallado del producto, la selección de materiales, la definición de los componentes electrónicos necesarios, el

ensamblaje y validación de un prototipo funcional a nivel básico y la elaboración de la documentación técnica correspondiente.

Se excluyen expresamente del presente pliego:

- La fabricación en serie del producto
- La comercialización y distribución del sistema
- Las actividades posteriores a la entrega del prototipo

El proyecto está orientado a su aplicación en entornos de cocinas profesionales, y se ha dimensionado considerando un uso frecuente dentro de ese contexto.

---

#### 1.1.4. CRITERIOS DE MODIFICACIONES AL PROYECTO

Solo se permitirá realizar modificaciones al proyecto en los siguientes casos, siempre que se justifiquen adecuadamente y se añada un anexo que recoja los cambios realizados junto con el motivo:

- Si durante el proceso de fabricación o montaje se detecta que alguna pieza no puede fabricarse o montarse tal y como está planteada originalmente.
- Si hay acuerdo entre ambas partes (quien desarrolla el producto y quien lo encarga) para introducir cambios justificados por circunstancias excepcionales o por necesidades técnicas de diseño.

En cualquier caso, los cambios deberán ser aprobados antes de su aplicación, y documentados de forma clara y precisa.

## 1.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE PARTES

---

### 1.2.1. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL COORDINADOR DEL DISEÑO Y DESARROLLO

- a) Control de calidad. El responsable del diseño y coordinación del desarrollo del contenedor con báscula integrada tendrá la obligación de supervisar todo el proceso. Si en cualquier momento detecta indicios fundados de defectos en el diseño, fabricación o montaje, podrá ordenar las inspecciones o correcciones que considere necesarias antes de la recepción final del producto.
- b) Inalterabilidad del proyecto. El proyecto y sus anexos serán inalterables salvo que el coordinador del diseño y desarrollo apruebe expresamente cualquier cambio, o en caso de que se rescinda el acuerdo de desarrollo conforme a la legislación aplicable.
- c) Inspecciones y pruebas previas a la entrega. Si fuera necesario realizar ensayos o pruebas para asegurar que el contenedor cumple con las normativas aplicables, estos serán llevados a cabo por laboratorios o entidades acreditadas, con aprobación previa del coordinador y del encargado del proyecto.

Antes de iniciar la fabricación, se realizará un replanteo de todas las piezas y componentes. Si surgen discrepancias entre las medidas reales y las reflejadas en los planos que puedan afectar la fabricación o montaje, el fabricante deberá comunicarlo inmediatamente al coordinador para su corrección.

---

#### 1.2.2. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL FABRICANTE

Se entiende por fabricante la entidad encargada de la fabricación y montaje del contenedor con báscula integrada.

- a) Seguridad y prevención de riesgos. El fabricante deberá cumplir con todas las normativas de seguridad laboral vigentes y será responsable de su correcta aplicación.  
Cualquier accidente laboral ocurrido durante la fabricación será responsabilidad exclusiva del fabricante, sin que pueda ser atribuido al coordinador ni al encargado del proyecto.
- b) Personal. El fabricante debe garantizar que el personal asignado tenga la experiencia y formación adecuadas para las tareas que desempeñe.
- c) Conocimiento y modificaciones del proyecto. El fabricante deberá conocer en detalle el proyecto completo y solicitar todas las aclaraciones necesarias para una correcta interpretación. Podrá proponer modificaciones constructivas, que solo podrán aplicarse con la autorización escrita del coordinador.
- d) Responsabilidades. El fabricante es responsable de la correcta ejecución de los trabajos contratados y de la calidad de los materiales empleados, así como de los trabajos subcontratados a terceros legalmente capacitados.
- e) Material y equipo. El fabricante deberá aportar los materiales y medios necesarios para llevar a cabo la fabricación, montaje y pruebas del producto, siguiendo las instrucciones del coordinador para garantizar la seguridad y calidad del proceso.

---

#### 1.2.3. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DE LOS PROVEEDORES

- a) Suministros. El fabricante principal asumirá la responsabilidad de que los materiales y componentes suministrados por terceros cumplan con las especificaciones del proyecto, en cuanto a calidad, funcionalidad y plazos de entrega, así como con las normativas aplicables en materia de seguridad, salud y medioambiente.

---

#### 1.2.4. OBLIGACIONES Y RESPONSABILIDADES DEL ENCARGADO DEL PROYECTO

- a) Supervisión técnica. El encargado podrá exigir al coordinador del diseño y desarrollo la adecuada ejecución técnica del proyecto dentro de los límites legales y contractuales.

- b) Interrupción del proyecto. El encargado podrá cancelar la fabricación o desarrollo en cualquier momento, conforme a la legislación vigente, asumiendo las responsabilidades económicas derivadas.
- c) Uso del producto y modificaciones. El encargado se compromete a no solicitar la fabricación o modificaciones del producto sin la autorización previa del coordinador, ni a darle un uso distinto al previsto, para evitar riesgos o incumplimientos de seguridad.
- d) Pago de honorarios. El encargado se compromete a realizar los pagos acordados en los plazos establecidos a todas las partes implicadas en el proyecto.

### 1.3. CRITERIOS ADMINISTRATIVOS

#### 1.3.1. GENERALIDADES

Se exigirá al encargado una fianza equivalente al X % del presupuesto total de fabricación del contenedor con báscula integrada, según lo acordado en el contrato. Esta fianza será devuelta una vez completado el pago total por la fabricación.

Toda la fabricación deberá ajustarse estrictamente al proyecto base, al presente Pliego de Condiciones y a las instrucciones que emita el coordinador de diseño y desarrollo. El orden y los plazos de los trabajos serán establecidos por el coordinador, procurando siempre la correcta ejecución y el cumplimiento del calendario.

El encargado abonará el importe correspondiente a los trabajos ejecutados previa verificación conjunta con el coordinador de diseño y desarrollo, siempre que se hayan realizado conforme al proyecto y a las condiciones establecidas.

El precio contratado comprenderá el coste total de fabricación.

#### 1.3.2. CRITERIOS DE MEDICIÓN

- Partidas. Se aplicarán los criterios establecidos en las hojas de medición acordadas.
- Partidas no contempladas. Se medirán según lo dispuesto en el Pliego General de Condiciones, salvo acuerdo en contrario.
- Partidas alzadas. Su precio se fijará según la medición realizada y el precio contratado, o mediante justificación de mano de obra y materiales usados.

#### 1.3.3. CRITERIOS DE VALORACIÓN

- Precios contratados. Se ajustarán a los valores propuestos por el fabricante en la oferta inicial.

- Precios no previstos. Los precios de trabajos no contemplados en el contrato se establecerán mediante acuerdo entre el coordinador y el encargado, con aprobación previa para su ejecución.
- Indemnizaciones por retraso. La indemnización por retrasos injustificados en la entrega se calculará como un porcentaje diario sobre el total contratado, desde la fecha límite establecida en el calendario de fabricación. Este porcentaje será acordado entre las partes.
- Revisión de precios. Se podrá revisar el precio de fabricación cuando así lo contemple el contrato firmado entre encargado y fabricante.
- Valoración y abono de trabajos. Según la modalidad de contratación, el pago podrá efectuarse de las siguientes formas:
  - Pago a tanto alzado total, con la cantidad fija establecida en la adjudicación, ajustada en caso de descuentos aplicados.
  - Pago a tanto alzado por unidad, variando solo en función de las unidades realizadas.
  - Pago variable según unidades y condiciones de ejecución, conforme a las órdenes del coordinador.
  - Pago por listado de jornales y recibos de materiales, debidamente autorizados.
  - Pago por horas de trabajo, conforme a las condiciones del contrato.

El criterio de pago será acordado y firmado por encargado, coordinador y fabricante.

---

#### 1.3.4. CRITERIOS PARA EL ACOPIO DE MATERIALES

Todos los materiales y componentes utilizados en la fabricación deberán cumplir con las especificaciones del Pliego de Condiciones y la normativa vigente. El coordinador de diseño y desarrollo tendrá la potestad de rechazar cualquier material o componente que no cumpla con los requisitos establecidos.

### 1.4. RECEPCIÓN

El coordinador técnico de diseño y fabricación notificará al encargado con antelación la proximidad de la finalización del producto, con el fin de acordar la fecha para la recepción.

Una vez comprobado que el contenedor con báscula integrada cumple con las especificaciones y se encuentra en buen estado, el coordinador dará por recibido el producto. A continuación, se entregará para su uso al encargado tras la firma del acta de recepción correspondiente.

### 1.5. NORMAS, REGLAMENTOS Y LEGISLACIÓN A CUMPLIR

---

#### 1.5.1. LEGISLACIÓN GENERAL Y SEGURIDAD DE PRODUCTOS

---

- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.
- Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.
- Reglamento (CE) Nº 852/2004 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 29 de abril de 2004, relativo a la higiene de los productos alimenticios.

---

#### 1.5.2. NORMATIVA SOBRE RESIDUOS, MEDIO AMBIENTE Y ECODISEÑO

- Real Decreto 1055/2022, de 27 de diciembre, relativo a envases y residuos de envases.
- Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 219/2013, de 22 de marzo, sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos.
- UNE-EN ISO 14001:2015, Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso.
- UNE-EN ISO 14006:2020, Sistemas de gestión ambiental. Directrices para incorporar el ecodiseño.
- UNE-EN ISO 14040:2006, Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044:2006, Gestión ambiental. Análisis del ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE-EN ISO 14020:2002, Etiquetas ecológicas y declaraciones ambientales. Principios generales.
- UNE-EN ISO 14024:2018, Etiquetas y declaraciones ambientales. Etiquetado ambiental Tipo I.
- UNE-EN ISO 14021:2017, Etiquetas y declaraciones ambientales. Afirmaciones ambientales autodeclaradas (Tipo II).
- UNE-EN ISO 14025:2010, Etiquetas y declaraciones ambientales. Declaraciones ambientales tipo III.

---

#### 1.5.3. NORMATIVA SOBRE EQUIPOS ELÉCTRICOS, ELECTRÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (CEM)

- Real Decreto 188/2016, de 6 de mayo, sobre requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, sobre compatibilidad electromagnética de equipos eléctricos y electrónicos.

- UNE-EN 50419:2006 y 2023, Marcado de equipos eléctricos y electrónicos conforme a la Directiva RAEE.
- UNE-EN 61000-1-2:2016, Compatibilidad electromagnética. Metodología para la seguridad funcional de sistemas eléctricos y electrónicos.
- UNE-EN 60204-1:2019, Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Requisitos generales.
- UNE-EN IEC 62311:2020, Evaluación de equipos eléctricos y electrónicos respecto a exposición a campos electromagnéticos.
- UNE-EN 301489-1 V1.2:2002, Normas de compatibilidad electromagnética para equipos y servicios radioeléctricos.
- UNE-EN 301489-3 V1.2.1:2002, Compatibilidad electromagnética para dispositivos de corto alcance (SRD).
- UNE-ETS 300328:1999, Sistemas y equipos de radio. Características para equipos de transmisión de datos en banda ICM 2,4 GHz.

---

#### 1.5.4. NORMAS SOBRE DOCUMENTACIÓN TÉCNICA, DISEÑO Y DIBUJO INDUSTRIAL

- UNE-EN ISO 128-1:2020, Documentación técnica de productos. Principios generales de representación. Parte 1.
- UNE-EN ISO 128-2:2022, Principios generales de representación. Parte 2: Convenciones básicas para las líneas.
- UNE-EN ISO 128-3:2022, Principios generales de representación. Parte 3: Vistas, secciones y cortes.
- UNE-EN ISO 128-100:2020, Principios generales de presentación. Parte 100: Índice.
- UNE-EN ISO 129-1:2019, Representación de dimensiones y tolerancias.
- UNE 1027:1995, Dibujos técnicos. Plegado de planos.
- UNE-EN ISO 3098-1:2015, Documentación técnica de productos. Escritura. Parte 1: Requisitos generales.
- UNE-EN ISO 225:2011, Elementos de fijación. Símbolos y designación.

---

#### 1.5.5. NORMAS DE ERGONOMÍA Y SEGURIDAD DE MÁQUINAS

- UNE-EN ISO 26800:2011, Ergonomía. Enfoque general, principios y conceptos.
- UNE-EN ISO 6385:2016, Principios ergonómicos para el diseño de sistemas de trabajo.
- UNE-EN 614-1:2006+A1, Seguridad de las máquinas. Principios de diseño ergonómico.
- UNE-EN 1005-3:2002+A1, Seguridad de las máquinas. Límites de fuerza recomendados.

- UNE-EN ISO 9241-110:2020, Ergonomía de interacción persona-sistema. Parte 110: Principios de diálogo.
- UNE-EN ISO 9241-210:2019, Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Diseño centrado en el operador humano.
- UNE-EN ISO 9241-5:2024, Ergonomía de interacción persona-sistema. Concepción del puesto de trabajo.
- UNE-EN ISO 14915-1, Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia.

---

#### 1.5.6. OTRAS NORMAS APLICABLES

- UNE 167013:2017, Hostelería. Servicios de restauración. Requisitos de prestación del servicio.
- UNE-EN 60529:2018, Grados de protección proporcionado por las envolventes.

## 2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

### 2.1. DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

El producto objeto del presente pliego es un contenedor de residuos orgánicos con sistema de pesaje integrado, diseñado para su uso en entornos de restauración profesional.

#### 2.1.1. DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL DEL PRODUCTO

Su geometría general es sencilla y compacta, con un volumen principal de forma prismática y bordes redondeados, que no solo aportan un aspecto visual más profesional, sino que también facilitan las tareas de limpieza y desinfección rutinarias. El acabado liso y los colores neutros refuerzan su carácter higiénico y adecuado para entornos alimentarios.

El conjunto está compuesto por seis módulos principales:

- Estructura externa, fabricada en material plástico de alta resistencia, que alberga el sistema de pesaje y el resto de los elementos funcionales del producto.
- Cubo interior extraíble, destinado a la recogida de residuos y a la protección del sistema de pesaje.
- Módulo frontal de control, que integra una pantalla y un teclado en una carcasa inclinada a 45°. Este módulo también alberga todos los componentes electrónicos, protegiéndolos de salpicaduras y suciedad. La información registrada se muestra en la pantalla y puede transmitirse vía Wi-Fi.
- Sistema de pesaje, ubicado entre la base de la estructura y el cubo interior, que permite una medición precisa del peso de los residuos.
- Sistema de apertura, mediante pedal mecánico frontal, que permite levantar la tapa sin necesidad de contacto manual directo.
- Sistema de movilidad, compuesto por cuatro ruedas giratorias que permiten desplazar el conjunto con facilidad. Las dos ruedas delanteras incorporan freno para garantizar la estabilidad del contenedor cuando sea necesario.

Las dimensiones y características técnicas generales del producto se resumen en **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Parámetro	Valor
Cantidad de componentes	18 unidades
Materiales	Polipropileno (PP), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS)

Parámetro	Valor
Masa estimada	14,6 kg
Capacidad estimada	130L
Capacidad máxima estimada	20 kg
Altura total	1044mm
Anchura total	502mm
Profundidad total	740mm
Color	Gris/Negro
Altura del teclado	864 mm
Ángulo de inclinación del teclado	45º
Ángulo de apertura de la tapa	75º
Tipo de apertura de tapa	Mediante pedal mecánico
Tipo de cierre de la tapa	Por gravedad
Tipo de sistema de pesaje	Electrónico (celdas de carga + HX711)
Ubicación del sistema de pesaje	Oculto entre base y cubo
Modo de alimentación electrónica	Batería recargable / Red
Interfaz de usuario	Pantalla + teclado
Sistema de transmisión de datos	Wi-Fi integrado
Nivel de protección (IP)	IP65

Tabla 48. Dimensiones y características estructurales del producto. Fuente: Primaria

### 2.1.2. CONDICIONES FUNCIONALES DEL PRODUCTO

El producto debe integrar varias funciones principales:

#### 2.1.2.1. SISTEMA DE APERTURA

- El contenedor debe disponer de un pedal mecánico frontal que permita la apertura de la tapa mediante presión con el pie.

- El ángulo de apertura de la tapa debe ser de al menos 75°.
- La tapa debe cerrarse automáticamente al soltar el pedal.
- El producto debe permitir también la apertura manual mediante un asa situada en la parte superior de la tapa.

---

#### 2.1.2.2. SISTEMA DE MOVILIDAD

- El contenedor debe incorporar cuatro ruedas giratorias.
- Las dos ruedas delanteras deben contar con freno.
- El sistema debe permitir su desplazamiento y manipulación sin esfuerzo excesivo por parte del usuario.
- Deben existir varios puntos de agarre accesibles para levantar o mover el contenedor.

---

#### 2.1.2.3. CONECTIVIDAD Y GESTIÓN DE PRODUCTOS

- El sistema debe poder conectarse a una red Wi-Fi local.
- La carga, modificación y eliminación de productos deben realizarse de forma remota mediante una aplicación compatible con dispositivos móviles u ordenadores.
- El microcontrolador debe almacenar localmente la lista de productos actualizada.

---

#### 2.1.2.4. SISTEMA DE PESAJE

- El sistema debe permitir la puesta a cero mediante botón de tara.
- Debe registrar el peso depositado en el cubo mediante sensores de carga conectados a un amplificador digital.
- La lectura debe actualizarse en tiempo real y compensar las posibles vibraciones.
- La precisión mínima debe ser de  $\pm 1$  g.
- El sistema debe operar con el contenedor inmovilizado (frenos accionados).
- Solo debe registrarse un tipo de residuo por pesaje.

---

#### 2.1.2.5. REGISTRO Y ALMACENAMIENTO DE DATOS

- El sistema debe mostrar el peso en pantalla.
- Debe permitir la selección de un producto mediante teclado físico (con flechas y tecla "enter") o introduciendo un código numérico.
- Cada pesaje debe generar un registro con fecha, hora, producto seleccionado y peso, almacenado en una base de datos interna.
- Los datos deben ser accesibles mediante Wi-Fi desde dispositivos externos.

---

#### 2.1.2.6. GESTIÓN DE ENERGÍA

---

- El sistema debe alimentarse mediante dos baterías Li-Ion recargables.
- Debe garantizar al menos 24 horas de funcionamiento continuado.
- El sistema debe apagarse automáticamente tras 10 minutos de inactividad.
- Tras 5 minutos sin uso, debe activarse un modo de bajo consumo (apagando la retroiluminación de la pantalla).
- El sistema debe reactivarse al pulsar cualquier tecla.
- La pantalla debe indicar el estado de carga de la batería.
- El sistema debe permitir su uso mientras se encuentra conectado al cargador.

## 2.2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

### 2.2.1. LISTADO DE MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

#### 2.2.1.1. LISTADO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

En la Tabla 49 se listan los elementos estructurales de cada módulo del producto, así como sus materiales, cantidades, dimensiones y masa estimada.

Módulo	Componente	Materiales	Cantidad (ud.)	Dimensiones (mm)	Masa estimada (g)
Estructura principal	Estructura externa	PP	1	790x427,2x616,4	4800
Cubo interior extraíble	Cubo interior	PP	1	723,3x509,92x501,93	4500
Sistema de pesaje	Base	PP	1	493x391,4x10	1620
	Estructura	PP	1	481x379x40	136,95
	Patas	PP	4	36x36x14,5	2,77
Unidad electrónica encapsulada	Carcasa	ABS	1	387x134x119,6	324
	Base de la carcasa	ABS	1	387x134x40	219,7
	Protector de cables	PP	1	598,76x20x5	12,8

Módulo	Componente	Materiales	Cantidad (ud.)	Dimensiones (mm)	Masa estimada (g)
Sistema de apertura	Tapa	PP	1	607,22x427,23x110	769,92
	Eje	PP	1	255x29x29	11,78
	Cierre del eje	PP	1	43x29x29	2,44
	Pedal	PP	1	549,53x159x27,21	293,87
	Eslabón	PP	1	848,44x125x10	438,53
	Asa	PP	1	152x48,12x40	10,57
Sistema de movilidad	Tapón	PP	4	52,6x52,6x10	2,75

Tabla 49. Listado de elementos estructurales. Fuente: Primaria

### 2.2.1.2. LISTADO DE COMPONENTES ELECTRÓNICOS

En la Tabla 50, se listan todos los componentes electrónicos del producto.

Módulo	Componente	Cantidad (ud.)
Sistema de pesaje	Células de carga	4
	Amplificador HX711	1
Unidad electrónica encapsulada	ESP32 WROOM32	1
	Pantalla LCD 20X4 I2C	1
	Teclado IP65 personalizado	1
Sistema de alimentación	Baterías Li-Ion 18650 3000mAh 3,6V	2
	Battery Management System (BMS) para 2S (7,4 V LI-ION)	1
	Convertidor step-down (buck converter) de 7.4 a 5V	1
	Soporte para baterías 18650 2S	1

Módulo	Componente	Cantidad (ud.)
	Conector DC Jack hembra 5,5x2,1mm con bloque terminal 2 pin	1

Tabla 50. Listado de componentes electrónicos. Fuente: Primaria.

### 2.2.1.3. LISTADO DE ELEMENTOS AUXILIARES

El listado de los elementos auxiliares del producto se encuentra en la Tabla 51.

Módulo	Componente	Cantidad
Unidad electrónica encapsulada	Cable 20–22 AWG	1 m
	Cable 24–26 AWG	2 m
Sistema de alimentación	Cargador baterías litio Li-Ion 2S - 8,4V 1A	1 ud.
Sistema de movilidad	Rueda con freno	2 uds.
	Rueda sin freno	2 uds.
	Tornillo m10 x 25mm	4 uds.
	Arandela m10 x d30	4 uds.

Tabla 51. Listado de elementos auxiliares. Fuente: Primaria.

### 2.2.2. CALIDADES MÍNIMAS PARA EXIGIR PARA CADA MATERIAL O ELEMENTOS UTILIZADO

Las especificaciones mínimas requeridas para cada material se detallan a continuación, siendo aceptables aquellas calidades que cumplan con los valores definidos o los superen.

#### 2.2.2.1. PIEZAS DE POLIPROPILENO

El polipropileno utilizado para fabricar las piezas anteriormente listadas debe tener las características mínimas de la Tabla 52.

PROPIEDADES	UNIDADES	MÉTODO ENSAYO	VALOR
<b>Propiedades generales</b>			
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	DIN EN ISO 1183-1	0,94
Absorción de agua	%	DIN EN ISO 62	<0,1

PROPIEDADES	UNIDADES	MÉTODO ENSAYO	VALOR
Inflamabilidad	-	UL 94	V2
Resistencia a la luz solar	0-5	-	2
<b>Propiedades mecánicas</b>			
Resistencia a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	DIN EN ISO 527	33
Alargamiento a la rotura por tracción	%	DIN EN ISO 527	>50
Módulo elástico a la tracción	MPa	DIN EN ISO 527	1700
Resistencia al impacto	kJ/m <sup>2</sup>	DIN EN ISO 179	4
Dureza Shore	Escala D	DIN EN ISO 868	72
<b>Propiedades térmicas</b>			
Temperatura de fusión	°C	ISO 11357-3	165
Conductividad térmica	W/(m·K)	DIN 52612-1	0,20
Coefficiente de dilatación térmica	10 <sup>-5</sup> K <sup>-1</sup>	DIN 53752	12-19
Temperatura máxima de uso continuado	°C	Promedio	0-100
Temperatura máxima de uso breve	°C	Promedio	150
<b>Propiedades eléctricas</b>			
Constante dieléctrica	-	IEC 60250	2,3
Rigidez dieléctrica	kV/mm	IEC 60243	>24

Tabla 52. Calidades mínimas del Polipropileno. Fuente: Transglass. (s.f.). Ficha técnica: Polipropileno (PP). Recuperado de: <https://www.transglass.es/corte-a-medida/corte-a-medida-polipropileno.html>

#### 2.2.2.2. CARCASA DE ABS

En la Tabla 53 se describen las propiedades que debe tener el material con el que se va a fabricar la carcasa que alberga los componentes electrónicos.

De estas características, se destaca la inflamabilidad, que debe ser de grado V2 o superior según la norma de seguridad de inflamabilidad para materiales plásticos UL94. Esta norma indica la capacidad de los plásticos para retardar o propagar la llama, siendo la clasificación V2 capaz de extinguir la llama en 30 segundos, sin goteo de material inflamado que cause ignición.

También cabe destacar la importancia de que la carcasa tenga un nivel de protección IP65, que protege los componentes electrónicos de su interior frente al polvo y chorros de agua.

PROPIEDADES	UNIDADES	MÉTODO ENSAYO	CONDICIONES	VALOR
<b>Propiedades generales</b>				
Densidad	g/cm <sup>3</sup>	ISO 1183/B	-	1,06
Inflamabilidad	-	UL 94	-	V2
Tasa de flujo de volumen de fusión (MVR)	g/10min	ISO 1133	220 °C / 10kg	5
<b>Propiedades mecánicas</b>				
Módulo de tracción	MPa	ISO 527-2	3,20 mm	2270
Esfuerzo de tracción	MPa	ISO 527-2/50	Yield, 3,20 mm	46
Módulo de flexión	MPa	ISO 178	3,20 mm	2350
Fuerza flexible	MPa	ISO 178	3,20 mm	69
<b>Propiedades térmicas</b>				
Temperatura de deflexión térmica	°C	ISO 75-2/A	1.8 MPa, Sin reconocer	97
Punto Vicat	°C	ISO 306/B50	-	95
<b>Propiedades al impacto</b>				
Resistencia al impacto Izod con muescas (Péndulo de Charpy)	kJ/ m <sup>2</sup>	ISO 180/A	23 °C	19
Resistencia al impacto Charpy Izod (Péndulo de Charpy)	kJ/ m <sup>2</sup>	ISO 170 1eA	23 °C	19
<b>Propiedades específicas para la carcasa</b>				
Grado de protección	-	UNE-EN 60529		IP65

Tabla 53. Calidades mínimas ABS. Fuente: Appa3D. (s.f.). *Hoja técnica ABS (Acilonitrilo-Butadieno-Estireno)*. Recuperado de: <https://www.appa3d.com/wp-content/uploads/2022/08/HOJA-TECNICA-ABS-.pdf>

### 2.2.2.3. MICROCONTROLADOR ESP32 WROOM32

El microcontrolador utilizado para este producto debe tener las características de la Tabla 54.

Categorías	Tipos	Especificaciones
Certificaciones	Certificación Wi-Fi	Wi-Fi Alliance
	Certificaciones de sostenibilidad	RoHS/REACH
Pruebas	Fiabilidad	HTOL/HTSL/uHAST/TCT/ESD
Wi-Fi	Rango de frecuencia de operación	2412 ~ 2484 MHz
Hardware	Interfaces del módulo	UART, SPI, I2C, PWM para LED, PWM para motor, GPIO, ADC
	Cristal integrado	40 MHz
	Memoria flash SPI integrada	≥4 MB
	Voltaje de funcionamiento	Entre 3,0 V y 3,6 V
	Corriente media máxima	100 mA
	Rango de temperatura ambiente de funcionamiento	De -20 °C a +70 °C
	Nivel de sensibilidad a la humedad (MSL)	Nivel 3 o inferior

Tabla 54. Calidades mínimas del microcontrolador ESP32 WROOM32. Fuente: Espressif Systems. (2025). ESP32-WROOM-32 datasheet (versión 3.5). Recuperado de: [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf)

### 2.2.2.4. PANTALLA LCD

La pantalla utilizada para este producto debe tener las características de la Tabla 55.

Parámetro	Especificación
Tipo de pantalla	LCD de caracteres – 20 columnas × 4 filas (80 caracteres en total)
Tipo de retroiluminación	LCD azul con caracteres blancos

Parámetro	Especificación
Tensión de funcionamiento	5V CC
Interfaz de comunicación	IIC/I2C (comunicación a dos hilos: SDA y SCL)
Conexión de pines	VCC, GND, SDA, SCL
Rango de temperatura ambiente de funcionamiento	De $-20\text{ °C}$ a $+70\text{ °C}$

Tabla 55. Calidades mínimas de la pantalla LCD. Fuente: Amazon. (s.f.). Pantalla LCD táctil Nxtion NX3224T028 2.8 pulgadas con interfaz serial para microcontroladores. Recuperado de: <https://www.amazon.es/dp/B0DFCH9V32>

### 2.2.3. TECLADO

El teclado personalizado debe tener las características mínimas descritas en la Tabla 56.

Propiedades	Valor
Tiempo de respuesta	$\leq 6\text{ ms}$
Temperatura de funcionamiento	$-40\text{ °C} \sim +80\text{ °C}$
Circuito	FPC (Flexible Printed Circuit)
Tipos de teclas	Planas (sin relieve, tipo "flat button")
Color de la ventana	Transparente
Grado de protección	IP 65 o superior
Certificaciones	ISO900, RoHS, CE, TÜV

Tabla 56. Calidades mínimas del teclado. Fuente: Alibaba. (s.f.). Factory Key Pad Graphic Overlay Button. Recuperado de: [https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button\\_1600376003443.html](https://www.alibaba.com/product-detail/Factory-Key-Pad-Graphic-Overlay-Button_1600376003443.html)

#### 2.2.3.1. AMPLIFICADOR HX711

El amplificador HX711 debe tener unas características mínimas tales como las descritas en la Tabla 57.

Parámetro	Valor
Resolución	24 bits
Ganancia (PGA)	128 o 64 (Canal A)

Parámetro	Valor
Rango de voltaje de entrada diferencial	$\pm 20$ mV (ganancia 128), $\pm 40$ mV (ganancia 64)
Frecuencia de muestreo seleccionable	10 Hz o 80 Hz
Consumo de corriente(activo)	< 1.5 mA
Consumo de corriente (modo espera)	< 1 $\mu$ A
Voltaje de alimentación	2.6 V a 5.5 V
Interfaz de comunicación	2 hilos (PD_SCK y DOUT)
Rechazo de interferencias	50 Hz y 60 Hz
Temperatura de funcionamiento	-20 °C a +70 °C

Tabla 57. Calidades mínimas del amplificador HX711. Fuente: Avia Semiconductor. (s.f.). HX711 Datasheet (English). Recuperado de: [https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711\\_english.pdf](https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/ForceFlex/hx711_english.pdf)

### 2.2.3.2. CELDAS DE CARGA

La Tabla 58 recoge las características que deben tener las celdas de carga.

Parámetro	Valor
Capacidad máxima	50 kg
Tipo de celda	Puente completo (full-bridge)
Sensibilidad de salida	$1.0 \pm 0.1$ mV/V
Resistencia de entrada	$1000 \pm 10$ $\Omega$
Resistencia de salida	$1000 \pm 10$ $\Omega$
Efecto de temperatura en cero	0,3 %FS/10
Efecto de temperatura en sensibilidad	0,1 %FS/10
Capacidad de sobrecarga	mínimo 150 % de la capacidad máxima
Rango de temperatura operativa	-10 °C a +50 °C o superior
Dimensiones	34 mm $\times$ 34 mm

Tabla 58. Calidades mínimas de las células de carga. Fuente: Tuozhanteng Electronic Technology Co., Ltd. (s.f.). Recuperado de: <https://www.tztstore.com/goods/show-5151.html>

### 2.2.3.3. SISTEMA DE ALIMENTACIÓN

Teniendo en cuenta el gasto energético de cada componente del producto, el sistema de alimentación debe tener las características mínimas de la Tabla 59.

Parámetro	Calidad mínima requerida
Tipo de batería	Li-Ion 18650
Capacidad total	$\geq 3000 \text{ mAh} \times 2$ (conexión 2S = 3 Ah a 7,2 V)
Voltaje nominal por celda	3,6 V
Voltaje total en serie	7,2 V
Energía total	$\geq 21,6 \text{ Wh}$
Corriente de descarga continua	$\geq 1 \text{ A}$
Ciclos de carga	$\geq 300$ ciclos
Rango de temperatura de funcionamiento	-10 °C a +50 °C
Sistema de protección (BMS externo)	Protección contra sobrecarga, sobredescarga y cortocircuito
Conexión de carga	Compatible con cargador 8,4 V 1A (2S)
Dimensiones estándar de las baterías	18 mm (diámetro) $\times$ 65 mm (alto)
Certificaciones	CE, RoHS, UN38.3

Tabla 59. Calidades mínimas del sistema de alimentación. Fuente: Primaria.

### 2.2.3.4. RUEDAS

Tanto para las ruedas con freno como para las ruedas sin freno, las características mínimas exigidas se detallan en la Tabla 60.

Atributos principales	
Capacidad de carga a 3 km/h	80 kg

Capacidad de carga estática	160 kg
Rango de temperatura	-10 °C – 40°C
Estándar	EN12530 - Dispositivos Ruedas
<b>Aro</b>	
Material del cuerpo	Polipropileno o de resistencia similar
Material de la banda de rodadura	Goma termoplástica
Diámetro	100 mm
Dureza de la Banda de rodadura	87 Shore A
<b>Soporte</b>	
Material	Poliamida u otro plástico técnico equivalente.
Rodamiento giratorio	Dos pistas de bola, Reforzado o Inoxidable
Inoxidable	Sí
<b>Ajuste</b>	
Tipo de ajuste	Agujero para tornillo
Diámetro del agujero del Perno	11 mm

Tabla 60. Calidades mínimas de las ruedas. Fuente: TENTE International GmbH. (s.f.). LEVINA Stainless 5387PJO100P30-11 – Swivel castor with total lock. Recuperado de: [https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915\\_5387PJO100P30\\_11\\_en\\_GB.pdf](https://cdn.tente.com/datasheets/ARB007915_5387PJO100P30_11_en_GB.pdf) y TENTE International Gm

### 2.2.3.5. TORNILLERÍA

En cuanto a la tornillería, los elementos utilizados deben tener las características de la Tabla 61.

Elemento	Dimensiones	Descripción	Normas
Tornillo	M10 × 25 mm	Tornillo de métrica 10, longitud 25 mm, cabeza cilíndrica con ranura Philips, rosca completa, acero inoxidable	ISO 7045 ISO 7046

Elemento	Dimensiones	Descripción	Normas
Arandela plana	M10 x Ø exterior 30 mm	Arandela de acero inoxidable para tornillo M10, diámetro exterior 30 mm, espesor estándar	DIN 9021

Tabla 61. Calidades mínimas de la tornillería. Fuente: Primaria.

## 2.2.4. PRUEBAS Y ENSAYOS DE MATERIALES Y ELEMENTOS

### 2.2.4.1. TERMOPLÁSTICOS (PP Y ABS)

Prueba/Ensayo	Norma de referencia	Propósito
Determinación de las propiedades de tracción	UNE-EN ISO 527	Investigar el comportamiento en tracción de los elementos para verificar que soportan el peso y uso diario sin deformación.
Determinación de la resistencia al impacto Charpy	UNE-EN ISO 179	Confirmar que los componentes soportan golpes accidentales (caídas, choques, apertura brusca, etc.)
Ensayo de protección de las envolventes (si aplica)	UNE- EN 60529	Asegurar que la envolvente cumple con el grado de protección
Pruebas de temperatura	-	Validar el comportamiento de los componentes a temperaturas de uso (en cocina: hasta 50º)
Ensayos de resistencia química	-	Evaluar resistencia a productos de limpieza o restos de alimentos
Pruebas de absorción de agua	ISO 62	Asegurar que los componentes plásticos no se degraden ni se deformen por absorción de humedad

Tabla 62. Pruebas y ensayos para los termoplásticos. Fuente: Primaria.

### 2.2.4.2. RUEDAS

Prueba/Ensayo	Norma de referencia	Propósito
Ensayo estático	UNE-EN 12530	Verificar carga estática máxima
Ensayo dinámico	UNE-EN 12530	Verificar carga máxima en movimiento
Ensayo de fatiga del sistema de frenado	UNE-EN 12530	Comprobar la durabilidad del freno tras ciclos repetidos de activación
Control de eficacia del frenado	UNE-EN 12530	Comprobar el tiempo y fuerza de la detención de la rueda tras activar el freno

Tabla 63. Pruebas y ensayos para las ruedas. Fuente: Primaria.

### 2.2.4.3. COMPONENTES ELECTRÓNICOS

Prueba/Ensayo	Norma de referencia	Propósito
Prueba de consumo energético	-	Verificar el consumo total y compararlo con el calculado
Prueba de funcionamiento continuo	-	Comprobar el funcionamiento de los componentes durante 24h
Prueba de autonomía	-	Comprobar la duración real de la batería y compararla con la teórica.
Prueba de estabilidad de peso	-	Comprobar que la báscula mide de forma precisa.
HTOL (High Temperature Operating Life)	JEDEC JESD22-A108	Determinar la durabilidad del componente cuando sometido a altas temperaturas.
HTSL (High Temperature Storage Life)	JEDEC JESD22-A103	Comprobar la estabilidad y resistividad de los componentes almacenados a altas temperaturas durante largos periodos.
uHAST (Ultra High Accelerated Stress Test)	JEDEC JESD22-A118	Detectar fallos prematuros por corrosión interna o sellado insuficiente.

Prueba/Ensayo	Norma de referencia	Propósito
TCT (Temperature Cycle Test)	JEDEC JESD22-A104	Evaluar la resistencia de soldaduras y conexiones internas frente a ciclos repetidos de calentamiento y enfriamiento.
ESD (Electrostatic Discharge)	IEC 61000-4-2	Asegurar que los componentes sobreviven a descargas electrostáticas típicas de manejo humano o entorno industrial.

Tabla 64. Pruebas y ensayos para los componentes electrónicos. Fuente: Primaria.

## 2.3. CONDICIONES EN EL PROCESO DE EJECUCIÓN Y CONTROL

### 2.3.1. PRODUCTOS QUE COMPRENDE EL PROYECTO

Los productos incluidos en el presente proyecto están definidos en la Memoria, Planos y documentación anexa. Las condiciones recogidas en este Pliego serán de aplicación también a todas aquellas unidades de obra que, por ajustes, modificaciones o necesidades imprevistas, se incorporen posteriormente al diseño y no figuren en los documentos originales.

### 2.3.2. INICIO DE LA FABRICACIÓN

La fabricación del producto deberá comenzar en un plazo no superior a quince días naturales desde la adjudicación definitiva a la empresa encargada de su ejecución. La totalidad del proceso deberá estar finalizada en el plazo establecido en dicha adjudicación. No se considerarán causas justificadas de demora las posibles carencias de mano de obra o retrasos en el suministro de materiales.

### 2.3.3. PROCESO DE FABRICACIÓN DE LAS PIEZAS PLÁSTICAS

#### 2.3.3.1. PIEZAS FABRICADAS MEDIANTE MOLDEO POR INYECCIÓN

La mayor parte de las piezas que componen el producto final están fabricadas en polipropileno (PP), mediante el proceso de moldeo por inyección.

El moldeo por inyección consiste en fundir el polímero y forzarlo a entrar en un molde cerrado, donde se enfría hasta solidificarse y posteriormente se expulsa. El proceso permite obtener piezas con buena resistencia mecánica y acabado superficial.

Los moldes utilizados estarán fabricados en acero inoxidable por su alta resistencia a la corrosión y buen comportamiento frente al desgaste. Se prevé la necesidad de ocho moldes diferentes, correspondientes a:

- La estructura principal
- El cubo interno extraíble
- La tapa
- La carcasa (tanto la parte superior como la inferior)
- Las piezas pequeñas: tapones, asa de la tapa, patas de la báscula, eje y cierre del eje.
- El eslabón del sistema de apertura
- El pedal
- La estructura de la báscula

Dichos moldes deberán soportar, como mínimo, una producción de 10.000 unidades cada uno. En función de la demanda y las necesidades de mantenimiento, podrán requerirse tareas de mantenimiento de los moldes.

---

#### 2.3.3.2. BASE DE LA BÁSCULA

La base sobre la cual se instalan los sensores de pesaje no se fabricará mediante moldeo por inyección, como ocurre con el resto de los componentes plásticos, sino que se obtendrá a partir de una plancha de polipropileno (PP) cortada a medida.

No se requiere la creación de ningún molde, ya que la forma de la pieza puede lograrse mediante técnicas de corte industrial convencionales. La tolerancia dimensional exigida para esta base es de  $\pm 0,1$  mm, por lo que se aceptará cualquier método de corte que pueda garantizar este nivel de precisión.

### 2.4. PRUEBAS Y ENSAYOS FUNCIONALES

Se realizarán una serie de pruebas y controles para garantizar el correcto funcionamiento de las unidades fabricadas. Se deberá comprobar:

- La calibración de la báscula.
- La precisión y repetibilidad de las mediciones, con un margen de error máximo de  $\pm 5$  gramos.
- La estabilidad de las mediciones cuando el peso se mantiene constante, sin variaciones inesperadas.
- Que el microcontrolador capture los datos correctamente y los envíe vía Wi-Fi sin fallos.
- Que los datos se guarden y sincronicen correctamente con la aplicación.
- El correcto funcionamiento de la interfaz de usuario, asegurando el cumplimiento de las funciones establecidas.
- El correcto funcionamiento del modo ahorro y el apagado automático.
- El giro libre de las cuatro ruedas y el correcto funcionamiento de los frenos en las ruedas delanteras.
- La facilidad de apertura y cierre de la tapa.

- La resistencia al uso diario de las piezas fabricadas por moldeo por inyección.
- El estado de las piezas tras múltiples ciclos de uso y manipulación.
- El estado del producto tras su limpieza con productos químicos.
- La seguridad eléctrica del equipo durante su uso y durante la carga para evitar riesgos para el usuario.

Los resultados de estas pruebas deberán ser documentados en informes técnicos.

## 2.5. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y FUNCIONAMIENTO

El producto está diseñado y proyectado para un uso habitual en cocinas profesionales. Se recomienda que sea manipulado solamente por personal capacitado para asegurar un funcionamiento óptimo y evitar daños accidentales.

El contenedor debe colocarse sobre superficies planas y estables durante su uso y desplazamiento. Las dos ruedas delanteras cuentan con frenos que permiten bloquear el sistema y asegurar la estabilidad en las mediciones.

El mantenimiento del equipo debe realizarse de forma periódica para garantizar su higiene, durabilidad y funcionamiento. Las tareas de mantenimiento deben incluir:

- Limpieza exterior e interior del contenedor, evitando productos que puedan dañar el material.
- Lubricación ocasional de las ruedas y revisión de los frenos.
- Inspección visual de las piezas para detectar posibles daños o desgastes.
- Verificación del estado de la batería y del sistema de carga.

El sistema electrónico está diseñado para funcionar dentro de ciertos rangos de temperatura y humedad, por lo que se debe evitar exponerlo a condiciones fuera de lo recomendado. Ante cualquier fallo o comportamiento extraño, es necesario desconectar el equipo y consultar con el servicio técnico.

El producto puede usarse incluso mientras se está cargando, sin interrupciones. Para encenderlo o apagarlo se utiliza el botón de encendido en el teclado. Cuando lleva un tiempo sin usarse, entra en modo ahorro para ahorrar batería, y vuelve a la normalidad al pulsar cualquier botón.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

# Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma

## MEDICIONES

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carolina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, junio de 2025

## 1. FABRICACIÓN DE MOLDES

01 FABRICACIÓN DE MOLDES			
Código	Denominación	Unidad	Cantidad
<b>0101</b>	<b>MOLDE DE ACERO</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
010101	AMORTIZACIÓN UNITARIA DEL MOLDE	UD.	1,000
<b>TOTAL:</b>			<b>8,000 UD.</b>

## 2. FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO

02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO			
Código	Denominación	Unidad	Cantidad
<b>0201</b>	<b>ESTRUCTURA PRINCIPAL</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	4,800
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,021
OP02	OPERADOR	h	0,006
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0202</b>	<b>CUBO INTERNO EXTRAÍBLE</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	4,500
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,019
OP02	OPERADOR	h	0,006
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0203</b>	<b>PEDAL</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,294
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,013
OP02	OPERADOR	h	0,006
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0204</b>	<b>EJE</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,012
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>

02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO			
Código	Denominación	Unidad	Cantidad
<b>0205</b>	<b>ESLABÓN</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,439
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,008
OPO2	OPERADOR	h	0,056
			<b>TOTAL: 1,000 UD.</b>
<b>0206</b>	<b>ASA DE LA TAPA</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,011
			<b>TOTAL: 1,000 UD.</b>
<b>0207</b>	<b>CIERRE DEL EJE</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,025
			<b>TOTAL: 1,000 UD.</b>
<b>0208</b>	<b>TAPA</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,770
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,014
OPO2	OPERADOR	h	0,056
			<b>TOTAL: 1,000 UD.</b>
<b>0209</b>	<b>BASE DE LA BÁSCULA</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	1,620
OPO2	OPERADOR	h	0,05
			<b>TOTAL: 1,000 UD.</b>

<b>02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO</b>			
<b>Código</b>	<b>Denominación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
<b>0210</b>	<b>ESTRUCTURA DE LA BÁSCULA</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,136
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,011
OP02	OPERADOR	h	0,060
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0211</b>	<b>PATAS DE LA BÁSCULA</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
PC01	PP (COPOLÍMERO ALEATORIO, ALTO FLUJO)	Kg	0,010
<b>TOTAL:</b>			<b>4,000 UD.</b>
<b>0212</b>	<b>CARCASA</b>		
PT02	ABS (ALTO IMPACTO, MOLDEO POR INYECCIÓN)	Kg	0,324
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0213</b>	<b>BASE DE LA CARCASA</b>		
PT02	ABS (ALTO IMPACTO, MOLDEO POR INYECCIÓN)	Kg	0,220
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0214</b>	<b>FABRICACIÓN DE PIEZAS PEQUEÑAS: PATAS DE LA BÁSCULA, ASAS, TAPÓN, EJE, CIERRE DEL EJE</b>		
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,008
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0215</b>	<b>FABRICACIÓN DE LA CARCASA Y BASE DE LA CARCASA</b>		

<b>02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO</b>			
<b>Código</b>	<b>Denominación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
IN01	INYECTORA HORIZONTAL PARA TERMOPLÁSTICOS DE HASTA: 3000 BAR, VELOCIDAD 300 MM/S Y FUERZAS DE 500 T	h	0,011
OP02	OPERADOR	h	0,004
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0216 MANTENIMIENTO MOLDES PRORRATEADO</b>			
021601	MANTENIMIENTO MOLDES PRORRATEADO	UD.	1,000
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0217 ELECTRICIDAD TOTAL PRORRATEADA</b>			
021701	ELECTRICIDAD TOTAL PRORRATEADA 0,7 KWH POR UNIDAD × 0,14 €/KWH	kWh	0,700
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>

### 3. ELECTRÓNICA

03 ELECTRÓNICA			
Código	Denominación	Unidad	Cantidad
0301	ESP32 WROOM32	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0302	HX711	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0303	CELDAS DE CARGA CONJUNTO 4 UDS	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0304	PANTALLA LCD 20X4 I2C	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0305	TECLADO IP65 PERSONALIZADO	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0306	BATERÍAS LI-ION 18650 3000mAh 3,6V	UD.	1,000
030601	BATERÍAS LI-ION	UD.	2,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0307	CABLEADO	UD.	1,000
030701	CABLE 20–22 AWG	m	1,000
030702	CABLE 24–26 AWG	m	2,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0308	BATTERY MANAGEMENT SYSTEM (BMS) PARA 2S (7,4 V LI-ION)	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0309	CARGADOR BATERIAS LITIO LI-ION 2S - 8,4V 1A	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.

03 ELECTRÓNICA				
Código	Denominación		Unidad	Cantidad
0310	CONVERTIDOR STEP-DOWN (BUCK CONVERTER) DE 7.4 A 5V		UD.	1,000
			TOTAL:	1,000 UD.
0311	SOPORTE PARA BATERÍAS 18650 2S		UD.	1,000
			TOTAL:	1,000 UD.
0312	CONECTOR DC JACK HEMBRA 5,5X2,1MM CON BLOQUE TERMINAL 2 PIN		UD.	1,000
			TOTAL:	1,000 UD.

**4. ELEMENTOS AUXILIARES**

<b>04 ELEMENTOS AUXILIARES</b>			
<b>Código</b>	<b>Denominación</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
0401	RUEDA CON FRENO	UD.	1,000
<b>TOTAL:</b>			<b>2,000UD.</b>
0402	RUEDAS SIN FRENO	UD.	1,000
<b>TOTAL:</b>			<b>2,000 UD.</b>
0403	TORNILLERÍA	UD.	1,000
040301	TORNILLO M10 X 25MM	UD.	1,000
040302	ARANDELA M10 X D30	UD.	1,000
<b>TOTAL:</b>			<b>4,000 UD.</b>
0404	PROTECTOR DE CABLES AUTOADHESIVO	UD.	1,000
040401	PROTECTOR DE CABLES AUTOADHESIVO	m	0,600
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>

## 5. MONTAJE

05 MONTAJE			
Código	Denominación	Unidad	Cantidad
<b>0501</b>	<b>PEGADO DE BASE DE BÁSCULA Y ESTRUCTURA DE BÁSCULA</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
MO01	OF. 1ª MONTADOR	h	0,033
050102	ADHESIVO	Ud.	1,000
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0502</b>	<b>MONTAJE ESTRUCTURA BÁSCULA Y PATAS</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
MO01	OF. 1ª MONTADOR	h	0,050
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0503</b>	<b>INTEGRACIÓN CARCASA CON CABLEADO</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
MO01	OF. 1ª MONTADOR	h	0,057
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0504</b>	<b>MONTAJE ELECTRÓNICA</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
050401	MONTAJE DEL PRODUCTO	UD.	1,000
MO01	OF. 1ª MONTADOR	h	0,110
050402	CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL PRODUCTO	UD.	1,000
MO01	OF. 1ª MONTADOR	h	0,033
050403	SOLDADURA	h	0,050
MS01	MÁQUINA DE SOLDADURA	h	1,000
OF01	OFICIAL 1ª	h	1,000
PM01	PEQUEÑO MATERIAL	UD.	0,300
<b>TOTAL:</b>			<b>1,000 UD.</b>
<b>0505</b>	<b>MANO DE OBRA PARA EMBALAJE</b>	<b>UD.</b>	<b>1,000</b>
MO01	OF. 1ª MONTADOR	h	0,067

05 MONTAJE			
Código	Denominación	Unidad	Cantidad
		TOTAL:	1,000 UD.

## 6. EMBALAJE

03 ELECTRÓNICA			
Código	Denominación	Unidad	Cantidad
0601	CAJA DE CARTÓN REFORZADO	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0602	ETIQUETAS	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0603	CINTA ADHESIVA PPA MARRÓN	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0604	POLIESTIRENO EXPANDIDO	m <sup>2</sup>	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0605	DOCUMENTACIÓN IMPRESA	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0606	BOLSAS DE PLÁSTICO PEQUEÑAS	UD.	1,000
060601	BOLSAS DE PLÁSTICO CON CIERRE TIPO CREMALLERA 4 X 6 CM PARA TORNILLOS Y ARANDELAS	Ud.	1,000
060602	BOLSAS DE PLÁSTICO CON CIERRE TIPO CREMALLERA 12 X 18CM PARA MANUAL DE INSTRUCCIONES	Ud.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.
0607	PAPEL KRAFT	UD.	1,000
		TOTAL:	1,000 UD.



UNIVERSIDAD  
DE MÁLAGA



ESCUELA DE INGENIERÍAS INDUSTRIALES  
Departamento de Tecnología Electrónica  
Área de Conocimiento: Tecnología Electrónica

# Diseño y prototipado de un contenedor inteligente para pesaje de merma

## PRESUPUESTO

Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y  
Desarrollo del Producto

**Autor:** Carolina Renaud

**Tutor:** Davinia Trujillo Aguilera

MÁLAGA, junio de 2025

## 1. CUADRO DE MANO DE OBRA UNITARIO

Cuadro de mano de obra						
Núm.	Código	Denominación de la mano de obra	Precio	Horas		Total
1	OP02	Operador	20,090	0,244	h	4,91
2	MO01	OF. 1ª MONTADOR	19,230	0,360	h	6,92
3	OF01	OFICIAL 1ª	19,230	0,050	h	0,96
<b>Total mano de obra:</b>						<b>12,79</b>

## 2. CUADRO DE MAQUINARIA

Cuadro de maquinaria						
Núm.	Código	Denominación de la maquinaria	Precio	Cantidad		Total
1	IN01	Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600	0,105	h	2,68
2	MS01	Máquina de soldadura	3,320	0,050	h	0,17
<b>Total maquinaria:</b>						<b>2,85</b>

## 3. CUADRO DE MATERIALES

Cuadro de materiales						
Núm.	Código	Denominación del material	Precio	Cantidad		Total
1	040201	RUEDAS SIN FRENO	5,000	2,000	Ud.	10,00
2	040101	RUEDA CON FRENO	5,000	2,000	Ud.	10,00
3	030101	ESP32 WROOM32	3,570	1,000	Ud.	3,57

Cuadro de materiales						
Núm.	Código	Denominación del material	Precio	Cantidad		Total
4	030401	PANTALLA LCD 20X4 I2C	3,210	1,000	Ud.	3,21
5	TP01	ABS (ALTO IMPACTO, MOLDEO POR INYECCIÓN)	2,510	0,544	kg	1,36
6	030601	BATERÍAS LI-ION	2,230	2,000	Ud.	4,46
7	030901	CARGADOR BATERIAS LITIO LI-ION 2S - 8,4V 1A	2,170	1,000	Ud.	2,17
8	060401	POLIESTIRENO EXPANDIDO ELASTIFICADO 20MM	1,860	1,000	m2	1,86
9	060701	PAPEL KRAFT	1,650	1,000	Ud.	1,65
10	060101	CAJA DE CARTÓN REFORZADO	1,630	1,000	Ud.	1,63
11	030201	HX711	1,500	1,000	Ud.	1,50
12	TP02	PP (COPOLÍMERO ALEATÓRIO, ALTO FLUJO)	1,310	12,647	kg	16,57
13	030301	CELDA DE CARGA CONJUNTO 4 UDS	1,030	1,000	Ud.	1,03
14	031201	CONECTOR DC JACK HEMBRA	1,000	1,000	Ud.	1,00
15	031001	CONVERTIDOR STEP-DOWN (BUCK CONVERTER) DE 7.4 A 5V	1,000	1,000	Ud.	1,00
16	050102	ADHESIVO	0,700	1,000	Ud.	0,70
17	030501	TECLADO PERSONALIZADO IP65	0,420	1,000	Ud.	0,42
18	010101	AMORTIZACIÓN UNITARIA DEL MOLDE	0,370	8,000	Ud.	2,96
19	040401	PROTECTOR DE CABLES AUTOADHESIVO	1,830	0,600	m	1,10

Cuadro de materiales						
Núm.	Código	Denominación del material	Precio	Cantidad		Total
20	030801	BATTERY MANAGEMENT SYSTEM (BMS) PARA 2S (7,4 V LI-ION)	0,370	1,000	Ud.	0,37
21	060501	DOCUMENTACIÓN IMPRESA	0,300	1,000	Ud.	0,30
22	031101	SOPORTE PARA BATERÍAS	0,270	1,000	Ud.	0,27
23	030704	CABLE 24–26 AWG	0,220	2,000	m	0,44
24	040301	TORNILLO HEXAGONAL M10 X 24MM	0,190	4,000	Ud.	0,76
25	030703	CABLE 20–22 AWG	0,110	1,000	m	0,11
26	060201	ETIQUETAS	0,080	1,000	Ud.	0,08
27	040302	ARANDELA M10 X D30	0,060	4,000	Ud.	0,24
28	060602	BOLSAS DE PLÁSTICO CON CIERRE TIPO CREMALLERA 12 X 18CM PARA MANUAL DE INSTRUCCIONES	0,020	1,000	Ud.	0,02
29	060301	CINTA ADHESIVA PPA MARRÓN	0,020	2,000	m	0,04
30	060601	BOLSAS DE PLÁSTICO CON CIERRE TIPO CREMALLERA 4 X 6 CM PARA TORNILLOS Y ARANDELAS	0,004	1,000	Ud.	0,00
31		PEQUEÑO MATERIAL	0,300	0,300	Ud.	0,09
<b>Total materiales:</b>						<b>68,91</b>

## 4. CUADROS DE PRECIOS UNITARIOS DESCOMPUESTOS

### 4.1. FABRICACIÓN DE MOLDES

#### 01 FABRICACIÓN DE MOLDES

Código	Ud. Descripción	Parcial	Total
0101	UD. MOLDE DE ACERO		
	1,000 UD. AMORTIZACIÓN UNITARIA DEL MOLDE	0,370 €	0,37 €
	3,000 % Costes indirectos	0,370 €	0,01 €
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,38 €</b>

### 4.2. FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO

#### 02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO

Código	Ud. Descripción	Parcial	Total
0201	UD. ESTRUCTURA PRINCIPAL		
	4,800 kg PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	6,29 €
	0,021 h Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600 €	0,54 €
	0,006 h Operador	20,090 €	0,12 €
	3,000 % Costes indirectos	6,950 €	0,21 €
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>7,16 €</b>

#### 0202 UD. CUBO INTERNO EXTRAÍBLE

	4,500 kg PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	5,90 €
	0,019 h Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600 €	0,49 €

<b>02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
0,006 h	Operador	20,090 €	0,12 €
	3,000 % Costes indirectos	6,510 €	<b>0,20 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>6,71 €</b>
<hr/>			
<b>0203</b>	<b>UD. PEDAL</b>		
0,294 kg	PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	0,39 €
0,013 h	Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600 €	0,33 €
0,006 h	Operador	20,090 €	0,12 €
	3,000 % Costes indirectos	0,840 €	<b>0,03 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>0,87 €</b>
<hr/>			
<b>0204</b>	<b>UD. EJE</b>		
0,012 kg	PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	0,02 €
	3,000 % Costes indirectos	0,020 €	<b>0,00 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>0,02 €</b>
<hr/>			
<b>0205</b>	<b>UD. ESLABÓN</b>		
0,439 kg	PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	0,58 €
0,008 h	Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600 €	0,20 €
0,056 h	Operador	20,090 €	1,13 €
	3,000 % Costes indirectos	1,910 €	<b>0,06 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>1,97 €</b>

<b>02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>0206</b>	<b>UD. ASA DE LA TAPA</b>		
	0,011 kg PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	0,01 €
	3,000 % Costes indirectos	0,010 €	<b>0,00 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,01 €</b>
<b>0207</b>	<b>UD. CIERRE DEL EJE</b>		
	0,025 kg PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	0,03 €
	3,000 % Costes indirectos	0,030 €	<b>0,00 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,03 €</b>
<b>0208</b>	<b>UD. TAPA</b>		
	0,770 kg PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	1,01 €
	0,014 h Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600 €	0,36 €
	0,056 h Operador	20,090 €	1,13 €
	3,000 % Costes indirectos	2,500 €	<b>0,08 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>2,58 €</b>
<b>0209</b>	<b>UD. BASE DE LA BÁSCULA</b>		
	1,620 kg PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	2,12 €
	0,060 h Operador	20,090	1,21€
	3,000 % Costes indirectos	2,120 €	<b>0,06 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>3,21 €</b>
<b>0210</b>	<b>UD. ESTRUCTURA DE LA BÁSCULA</b>		

<b>02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO</b>				
<b>Código</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
	0,136 kg	PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	0,18 €
	0,011 h	Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600 €	0,28 €
	0,060 h	Operador	20,090 €	1,21 €
		3,000 % Costes indirectos	1,670 €	<b>0,05 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>1,72 €</b>
<b>0211</b>		<b>UD. PATAS DE LA BÁSCULA</b>		
	0,010 kg	PP (copolímero aleatorio, alto flujo)	1,310 €	0,01 €
		3,000 % Costes indirectos	0,010 €	<b>0,00 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,01 €</b>
<b>0212</b>		<b>UD. CARCASA</b>		
	0,324 kg	ABS (alto impacto, moldeo por inyección)	2,510 €	0,81 €
		3,000 % Costes indirectos	0,810 €	<b>0,02 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,83 €</b>
<b>0213</b>		<b>UD. BASE DE LA CARCASA</b>		
	0,220 kg	ABS (alto impacto, moldeo por inyección)	2,510 €	0,55 €
		3,000 % Costes indirectos	0,550 €	<b>0,02 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,57 €</b>
<b>0214</b>		<b>UD. FABRICACIÓN DE PIEZAS PEQUEÑAS: PATAS DE LA BÁSCULA, ASAS, TAPÓN, EJE, CIERRE DEL EJE</b>		
	0,008 h	Inyectora horizontal para termoplásticos de hasta: 3000 bar, velocidad 300 mm/s y fuerzas de 500 T	25,600 €	0,20 €

<b>02 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
	3,000 % Costes indirectos	0,200 €	<b>0,01 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,21 €</b>
<b>0215</b>	<b>UD. FABRICACIÓN DE LA CARCASA Y BASE DE LA CARCASA</b>		
	1,000 Ud. Moldeo de pieza de ABS (alto impacto, moldeo por inyección) por inyección	0,360 €	0,36 €
	3,000 % Costes indirectos	0,360 €	<b>0,01 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,37 €</b>
<b>0216</b>	<b>UD. MANTENIMIENTO MOLDES PRORRATEADO</b>		
	1,000 Ud. MANTENIMIENTO MOLDES PRORRATEADO	0,100 €	0,10 €
	3,000 % Costes indirectos	0,100 €	<b>0,00 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,10 €</b>
<b>0217</b>	<b>UD. ELECTRICIDAD TOTAL PRORRATEADA ~0,7 KWH POR UNIDAD × 0,14 €/KWH</b>		
	0,700 kWh ELECTRICIDAD TOTAL PRORRATEADA 0,7 KWH POR UNIDAD × 0,14 €/KWH	0,140 €	0,10 €
	3,000 % Costes indirectos	0,100 €	<b>0,00 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,10 €</b>

### 4.3. ELECTRÓNICA

<b>03 ELECTRÓNICA</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>0301</b>	<b>UD. ESP32 WROOM32</b>		
	1,000 Ud. ESP32 WROOM32	3,570 €	3,57 €

<b>03 ELECTRÓNICA</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
	3,000 % Costes indirectos	3,570 €	<b>0,11 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>3,68 €</b>
<b>0302</b>	<b>UD. HX711</b>		
	1,000 Ud. HX711	1,500 €	1,50 €
	3,000 % Costes indirectos	1,500 €	<b>0,05 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>1,55 €</b>
<b>0303</b>	<b>UD. CELDAS DE CARGA CONJUNTO 4 UDS.</b>		
	1,000 Ud. CELDAS DE CARGA CONJUNTO 4 UDS.	1,030 €	1,03 €
	3,000 % Costes indirectos	1,030 €	<b>0,03 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>1,06 €</b>
<b>0304</b>	<b>UD. PANTALLA LCD 20X4 I2C</b>		
	1,000 Ud. PANTALLA LCD 20X4 I2C	3,210 €	3,21 €
	3,000 % Costes indirectos	3,210 €	<b>0,10 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>3,31 €</b>
<b>0305</b>	<b>UD. TECLADO IP65 PERSONALIZADO</b>		
	1,000 Ud. TECLADO IP65 PERSONALIZADO	0,420 €	0,42 €
	3,000 % Costes indirectos	0,420 €	<b>0,01 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,43 €</b>
<b>0306</b>	<b>UD. BATERÍAS LI-ION</b>		
	2,000 Ud. BATERÍAS LI-ION	2,230 €	4,46 €

<b>03 ELECTRÓNICA</b>				
<b>Código</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
		3,000 % Costes indirectos	4,460 €	<b>0,13 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>4,59 €</b>
<b>0307</b>		<b>UD. CABLEADO</b>		
	1,000 m	CABLE 20–22 AWG	0,110 €	0,11 €
	2,000 m	CABLE 24–26 AWG	0,220 €	0,44 €
		3,000 % Costes indirectos	0,550 €	<b>0,02 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,57 €</b>
<b>0308</b>		<b>UD. BATTERY MANAGEMENT SYSTEM (BMS) PARA 2S (7,4 V LI-ION)</b>		
	1,000 Ud.	BATTERY MANAGEMENT SYSTEM (BMS) PARA 2S (7,4 V LI-ION)	0,370 €	0,37 €
		3,000 % Costes indirectos	0,370 €	<b>0,01 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,38 €</b>
<b>0309</b>		<b>UD. CARGADOR BATERIAS LITIO LI-ION 2S - 8,4V 1A</b>		
	1,000 Ud.	CARGADOR BATERIAS LITIO LI-ION 2S - 8,4V 1A	2,170 €	2,17 €
		3,000 % Costes indirectos	2,170 €	<b>0,07 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>2,24 €</b>
<b>0310</b>		<b>UD. CONVERTIDOR STEP-DOWN (BUCK CONVERTER) DE 7.4 A 5V</b>		
	1,000 Ud.	CONVERTIDOR STEP-DOWN (BUCK CONVERTER) DE 7.4 A 5V	1,000 €	1,00 €
		3,000 % Costes indirectos	1,000 €	<b>0,03 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>		<b>1,03 €</b>
<b>0311</b>		<b>UD. SOPORTE PARA BATERÍAS</b>		

03 ELECTRÓNICA			
Código	Ud. Descripción	Parcial	Total
	1,000 Ud. SOPORTE PARA BATERÍAS	0,270 €	0,27 €
	3,000 % Costes indirectos	0,270 €	0,01 €
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>0,28 €</b>
<b>0312</b>	<b>UD. CONECTOR DC JACK HEMBRA 5,5X2,1MM CON BLOQUE TERMINAL 2 PIN</b>		
	1,000 Ud. CONECTOR DC JACK HEMBRA	1,000 €	1,00 €
	3,000 % Costes indirectos	1,000 €	0,03 €
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>1,03 €</b>

#### 4.4. ELEMENTOS AUXILIARES

04 ELEMENTOS AUXILIARES			
Código	Ud. Descripción	Parcial	Total
<b>0401</b>	<b>UD. RUEDA CON FRENO (2 X PRODUCTO)</b>		
	2,000 Ud. RUEDA CON FRENO	5,000 €	10,00 €
	3,000 % Costes indirectos	10,000 €	0,30 €
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>10,30 €</b>
<b>0402</b>	<b>UD. RUEDAS SIN FRENO (2 X PRODUCTO)</b>		
	2,000 Ud. RUEDAS SIN FRENO	5,000 €	10,00 €
	3,000 % Costes indirectos	10,000 €	0,30 €
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>10,30 €</b>
<b>0403</b>	<b>UD. TORNILLO HEXAGONAL M10 X 25MM</b>		
	1,000 Ud. TORNILLO M10 X 25MM	0,190 €	0,19 €

<b>04 ELEMENTOS AUXILIARES</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
	1,000 Ud. ARANDELA M10 X D30	0,060 €	0,06 €
	3,000 % Costes indirectos	0,250 €	<b>0,01 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>0,26 €</b>
<b>0404</b>	<b>UD. PROTECTOR DE CABLES AUTOADHESIVO</b>		
	0,600 m PROTECTOR DE CABLES AUTOADHESIVO	1,830 €	1,10 €
	3,000 % Costes indirectos	10,000 €	<b>0,03€</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>1,13 €</b>
<b>4.5. MONTAJE</b>			
<b>05 MONTAJE</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>0501</b>	<b>UD. PEGADO DE BASE DE BÁSCULA Y ESTRUCTURA DE BÁSCULA</b>		
	0,033 h OF. 1ª MONTADOR	19,230 €	0,63 €
	1,000 Ud. ADHESIVO	0,700 €	0,70 €
	3,000 % Costes indirectos	1,330 €	<b>0,04 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>1,37 €</b>
<b>0502</b>	<b>UD. MONTAJE ESTRUCTURA BÁSCULA Y PATAS</b>		
	0,050 h OF. 1ª MONTADOR	19,230 €	0,96 €
	3,000 % Costes indirectos	0,960 €	<b>0,03 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>0,99 €</b>
<b>0503</b>	<b>UD. INTEGRACIÓN CARCASA CON CABLEADO</b>		

<b>05 MONTAJE</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
0,067 h	OF. 1ª MONTADOR	19,230 €	1,29 €
	3,000 % Costes indirectos	1,290 €	<b>0,04 €</b>
	<b>Precio total por UD.</b>		<b>1,33 €</b>
<b>0504 UD MONTAJE ELECTRÓNICA</b>			
1,000 UD	MONTAJE DEL PRODUCTO	2,120 €	2,12 €
1,000 UD	CONEXIONADO ELÉCTRICO DEL PRODUCTO	0,630 €	0,63 €
0,050 h	SOLDADURA	22,640 €	1,13 €
0,300 UD	PEQUEÑO MATERIAL	0,300€	0,09
	3,000 % Costes indirectos	3,97 €	<b>0,12 €</b>
	<b>Precio total por UD</b>		<b>4,09 €</b>
<b>0505 UD MANO DE OBRA PARA EMBALAJE</b>			
0,067 h	OF. 1ª MONTADOR	19,230 €	1,29 €
	3,000 % Costes indirectos	1,290 €	<b>0,04 €</b>
	<b>Precio total por UD</b>		<b>1,33 €</b>

#### 4.6. EMBALAJE

<b>06 EMBALAJE</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
<b>0601 UD. CAJA DE CARTÓN REFORZADO</b>			
1,000 Ud.	CAJA DE CARTÓN REFORZADO	1,630 €	1,63 €
	3,000 % Costes indirectos	1,630 €	<b>0,05 €</b>

<b>06 EMBALAJE</b>					
<b>Código</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>		<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
				<b>Precio total por UD.</b>	<b>1,68 €</b>
<b>0602</b>		<b>UD. ETIQUETAS</b>			
	1,000 Ud.	ETIQUETAS		0,080 €	0,08 €
			3,000 % Costes indirectos	0,080 €	<b>0,00 €</b>
				<b>Precio total por UD.</b>	<b>0,08 €</b>
<b>0603</b>	<b>M</b>	<b>CINTA ADHESIVA PPA MARRÓN</b>			
	1,000 m	CINTA ADHESIVA PPA MARRÓN		0,020 €	0,02 €
			3,000 % Costes indirectos	0,020 €	<b>0,00 €</b>
				<b>Precio total por M</b>	<b>0,02 €</b>
<b>0604</b>		<b>UD. POLIESTIRENO EXPANDIDO</b>			
	1,000 m2	POLIESTIRENO EXPANDIDO ELASTIFICADO 20MM		1,860 €	1,86 €
			3,000 % Costes indirectos	1,860 €	<b>0,06 €</b>
				<b>Precio total por UD.</b>	<b>1,92 €</b>
<b>0605</b>		<b>UD. DOCUMENTACIÓN IMPRESA</b>			
	1,000 Ud.	DOCUMENTACIÓN IMPRESA		0,300 €	0,30 €
			3,000 % Costes indirectos	0,300 €	<b>0,01 €</b>
				<b>Precio total por UD.</b>	<b>0,31 €</b>
<b>0606</b>		<b>UD. BOLSAS DE PLÁSTICO PEQUEÑAS</b>			
	1,000 Ud.	BOLSAS DE PLÁSTICO CON CIERRE TIPO CREMALLERA 12 X 18CM PARA MANUAL DE INSTRUCCIONES		0,020 €	0,02 €

<b>06 EMBALAJE</b>			
<b>Código</b>	<b>Ud. Descripción</b>	<b>Parcial</b>	<b>Total</b>
	3,000 % Costes indirectos	0,020 €	<b>0,00 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>0,02 €</b>
<b>0607</b>	<b>UD. PAPEL KRAFT</b>		
	1,000 Ud. PAPEL KRAFT	1,650 €	1,65 €
	3,000 % Costes indirectos	1,650 €	<b>0,05 €</b>
		<b>Precio total por UD.</b>	<b>1,70 €</b>

## 5. PRESUPUESTOS PARCIALES

### 5.1. FABRICACIÓN DE MOLDES

#### CAPÍTULO N.º 1 FABRICACIÓN DE MOLDES

N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe	
0101		Ud. MOLDE DE ACERO				
			Total UD:	8,000	0,38 €	3,04 €
<b>PARCIAL N.º 1 FABRICACIÓN DE MOLDES:</b>					<b>3,04 €</b>	

### 5.2. FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO

#### CAPÍTULO N.º 2 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO

N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe	
0201	Ud.	ESTRUCTURA PRINCIPAL				
			Total UD:	1,000	7,16 €	7,16 €
0202	Ud.	CUBO INTERNO EXTRAÍBLE				
			Total UD:	1,000	6,71 €	6,71 €
0203	Ud.	PEDAL				
			Total UD:	1,000	0,87 €	0,87 €
0204	Ud.	EJE				
			Total UD:	1,000	0,02 €	0,02 €
0205	Ud.	ESLABÓN				
			Total UD:	1,000	1,97 €	1,97 €
0206	Ud.	ASA DE LA TAPA				
			Total UD:	1,000	0,01 €	0,01 €

<b>CAPÍTULO N.º 2 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO</b>					
<b>N.º</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Medición</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
0207	Ud.	CIERRE DEL EJE			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>0,03 €</b>
					<b>0,03 €</b>
0208	Ud.	TAPA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>2,58 €</b>
					<b>2,58 €</b>
0209	Ud.	BASE DE LA BÁSCULA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>3,21 €</b>
					<b>3,21 €</b>
0210	Ud.	ESTRUCTURA DE LA BÁSCULA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>1,72 €</b>
					<b>1,72 €</b>
0211	Ud.	PATAS DE LA BÁSCULA			
			<b>Total UD:</b>	<b>4,000</b>	<b>0,01 €</b>
					<b>0,04 €</b>
0212	Ud.	CARCASA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>0,83 €</b>
					<b>0,83 €</b>
0213	Ud.	BASE DE LA CARCASA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>0,57 €</b>
					<b>0,57 €</b>
0214	Ud.	FABRICACIÓN DE PIEZAS PEQUEÑAS: PATAS DE LA BÁSCULA, ASAS, TAPÓN, EJE, CIERRE DEL EJE			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>0,21 €</b>
					<b>0,21 €</b>
0215	Ud.	FABRICACIÓN DE LA CARCASA Y BASE DE LA CARCASA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>0,37 €</b>
					<b>0,37 €</b>
0216	Ud.	MANTENIMIENTO MOLDES PRORRATEADO			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>0,10 €</b>
					<b>0,10 €</b>

CAPÍTULO N.º 2 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO					
N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
0217	Ud.	ELECTRICIDAD TOTAL PRORRATEADA ~0,7 KWH POR UNIDAD × 0,14 €/KWH			
			Total UD:	1,000	0,10 €
					0,10 €
PARCIAL N.º 2 FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO:					26,50€

## 5.3. ELECTRÓNICA

CAPÍTULO N.º 3 ELECTRÓNICA					
N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
0301	Ud.	ESP32 WROOM32			
			Total UD:	1,000	3,68 €
					3,68 €
0302	Ud.	HX711			
			Total UD:	1,000	1,55 €
					1,55 €
0303	Ud.	CELDA DE CARGA CONJUNTO 4 UDS			
			Total UD:	1,000	1,06 €
					1,06 €
0304	Ud.	PANTALLA LCD 20X4 I2C			
			Total UD:	1,000	3,31 €
					3,31 €
0305	Ud.	TECLADO IP65 PERSONALIZADO			
			Total UD:	1,000	0,43 €
					0,43 €
0306	Ud.	BATERÍAS LI-ION			
			Total UD:	1,000	4,59 €
					4,59 €
0307	Ud.	CABLEADO			
			Total UD:	1,000	0,57 €
					0,57 €

CAPÍTULO N.º 3 ELECTRÓNICA					
N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
0308	Ud.	BATTERY MANAGEMENT SYSTEM (BMS) PARA 2S (7,4 V LI-ION)			
			Total UD:	1,000	0,38 €
					0,38 €
0309	Ud.	CARGADOR BATERIAS LITIO LI-ION 2S - 8,4V 1A			
			Total UD:	1,000	2,24 €
					2,24 €
0310	Ud.	CONVERTIDOR STEP-DOWN (BUCK CONVERTER) DE 7.4 A 5V			
			Total UD:	1,000	1,03 €
					1,03 €
0311	Ud.	SOPORTE PARA BATERÍAS			
			Total UD:	1,000	0,28 €
					0,28 €
0312	Ud.	CONECTOR DC JACK HEMBRA 5,5X2,1MM CON BLOQUE TERMINAL 2 PIN			
			Total UD:	1,000	1,03 €
					1,03 €
					PARCIAL N.º 3 ELECTRÓNICA: 20,15 €

#### 5.4. ELEMENTOS AUXILIARES

CAPÍTULO N.º 4 ELEMENTOS AUXILIARES					
N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
0401	Ud.	RUEDA CON FRENO (2 X PRODUCTO)			
			Total UD:	1,000	10,30 €
					10,30 €
0402	Ud.	RUEDAS SIN FRENO (2 X PRODUCTO)			
			Total UD:	1,000	10,30 €
					10,30 €
0403	Ud.	TORNILLO HEXAGONAL M10 X 25MM			

CAPÍTULO N.º 4 ELEMENTOS AUXILIARES					
N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
			<b>Total UD:</b>	<b>4,000</b>	<b>0,26 €</b>
					<b>1,04 €</b>
0404	Ud.	PROTECTOR DE CABLES AUTOADHESIVO			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>1,13</b>
					<b>1,13 €</b>
<b>PARCIAL N.º 4 ELEMENTOS AUXILIARES:</b>					<b>22,77 €</b>

## 5.5. MONTAJE

CAPÍTULO N.º 5 MONTAJE					
N.º	Ud.	Descripción	Medición	Precio	Importe
0501	Ud.	PEGADO DE BASE DE BÁSCULA Y ESTRUCTURA DE BÁSCULA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>1,37 €</b>
					<b>1,37 €</b>
0502	Ud.	MONTAJE ESTRUCTURA BÁSCULA Y PATAS			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>0,99 €</b>
					<b>0,99 €</b>
0503	Ud.	INTEGRACIÓN CARCASA CON CABLEADO			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>1,33 €</b>
					<b>1,33 €</b>
0504	Ud.	MONTAJE ELECTRÓNICA			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>4,00 €</b>
					<b>4,09€</b>
0505	Ud.	MANO DE OBRA PARA EMBALAJE			
			<b>Total UD:</b>	<b>1,000</b>	<b>1,33 €</b>
					<b>1,33€</b>
<b>PARCIAL N.º 5 MONTAJE:</b>					<b>9,11€</b>



## 6. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

CONCEPTO	IMPORTE
1. FABRICACIÓN DE MOLDES	3,04
2. FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO	26,50
3. ELECTRÓNICA	20,15
4. ELEMENTOS AUXILIARES	22,77
5. MONTAJE	9,11
6. EMBALAJE	5,75
<b>Presupuesto de ejecución material (PEM)</b>	<b>87,32</b>
7% de gastos generales	6,11
20% de beneficio industrial	17,46
<b>Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI)</b>	<b>110,89</b>
21% IVA	23,29
<b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA)</b>	<b>134,18</b>

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de **CIENTO TREINTA Y CUATRO EUROS CON DIECIOCHO CÉNTIMOS**.