

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

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas



Grado en Ingeniería en Diseño Mecánico

Trabajo Fin de Grado

Autora: Maitane Escalera Llorente

Director de TFG: Juan Ignacio Latorre Biel

Tudela, 25 de mayo de 2018

RESUMEN

En el presente Trabajo Fin de Grado se describe el diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional. Este dispositivo será capaz de elaborar y conservar de cubitos de hielo, así como enfriador de botellas.

Para ser portátil deberá ser alimentado desde una toma de corriente de pared, un cargador de coche o un colector solar fotovoltaico. Una estructura modular, para ello deberá poder ser montado y desmontado sin herramientas y con facilidad para su almacenaje y transporte. Por último, una dimensión estética, para resultar atractivo al comprador potencial.

Para su desarrollo se analizarán diferentes alternativas, eligiendo una de ellas de forma justificada. El desarrollo del producto se realizará combinando un subsistema mecánico y otro eléctrico. Se completará con un análisis por elementos finitos para determinar la idoneidad del diseño mecánico y de los materiales escogidos.

Finalmente, se realizará un presupuesto y un plan de comercialización del producto.

PALABRAS CLAVE

Sistema de refrigeración, diseño modular, congelador portátil.

ABSTRACT

In the current final thesis, it is described the design of a portable, modular and bi-functional device. This will be capable of both producing and preserving ice cubes as well as cooling bottles.

As it will be portable, it should be fed from a wall power outlet, a car charger or a photovoltaic solar collector. The structure will be modular so no tools should be used on its assembly. This also implies that it should be easily stored and carried. At last, it must be taken into account the aesthetic dimension in order to seem attractive to the customer.

For its development there will be analysed different alternatives, one of them will be chosen explaining the reasons. A mechanic sub system and an electric sub system will be used in this development. And it will be complemented with a finite elements analysis in order to determine the suitability of: the mechanical design and the materials proposed for its manufacturing.

Finally, a quotation and a commercialization plan of the product will be carried out.

KEYWORDS

Refrigeration system, modular design, portable freezer.

ÍNDICE

1. CONTEXTUALIZACIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Especificaciones.....	2
2.2. Normativa.....	3
3. ALTERNATIVAS AL PROBLEMA PLANTEADO.....	7
3.1. Tipos de máquinas para fabricación de hielo.....	7
3.2. Tipos de neveras.....	16
3.3. Ciclo de refrigeración.....	19
3.3.1. El compresor.....	19
3.3.2. Evaporador.....	20
3.3.3. Condensador.....	23
3.3.4. Dispositivos de expansión.....	25
3.3.5. Refrigerante.....	27
3.4. Alimentación eléctrica, solar y cargador de coche.....	34
3.5. Modularidad.....	38
3.6. Estética.....	40
3.7. Ergonomía.....	42
4. ELECCIÓN JUSTIFICADA DE UNA SOLUCIÓN.....	43
4.1. Objetivo.....	43
4.2. Tipo de fabricación.....	44
4.3. Tipo del hielo producido.....	45
4.4. Tipo de nevera.....	48
4.5. Refrigerante.....	49
4.6. Compresor.....	49
4.7. Evaporador.....	51
4.8. Condensador.....	53

4.9.	Expansor	54
4.10.	Parámetros de operación del sistema de refrigeración	55
4.11.	Rectificación de corriente.....	56
4.12.	Tipo de panel fotovoltaico.....	57
4.13.	Modularidad	57
4.14.	Estética	58
4.15.	Ergonomía	59
5.	DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	59
5.1.	Sistema mecánico	59
5.1.1.	Compresor	59
5.1.1.	Evaporador.....	61
5.1.2.	Condensador	62
5.1.3.	Válvula de expansión termostática	63
5.1.4.	Bomba de agua	65
5.1.5.	Motor giro depósito de hielo	66
5.1.6.	Transporte del dispositivo	66
5.2.	Sistema eléctrico	67
5.3.	Diseño modular.....	72
5.4.	Diseño estético	74
5.5.	Unión del conjunto.....	77
6.	COMPROBACIÓN OBJETIVO Y ESPECIFICACIONES	79
7.	MODELO DE NEGOCIO.....	80
7.1.	Segmentación del mercado	80
7.2.	Presupuesto	80
8.	CONCLUSIÓN	84
9.	FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN	85
10.	BIBLIOGRAFÍA.....	86

ANEXO I: FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCIÓN DE FRÍO	89
ANEXO II: TRAZADO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN	104
ANEXO III: PLANOS DE FABRICACIÓN	109
ANEXO IV: ELEMENTOS COMERCIALES INTEGRADOS EN EL DISEÑO	177

ÍNDICE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: SISTEMA DE REFRIGERACIÓN	3
ILUSTRACIÓN 2: NOMENCLATURA REFRIGERANTES (BOE, 2011)	5
ILUSTRACIÓN 3: BLOQUES DE HIELO (ALIMENTACIÓN, 1995)	8
ILUSTRACIÓN 4: RELACIÓN ENTRE GROSOR DEL HIELO Y EL TIEMPO DE CONGELACIÓN (ALIMENTACIÓN, 1995)	8
ILUSTRACIÓN 5: HIELO EN ESCAMAS (ALIMENTACIÓN, 1995)	9
ILUSTRACIÓN 6: MÁQUINA DE HACER HIELO EN ESCAMAS (ALIMENTACIÓN, 1995)	10
ILUSTRACIÓN 7: MÁQUINA DE HACER HIELOS EN TUBOS (ALIMENTACIÓN, 1995)	10
ILUSTRACIÓN 8: MÁQUINA DE HACER HIELO EN PLACAS (ALIMENTACIÓN, 1995)	11
ILUSTRACIÓN 9: PROCESO DE HIELO FUNDENTE (ALIMENTACIÓN, 1995)	12
ILUSTRACIÓN 10: HIELO EN TUBOS	13
ILUSTRACIÓN 11: HIELO COMERCIAL TIPO 1	13
ILUSTRACIÓN 12: HIELO COMERCIAL TIPO 2	14
ILUSTRACIÓN 13: MAQUINA DE FABRICACIÓN DE HIELO COMERCIA (PEPE)	14
ILUSTRACIÓN 14: MÁQUINA FABRICACIÓN DE HIELO PARA EL HOGAR (PEPE)	16
ILUSTRACIÓN 15: FRIGORÍFICO COMBINADO (GONZALEZ, 2015)	17
ILUSTRACIÓN 16: FRIGORÍFICOS DE UNA PUERTA (GONZALEZ, 2015)	17
ILUSTRACIÓN 17: FRIGORÍFICO DE DOS PUERTAS (GONZALEZ, 2015)	18
ILUSTRACIÓN 18: FRIGORÍFICOS AMERICANOS (GONZALEZ, 2015)	18
ILUSTRACIÓN 19: ESQUEMA DE EVAPORADOR DE EXPANSIÓN SECA (CORONEL TORO)	21
ILUSTRACIÓN 20: ESQUEMA DE EVAPORADOR INUNDADO (CORONEL TORO)	22
ILUSTRACIÓN 21: ESQUEMA EVAPORADORES SOBREALIMENTADOS (CORONEL TORO)	22
ILUSTRACIÓN 22: EVAPORADOR DE TUBO LISO	23
ILUSTRACIÓN 23: EVAPORADOR DE ALETAS	23
ILUSTRACIÓN 24: ESQUEMA CONDENSADOR POR AIRE (TECNOLOGIA Y SERVICION INDUSTRIALES, S.F.)	24
ILUSTRACIÓN 25: CONDENSADOR TIPO CONCÉNTRICO (TECNOLOGIA Y SERVICION INDUSTRIALES, S.F.)	24
ILUSTRACIÓN 26: ESQUEMA CONDENSADOR EVAPORATIVO (TECNOLOGIA Y SERVICION INDUSTRIALES, S.F.)	25
ILUSTRACIÓN 27: TUBO CAPILAR (RUANO DOMINGUEZ, 2013)	25
ILUSTRACIÓN 28: ELECTROVÁLVULA DE EXPANSIÓN (RUANO DOMINGUEZ, 2013)	26
ILUSTRACIÓN 29: ESQUEMA VÁLVULA TERMOSTÁTICA (RUANO DOMINGUEZ, 2013)	26
ILUSTRACIÓN 30: RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA (MIYARA, 2002)	34
ILUSTRACIÓN 31: ENTRADA Y SALIDA DEL RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA (MIYARA, 2002)	34
ILUSTRACIÓN 32: RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA TIPO PUENTE (MIYARA, 2002)	35

ILUSTRACIÓN 33: ENTRADA Y SALIDA RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA (MIYARA, 2002).....	35
ILUSTRACIÓN 34: RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA CON PUNTO MEDIO (MIYARA, 2002)	36
ILUSTRACIÓN 35: PANELES MONOCRISTALINOS (FIELDS, 2013).....	37
ILUSTRACIÓN 36: PLACAS POLICRISTALINAS (FIELDS, 2013)	37
ILUSTRACIÓN 37: PLACAS AMORFAS O CAPA FINA (FIELDS, 2013)	38
ILUSTRACIÓN: 38:ARQUITECTURA MODULAR.....	39
ILUSTRACIÓN 39: DISEÑO MODULAR (4RSOLUCIONES, 2016).....	39
ILUSTRACIÓN 40: EJEMPLO DE NEVERAS MODULARES (DECORACION, 2009)	40
ILUSTRACIÓN 41: TIPOS DE NEVERAS PORTÁTILES (DOMETIC, S.F.)	40
ILUSTRACIÓN 42: MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE HIELO (PEPE) (DECATHLON, S.F.)	41
ILUSTRACIÓN 43: NEVERAS PORTÁTILES (DECATHLON, S.F.)	42
ILUSTRACIÓN 44: DIMENSIONES CUBITO DE HIELO	46
ILUSTRACIÓN 45: ESQUEMA PARA EL CÁLCULO DEL CUBITO DE HIELO	46
ILUSTRACIÓN 46: COMPRESOR DE PISTÓN (CORONEL TORO)	51
ILUSTRACIÓN: 47: CONDENSADOR EVAPORATIVO (CORONEL TORO)	54
ILUSTRACIÓN 48: VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA (MESA MORA, 2017).....	55
ILUSTRACIÓN 49: COMPRESOR PISTÓN-BIELA-CIGÜEÑAL	60
ILUSTRACIÓN 50: COMPRESOR DE PISTÓN	60
ILUSTRACIÓN 51: EVAPORADOR MÁQUINA DE FABRICACIÓN DE HIELO	61
ILUSTRACIÓN 52: EVAPORADOR DEL FRIGORÍFICO.....	62
ILUSTRACIÓN 53: CONDENSADOR ENFRIADO POR AIRE.....	62
ILUSTRACIÓN 54: VENTILADOR DEL CONDENSADOR.....	63
ILUSTRACIÓN 55: ENSAMBLAJE CONDENSADOR Y VENTILADOR.....	63
ILUSTRACIÓN 56: PARTES DE LA VÁLVULA	64
ILUSTRACIÓN 57: PRESIONES SOBRE LA VÁLVULA	64
ILUSTRACIÓN 58: VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA.....	65
ILUSTRACIÓN 59: BOMBA DE AGUA Y TUBERÍA.....	66
ILUSTRACIÓN 60: FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR.....	66
ILUSTRACIÓN 61: MOTOR DEL DEPÓSITO DE HIELO	66
ILUSTRACIÓN 62: TRANSPORTE.....	67
ILUSTRACIÓN 63: SISTEMA MECÁNICO	67
ILUSTRACIÓN 64: ESQUEMA FUNCIONAMIENTO FUENTE DE ALIMENTACIÓN CONMUTADA (NIETO, 2014)	68
ILUSTRACIÓN 65: ESQUEMA DE LOS ELEMENTOS DE UNA FUENTE DE ALIMENTACIÓN (NIETO, 2014) ...	69
ILUSTRACIÓN 66: CABLE TOMA DE CORRIENTE COCHE	70
ILUSTRACIÓN 67: CABLE TOMA CORRIENTE PARED.....	70
ILUSTRACIÓN 68: FUENTE DE ALIMENTACIÓN	70
ILUSTRACIÓN 69: SITUACIÓN DE LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN	71

ILUSTRACIÓN 70: PLACA FOTOVOLTAICA PORTÁTIL	72
ILUSTRACIÓN 71: RACOR CON LLAVE DE PASO	73
ILUSTRACIÓN 72: ACOPLAMIENTO DE TUBERÍAS	73
ILUSTRACIÓN 73: DISEÑO MODULAR	74
ILUSTRACIÓN 74: MUESTRA DE COLORES DISPONIBLES	75
ILUSTRACIÓN 75: MODULO NEVERA	76
ILUSTRACIÓN 76: POSIBLES COLORES PARA EL MÓDULO DE LA NEVERA	76
ILUSTRACIÓN 77: EXPLOSIONADO DEL DISPOSITIVO	77
ILUSTRACIÓN 78: DISPOSITIVO PORTÁTIL, MODULAR Y BIFUNCIONAL	78
ILUSTRACIÓN 79: CICLO DE REFRIGERACIÓN (TURÉGANO & VELASCO) (TURÉGANO & VELASCO)	91
ILUSTRACIÓN 80: COMPONENTES DEL CICLO (TURÉGANO & VELASCO)	92
ILUSTRACIÓN 81: PARTES DEL SISTEMA SEGÚN LA PRESIÓN	94
ILUSTRACIÓN 82: DIAGRAMA DE MOLLIER. PRESIÓN-ENTALPÍA (TURÉGANO & VELASCO)	95
ILUSTRACIÓN 83: PRINCIPIO DE REFRIGERACIÓN (TURÉGANO & VELASCO)	96
ILUSTRACIÓN 84: DIAGRAMA P-H, COMPARANDO CICLO SIMPLE CON EL CICLO SOBREALENTADO. (TURÉGANO & VELASCO)	98
ILUSTRACIÓN 85: DIAGRAMA P-H. COMPARACIÓN CICLO SATURADO SIMPLE CON EL CICLO SUBENFRIADO (TURÉGANO & VELASCO)	99
ILUSTRACIÓN 86: DIAGRAMA PRESIÓN-ENTALPIA	104
ILUSTRACIÓN 87: IDENTIFICACIÓN DEL COMPRESOR	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 88: ETIQUETA IDENTIFICATIVA VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 89: ORIFICIO AJUSTABLE IDENTIFICACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 90: ORIFICIO AJUSTABLE IDENTIFICACIÓN	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
ILUSTRACIÓN 91: VALORES DE LA RADIACIÓN SOLAR	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1: GRUPO DE SEGURIDAD EN FUNCIÓN DE LA INFLAMABILIDAD Y TOXICIDAD (BOE, 2011)	5
TABLA 2: CARACTERÍSTICAS DE MÁQUINAS DE HIELO COMERCIAL.....	15
TABLA 3: CARACTERÍSTICAS DE MÁQUINAS DE HIELO PARA EL HOGAR.....	15
TABLA 4: ESQUEMA DE LOS TIPOS DE COMPRESORES.....	19
TABLA 5: CARACTERÍSTICAS DE COMPRESORES (CORONEL TORO)	20
TABLA 6: CLASIFICACIÓN DE LOS EVAPORADORES	21
TABLA 7: ESQUEMA CLASIFICACIÓN DE CONDENSADORES	23
TABLA 8: ESQUEMA TIPOS DE DISPOSITIVOS DE EXPANSIÓN	25
TABLA 9: PROPIEDADES DEL AMONIACO (BOE, 2011)	29
TABLA 10: PROPIEDADES R134A (BOE, 2011).....	30
TABLA 11: PROPIEDADES DEL DIÓXIDO DE CARBONO (BOE, 2011)	31
TABLA 12: COMPARACIÓN DEL AGUA CON GLICOL (TURÉGANO & VELASCO)	33
TABLA 13: CARACTERÍSTICAS DEL DISPOSITIVO DE FABRICACIÓN DE HIELO	45
TABLA 14: CARACTERÍSTICAS DEL HIELO ACTUALIZADO	48
TABLA 15: COSTE DE MANO DE OBRE	81
TABLA 16: COSTE TOTAL COMPONENTES	82
TABLA 17: PRESUPUESTO TOTAL.....	83
TABLA 18: VALORES DIAGRAMA.....	105
TABLA 19: VALORES DIAGRAMA.....	105
TABLA: 20: VALORES DIAGRAMA.....	106
TABLA 21: REFERENCIA CONJUNTA Y SUBCONJUNTO	109

1. CONTEXTUALIZACIÓN

Con la motivación del fin de mis estudios en la Universidad Pública de Navarra, concretamente, en el Campus de Tudela en la carrera de Ingeniería en Diseño Mecánico, en el presente documento se redacta el diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas.

El arte de enfriar basado en el hielo natural es muy antiguo y práctico. Se practica mucho antes de que existieran las máquinas térmicas. Hay escritos anteriores al primer milenio antes de Cristo, cuando los chinos utilizaban el hielo para enfriar habitaciones. Los griegos y romanos se iniciaron en esta práctica siglos después. Comprimían la nieve en pozos aislados con pasto, paja y ramas de árboles. La nieve comprimida se convertía en hielo para ser usado en épocas de mayor calor. Otros escritos antiguos cuentan como los egipcios empleaban métodos artificiales para producir hielo. Hoy en día esta práctica se realiza con facilidad.

La disponibilidad de cubitos de hielos y bebidas frías es la principal necesidad de los trabajadores de hostelería, debido a esto surgió la idea de crear un dispositivo bifuncional. Para ampliar el campo y volumen de ventas el diseño será portátil y modular. Con el fin de cumplir su característica de modular, deberá poder ser montado y desmontado sin herramientas y con facilidad para su almacenaje y transporte. Por lo que, se llegaría a otro tipo de usuarios como los montañeros, excursionistas, etc. Finalmente, sobre todo y un requisito indispensable es su dimensión estética. Debe resultar atractivo al comprador potencial.

En el segundo capítulo se habla sobre el objetivo. En el tercer capítulo se reúnen las especificaciones y normativas. El cuarto capítulo habla sobre las soluciones alternativas al problema planteado. En el capítulo quinto, se realiza una elección justificada de una solución. El sexto capítulo se desarrolla la solución. En el séptimo capítulo, comprobamos objetivos y especificaciones. Y finalmente, instrucciones de uso, plan comercial y presupuesto. Como podemos observar, este trabajo concuerda muy bien con la carrera de Diseño Mecánico. El desarrollo del producto se realiza combinando un subsistema mecánico y otro eléctrico, completándolo con un diseño estructural y estético.

2. OBJETIVOS

En este apartado se describe la definición del problema, las necesidades a resolver y el objetivo que tiene este trabajo con la finalidad de resolver dichas necesidades.

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado consiste en el diseño de dispositivo para crear hielo y conservar alimentos, dos necesidades que ha tenido el ser humano desde los inicios de los tiempos.

El producto a diseñar deberá cumplir una serie de objetivos. En particular, el producto podrá:

- Elaborar cubitos de hielo.
- Enfriar botellas.
- Ser alimentado de la red eléctrica por medio de una toma de pared monofásica.
- Ser alimentado de un cargador de coche.
- Ser alimentado desde un panel solar fotovoltaico.

Además, el producto presentará:

- Una estructura modular, configurable a partir de una serie de componentes.
- Facilidad de montaje y desmontaje sin necesidad de herramientas.
- Fácil transporte y almacenaje.
- Una dimensión estética atractiva para los potenciales clientes.
- Bajo coste de producto.

Para llevar a cabo los objetivos deberemos de conocer las especificaciones y normativas vigentes a las que se regulan. En los dos apartados siguientes hablaremos sobre esto.

2.1. Especificaciones

A lo largo de la historia estos dispositivos para la fabricación de hielo o conservación de los alimentos han ido evolucionando.

En primer lugar, nuestro dispositivo deberá estar compuesto por los cuatro componentes indispensables para el ciclo de refrigeración. El evaporador, el compresor, sistema de expansión y el condensador.

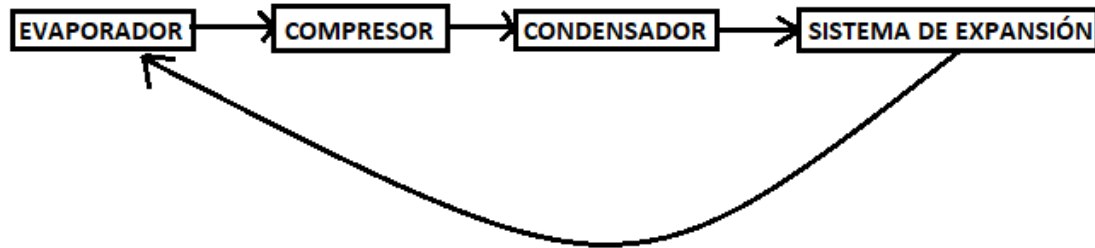


Ilustración 1: Sistema de refrigeración

Todos estos componentes son producidos por diferentes proveedores los cuales realizar sus propias tablas de propiedades. Y a partir de ellas se puede seleccionar nuestro componente que busquemos.

A nosotros nos interesa que nuestros componentes no sean pesados, deseamos buscar componentes ligeros, ya que, buscamos crear un dispositivo modular y de fácil transporte. No deberá de exceder los 15kg de peso. Por otro lado, el tamaño de nuestro dispositivo también es muy importante. No deberá exceder más de 1m³ de volumen. Fácil colocación en cualquier lugar o espacio.

Además, deseamos cargar el dispositivo de diferentes formas. Mediante alimentación eléctrica, cargador de coche y luz solar. Este punto hará que nuestro dispositivo se encarezca ligeramente. Realizar los diferentes puertos de carga no encarece el dispositivo, sin embargo, las placas solares necesaria para la carga solar sí. No será necesario que consuma más de 200 W de potencia.

Por último, deseamos que sea atractivo para el consumidor. El diseño deberá ser estético y deberá poseer materiales con una calidad aceptable y duradera. Por otro lado, tendrá que tener un precio de acuerdo con la tecnología empleada y que puede alcanzar un precio competitivo con el mercado, no sobrepasar un valor de 100€ por dispositivo.

2.2. Normativa

La normativa de la que deberemos regirnos será según el Boletín Oficial del Estado. Para el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. En este archivo se aprueba el reglamento

de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instalaciones técnicas complementarias (real decreto 138/2011).

Se potencia y fomenta la seguridad en las instalaciones frigoríficas, destinadas a proporcionar de forma segura y eficaz los servicios de frío y climatización necesarios para atender las condiciones higrotérmicas e higiénicas en los procesos industriales.

Sobre los refrigerantes debemos saber sobre la clasificación que se realiza según los criterios de seguridad (toxicidad e inflamabilidad). Para la clasificación de inflamabilidad se distinguen:

- Alta seguridad (Grupo 1): no inflamables y de acción toxica ligera o nula.
- Media seguridad (Grupo 2): refrigerantes de acción toxica o corrosiva o inflamables o explosivos mezclados con aire en un porcentaje en volumen igual o superior a 3,5 por cien.
- Baja seguridad (Grupo 3): refrigerantes de acción toxica o corrosiva o inflamables o explosivos mezclados con aire en un porcentaje en volumen igual o inferior a 3,5 por cien.

La clasificación de toxicidad es:

- Grupo A: concentración media en el tiempo no tiene efecto adverso para la mayoría de los trabajadores. Siendo el valor de la concentración igual o superior a 400ml/m^3 .
- Grupo B: concentración media en el tiempo no tiene efecto adverso para la mayoría de los trabajadores. Siendo el valor de la concentración inferior a 400ml/m^3 .

Estos refrigerantes se clasifican por grupos de seguridad de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1: Grupo de seguridad en función de la inflamabilidad y toxicidad (BOE, 2011)

↑ ↑ ↑ Inflamabilidad creciente	Altamente Inflamable	A3	B3
	Ligeramente Inflamable	A2	B2
	No inflamable	A1	B1
		Baja Toxicidad	Alta Toxicidad
		→ → Toxicidad creciente	

Para el agruparlo de manera simplificada se realiza de la siguiente manera:

Grupo L1 de alta seguridad = A1

Grupo L2 de media seguridad = A2, B1, B2

Grupo L3 de baja seguridad = A3, B3

Cuando existen dudas de donde debería clasificarse cada refrigerante deberá clasificarse en el más exigente de ellos.

En cuanto a la nomenclatura de los refrigerantes, también existe una norma para identificarlos. En la siguiente ilustración podemos verlo.

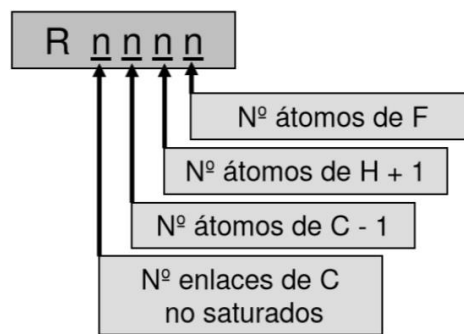


Ilustración 2: Nomenclatura refrigerantes (BOE, 2011)

Para el circuito de refrigeración es necesario realizar una selección de los materiales que podremos utilizar. Los materiales de construcción y de soldadura deberán ser apropiados para soportar las tensiones mecánicas, térmicas y químicas. Deberán ser resistentes a los refrigerantes utilizados, aceites e impurezas.

Podemos distinguir tres clases de materiales; materiales férricos, no férrico, aleaciones y no metálicos.

- Materiales férricos: están los hierros fundidos, que solo se deberá utilizar cuando se hayan probado sus aptitudes para una aplicación en particular. Acero común, se puede utilizar en todas las piezas por las que circula refrigerante a baja temperatura y altas presiones. Acero de alta aleación, ocurren a bajas temperaturas con altas presiones. Para el acero inoxidable deberá tenerse en cuenta la compatibilidad con los fluidos del proceso y con los posibles contaminantes atmosféricos.
- Materiales no férricos: solo hablaremos del aluminio y sus aleaciones, ya que se podrán utilizar en cualquier parte del circuito de refrigerantes siempre y cuando la resistencia se la adecuada y compatible.
- Los materiales no metálicos: se utilizarán para juntas y empaquetaduras, y deben de ser compatibles con los refrigerantes y lubricantes. Entre estos materiales se pueden utilizar el vidrio y el plástico.

Según el tipo de sistema de refrigeración se clasifica de un tipo o de otro:

- Sistemas directos: cuando el evaporador o el condensador del sistema de refrigeración está en contacto directo con el medio que se enfría o calienta.
- Sistemas indirectos: cuando el evaporador o el condensador del sistema de refrigeración, fuera del local se circula un fluido secundario que enfría o calienta el medio.

Las instalaciones frigoríficas se clasifican según niveles:

- Nivel 1: Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores sin superar los 100kW, o utilización de refrigerante de alta seguridad.
- Nivel 2: Instalaciones formadas por uno o varios sistemas frigoríficos independientes entre sí con una potencia eléctrica instalada en los compresores exceda los 100kW, o utilice refrigerante de media y baja seguridad.

3. ALTERNATIVAS AL PROBLEMA PLANTEADO

En este apartado se explican las diferentes alternativas que ya existen para nuestro dispositivo a diferentes niveles de producción. Además, se realiza un estudio de estas alternativas, gracias al cual, en el capítulo 4, podemos realizar una selección justificada de estas alternativas.

En la actualidad ya existe una gran variedad de dispositivos. En cada apartado estudiaremos estos dispositivos por separado. Empezaremos con las máquinas de fabricación de hielo. En segundo lugar, hablaremos de los tipos de neveras que existen en la actualidad. En tercer lugar, sobre el ciclo de refrigeración y de sus componentes. En cuarto lugar, la forma de alimentación de nuestro dispositivo. En quinto lugar, sobre la modularidad. En sexto lugar, la estética, para un diseño atractivo ya acorde a lo que buscamos. Finalmente, sobre la ergonomía.

3.1. Tipos de máquinas para fabricación de hielo

La historia del uso del hielo data desde el Antiguo Imperio Egipcio, ya que, se tiene constancia de las primeras neveras y empieza la costumbre de beber en frío. Estamos hablando del siglo XXIX a.C. y ya podemos hacernos a la idea de las grandes construcciones especiales que debían utilizarse para bajar de lo alto de la montaña bloques grandes de hielo. Así empezó todo, sin embargo, es en el siglo XIX es cuando se empieza a comercializar lo que conocemos ahora como cubitos de hielo. Fue gracias a la insistencia de Frederic Tudor de querer comercializar en el Caribe bebidas frescas mediante grandes cubitos de hielo. Y a finales del siglo XIX con la llegada de la electricidad y los avances en los sistemas de refrigeración todo empezó a ser más fácil. Crearon maquinaria que fabricaba hielo artificial, como la que hoy conocemos por el nombre de ITV-Ice Makers. (makers, 2015)

Las máquinas utilizadas en la fabricación de hielo se clasifican generalmente según la forma del hielo que se obtengan. Podemos distinguir entre la fabricación en bloques, hielo en bloques de fabricación rápida, hielo en escamas, hielo en tubos, hielo en placas y hielo fundente.

El hielo en bloques consiste en rellenar moldes de metal con agua y sumergida en un baño de cloruro sódico o cálcico refrigerado (siendo una solución anticongelante) a una temperatura muy inferior a la de la congelación del agua. Tras unas horas el agua se

congela y se saca de los moldes por inmersión en agua. El resultado de este proceso podemos observarlo en la siguiente ilustración.

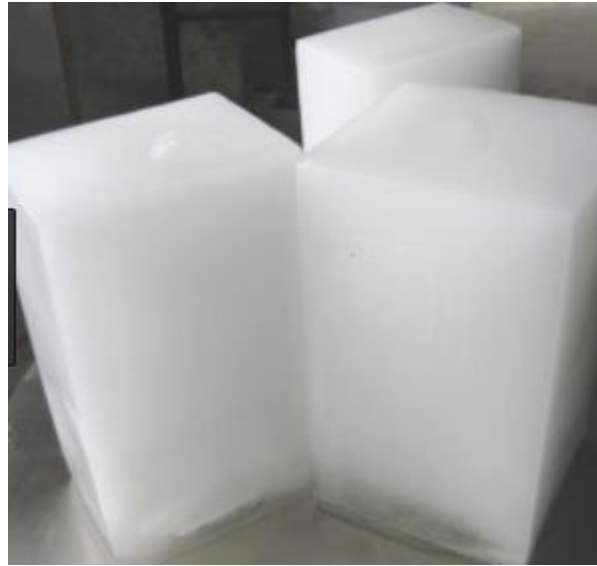


Ilustración 3: Bloques de hielo (Alimentación, 1995)

El periodo de congelación de estos bloques oscilan entre 8 y 24 horas. Una congelación demasiado rápida produce hielo quebradizo.

En la siguiente ilustración podemos ver el tiempo de congelación necesario según el espesor del bloque de hielo que queramos hacer. El tiempo esta expresado en horas y el espesor del hielo en cm.

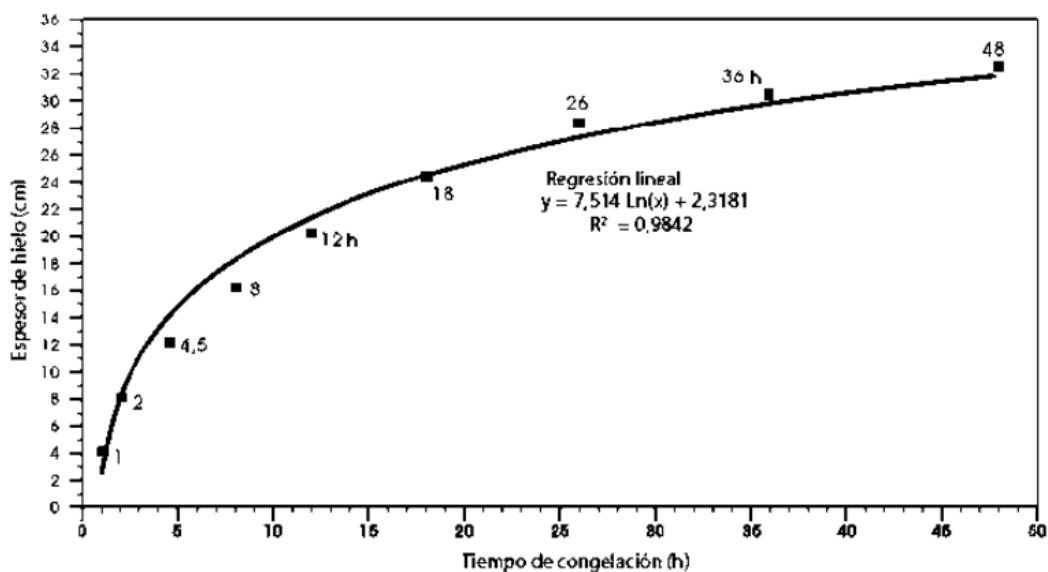


Ilustración 4: Relación entre grosor del hielo y el tiempo de congelación (Alimentación, 1995)

De la gráfica podemos deducir que cuanto más grueso sea el bloque necesitaremos más tiempo de congelación.

Este tipo de planta necesita de una atención continua, por lo que se trabaja en un sistema de turnos. Para una planta de 100T/día se necesita normalmente entre 10 y 15 trabajadores. Por lo que, se necesita abundante mano de obra y espacios grandes. Esto ha hecho que se impulse fuertemente el desarrollo de equipo automático moderno para la fabricación de hielo.

El hielo en bloques tarda mucho en derretirse y son fácil de almacenar, razón por la cual se emplean a menudo en la industria pesquera.

Hielo en bloques de fabricación rápida consiste en producir bloques de hielo en pocas horas. El agua del molde se congela mediante un refrigerante que circula por la camisa externa de cada molde, y un sistema de tuberías en el interior del molde. Se forma simultáneamente hielo en todas las superficies refrigeradas en contacto con el agua. Unas horas después los bloques se liberan mediante un sistema de descongelación con gas caliente y se extrae por gravedad.

Se ahorra en espacio y mano de obra, sin embargo, el mantenimiento de las plantas resulta más costoso.

Hielo en escamas se puede definir como un hielo seco y subenfriado en fragmentos pequeños de entre 2 a 3 mm, planos y con forma de oblea irregular.



Ilustración 5: Hielo en escamas (Alimentación, 1995)

Se fabrica rociando o vertiendo agua sobre una superficie refrigerada, que tiene forma de tambor o cilindro giratorio y contiene una cuchilla. En algunos casos gira el tambor o el cilindro y en otros casos la que gira y rasca el hielo formado es la propia cuchilla.

En la siguiente imagen podemos observar un pequeño esquema de cómo funciona este tipo de maquinaria.

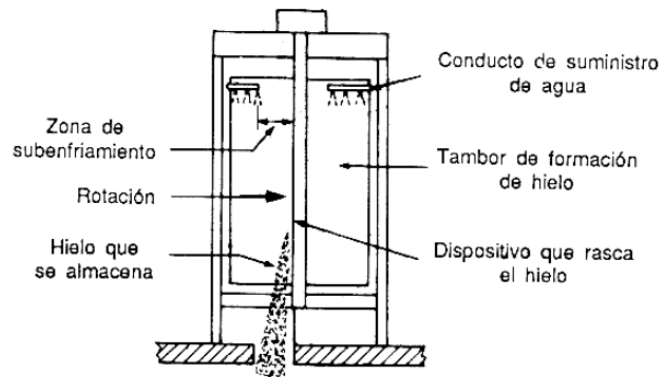


Ilustración 6: Máquina de hacer hielo en escamas (Alimentación, 1995)

El hielo que se saca está subenfriado, este subenfriado depende de la temperatura del refrigerante y del tiempo que el hielo permanece expuesto a esa temperatura.

Entre sus ventajas podemos destacar, resulta fácil de almacenar y manipular cuando se dispone de un recipiente termoaislado. Las máquinas son pequeñas y compactas. La producción de hielo empieza poco tiempo después de poner la máquina en marcha. Sin embargo, debido a la mayor superficie de contacto del hielo, se funde más rápido.

Hielo en tubos consiste en un procedimiento parecido al de hielo en bloques, ya que consta de moldes donde introducimos agua y por ellos circula el refrigerante. En este caso, se tratan de moldes en forma de tubos y verticales. El agua circula por los tubos y el refrigerante circula por el espacio circundante.

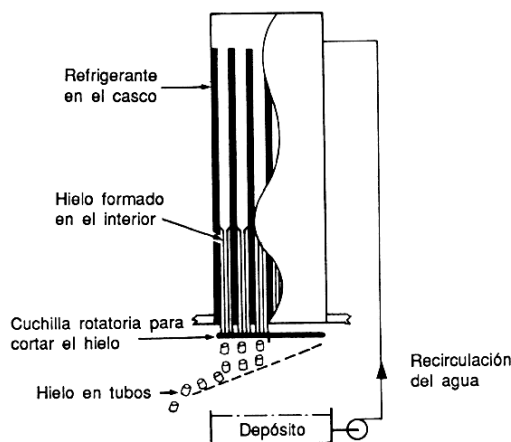


Ilustración 7: Máquina de hacer hielos en tubos (Alimentación, 1995)

A medida que se van formando y saliendo los hielos, una cuchilla lo corta a trozos a la medida deseada. En este caso, el ciclo de congelación ca de 13 a 26 min, y el tubo normalmente es de 20 a 50 mm de diámetro.

Las máquinas de hielo son ventajosas debido a que produce el hielo a una presión de succión superior a la de otros tipos de fabricación de hielo.

Este tipo de hielo resulta más útil para el enfriamiento de bebidas, ya que se derrite lentamente y la bebida llega a enfriarse completamente. A mayor tamaño de cubito de hielo menor capacidad de enfriamiento, ya que, el hielo se derretirá más rápidamente debido a mayor superficie de contacto.

Hielo en placas se forma en una de las caras de una placa vertical refrigerada y se desprende haciendo circular agua por la otra cara para desescarcharlo.

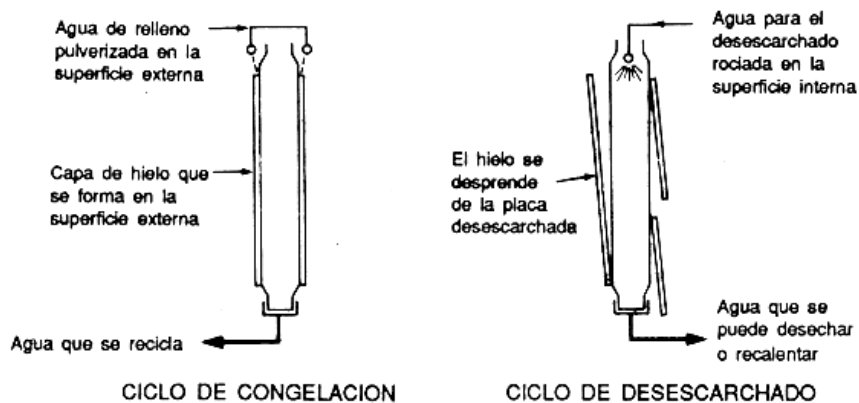


Ilustración 8: Máquina de hacer hielo en placas (Alimentación, 1995)

Esta máquina, al igual que la de hielo en tubos, funciona según un ciclo de tiempo automatizado. El espesor óptimo del hielo suele ser de 10 a 12 mm y el tamaño de las partículas es variable. Un triturador de hielo rompe las placas en trozos de tamaño adecuado para su almacenamiento y uso. Suelen estar destinadas a uso comercial e industrial como la pesca.

Hielo fundente o permutado térmico de superficie rascada, consiste en tubos concéntricos entre los cuales fluye el refrigerante. El agua se halla en el tubo interno, cuya superficie interna se rasca utilizando tornillos rotatorios, por ejemplo. Se produce una pasta de hielo y agua líquida, que puede contener hasta un 30% de peso de agua líquida. Esta mezcla

puede bombearse, de modo que la mayor parte de agua líquida se elimine en un separador mecánico. El producto resultante puede utilizarse como una forma de hielo seco.

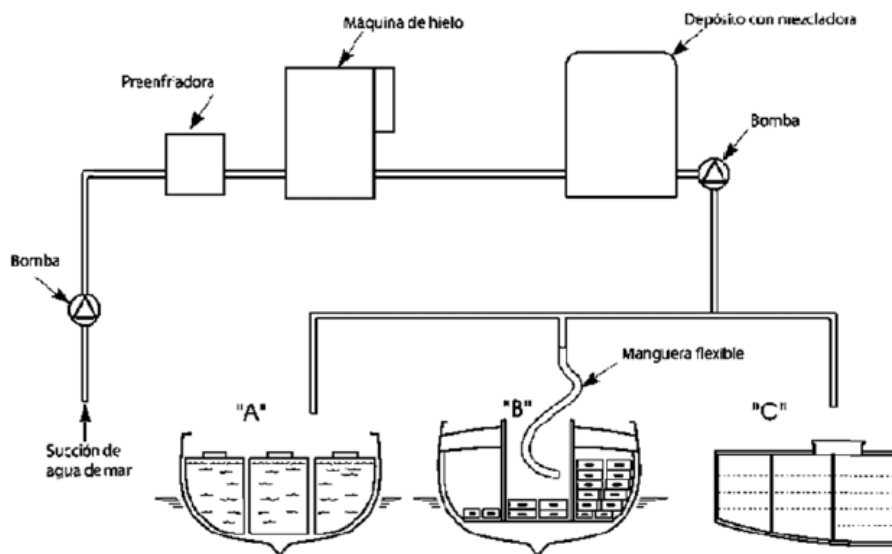


Ilustración 9: Proceso de hielo fundente (Alimentación, 1995)

Todas estas son las máquinas de fabricaciones más utilizadas según el tipo de hielo que se quiera fabricar. Y son hielos de fabricación a nivel industrial. (Alimentación, 1995)

Ahora bien, no solo se ha utilizado el hielo como lo conocemos, sino que podemos distinguir cuatro grandes campos de aplicación del hielo.

- **Enfriamiento del aire:** El hielo producido en bloques de 12.5, 25 y 40 kg se almacena en departamentos atravesados por el aire que se enfriaba para ser enviado seguidamente a los productos que deberían tratarse. Este procedimiento se ha empleado en cámaras frigoríficas y en vagones de transporte frigorífico para mantener la temperatura.
- **Industria pesquera:** el hielo es una alternativa económica en el almacenamiento y transporte de productos pesqueros. Para la conservación del producto. Algunos barcos cuentan hasta con su propia producción de hielo en el propio barco.
- **Restaurantes tradicionales y colectivos:** en las cocinas para enfriamiento de productos en el interior de las cámaras frigoríficas. O como refrigerante de bebidas. Estos lugares cuentan con máquinas de producción de hielo.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

- Aplicaciones diversas: Panadería, charcutería y lechería, por ejemplo. Para el transporte de productos perecederos, plantas o flores. Fabricación de hormigón, donde la fusión de hielo absorbe el calor que despiden al endurecerse. En la industria textil, para regular la temperatura de los baños.

Hasta ahora estas maneras de fabricación podemos clasificarlas a nivel industrial. Sin embargo, para la producción de hielo comercial siempre se utiliza el mismo tipo de hielo. Podríamos decir que se parece al modelo de fabricación de hielo en tubos.



Ilustración 10: Hielo en tubos

Consiste un procedimiento parecido al de hielo en tubos. Consta de moldes por el que circula el refrigerante, y hay un pequeño tanque de agua o molde por el que circula agua. El agua se enfría en el molde y después se despegan del molde ya que el refrigerante deja de actuar.

La siguiente ilustración podemos observar cuando existe tanque de agua que se acerca al molde.

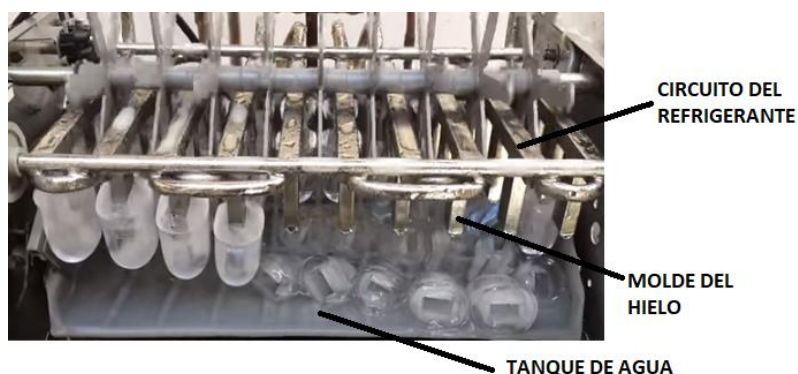


Ilustración 11: Hielo comercial tipo 1

Y en esta ilustración, podemos observar cuando el agua cae sobre el molde por donde circula el refrigerante.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas



Ilustración 12: Hielo comercial tipo 2

Cuando el refrigerante deja de actuar el molde se inclina unos grados y el hielo se despega, cayendo al tanque de almacenamiento de hielo.

A nivel de comercios las máquinas de fabricación de hielo más habituales son como la siguiente ilustración:



Ilustración 13: Máquina de fabricación de hielo comercial (Pepe)

Estas máquinas suelen estar fabricadas de acero inoxidable. Es capaz de fabricar hielo de larga duración y gran transparencia. La cantidad de hielo producido al día suele rondar entre los 22kg y 80 kg, con una capacidad de carga de entre 7-35 kg de depósito. Las medidas exteriores habituales podemos verlas en la siguiente tabla:

Tabla 2: Características de máquinas de hielo comercial

	Capacidad de 22 kg/día	Capacidad de 80 kg/día
Ancho (mm)	380	710
Alto (mm)	637	880
Profundidad (mm)	520	580
Peso total (kg)	33	63
Dimensiones cubito (mm)	40(Al) x 30(An)	40(Al) x 30(An)
Producción	16 hielos cada 16 min	30 hielos cada 16 min
Coste	700 €	1.500 €

La forma de fabricación de estas máquinas, al ser de mayor producción, se asemejan más a la de la “Ilustración 12: Hielo comercial tipo 2”.

Sin embargo, también existen a nivel del hogar, pero la capacidad de fabricación de hielo es muy inferior a las de nivel comercial. Pero lo positivo de estas máquinas son las dimensiones tan ajustadas que tienen y el precio mucho más económico. En la siguiente tabla:

Tabla 3: Características de máquinas de hielo para el hogar

	Capacidad de 10 kg/día	Capacidad de 12 kg/día
Ancho (mm)	244	245
Alto (mm)	315	300
Profundidad (mm)	373	370
Peso total (kg)	9.5	9.5
Tamaño cubito	Puede elegir el tamaño: pequeño, mediano y grande	
Producción	9 hielos cada 15 min	9 hielos cada 13 min
Coste	120€	200€

Estas máquinas están hechas de acero inoxidable, pero también de materiales plásticos.



Ilustración 14: Máquina fabricación de hielo para el hogar (Pepe)

La forma de fabricación de estas máquinas se asemeja más a “Ilustración 11: Hielo comercial tipo 1”, debido a su menor producción de hielo por ciclo y menor dimensiones del dispositivo.

3.2. Tipos de neveras

El refrigerador o frigorífico para conservar alimentos en el hogar comenzó como un dispositivo para la fabricación de hielo. El antecesor del frigorífico era un armario de madera, asilado, en el que había un compartamiento superior, donde se ponía nieve, y de ahí viene el nombre nevera. En la parte inferior se colocaban los alimentos que se deseaban enfriar para conservarlos. Todo esto empezó más a fondo cuando empezó la fabricación industrial del hielo.

El frigorífico como lo conocemos hoy en día, comenzó con Jacob Perkins, quine patentó una máquina de compresión de vapor en Londres en 1834. El refrigerante se comprime mediante un compresor vertical de simple efecto, y el calor de la compresión se elimina haciendo pasar el fluido a través de un serpentín sumergido en el agua. El refrigerante se expandió a través de una válvula en una cámara cerca del fondo de una cisterna de agua, la baja temperatura producida por la evaporación de la expansión del éter se transmite así al agua circundante.

No fue hasta después de la Segunda Guerra Mundial cuando se empezó con la producción en masa de los refrigeradores modernos.

Hoy en día existen cuatro tipos de frigoríficos en el mercado:

Frigoríficos combinados: se distinguen por tener el frigorífico arriba y el congelador en la parte inferior. Este tipo de neveras cuentan con dos motores independientes, uno para

la parte de congelador y otro para la parte de frigorífico. La parte de frigorífico (la de arriba) suele ser de mayor tamaño.

Cuenta con dos termostatos independiente, lo que permite regular las temperaturas de forma autónoma. Habitualmente también cuenta con dos compresores, así se agiliza la tarea de congelación, pero aumenta el consumo de energía.



Ilustración 15: Frigorífico combinado (Gonzalez, 2015)

Su anchura oscila entre los 55-90 cm y su altura entre 137-200 cm. Capacidad de refrigeración 157-318 litros y la de congelación entre 51-170 litros.

Frigoríficos de una puerta: se caracterizan por tener el frigorífico y el congelador independientes. Las puedes instalar por separado o una al lado de la otra.



Ilustración 16: Frigoríficos de una puerta (Gonzalez, 2015)

La altura oscila entre los 195cm y el ancho entre 46-66 cm. Parecida a la anterior.

Frigoríficos de dos puertas: el congelador no está integrado dentro de la nevera y cuenta con una puerta independiente. Tienen el congelador en la parte de arriba y el frigorífico en la parte de abajo.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

Las prestaciones son bastantes limitadas, capacidad de congelación limitada y lenta. Sin embargo, son más económicos.



Ilustración 17: Frigorífico de dos puertas (Gonzalez, 2015)

Su anchura entre 50-75 cm y su altura entre 120-197 cm. La capacidad de refrigeración puede oscilar entre 138-338 litros y la de congelación entre 42-132 litros.

Frigoríficos americanos: tiene una gran capacidad. Además, estos dispositivos suelen tener dispensadores de agua fría, cubitos de hielo o cubitos picados.

Estas neveras son más grandes que las anteriores que se han mencionado. Mas espacio de congelación y refrigeración. Al igual que las combinadas, vienen con dos motores, así que son independientes.



Ilustración 18: Frigoríficos americanos (Gonzalez, 2015)

Su anchura oscila entre 75-95 cm y la altura de 169-195cm. La capacidad de refrigeración es la mejor de todas, entre 380-470 litros y la de congelación igual, entre 140-290 litros. Se trata de la nevera más cara, pero de mejores prestaciones.

Todos estos son los tipos de frigoríficos que existen en el mercado. Con esto nos podemos hacer una pequeña idea de cómo podría diseñarse mi dispositivo. Nuestro dispositivo deberá de ser más compacto y manejable. (Montesinos Muñoz, 2013)

3.3. Ciclo de refrigeración

Para la fabricación de sistemas frigoríficos o de congelación es necesario conocer los fundamentos de la producción en frío. Para ello podemos ir al “Anexo I” donde hablamos en profundidad sobre este tema.

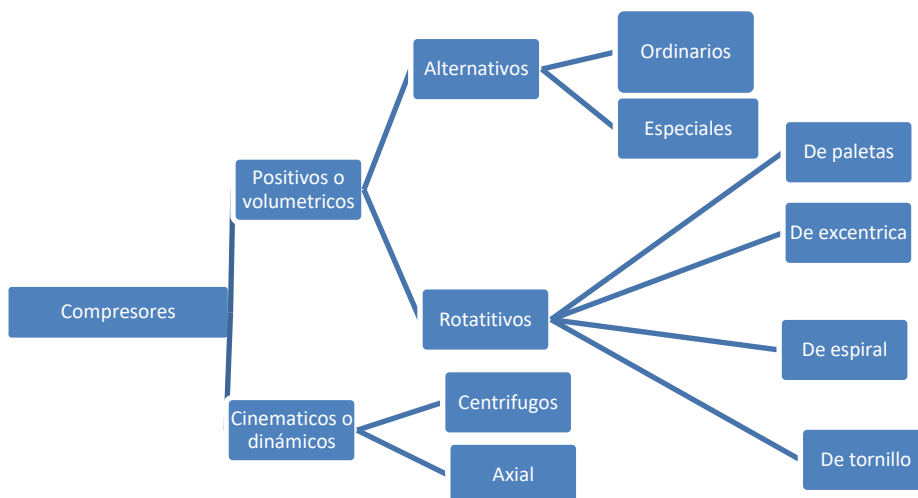
A partir de esa información sabemos que nuestro dispositivo debe estar compuesto de un compresor, evaporador, condensador, expansor y por supuesto, del refrigerante.

3.3.1. El compresor

La función del compresor es elevar la presión de la sustancia que se encuentra en su fase gaseosa y, por consiguiente, se eleva también su temperatura. El vapor puede condensarse por los medios disponibles.

Los compresores se clasifican según la forma de compresión. Existen dos formas de compresión; de desplazamiento positivo o volumétricos y de desplazamiento cinemático o dinámico. En el primer caso el compresor aumenta la presión del vapor de refrigerante reduciendo el volumen interno de una cámara, consumiendo un trabajo mecánico. Para la segunda clasificación ocurre lo siguiente, aumenta la presión convirtiendo presión dinámica en estática, primero se acelera el fluido y posteriormente se frena. En el siguiente esquema podemos ver una clasificación más amplia de los compresores:

Tabla 4: Esquema de los tipos de compresores



En la siguiente tabla se observará las características de los compresores más usados en la actualidad, es decir, de los compresores de pistón, de espiral, de tornillo y centrífugos

Tabla 5: Características de compresores (Coronel Toro)

	Pistón	Espiral	Tornillo	Centrífugos
Potencia (kW)	5-800	5-40	100-1000	>1500
Efecto	Simple y doble			
Forma	Línea, radiales, en V, W			
Velocidad (rmp)	1450-2900	1450	1450-10000	10000-30000
Caudal (m³/h)	1500			
Parcialización	Por etapas	Múltiple	Continua	Continua

Sin embargo, para la selección de un compresor necesitamos una serie de datos: el flujo que se va a mover, la presión de descarga, presión barométrica, temperatura ambiente (max y min), humedad relativa máxima, temperatura agua de enfriamiento máxima, electricidad disponible (en frecuencia y en voltaje). (Coronel Toro)

3.3.2. Evaporador

La función del evaporador se lleva a cabo la mayor parte de evaporación, aunque una parte ya haya ocurrido en el expansor. La sustancia toma la energía necesaria para su evaporación del medio que se desea refrigerar o enfriar. Este proceso en a presión y temperatura constante. A través de una superficie de transferencia de calor.

Estos se fabrican con una amplia variedad de criterios, tipos, formas, tamaños, materiales, pudiéndose clasificar de la siguiente forma:

Tabla 6: Clasificación de los evaporadores



Los evaporadores de expansión seca la alimentación del refrigerante es mediante un sistema de expansión, el líquido se evapora totalmente con un ligero sobrecalentamiento.

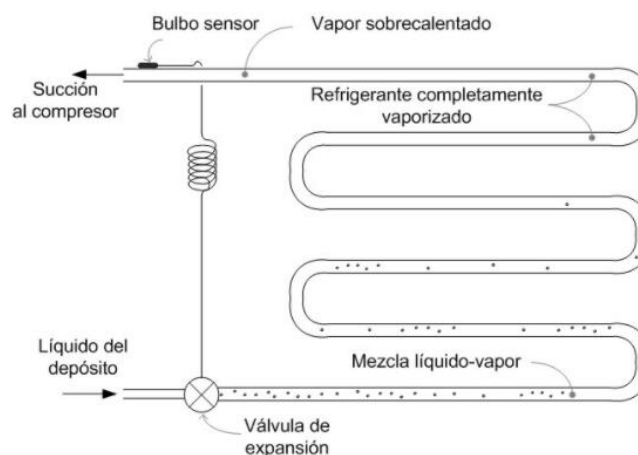


Ilustración 19: Esquema de evaporador de expansión seca (Coronel Toro)

Es un sistema sencillo en su diseño, de menor costo inicial, requiere menor carga de refrigerante, pero, es menos eficiente que los de tipo inundados.

El evaporador inundado se encuentra siempre completamente lleno de refrigerante, regulado mediante una válvula de flotado. Para este caso es aconsejable la colocación de un número considerable de evaporadores por lo que la instalación de estos se realiza a nivel de industria, en instalaciones de gran volumen.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

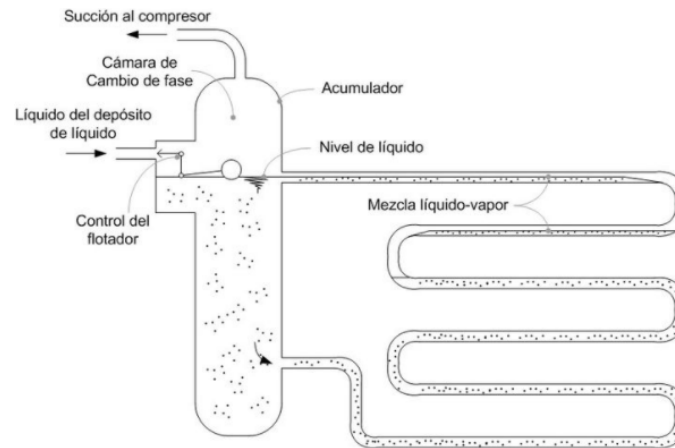


Ilustración 20: Esquema de evaporador inundado (Coronel Toro)

Este sistema es más complejo y voluminoso, por lo que, de mayor coste. Sin embargo, es un sistema mucho más eficiente

Para los evaporadores sobrealimentados el flujo másico de líquido supera con creces al flujo de vapor producido en el evaporador. Por lo que el fluido que abandona el evaporador es mezcla vapor-líquido de alto título, sin alcanzar el vapor saturado.

Estos evaporadores resultan ser más económicos, ya que se utiliza en sistemas de evaporación múltiple. Estas instalaciones se suelen realizar en naves industriales y de gran volumen. (Coronel Toro)

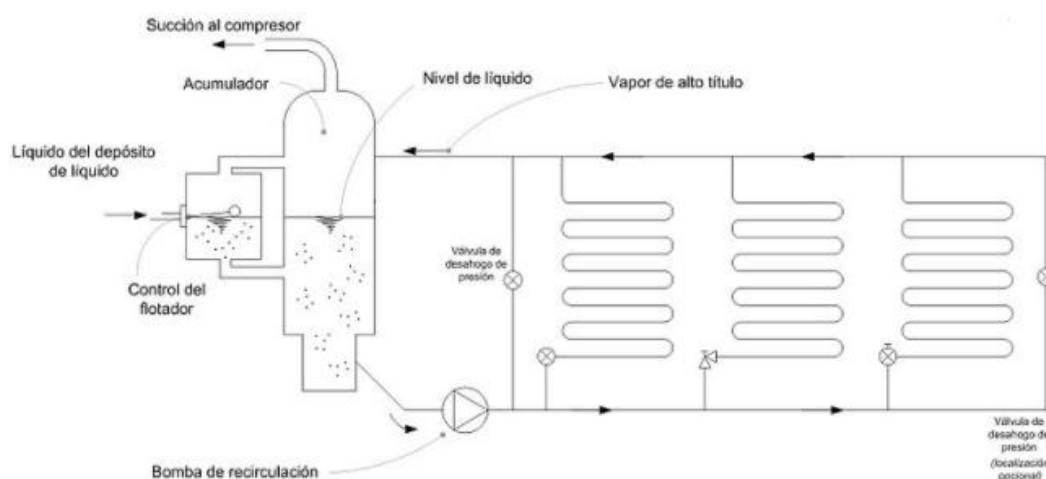


Ilustración 21: Esquema evaporadores sobrealimentados (Coronel Toro)

Según la construcción se pueden distinguir:

Evaporador de tubo liso, tubos de acero o cobre. Podemos ver un ejemplo en la siguiente imagen.



Ilustración 22: Evaporador de tubo liso

Otro es el evaporador de placas, consta de dos placas metálicas. Por las placas circula el refrigerante mediante tubos instalados en las placas.

Por último, evaporado de aletas, es un serpentín de tuberías de cobre. Habitual en aires acondicionados.

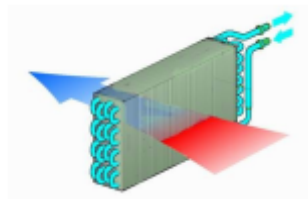


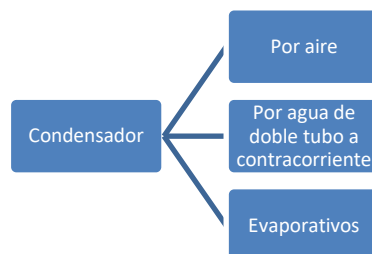
Ilustración 23: Evaporador de aletas

3.3.3. Condensador

La función del condensador es transferir hacia fuera del ciclo de refrigeración el calor absorbido en el evaporador y en la etapa de compresión, se consigue condensando el vapor refrigerante desde el compresor.

La clasificación de estos se realiza según el medio por el que se disipa el calor.

Tabla 7: Esquema clasificación de condensadores



Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

Los condensadores enfriados por aire son bancos de tubos, encerrados dentro de un armario metálico, con rejillas para el ingreso de aire, regulan el caudal del aire y su dirección.

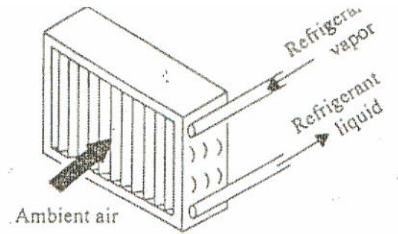


Ilustración 24: Esquema condensador por aire (Tecnología y Servicio Industriales, s.f.)

Estos se suelen utilizar en sistemas de aire acondicionado.

El condensador enfriado por agua es intercambiadores de calor del tipo tubos concéntricos, del tipo carcasa y serpentín. El agua circula por dentro de los tubos donde el vapor se condensa en el exterior de los tubos.

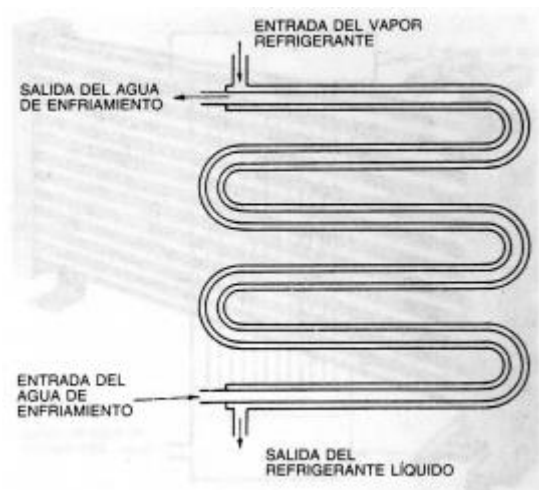


Ilustración 25: Condensador tipo concéntrico (Tecnología y Servicio Industriales, s.f.)

Por último, el condensador evaporativo. Los tubos por donde circula el gas refrigerante condensado son mojados por una lluvia de agua, con aire circulando en contracorriente. El agua se calienta hasta la temperatura de bulbo húmedo del aire. El aire sale del condensador por la parte superior. (Tecnología y Servicio Industriales, s.f.)

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

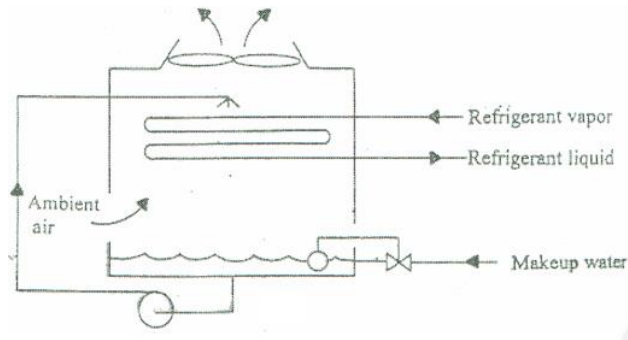


Ilustración 26: Esquema condensador evaporativo (Tecnología y Servicio Industriales, s.f.)

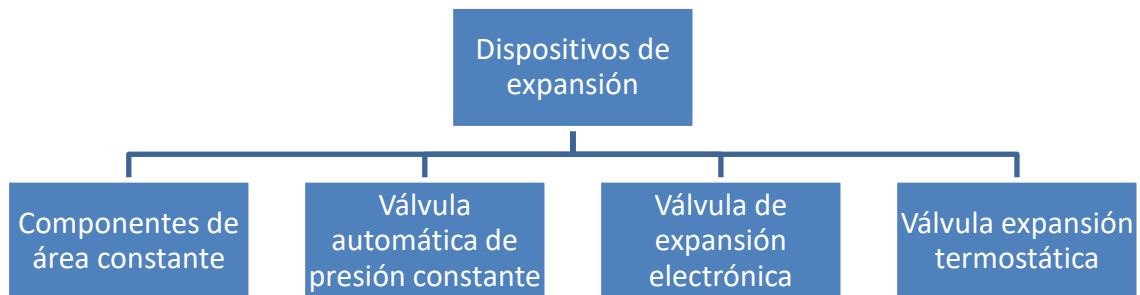
Estos dos últimos, son utilizado en aplicaciones de refrigerio comercial o industrial.

3.3.4. Dispositivos de expansión

Los dispositivos de expansión son los que regulan la inyección de refrigerante líquido a los evaporadores. El refrigerante líquido que llega al dispositivo a alta presión, fluye a través de él y se transforma en una mezcla líquida, vapor a baja presión.

Estos dispositivos de expansión pueden clasificarse en cuatro tipos:

Tabla 8: Esquema tipos de dispositivos de expansión



El componente de área fija consiste en un orificio calibrado a través del cual fluye el líquido refrigerante. El tubo capilar es el más conocido.



Ilustración 27: Tubo capilar (Ruano Dominguez, 2013)

Estos dispositivos son utilizados en sistemas de pequeña capacidad, donde hay una carga constante de la evaporación y presión de condensación constante. La desventaja de este tubo capilar es la incapacidad de regular el flujo de refrigerante.

La válvula de expansión automática mantiene la presión del evaporador constante, regula el flujo de refrigerante manteniendo la presión a la salida de la válvula o dentro del evaporador constante. Un punto negativo a destacar es la baja eficiencia de estos sistemas. Aunque para pequeños dispositivos no es una mala opción.

En cuanto a la válvula de expansión electrónica se utilizan cuando el sistema necesita realizar funciones complejas. Ya que accionan electrónicamente, mediante elementos sensores y de control. Estas válvulas aseguran ahorro energético, protegen el sistema, y un control eficiente del recalentamiento. Bueno para sistemas de refrigeración de eficiencia energética.



Ilustración 28: Electroválvula de expansión (Ruano Dominguez, 2013)

Válvulas de expansión termostáticas realizan la misma función que las anteriores, lo único que cuenta con un bulbo sensor de temperatura que se encarga de cerrar o abrir la válvula para así disminuir o aumentar el ingreso de refrigerante.

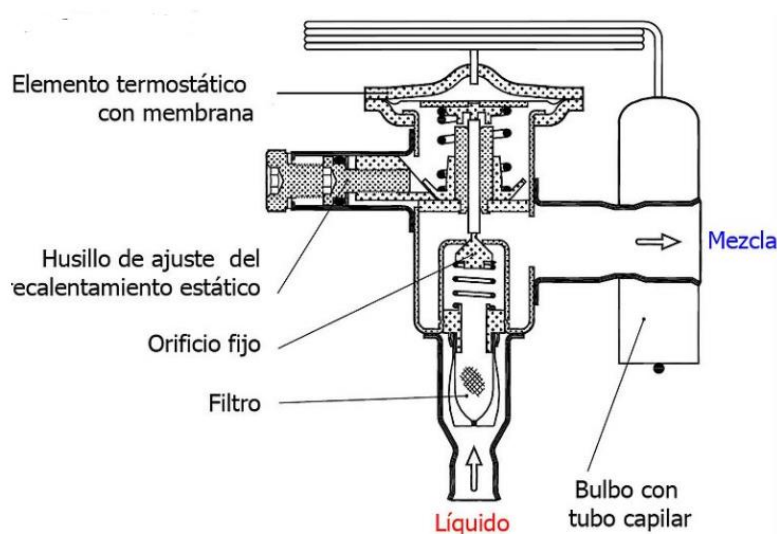


Ilustración 29: Esquema válvula termostática (Ruano Dominguez, 2013)

Este tipo de válvula son especiales para evaporadores secos, en los cuales el recalentamiento a la salida del evaporador es proporcional a la carga de este. (Ruano Dominguez, 2013)

Para la selección de la válvula de expansión los siguientes datos son importantes: caída de presión a través de la válvula, igualación de presión interna o externo, tipo de refrigerante, presión de evaporación y presión de condensación.

3.3.5. Refrigerante

Por último, pero no menos importante, el refrigerante. De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actué como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se trata del medio para transportar calor desde donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, tendrá una aplicación u otra.

Existen un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables, sin embargo, solo unos cuantos son usados en la actualizada.

En cuanto a las características ideales que debería de tener un refrigerante deben distinguirse entre las propiedades termodinámicas y las propiedades físicas y químicas. Las propiedades son las siguientes: (Núñez, 2017)

- Deben operar a presiones positivas.
- Debe de tener una temperatura crítica por arriba de la temperatura de condensación.
- Temperatura de congelación por debajo de la temperatura de evaporación.
- Debe tener una temperatura de ebullición baja.
- Debe tener un valor bajo de volumen específico en fase de vapor y valor alto de volumen en fase líquida.

- Debe tener un valor alto de calor latente de vaporización.
- No debe ser toxico ni venenoso.
- No debe ser explosivo ni inflamable.
- No debe tener efectos sobre otros materiales.
- Fácil de detectar cuando se fuga.
- Debe ser miscible con el aceite.
- No debe de reaccionar con la humedad.
- Debe ser compuesto estable física y químicamente.
- Coste poco elevado.
- Fácil aprovisionamiento.
- Ninguna acción sobre la capa de ozono.

Lógicamente, ninguna de los refrigerantes puede cumplir todas estas características, pero deberá usarse el que más propiedades cumpla.

Los fluidos de mayor uso en la refrigeración son los llamados fluorocarbonos. Aunque también se utilizan los refrigerantes naturales como el amoniac (R717). Conocemos los refrigerantes verdes o refrigerantes de bajo PCA como el R-407C, el R-134A y el R-410A. Son gases refrigerantes fluorados: R-134a (HFC) y el R404A (mezcla de HFC), se utilizan mucho en equipos de refrigeración más grandes, como los utilizados en los grandes supermercados. En equipos de aire acondicionados se utilizan gases fluorados como R-410a o R-407C, ambos mezcla de HFC.

- El amoniac

Se trata de un gas abundante en el ambiente. Su fórmula química es NH_3 y como su fórmula indica está compuesto por Hidrogeno y Nitrógeno. Las cuales están en la atmosfera en un 80%.

La instalación de refrigeración para el amoníaco se basa en lo descrito anteriormente, un evaporador, un compresor, condensador y válvula. El punto de ebullición del amoníaco es a -33°C a una presión de 1,09bar.

Tabla 9: Propiedades del amoníaco (BOE, 2011)

Clasificación		Refrigerante 2) Nº	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m ³	Punto de Ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento Atmosf. 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasific. según: 8) REP	
Grupo L	Grupo seguridad							Límites de inflamabilidad		Temp. Auto-ignición °C					
								Limite inferior kg/m ³ % v/v	Limite superior kg/m ³ % v/v						
2	B2	R-717	Amoníaco	NH ₃	17	0.00035	-33	630	0.104	15	0.195	28	0	0	1

Según el reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, que hemos comentado anteriormente, esta se clasifica en el grupo L2 y el grupo de seguridad B2. Según esta clasificación la sala de máquinas específica, diseño y construcción se rige por la instrucción técnica IF-07 de este mismo reglamento.

El uso de amoníaco no solo tiene ventajas, sino que también tiene algunas claras desventajas frente a los refrigerantes comunes.

-Ventajas:

1. El amoníaco no es contaminante por lo que no daña la capa de ozono.
2. El amoníaco tiene rendimientos termodinámicos en torno a un 3-10% superior a otros refrigerantes, el consumo energético es menor con igual capacidad frigorífica.
3. La mejor característica de seguridad que tiene el amoníaco es una auto-alarma provocada por su olor característico. El fuerte olor del amoníaco hace que se detecten fácilmente las fugas.
4. Menor coste económico del amoníaco frente a los refrigerantes comunes. Además, para una misma aplicación, se requiere menos cantidad.

-Desventajas:

1. La alta inversión económica que se debe realizar para la instalación del equipo.
2. Tóxico e inflamable en determinadas altas concentraciones.

- Hidrocarburos

Dentro de estos, los más utilizados son los isobutanos (C₄H₁₂, R600a), propano (C₃H₈, R290) y propileno (C₃H₆, R1270). Son químicamente estables, excelentes propiedades termodinámicas y de transporte. Su alta inflamabilidad se clasificación de seguridad es de A3.

Otro de los fluoruros más usados se trata del R134a. Es el sustituyente del R12 y es un excelente refrigerante utilizado en una gran variedad de aplicaciones e incluso como componente de muchas de las mezclas HFC existentes en el mercado. Este permite trabajar a presiones más bajas y es un producto muy eficiente. Entre sus aplicaciones se encuentra: aire acondicionado del auto, frigoríficos domésticos, enfriadores de agua centrífugos, bombas de calor, etc.

Según el reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, que hemos comentado anteriormente, esta se clasifica en el grupo L1 y, además, debido a su baja toxicidad y no inflamable, tiene una clasificación de seguridad de A1.

Tabla 10: Propiedades R134a (BOE, 2011)

Clasificación		Refrigerante 2) N.º	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad				Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. según: 8) REP	
Grupo L	Grupo seguridad							Temp. Auto-ignición °C	Límites de inflamabilidad						
									Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v					
1	A1	R-134a ⁽¹⁾	1,1,1,2-Tetrafluoretano	CF ₃ CH ₂ F	102	0.25	-26.2	743	-	-	-	-	1300	0	2

Las ventajas de este fluido refrigerante son las siguientes:

1. No daña la capa de ozono (ODP = 0).
2. Puede rellenarse los equipos en caso de fuga.
3. Capacidad frigorífica mayor que el R-12.
4. Muy eficiente energéticamente, aunque precisa de un compresor mayor respecto otros refrigerantes HFC.

- Dióxido de carbono

En cuanto al dióxido de carbono como refrigerante, el ámbito más usado ha sido en el almacenaje en frío, refrigeración comercial y bombas de calor. Es químicamente estable

y no reacciona en la mayoría de las condiciones y es compatible con muchos materiales. Las condiciones de temperatura y presión son diferentes a las vistas anteriormente, opera a presiones más elevadas por lo que el diseño debe soportar altas presiones. Además, su temperatura crítica es por encima de 25°C, por lo que cuanto supera esa temperatura se necesita diseñar un sistema especial. Por otro lado, sus propiedades termodinámicas y de transporte son excelentes, por lo que el sistema es eficiente en climas fríos. Según el reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas, que hemos comentado anteriormente, esta se clasifica en el grupo L1 y, además, debido a su baja toxicidad y no inflamable, tiene una clasificación de seguridad de A1.

Tabla 11: Propiedades del dióxido de carbono (BOE, 2011)

Clasificación		Refrigerante 2) N.º	DENOMINACIÓN (composición = % peso)	Fórmula	Masa Molar (MM) 3) kg/kmol	Limite Práctico 4) 5) kg/m³	Punto de ebullición a 1,013 bar a 9) °C	Inflamabilidad					Potencial de calentamiento atmosférico 6) PCA 100	Potencial agotamiento de la capa de ozono 7) PAO	Clasif. según: 8) REP
Grupo L	Grupo seguridad							Límites de inflamabilidad							
								Temp. Auto-ignición °C	Limite inferior kg/m³ % v/v	Limite superior kg/m³ % v/v					
1	A1	R-744	Dióxido de carbono	CO ₂	44	0.07	-78	-	-	-	-	1	0	2	

En cuanto las ventajas y desventajas de este refrigerante tenemos las siguientes:

- **Ventajas:**
 1. No contamina. (GWP de CO₂=1 en comparación con el R134a=1430)
 2. Eficiencia mayor que un refrigerante normal, gracias a sus condiciones físicas específicas. Se puede producir mayor cantidad de hielo con menos energía.
 3. Tóxico en concentraciones mayores del 3%.
 4. No inflamables.
 5. Inodoro.
 6. No tiene efectos secundarios.
 7. Ofrece bajo consumo de energía.
 8. Alto coeficiente de transferencia de calor.
 9. Bajo costo.
 10. Alta disponibilidad en el mercado. Se obtiene como sub-producto de varios procesos.
- **Desventajas:**

1. Opera a presiones y temperaturas mayores que otros refrigerantes.
2. La instalación inicial de sistema de refrigeración es costosa.
3. En caso de escape se va a nivel de suelo, desplazando el aire y al ser inodoro no se detecta.
4. Precio de sistema costoso.

- Salmuera

En cuanto a la salmuera es un refrigerante secundario. Transfiere el efecto frigorífico desde un circuito primario de refrigeración, al producto a enfriar. Es decir, desde el evaporador en donde se enfría un refrigerante, al producto a enfriar.

Para el caso de la salmuera, la clasificación se puede hacer en:

- Salmueras de tipo salino
- Salmueras a base de glicol: etilenglicol y propilenglicol
- Salmueras para bajas temperaturas: alcoholes
- Salmueras para aplicaciones especiales: aceites térmicos

Sus aplicaciones son muy variadas, como pistas de patinaje, en la industria alimentaria para enfriar y congelar por inmersión directa, la fabricación de hielo en barras, las aplicaciones de tipo industrial y es instalaciones centralizadas de aire acondicionado.

Este presenta problemas de corrosión, por lo que el sistema debe mantenerse sobrepresionado y sin contacto con la atmosfera.

Los sistemas de distribución para las salmueras son similares a los de agua en circuito cerrado. La diferencia fundamental reside en la viscosidad. Las salmueras son líquidos térmicamente inferiores al agua, por lo que es preciso gastar más energía de bombeo.

Las ventajas que presenta esta sustancia y los factores para seleccionarla son los siguientes:

1. El coste de la salmuera y de los tratamientos de agua.
2. La corrosión y la incompatibilidad con ciertos materiales.
3. La toxicidad.

4. El calor específico.
5. La estabilidad a temperatura elevada.
6. La viscosidad.
7. El punto de congelación.
8. La tensión de vapor.

Parte de lo comentado anteriormente podemos verlos en la siguiente table. Podemos observar la comparación del agua con agua con glicol a diferentes porcentajes de peso de glicol.

Tabla 12: Comparación del agua con glicol (Turégano & Velasco)

% en peso	Agua	Agua glicolada			
	0	10	20	30	40
T^a congelación (°C)	0	-3.2	-7.8	-14.1	-22.3
Densidad (kg/m³)	1	1.02	1.03	1.05	1.06
Calor específico (kJ/kg°C)	4.197	3.966	3.811	3.642	3.459
Conductividad Térmica (W/m°C)	0.582	0.528	0.486	0.447	0.411
Viscosidad dinámica (mPa s)	1.44	1.61	2.29	2.99	4.19

De la tabla anterior podemos deducir las siguientes afirmaciones, conforme mayor es el porcentaje en peso de glicol:

- Menor temperatura de congelación.
- Mayor densidad
- Menor calor específico (Cp), por lo que hay que bombear más caudal y se necesita mayor energía de bombeo.
- Mayor viscosidad dinámica, por lo que se necesita mayor energía de bombeo.

(BOE, 2011)

3.4. Alimentación eléctrica, solar y cargador de coche

Para realizar el estudio de alternativas para la alimentación se considerará diferentes sistemas de rectificación de corriente alterna y veremos también los diferentes tipos de paneles solares para la energía fotovoltaica. En este apartado veremos todo esto. En primer lugar, hablaremos de los sistemas de rectificación y, en segundo lugar, veremos los tipos de paneles solares.

La corriente y voltaje que recibimos en nuestros hogares, son de tipo alterno, por lo que para lograr que nuestro sistema de suministro de energía funcione correctamente es necesario hacer una rectificación adecuada a corriente continua.

- Rectificadores de media onda ideal

La rectificación se lleva a cabo mediante uno o más diodos. Este elemento permite el paso en un sentido y lo bloquea en el otro. Existen varias configuraciones para ello. Una de ellas es rectificadores de media onda.

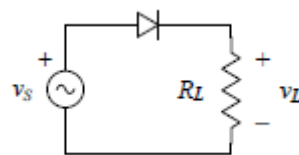


Ilustración 30: Rectificador de media onda (Miyara, 2002)

Cuando V_s es positivo, sentido de la corriente favorable y suponiendo diodo ideal, $V_L = V_s$. Sin embargo, si V_s es menor de cero, el diodo no conduce y $V_L = 0$. En la siguiente ilustración podemos verlo.

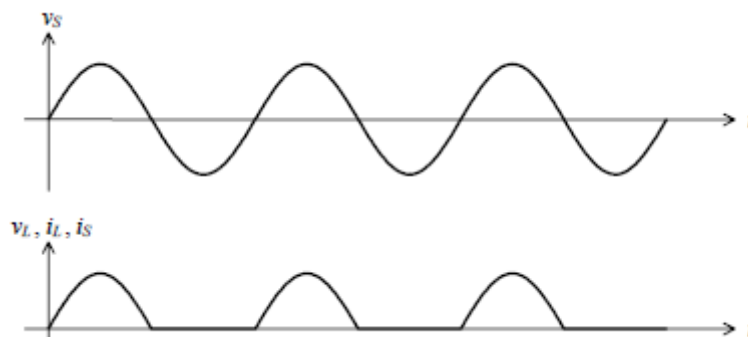


Ilustración 31: Entrada y salida del rectificador de media onda (Miyara, 2002)

Observamos que la tensiones no es continua. Esta onda no es deseable para alimentar dispositivos, ya que requiere alimentación constante. La sencillez constructiva es ventajosa. Pero no permite utilizar toda la energía disponible, los ciclos negativos se desaprovechan.

- Rectificadores de onda completa tipo puente ideal

Los problemas del anterior se solucionan con este tipo de rectificador.

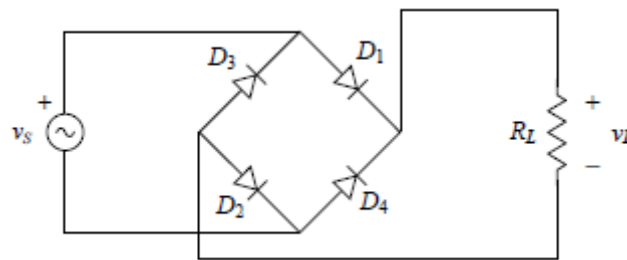


Ilustración 32: Rectificador de onda completa tipo puente (Miyara, 2002)

En el caso ideal, cuando V_s positivo, D_1 y D_2 conduce y D_3 y D_4 no conduce. Resulta $V_L = V_s > 0$. Al invertir la fase de entrada, V_s negativo, D_3 y D_4 conducen y D_1 y D_2 no. El resultado será $V_L = -V_s > 0$. Resultado de onda en la siguiente ilustración.

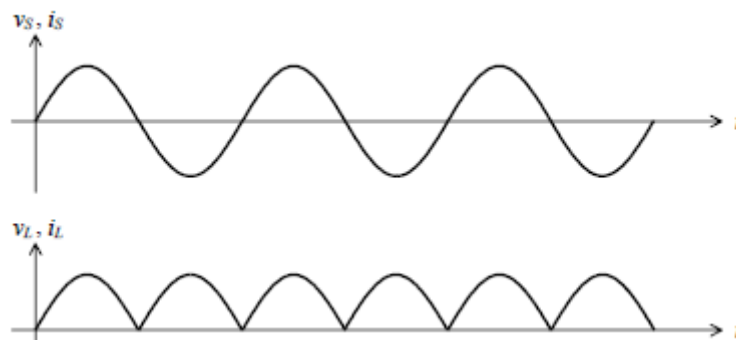


Ilustración 33: Entrada y salida rectificador de onda completa (Miyara, 2002)

Ahora se aprovecha la totalidad de la onda. Sin embargo, no existe una referencia común de tensión entre la fuente y la carga, resultado ambas flotante entre sí.

- Rectificadores de onda completa con punto medio

En este caso se utiliza dos fuentes en contrafase en lugar de una sola y colocar en cada una de ellas un rectificador de media onda. Se consigue con un transformador cuyo secundario está dividido en dos mitades, tomando el punto medio como masa común.

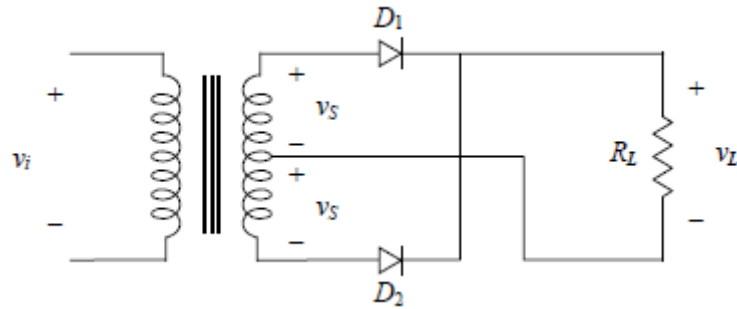


Ilustración 34: Rectificador de onda completa con punto medio (Miyara, 2002)

Cunado V_s es positivo, D_1 conduce y D_2 no, por lo tanto, la tensión V_s se aplica directamente a la carga a través de D_1 y $V_L = V_s > 0$. Cunado V_s es negativo ocurre al revés por lo que el resultado es $V_L = -V_s > 0$.

- Ripple (Rizado)

El objetivo de un rectificador es obtener una tensión continua, por lo que es inevitable que aparezcan componentes armónicos. Este se define como ripple o rizado y es la suma de estos componentes:

$$v(t) = V_{med} + v_{ripple}(t)$$

Siendo v_{ripple} el factor de ripple, cociente entre el valor eficaz de ripple y el vapor medio de la señal. Este calor es muy alto, para el rectificador de media onda, ya que implica que hay más energía no aprovechable que en la componente continua. Para onda completa es menor comparando con la componente continua.

- Con filtro capacitivo

Para el uso como fuente de alimentación sería necesario que la corriente fuese constante. Por lo que sería necesario la utilización de filtros como capacitores o inductores, donde la frecuencia de corte es suficientemente baja para la onda, así eliminamos los componentes frecuenciales de la onda rectificada. Con este, se consigue que las señales sean más eficientes. (Miyara, 2002)

A continuación, pasaremos a numerar los diferentes tipos de paneles solares. Existen tres tecnologías que destacan sobre el resto. Hablamos de los módulos solares monocristalinas, policristalinas y amorfas. La mayor parte de paneles fotovoltaicos se

basa en el uso de variaciones del silicio. Ya que, el silicio es un semiconductor muy bueno y, además, en la naturaleza lo podemos encontrar en abundancia.

En el uso de fotovoltaica puede tener varias formas, dependiendo de la pureza del silicio usado. Cuanto más puro, mejor alineadas están las moléculas y mejor convierte la energía solar en electricidad.

- Paneles monocristalinos

Estos son fáciles de reconocer por su coloración y aspecto uniforme, esto indica alta pureza en silicio.



Ilustración 35: Paneles monocristalinos (Fields, 2013)

La alta pureza hace que sean de mayor eficiencia. Además, la vida útil de estos paneles es más larga. Trabajan bien en condiciones con poca luz. Sin embargo, son más caros.

- Paneles policristalinos

El silicio utilizado es menos puro, por lo que la eficiencia resulta menor que la de los monocristalinos. Sin embargo, el proceso de fabricación es más barato. Por lo que, estas placas fotovoltaicas podemos encontrarlas más baratas que las monocristalinas. Pero, para cubrir las mismas características que con monocristalinas es necesario de mayor superficie policristalina.



Ilustración 36: Placas policristalinas (Fields, 2013)

Son fácilmente reconocibles, debido a su color. Y podemos distinguirla con las anteriores ya que no tiene las esquinas recortadas.

- Placa amorfa o capa fina

Para estos paneles se utiliza silicio amorfo, telurio de cadmio, de cobre, indio, galio y selenio o células fotovoltaicas orgánicas.

Son fáciles de fabricar, sencillas y baratas. Tienen una apariencia homogénea y flexibles, lo que permite que se adapten a múltiples superficies. Sin embargo, la eficiencia es mucho menor que las anteriores, debido a la mala calidad del silicio utilizado.



Ilustración 37: Placas amorfas o capa fina (Fields, 2013)

Estos son, a grandes rasgos, los tipos de paneles solares que podemos encontrar actualmente en el mercado solar fotovoltaico.

3.5. Modularidad

La modularidad es el diseño de espacios que permitan optimizar el tiempo de construcción. Es decir, capacidad de un sistema para ser formado a partir de uniones de las partes del sistema. Las uniones deben estar bien definidas. Además, permiten que el producto sea fácilmente transportable, desarmable y reorganizable. Por lo que, permite impulsar múltiples funcionalidades y su reutilización al generar un nuevo uso diferente a la inicial.

Un sistema modular puede caracterizarse por los siguientes párrafos:

- Partición funcional en discretos módulos escalables y reutilizables que consisten en aislados, autónomos elementos funcionales.
- Uso riguroso de interfaces modulares bien definidas.
- Reducción de números de elementos que genera el conjunto.
- Estabilidad geométrica.
- Uso de estándares industriales.
- Reducción de costos, debido a una menor personalización.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

Uno de los ejemplos que podemos ver en la actualidad es la arquitectura modular. A partir de un módulo y añadiendo los módulos llegamos a construir un edificio. Como podemos observar en la siguiente ilustración.



Ilustración: 38:Arquitectura modular

Se trata de construcciones rápidas y económicas.

Otro de diseños modulares más utilizados podemos verlos en los muebles del hogar, estanterías, sillones, etc.



Ilustración 39: Diseño modular (4rsoluciones, 2016)

Para nuestro dispositivo una alternativa que he encontrado a sido la siguiente.



Ilustración 40: Ejemplo de neveras modulares (Decoracion, 2009)

Está dividido en distintos sectores, cada compartimento se adapta a un tipo de producto determinado. Además, cada compartimento tiene su panel de mando con el que se regula según las funciones.

3.6. Estética

Uno de los puntos que quería descartar en este proyecto se trata de la estética, como bien dice el título de este apartado.

La estética es fundamental, ya que, se refiere a la percepción o apreciación de la belleza. Es esencial para un producto, hará el que producto sea atractivo para el cliente y decida comprar nuestro producto y no otro.

Para tener una idea de cómo voy a diseñar estéticamente mi dispositivo, debemos buscar en el mercado como se venden estos tipos de neveras-máquinas de fabricación de hielo.

En la siguiente ilustración podemos observar diferentes ejemplos de neveras portátiles.



Ilustración 41: Tipos de neveras portátiles (Dometic, s.f.)

En cuanto a los colores, decir que he encontrado de todos tipos de colores, aunque los mostrados en la ilustración anterior son los más abundantes. Según el color del producto refleja una cosa u otra.

- Color azul: vincula a la estabilidad y profundidad, representa la frescura, la espiritualidad, la confianza, la libertad, la paciencia, la lealtad, la paz y la honradez. Con este color conseguimos calma y tranquilidad.
- El verde: es el color principal de la naturaleza, es crecimiento, renovación y armonía. Está asociado a la salud, la seguridad, la estabilidad, la paz, y sugiere, frescura tranquilidad, fertilidad y abundancia. Se trata del color más relajante. Estos dos colores, están enfocados prácticamente al uso en la naturaleza. Por eso este color en los materiales de camping.
- El gris: es el color del conocimiento y la sabiduría; y se asocia más a productos de calidad, fiables, sostenibles y de alto valor. Por eso suele ser recurrente para marcas tecnológicas. Aunque, como podemos ver también es un color muy utilizado para la gran mayoría de utensilios de campings, ya que representa calidad y fiables.

En cuanto a las máquinas de fabricación de hielo, el color más e incluso único utilizado se trata del color gris.



Ilustración 42: Máquina de fabricación de hielo (Pepe) (Decathlon, s.f.)

Estas máquinas son de alto valor económico, por lo que se tratan de aparatos de calidad y fiables. Aunque, la utilización de este color en estos materiales puede ser debido al material utilizado, el acero inoxidable. (Gómez, 2014)

En cuanto a la forma de estos productos podemos afirmar que en la gran mayoría poseen una forma cubica o prismática, y que se evitan cualquier otra por los siguientes motivos:

- El aprovechamiento del espacio, tanto en el exterior como en el interior.
- La facilidad de montaje y fabricación.
- Estabilidad y firmeza del dispositivo.

- Menor coste de fabricación.

En relación a la estética de nuestro producto deberá de cumplir todos estos requisitos.

3.7. Ergonomía

Otro de los apartados a destacar es la ergonomía de mi dispositivo. La ergonomía es el conocimiento científico aplicados para que el trabajo, los sistemas, productos y ambientes se adapten a las capacidades y limitaciones físicas y mentales de la persona. Está pensado para que el conjunto de trabajo que no daña la salud y que ofrecen medios para el desarrollo personal.

Para tener una idea de cómo voy a diseñar ergonómico de mi dispositivo, debemos buscar en el mercado como se venden estos tipos de neveras-máquinas de fabricación de hielo.

Es muy habitual ver a la venta neveras portátiles en forma de mochila, de maletín o con carro. En la siguiente ilustración podemos ver unos ejemplos de ellos. (Ergonomía, s.f.)



Ilustración 43: Neveras portátiles (Decathlon, s.f.)

Pasaremos a analizar cada uno de estos tres tipos de transportes ergonómicos:

- Forma de mochila: una de las ventajas de las mochilas es la distribución de forma equilibrada. El peso está directamente sobre la columna que es el eje de transmisión y de gravedad. Mochilas suelen ser más pequeñas, por lo que no tiene mucha capacidad de almacenaje.
- Forma de bolso: se carga una parte del cuerpo más que la otra. La carga no se distribuye bien y puede causar lesiones a largo plazo. Suelen ser más grandes, por lo que la capacidad de almacenaje es mayor que la mochila.

- Forma de carro: es la forma de transportar mayor capacidad de almacenaje, las dimensiones son más grandes, tanto a lo largo como a lo ancho. El peso se transporta repartido y no recae toda la fuerza en la espalda, como ocurre con la mochila. El único esfuerzo que se debe realizar es el de tirar del asa.

Este es el análisis de alternativas para la ergonomía de nuestro producto. LA elección más adecuada se realizará en el siguiente capítulo.

4. ELECCIÓN JUSTIFICADA DE UNA SOLUCIÓN

En este apartado se realizarán los cálculos pertinentes para obtener una elección justificada de nuestro dispositivo. En primer lugar, se describe el objetivo del dispositivo. En segundo lugar, se realiza la elección de tipo de fabricación, de tipo de hielo producido, tipo de nevera, tipo de refrigerante, compresor, evaporador, condensador y expansor. En el siguiente capítulo, se calculan los parámetros de operación del sistema de refrigeración. Seguido de esto, se realiza la elección de un sistema de rectificación de corriente y de tipo de panel fotovoltaico. Finalmente, elegimos la modularidad de nuestro dispositivo, estética y ergonomía.

4.1. Objetivo

Como ya se ha comentado anteriormente nuestro dispositivo deberá ser bifuncional, portátil, modular, estético y ergonómico. Además, deberá ser capaz de fabricar hielo, mantener frías las bebidas, se podrá alimentar a partir de la red eléctrica de baja tensión, por medio de un cargador de coche o un colector solar, se deberá montar y desmontar con facilidad y, además, convendría que fuese atractivo para la vista del comprador.

Para ello, con la recopilación de la información de los apartados anteriores, se diseñará un dispositivo capaz de producir y mantener frío con las siguientes características:

- La temperatura ambiente seleccionada será de 40°C. Haciendo un análisis de las tablas de temperaturas en Europa, podemos observar que la temperatura más crítica es la de 40°C. Así se satisface las demás temperaturas que se dan durante el año.
- El agua empieza a congelarse cuando pasa los 0°C. Sin embargo, para una buena conservación de los hielos y de los alimentos que introduzcamos en nuestro dispositivo, la temperatura de congelación será de -20°C, considerando la

temperatura de cambio de fase en 5°C. Por lo que, la temperatura de condensación será de 45°C y la temperatura de evaporación será de -25°C. Si se sobrepasan estos valores el hielo pierda la capacidad frigorífica al volverse más frágil.

- La potencia necesaria para nuestro producto no podrá superar los 200 kW. Ya que, la producción de hielo no se estima muy elevada.

4.2. Tipo de fabricación

En el apartado 3.1 sobre las alternativas para la fabricación de hielo hemos hablado de diferentes tipos de maquinaria para la producción de hielo a nivel industrial y comercial. Ahora, en este apartado, decidiremos que proceso de fabricación se utilizará para nuestro dispositivo.

- Hielo en bloques: descartado ya que, se necesita entre 8-24h de producción y el resultado de los bloques es de tamaño grande y pesados. Por lo que el tamaño del hielo y el proceso se descartan.
- Hielo en bloques fabricación rápida: descartado por lo mismo que el anterior. Aunque su tiempo de producción, es algo menor.
- Hielo en escamas: este podría parecer una buena opción, ya que, su tiempo de fabricación es rápido. Sin embargo, sus 2-3 mm de espesor y gran superficie de contacto hace que, en contacto con líquido, carne, pescado, etc. se funda rápidamente. Por lo que, queda descartado tanto el proceso como las dimensiones del hielo.
- Hielo en tubos: buen tiempo de fabricación, entre 13 y 26 minutos, y dimensiones del hielo buenas, entre 20 y 50 mm de diámetro y no son muy largos. Esta sería buena opción, a lo que se refiere tiempo y dimensiones de hielo. Sin embargo, las maquinas son costosas y necesitan mantenimiento
- Hielo en placas: su forma de lámina y con espesos entre 10-12mm no es aconsejable por lo mismo que el hielo en escamas. Este tipo de hielo se funde más rápido. Descartamos el proceso de producción y las dimensiones del hielo.
- Proceso comercial: maquinaria más económica. Proceso parecido al de hielo en tubos. El hielo se forma en el molde por el que circula el refrigerante, sin embargo,

en este caso el molde hace la forma sin necesitar de cuchillas que corten el hielo. Además, la maquinaria es de menor tamaño y peso.

Las dimensiones del hielo son de 40*30mm, así que, la superficie de contacto no es ni muy grande ni muy pequeña, el hielo enfriara adecuadamente, sin llegar a derretirse antes de lo necesario. Sin embargo, dentro de este tipo, existen dos tipos de dispositivos. A mayor capacidad de producción al día, mayor dimensionada y más costoso será el dispositivo, ya que se necesita de componentes más grandes y tanque de almacenamiento mayor.

En conclusión, nos quedamos con las dimensiones de los hielos en tubos y con el modo de fabricación comerciales.

Para competir con el mercado actual, nuestro dispositivo según la “Tabla 3: Características de máquinas de hielo para el hogar” deberá tener las siguientes características:

Tabla 13: Características del dispositivo de fabricación de hielo

	Capacidad de 10-12 kg/día
Ancho (mm)	244
Alto (mm)	315
Profundidad (mm)	373
Peso total (kg)	9.5
Tamaño cubito	Puede elegir el tamaño: pequeño, mediano y grande
Producción	9 hielos cada 13 min
Coste	120-200€

En esta tabla se recogen los valores comerciales actuales y mejorados para competir en el mercado actual. Este es la elección de modo de fabricación del hielo. En el siguiente capítulo se realizará el desarrollo de la solución.

4.3. Tipo del hielo producido

Tras la elección del modo de fabricación de hielo y las dimensiones a las que se debe ajustar. Podemos empezar a calcular la producción diaria que deberá cumplir nuestro

dispositivo, según las características mostradas en la tabla anterior “Tabla 13: Características del dispositivo de fabricación de hielo.

Para llegar a ser competitivos con el mercado actual y abastecer de hielo rápidamente, nuestro ciclo de producción deberá ser 9 hielos cada 13 min por lo menos.

Las dimensiones del cubito de hielo serán: $h_1=30\text{mm}$, $h_2=25\text{mm}$, $r_1=12.5\text{mm}$ y $r_2=3.5\text{mm}$, para cumplir con lo anterior.

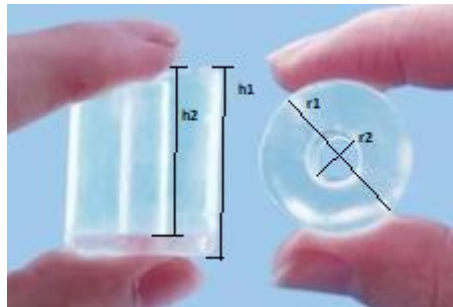


Ilustración 44: dimensiones cubito de hielo

Esta imagen es un pequeño esquema para hacernos a la idea de cómo será el cubito de hielo. Pero se debe saber que el cubito tendrá la forma de cilindro más media esfera en la parte inferior. Por lo que, a partir de la fórmula del volumen para cilindro y media esfera:

$$V = \pi r^2 h \text{ (cilindro)}$$

$$V = 4/6 * \pi r^3 \text{ (media esfera)}$$

Podemos obtener el volumen que ocupara nuestro cubito, sabiendo que dividiremos el cubito entre la parte hueca (elemento número 2) y la parte del hielo (elemento número 1). Ya que, tendremos que restar el volumen de la parte hueca.

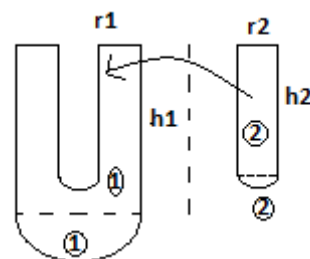


Ilustración 45: Esquema para el cálculo del cubito de hielo

A continuación, se muestra el cálculo para el volumen del hielo:

$$V1_{cilindo} = \pi r^2 h = \pi * 12.5^2 * 30 = 14726 \text{ mm}^3$$

$$V1_{esfera} = 4/6 * \pi r^3 = 4/6 * \pi * 12.5^3 = 4091 \text{ mm}^3$$

$$V1_{total} = V1_{cilindo} + V1_{esfera} = 18817 \text{ mm}^3$$

Para el volumen hueco del hielo es el siguiente:

$$V2_{cilindo} = \pi r^2 h = \pi * 3.5^2 * 30 = 962 \text{ mm}^3$$

$$V2_{esfera} = 4/6 * \pi r^3 = 4/6 * \pi * 3.5^3 = 90 \text{ mm}^3$$

$$V2_{total} = V2_{cilindo} + V2_{esfera} = 1052 \text{ mm}^3$$

El volumen total

$$V_{total} = V1_{total} - V2_{total} = 17765 \text{ mm}^3 = 17.765 \text{ cm}^3$$

Sabemos que la densidad del agua es de 1 g/cm³, y sabiendo el V_{total} que hemos obtenido podemos saber la masa del nuestro cubito de hielo.

$$Masa = V_{total} * densidad = 17.8 \text{ g}$$

Por lo que, por cada cubito se produce 17,8 g de hielo, si nuestro dispositivo en cada ciclo es capaz de producir 9 cubitos de hielo cada ciclo haremos 160 g de hielo, 0,16 kg. Produciremos 0,16 kg de hielo cada 13 min, así que al cabo del día 17.745 g de hielo, en kilogramos sería, 17,7 kg de hielo.

El caudal másico de nuestro dispositivo será de:

$$\dot{m} = Masa / t = 0,16 \text{ kg} / 13 \text{ min} = 0,01231 \text{ kg/min}$$

Este último dato nos será útil para los cálculos en el siguiente apartado.

Con estos datos podremos actualizar la “Tabla 13: Características del dispositivo de fabricación de hielo”, queda de la siguiente forma:

Tabla 14: Características del hielo actualizado

	Capacidad de 17 kg/día
Ancho (mm)	244
Alto (mm)	315
Profundidad (mm)	373
Peso total (kg)	9.5
Tamaño cubito (mm)	30(Al) x 25(An)
Producción	9 hielos cada 13 min
Coste	120-200€

4.4. Tipo de nevera

Como ya hemos visto en el apartado 3.2 las diferencias entre neveras dependen de cómo están combinadas y según el número de puertas. Hemos visto que existen cuatro tipos.

- **Frigoríficos combinados:** es ventajosa ya que tiene dos puertas y tienen congelador y frigorífico. Sin embargo, al funcionar de manera independiente, tienen dos motores. Por lo que, aumentara el coste, así que se descarta este tipo.
- **Frigoríficos de una puerta:** se caracterizan por tener el frigorífico y el congelador independientes. Las puedes instalar por separado o una al lado de la otra.
- **Frigoríficos de dos puertas:** único circuito termodinámico que hace funcionar la parte de la nevera y la de congelador. Dimensiones más reducidas. Sin embargo, reduce la capacidad de congelación.
- **Frigoríficos americanos:** son demasiados complejos y caros. Frigorífico y congelador completamente independientes, con lo que se consigue mayor capacidad de congelación y frigorífica.

A partir de estas, no nos podemos decantar por un tipo, sin embargo, podemos sacar características interesantes que deberá tener nuestra parte de refrigeración:

- Mismo circuito de refrigeración = componentes sin duplicar → Más económico
- Dos puertas → Compartimentos independientes → Menor pérdida de energía
- Dimensiones reducidas → Mas compacto → Fácil de transportar

Estas tres características deberán verse reflejadas en el desarrollo de la solución.

4.5. Refrigerante

Entre los refrigerantes vistos intentaremos seleccionar uno. Hemos visto el amoníaco, algunos hidrocarburos, el dióxido de carbono y la salmuera.

- El amoníaco: abundante en el ambiente, no daña la capa de ozono y gran eficiencia. Sin embargo, grado alto de toxicidad e inflamabilidad. Y debido a esto se debe realizar una inversión en el sistema para asegurar los dos anteriores. Así que, se descarta este refrigerante.
- Dióxido de carbono: es químicamente estable y no reacciona en la mayoría de las condiciones y es compatible con muchos materiales. No contamina, no inflamable e inodoro. Por el contrario, la instalación es costosa y en caso de fuga al ser inodoro no se detecta. Por lo que, se descarta este refrigerante.
- Salmuera: es un refrigerante muy económico, sin embargo, es secundario, por lo que necesitamos utilizar otro. Esto conlleva un aumento del coste innecesario, por lo que se decide descartar este refrigerante.
- Hidrocarburos: los isobutanos, el propano y el propileno los descartamos por su alto grado de inflamabilidad.
Sin embargo, otro de los hidrocarburos es el refrigerante R134a. Es muy interesante. No contaminante, buena capacidad frigorífica y muy eficiente energéticamente. Por lo que, decidiremos trabajar con este.

4.6. Compresor

El compresor se encarga de hacer circular el refrigerante por la instalación con el caudal adecuado a la potencia frigorífica.

Para la determinación de nuestro compresor debemos conocer una serie de datos, para realizar la selección correcta en el catálogo de nuestro proveedor. Lo más importante a tener en cuenta son los siguientes datos:

- **El volumen barrido (V_b):** volumen de refrigerante que debe mover nuestro compresor para que proporcione la potencia frigorífica necesaria. En primer lugar,

debemos conocer el volumen de refrigerante aspirante (V_a), no es más que el producto entre el caudal másico y el volumen específico en el punto 2. Es decir,

$$V_a = \dot{m} * V_{esp}(\text{punto 2}) = 0,01231 \text{ kg/min} * 0,1977 \text{ m}^3/\text{kg} = 0,00243 \text{ m}^3/\text{min}$$

Cuanto mayor sea el volumen específico mucho peor para la instalación ya que el compresor necesitara de más cilindrada.

Para el cálculo del V_b debemos conocer la relación de compresión:

$$\Gamma = P_{conde} / P_{evapora} = 11,6057/1,089 = 10,65$$

El rendimiento volumétrico será de:

$$n_v = 1 - 0,05 * \Gamma = 0,467$$

El volumen barrido que debe tener para aspirar $V_a = 0,00243 \text{ m}^3 / \text{min}$

$$V_b = V_a / n_v = 0,0052 \text{ m}^3/\text{min}$$

Por lo que, en la tabla de los compresores de los proveedores deberemos buscar para circular $0,00243 \text{ m}^3/\text{min}$ un compresor capaz de mover $0,0052 \text{ m}^3/\text{min}$.

Antes hemos obtenido la potencia teórica de compresión:

$$\dot{W}_{teorica} = \dot{m} * w = 0,6342 \text{ kJ/min} = 0,01057 \text{ kJ/h} = 0,0029 \text{ W}$$

La potencia real será de:

$$\dot{W}_{real} = \dot{W}_{teorica} / n_v = 0,0062 \text{ W}$$

- **El rango de temperatura:** los compresores pueden trabajar a bajas temperatura, medias temperaturas y altas temperaturas. Para nuestro caso será de -20°C , ya lo hemos comentado anteriormente.
- **El tipo de compresor:** según los tipos que hemos visto anteriormente y habiendo numerado los objetivos que queremos cumplir, podemos seleccionar el tipo de compresor.
 - De espiral: descartado por la baja potencia (5-40kW) a la que trabaja.

- De tornillo y centrífugos: descartamos, ya que, a las potencias que llegan a trabajar son muy elevadas (hasta 1500 kW). No necesitamos tanto.
- De pisto: para nuestro caso son muy asequibles. Buena potencia de trabajo.

En la siguiente ilustración podemos ver cómo será nuestro compresor seleccionado.



Ilustración 46: Compresor de pistón (Coronel Toro)

4.7. Evaporador

A partir de las alternativas, descartaremos algunas y nos quedaremos con una. Según el funcionamiento hemos visto tres tipos:

- Evaporador inundado: se encuentra siempre completamente lleno de refrigerante, regulado mediante una válvula de flotado. Es más costoso y voluminoso, por lo que descartamos este evaporador.
- Evaporadores sobrealimentados: el uso es para instalaciones de gran volumen. En nuestro caso, no es así, por lo que descartamos esta opción.
- Expansión seca: sistema sencillo y poco coste. Cumple con las necesidades, así que, elegimos este evaporador.

Existen tres formas de construcción. En forma de placas y aletas, son más caras y más complejas. Y en forma de tubo liso, es el más usado y económico. Por lo que decidimos utilizar este.

El modelo se debe elegir a partir de las tablas que figuran en los catálogos de los fabricantes, cada fabricante tiene sus propias tablas.

Se debe procurar que el evaporador tenga su misma potencia frigorífica. De lo contrario el sistema quedara desequilibrado. Podrá ocurrir dos casos:

- Si el evaporador es de menor potencia que el compresor, cuando durante el funcionamiento se alcance el equilibrio, el diferencial térmico entre la temperatura del aire que entra en el evaporador y la temperatura de evaporación (DT) de trabajo de la instalación será mayor del preciso y la humedad relativa será más baja.
- Si el evaporador es de mayor potencia que el compresor, ocurre lo contrario, pudiendo aparecer hongos, mohos, etc.

En la práctica es difícil encontrar un evaporador que proporcione la misma potencia que el compresor.

Sabemos que la temperatura de evaporación es de -25°C y la de conservación de la cámara para la parte de fabricación de hielos era de -20°C y para la parte de enfriador de botellas será de 5°C . La humedad que debe desarrollarse esta entre el 80-85% y el refrigerante es R134a.

Por lo que,

$$DT_{\text{hielo}} = T_{\text{cámara}} - T_{\text{evap}} = -10^{\circ}\text{C} - (-25^{\circ}\text{C}) = 15^{\circ}\text{C}$$

$$DT_{\text{nevera}} = T_{\text{cámara}} - T_{\text{evap}} = 5^{\circ}\text{C} - (-25^{\circ}\text{C}) = 30^{\circ}\text{C}$$

En la tabla de los fabricantes de evaporadores deberemos buscar estos valores, y en su defecto, sino lo hay coger el evaporador que más se acerque a lo que buscamos.

Sabemos, gracias a la ecuación de la transmisión de calor en funcias de la superficie del evaporador, del coeficiente global de transmisión y de DT.

$$Q = k * S * DT$$

Despejamos la ecuación en función de la superficie del evaporador;

$$S = Q / DT * k$$

Por lo que, si aumenta DT el tamaño del evaporador será menor, y si disminuye DT el tamaño del evaporador ira aumentando.

4.8. Condensador

Hemos diferenciado entre tres tipos de condensador. Ahora elegiremos la mejor opción.

- Enfriado por agua: son utilizados para baja potencia.
- Evaporativo: son baratos y simples. Pero se necesita de la instalación de un sistema de recirculación de agua. Por lo que se descarta la opción.
- Enfriado por aire: son usados banco de tubos y encerrados dentro de un armario metálico. Es un sistema sencillo y económico, por lo que se acepta esta opción.

La potencia del condensador será la suma de la potencia del compresor, potencia consumida por el compresor y la necesaria para el subenfriamiento en el condensador.

$$P_{cond} = P_f + P + P_s = 0,634 \text{ kJ/min} + 1,512 \text{ kJ/min} + 4,946 \text{ kJ/min} = 7,092 \text{ kJ/min} \\ = 0.1182 \text{ kJ/h} = 0.0328 \text{ W}$$

De donde;

P_f : potencia frigorífica del compresor

P : potencia consumida por el compresor

P_s : potencia necesaria para el subenfriamiento en el condensador

La selección del condensador se debe realizar mediante el catálogo de los fabricantes considerando los factores de corrección de la potencia en función de las condiciones de funcionamiento. Estos factores son los siguientes:

- **Salto térmico.** Diferencia entre la temperatura de condensación y la de entrada del agua o aire refrigerante. Cuanto mayor salto térmica más pequeño será el condensador.
- **Disponibilidad de agua a precio bajo.**
- **Tipo de refrigerante.**
- **Tipo de ventilador.** Debe ser centrífugo para aplicaciones que circula por conductos.
- **Altitud.**

- **Generación de ruido.**

Nuestro condensador será como el que se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración: 47: Condensador evaporativo (Coronel Toro)

4.9. Expansor

Cuatro tipos de expansores. Analizaremos las características y elegiremos uno de los cuatro para nuestro dispositivo.

- Tubo capilar: muy económico y sencillo. Sin embargo, descartado porque es incapaz de regular por el mismo el flujo del refrigerante. Se tendría que instalar otro elemento más.
- Expansión automática: mantiene la presión constante, pero tiene baja eficiencia. Descartamos de las opciones.
- Expansión electrónica: muy buena opción, aseguran ahorro energético, protegen el sistema, y un control eficiente del recalentamiento. Bueno para sistemas de refrigeración de eficiencia energética. Pero, el siguiente que vamos a ver, es más completo.
- Expansión termostática: realizan la misma función que las anteriores, además, tiene sensor de temperatura. Control de ingreso de refrigerante. Elegimos esta opción, ya que es la más completa de todas.

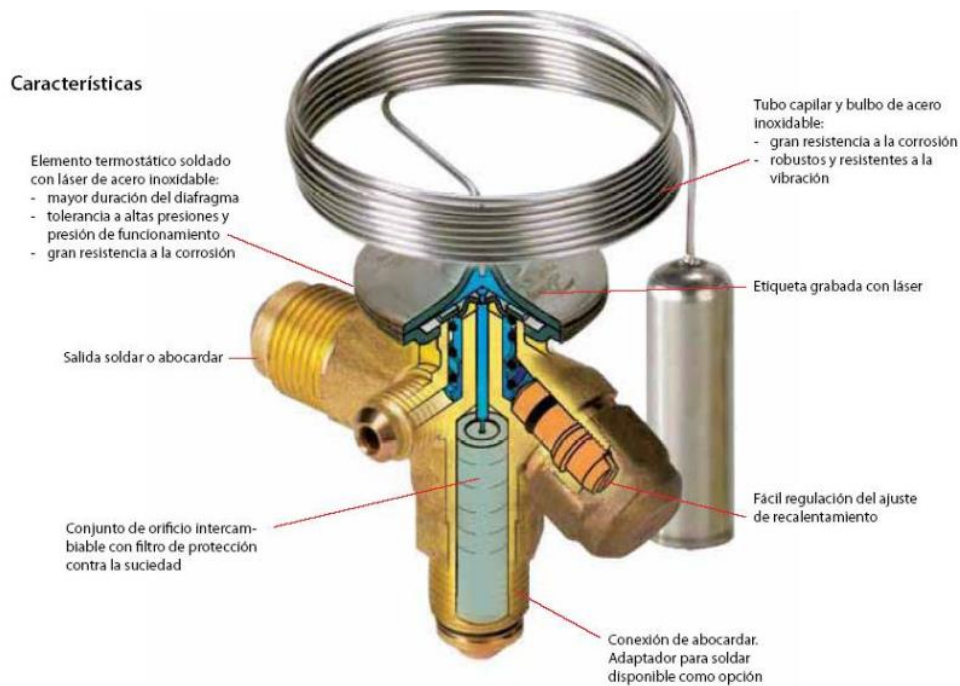


Ilustración 48: Válvula de expansión termostática (Mesa Mora, 2017)

Las válvulas deben suministrarnos el caudal adecuado a la potencia frigorífica que desarrolla el evaporador. Dispone de un orificio de tamaño fijo a través del cual pasa el refrigerante desde la línea de líquido al evaporador. La potencia frigorífica que proporciona una válvula va a depender fundamentalmente de tres factores:

- **Tamaño del orificio.** Mayor tamaño más caudal de refrigerante deja pasar y mayor potencia frigorífica.
- **Subenfriamiento del líquido.** Se consigue eliminar la posibilidad de crear burbujas de vapor en el refrigerante y aumentar el rendimiento de la instalación.

Deberemos determinar nuestro tipo de válvula y el modelo para una potencia frigorífica ya calculada. Anteriormente habíamos calculado la potencia frigorífica, era de $Q_0 = \dot{m} * q_0 = 1,512 \text{ kJ/min} = 0,007 \text{ W}$.

4.10. Parámetros de operación del sistema de refrigeración

Los parámetros de un sistema de refrigeración se dividen en absolutas y relativas. Los parámetros absolutos incluyen la capacidad frigorífica, la potencia consumida y el volumen. Los parámetros relativos incluyen el coeficiente de operación, la potencia por tonelada y el volumen por tonelada. Estos parámetros evalúan el desempeño de un sistema frigorífico.

- **Capacidad frigorífica (CAP):** velocidad a la cual el calor es extraído del sistema refrigerado. Esta capacidad depende del flujo másico del refrigerante y del efecto refrigerante, definido como el cambio de entalpía del refrigerante en el vapor. La ecuación es la siguiente:

$$CAP = \dot{m}_r * ER = 1,512 \text{ kJ/min}$$

Siendo;

$$ER = (h_2 - h_7) = [\text{J/kg}] = [\text{kcal/kg}]$$

$$\dot{m}_r = [\text{masa/tiempo}]$$

- **Potencia consumida (Wr):** Este parámetro permite medir el consumo energético del sistema de refrigeración. Debido a la alta velocidad de los compresores actuales, la compresión se realiza rápidamente y el vapor permanece un tiempo muy corto dentro del cilindro. Debido a esto, la transferencia de calor es despreciable, por lo que se trata de una compresión adiabática. La ecuación que la define es la siguiente:

$$Wr = \dot{m}_r *(h_3 - h_2) = 0,634 \text{ kJ/min}$$

- **Coefficiente de operación (COP):** es la medida de la eficiencia de una maquina frigorífica y se define como la relación entre el calor absorbido del sistema refrigerado sobre la carga térmica equivalente al trabajo efectuado por le compresor. Un refrigerante eficiente debe remover la mayor cantidad de valor del sistema refrigerado, utilizando la menor cantidad de trabajo.

$$COP = ER/ w_c = (h_2 - h_7) / (h_3 - h_2) = 2,385 \text{ kJ/kg}$$

Es un valor bajo para un coeficiente de operación.

4.11. Rectificación de corriente

Hemos visto una serie de casos de rectificación y en este apartado se seleccionará, para nuestro dispositivo, el más adecuado.

- Rectificación de media onda: a pesar del bajo coste, ya que solo utiliza un diodo, tienen una eficiencia pobre. Trabaja únicamente con la mitad del ciclo de la señal.

Utilizado para tensiones unidireccionales como coche de juguete, baterías, etc. Esta rectificación está descartada.

- Rectificación de media onda con condensador: se consigue que haya tensión durante los tramos negativos, pero sigue siendo insuficiente. Esta rectificación se descarta.
- Rectificación onda completa con punto medio: solo utiliza dos diodos, lo que le hace ser económico. Ideal para aplicaciones con mucha corriente, el núcleo no se satura. Sin embargo, entrega menos voltaje que el de tipo puente.
- Rectificación de onda completa con punto medio u condensador: la tensión es más constante que en el caso anterior.
- Rectificación de onda completa en puente: más caro al contener cuatro diodos. Pero a la vez es un sistema sencillo. Entrega el doble de voltaje que los anteriores.
- Rectificación de onda completa en puente con condensador: igual que el anterior y, además, conseguimos estabilizar la señal. Este modo de rectificación será el que nosotros usaremos

4.12. Tipo de panel fotovoltaico

Hemos visto anteriormente que la clasificación de los paneles fotovoltaicos dependía de la pureza o grado de silicio con el que estaba formado la placa. Hemos visto tres casos:

- Monocristalino: gran pureza del silicio, pero esto hace encarecer mucho el producto. Por lo que, se descarta de las opciones.
- Policristalino: menor pureza del silicio, más barato que el anterior, pero sigue siendo muy caro para nuestro uso doméstico que queremos darle.
- Capa fina: este será el elegido, ya que es más económico. Aunque su eficiencia sea la peor de todas. Se compensará comprando baterías.

4.13. Modularidad

En el apartado de alternativas para el diseño modular, hemos visto una serie de ejemplos. A partir de ellos, podemos sacar una serie de características que podría tener nuestro diseño:

- Diseño rectangular → Para fácil acoplamiento entre los módulos
- Acoplamientos sencillos. Mediante ranuras de unión o atornillados.
- Diseño compacto

Los pasos para el montaje y unión de los módulos quedaran reflejados en el capítulo de montaje.

4.14. Estética

La estética es fundamental, ya que dependerá que nuestro producto sea atractivo o no para el potencial cliente. Así que vamos a analizar las alternativas estudiadas. Hemos estudiado 3 posibles colores.

- Color azul: este color es atractivo para nuestro dispositivo ya que representa paz y tranquilidad, sin embargo, no representa seriedad y calidad. Este color lo descartamos.
- El verde: es el color principal de la naturaleza y tranquilidad.
- El gris: se asocia más a productos de calidad, fiables, sostenibles y de alto valor. Por eso será el color que utilizemos para nuestro dispositivo. Además, es el color más utilizado en la fabricación de neveras y de hielo.

No descartaría la combinación de dos colores. El gris para representar calidad y fiabilidad y el verde para el toque de naturaleza.

En cuanto a la forma de estos productos podemos afirmar que en la gran mayoría poseen una forma cubica o prismática, y que se evitan cualquier otra por los siguientes motivos:

- El aprovechamiento del espacio, tanto en el exterior como en el interior.
- La facilidad de montaje y fabricación.
- Estabilidad y firmeza del dispositivo.
- Menor coste de fabricación.

4.15. Ergonomía

Está pensado para que el conjunto de trabajo que no daña la salud y que ofrecen medios para el desarrollo personal. Hemos estudiado tres formas de transportar nuestro dispositivo. A continuación, se analizan:

- Forma de mochila: carga total de la espalda y poca capacidad de almacenaje. Se descarta esta opción.
- Forma de bolso: a pesar de mayor capacidad, la columna es cargada totalmente, así que, se descarta esta opción.
- Forma de carro: es la forma de transportar mayor capacidad de almacenaje y más ergonómica. Por lo que, a nuestro dispositivo se le añadirán dos ruedas para el transporte. Deberán ser ruedas firmes y robustas. Ya que, otro de los clientes potenciales son los montañeros, a campadas, etc. Y suelen caminar por senderos complicados.

5. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

En este apartado se redacta el diseño de nuestro dispositivo, partiendo de las especificaciones planteadas al comienzo.

Los apartados principales de este capítulo son el desarrollo mecánico de la solución, eléctrico, desarrollo del diseño modular, del diseño estético y por último, la unión del conjunto

5.1. Sistema mecánico

La descripción del diseño de la solución planteada se ha estructurado en diversos apartados. Cada uno de estos apartados describe un subsistema o característica de nuestro dispositivo.

5.1.1. *Compresor*

El compresor es un sistema mecánico construido para aumentar la presión y desplazar el refrigerante por el circuito de refrigeración. Esto se realiza a través de un intercambiador de energía entre la máquina y el refrigerante, en el que el trabajo ejercido por el compresor es trasferido a la sustancia que pasa por el convirtiéndose en energía, aumentando su presión y energía cinética impulsado al refrigerante. Se tratan de máquinas térmicas, ya

que, su fluido de trabajo es compresible, sufriendo un cambio de densidad, volumen, temperatura y presión.

Nuestro compresor utilizado es de pistón. Es un mecanismo de pistón-biela-cigüeñal. Cuando el cigüeñal gira, el pistón desciende y crea vacío en la cámara superior, este vacío actúa sobre la válvula de admisión, se abre el paso de fluido y se llena el cilindro. El fluido se llena a una presión cercana a la presión exterior, cuando el pistón empieza a subir, la válvula de admisión se cierra, la presión interior comienza a subir y esta vence la fuerza del muelle de recuperación de la válvula de escape. El fluido es obligado a salir con un aumento de presión.



Ilustración 49: Compresor pistón-biela-cigüeñal

Para estos tipos de compresores, el cuerpo o carcasa, actúa como soporte de todos los componentes y debe ser totalmente estanca al gas refrigerante utilizado. Por esta razón, el material utilizado para esta carcasa es de acero laminado.



Ilustración 50: Compresor de pistón

El compresor está atornillado a la base de la estructura en una posición fija. A los componentes del dispositivo se conectan mediante tubos de cobre, por el que circula el refrigerante.

5.1.1. Evaporador

Es el sistema encargado de absorber el calor hacia el sistema de refrigeración. El evaporador es un intercambiador de calor que va a estar localizado en el interior de la cámara de refrigeración. Es alimentado con refrigerante líquido en baja presión y baja temperatura, expandido previamente por el elemento de expansión. En nuestro caso, mediante una válvula termostática de expansión.

El refrigerante líquido avanza por el evaporador y se evapora. El evaporador debe estar a una temperatura menor del medio ambiente. Para el caso de la fabricación de hielo deberá estar a una temperatura de congelación del agua.

El material utilizado para el serpentín del evaporador es de cobre. En nuestro caso hemos hecho dos tipos de evaporadores. Para el caso de evaporador de la máquina de fabricación de hielo tiene la siguiente forma:

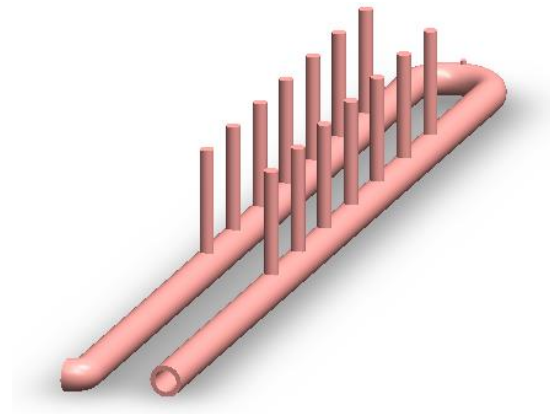


Ilustración 51: Evaporador máquina de fabricación de hielo

Los hielos se crean en los tubos más estrechos y la entrada y salida del refrigerante por los dos orificios observados en la ilustración. Uno de los orificios es para la entrada del refrigerante que viene de la válvula de expansión termostática y el otro orificio, es por donde sale el refrigerante hacia el compresor, para iniciar el ciclo de nuevo.

Sin embargo, para el módulo frigorífico el evaporador tiene la siguiente forma:

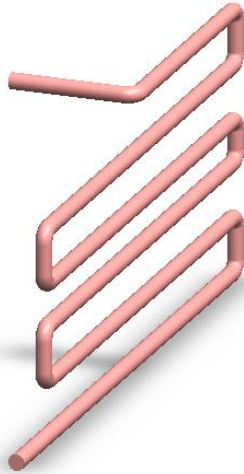


Ilustración 52: Evaporador del frigorífico

Para este caso, se ha hecho en forma de serpentin para mayor superficie de contacto con la superficie de refrigeración.

5.1.2. Condensador

Este sistema se encarga de transferir hacia fuera del ciclo de refrigeración el calor absorbido en el evaporador y en la etapa de compresión. Se consigue condensando el vapor refrigerante desde el compresor. Además, se instala con un sistema de ventilación.

Está formado por tubos en forma de serpentin y con placas de acero que encierran los tubos en una forma de caja metálica. El ventilador es el que ayuda a la alimentación del aire.

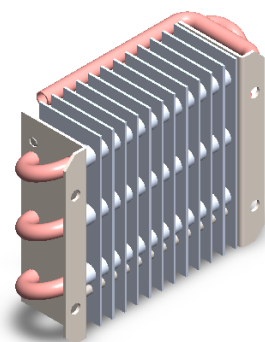


Ilustración 53: Condensador enfriado por aire

El material de la tubería es de cobre y por ellas circula el refrigerante, entra en forma de vapor y sale en forma de líquido. Y las aletas o placas son de acero inoxidable.

Este condensador está sujeto a un ventilador que a su vez se sujeta a la carcasa o cuerpo del dispositivo. Se han utilizado cuatro tornillos de métrica 8. El ventilador diseñado es el siguiente.

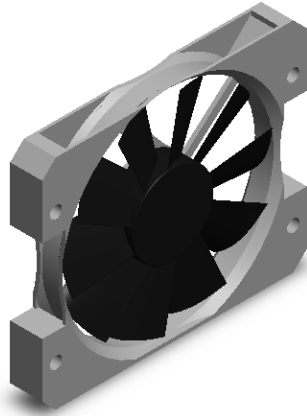


Ilustración 54: Ventilador del condensador

La hélice es de plástico y el cuerpo del ventilador es de acero. En la siguiente ilustración podemos ver cómo queda el ensamblaje del condensador al ventilador.

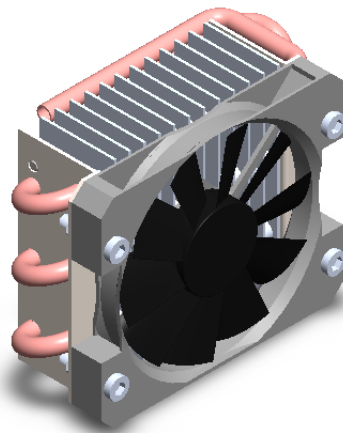


Ilustración 55: Ensamblaje condensador y ventilador

5.1.3. Válvula de expansión termostática

Es el elemento del sistema encargado de regular la inyección de líquido refrigerante en los evaporadores. La inyección se controla en función del recalentamiento del refrigerante.

Este dispositivo está compuesto por: el elemento termostático, un bulbo, salida abocardada, ajuste de recalentamiento, orificio ajustable o intercambiable y entrada abocardada.

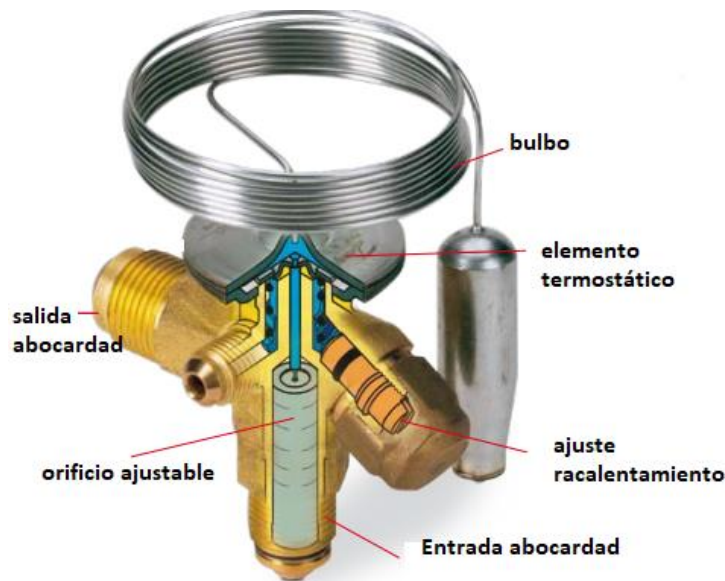


Ilustración 56: Partes de la válvula

El funcionamiento está determinado por la presión del bulbo en la parte superior del termostato y en dirección de la apertura de la válvula (P1), la presión del evaporador en la parte inferior del termostato y en dirección del cierre de la válvula (P2), y la presión del orificio ajustable (P3), actuando igual que el anterior.

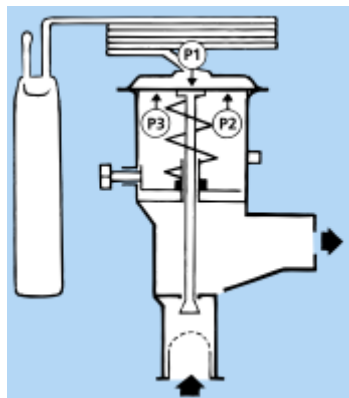


Ilustración 57: Presiones sobre la válvula

Cuando la válvula regula, hay un balance entre la presión del bulbo y la presión de evaporación más la del orificio ajustable. Esta presión es ajustable gracias al orificio ajustable.

Para el elemento termostático y el bulbo se utiliza el acero inoxidable. Conseguimos gran resistencia a la corrosión, a vibraciones y presiones. El cuerpo está hecho con latón.

Para controlar el recalentamiento el bulbo se sitúa en la tubería de conexión al evaporador, el resultado es la diferencia entre la temperatura existente en el bulbo y la presión de evaporación en el mismo lugar, con lo que la válvula empieza a actuar.

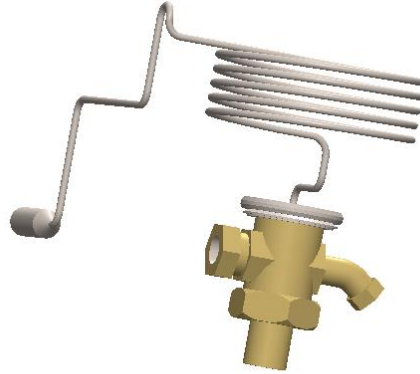


Ilustración 58: Válvula de expansión termostática

El montaje de este elemento es muy sencillo. A la entrada se le conecta la tubería de cobre que sale del condensador y la salida de la válvula se le conecta a la tubería de cobre del evaporador. El bulbo se sujeta a la tubería de aspiración lo más cerca posible al evaporador.

5.1.4. Bomba de agua

Al igual que los compresores, las bombas también desplazan fluidos, pero a diferencia de las primeras que son máquinas térmicas, estas son máquinas hidráulicas. En estas el fluido, en este caso, agua, no sufre cambio en la densidad, volumen o presiones.

La hemos utilizado para hacer circular el agua del pequeño tanque de agua del dispositivo. Este conecta el tanque con el evaporador, y así conseguir la fabricación de hielos en poco tiempo.

Para conocer el tipo de bomba de agua que debemos utilizar se deben conocer tres aspectos importantes:

- Tipo de líquido que se bombea.
- Tipo de bomba de agua según procedencia del agua.
- La potencia necesaria.

La bomba final queda de la siguiente manera y se ha creado también tubería de plástico.

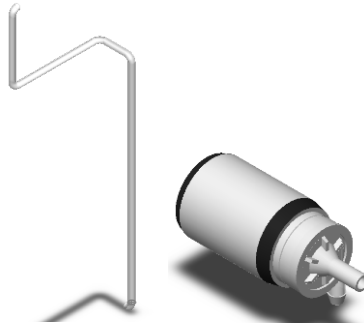


Ilustración 59: Bomba de agua y tubería

5.1.5. Motor giro depósito de hielo

Este motor gira el depósito de hielo para mantener el agua en contacto con el evaporador y cuando el ciclo de refrigeración acabe gira para hacer caer los hielos.



Ilustración 60: Funcionamiento del motor

Este motor está conectado al tanque mediante una unión y cuando se activa gira.

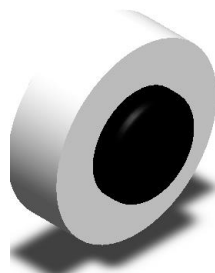


Ilustración 61: Motor del depósito de hielo

5.1.6. Transporte del dispositivo

Para el fácil transporte del dispositivo diseñado se ha creado se ha diseño un mecanismo de transporte sencillo compuesto por 4 elementos: ruedas, eje, fijación, tornillos y asa.

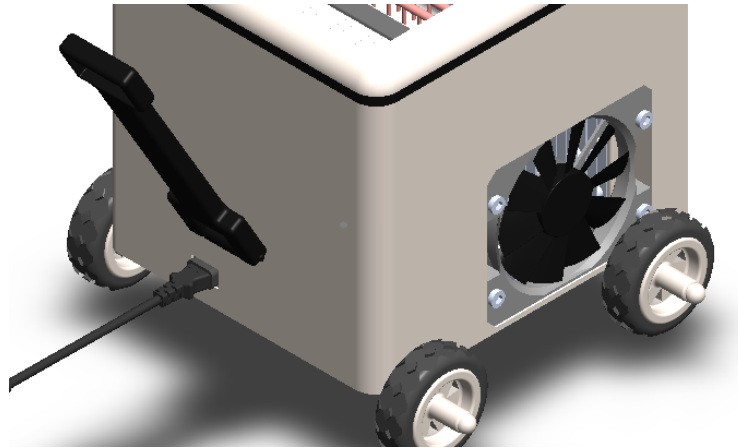


Ilustración 62: Transporte

Se ha creado un diseño robusto, para la durabilidad del producto.

Finalmente, el diseño mecánico del dispositivo queda de la siguiente forma:

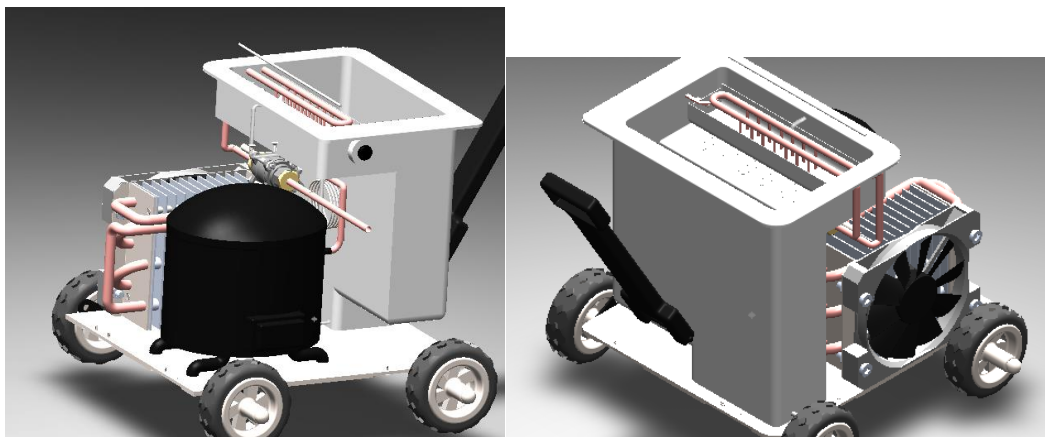


Ilustración 63: Sistema mecánico

5.2. Sistema eléctrico

Para que nuestro diseño sea portátil, una de las características más importantes que deberá tenerse en cuenta es la capacidad del dispositivo para poder cargarse a partir de alimentación eléctrica, solar y desde un cargador de coche. Para ello el principal objetivo de este apartado se trata de saber el funcionamiento de cada una de estas opciones de carga.

Llamaremos alimentación eléctrica a la que obtenemos a partir de una toma de corriente. Es decir, se trata de una fuente de alimentación o fuente de potencia. Es un dispositivo que convierte la corriente alterna (CA), en una o varias corrientes continuas (CC), alimentando así nuestro dispositivo. Para llevar a cabo este proceso ocurren diferentes

fases. En primer lugar, ocurre la fase de transformación, gracias a una bobina, donde se consigue reducir la tensión de entrada a la fuente (220V), que son los que nos otorga la red eléctrica de nuestras viviendas. La salida de este proceso genera entre 5V y 12V. Después, suelen llevar un circuito que disminuye el rizado como un filtro de condensador.

En segundo lugar, la rectificación. Donde gracias al puente de rectificación o de Graetz, la corriente no sufre variación y siempre se trabaja al mismo voltaje de salida.

En tercer lugar, la fase de estabilización. Gracias a la fase anterior ya tenemos una señal continua decente, solo faltaría estabilizar la señal por completo. Para que cuando aumente o disminuya la señal de entrada a la fuente, no afecte a la salida de la misma. Esta parte se consigue con un regulador.

Para la clasificación de las fuentes de alimentación se utilizan dos términos:

- Fuentes de alimentación colineal: son circuitos en los que convierten la corriente alterna en continua.
- Fuentes de alimentación conmutada: es un dispositivo electrónico que se encarga de transformar la energía eléctrica usando transistores en conmutación.

Una especificación fundamental de las fuentes de alimentación es el rendimiento, que se define como la potencia total de salida entre la potencia activa de entrada. Podemos afirmar que las fuentes conmutadas son más eficientes que las colineales.

Prácticamente las fuentes lineales han desaparecido y se usan más las fuentes conmutadas. Para entender un poco más cómo funcionan estos aparatos, a continuación, se presenta una ilustración.

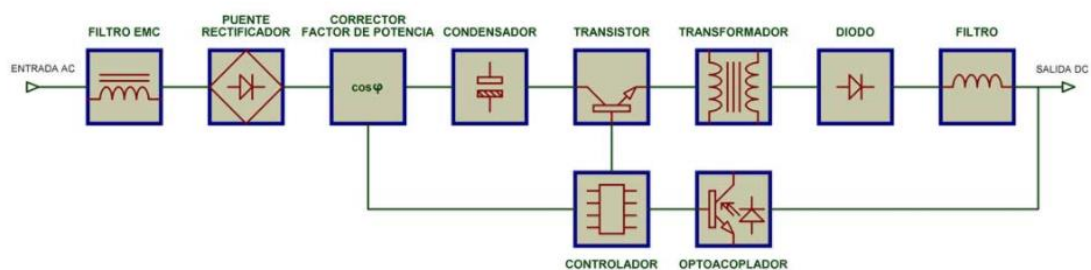


Ilustración 64: Esquema funcionamiento fuente de alimentación conmutada (Nieto, 2014)

- Filtro EMC: absorbe problemas de ruidos, aromas, red, etc.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

- Puente rectificador: Solo deja pasar la corriente en un sentido.
- Corrector del factor de potencia: La corriente puede tender a desfasar la tensión, lo que provoca que no se aproveche toda la potencia. Esta parte intenta solventar este problema.
- Condensador: amortigua la corriente pulsante para convertirla en corriente continua con un valor estable.
- Transistor: se encarga de cortar y activar el paso de la corriente.
- Controlador: activa y desactiva el transistor. Controla las sobrecargas, sobretensiones, etc.
- Transformador: reduce la tensión y aísla físicamente la entrada de la salida.
- Diodo: Convierte la corriente alterna del transformador en corriente pulsante.
- Filtro: convierte la corriente pulsante en continua.
- Optoacoplador: enlaza la salida de la fuente con el circuito de control.
- Selector de voltaje: algunas fuentes de alimentación lo tienen para seleccionar el voltaje de entrada.

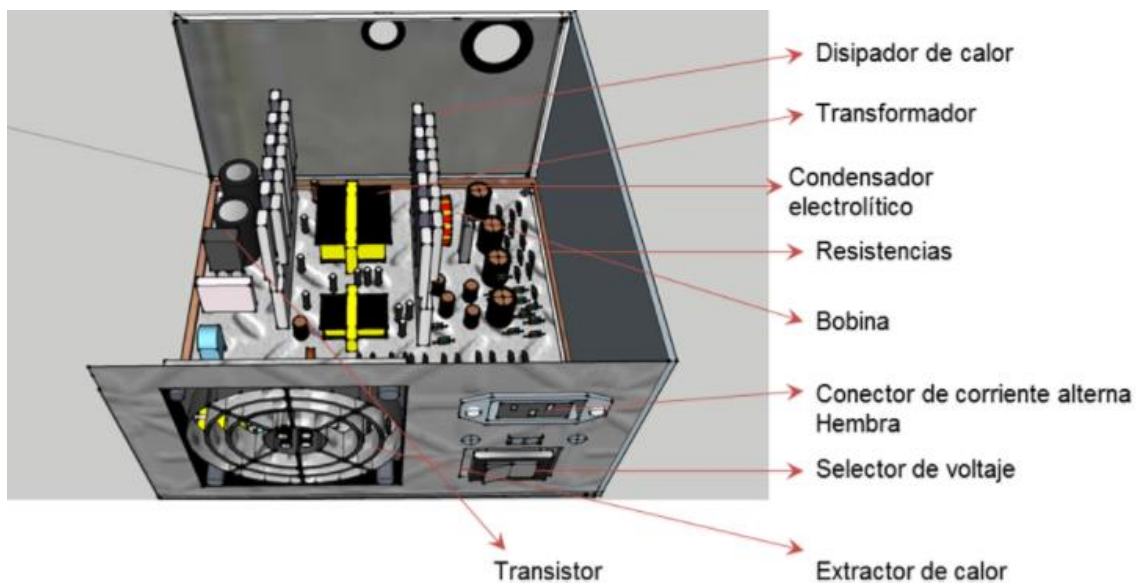


Ilustración 65: Esquema de los elementos de una fuente de alimentación (Nieto, 2014)

Por lo que colocando una fuente de alimentación a nuestro aparato obtendremos corriente eléctrica tanto de desde un enchufe de casa (220V) o desde un enchufe de coche (12V). Lo único que debemos hacer es sacar dos salidas de toma de corriente.



Ilustración 67: Cable toma corriente pared



Ilustración 66: Cable toma de corriente coche

Estas dos ilustraciones son las salidas para la toma de corriente. A la izquierda podemos observar una toma de corriente para enchufes convencionales y a la derecha podemos observar toma de corriente para el mechero del coche. (Split, 2003)

El diseño de la fuente de alimentación queda de la siguiente manera:

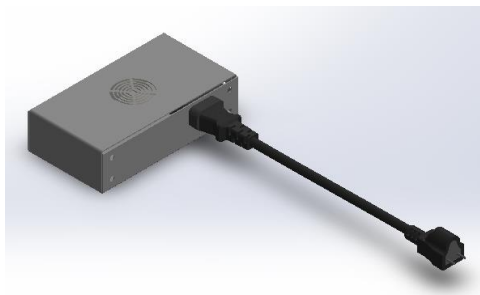


Ilustración 68: Fuente de alimentación

En el diseño solo se ha simulado el cable para la toma de corriente de la pared y es importante que la extensión de cable sea lo suficientemente larga para llegar a tomas de corriente lejanas. Para el cable de cargador de coche, el diseño no se ha simulado, pero deberá tener las mismas dimensiones de extensión que el anterior.

En el diseño global el dispositivo de alimentación queda sujeto mediante tornillos y en la siguiente posición:

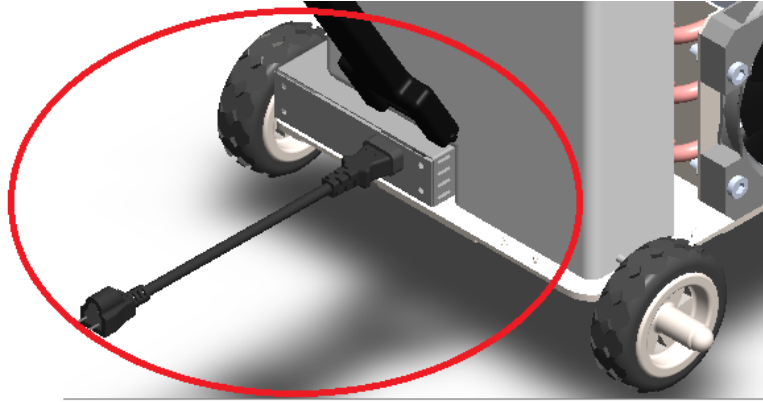


Ilustración 69: Situación de la fuente de alimentación

En cuanto a la carga mediante luz solar, es decir, mediante el uso de paneles solares la carga no difiere mucho de lo que ya hemos visto hasta ahora. El uso de este dispositivo, generalmente portátil, permite transformar energía solar fotovoltaica en energía eléctrica que puede ser utilizado por los dispositivos eléctricos.

Los paneles solares están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. A estas celdas se les llaman células fotovoltaicas. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía lumínica produce cargas positivas y negativas en dos semiconductores próximos. El material de estas celdas suele ser de silicio cristalino o arseniuro de galio.

Este dispositivo se vende por partes o en conjunto con una serie de componentes. En nuestro caso se comprará con todos los componentes. Los componentes esenciales de estos dispositivos son los siguientes:

- El panel solar: se encarga de transformar la luz solar en electricidad, y de ellas depende la eficiencia energética del dispositivo.
- La batería: sirven para almacenar la energía eléctrica receptionada por el panel solar.
- Circuitos eléctricos: unen las placas solares y baterías. También proveen la salida de la carga eléctrica de las baterías hacia otro dispositivo a través de diferentes conectores. Como, por ejemplo: adaptadores para celulares, adaptadores para la luz, etc.



Ilustración 70: Placa fotovoltaica portátil

En la actualidad, podemos encontrar con diferentes características, por lo que, en función de nuestras necesidades, se elegirá un modelo u otro.

La inclinación de este dispositivo es muy importante, para la máxima aprovechamiento de la energía solar. Esta inclinación depende de la estación del año en la que nos encontremos. Para invierno el grado de inclinación recomendado es de 18° mas de la latitud en la que nos encontremos. Para el verano es recomendado a menos 18° de la latitud a la que nos encontremos. Sin embargo, para la orientación, es recomendable colocar los modulaos hacia el sur geográfico.

Para que la orientación y la inclinación sean posibles los paneles deberán contar con patas inclinadas.

5.3.Diseño modular

Para este proyecto se ha dado especial importancia también al diseño modular. Se trata de la capacidad de un sistema para ser formado a partir de uniones de más partes al sistema. Para este caso, hemos realizado el diseño de una nevera con la posibilidad de acoplarla al dispositivo. Por lo que, tenemos el módulo principal y un módulo secundario.

Se le llama modulo principal al dispositivo de fabricación de hielo, ya que, él es el que compone el circuito de refrigeración. Y le llamamos modulo secundario a la nevera. Con un sistema de acoplamiento su unión se realiza fácilmente.

En primer lugar, hemos tenido que diseñar un racor con llave de paso y se ha instalado a la salida de la válvula de expansión y a la entrada del compresor. Consiguiendo tener dos salidas hacia dos evaporadores, y dos entradas al compresor.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

Una salida de la válvula de expansión se conectará al evaporador de la máquina de hielo y la otra salida se conectará al evaporador de la nevera. Para el compresor, la tubería que sale del evaporador de la máquina de hielo entrará a una de las entradas y el evaporador de la nevera entrará por la otra de las entradas.

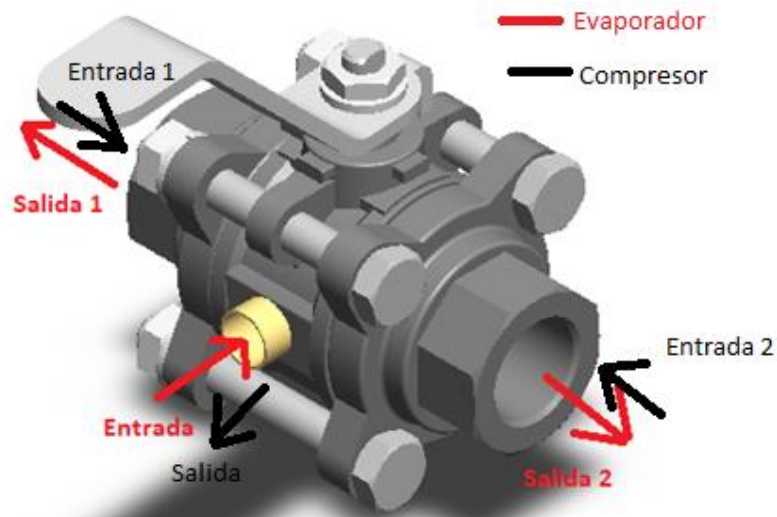


Ilustración 71: Racor con llave de paso

Cuando queramos utilizar los dos pasos de refrigerante solo habrá que activar el paso moviendo la llave de paso.

En segundo lugar, al extender la tubería de aspiración y la línea de succión se le ha colocado un acoplamiento al final. Ha este acoplamiento se le podrá añadir el módulo diseñado.

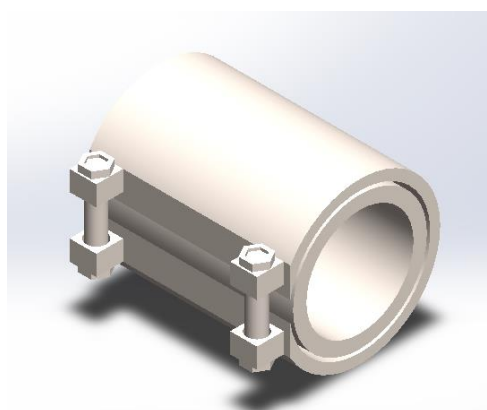


Ilustración 72: Acoplamiento de tuberías

Finalmente, gracias a estos dos elementos, el diseño modular queda perfectamente definido. El diseño queda de la siguiente manera:

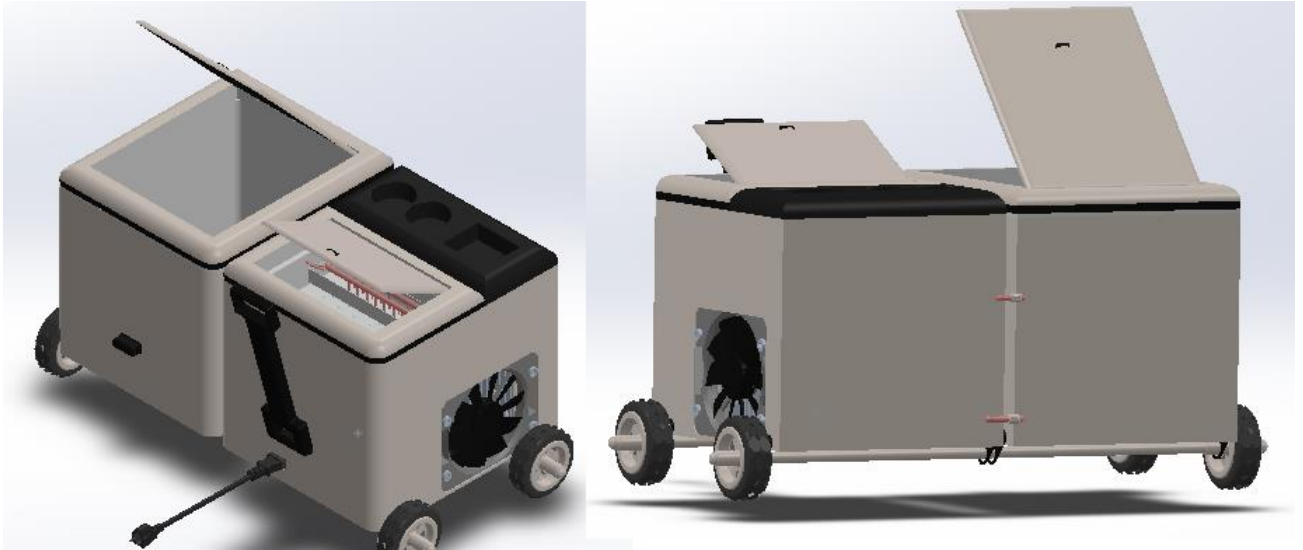


Ilustración 73: Diseño modular

El acoplamiento es muy sencillo, se realiza con una llave con la que se aprietan los tornillos del acoplamiento y las ruedas se instalan fácilmente por la versatilidad de eje para poder ser extendidos.

5.4. Diseño estético

La estética también ha tenido punto importante. Todo dispositivo o producto que se precie debe tener una estética importante. Con ello, conseguiremos la atracción del potencial cliente e incluso llegar a más gente.

En un primer lugar, nos habíamos decantado por dos colores. Sin embargo, se ha decidido dar la posibilidad de fabricarlo en diferentes colores. Aumentamos la variedad del producto.

Así que, en vez de decantarnos en los colores anteriores, se ha decidido elegir los tres. Y dar la posibilidad de dar la opción de elegir cualquier color de la gama cromática.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

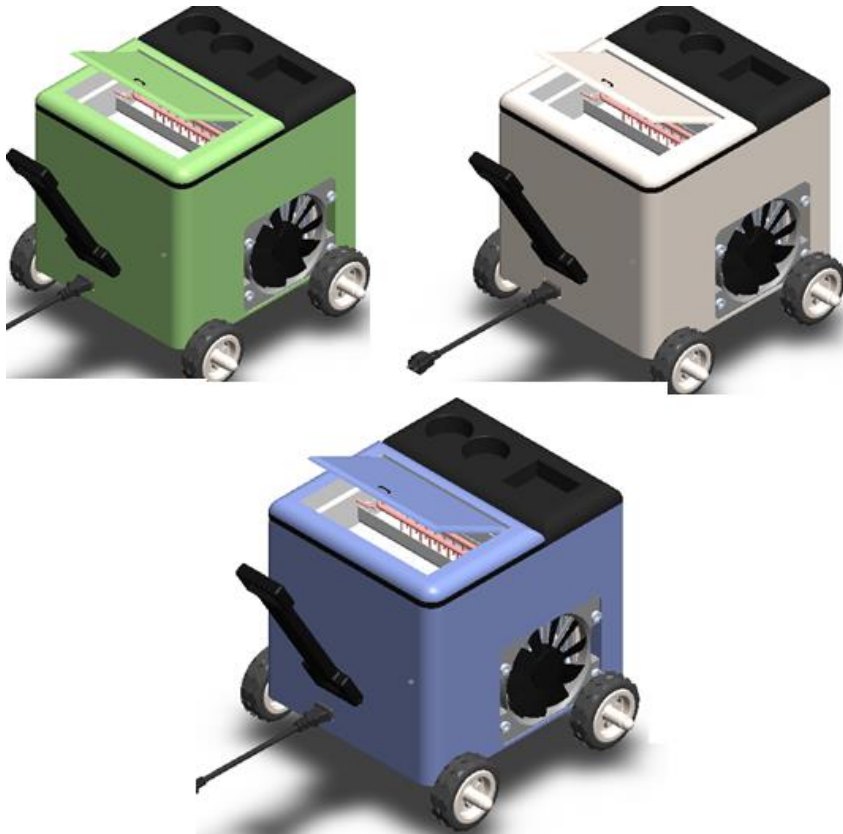


Ilustración 74: Muestra de colores disponibles

La forma se ha seguido con la elección realizada. Una forma cubica, ya que, aprovecha al máximo el espacio tanto en el transporte o en el almacenaje, y es un símbolo de estabilidad y firmeza.

La forma cubica ha ayudado a la posibilidad del diseño modular. En un primer momento se había decidido realizar un diseño igual entre la máquina de fabricación de hielo y la nevera. Sin embargo, se ha decido dar la posibilidad de crear módulos de diferentes dimensiones y necesidades. Ampliando la posible demanda de los diferentes clientes.

En la siguiente ilustración podemos ver la nevera de unas dimensiones interiores de 250x300x285mm con un volumen de 21,4 litros y dimensión exterior de 319x369x290,5mm.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

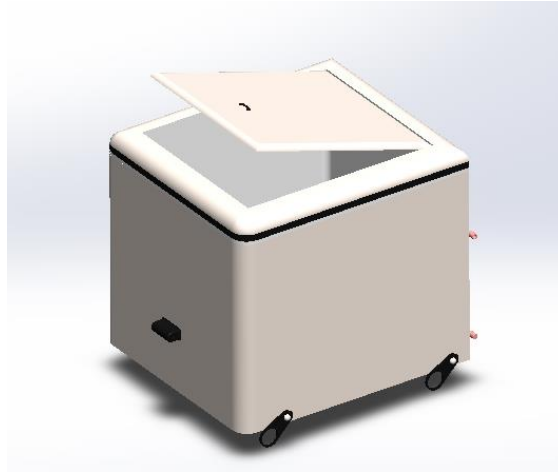


Ilustración 75: Módulo nevera

El resultado es una nevera compacta y con mucha capacidad de almacenamiento, siendo una nevera portátil.

Está será nuestra nevera estándar y a partir de esta se podrá elegir más o menos capacidad de almacenamiento.

Al igual que la máquina de fabricación de hielo, se podrá elegir entre toda la gama cromática. A continuación, se muestra una serie de colores.

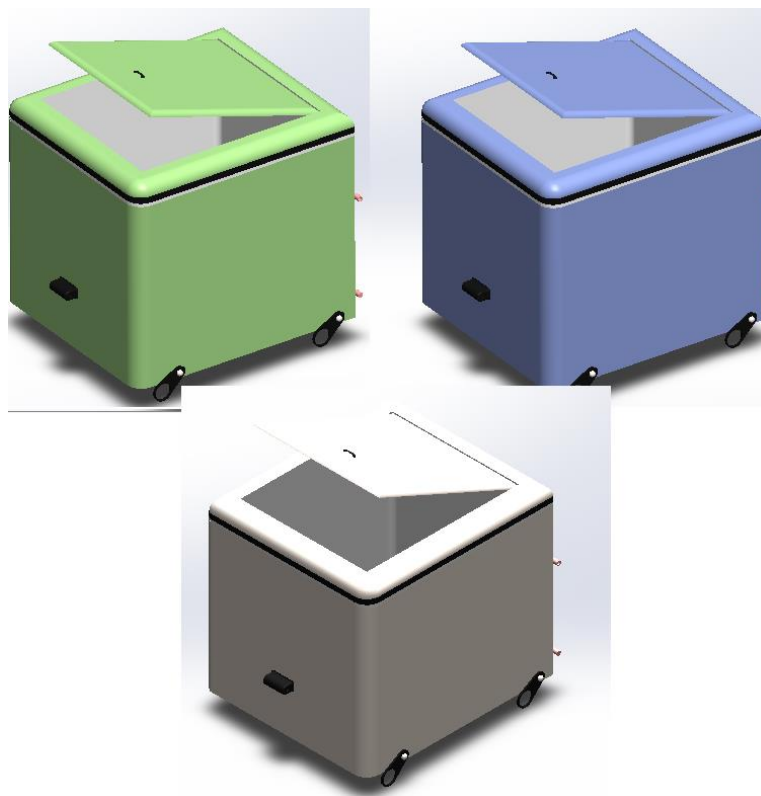


Ilustración 76: Posibles colores para el módulo de la nevera

5.5.Unión del conjunto

Tras el diseño de las diferentes partes que componen el dispositivo portátil, modular y bifuncional, se procede al ensamblaje de todo el conjunto.

En la siguiente ilustración veremos la explosión de todos los elementos que componen el dispositivo.

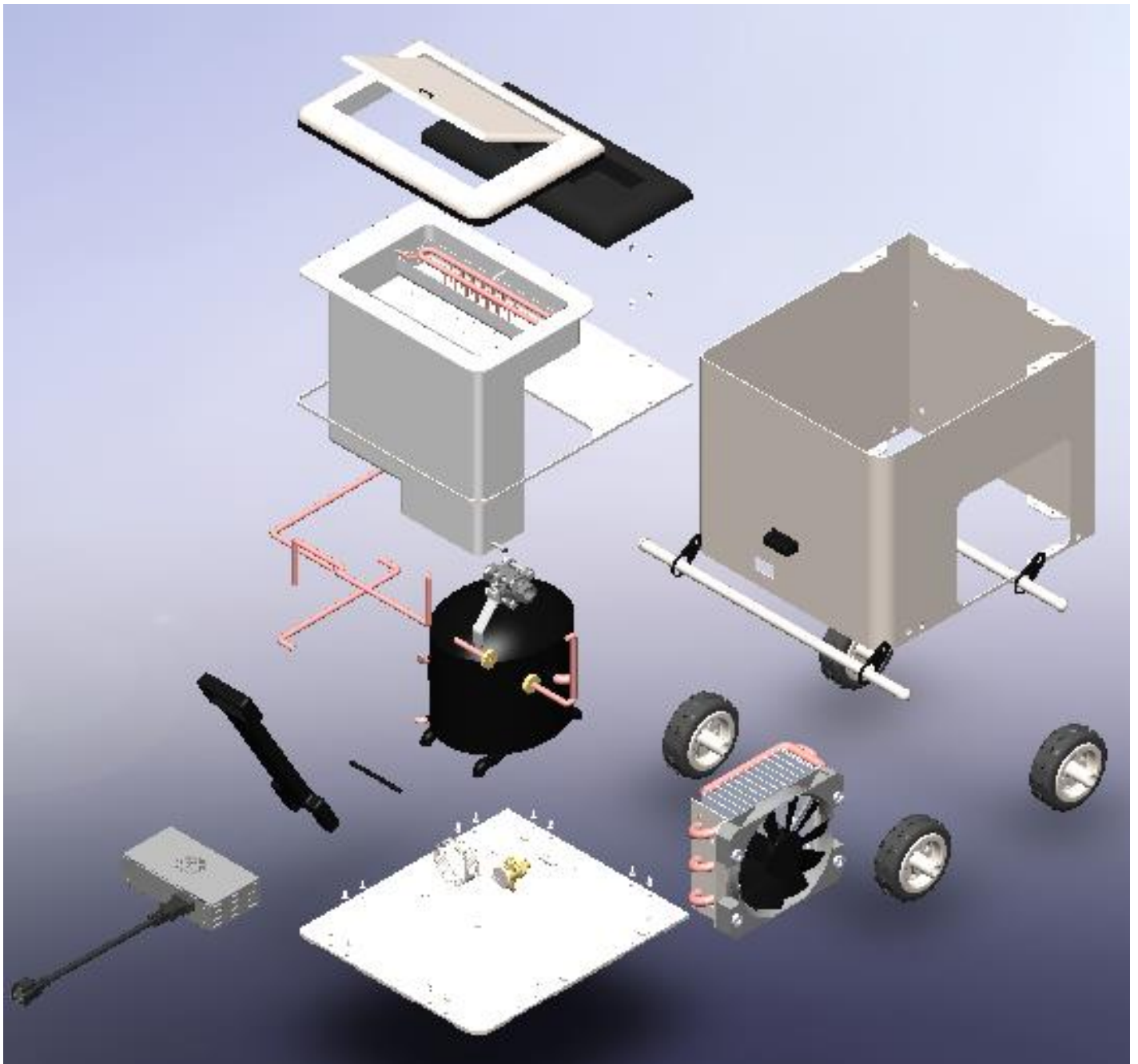


Ilustración 77: Explosionado del dispositivo

En la siguiente ilustración se observa el contraído del dispositivo explosionado anteriormente.

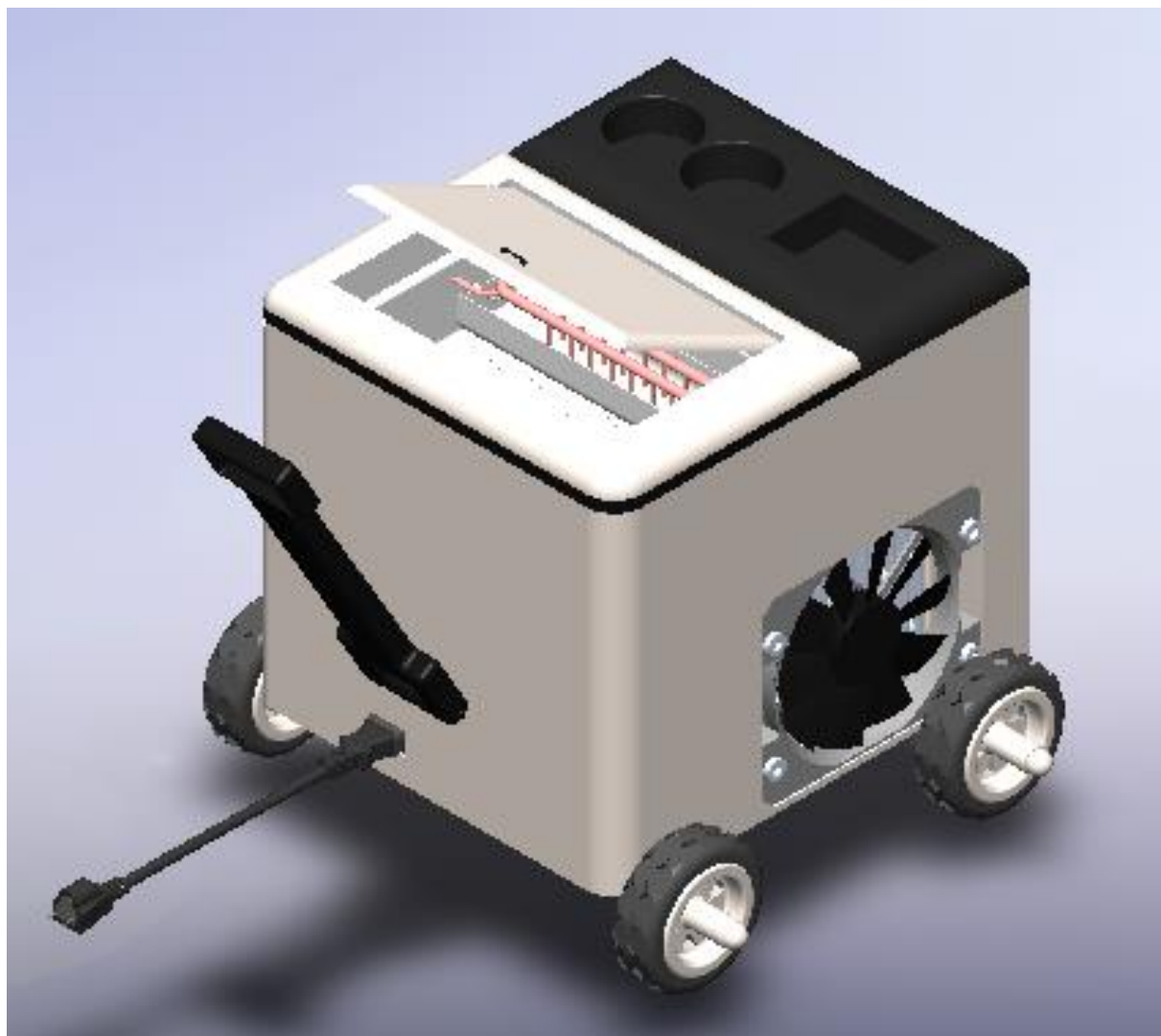


Ilustración 78: Dispositivo portátil, modular y bifuncional

6. COMPROBACIÓN OBJETIVO Y ESPECIFICACIONES

En este apartado se van a verificar los objetivos anteriormente descritos. Al inicio del trabajo se consideró la idea del diseño de un dispositivo para crear hielo y conservar alimentos. Con todo lo desarrollado en el capítulo anterior, desarrollo de la solución, podemos comprobar que el objetivo de este primer punto ha sido cumplido.

En segundo lugar, hemos especificado punto por punto una serie de objetivo en relación a la alimentación del dispositivo. Habíamos considerado la posibilidad de que la carga del producto sería por medio de una toma de pared monofásica, mediante un cargador de coche y desde un panel fotovoltaico. Estos tres requisitos se han cumplido, se ha instalado una fuente de alimentación, de donde podremos conectar un cable de pared, un clave de para la carga desde el mechero del coche y, además, mediante un adaptador podremos conectar la placa fotovoltaica.

En tercer lugar, habíamos decidido realizar un diseño modular configurando una serie de elementos del dispositivo. Este punto ha sido posible con el diseño del racor y una llave de paso. Se ha instalado a la salida de la válvula de expansión y a la entrada del compresor.

En cuarto lugar, como el diseño debía de ser modular, su montaje también debía de ser sencillo y sin utilizar herramientas. Para la unión entre tuberías se ha utilizado un acoplamiento y para dar paso a la llave deberemos desmontar la carcasa de la estructura. El primer requisito se ha cumplido, fácil montaje, sin embargo, se necesitará el uso de herramientas para el apriete del acoplamiento y para la apertura del paso de la llave.

En quinto lugar, necesitábamos que el diseño sería de fácil transporte y almacenaje. Durante el diseño hemos hablado de ergonomía, un punto importante para cumplimentar este objetivo. Tras el estudio, hemos visto la opción de realizar un carro para empujar del dispositivo, y así conseguir cumplir con este objetivo.

Finalmente, una dimensión estética importante debía de tener nuestro dispositivo. Con la estética nos referimos a la atracción que debe de sentir el potencial cliente para el deseo de comprar nuestro producto. Y lo hemos conseguido con la posibilidad de elegir entre diferentes colores y modelos de nevera.

7. MODELO DE NEGOCIO

Un modelo de negocio es una herramienta previa al plan de negocio que permite definir con claridad que vas a ofrecer al mercado, como lo vas a hacer, a quien se lo vas a vender, como se lo vas a vender y de que forma vas a generar ingresos. En este apartado veremos tres puntos muy importantes entre los cinco que hemos nombrado. Como ya sabemos, en nuestro caso, vamos a ofrecer un dispositivo portátil, modular y bifuncional y hemos desarrollado la solución del prototipo. En los siguientes subapartados veremos el segmento de mercado al que va dirigido y el presupuesto asociados a la implementación del producto.

7.1. Segmentación del mercado

En este punto analizaremos los potenciales clientes a los que dirigiremos nuestro dispositivo. Una descripción detallada de los clientes.

Para este dispositivo en todo momento hemos hablado de tres clientes. Empresarios de hostelería, excursionistas (montañeros, acampadas, etc.) y para el hogar.

La necesidad de producir hielo y conservar alimentos, desde los inicios de la historia, ha estado presente en el día a día. Más en concreto, en el sector de la hostelería. Por esa razón, nuestro dispositivo sería apto para este ámbito. Además, se trata de un dispositivo nuevo y de bajo coste.

Por otro lado, sus dimensiones reducidas y facilidad garantizan el fácil transporte y manejabilidad del dispositivo. Es un producto atractivo para montañeros, excursionistas, familias que hacen acampadas, etc.

Además, con lo comentado anteriormente, otro del ámbito comercial sería el sector del hogar. Con una estética variada y personal, los clientes podrán elegir a su gusto el producto.

7.2. Presupuesto

En el presente apartado se especifican los costes asociados a la elaboración y construcción del dispositivo desarrollado. Para ello, en todo momento, estaremos hablando de las dos partes principales que componen el dispositivo: fabricación de hielo y la nevera.

Los costes se encuentra desglosados en los siguientes grupos:

- Mano de obra
- Componentes (material)

El valor de los costes asociados a la compra del material necesario para la implementación del dispositivo presente en este presupuesto coincide con el precio de venta al público suministrado por cada uno de los fabricantes. Para el coste del valor de mano de obra por dispositivo se considera un valor aproximado.

En primer lugar, analizaremos el coste de mano de obra. Se dividiera en ingenieril, control y montaje. Con ello, la siguiente table especifica los costes asociados a la mano de obra para unas determinadas horas de trabajo.

Tabla 15: Coste de mano de obra

Tipo de mano de obra	Horas de trabajo	Coste unitario (€/h)	Coste total (€)
Ingenieril y fabricación	400	12	4.800
Control	20	20	400
Montaje	2	10	20
Subtotal			5.220

Dentro de la fabricación contamos las horas invertidas en la soldadura de las tuberías, horas utilizadas para pintar, acoplamientos, etc. Y al montaje, es referido a el ensamblaje final de los componentes. Además, en la tabla se refleja también los gastos adicionales como son cuotas de seguridad social, mantenimiento, etc.

A continuación, se muestra en forma de tabla los costes asociados a la adquisición del componentes o materiales necesarios para la elaboración del dispositivo.

Tabla 16: Coste total componentes

Componente	Coste unitario	Unidades	Coste total (€)
Chapa acero inoxidable	97,3 €/m ²	1,3 m ³	126,49
Polipropileno más el moldeo inyección	25,40 €/m ²	0,7 m ²	17,78
Condensador	25 €/unidad	1	25
Ventilador	4,99 €/unidad	1	4,99
Evaporador nevera	28,13 €/unidad	1	28,13
Evaporador hielos	10,53 €/unidad	1	10,53
Válvula expansión termostática	48,43 €/unidad	1	48,43
Compresor	87,79 €/unidad	1	87,79
Tubería de cobre	3,59 €/m	1,2 m	4,308
Racor con llave de paso	13,18 €/unidad	2	26,36
Bomba de agua	10,20 €/unidad	1	10,20
Fuente de alimentación	46,40 €/unidad	1	46,40
Adaptador cargador coche	3,98 €/unidad	1	3,98
Placa solar y accesorios	16,83 €/unidad	1	16,83
Acoplador tubería	13,55 €/unidad	2	27,1
Tornillo avellanado M4	0,236 €/unidad	24	5,67
Rueda más accesorios	7,31 €/unidad	4	29,24
Motor eléctrico	14,42 €/unidad	1	14,42
Llave allen	3 €/unidad	1	3
Subtotal			536,65 €

El precio total de las dos tablas queda reflejado en la siguiente tabla.

Tabla 17: Presupuesto total

Descripción	Coste (€)
Mano de obra	5.220
Componentes	536,65
TOTAL	5.756,65

El costo total del dispositivo asciende a **CINCO MIL SETECIENTO CINCUENTA Y SEIS EUROS Y SESENTA Y CINCO CENTIMOS DE EURO**

Este costo sería el referido a la fabricación de un solo dispositivo, por lo que si fabricásemos a gran escala este costo descendería. Consideramos que este precio es para el prototipo. Cuando la producción es en serie los gastos referidos a la mano de obra descienden y la compra de material a gran escala hace que los precios de los componentes desciendan.

Considerando que llegamos a producir 10.000 unidades, cada una tanto con la parte de fabricación de hielo y conservación de alimentos. De esta manera podremos ver en producción en serie cuanto llegaría a valer nuestro producto.

Por un lado, tenemos el valor de la mano de obra 5.220 €. Sin embargo, si este precio lo dividimos entre las 10.000 unidades que se venderán, este valor a la larga se va amortizando. Para el primer lote de 10.000 unidades, se añadirá al precio de la pieza 0,52€. Por otro lado, tenemos la materia prima, son 536,65€. Considerando una rebaja en el precio de los componentes al comprar a gran escala del 60%, tendremos que nuestro por unidad creada en materia gastaremos 214,66€.

Finalmente, tendremos para una producción en serie de 10.000 unidades y amortizando la mano de obra. El costo total por unidad asciende a **DOSCIENTOS QUINCE EUROS Y OCHENTA Y DOS CÉNTIMOS DE EURO**.

Si a este precio se le aplica un 30% de ganancia, su precio en el mercado sería de: **DOSCIENTOS OCHENTA EUROS Y CUARENTA Y CINCO CÉNTIMOS DE EURO (Impuestos no incluidos)**.

8. CONCLUSIÓN

El presente Trabajo de Fin de Grado tiene como objetivo principal el desarrollo de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas.

Este objetivo se ha cumplido con el diseño descrito en la presente memoria.

- Es posible fabricar hielos y conservar alimentos en un mismo dispositivo

Tras los cálculos correspondientes en el ciclo de refrigeración, hemos obtenido los valores para poder diseñar un ciclo de refrigeración común para dos sistemas diferentes. Uno para la fabricación de hielo y otro para la conservación de alimentos.

- Apto para el diseño modular

Con dos elementos sencillos y económicos se ha podido lograr la modularidad del dispositivo. El módulo de fabricación de hielo está capacitado con racores y llaves de paso a la salida de la válvula de expansión y entrada del compresor. Y con la ayuda de acopladores se consigue la unión de las tuberías.

- Precio competitivo al mercado

Puesto que el presupuesto es de 280,45€ el objetivo de un precio competido de mercado se ha obtenido. El coste de estos dispositivos, en el mercado son menos completos y de mayor dimensión, oscila entre 150-400€.

9. FUTURAS LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Tras la investigación y desarrollo del diseño, ayuda a despejar incógnitas sobre el tema tratado, pero, de manera simultánea, genera nuevas preguntas, ideas e incógnitas. En este apartado se presenta algunas líneas de investigación que pueden ser objeto de interés, atendiendo al trabajo expuesto en el presente trabajo.

En relación a la estructura del dispositivo, puede ser interesante la reducción de dimensión del dispositivo. La facilidad de transporte aumentaría y la atracción del cliente aumentaría.

Otra posible línea de trabajo consiste en el desarrollo de una estructura y montaje mas intuitivo. Sin la necesidad de herramienta.

Respecto al diseño modular, el desarrollo de más módulos compatible con un sistema de refrigeración, sería una línea de investigación interesante. Como, por ejemplo, modulo heladera portátil.

Por otro lado, la estética es punto importante, por lo que sería interesante realizar más modelos. Diferentes dimensiones, capacidades, materiales, etc. El cliente elegiría lo que más se les adecue a sus necesidades.

10. BIBLIOGRAFÍA

4rsoluciones. (19 de Junio de 2016). Obtenido de <http://www.4rsoluciones.com/blog/disenomodularintegrardistintos-tipos-contenido-la-pantalla/>

Alimentación, O. d. (Mayo de 1995). *FAO*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/008/y5013s/y5013s04.htm#bm04.2>

BOE. (8 de Marzo de 2011). Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. (57), 2581-2600. Madrid, España.

Coronel Toro, J. (s.f.). *jfcoronel*. Obtenido de <http://campusvirtual.edu.uy/archivos/mecanica-general/Apuntes/COMPRESORES.pdf>

Decathlon. (s.f.). *Decathlon*. Obtenido de <https://www.decathlon.es/>

Decoracion. (11 de Marzo de 2009). Obtenido de <https://decoracion.tendencias.com/electrodomesticos/lo-que-llega-celsius-nevera-modular>

Dometic. (s.f.). *Dometic*. Obtenido de <https://www.dometic.com/es-es/es>

Ergonomía, A. E. (s.f.). *Ergonomos*. Obtenido de <http://www.ergonomos.es/ergonomia.php>

Fields, S. (2013). *Sun Fields*. Obtenido de <https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-paneles-solares-fotovoltaicos/>

Gómez, M. d. (5 de Mayo de 2014). *Prezi*. Obtenido de <https://prezi.com/vd7-orfdkdd7/importancia-de-la-estetica-y-la-ergonomia/>

Gonzalez, D. (17 de Octubre de 2015). *Euronics*. Obtenido de <https://www.euronics.es/blog/tipos-de-frigorificos-conoce-sus-caracteristicas-y-diferencias/>

makers, I. i. (25 de Junio de 2015). *Ice For Live*. Obtenido de <http://itv.es/icemakers/conoces-la-increible-historia-del-hielo/>

- Mesa Mora, A. (30 de Junio de 2017). *Curso certificado refrigeración*. Obtenido de <http://curso-certificado-refrigeracion-2017.blogspot.com.es/2017/06/expansores-valvulas-de-expansion.html>
- Miyara, F. (2002). *Rectificación*. Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- Montesinos Muñoz, V. (2013). Una aproximación a la historia de la nevera en España. *Res Mobilis*, 158-168.
- Nieto, E. (15 de Diciembre de 2014). *FIdestec*. Obtenido de <https://fidestec.com/blog/fuentes-de-alimentacion-conmutadas-01/>
- Núñez, E. (23 de Agosto de 2017). *Cero grados celsius*. Obtenido de <https://www.0grados.com/historia-los-refrigerantes/>
- Pepe. (s.f.). PEPEBAR. Obtenido de <https://www.pepebar.com/maquina-de-hielo>
- Renovables, C. (15 de Agosto de 2015). *Click Renovables*. Obtenido de <http://clickrenovables.com/blog/como-calcular-una-instalacion-solar-fotovoltaica-en-5-pasos/>
- Ruano Dominguez, R. (2013). *EnergiaNow*. Obtenido de http://www.energianow.com/Articulos/valvula_expansion.pdf
- Split. (13 de Agosto de 2003). *Geeknetic*. Obtenido de <https://www.geeknetic.es/Guia/98/Fuentes-de-Alimentacion-tipos-caracteristicas-e-instalacion.html>
- Tecnología y Servicio Industriales*. (s.f.). Obtenido de <https://www.fing.edu.uy/iq/cursos/qica/repart/qica2/Condensadores.pdf>
- Turégano, J., & Velasco, C. (s.f.). *Fundamentos de termodinámica técnica*. Barcelona, España: Reverté.
- Wikipedia. (28 de Abril de 2017). *Wikipedia*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_Ph

ANEXO I

FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCIÓN DE FRÍO

ANEXO I: FUNDAMENTOS DE LA PRODUCCIÓN DE FRÍO

Un ciclo de refrigeración consiste en la reducción y mantenimiento de la temperatura de un cuerpo o de un espacio, por debajo de la temperatura ambiente. De la primera ley de la termodinámica se establece que el calor, es una forma de transferencia de energía causada por la diferencia de temperatura entre dos materiales. Siendo el término frío utilizado para indicar ausencia perdida o disminución de calor. De la segunda ley de la termodinámica se establece que la dirección de calor, va del cuerpo de mayor temperatura al cuerpo de menor temperatura. Lo anterior indica que, en un proceso de refrigeración, el cuerpo enfriado transfiere el calor a otro cuerpo más frío. Al cuerpo que se emplea para absorber ese calor se le conoce como refrigerante, pudiendo tratarse de un sólido o un fluido. Todos los procesos de enfriamiento se pueden clasificar como sensibles o latentes. Cuando el calor absorbido causa un aumento en la temperatura de refrigerante, se dice que el proceso de enfriamiento es sensible, mientras que, cuando el calor absorbido causa un cambio en el estado físico del refrigerante (una fusión o evaporación), se dice que el proceso de enfriamiento es latente.

La primera ley de la termodinámica es la ley de la conservación de la energía, utilizada para incluir el calor como una forma de transferencia de energía. Para sistemas cerrados la energía se transfiere por medio de trabajo y de calor. La cantidad total de energía se conserva en todas las transformaciones y transferencias. La fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$\Delta U = Q - W$$

De donde, ΔU es la variación de energía interna del sistema, Q es el calor agregado al sistema y W es el trabajo realizado sobre el sistema. Todo expresados en Joules [J].

La segunda ley de la termodinámica establece que procesos puede ocurrir o no en la naturaleza. De todos procesos permitidos por la primera ley, solo algunas conversiones de energía pueden ocurrir. Los siguientes son procesos compatibles con la primera ley de la termodinámica:

Se puede convertir todo el trabajo en calor, pero no se puede convertir el calor en trabajo sin modificar los alrededores.

Cuando dos cuerpos de diferente temperatura se ponen en contacto, el calor fluye del cuerpo de mayor temperatura al de menor temperatura, pero es imposible lo contrario.

La sal se disuelve en el agua, pero la separación de la mezcla requiere de una influencia externa.

- 1) Cuando se deja caer una pelota en el suelo, esta rebota hasta detenerse, pero nunca ocurre lo contrario.

Todo estos son ejemplos de procesos irreversibles, es decir, que solo ocurre en una dirección. Cuando los sistemas se abandonan a sí mismo tienden a desarrollar cambios espontáneos hasta que alcanzan una condición de equilibrio, tanto internamente como en su entorno.

Los procesos espontáneos de los que hemos hablado antes nos dan la posibilidad de producir trabajo hasta alcanzar el equilibrio. Por tanto, cuando existe desequilibrio entre dos sistemas hay posibilidad de producir trabajo, que se perderá inevitablemente si se permite que los sistemas alcancen el equilibrio sin control.

La segunda ley de la termodinámica se puede enunciar de dos puntos de vista. Desde el punto de vista de Kelvin-Planck y Clausius. Por lo que puede tener dos aplicaciones diferentes. Pero en nuestro caso solo nos interesa el enunciado de Clausius:

“es imposible construir una maquina cíclica, que no tenga otro efecto que transferir calor continuamente de un cuerpo hacia otro, que se encuentre a una mayor temperatura”

Para los sistemas de refrigeración lo que ocurre es, absorbiendo calor Q_c de la fuente fría y entregando calor Q_s de la fuente cálida. Lo que se busca es mantener la temperatura constante.

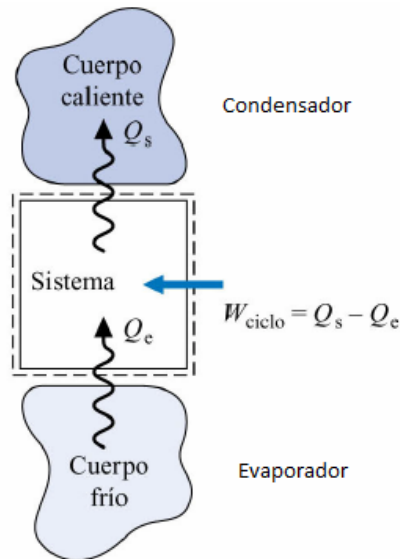


Ilustración 79: Ciclo de refrigeración (Turégano & Velasco) (Turégano & Velasco)

El sistema recibe un trabajo de su entorno W_{ciclo} absorbiendo un calor Q_e de una fuente fría (evaporador) y cediendo calor Q_s a una fuente caliente (condensador).

$$W = Q_s - Q_e$$

El desempeño de las máquinas frigoríficas se evalúa por el coeficiente de operación de refrigeración (eficiencia del ciclo) y se expresa:

$$\beta = Q_e / (Q_s - Q_e)$$

Este coeficiente puede ser mayor que la unidad. Cuanto mayor sea mejor será la eficiencia de nuestro ciclo. En la teoría se conoce que un buen ciclo de refrigeración debe tener un valor entre 5 y 6.

Los procesos termodinámicos pueden ser reversibles o irreversibles. Un proceso reversible quiere decir que su dirección puede invertirse en cualquier momento, mediante un cambio de las condiciones externas. Un ejemplo claro de este proceso es el llamado ciclo de Carnot.

Sin embargo, como ya se ha explicado anteriormente, todos los procesos son irreversibles, es decir, no es posible devolver el sistema y sus alrededores al estado inicial. Esto se explica por el hecho de que en la naturaleza todos los procesos tienden a aumentar el desorden molecular de un sistema. Y la medida de este desorden se conoce como la

entropía (simbología, S). Se puede enunciar la 2ª ley termodinámica como: “la entropía del universo crece en todos los procesos naturales”.

Además, ya hemos visto que, en procesos espontáneos en la naturaleza, como la transferencia de calor de un cuerpo a otro (el enunciado de Clausius), la expansión incontrolada de un gas o líquido hasta una presión menor, es imposible devolverlo a su estado y entorno inicial. Por tanto, son procesos irreversibles el ciclo de refrigeración. (Turégano & Velasco)

Una vez vista la teoría de este ciclo que utilizaremos, podemos dar paso a conocer la estructura y componentes de la que está creada. El sistema utilizado se llama refrigeración por compresión de vapor. La estructura mecánica de la que está compuesta podemos observarlo en la siguiente ilustración.

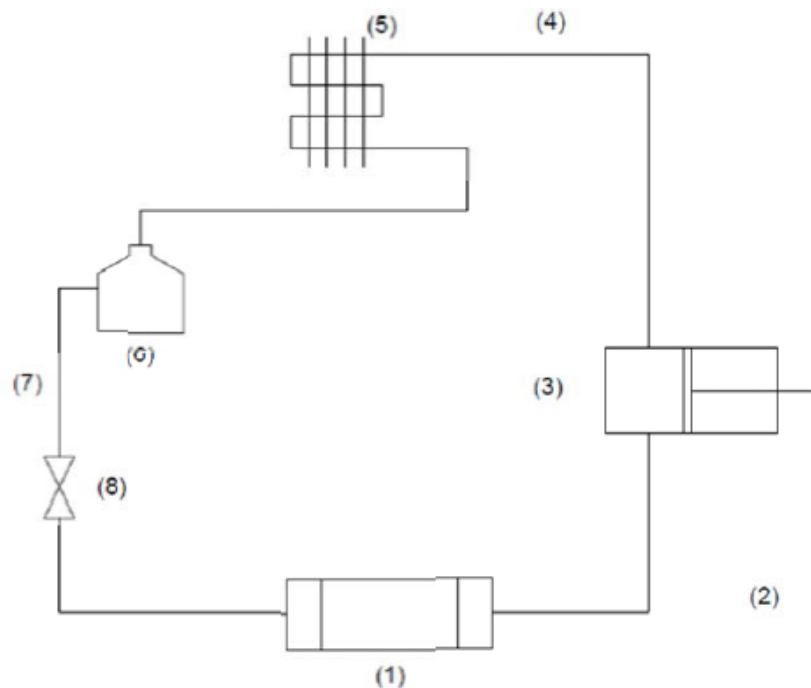


Ilustración 80: Componentes del ciclo (Turégano & Velasco)

La ilustración muestra los siguientes componentes:

- 1) Evaporador: la sustancia se ha empezado a evaporar en la válvula de expansión, pero se procura que la mayor parte de la evaporación se lleve a cabo en el evaporador donde la sustancia toma la energía necesaria para su evaporación del medio que se desea refrigerar o enfriar. Este proceso es a presión y temperatura constante. A través de una superficie de transferencia de calor.

- 2) La línea de succión: lleva el vapor a baja presión de la salida del evaporados a la entrada del compresor.
- 3) El compresor: eleva la presión de la sustancia que se encuentra en su fase gaseosa y, por consiguiente, se eleva también su temperatura. El vapor puede condensarse por los medios disponibles.
- 4) La línea de descarga: lleva el vapor a alta presión de la salida del compresor a la entrada del condensador.
- 5) Condensador: la sustancia se encuentra en fase gaseosa y entra en el condensador-enfriador, donde rechaza calor al medio ambiente, debido a una diferencia de temperatura que guarda con este. Disminuye la energía por lo que la temperatura también y después se condensa, cambiando de fase gaseosa a fase líquida. Se considera que la presión se mantiene constante.
- 6) Tanque receptor: almacena el líquido refrigerante proveniente del condensador, permitiendo deponer de una alimentación constante de líquido al evaporador según se necesite.
- 7) La línea de líquido: lleva el líquido refrigerante del tanque receptor a la válvula de expansión.
- 8) Válvula de expansión: el líquido sale del condensador, entra a la válvula de expansión, produciendo un estrangulamiento (entalpía a la entrada igual a la de salida) que baja la presión de la sustancia y disminuye su temperatura ambiente, en un estado cercano al líquido saturado correspondiente a esta presión y temperatura.

Una vez que la sustancia se ha evaporado totalmente, entra en el compresor para iniciar un nuevo ciclo al comprimir el gas y llevarlo a un estado de vapor sobrecalentado con un aumento en su presión y temperatura.

El sistema de refrigeración se divide en dos partes:

- La parte de baja presión: compuesta por la válvula de expansión, el evaporador y la línea de succión. La presión que ejerce el refrigerante en esta parte es la presión con la cual se vaporiza.
- La parte alta de presión: compuesta por el compresor, la línea de descarga, el condensador, el tanque receptor y la línea de líquido. La presión que ejerce el refrigerante en esta parte es la presión con la cual se condensa.

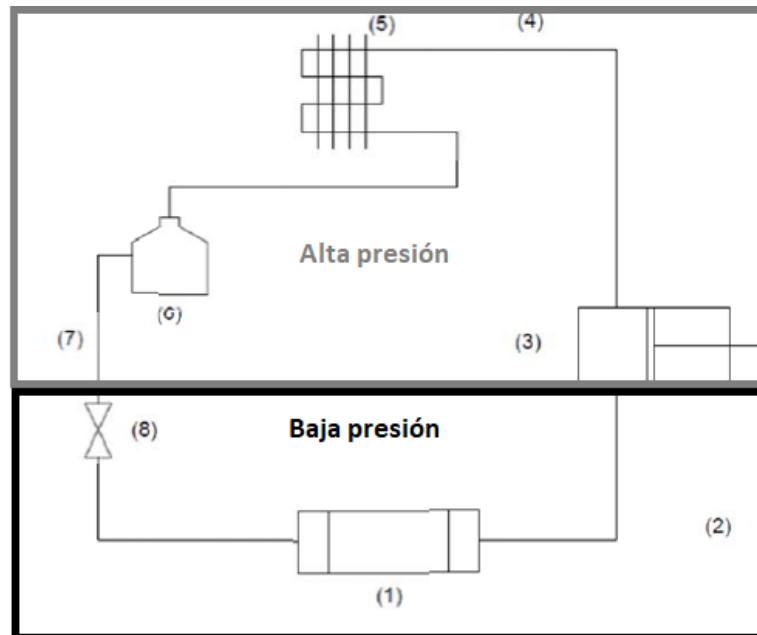


Ilustración 81: Partes del sistema según la presión

Además de los componentes principales, se encuentra unos elementos accesorios tales como:

- Separador de aceite: separa la mezcla formada por el refrigerante y el lubricante.
- Botella de aspiración: impide el paso accidental del fluido líquido por el condensador.
- Filtros: retienen las impurezas del refrigerante y del aceite.
- Visores de líquido: controla el nivel del líquido en el recipiente.
- Intercambiador de calor: utilizado para subenfriar el líquido que llega al dispositivo de expansión, mejorando el rendimiento.
- Deshidratadores: mantiene la cantidad de agua que contiene el fluido por debajo de un calor máximo que depende de la propia naturaleza.

Para el estudio del ciclo de compresión de vapor requiere conocimientos previos de la termodinámica. Para ello debemos hablar de las dos herramientas que existen para simplificar el estudio. Uno de ellos es las tablas de las propiedades termodinámicas, las cuales permiten obtener datos numéricos de las diferentes condiciones de operación que se presentan en el refrigerante. El otro método lo constituye los diagramas y gráficas, donde se encuentra dibujado el ciclo completo, permitiendo visualizar la trayectoria de

los diferentes procesos que intervienen, y determinar los efectos que estos procesos tienen sobre el ciclo. Para simplificar el análisis del tema correspondiente al ciclo de refrigeración simple, se utilizará el método gráfico.

Los diagramas más usados en el análisis del ciclo de refrigeración, son el diagrama presión-entalpía (P-h) y el diagrama temperatura-entropía (T-s), de los cuales el primero es el de mayor utilidad.

En la siguiente ilustración podemos ver un ejemplo de la gráfica P-h. El cual se divide en tres zonas, separadas entre sí por las curvas de líquido saturado (línea verde a la izquierda del punto crítico) y vapor saturado (línea verde a la derecha del punto crítico).

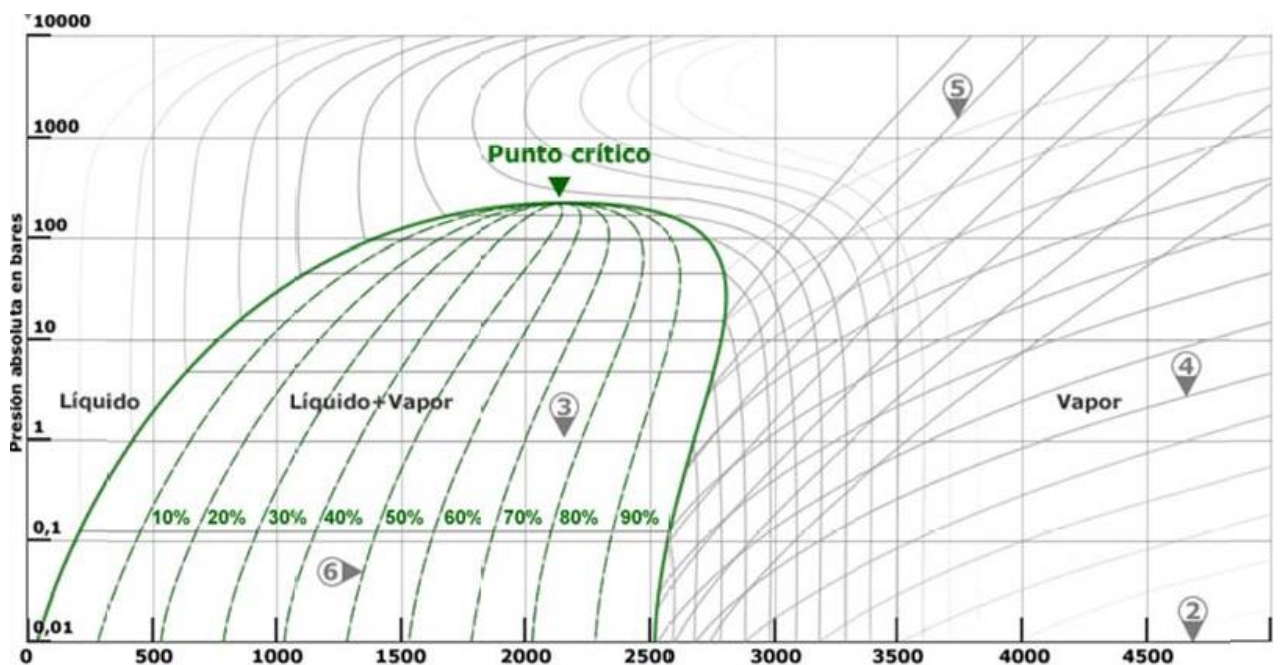


Ilustración 82: Diagrama de Mollier. Presión-Entalpía (Turégano & Velasco)

La zona ubicada a la izquierda de la curva de líquido saturado se llama región subenfriada, donde el refrigerante se encuentra en estado líquido y su temperatura es inferior a la temperatura de saturación correspondiente a su presión. La zona ubicada a la derecha de la curva de vapor saturado se llama región sobrecalentada, donde el refrigerante se encuentra en forma de vapor y su temperatura es superior a la temperatura de saturación correspondiente a su presión. La zona central, ubicada entre ambas curvas, presenta al refrigerante como una mezcla de líquido y vapor al correspondiente punto de saturación. La distancia entre las dos curvas, siguiendo una línea de presión constante, es la diferencia entre las entalpías de vapor saturado y el líquido saturado a la presión correspondiente, y

se conoce como calor latente de vaporización. En el diagrama se puede observar que de izquierda a derecha ocurre la vaporización, y de derecha a izquierda la condensación.

Un ciclo de saturación simple constituye los cuatro siguientes procesos: expansión, evaporización, compresión y condensación.

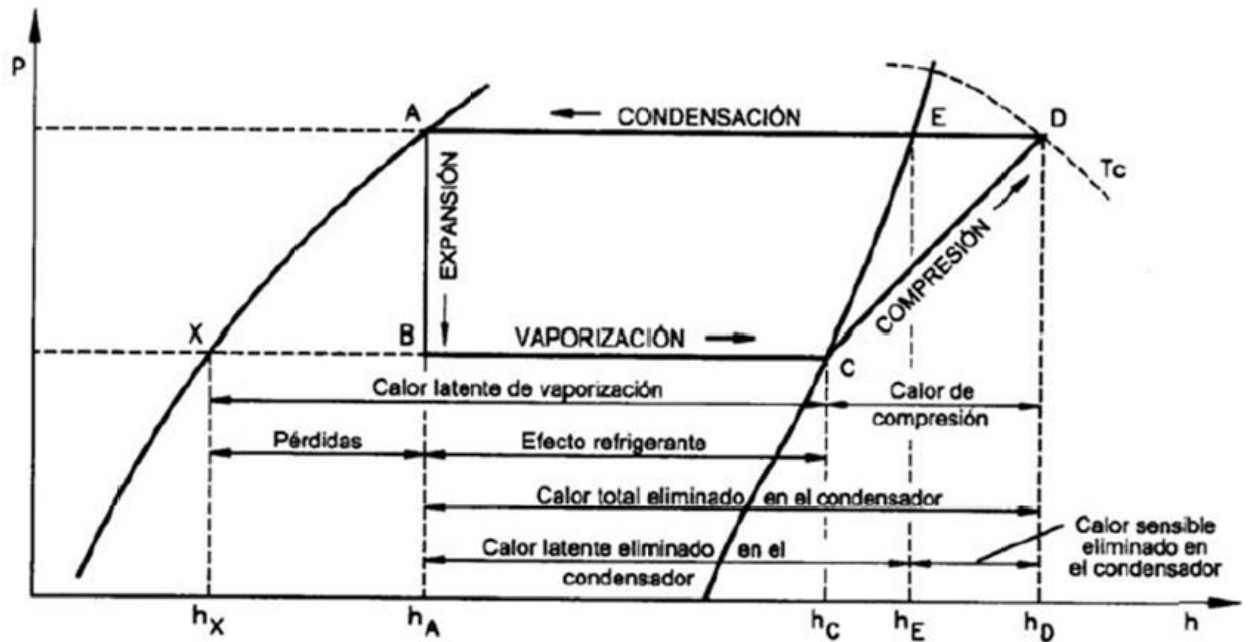


Ilustración 83: Principio de refrigeración (Turégano & Velasco)

El punto A de la gráfica es la llegada a la válvula de expansión. Ocurre una caída de presión, por lo que parte del líquido se evapora, por lo que la temperatura desciende desde el valor correspondiente a la de condensación, hasta el valor correspondiente de vaporización. El proceso A-B corresponde a una expansión adiabática (entropía constante), causada por el estrangulamiento del líquido refrigerante al pasar a través de un orificio. El punto B se trata de la entrada al vaporizador, por el que entra refrigerante que se evapora al absorber el calor del sistema a refrigerar. Se considera que es un proceso isotérmico y ocurre a presión y temperatura constante. Al salir del evaporador (punto C) el refrigerante se encuentra totalmente evaporizado, por lo que ese punto corresponde al punto de saturación. El calor absorbido es igual en ese punto a la diferencia de entalpía entre los estados inicial y final, es decir:

$$Q_L = h_C - h_B$$

Como la entalpía se conserva durante la expansión tenemos que:

$$h_A = h_B$$

$$Q_L = h_C - h_A$$

La distancia entre el punto X y el punto C representa el calor latente de vaporización a la presión de saturación. Siendo el calor latente la energía requerida por el refrigerante para cambiar de fase. Si la diferencia de entalpías entre B y C es el efecto refrigerante útil, entonces la distancia entre X y B es la pérdida del efecto refrigerante.

En el ciclo de compresión simple, también se asume que el refrigerante no sufre alteración en sus propiedades al fluir a través de la línea de succión, del evaporador a la entrada del compresor. En el compresor la presión aumenta del valor de vaporización hasta el valor de condensación. Para el proceso simple se asume proceso isoentrópico. En el punto D, el refrigerante se encuentra en estado de vapor sobrecalentado a la presión de condensación. El trabajo mecánico por unidad de masa de refrigerante que debe realizar el compresor es igual a la defenecía de entalpia entre los estado inicial y final. Es decir:

$$W = h_D - h_C$$

Tanto el proceso D-E como el proceso E-A ocurre dentro del condensador. En el proceso D-E ocurre el enfriamiento del vapor de la temperatura de descarga a la temperatura de condensación. En el punto E estamos en la línea de vapor saturado. Por lo que en el punto E el refrigerante se condensa a presión y temperatura de condensación. Al final de proceso en el punto A, solo quedara liquido saturado a la temperatura y presión de condensación. El calor por unidad de masa de refrigerante expulsado a través del condensador es igual a la diferencia de entalpia entre los estado inicial y final, es decir;

$$q_H = h_D - h_A$$

Este calor expulsado incluye al calor absorbido durante la vaporización y a la carga térmica equivalente al trabajo mecánico del compresor:

$$q_H = q_L + w$$

Todo lo anterior comentado anteriormente es para ciclos saturados simples de refrigeración, sin embargo, el ciclo de refrigeración real se desvía ligeramente. En la realidad se deben tener en cuenta los efectos causados por la caída de presión en las diferentes líneas debido al flujo de refrigerante, los efectos subenfriamientos del líquido

y del sobrecalentamiento del vapor de sección, y los efectos del cambio de entropía en el compresor.

En el diagrama P-h de a continuación, se comparan el ciclo de refrigeración simple con el ciclo donde le vapor de succión se sobrecalienta. Los puntos A, B, C, D y E corresponden al ciclo saturado simple, mientras que los puntos A, B, C', D' y E corresponde al ciclo sobrecalentado.

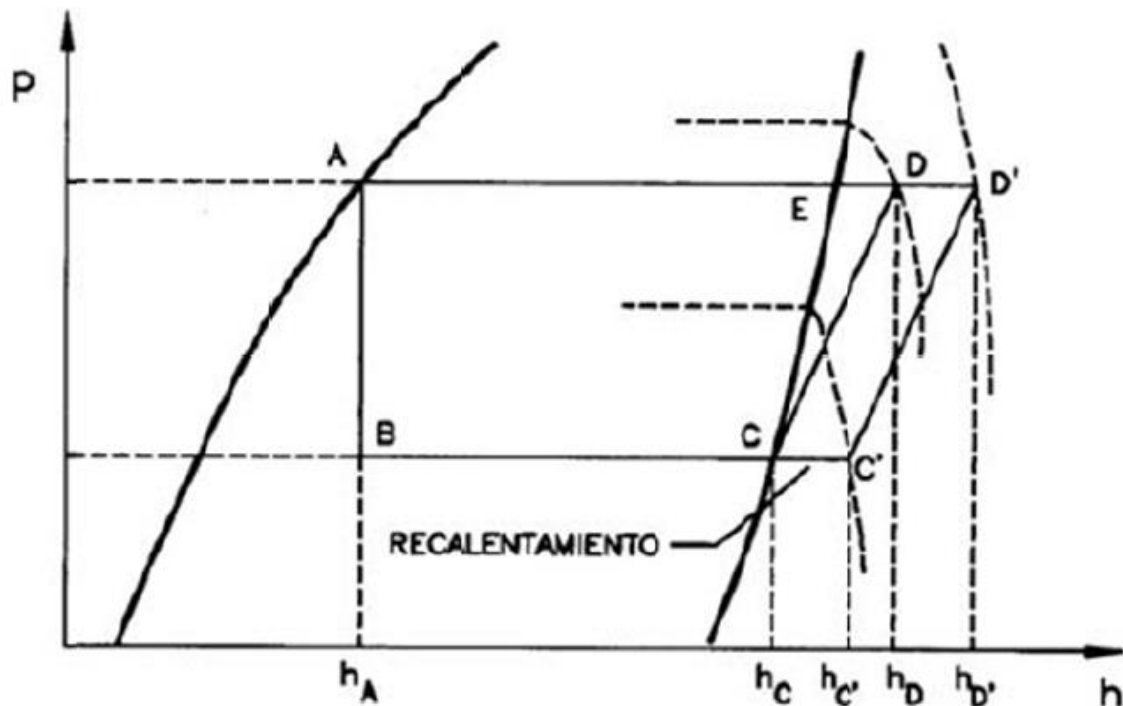


Ilustración 84: Diagrama P-h, comparando ciclo simple con el ciclo sobrecalentado. (Turégano & Velasco)

Puntos A, B y E ocurre lo mismo, sin embargo, el punto C' se encuentra a la temperatura que alcanza el vapor a la entrada del compresor, ocurre el sobrecalentamiento. Y el punto D', se localiza siguiendo la línea isentrópica de presión de condensación. Tras ver las diferencias se pueden distinguir las siguientes observaciones:

- Trabajo del compresor para el sobrecalentado es ligeramente mayor.
- La temperatura del vapor de la descarga del compresor es ligeramente mayor.
- Para el ciclo sobrecalentado debe disiparse una mayor cantidad de calor en el condensador.

Para el caso de ciclo real el efecto del subenfriamiento del líquido comparándolo con el ciclo simple podemos verlo en la siguiente ilustración:

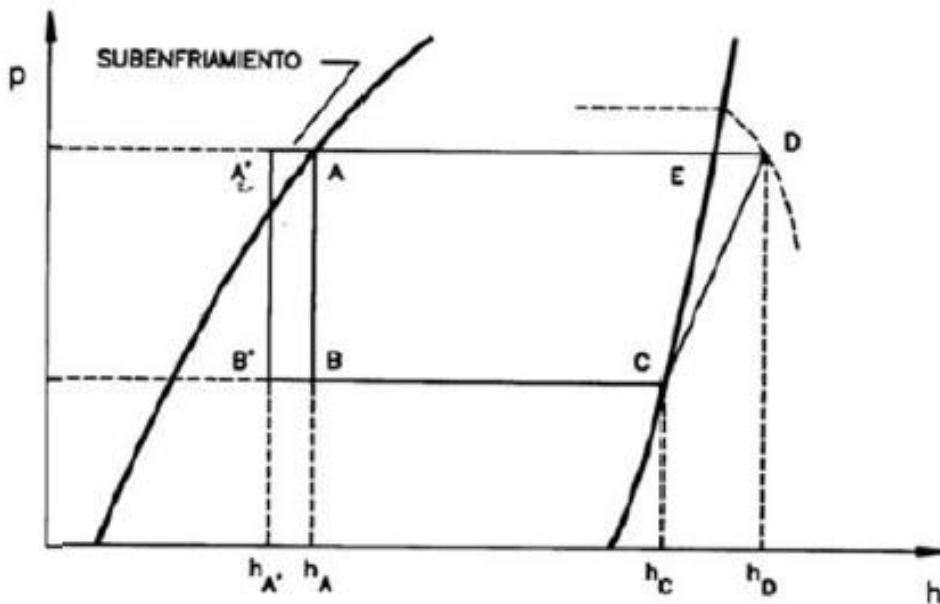


Ilustración 85: Diagrama P-h. Comparación ciclo saturado simple con el ciclo subenfriado (Turégano & Velasco)

Los puntos A, B, C, D y E corresponden al ciclo saturado simple, mientras que los puntos A', B', C, D y E corresponde al ciclo subenfriado. Cuando el líquido refrigerante se subenfriar antes de llegar a la válvula de expansión, el efecto refrigerante aumenta. Por esa razón, el flujo másico del refrigerante que circula es menor en el ciclo subenfriado. Se observa también que el estado termodinámico del vapor refrigerante que llega a la entrada del compresor es el mismo, por lo que el volumen específico también será el mismo. Y debido a que el flujo másico que debe manejar el subenfriado, el volumen de vapor que deberá manejar el compresor también deberá de ser menor. Además, la carga térmica equivalente al trabaja mecánico es el mismo. Por esta razón, el efecto refrigerante que se obtiene del subenfriamiento se obtiene sin aumenta la energía de entrada del compresor, lo cual permitirá aumentar el coeficiente de operación del ciclo y disminuir la relación potencia/masa.

En todo momento hemos estado hablando de un líquido o gas que se va transformando. Es líquido-gas se le llama refrigerante. De manera general, un refrigerante es cualquier cuerpo o sustancia que actúe como agente de enfriamiento, absorbiendo calor de otro cuerpo o sustancia. Desde el punto de vista de la refrigeración mecánica por evaporación de un líquido y la compresión de vapor, se trata del medio para transportar calor desde

donde lo absorbe por ebullición, a baja temperatura y presión, hasta donde lo rechaza al condensarse a alta temperatura y presión.

Cualquier sustancia que cambie de líquido a vapor y viceversa, puede funcionar como refrigerante, y dependiendo del rango de presiones y temperaturas a que haga estos cambios, tendrá una aplicación u otra.

Existen un número muy grande de fluidos refrigerantes fácilmente licuables, sin embargo, solo unos cuantos son usados en la actualizada.

Pero para saber un más sobre los inicios debemos remontarnos a la época de las cavernas. Con frecuencia, en la historia se ha escuchado hablar de la utilización de hielo y nieve como medio de enfriamiento. Los chinos, después los romanos, los usaban para enfriar bebidas. En Egipto, se llegó a utilizar para enfriar la estancia de las viviendas, y hacerlas más confortables.

Pero refrigerante como tal, desde el siglo XVIII. Se empezó utilizando éter como refrigerante, pero era muy peligroso. Este dio paso al amoníaco, al dióxido de azufre, al cloruro de metilo y al dióxido de carbono. Sin embargo, estas sustancias tenían graves inconvenientes. El amoníaco es tóxico, inflamable y ataca al cobre, el cloruro de metilo es tóxico y explosivo con los metales. Y el bióxido de azufre, formaba ácido sulfuroso cuando se combinaba con el agua, este ácido es muy corrosivo y atacaba a las partes del sistema. Y cuando se fugaba, causaba tos violenta, y ahogamiento.

Por estos motivos se siguió con la búsqueda de refrigerantes más seguros y de mejor rendimiento. Esta búsqueda culminó en 1930 cuando Thomas Midgley de Dupont, anunció el primer fluorocarbono (Freno-12), siendo esta la familia que ha dominado la refrigeración por compresión hasta finales de los 80. De allí siguieron el Freon-11, Freon-21, Freon-114 y el Freon-22, cada uno con sus características especiales.

En 1974, Molina y Rowland, presentaron la hipótesis de que algunos gases emanados desde la tierra deterioraban la capa de ozono, y fue confirmado años más tarde por la NASA. Todo esto era debido a su contenido en cloro.

Se llevó a cabo el protocolo de Montreal, donde se decidió desfasar los compuestos que deterioraban la capa de ozono, entre ellos el R-11 y el R-12. Y se siguieron creando más para sustituir los que debían desaparecer.

Actualmente conocemos los refrigerantes verdes o refrigerantes de bajo PCA como el R-407C, el R-134A y el R-410A. Son gases refrigerantes fluorados: R-134a (HFC) y el R404A (mezcla de HFC), se utilizan mucho en equipos de refrigeración más grandes, como los utilizados en los grandes supermercados. En equipos de aire acondicionados se utilizan gases fluorados como R-410a o R-407C, ambos mezcla de HFC.

En cuanto a las características ideales que debería de tener un refrigerante deben distinguirse entre las propiedades termodinámicas y las propiedades físicas y químicas. (Núñez, 2017)

Las propiedades son las siguientes:

- Deben operar a presiones positivas.
- Debe de tener una temperatura critica por arriba de la temperatura de condensación.
- Temperatura de congelación por debajo de la temperatura de evaporación.
- Debe tener una temperatura de ebullición baja.
- Debe tener un valor bajo de volumen especifico en fase de vapor y valor alto de volumen en fase liquida.
- Debe tener un valor alto de calor latente de vaporización.
- No debe ser toxico ni venenoso.
- No debe ser explosivo ni inflamable.
- No debe tener efectos sobre otros materiales.
- Fácil de detectar cuando se fuga.
- Debe ser miscible con el aceite.
- No debe de reaccionar con la humedad.
- Debe ser compuesto estable física y químicamente.
- Coste poco elevado.

- Fácil aprovisionamiento.
- Ninguna acción sobre la capa de ozono.

Lógicamente, ninguna de los refrigerantes puede cumplir todas estas características, pero deberá usarse el que más propiedades cumpla. Los fluidos de mayor uso en la refrigeración son los llamados fluorocarbonos. Aunque también se utilizan los refrigerantes naturales como el amoníaco (R717).

ANEXO II

TRAZADO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN

ANEXO II: TRAZADO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN

Una vez conocida la forma de funcionamiento (temperatura de condensación y temperatura de evaporación), citada en el capítulo 4.1 Objetivo, en el apartado de elección justificada de una solución. Debemos de trazar sobre el diagrama presión-entalpia del gas refrigerante el ciclo de refrigeración. Debemos obtener los datos de entalpia, temperatura y presión, en cada uno de los puntos característicos del diagrama. En la siguiente ilustración podemos observar la forma:

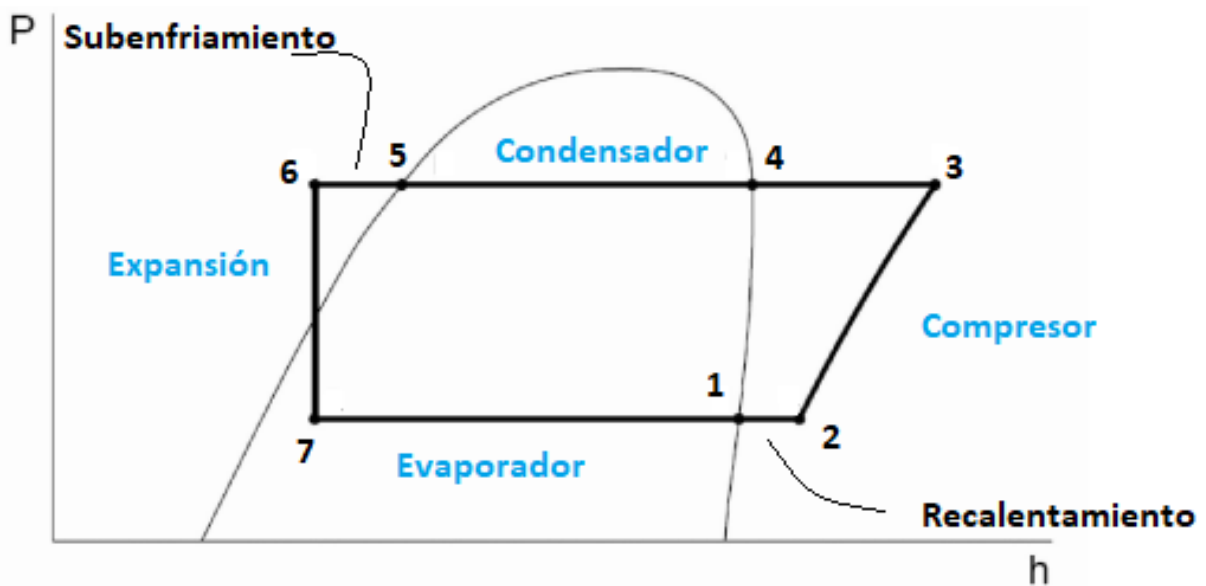


Ilustración 86: Diagrama Presión-entalpia

Los procesos que tienen lugar en el evaporador se representan en el diagrama desde el punto 7 al 2, a presión constante. Desde el punto 7 al 1 ocurre la ebullición del refrigerante líquido, el líquido se va evaporando ganando calor latente, hasta que llega al punto 1. Del punto 1 al 2 ocurre el recalentamiento, proceso para asegurar que no entre líquido al compresor. Se aumenta la temperatura 5°C a presión constante.

En capítulo “4 ELECCIÓN JUSTIFICADA DE UNA SOLUCIÓN” ya habíamos asignado nuestra temperatura de congelación, -20°C, por lo que la temperatura de evaporación sería de -25°C. Por lo que del tramo 7 al 1 nuestra temperatura será de -25°C y en el tramo 1-2 será de -20°C. Con estos datos y gracias a la tabla de propiedades del refrigerante 134a podremos obtener los datos citados anteriormente. Todos los valores se recogerán en la siguiente tabla para la parte del evaporador:

Tabla 18: Valores diagrama

	Punto 7	Punto 1	Punto 2
Temperatura (°C)	-25	-25	-20
Presión (bar)	1,089	1,089	1,089
Entalpía (kJ/kg)	113,753	232,23	236,54
Volumen específico (m³/kg)			0,1977

Sabemos que los punto 1 y 7 están en la mezcla de líquido-vapor, y el punto 2 en vapor sobrecalentado. La entalpía para el punto 7 se ha sacado al final de todos estos cálculos. Los parámetros que podemos calcular son los siguientes:

- **Producción frigorífica específica(kJ/kg):** es el frío producido por un kilogramo de refrigerante, calculado como diferencias de entalpías: $q_o = h_2 - h_7 = 122,787$ kJ/kg
- **Producción frigorífica (kJ/min):** es el frío producido por la maquina frigorífica, se obtiene: $Q_o = \dot{m} * q_o = 1,512$ kJ/min

De donde;

\dot{m} : es el caudal másico de refrigerante (kg/min)

El compresor, en el diagrama, se representa desde el punto 2 al 3. Se considera que realizan un proceso isoentrópico, es decir, a entalpía constante. Durante este proceso el refrigerante aumenta la presión y temperatura. A partir del diagrama se pueden obtener los siguientes valore:

Tabla 19: Valores diagrama

	Punto 2	Punto 3
Temperatura (°C)	-20	59,84
Presión (bar)	1,089	11,6057
Entalpía (kJ/kg)	236,54	288,06
Entropía (kJ/kg * K)	0,9602	0,9602

Es necesario obtener los valores de entropía, ya que, son constantes y así se pueden obtener los demás valores. Además, deberemos obtener el valor de la presión en el condensador, ya que es el mismo para todo el proceso desde el punto 3 al 6.

A partir de los valores de la tabla podemos obtener la potencia teórica de compresor, que posteriormente habrá que corregir con los rendimientos de compresor, transmisión y motor.

- **Trabajo isoentrópico de compresión (kJ/kg):** trabajo realizado por el compresor para un kilogramo de refrigerante. $W = h_3 - h_2 = 51,52 \text{ kJ/kg}$
- **Potencia isoentrópica de compresión (kJ/min):** potencia consumida por el compresor al comprimir de forma ideal el caudal másico de refrigerante.

$$\dot{W} = \dot{m} * w = 0,01231 * 51,52 = 0,6342 \text{ kJ/min}$$

La parte del condensador se representa en el diagrama desde el punto 3 al 6. Ocurre mediante una presión constante, ya calculada en el apartado anterior, 11,6057 bar. En el punto 3 el refrigerante está en forma de vapor recalentado.

En el primer tramo, desde el punto 3 al 4, el vapor se des-recalienta, cediendo calor al medio condensante, perdiendo temperatura, pero manteniendo el estado de vapor.

En el punto 4 estamos a la temperatura de condensación (45°C) cediendo calor al medio condensante desde el punto 4 al 5 y volviéndose líquido. En este proceso la presión y la temperatura se mantiene constante.

En el punto 5, el refrigerante se ha vuelto completamente líquido, pero el líquido sigue demasiado caliente, aun se puede enfriar más.

Al proceso 5-6 se le llama subenfriamiento, donde se pierde temperatura, 5°C.

A partir del diagrama podemos obtener los valores de la tabla siguiente:

Tabla: 20: Valores diagrama

	Punto 3	Punto 4	Punto 5	Punto 6
Temperatura (°C)	59,84	45	45	40
Presión (bar)	11,6057	11,6057	11,6057	11,6057
Entalpía (kJ/kg)	288,06	156,675	113,753	113,753

Cuando no se tiene tabla para refrigerante subenfriado lo que se puede realizar es una aproximación a través de una fórmula, o considerar que prácticamente el punto de saturación (punto 5) y el punto de líquido subenfriado tienen la misma entalpía.

Por lo que con todos estos valores ya se pueden obtener los datos importantes para el condensador.

- **Calor específico de condensación:** es el calor que es necesario extraer para desrecalentar, condensar y subenfriar un kilogramo de refrigerante. Pero para ello se debe saber que se trata de la suma del calor sensible de condensación y del calor latente de condensación. Queda de la siguiente manera:

$$q_c = h_3 + h_6 = 288,06 + 113,753 = 401,813 \text{ kJ/kg}$$

- **Potencia necesaria en el condensador:** potencia absorbida por el medio condensante. $Q_c = \dot{m} * q_c = 4,946 \text{ kJ/min}$

Por último, el proceso 6-7 se trata del dispositivo de expansión. El refrigerante pasa desde la presión de condensador hasta la presión del evaporador. El proceso se llama laminación isoentálpica. Gracias a el paso o por una válvula o un tubo largo y pequeño, la entalpía se mantiene constante y la presión y temperatura disminuye.

ANEXO III

PLANOS DE FABRICACIÓN

ANEXO III: PLANOS DE FABRICACIÓN

En este anexo podremos ver todos los planos de fabricación. Para ello, se ha utilizado una nomenclatura para nombrar los planos. Se han distinguido entre conjuntos y subconjuntos. A continuación, podremos ver el orden que se ha seguido.

Tabla 21: Referencia conjunta y subconjunto

Referencia de plano	Descripción
CFC-000	Ensamblaje completo
CFC-016	Diseño modular dimensionado
CFC-017	Diseño modular dimensionado
CFC-001	Condensador con ventilador expansión
CFC-002	Condensador con ventilador dimensionado
CFC-101	condensador explosionado
CFC-102	condensador dimensionado
CFC-202	placa soporte 1
CFC-203	placa soporte 2
CFC-204	placa tubería
CFC-205	soporte
CFC-206	tubería 1
CFC-207	tubería 2
CFC-208	tubería 3
CFC-209	tubería 4
CFC-210	tubería 5
CFC-100	Ventilador
CFC-200	Cuerpo ventilador
CFC-201	Hélice
CFC-003	válvula de expansión explosionado
CFC-004	válvula de expansión dimensionado
CFC-103	Bulbo
CFC-104	Cuerpo válvula
CFC-006	Compresor
CFC-010	Tanque de hielo conjunto explosionado
CFC-011	Tanque de hielo conjunto dimensionado

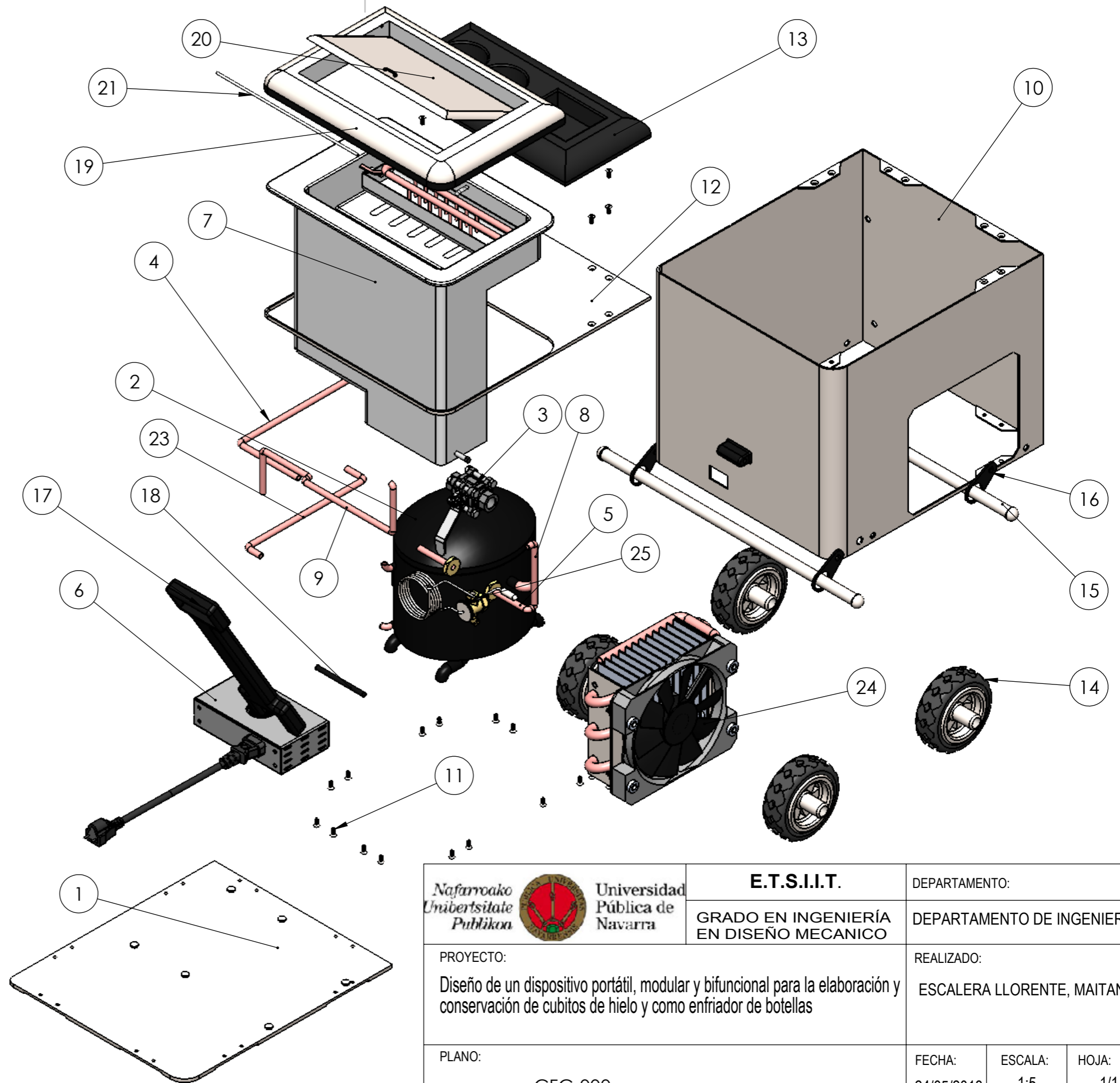
CFC-111	Interior máquina de hielo
CFC-117	Tanque hielo
CFC-007	Evaporador hielo
CFC-009	Motor bandeja de hielos
CFC-005	Bomba de agua
CFC-110	Tubería bomba
CFC-105	Tubería compresor a evaporador nevera
CFC-106	Tubería racor a evaporador nevera
CFC-107	Tubería evaporador compresor
CFC-108	Tubería racor a evaporador hielo
CFC-109	Tubería empalme racor evaporador
CFC-013	Racor con llave
CFC-012	Fuente de alimentación
CFC-119	Cable fuente de alimentación explosionado
CFC-120	Cable fuente de alimentación dimensionado
CFC-118	Cuerpo fuente de alimentación
CFC-112	Chapa base cuerpo
CFC-113	Chapa pared
CFC-114	Tapa apoyada
CFC-115	Tapa final 1
CFC-211	Tapa final 2 apertura
CFC-212	Tapa final 2 base
CFC-213	Unión tapa 2
CFC-014	Transporte componentes
CFC-121	Rueda
CFC-122	Amarre
CFC-123	Barra extensible
CFC-124	Asa
CFC-125	Sujeción asa
CFC-015	Nevera modular explosionado
CFC-129	Pared nevera chapa
CFC-127	Base nevera chapa
CFC-008	Evaporador nevera


Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

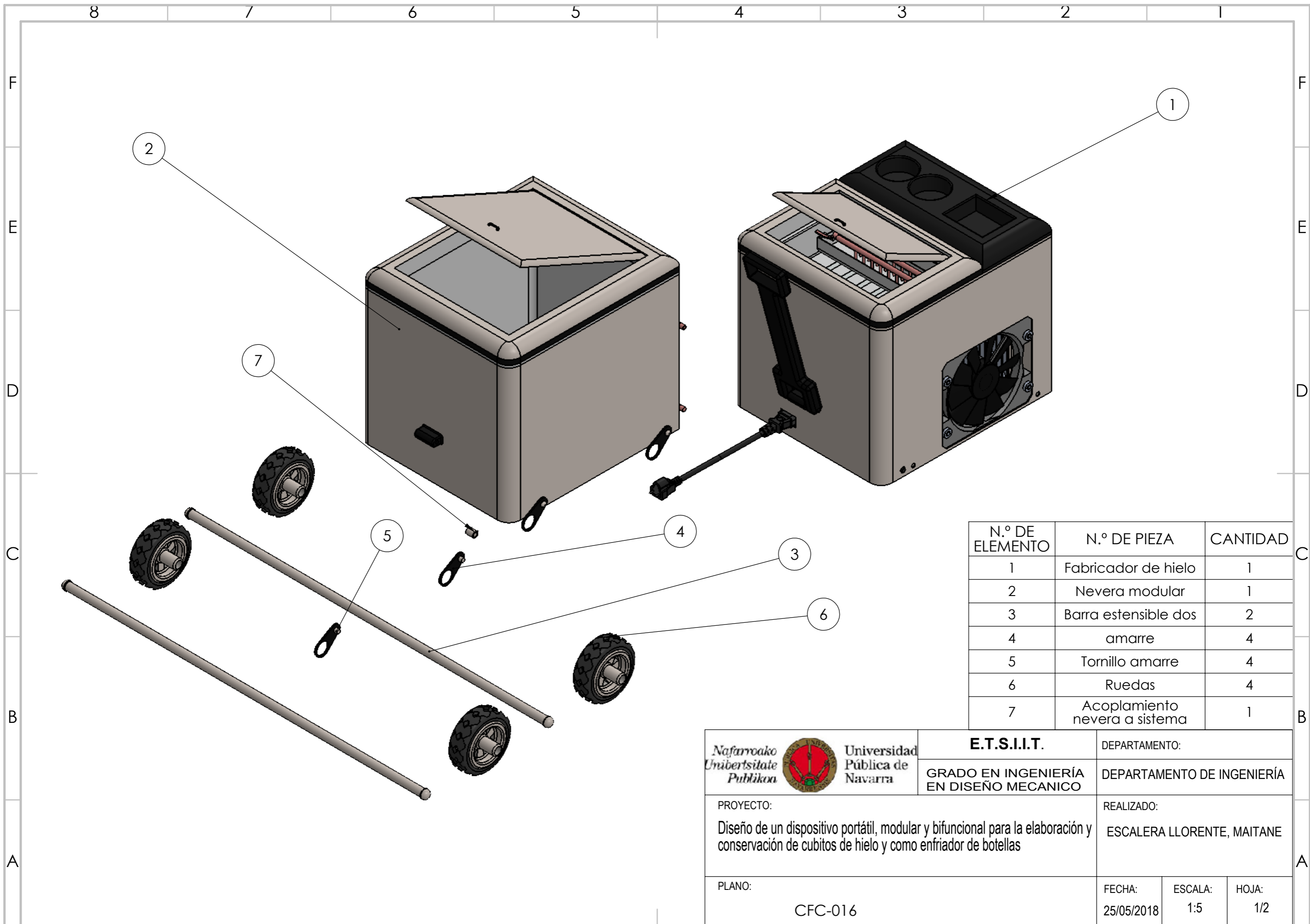
CFC-128	Interior nevera
CFC-130	Tapa nevera
CFC-131	Unión nevera
CFC-126	Apertura tapa nevera

En las siguiente paginas veremos los planos nombrados en la anterior table.


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Chapa 1 (base)	1
2	Compresor	1
3	Racon con llave	1
4	Tuberia evaporador 1 y 2	1
5	Tuberia racor-evaporador	2
6	Assembly fuente de alimentacion	1
7	Tanque de hielo assembly	1
8	Tuberia racor a evaporador	1
9	Tuberia evaporador compresor	1
10	Chapa pared	1
11	Tornillo avellanado M4	24
12	Tapa apoyadero	1
13	Tapa final 1	1
14	Ruedas	4
15	Barra estensible	2
16	amarre	4
17	asa	1
18	sujecion asa	1
19	Tapa final 2	1
20	Tapa final 2 apertura	1
21	Union tapa 2	1
22	Acoplamiento nevera a sistema	2
23	Tuberia compresor a evaporador 2	1
24	Condensador con ventilador	1
25	Válvula de expansion termostática	1

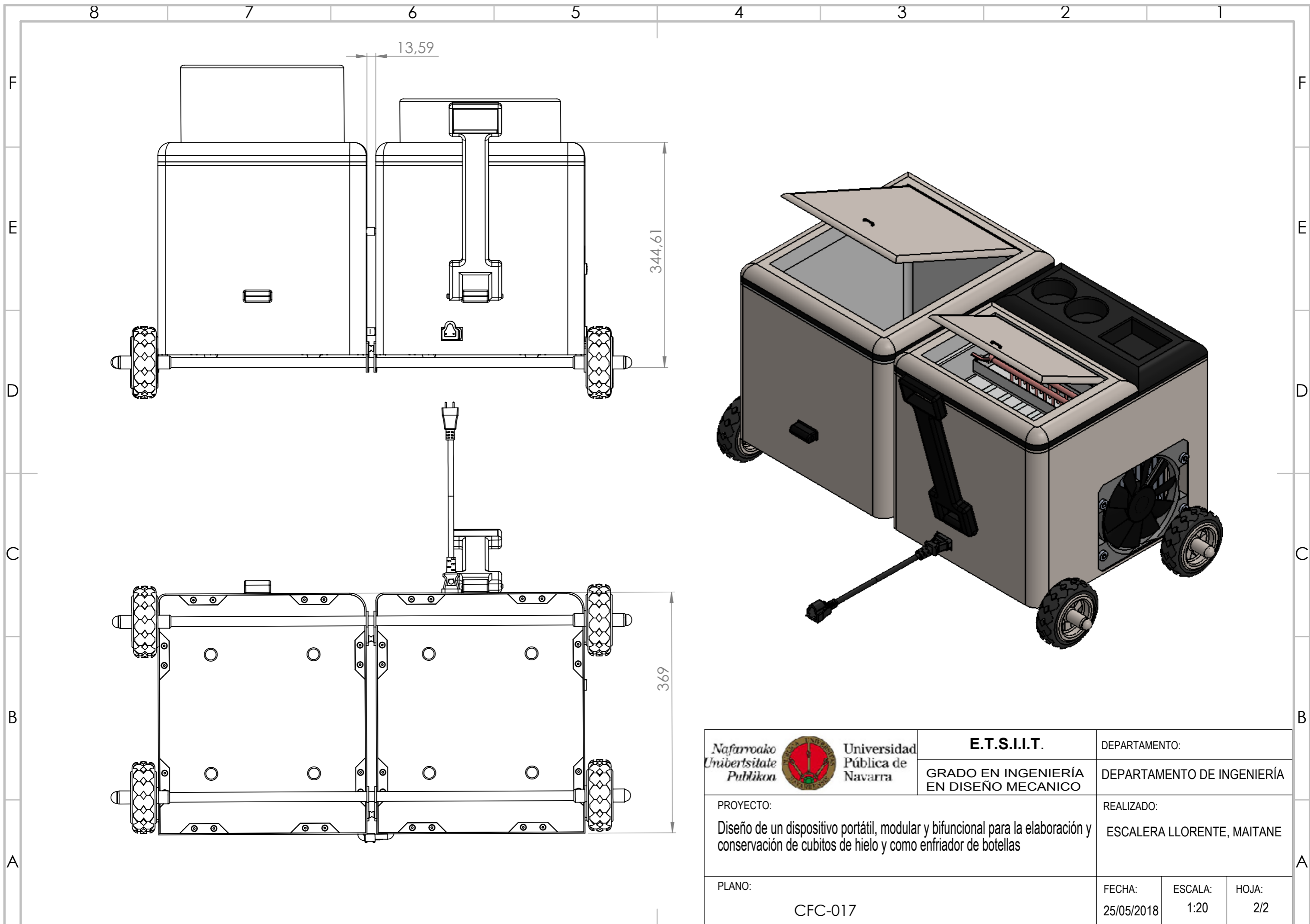



<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE
PLANO: CFC-000	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5
		HOJA: 1/1

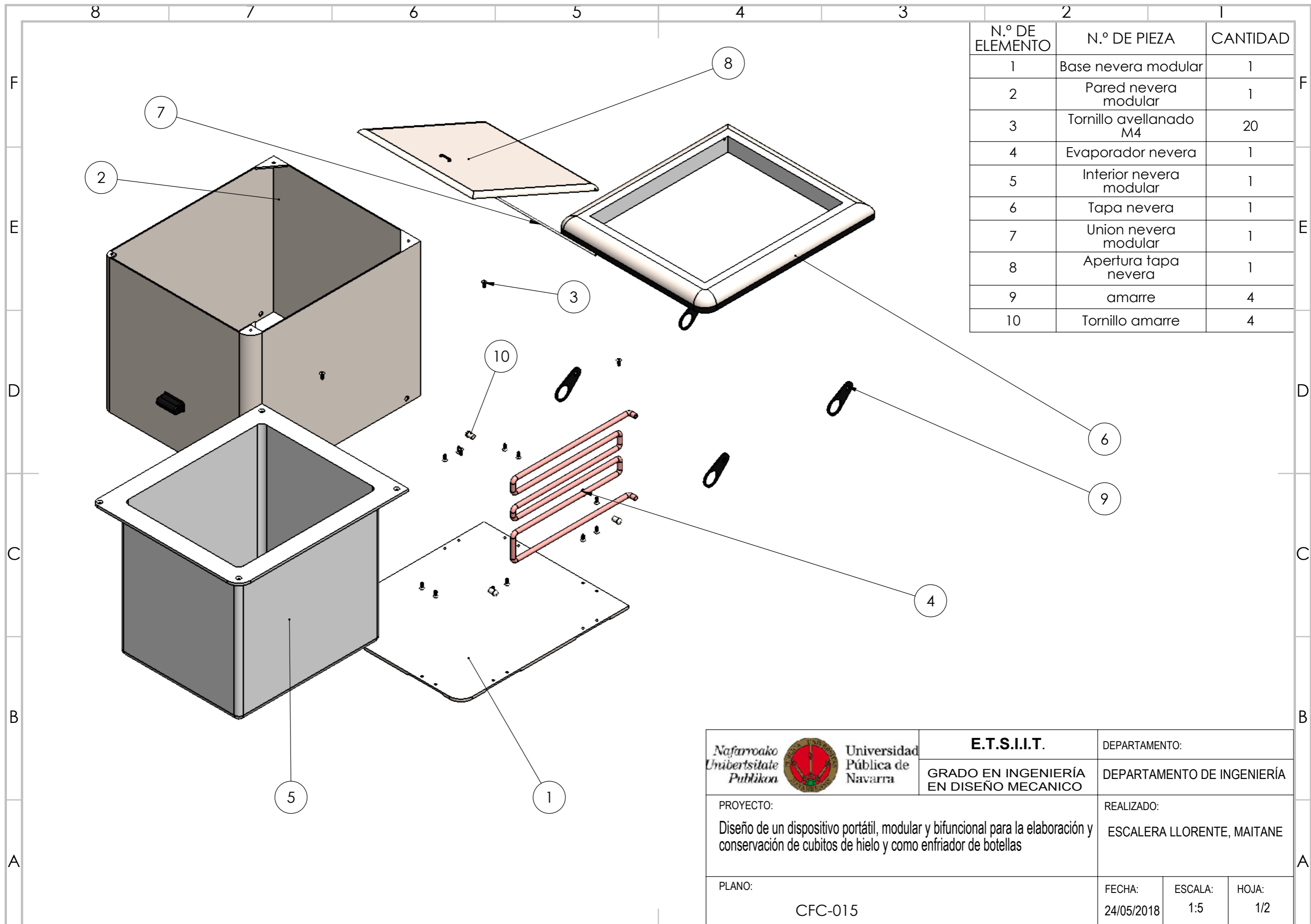


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Fabricador de hielo	1
2	Nevera modular	1
3	Barra estensible dos	2
4	amarre	4
5	Tornillo amarre	4
6	Ruedas	4
7	Acoplamiento nevera a sistema	1


<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-016			FECHA: 25/05/2018	ESCALA: 1:5
			HOJA: 1/2	

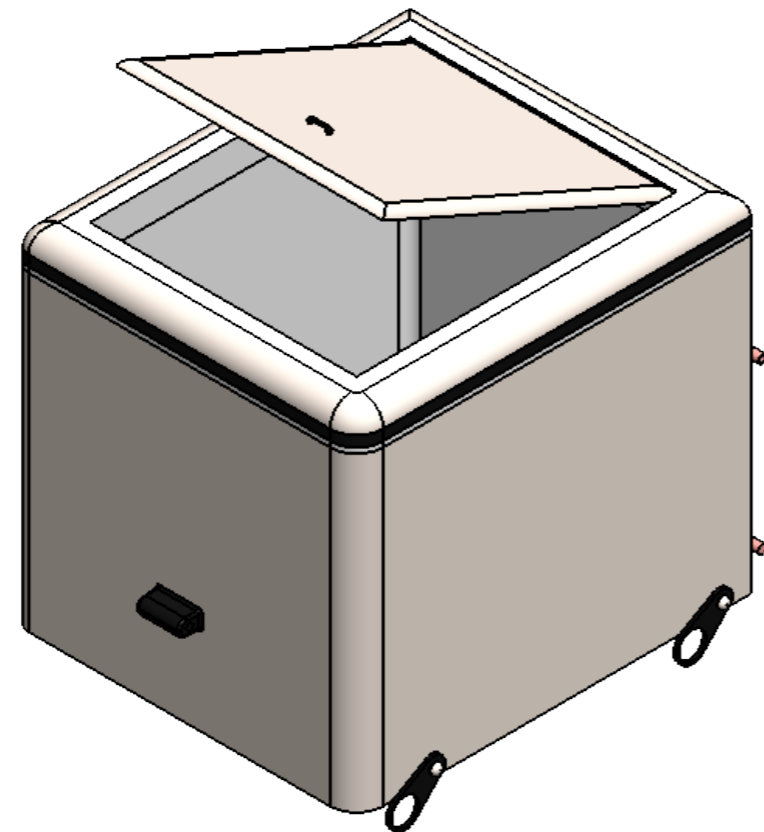
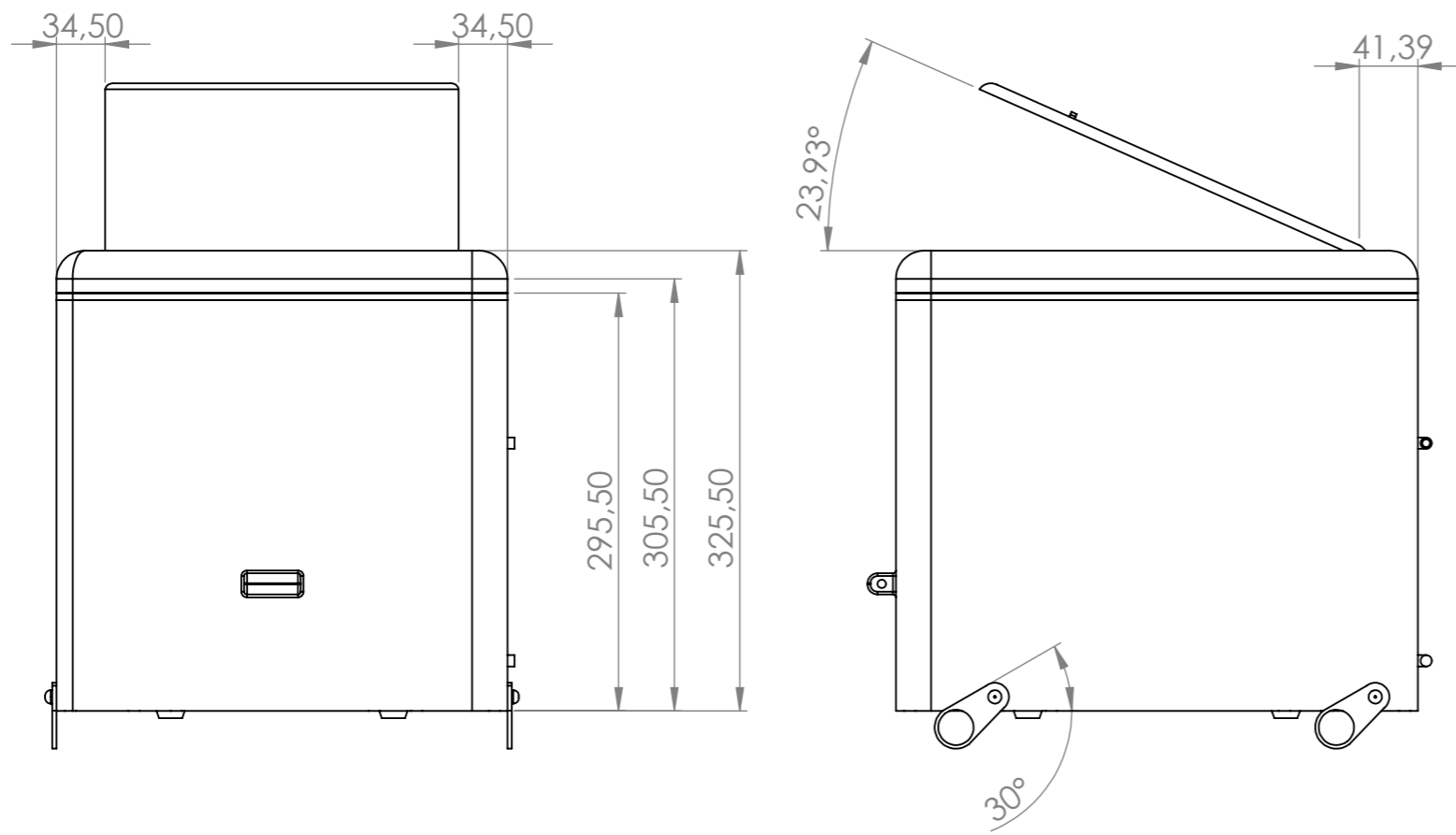



Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-017	FECHA: 25/05/2018	ESCALA: 1:20	HOJA: 2/2

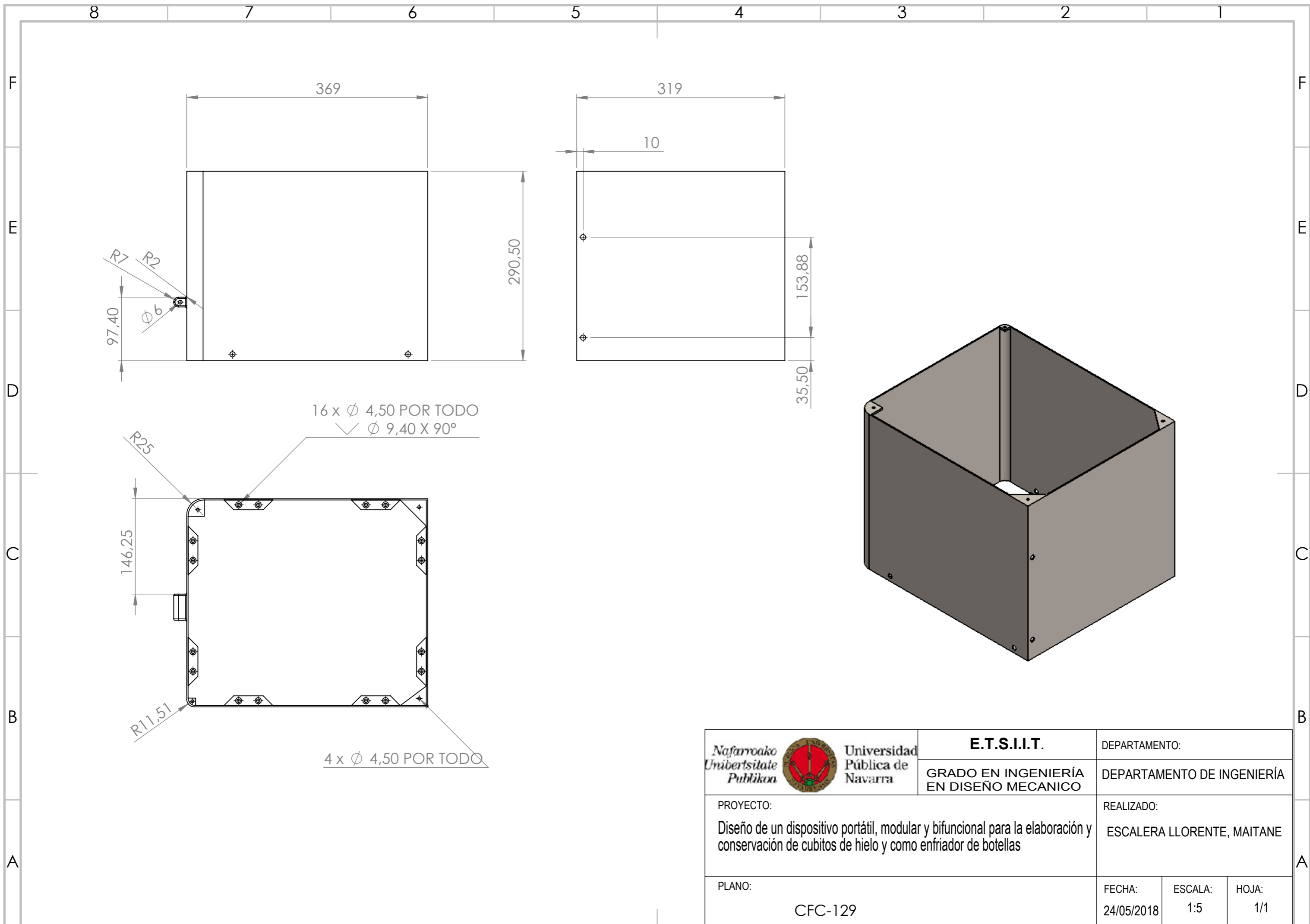


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Base nevera modular	1
2	Pared nevera modular	1
3	Tornillo avellanado M4	20
4	Evaporador nevera	1
5	Interior nevera modular	1
6	Tapa nevera	1
7	Union nevera modular	1
8	Apertura tapa nevera	1
9	amarre	4
10	Tornillo amarre	4

<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-015	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/2



Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-016	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 2/2




R7
R2
Ø6
97,40

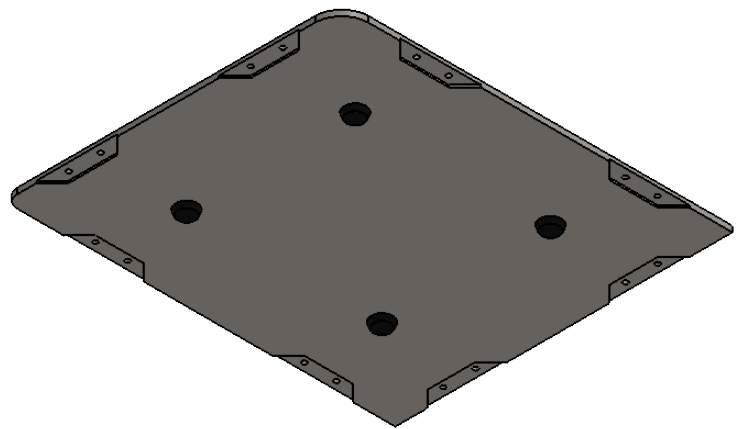
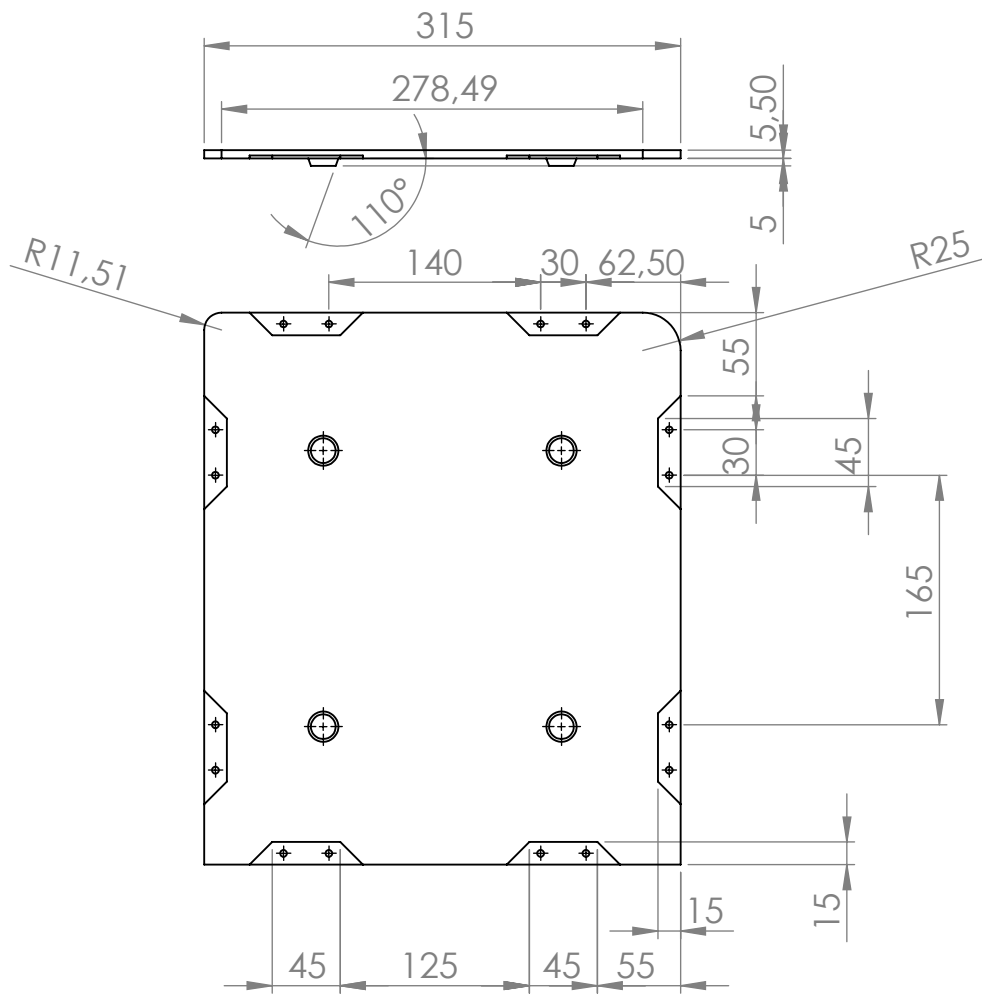
16 x Ø 4,50 POR TODO
∨ Ø 9,40 X 90°


R25
146,25

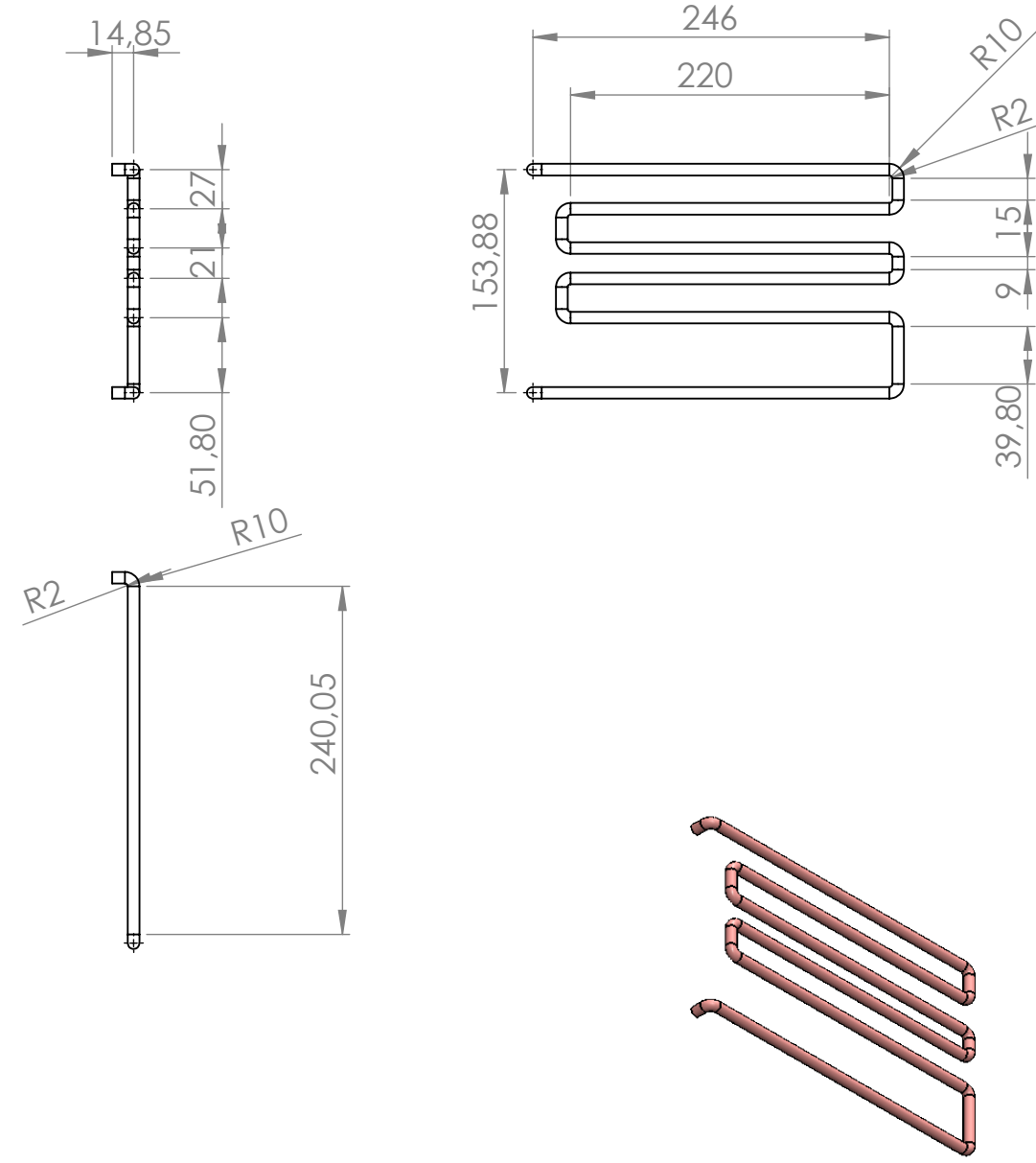
R11,51


4 x Ø 4,50 POR TODO

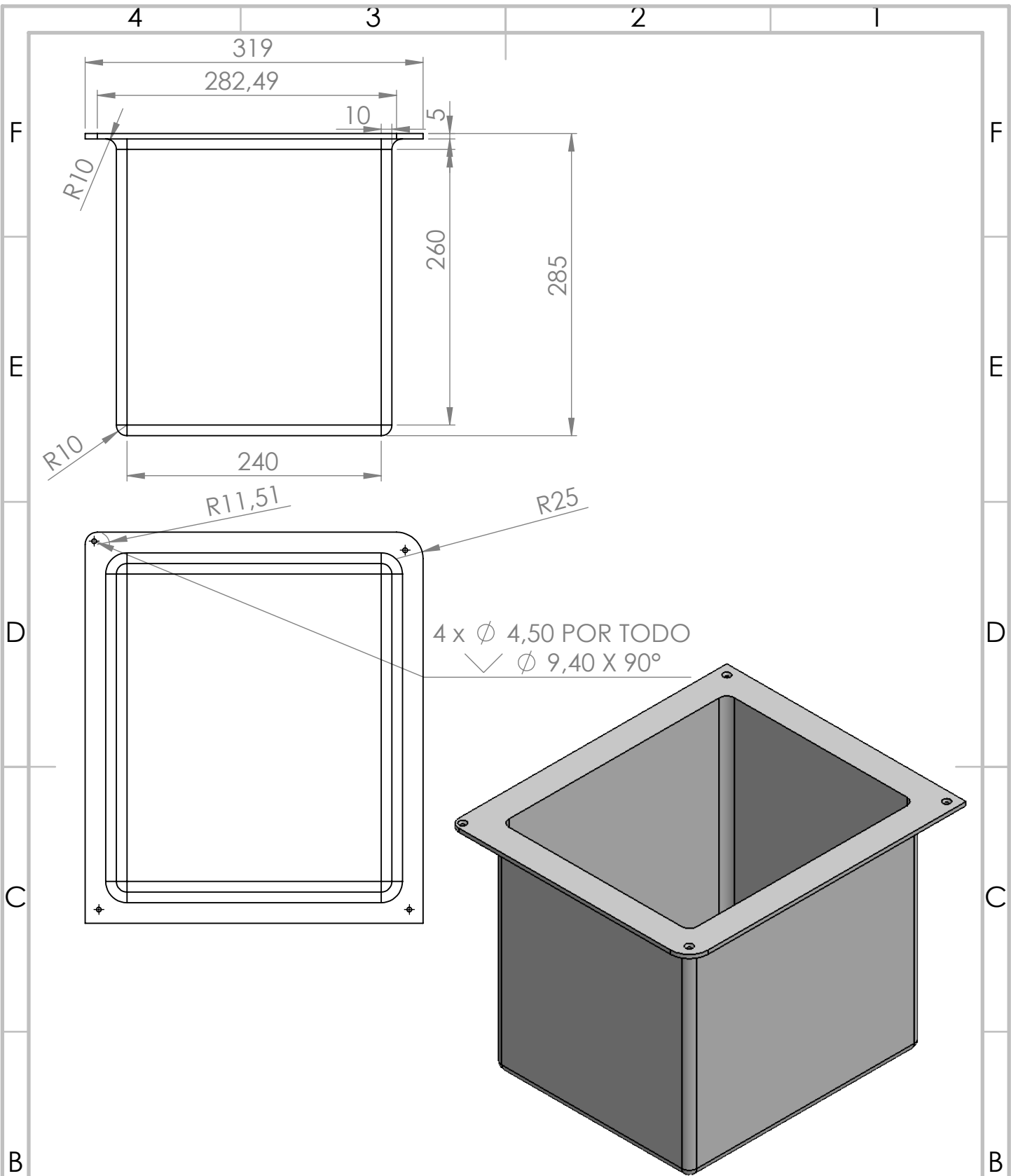
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-129	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1




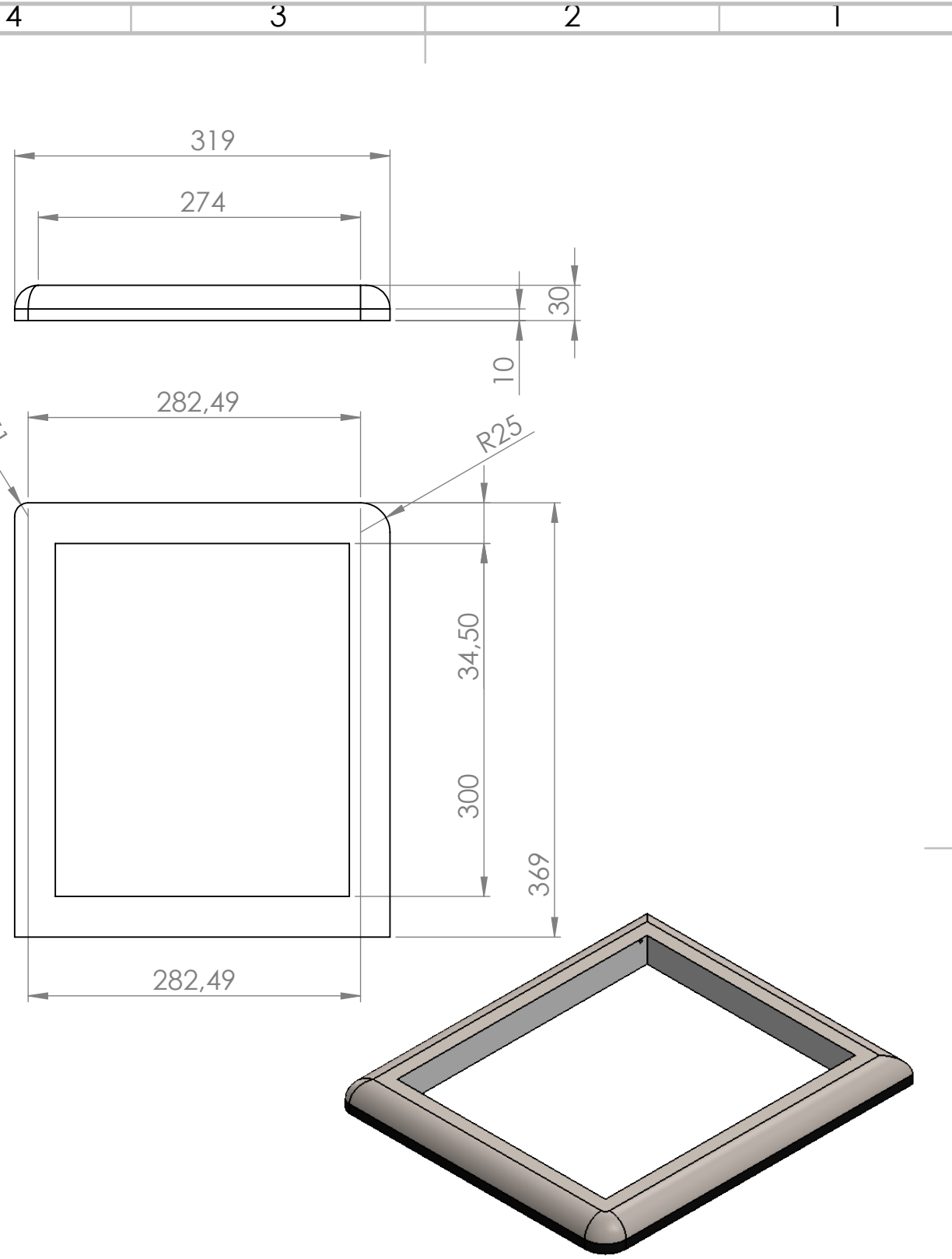
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-127			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1




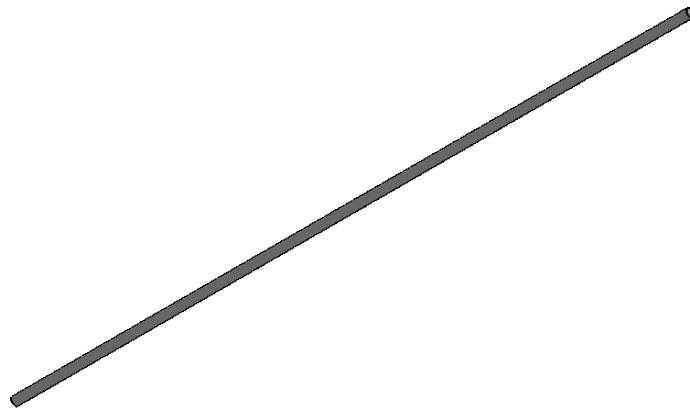
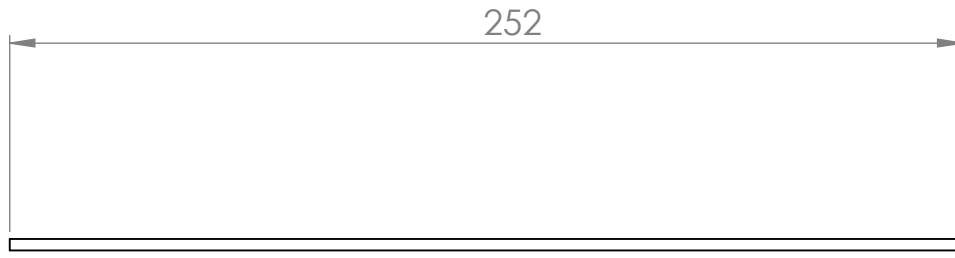
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-008			FECHA: 25/05/2018	ESCALA: 1:5 HOJA: 1/1




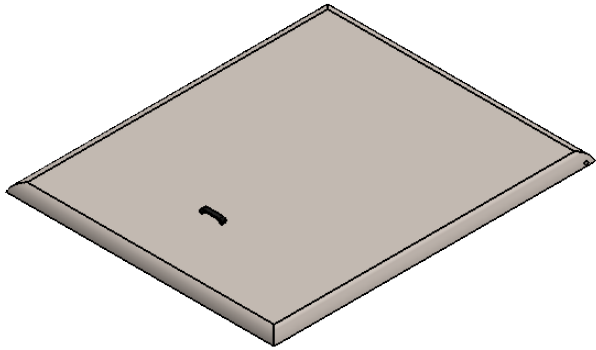
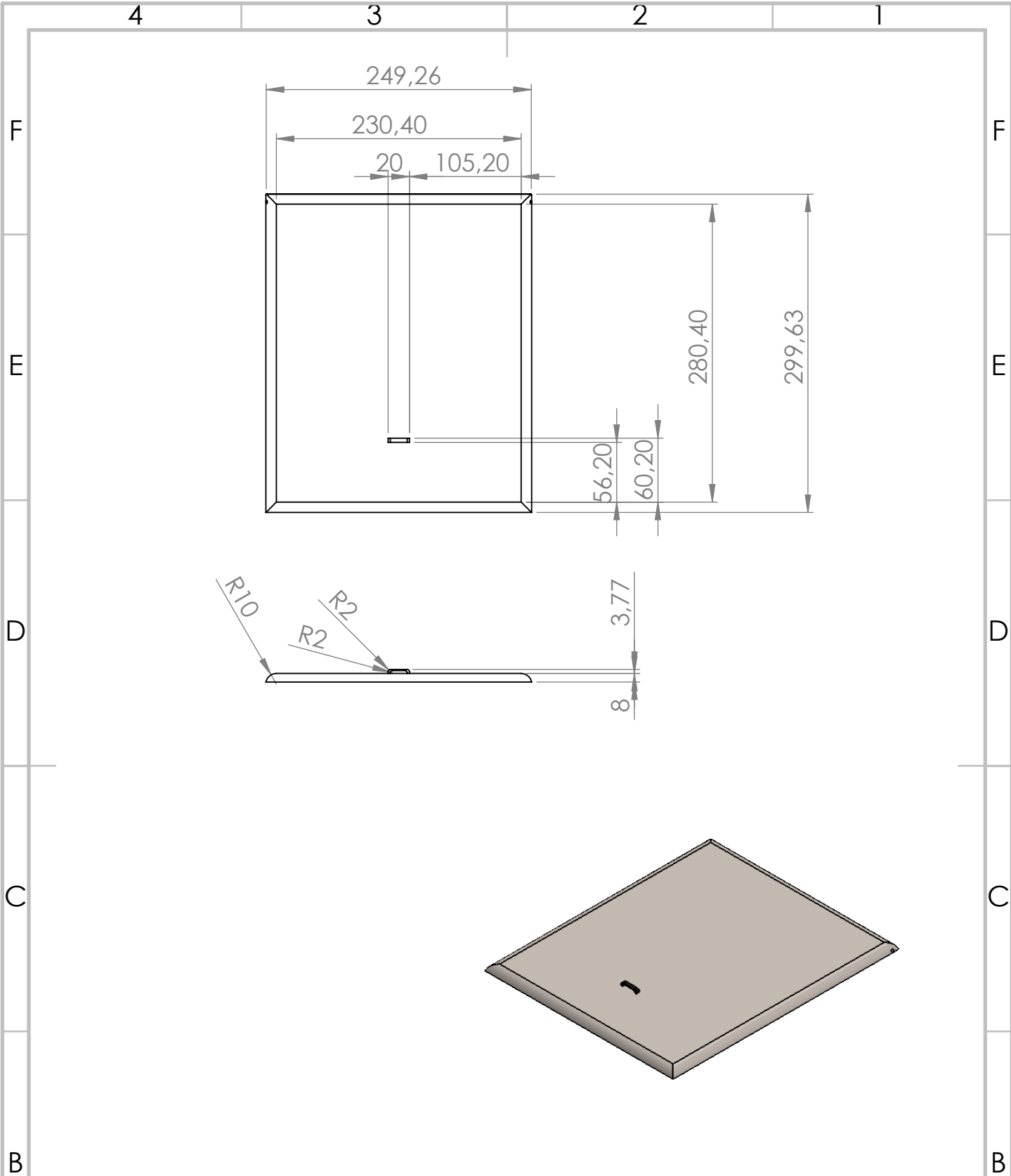
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-128			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1




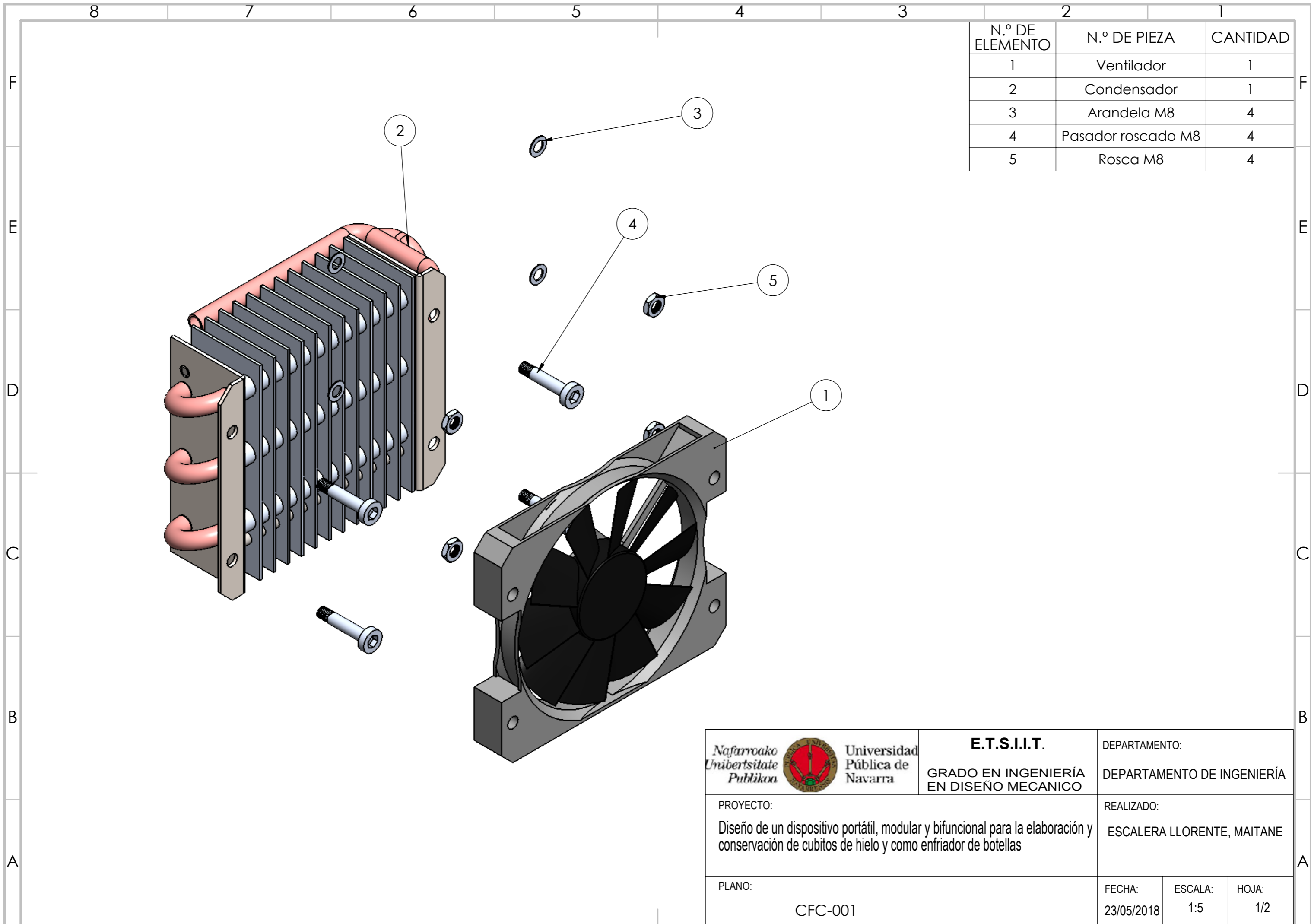
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-130		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1




 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-131		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1

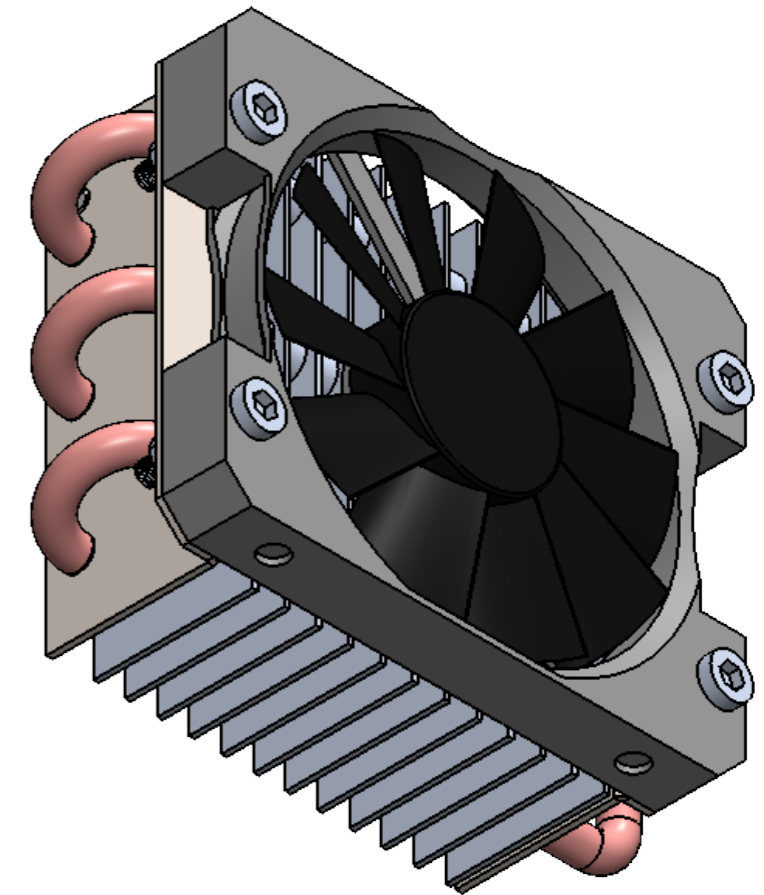
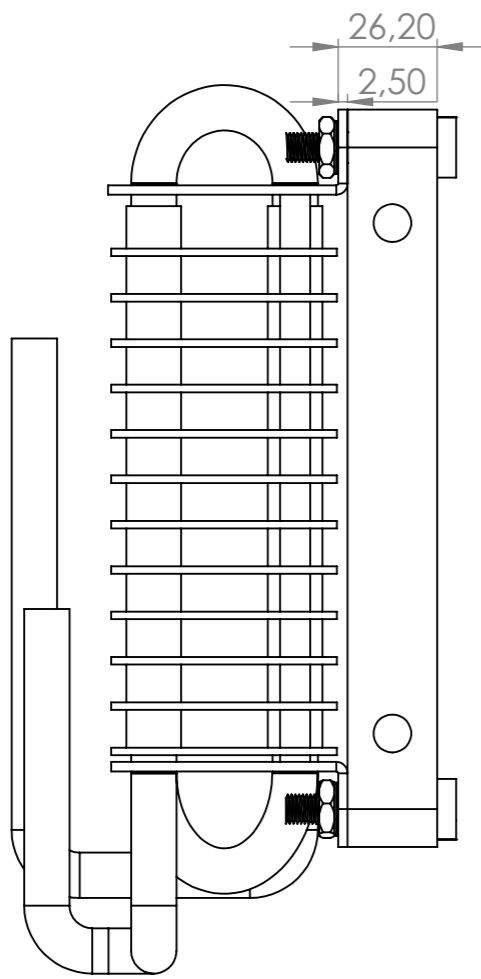
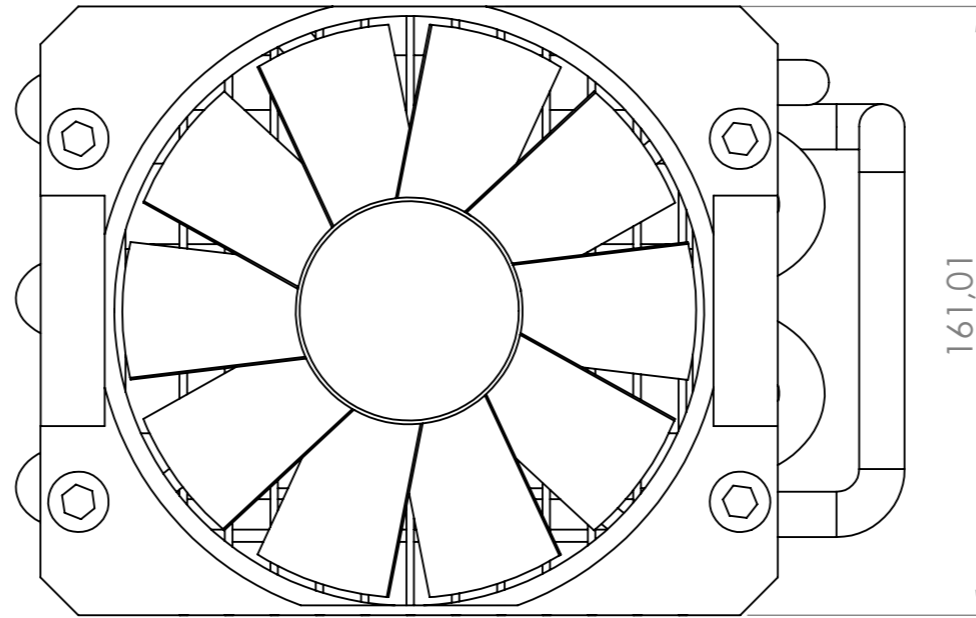
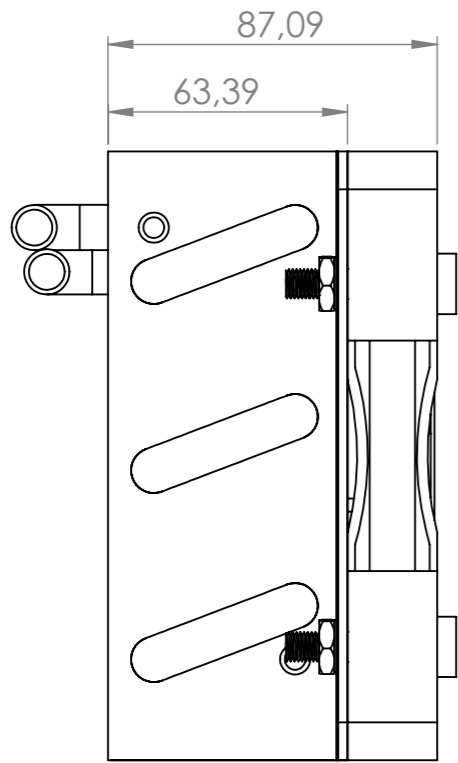



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-126			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5
			HOJA: 1/1	

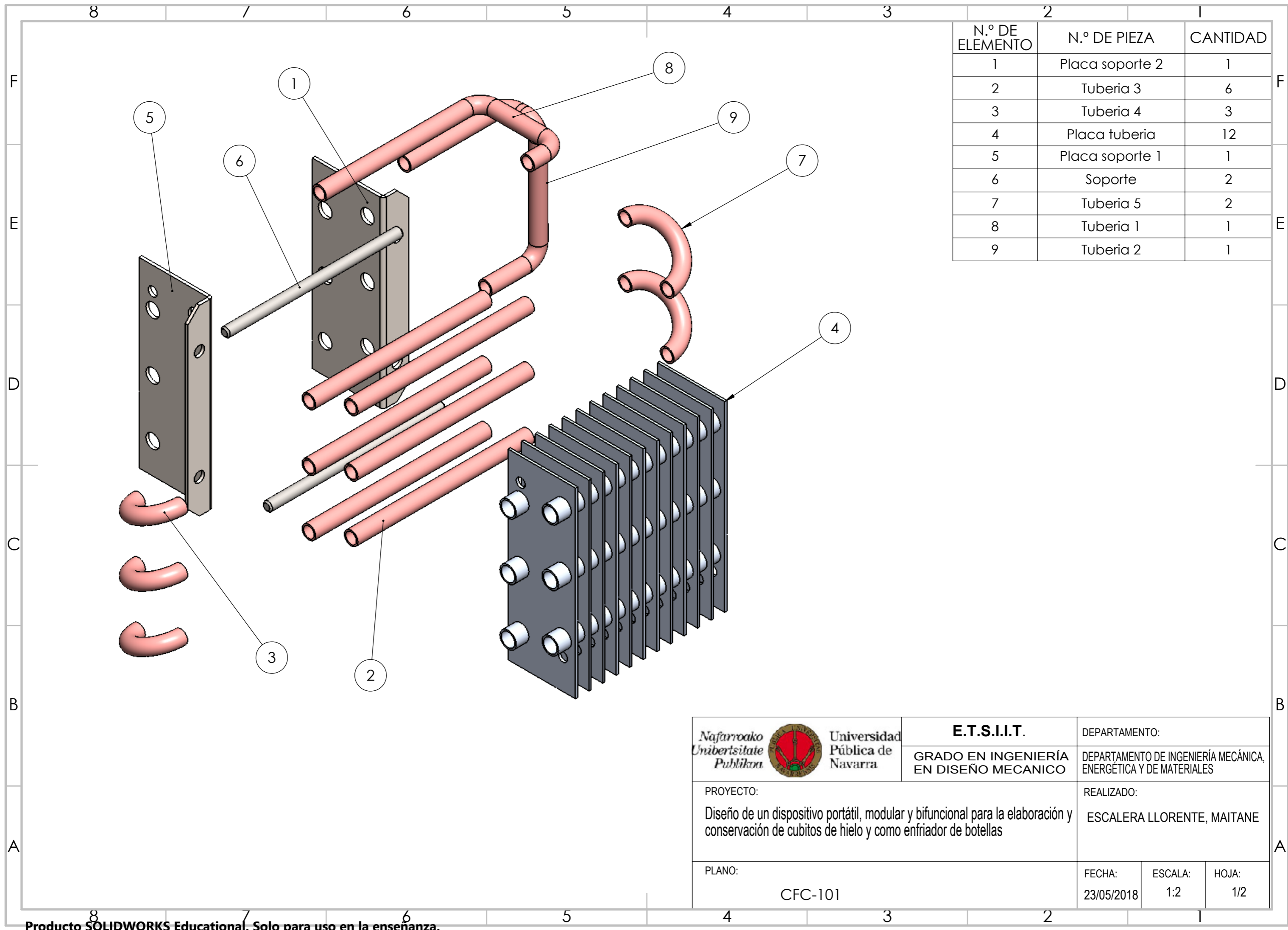


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Ventilador	1
2	Condensador	1
3	Arandela M8	4
4	Pasador roscado M8	4
5	Rosca M8	4


Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-001	FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/2

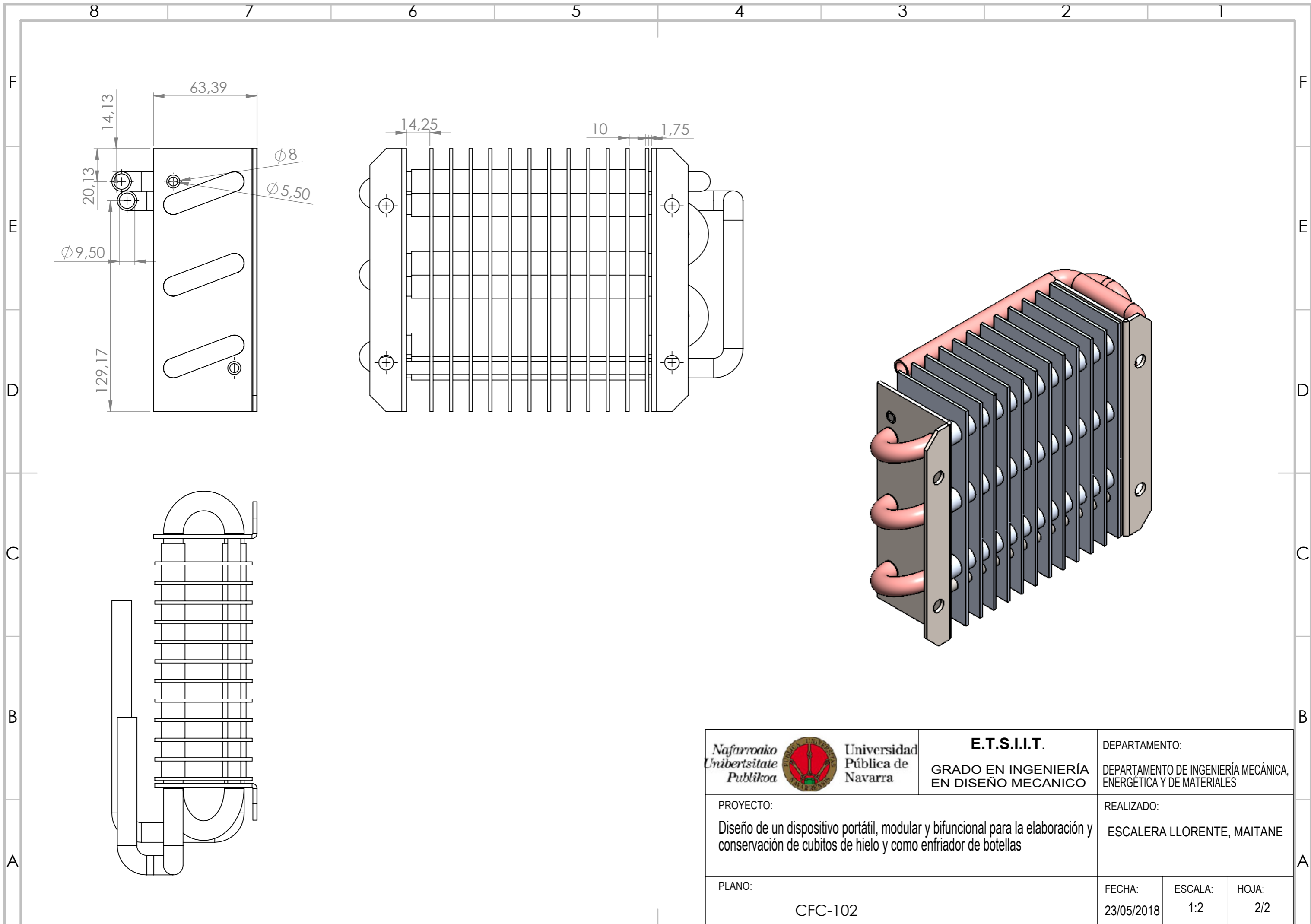



Nafarroako Unibertsitate Publikoa	 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
		GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE			
PLANO: CFC-002		FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 2/2	

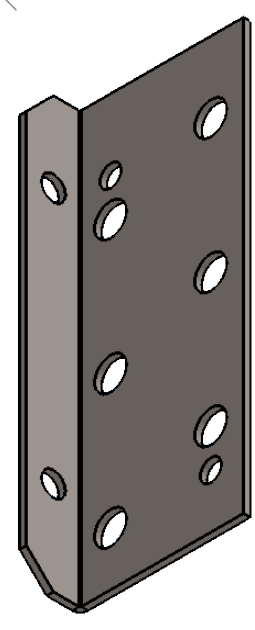
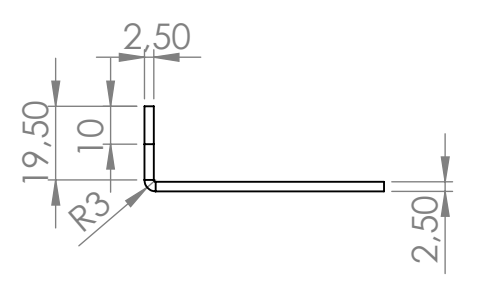
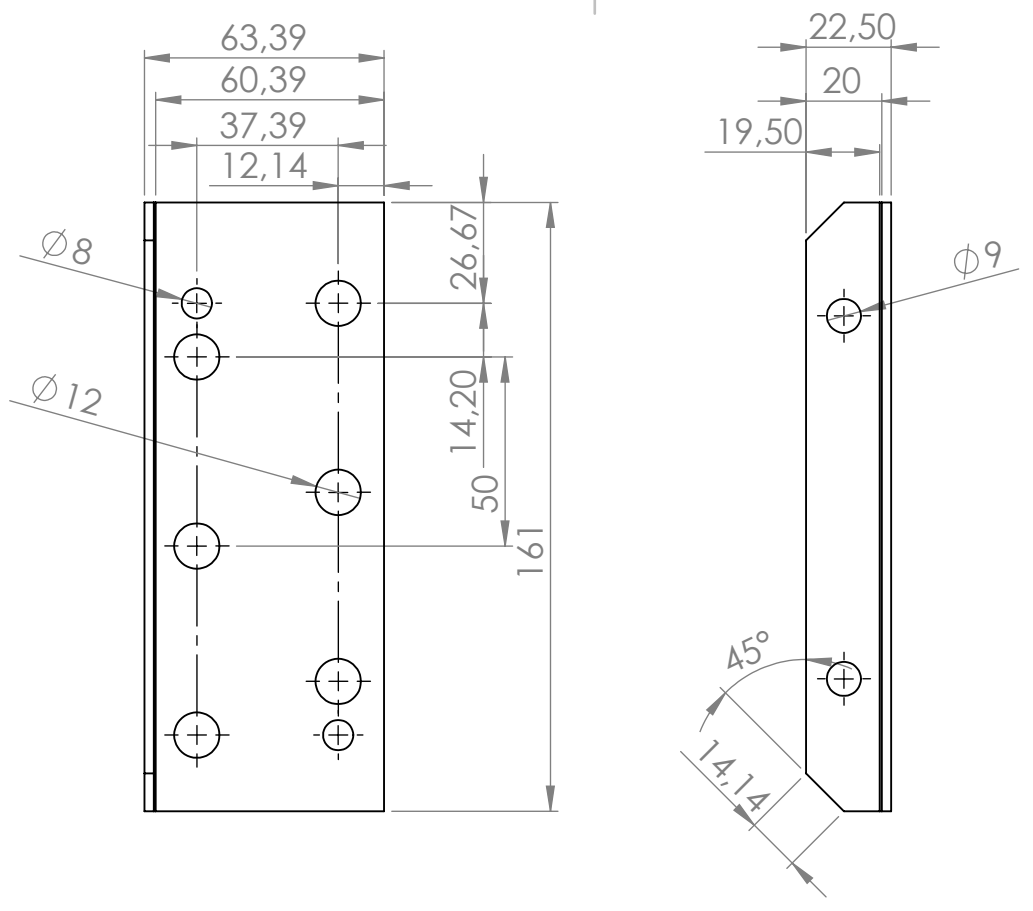



N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Placa soporte 2	1
2	Tubería 3	6
3	Tubería 4	3
4	Placa tubería	12
5	Placa soporte 1	1
6	Soporte	2
7	Tubería 5	2
8	Tubería 1	1
9	Tubería 2	1

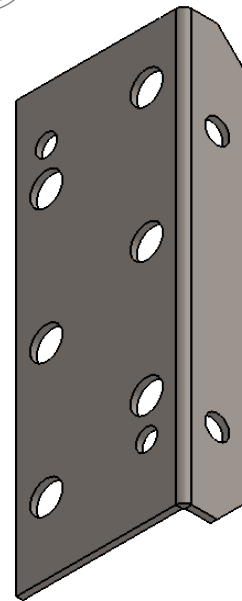
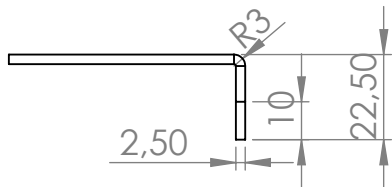
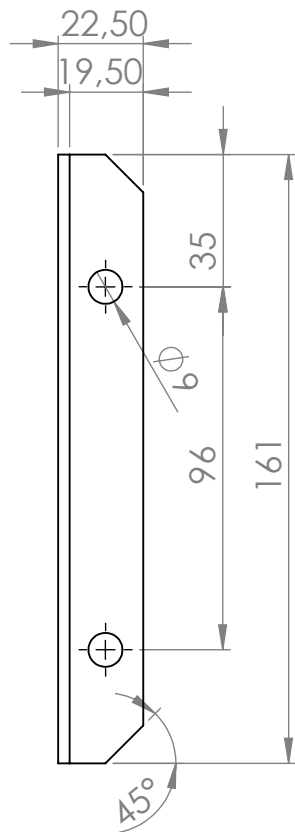
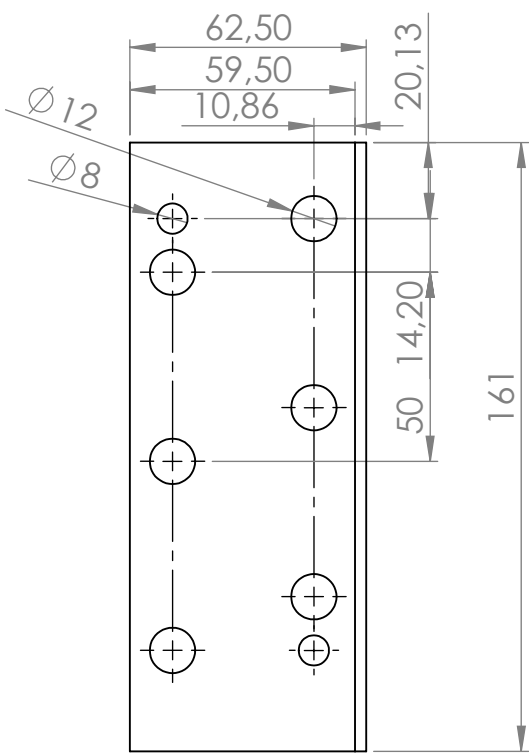
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-101	FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/2




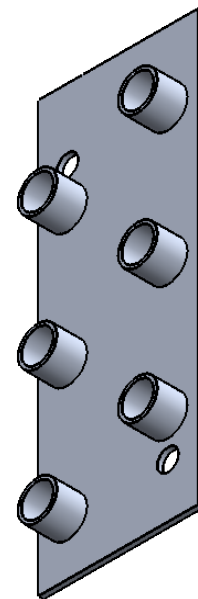
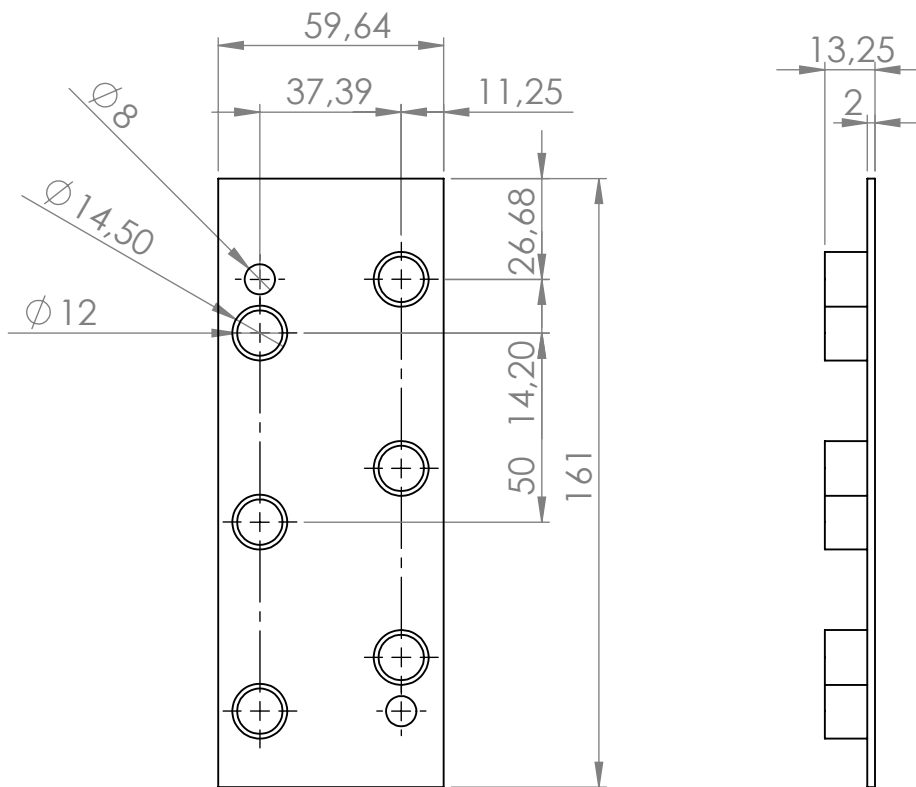
<p>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</p>  <p>Universidad Pública de Navarra</p>	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA, ENERGÉTICA Y DE MATERIALES	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO:	CFC-102	FECHA:	ESCALA:	HOJA:
		23/05/2018	1:2	2/2




 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-202			FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2
			HOJA: 1/1	



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-203			FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1

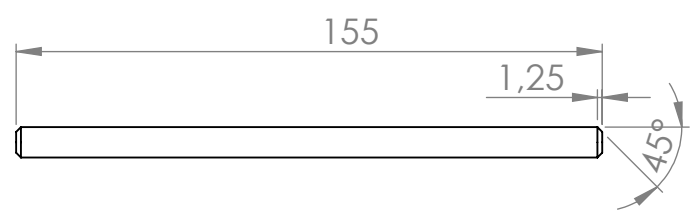
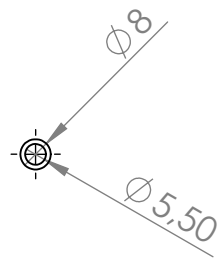


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-204			FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2
			HOJA: 1/1	

4 3 2 1

F

F

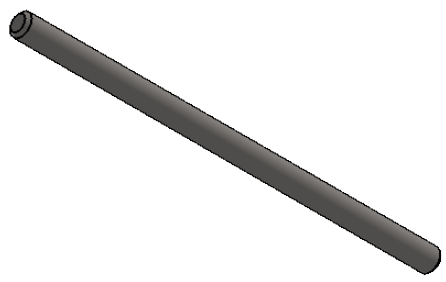


E

E

D

D



C

C

B

B

Nafarroako Unibertsitate Publikoa



Universidad Pública de Navarra

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

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

A

A

PLANO:

Hoja 1

FECHA:

23/05/2018

ESCALA:

1:2

HOJA:

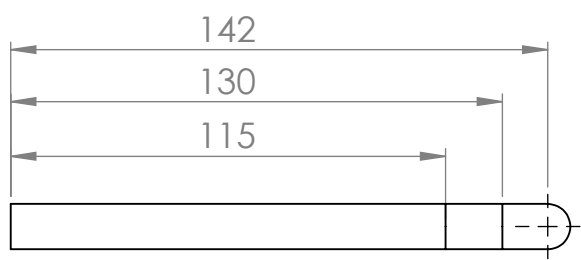
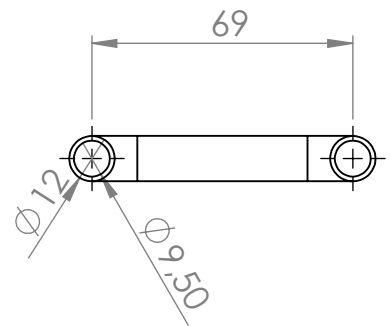
1/1

4 3 2 1

4 3 2 1

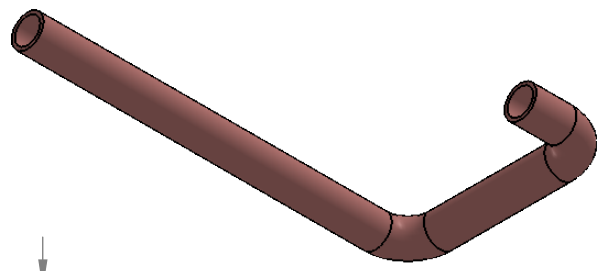
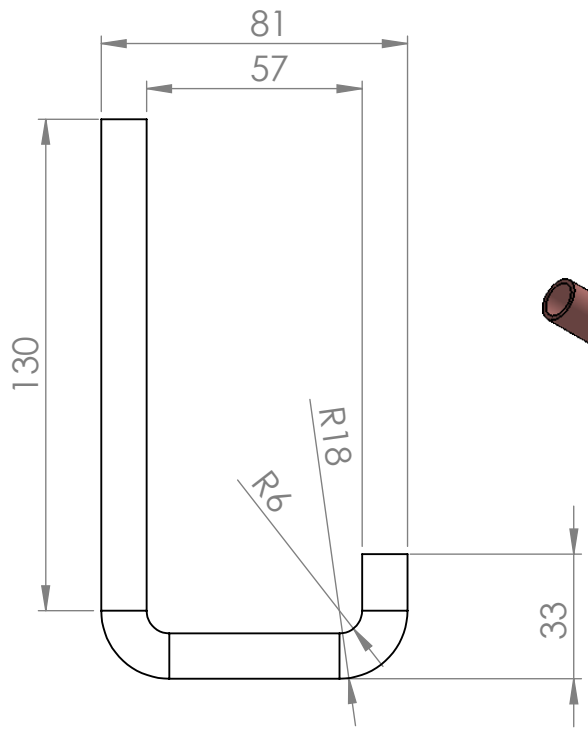
F

F



E

E



D

D

C

C

B

B

Nafarroako
Unibertsitate
Publikoa



Universidad
Pública de
Navarra

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

DEPARTAMENTO:

GRADO EN INGENIERÍA
EN DISEÑO MECANICO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

A

A

PLANO:

CFC-206

FECHA:

23/05/2018

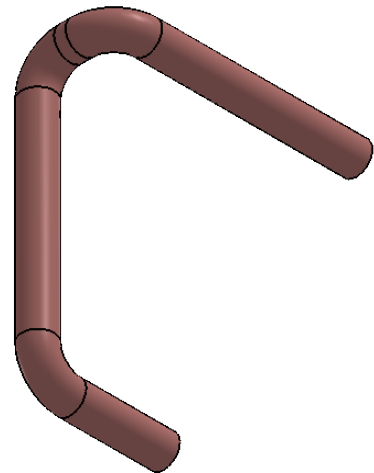
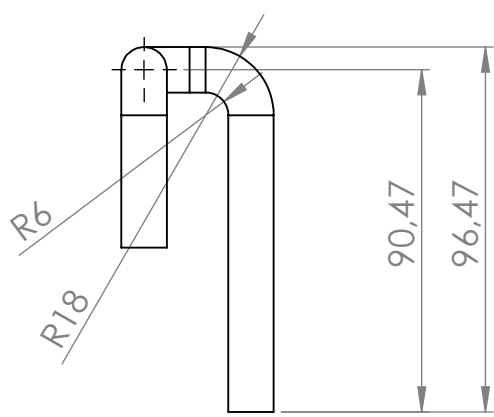
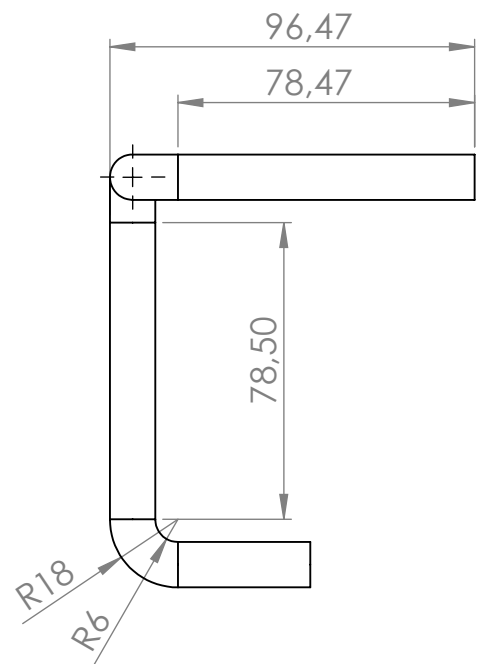
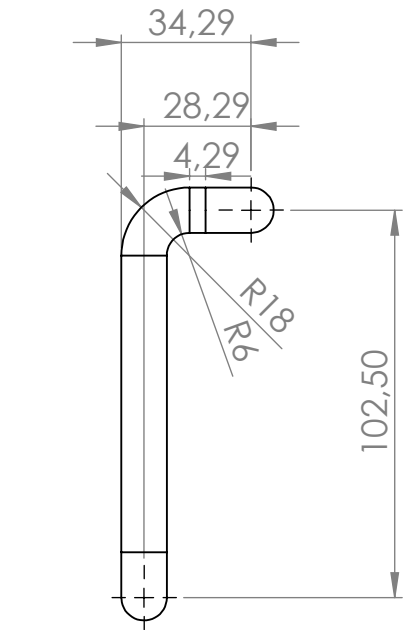
ESCALA:

1:2

HOJA:

1/1

4 3 2 1




Universidad Pública de Navarra

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

DEPARTAMENTO:

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-207

FECHA:

23/05/2018

ESCALA:

1:2

HOJA:

1/1

4 3 2 1

F

F

E

E

D

D

C

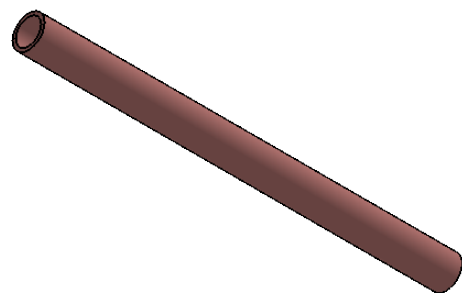
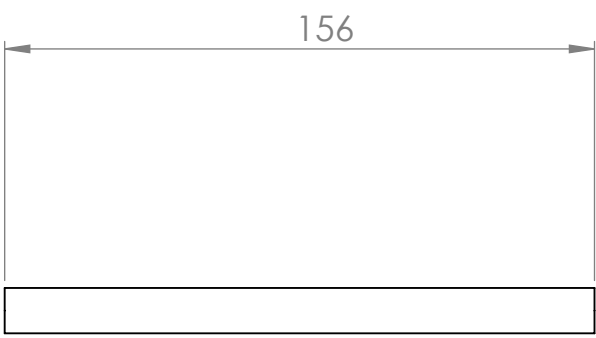
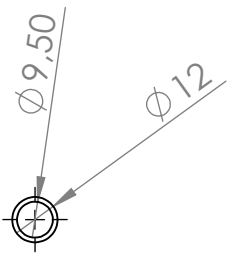
C


B

B

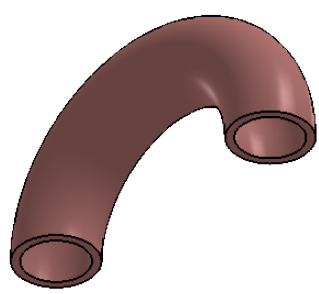
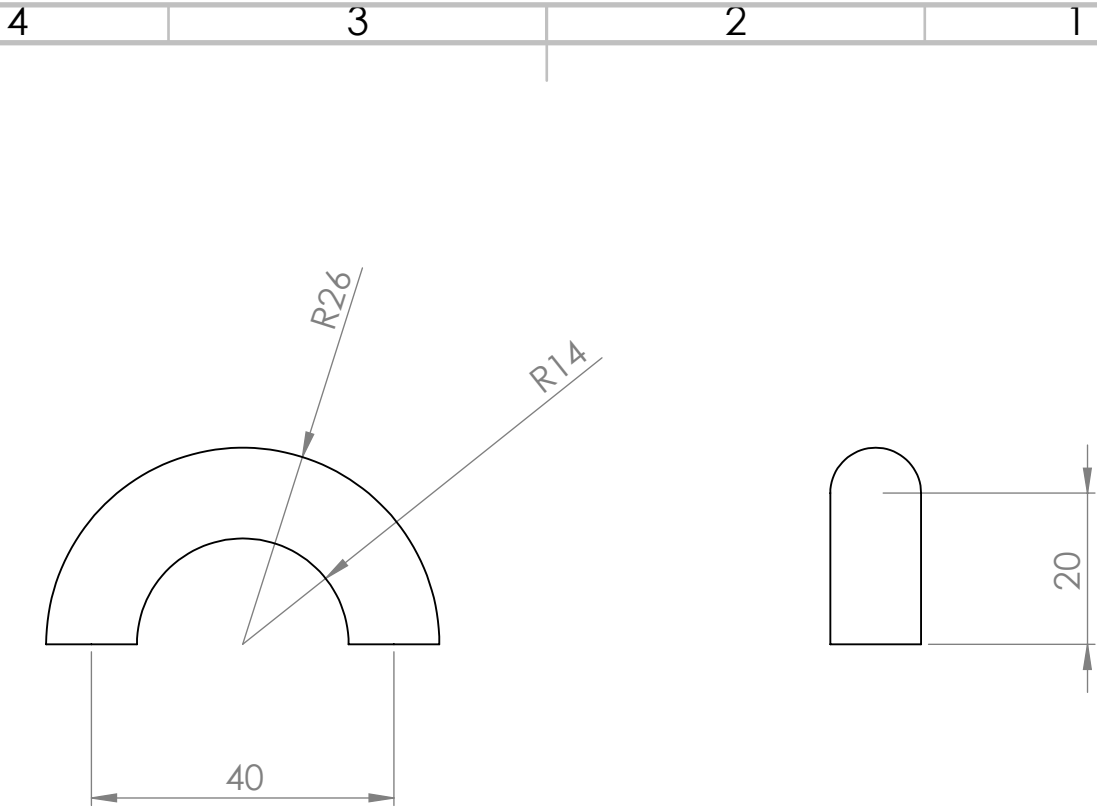
A


A

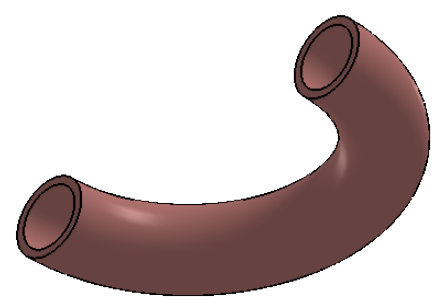
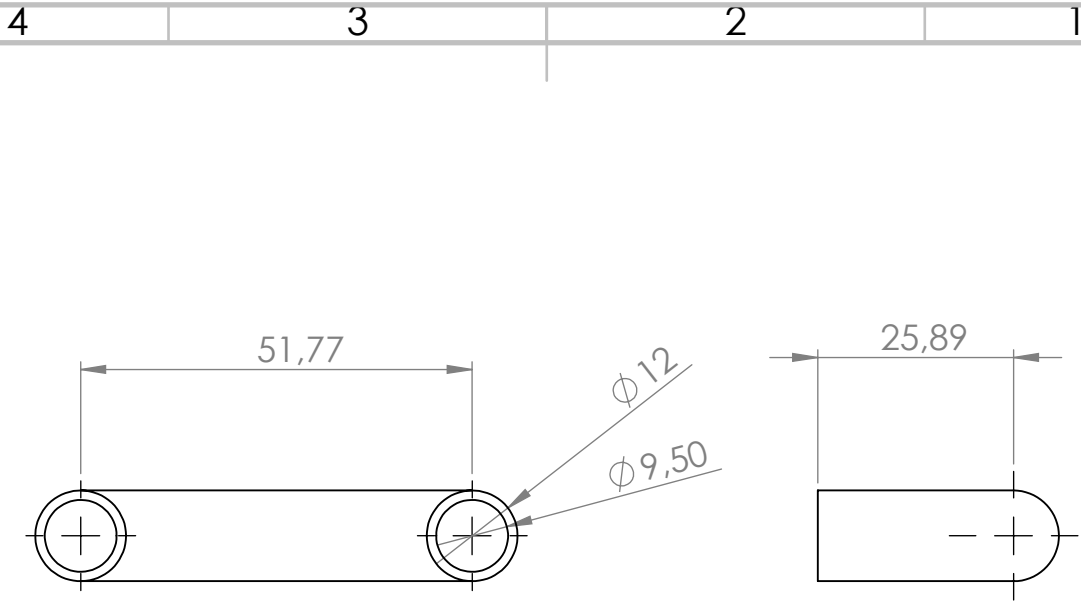



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-208		FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1

4 3 2 1

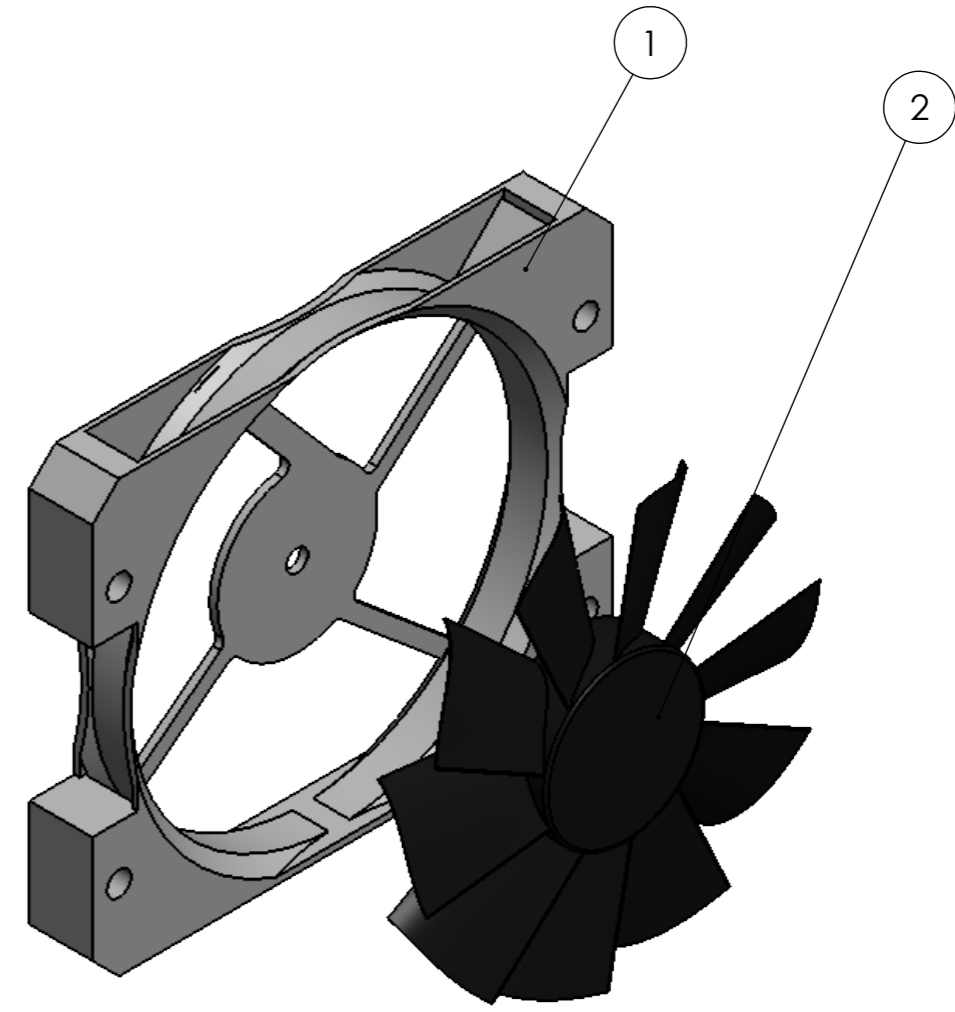
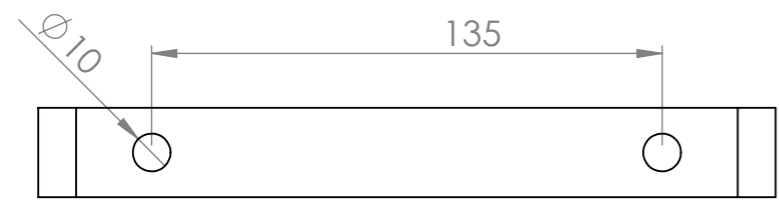
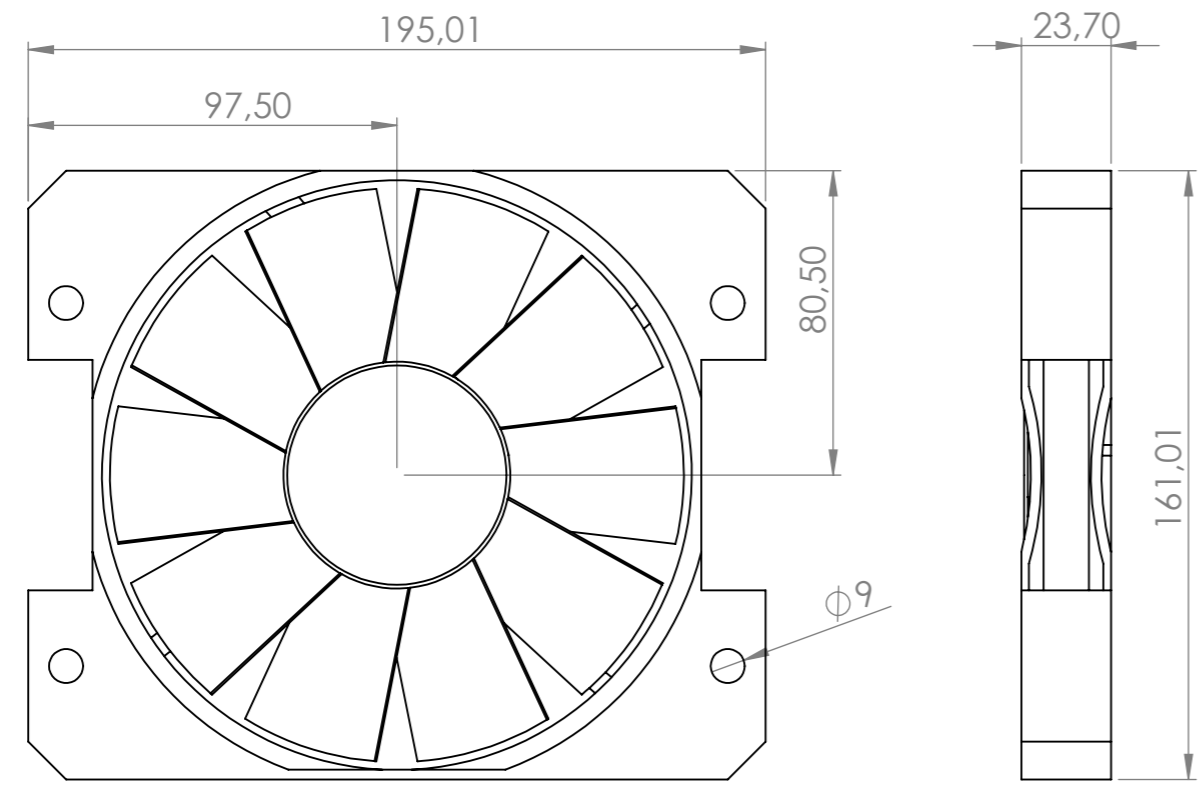



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-209			FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:1
			HOJA: 1/1	

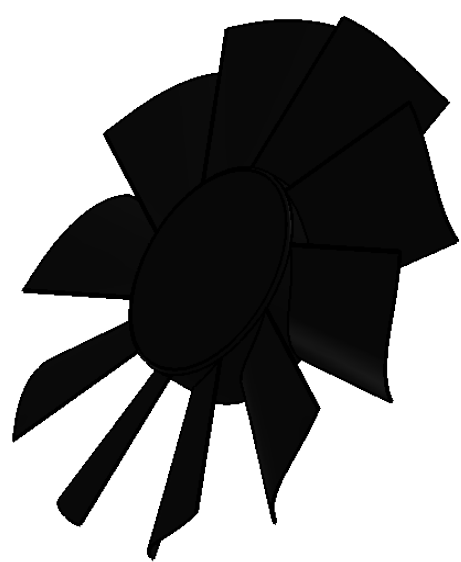
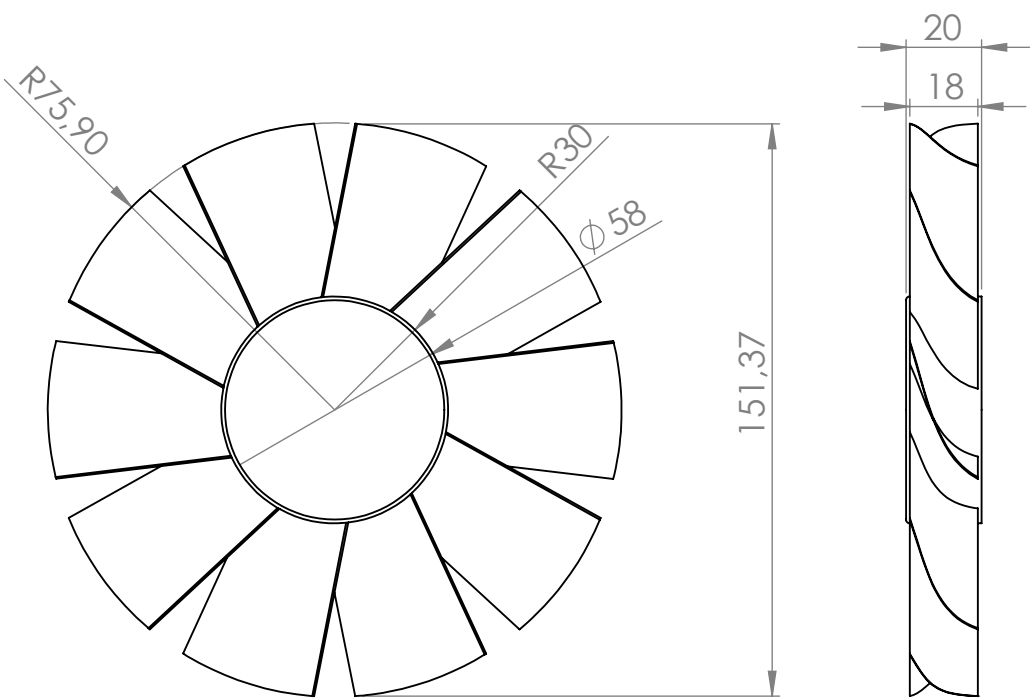



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-210			FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:1
			HOJA: 1/1	

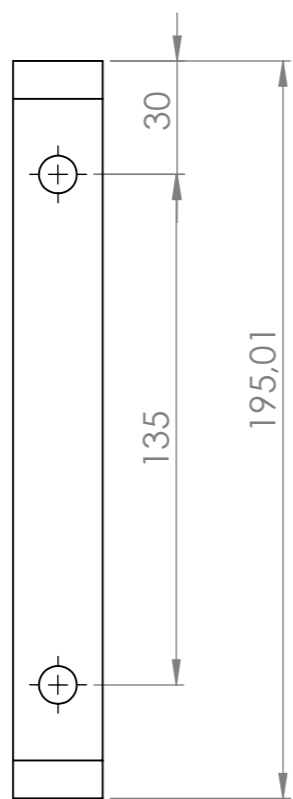
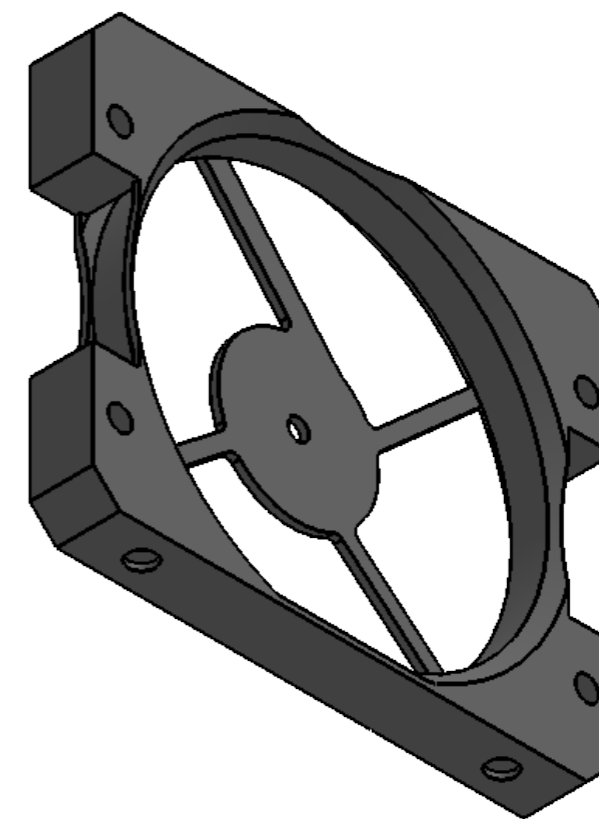
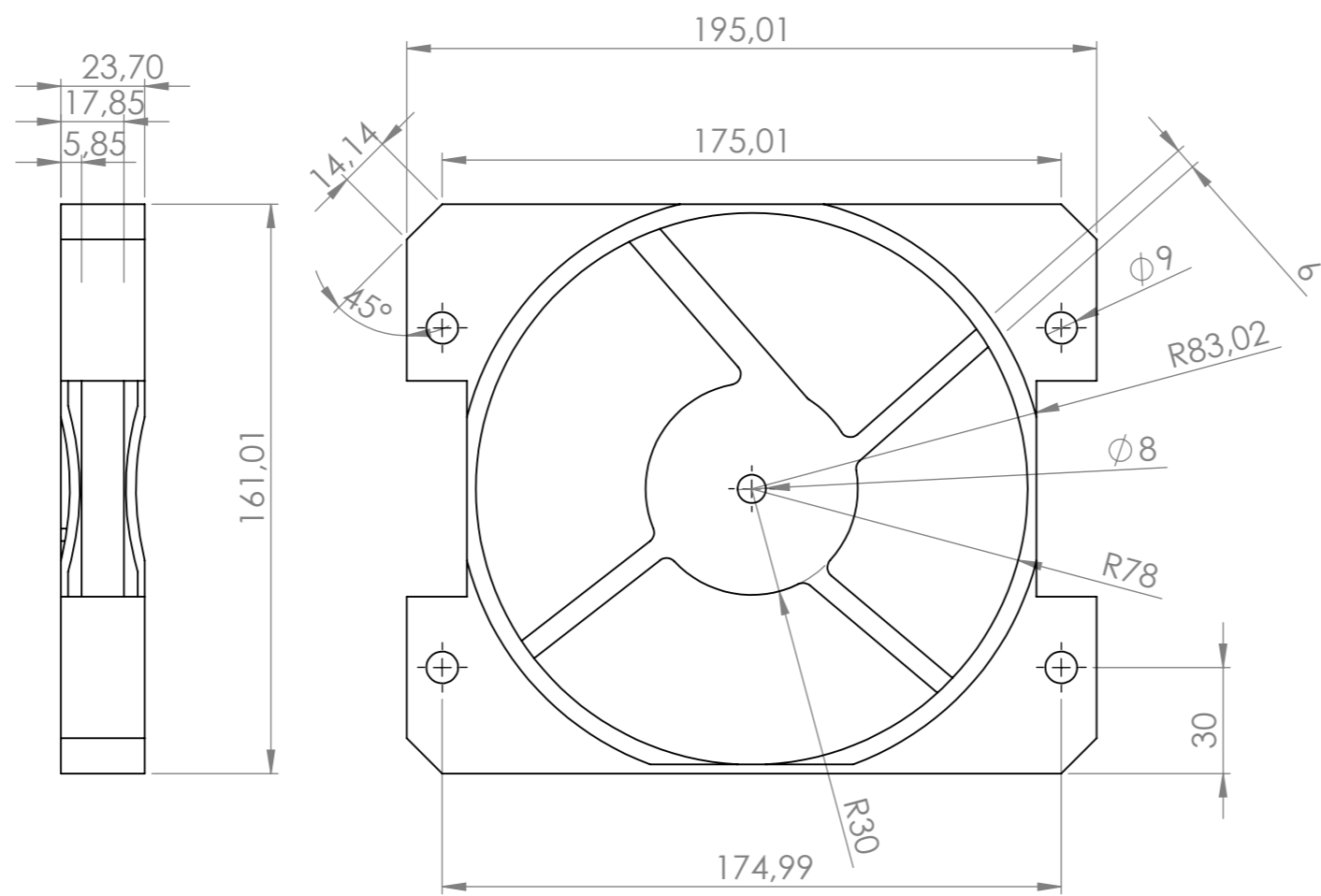
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Cuerpo ventilador	1
2	Hélice ventilador	1




 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-100	FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1

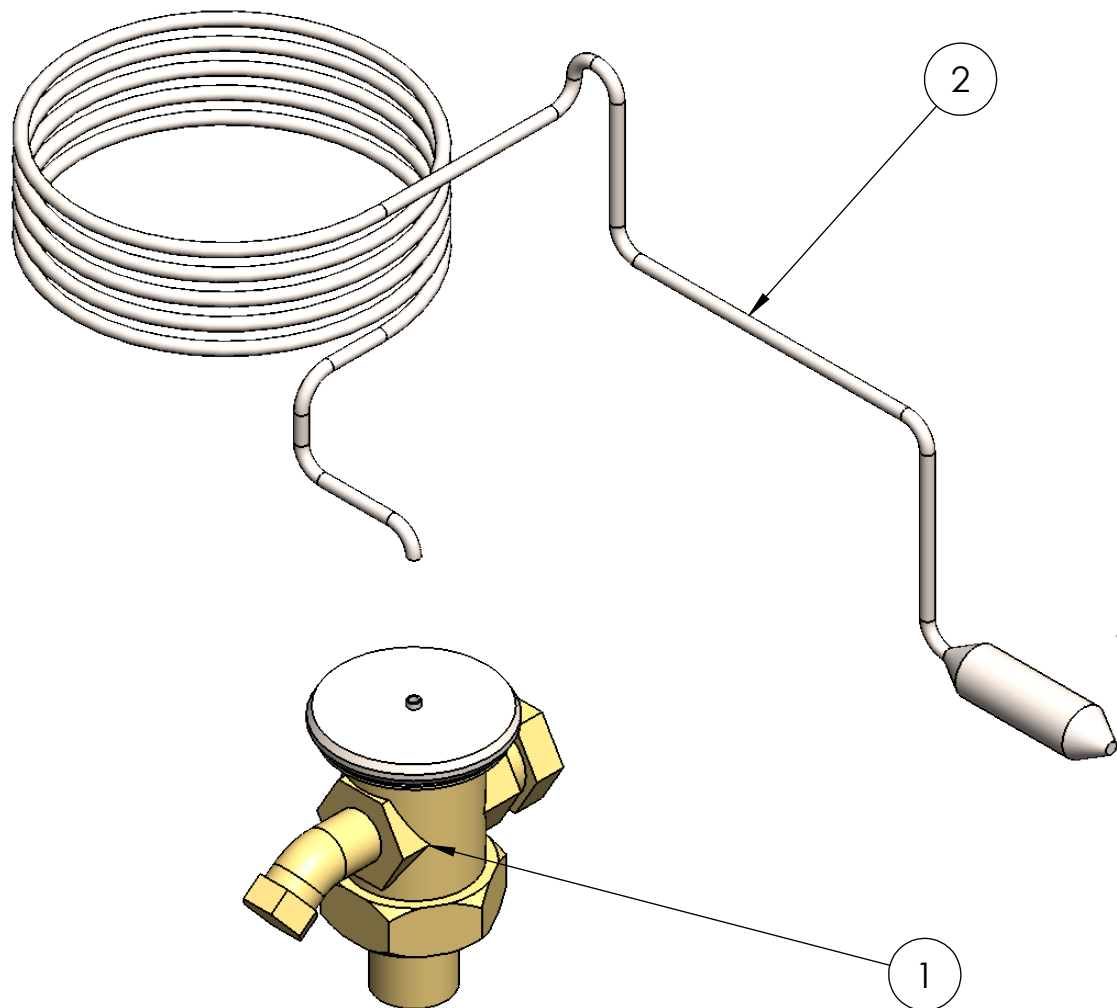


 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-201			FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2
			HOJA: 1/1	



Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-200	FECHA: 23/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Cuerpo valvula	1
2	Bulbo	1



Nafarroako Unibertsitate Publikoa

 Universidad Pública de Navarra

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

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-003

FECHA:

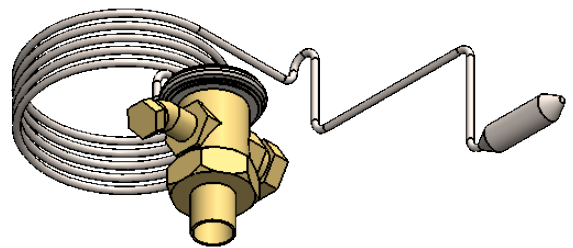
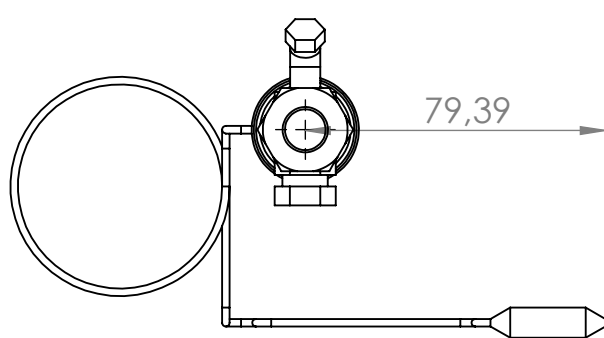
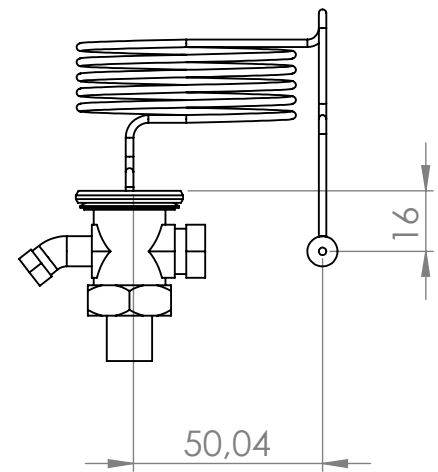
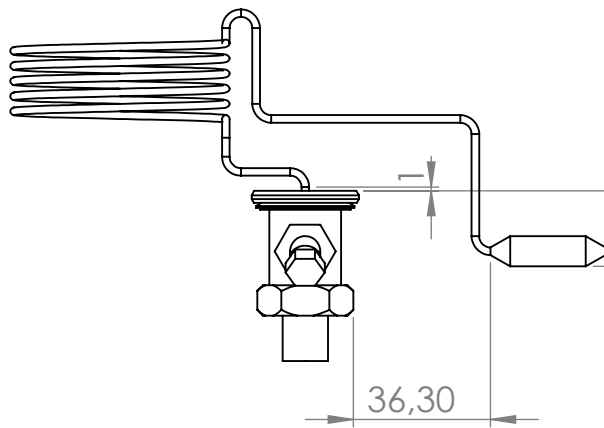
24/05/2018

ESCALA:

1:1

HOJA:

1/2



Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra

E.T.S.I.I.T.
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO

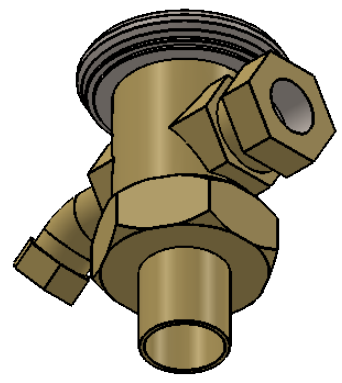
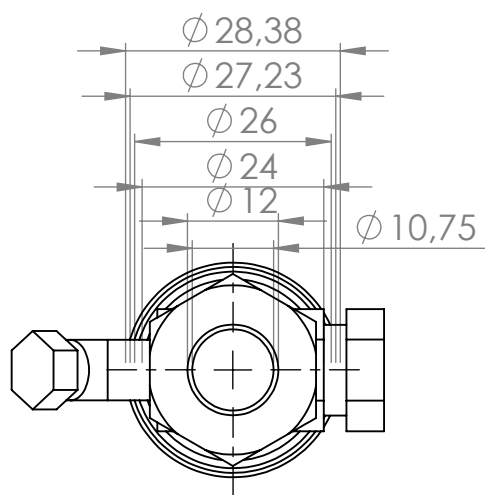
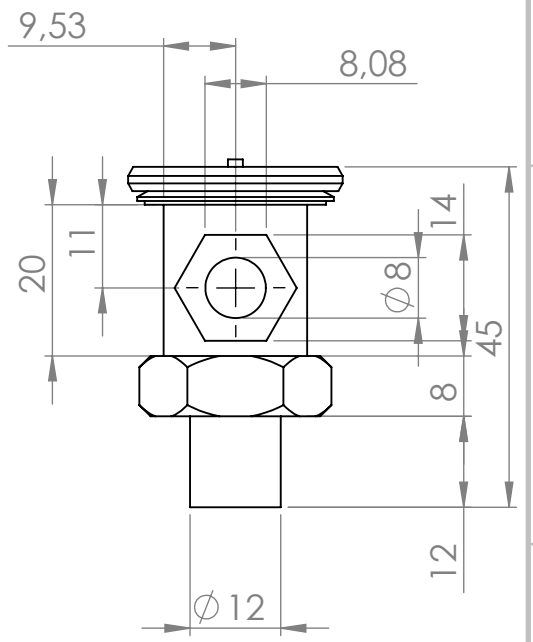
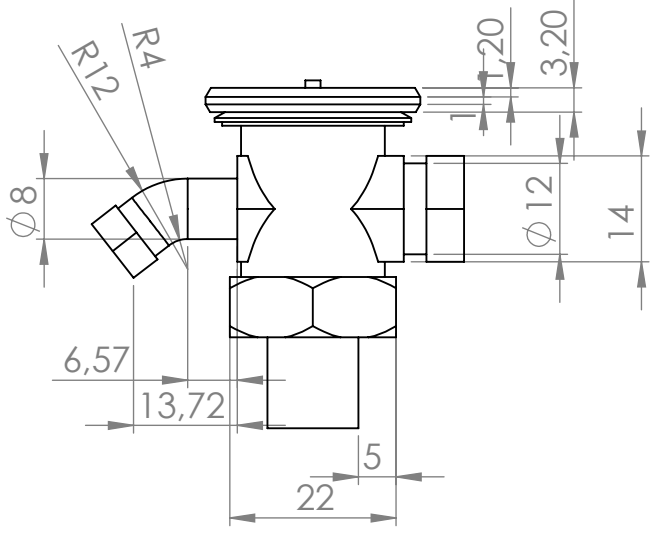
DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA


PROYECTO:
Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

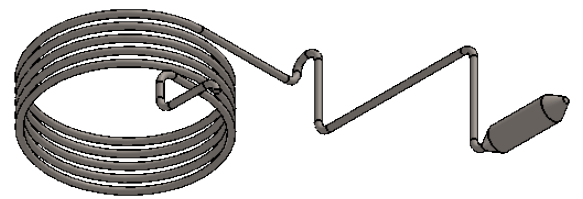
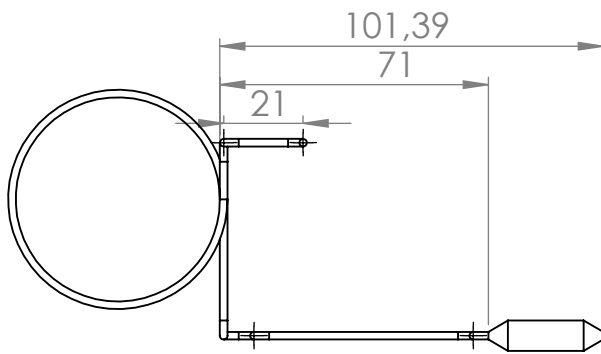
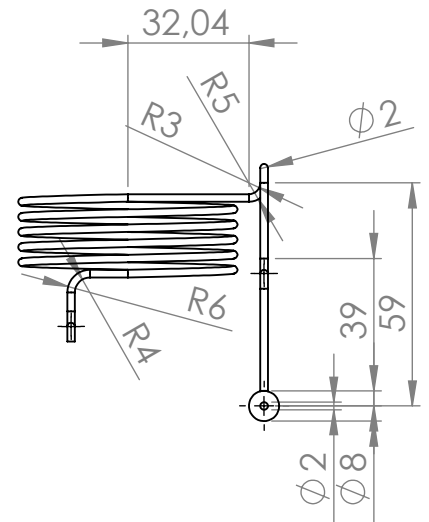
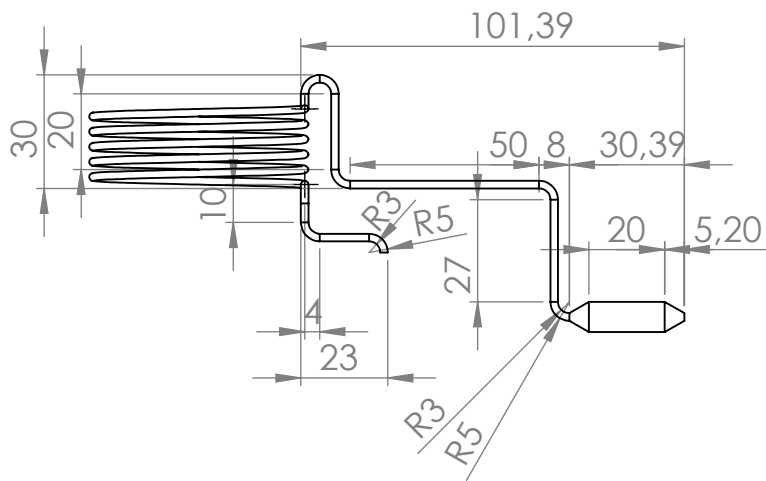
REALIZADO:
ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:
CFC-004

FECHA: 24/05/2018
ESCALA: 1:2
HOJA: 2/2



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-104			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:1
			HOJA: 1/1	



Nafarroako Unibertsitate Publikoa

 Universidad Pública de Navarra

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

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-103

FECHA:

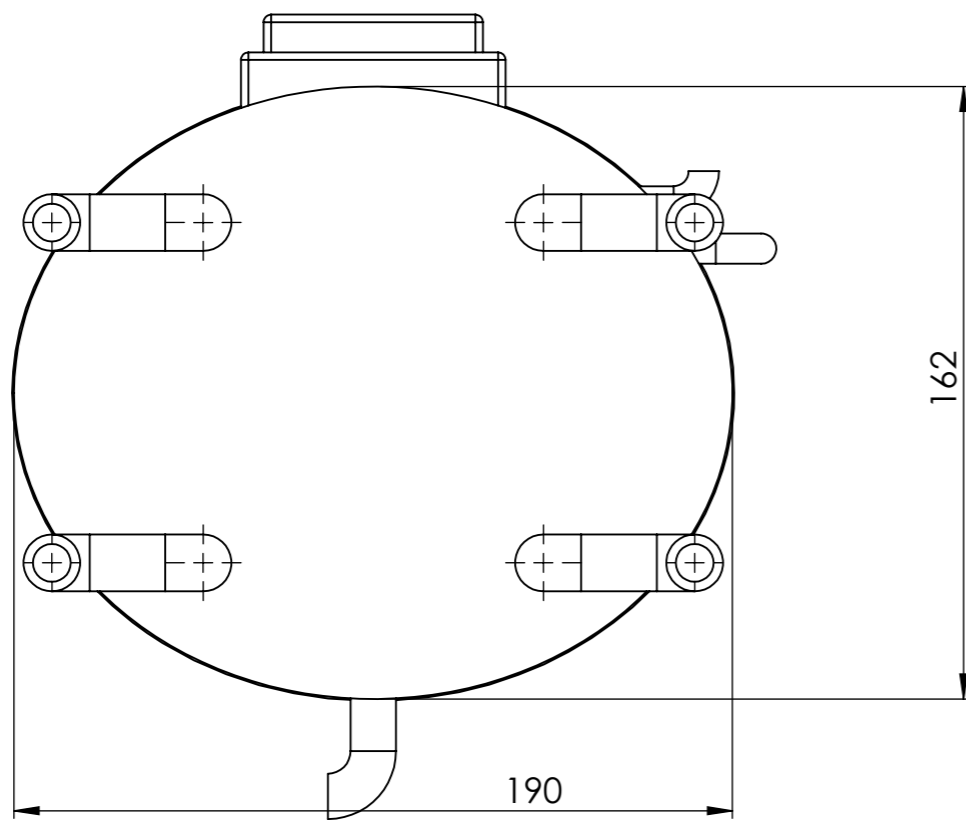
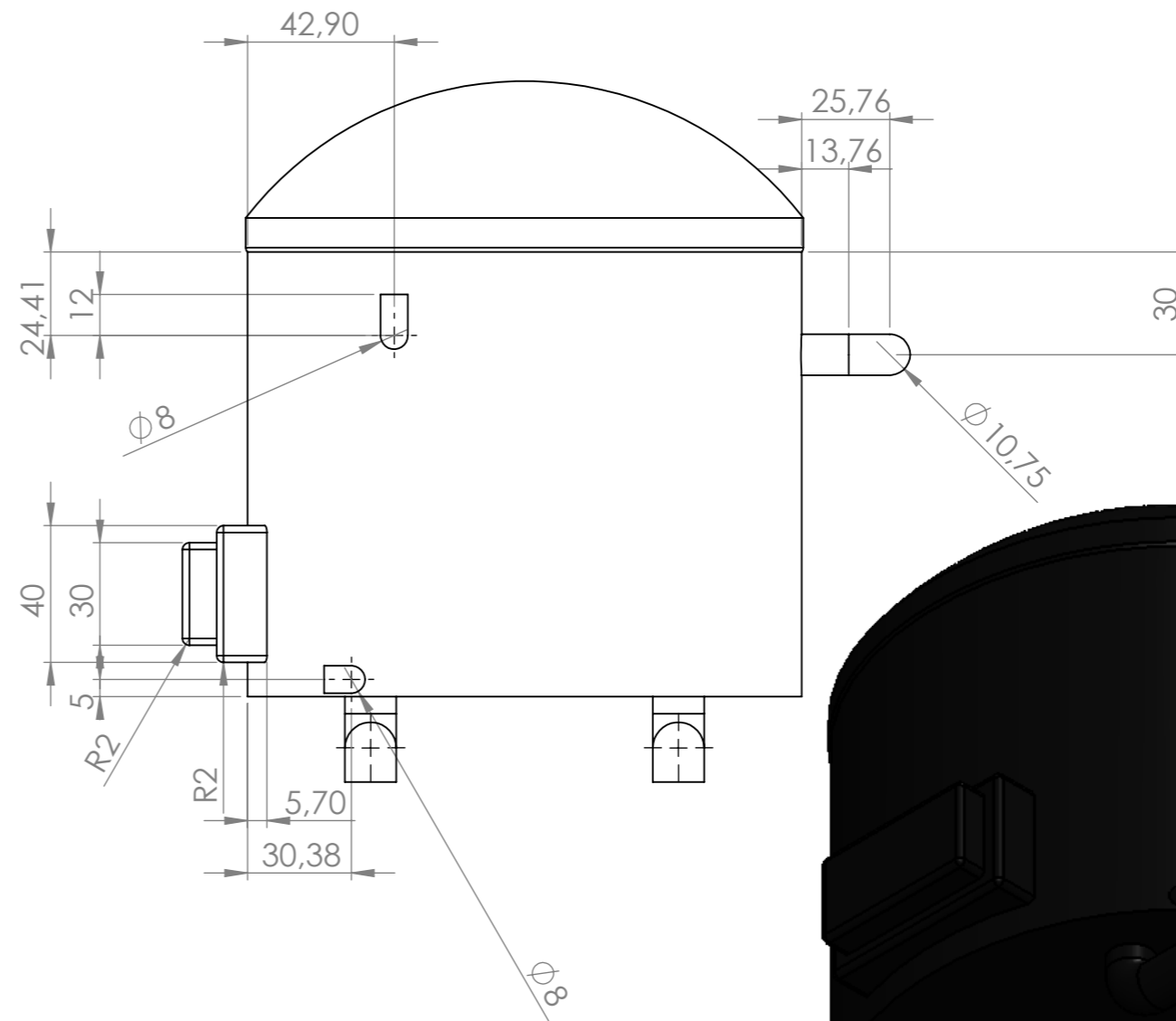
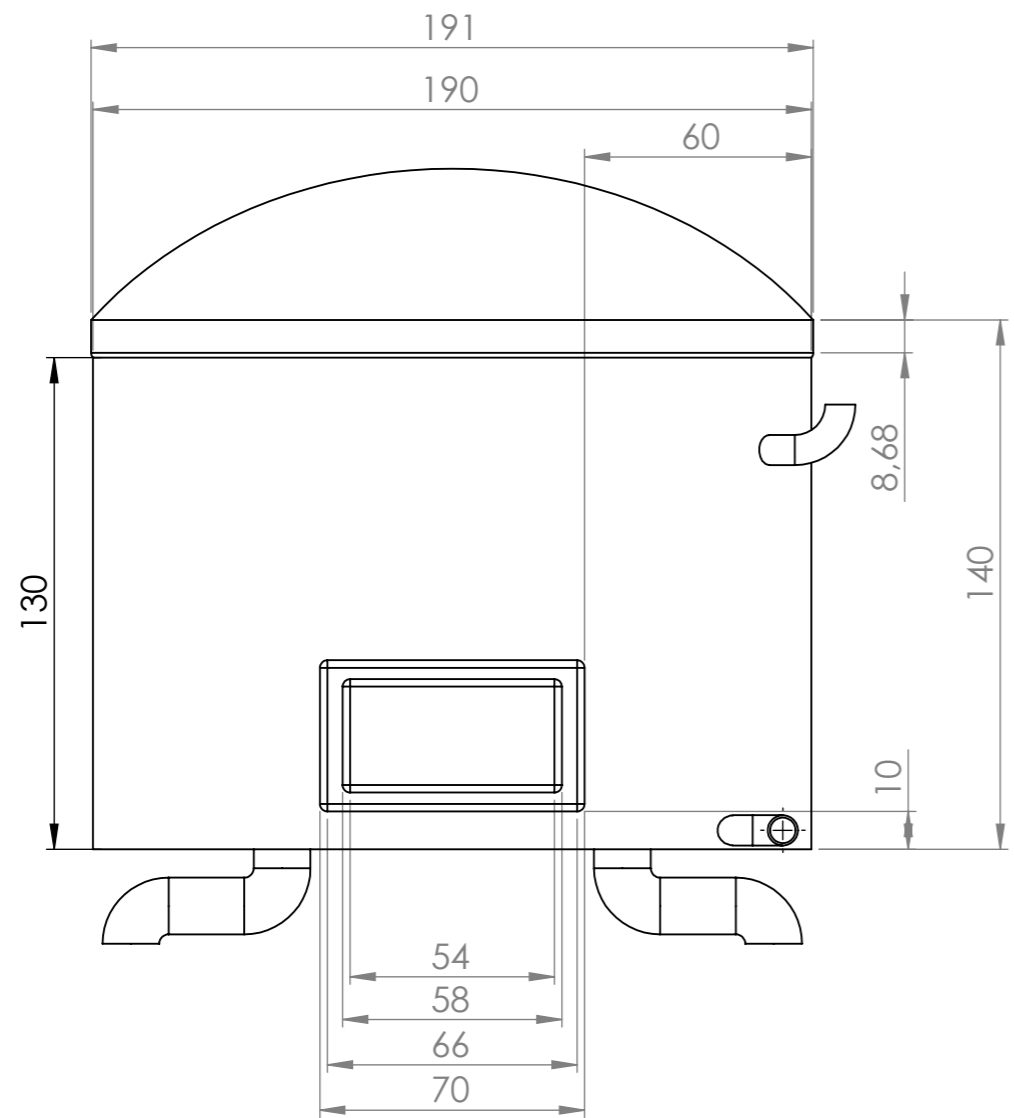
24/05/2018


ESCALA:

1:2

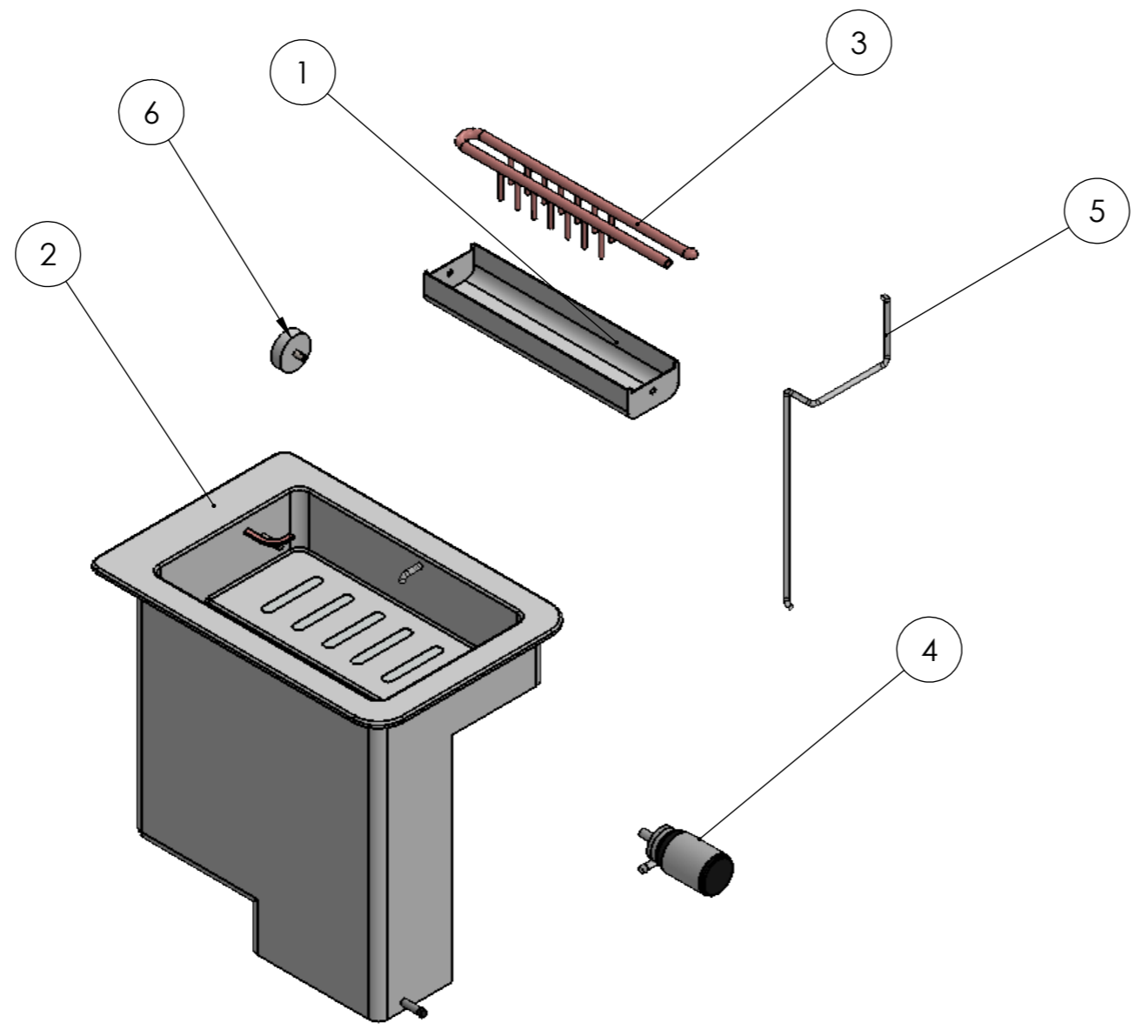
HOJA:


1/1

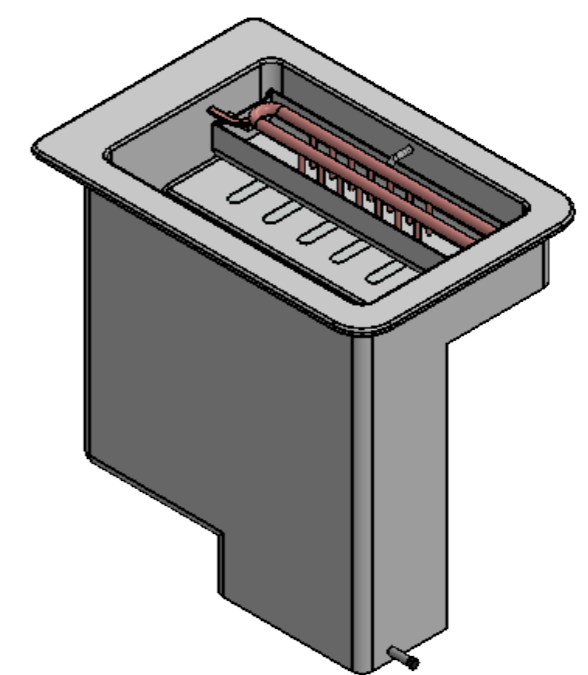
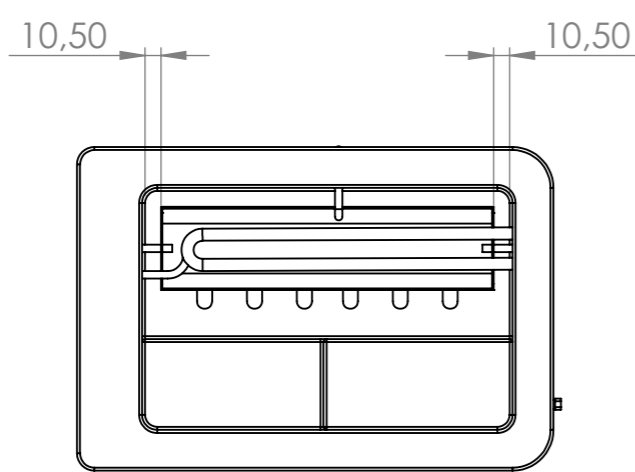
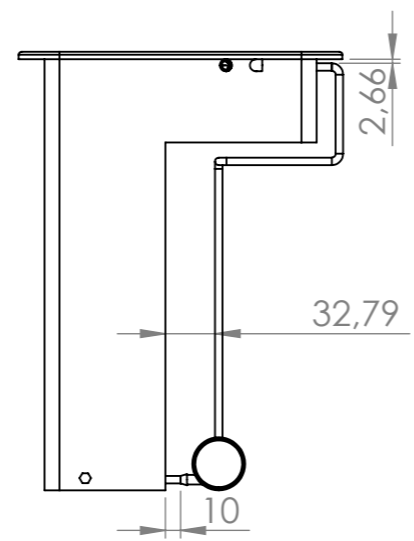
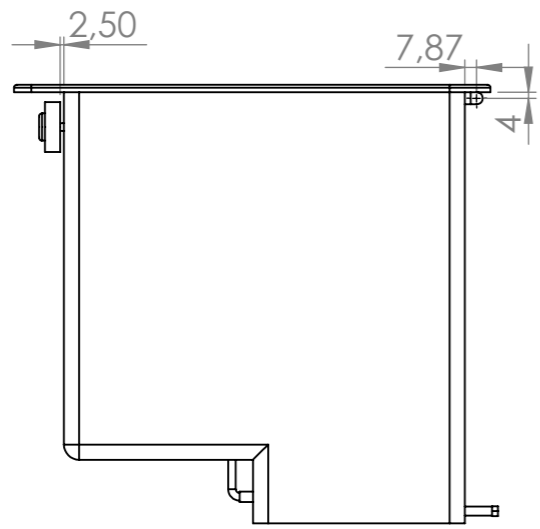



Nafarroako Unibertsitate Publikoa	 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
		GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE			
PLANO: CFC-106	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1		

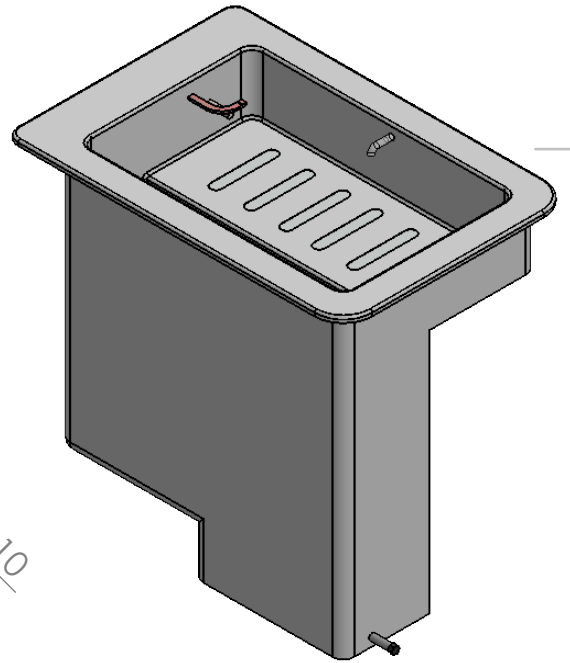
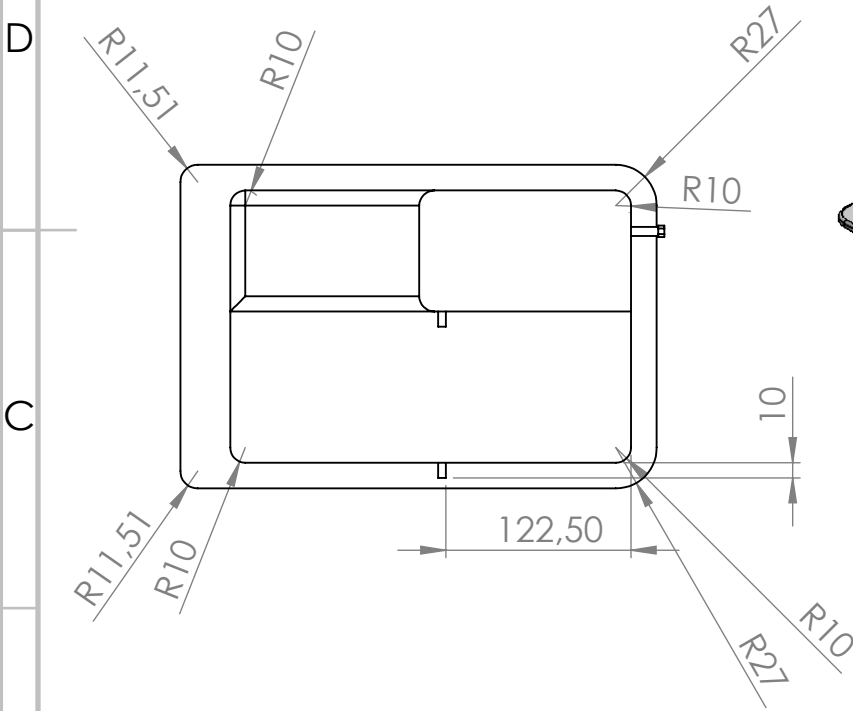
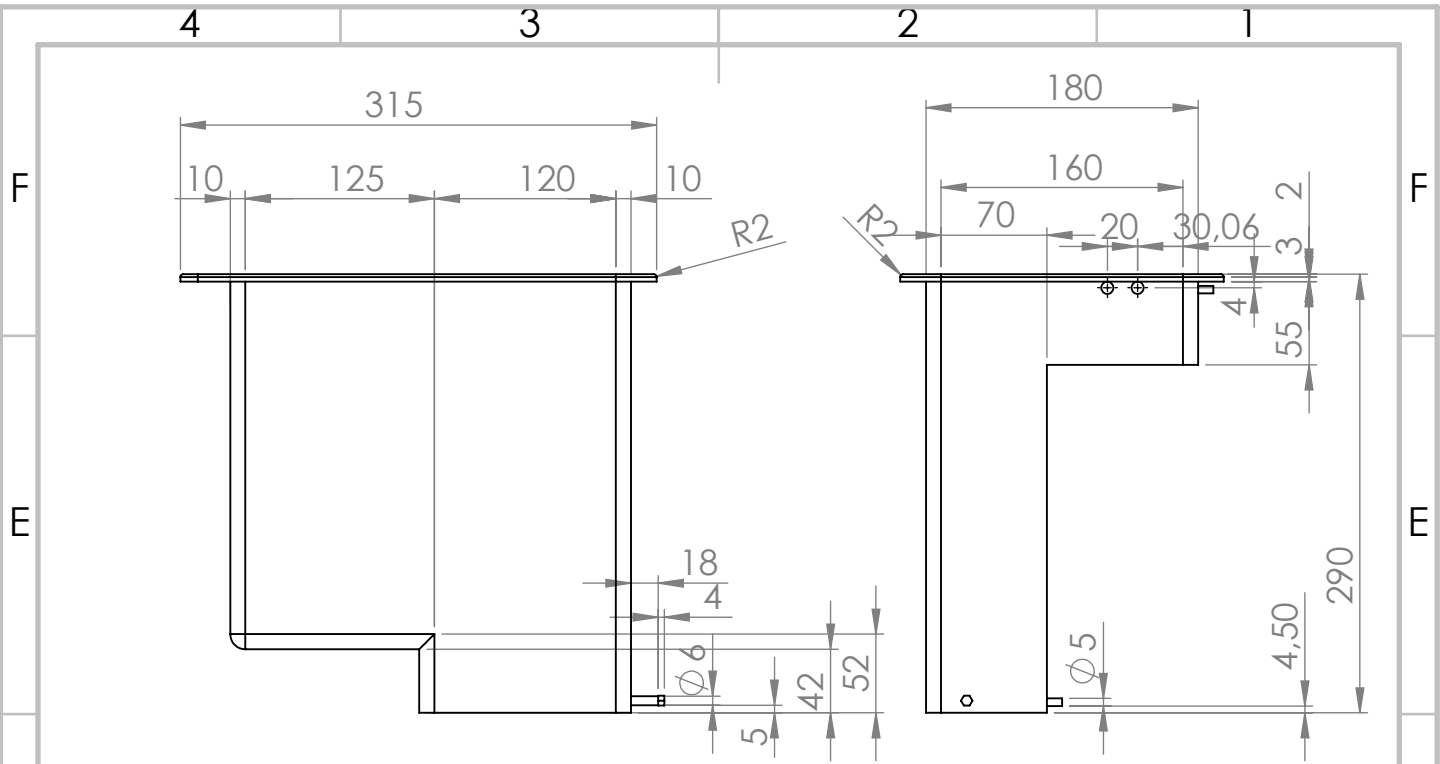
N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Tanque	1
2	Interior maquina hielo	1
3	Evaporador	1
4	bomba de agua	1
5	Tubu bomba polipropileno	1
6	Motor bandeja hielos	1



Nafarroako Unibertsitate Publikoa Universidad Pública de Navarra		E.T.S.I.I.T. GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO:		
			DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE			
PLANO: CFC-010		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/2	



Nafarroako Unibertsitate Publikoa	 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
		GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE			
PLANO: CFC-011	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 2/2		




Universidad Pública de Navarra

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

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-111

FECHA:

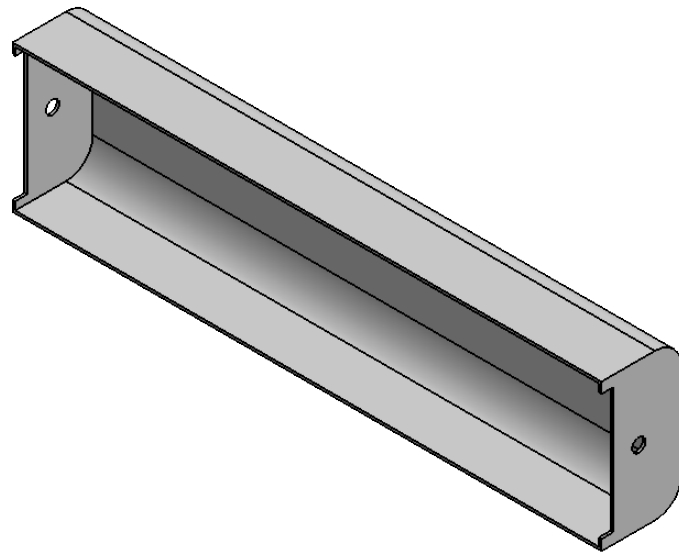
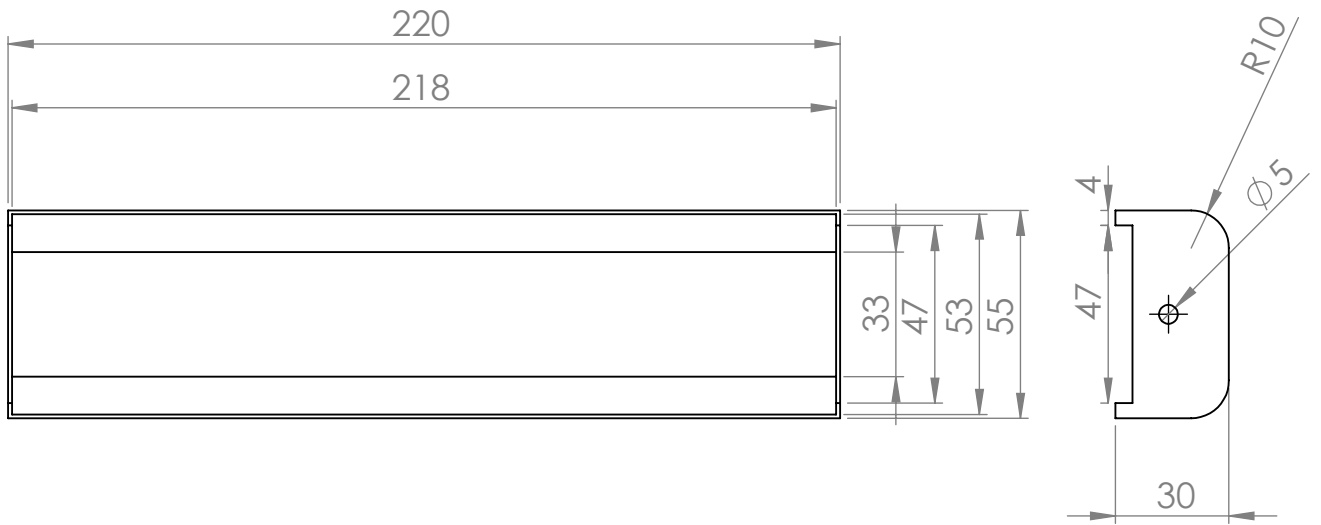
24/05/2018


ESCALA:

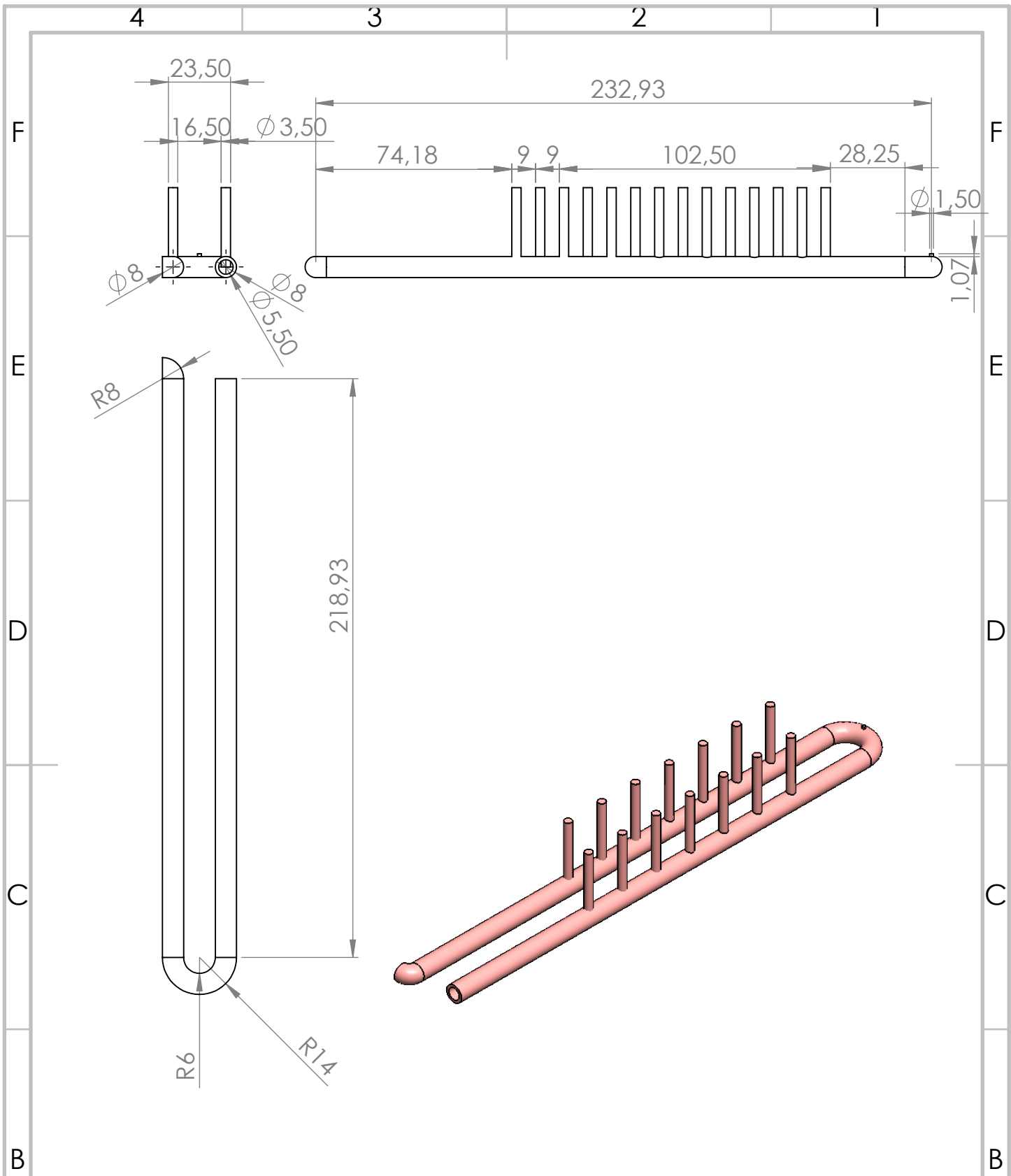
1:5

HOJA:

1/1



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-117			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1



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

DEPARTAMENTO:

GRADO EN INGENIERÍA
EN DISEÑO MECÁNICO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-007

FECHA:

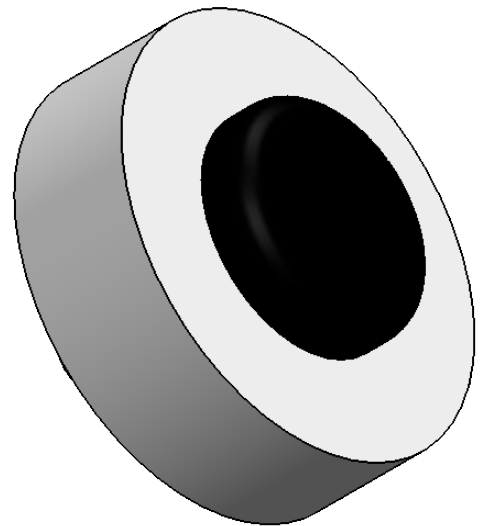
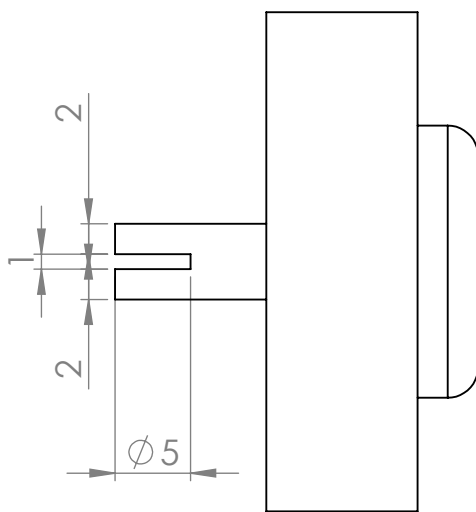
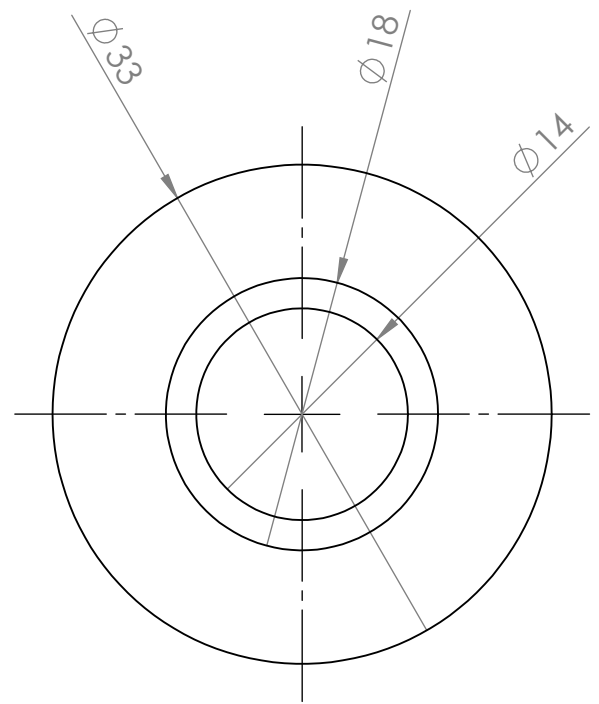
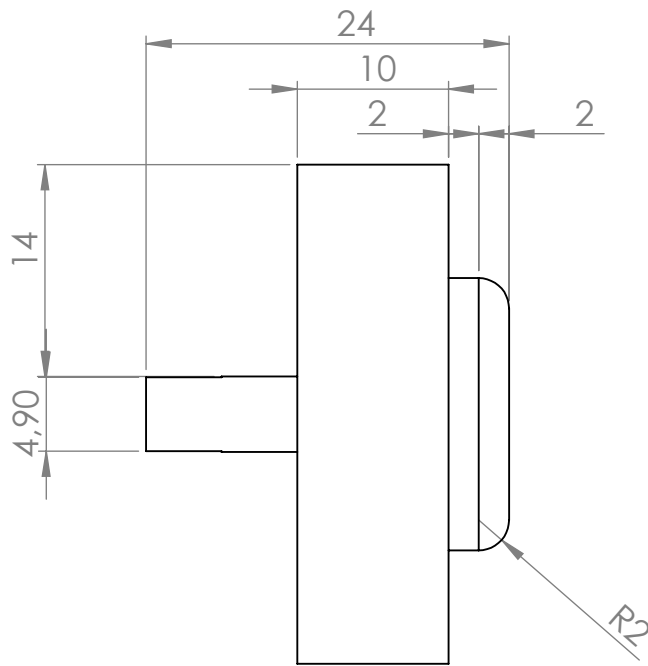
24/05/2018


ESCALA:

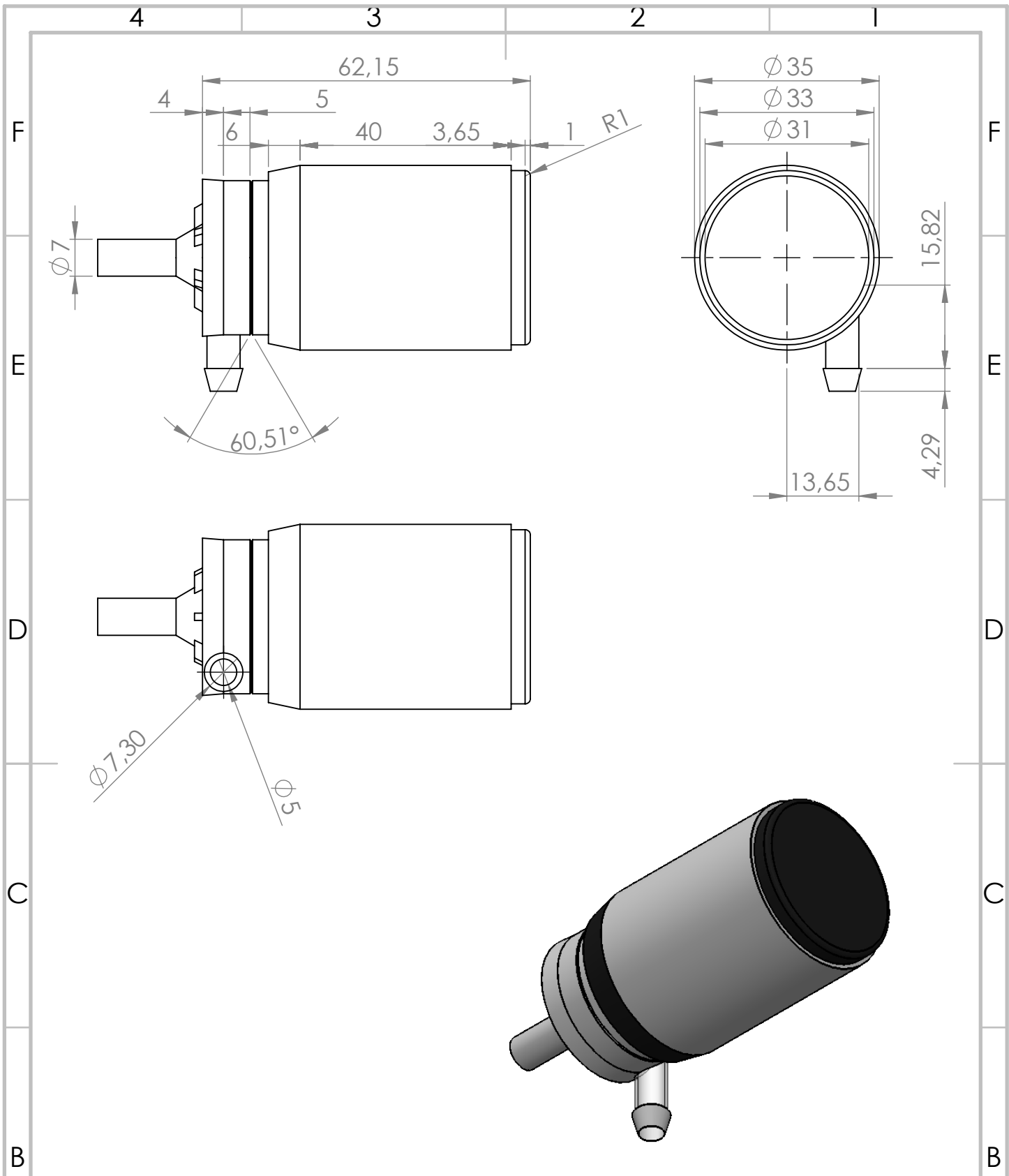
1:2


HOJA:

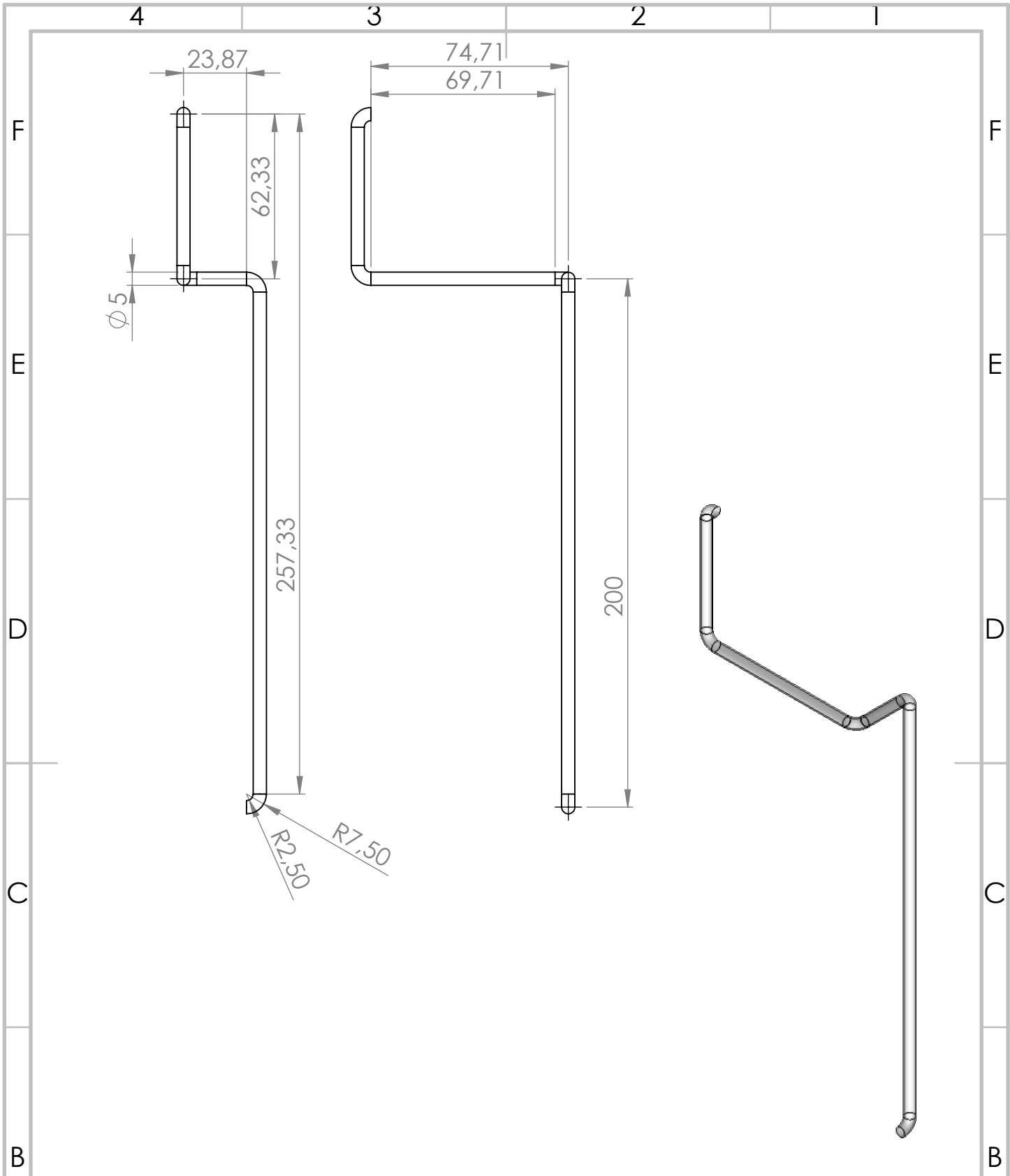
1/1




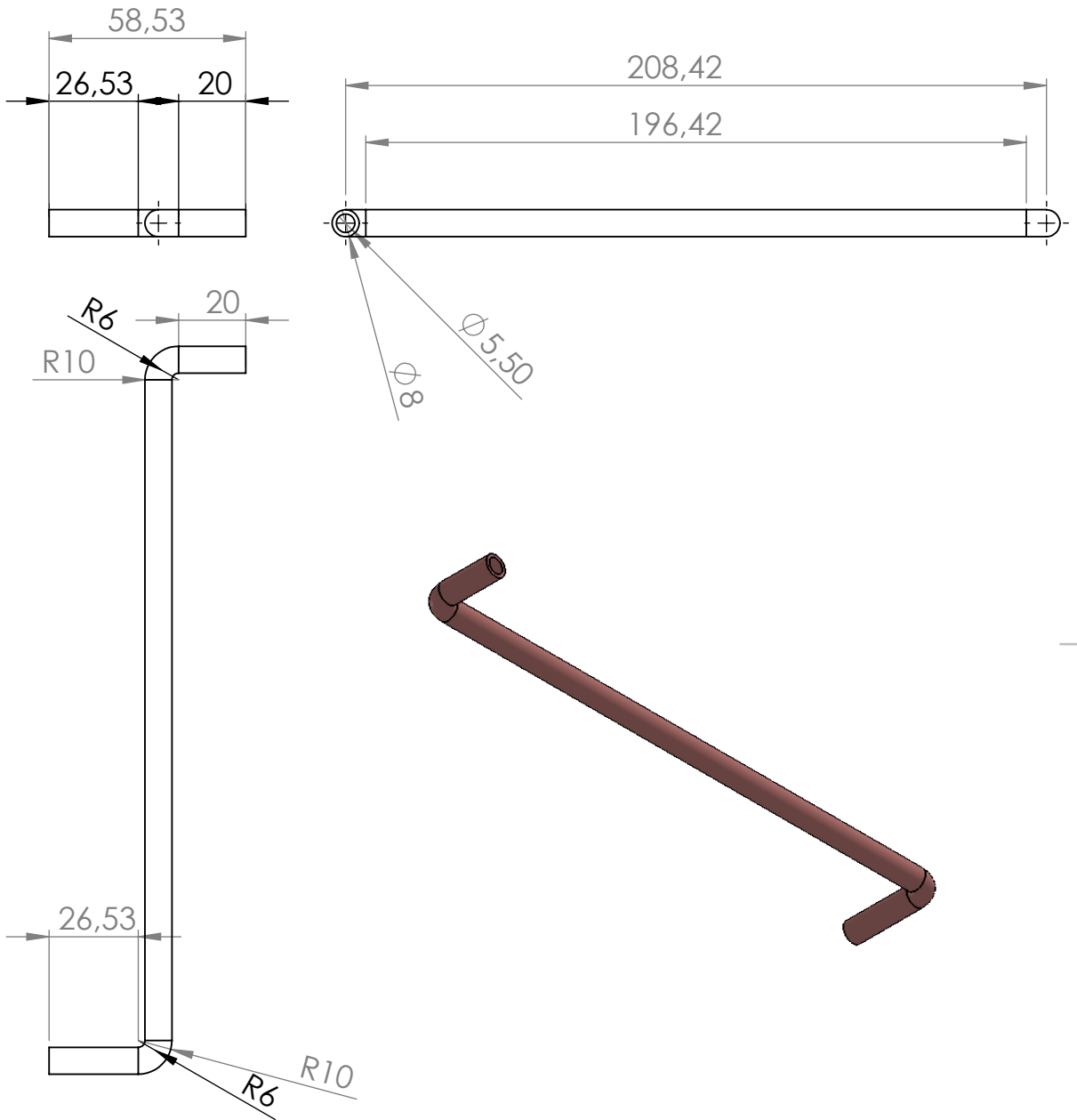
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-009		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 2:1	HOJA: 1/1




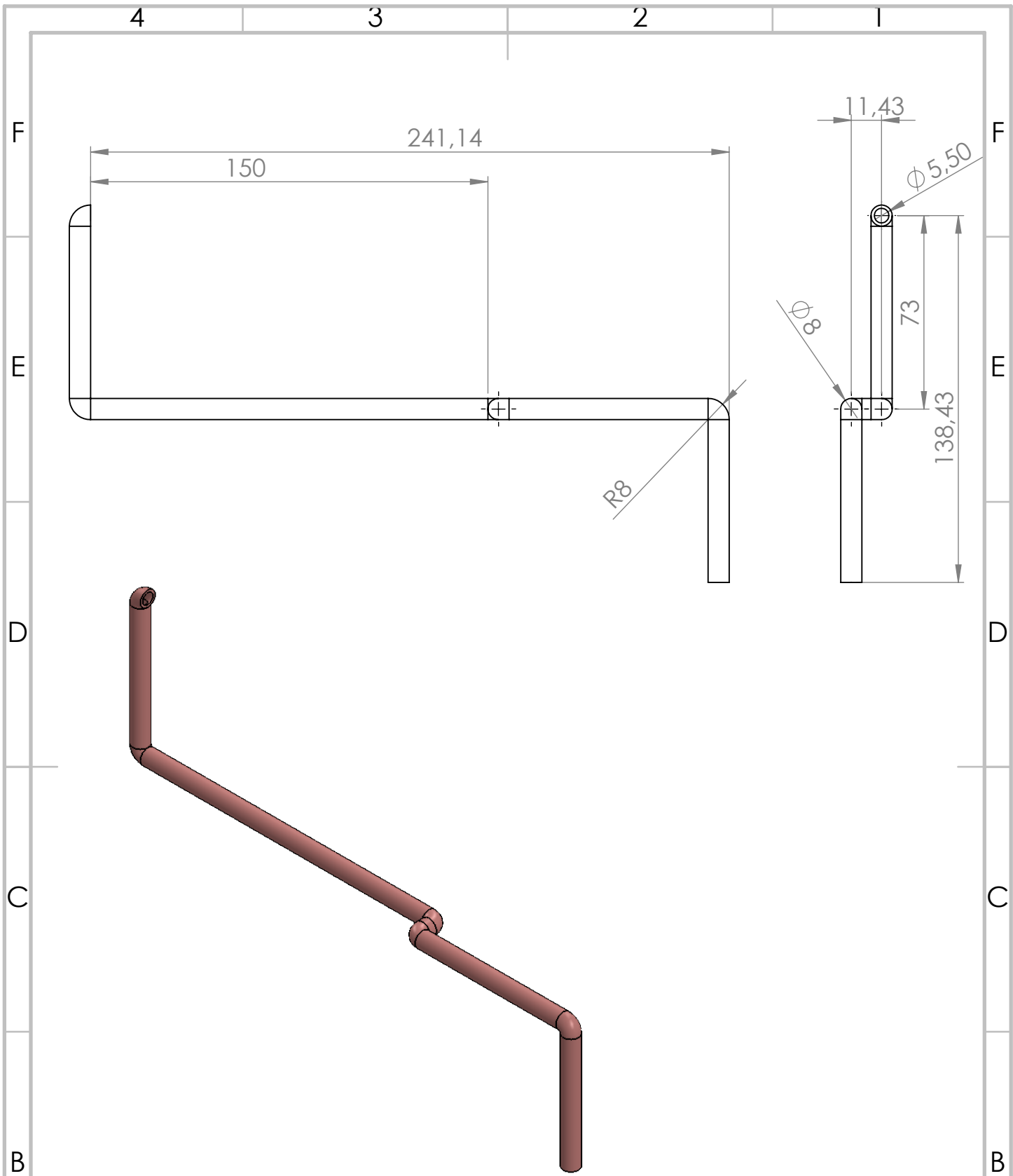
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas	REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE			
PLANO: CFC-004	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:1	HOJA: 1/1	



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-110			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-105		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1



Nafarroako Unibertsitate Publikoa

 Universidad Pública de Navarra

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

DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

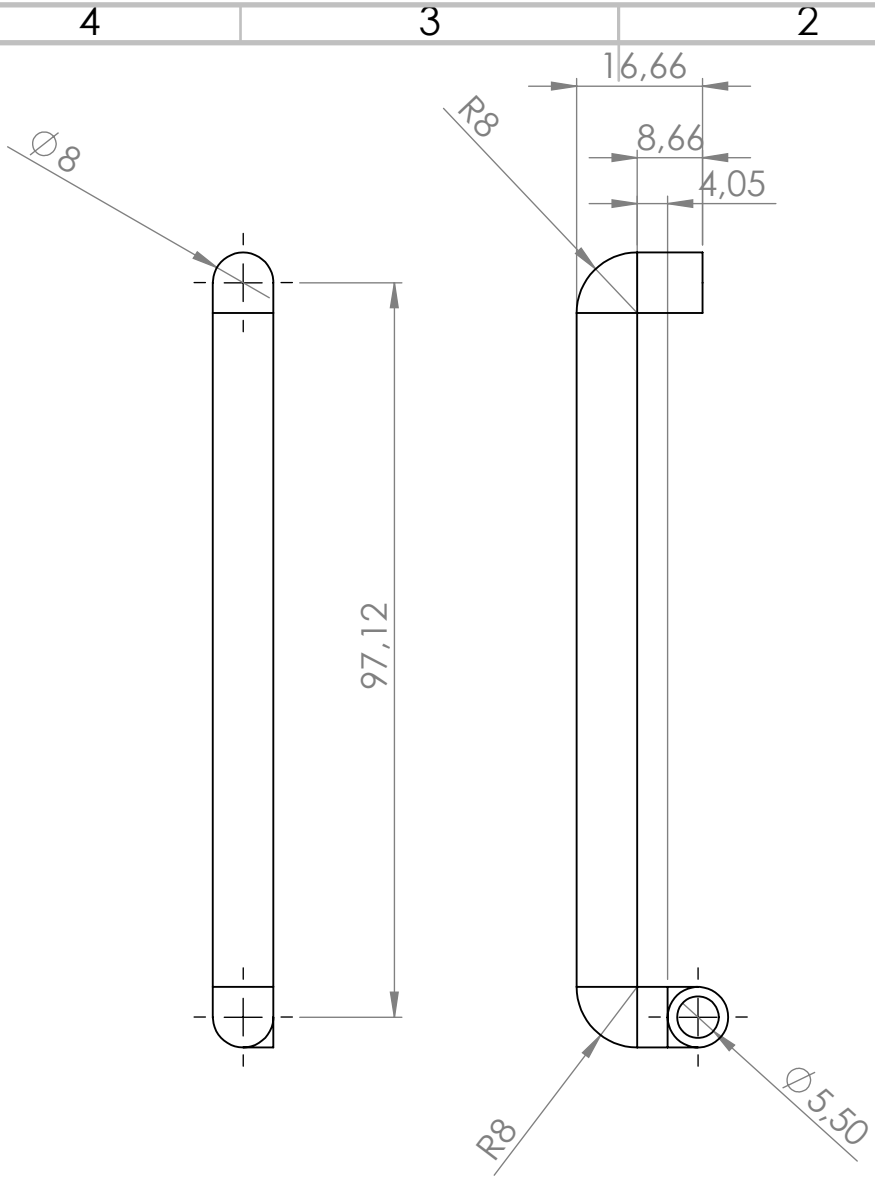
GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO

PROYECTO:
 Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:
 ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:
 CFC-107

FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1
----------------------	----------------	--------------




Universidad Pública de Navarra
Nafarroako Unibertsitate Publikoa

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

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO

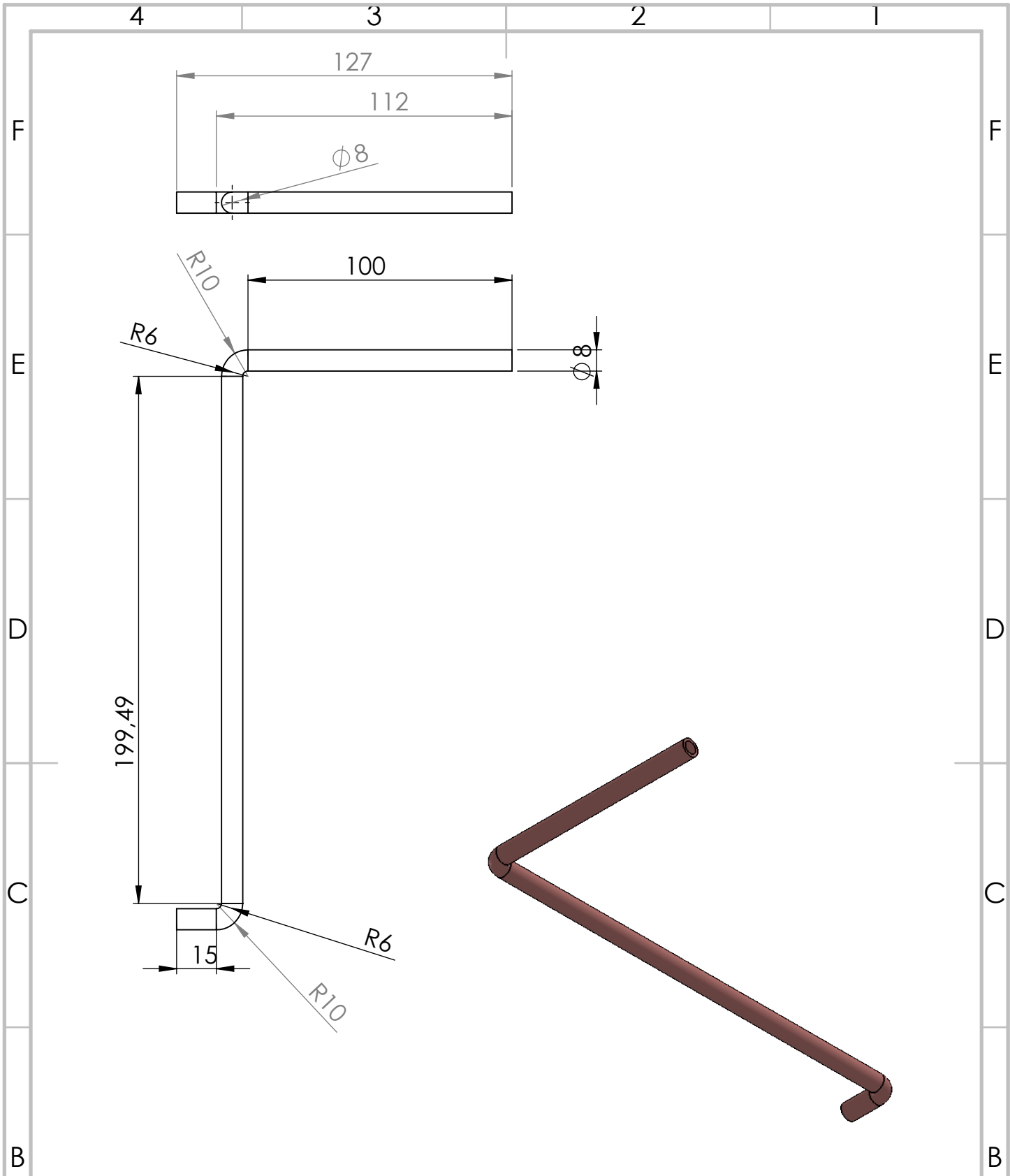
DEPARTAMENTO:
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA


PROYECTO:
 Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

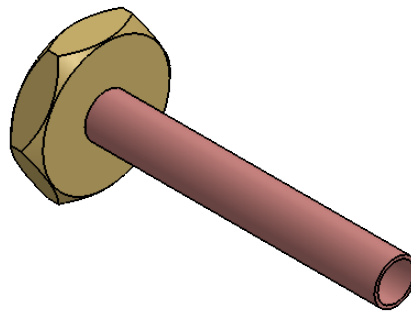
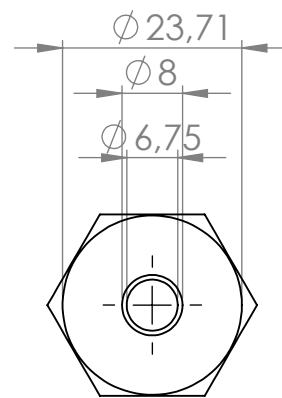
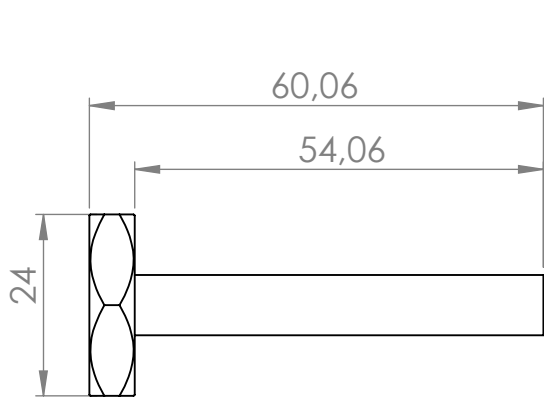
REALIZADO:
 ESCALERA LLORENTE, MAITANE


PLANO:
 CFC-108

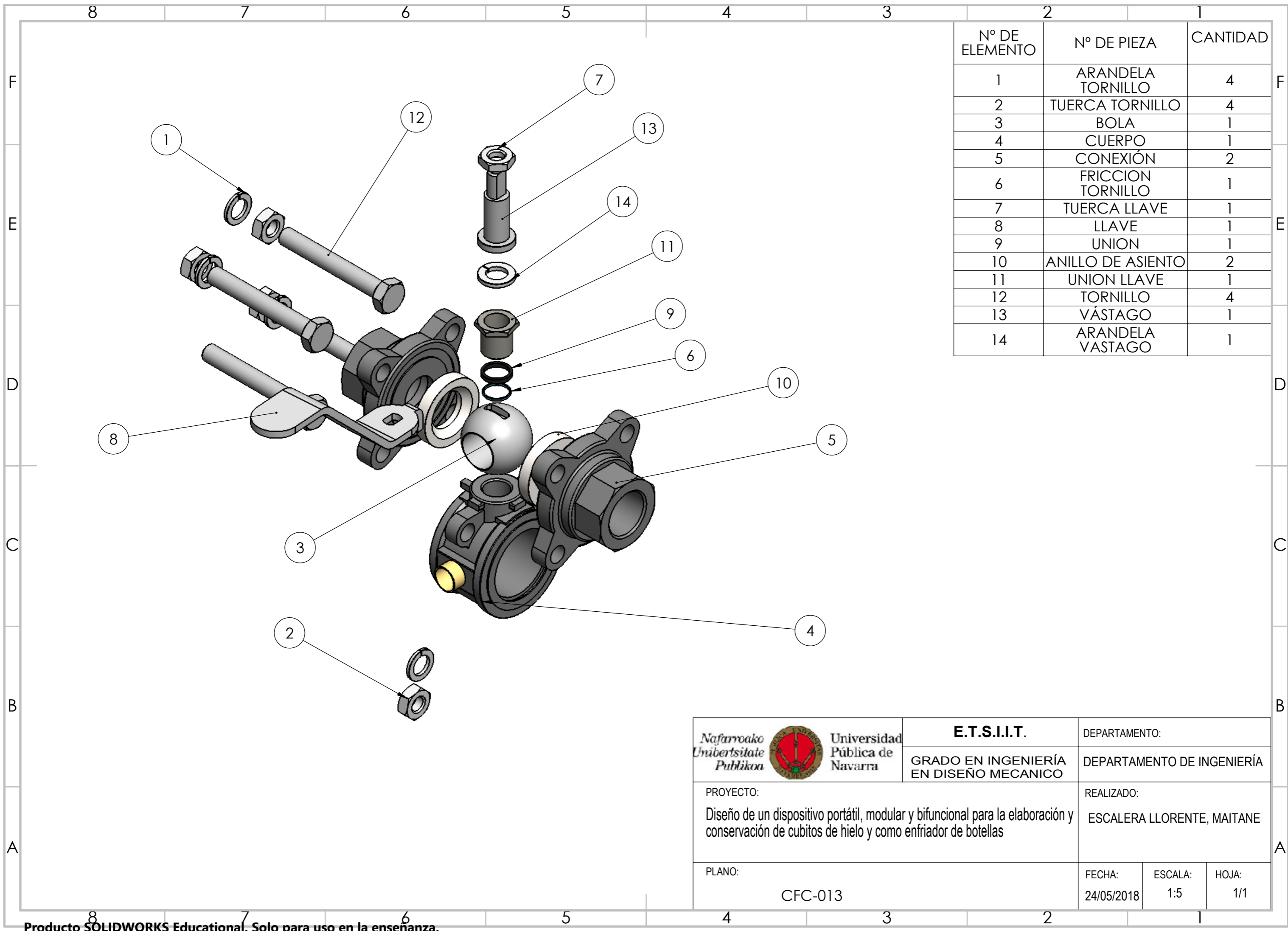
FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:1	HOJA: 1/1
----------------------	----------------	--------------




 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-106		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1



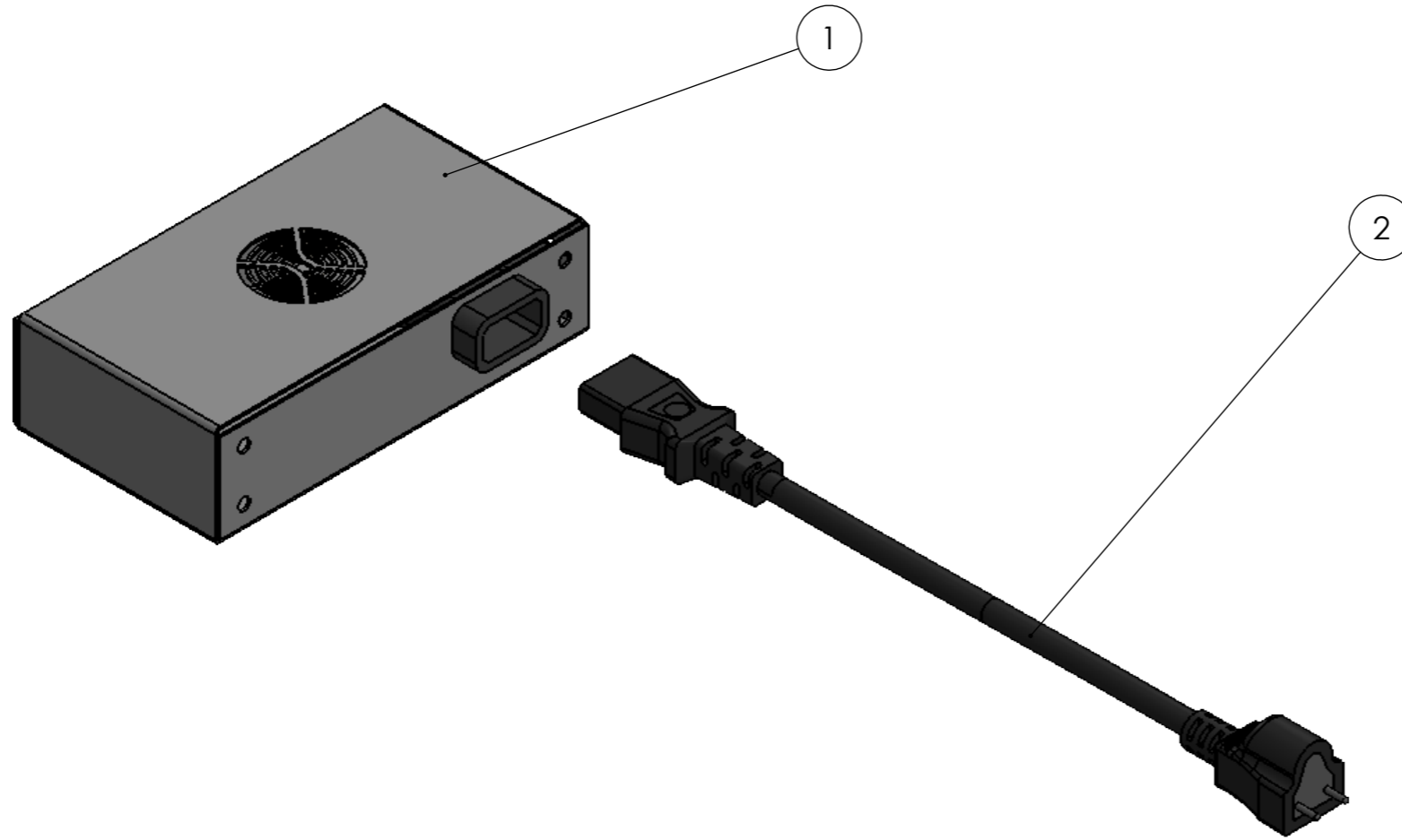
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-109		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:1	HOJA: 1/1




Nº DE ELEMENTO	Nº DE PIEZA	CANTIDAD
1	ARANDELA TORNILLO	4
2	TUERCA TORNILLO	4
3	BOLA	1
4	CUERPO	1
5	CONEXIÓN	2
6	FRICCIÓN TORNILLO	1
7	TUERCA LLAVE	1
8	LLAVE	1
9	UNION	1
10	ANILLO DE ASIENTO	2
11	UNION LLAVE	1
12	TORNILLO	4
13	VÁSTAGO	1
14	ARANDELA VASTAGO	1

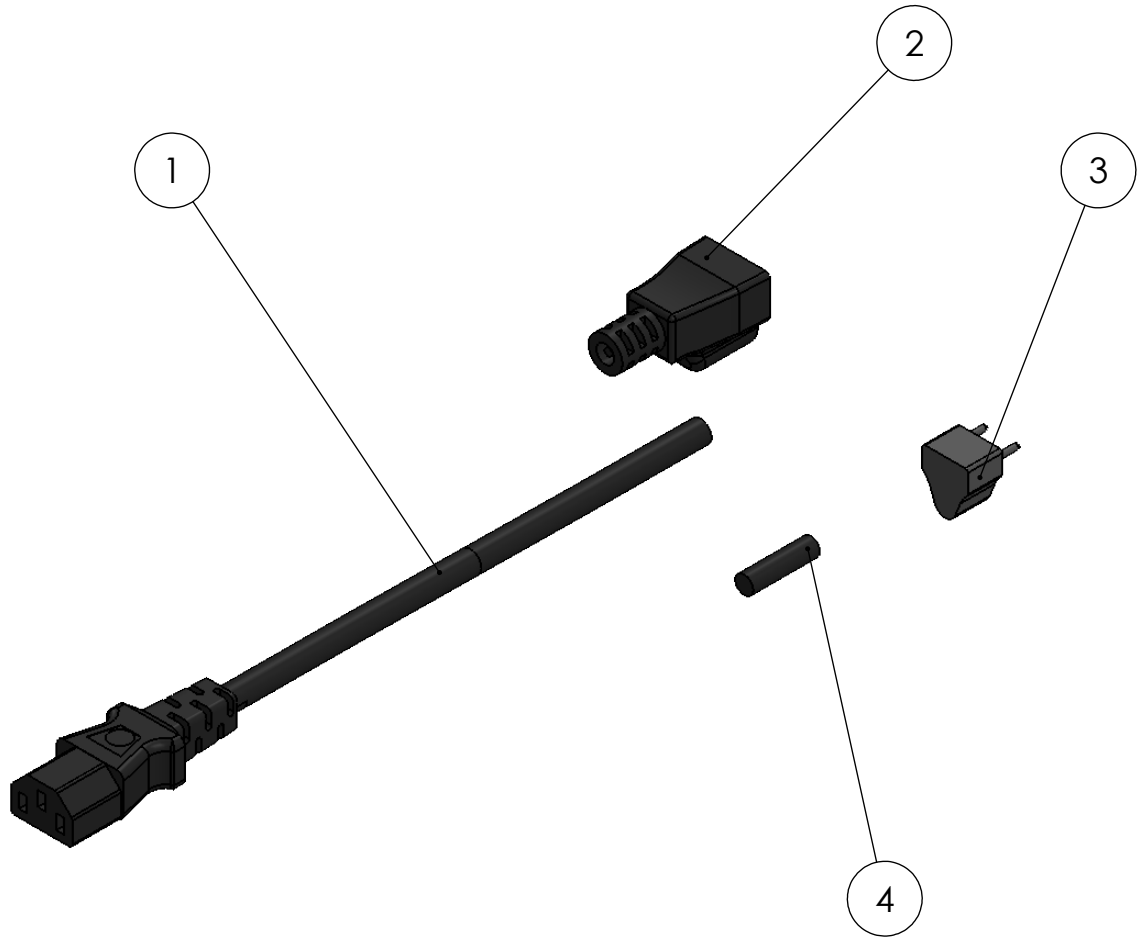
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-013	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Fuente de alimentacion	1
2	Cable de alimentacion	1



<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO:	CFC-012	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2
			HOJA: 1/1

N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Cable 2	1
2	Carcasa enchufe	1
3	Enchufe	1
4	Cable 1	1



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

GRADO EN INGENIERÍA
EN DISEÑO MECÁNICO

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-119

FECHA:

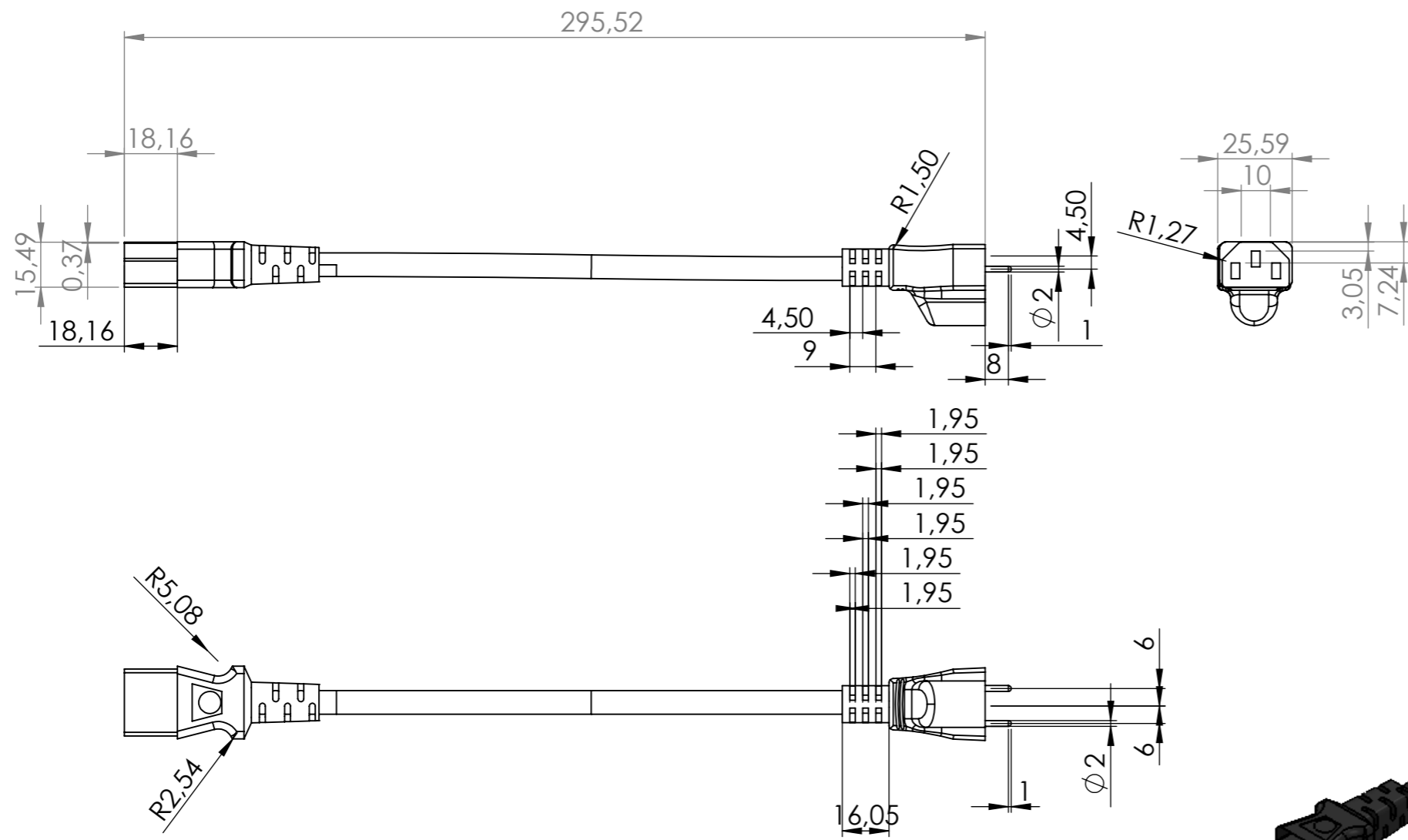
24/05/2018


ESCALA:

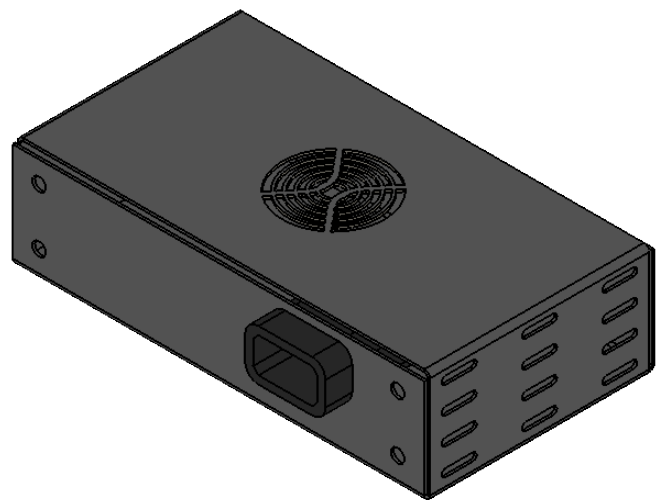
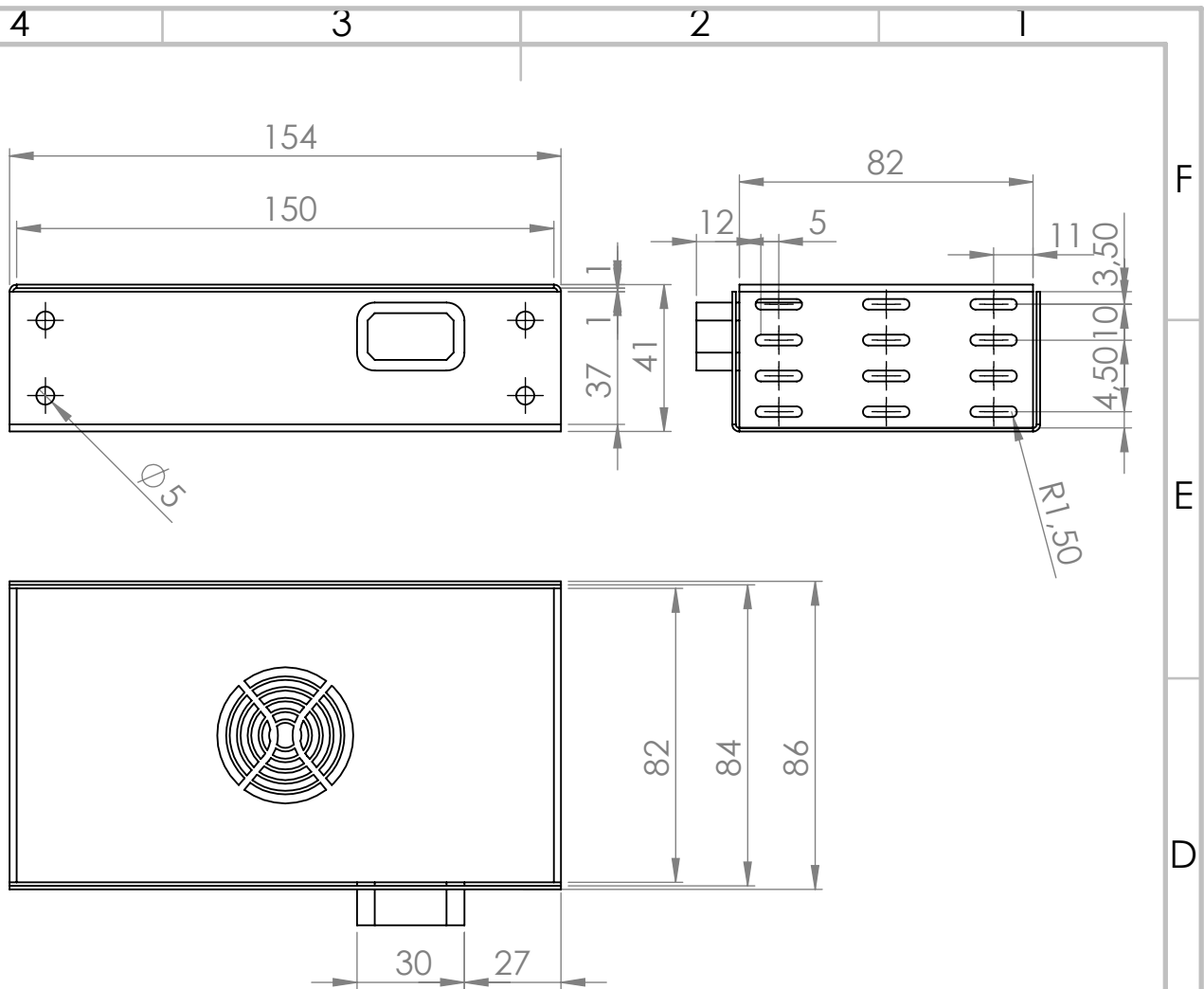
1:2


HOJA:

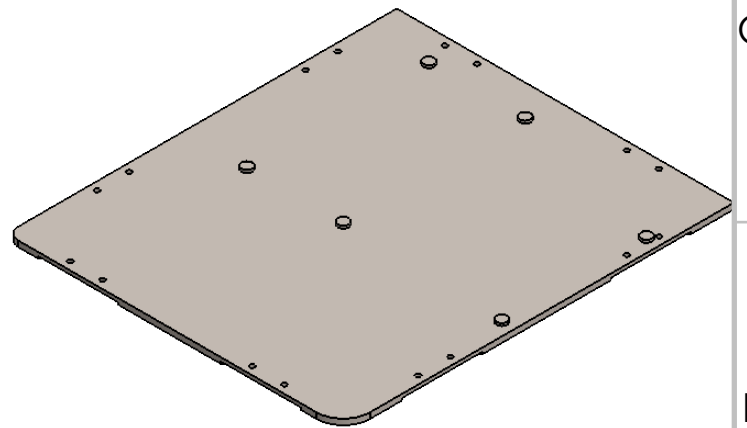
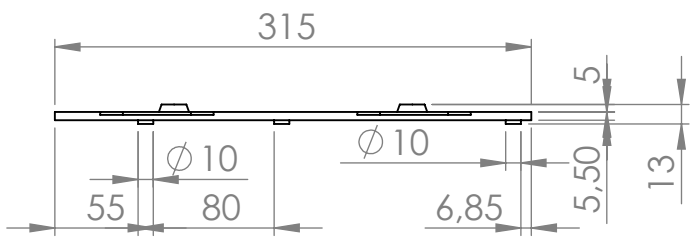
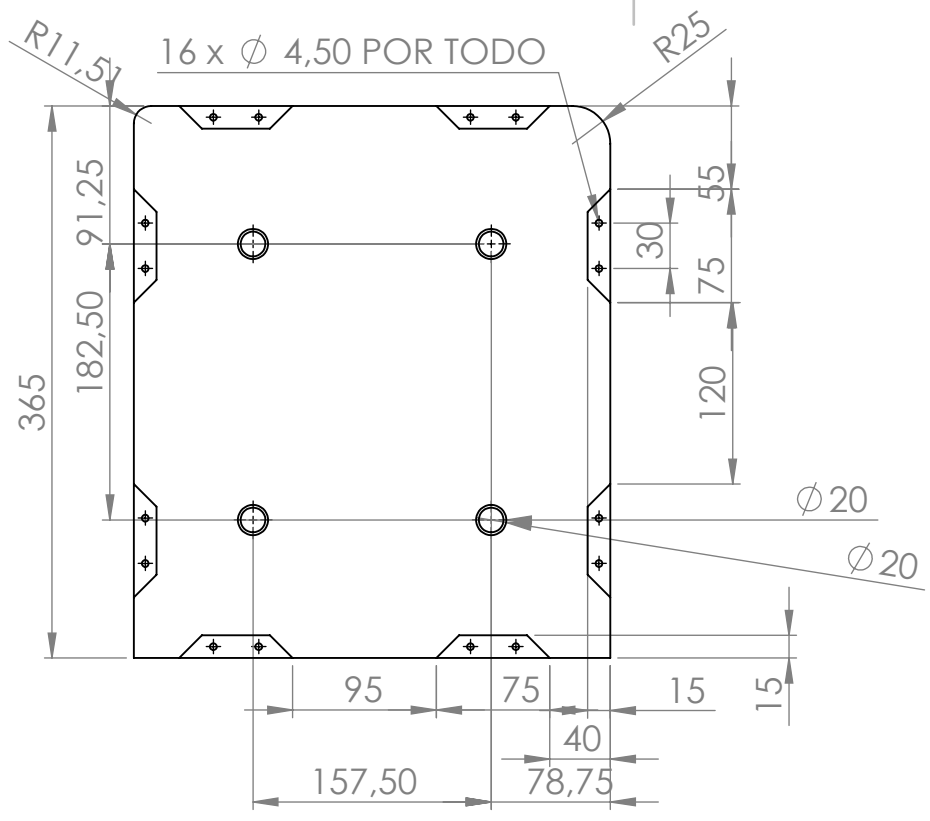
1/2




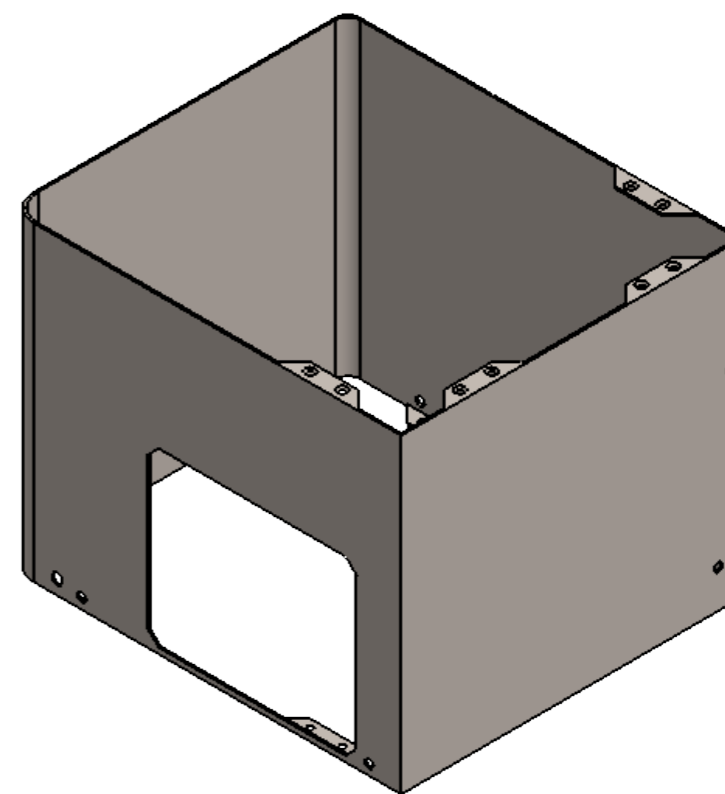
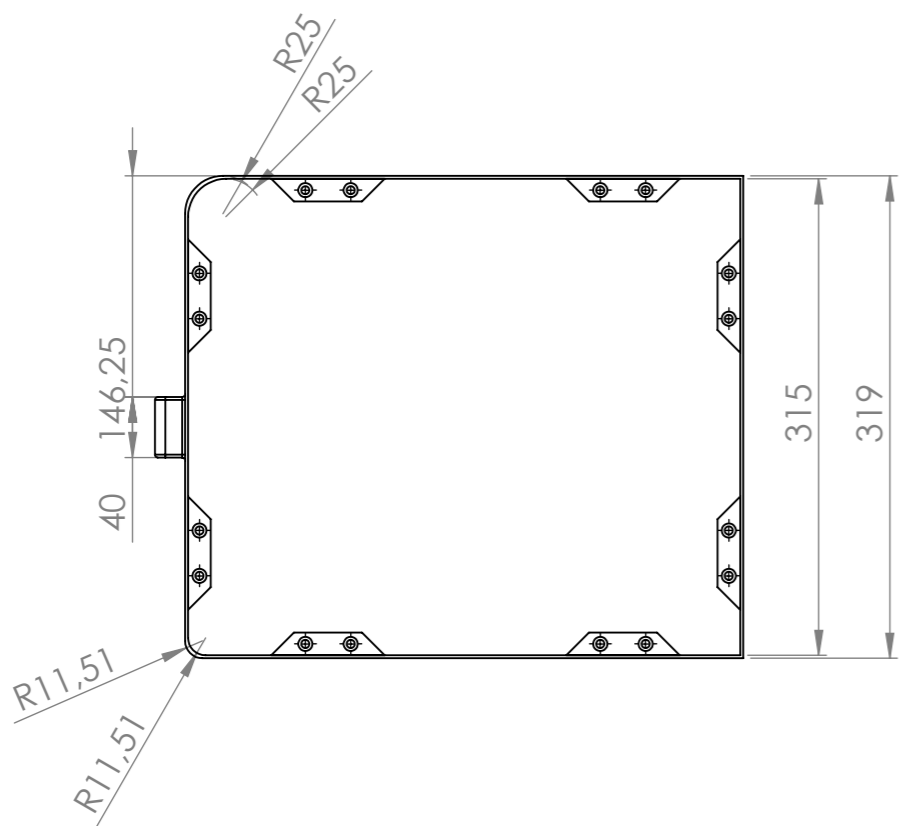
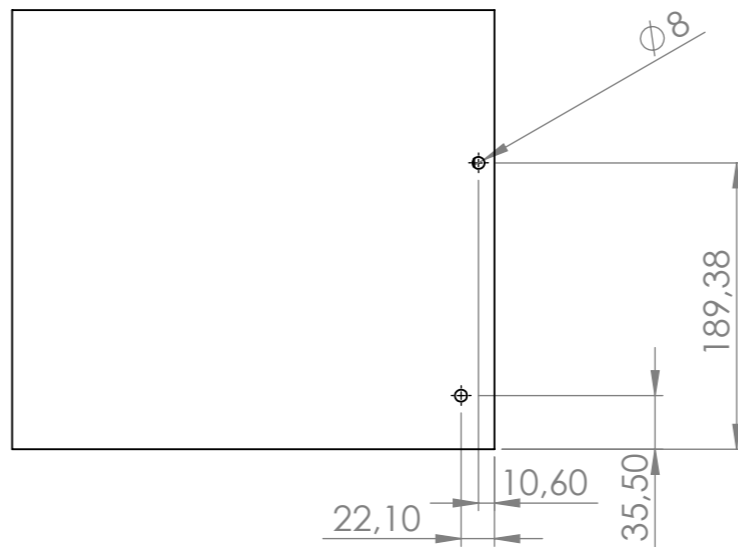
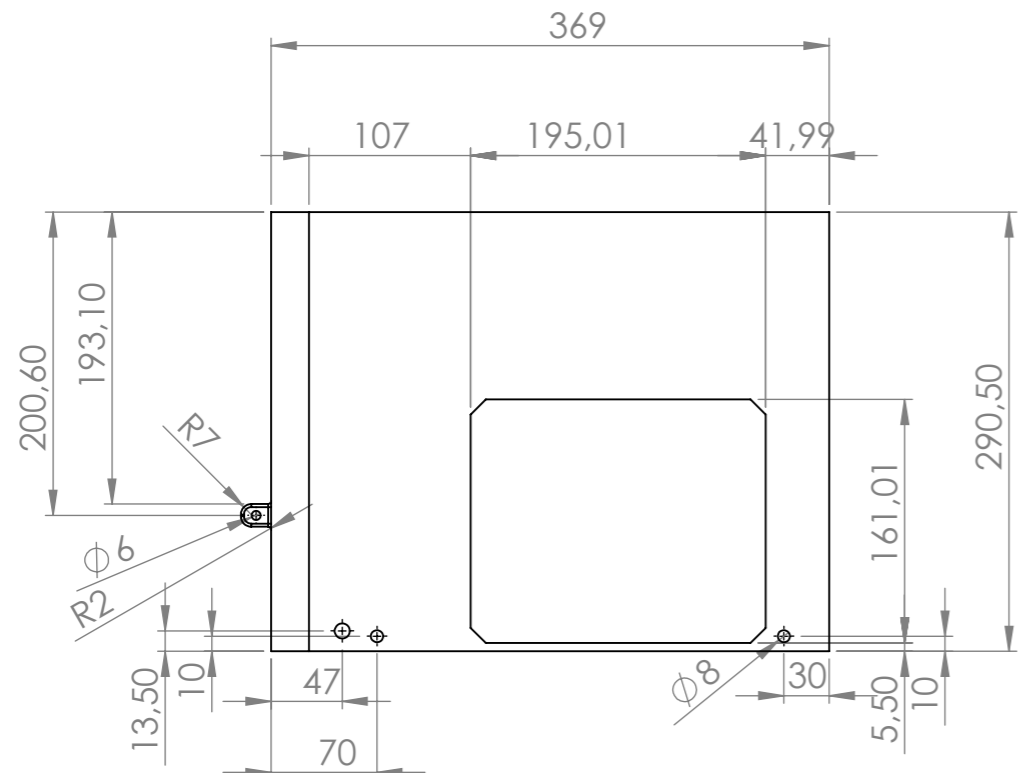
Nafarroako Unibertsitate Publikoa	 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
		GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-120			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 2/2




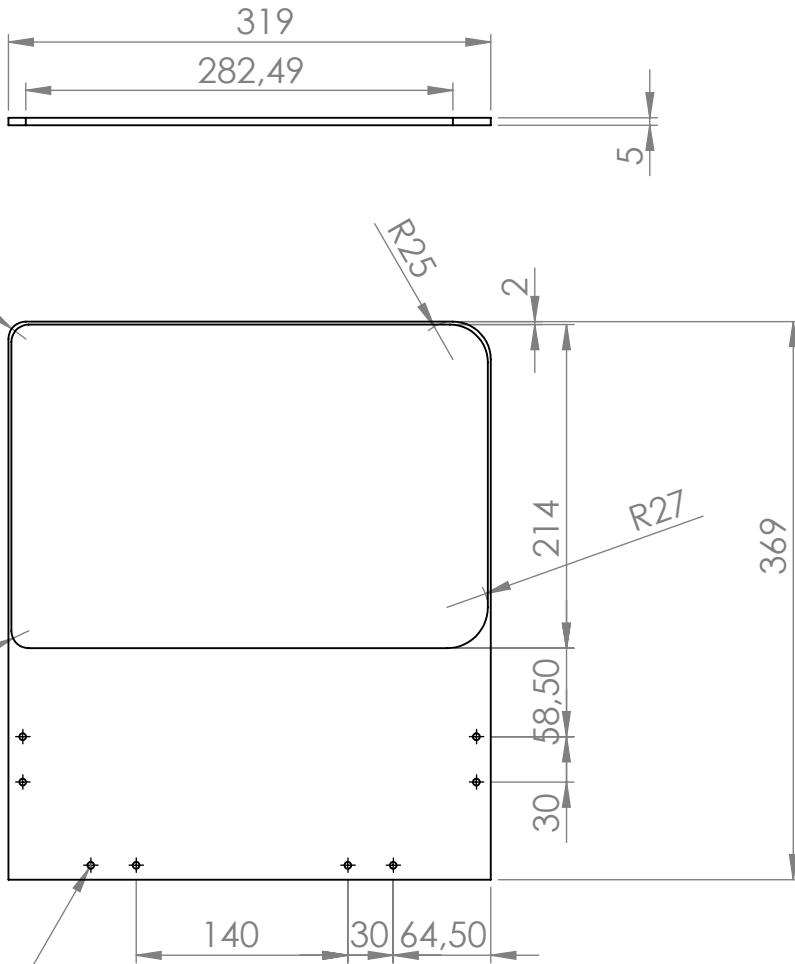
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: <p style="text-align: center;">CFC-118</p>			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1



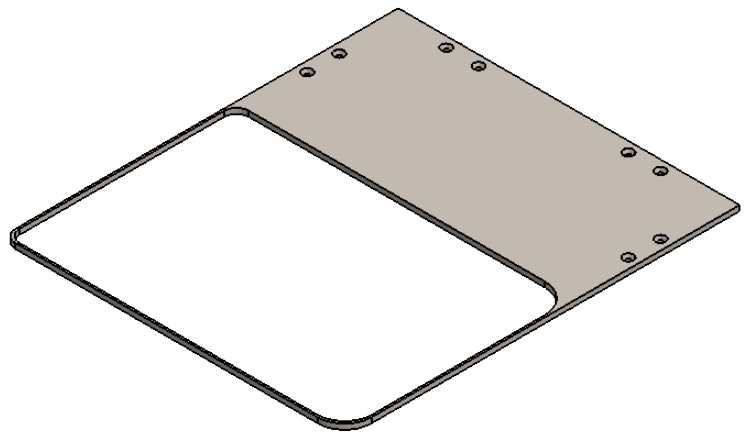
 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-112			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1




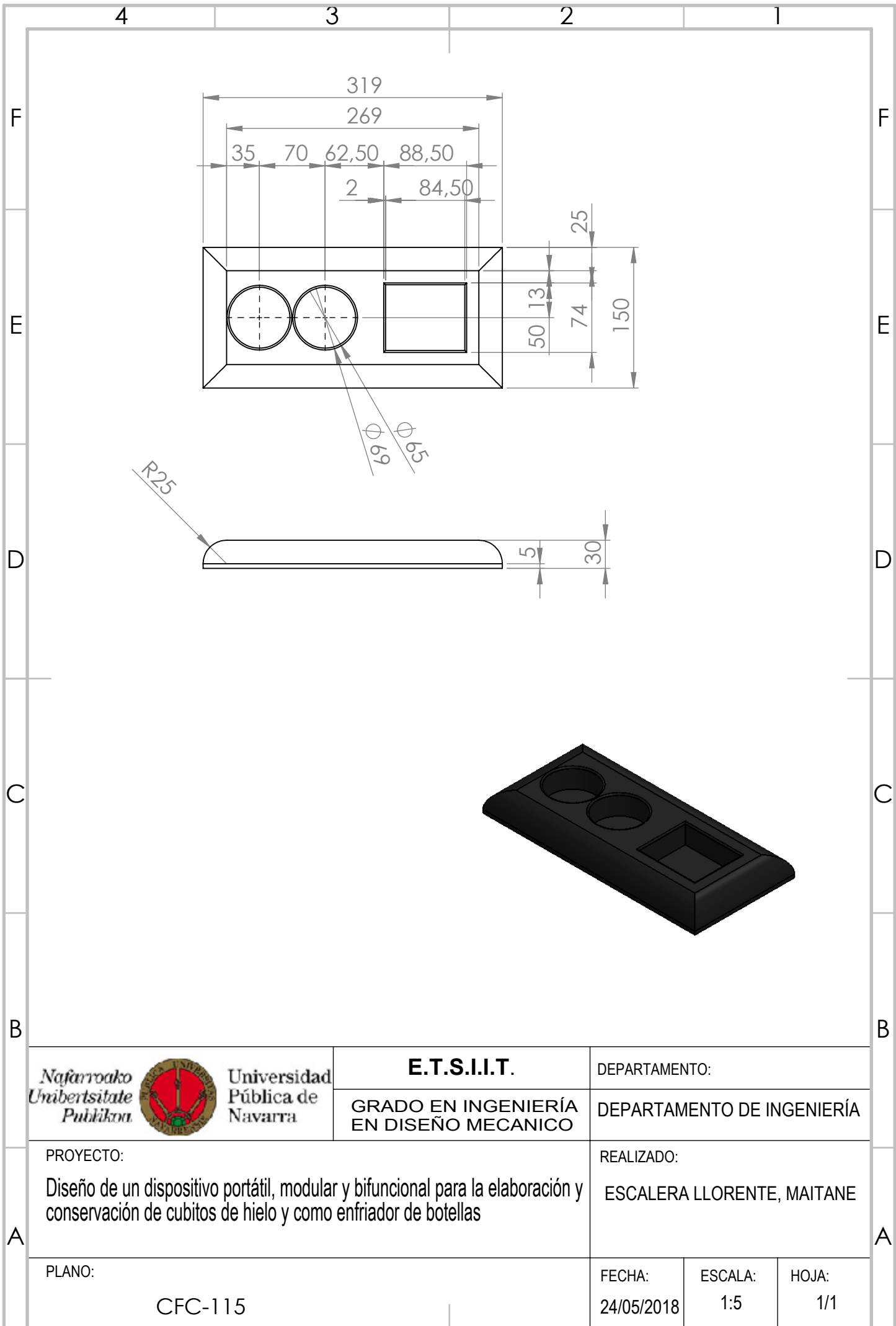
 Nafarroako Unibertsitate Publikoa Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-113	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1



8 x ϕ 4,50 POR TODO
 \surd ϕ 9,40 X 90°



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-114			FECHA: 25/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1




 Nafarroako Unibertsitate Publikoa
 Universidad Pública de Navarra

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

GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECÁNICO

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-115

FECHA:

24/05/2018

ESCALA:

1:5

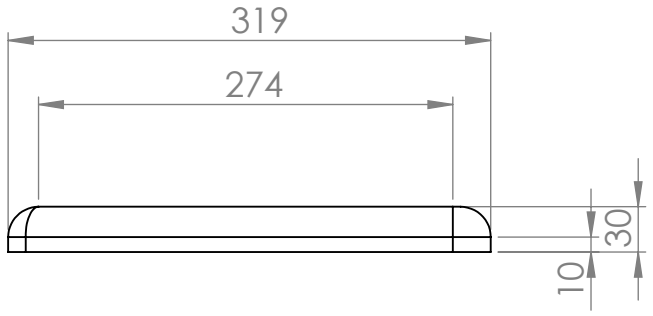
HOJA:

1/1

4 3 2 1

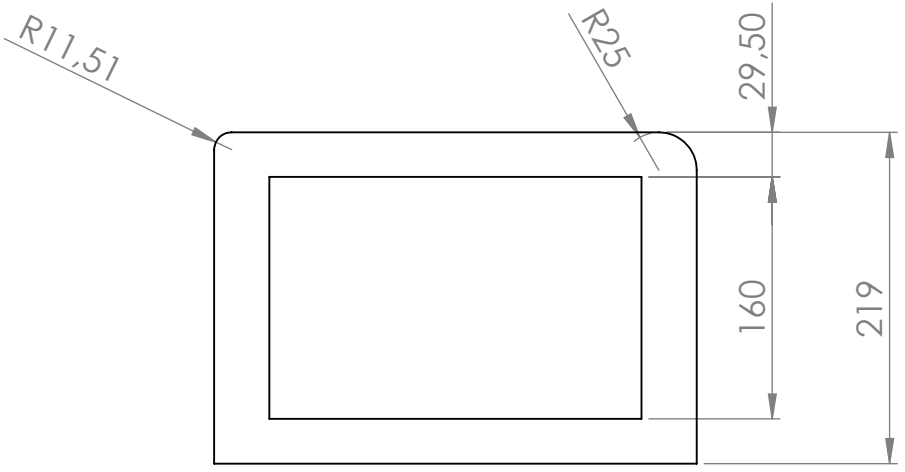
F

F



E

E

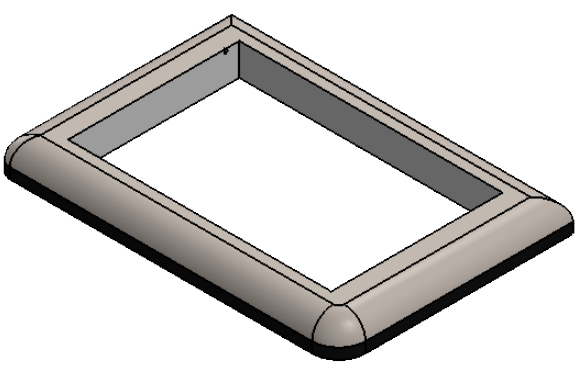


D

D


C

C



B

B

 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

A

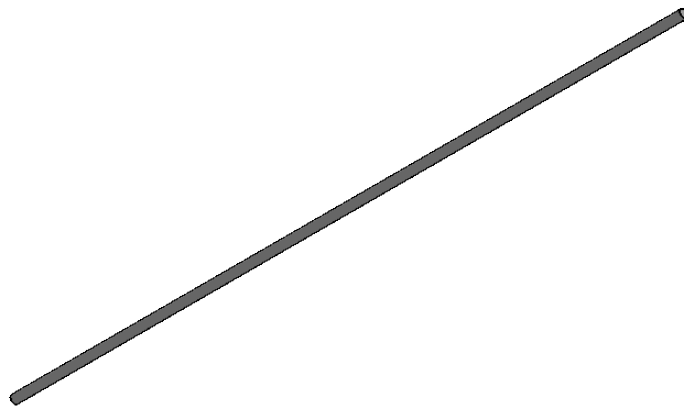
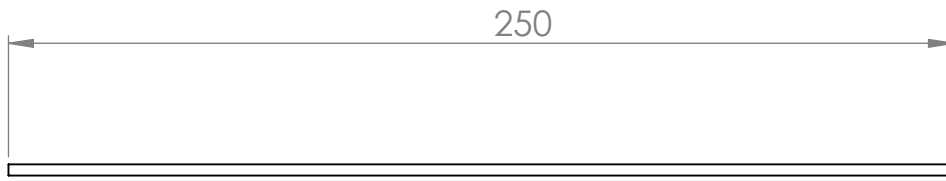
A


PROYECTO:
 Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

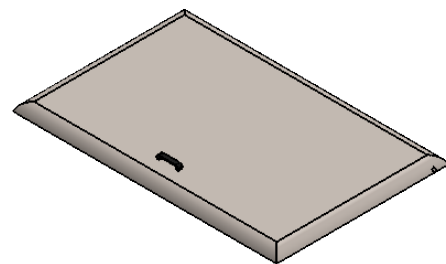
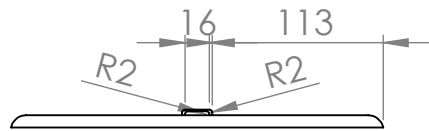
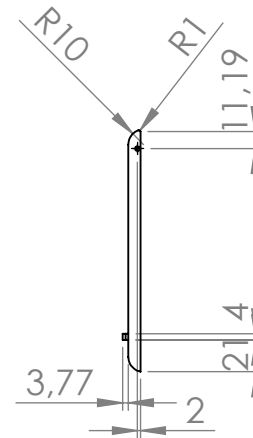
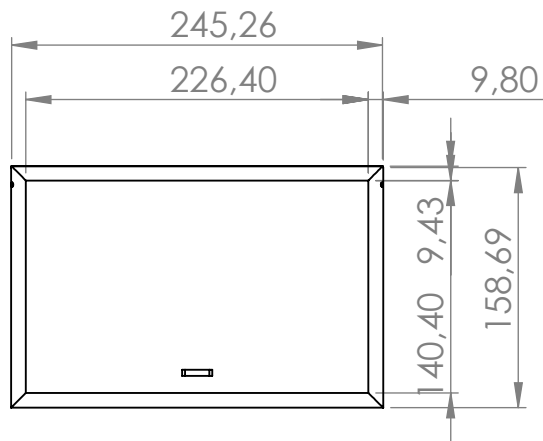
REALIZADO:
 ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO: CFC-212	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 1/1
-------------------	----------------------	----------------	--------------

4 3 2 1



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas			REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-213			FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 1/1



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

GRADO EN INGENIERÍA
EN DISEÑO MECÁNICO

DEPARTAMENTO:

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA

PROYECTO:

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

REALIZADO:

ESCALERA LLORENTE, MAITANE

PLANO:

CFC-211

FECHA:

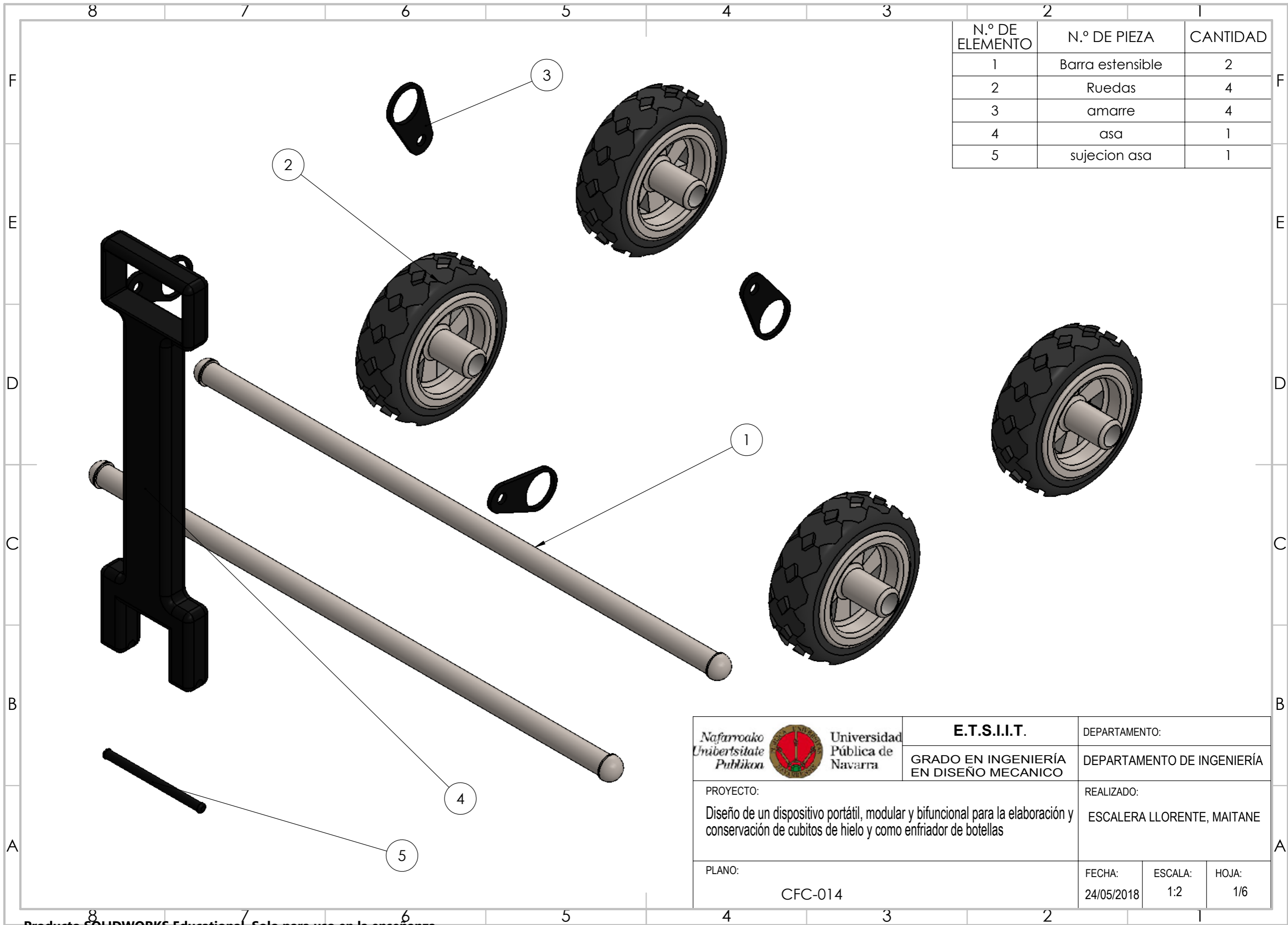
24/05/2018

ESCALA:


1:5

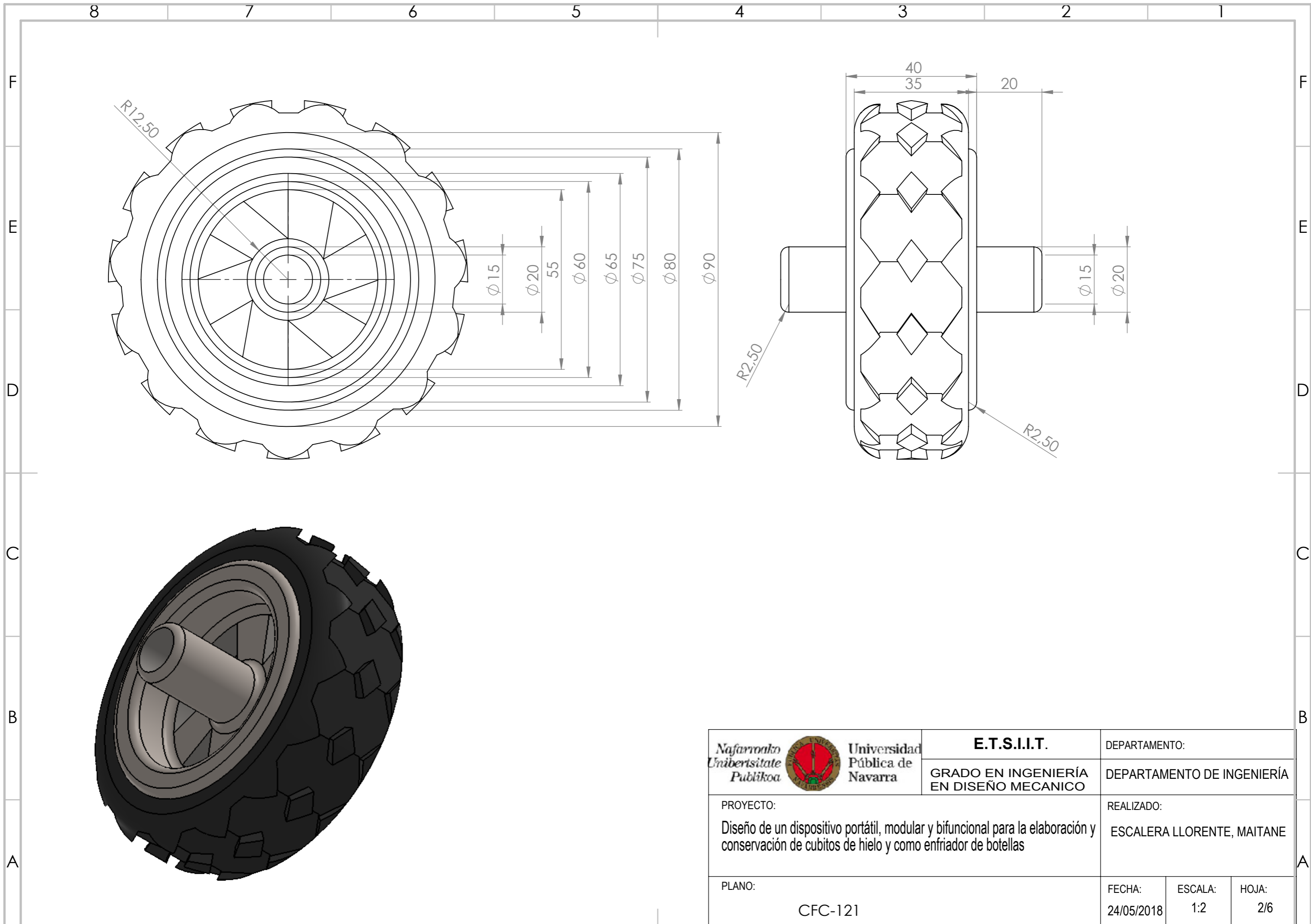
HOJA:


1/1

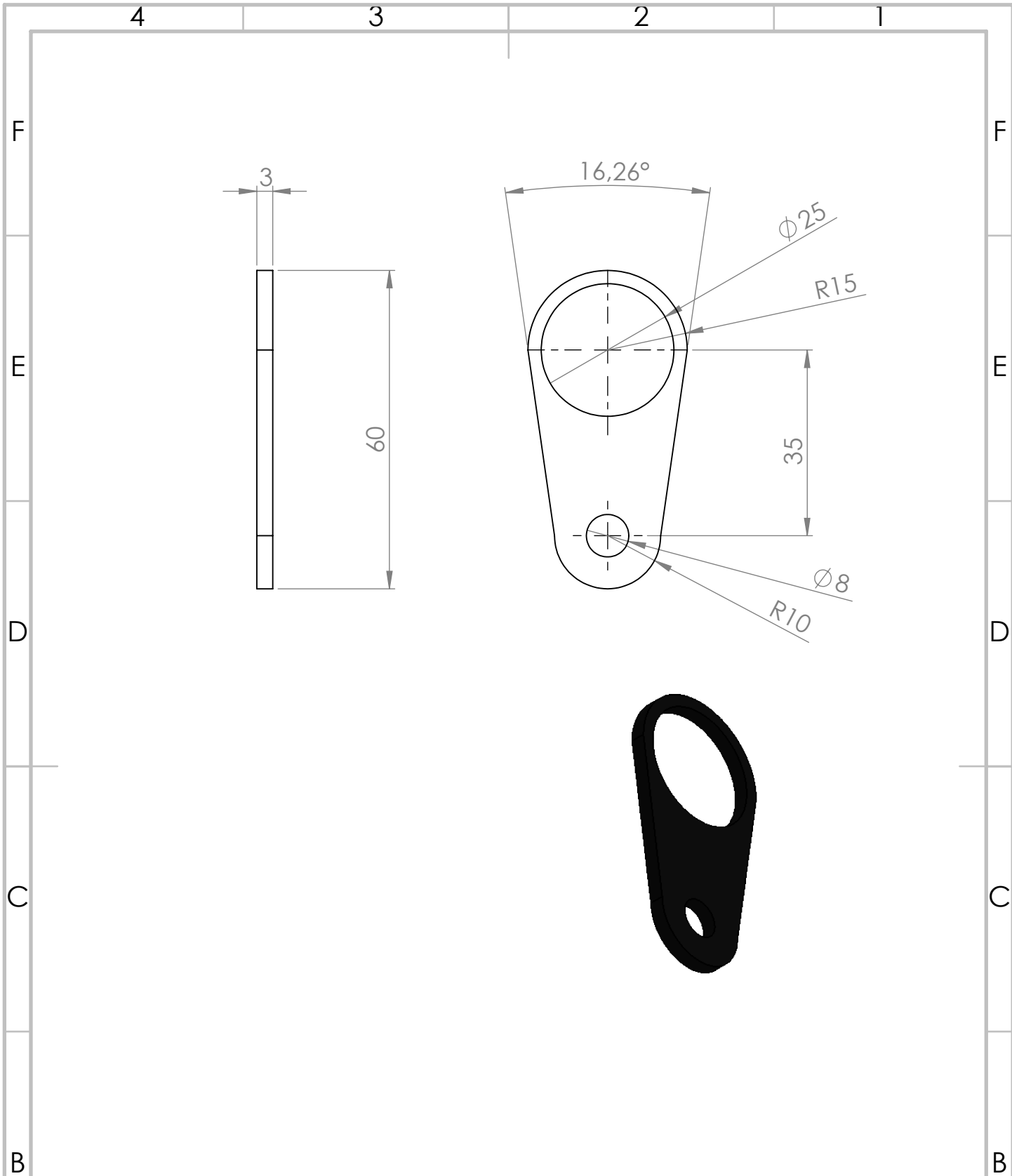


N.º DE ELEMENTO	N.º DE PIEZA	CANTIDAD
1	Barra extensible	2
2	Ruedas	4
3	amarre	4
4	asa	1
5	sujecion asa	1

<i>Nafarroako Unibertsitate Publikoa</i>  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas	REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE	
PLANO: CFC-014	FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2
		HOJA: 1/6



Nafarroako Unibertsitate Publikoa  Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T. GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO:		
		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-121		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:2	HOJA: 2/6




Universidad Pública de Navarra

E.T.S.I.I.T.
 GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO

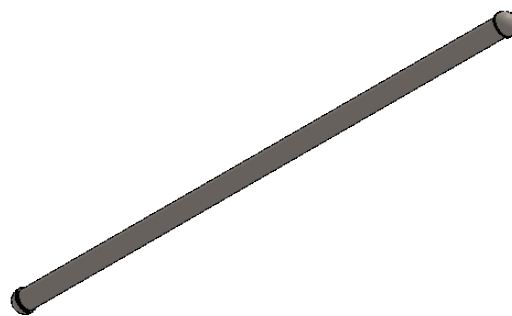
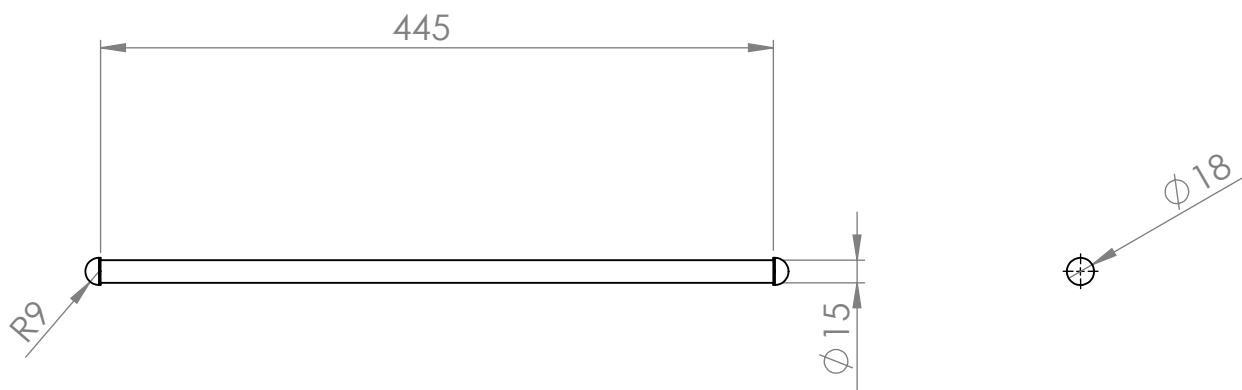
DEPARTAMENTO:
 DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA


PROYECTO:
 Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

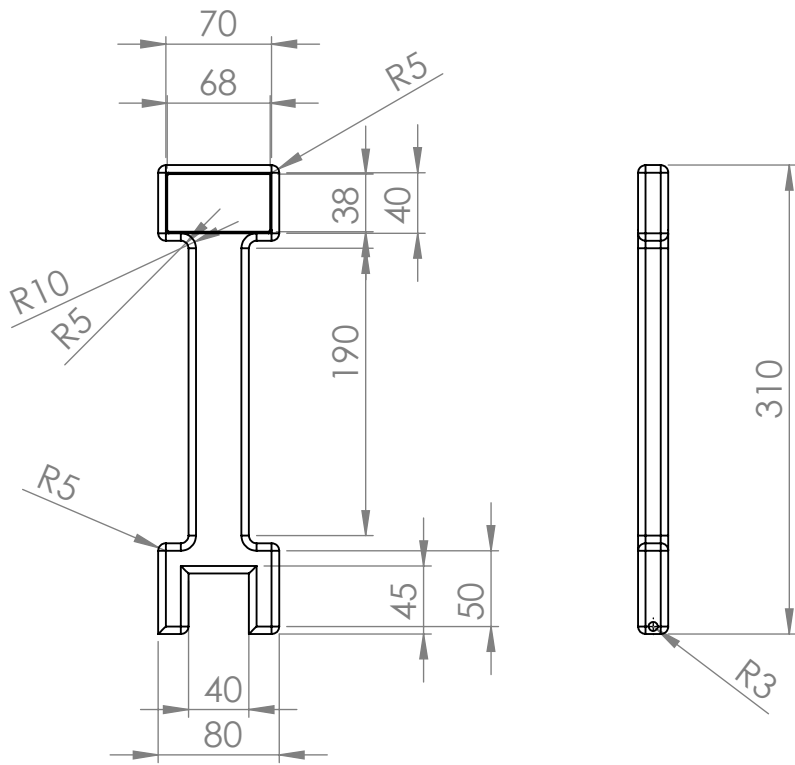
REALIZADO:
 ESCALERA LLORENTE, MAITANE


PLANO:
 CFC-122

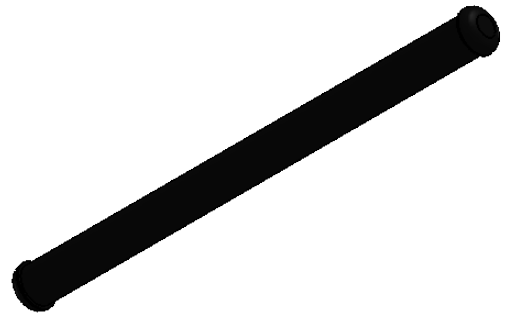
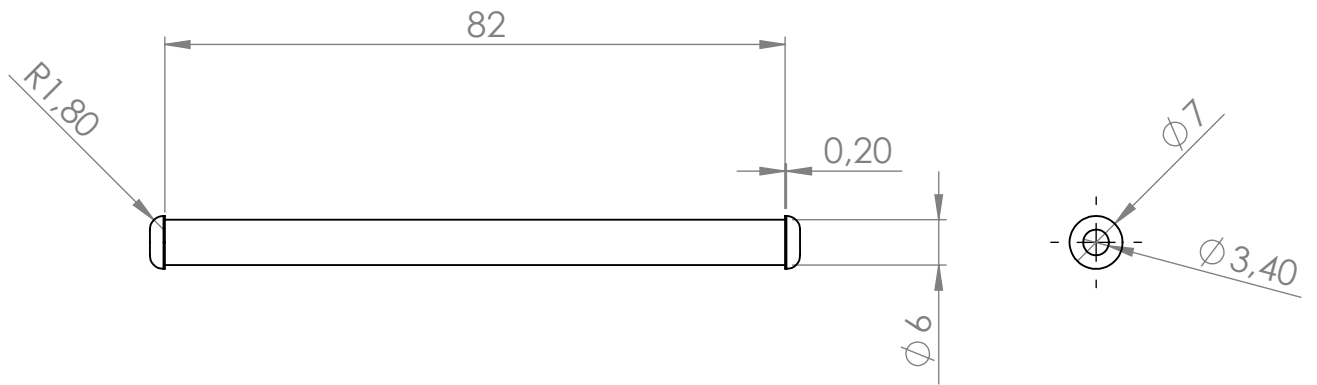
FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:1	HOJA: 3/6
----------------------	----------------	--------------




 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-123		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 4/6



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.		DEPARTAMENTO:	
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO		DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA	
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-124		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:5	HOJA: 5/6



 Universidad Pública de Navarra	E.T.S.I.I.T.	DEPARTAMENTO:		
	GRADO EN INGENIERÍA EN DISEÑO MECANICO	DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA		
PROYECTO: Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas		REALIZADO: ESCALERA LLORENTE, MAITANE		
PLANO: CFC-125		FECHA: 24/05/2018	ESCALA: 1:1	HOJA: 6/6

ANEXO IV

ELEMENTOS COMERCIALES INTEGRADOS EN EL
DISEÑO

ANEXO I: ELEMENTOS COMERCIALES INTEGRADOS EN EL DISEÑO

En el presente anexo veremos cómo deber realizarse la selección de los componentes esenciales para el ciclo de refrigeración. Veremos que debemos saber de cada componente para, en caso de ser necesario, poder realizar un cambio de dicho componente.

1. COMPRESOR

Para el compresor existen varias variables que deberemos conocer. A continuación, las citamos.

Variables de compresión que influyen en su selección y rendimiento. De acuerdo a la presión de succión están:

- LBP (Low Back Pressure): con baja presión de retorno o succión. Para trabajar con temperaturas de evaporación entre -35 y 5°C.
- MBP (Medium Back Pressure): Media presión de retorno o succión. Con temperaturas de evaporación entre -20 y 0 °C
- HBP (High Back Pressure): Alta presión de retorno o succión y con temperaturas de evaporación entre -5 y 15°C.
- CBP (Comercial Back Pressure): Presión de retorno o succión comercial. Temperatura de evaporación entre -20 y 10°C.

De acuerdo al elemento de expansión:

- HST (High Starting Torque): Alto esfuerzo de arranque. Con válvulas termostáticas.
- LST (Low Starting Torque): Bajo esfuerzo de arranque. Con tubos capilares.

De acuerdo a la variable de tipo eléctrico:

- RLA (Rated Load Ampere): Corriente de marcha del equipo. Se calcula los cables de potencia.

Diseño de un dispositivo portátil, modular y bifuncional para la elaboración y conservación de cubitos de hielo y como enfriador de botellas

- FLA (Full Load Ampere): Corriente máxima de carga del equipo. Calculamos el relé térmico.
- LRA (Lock Rotor Ampere): Corriente de arranque del equipo. Selección de fusibles o interruptores
- PH (Phase): De fase monofásica (120-220 VAC) o fase trifásica (220-440 VAC).

Para reconocer nuestro compresor deberemos verlo en el catálogo de fabricante o ver en la etiqueta añadida en la carcasa del compresor.

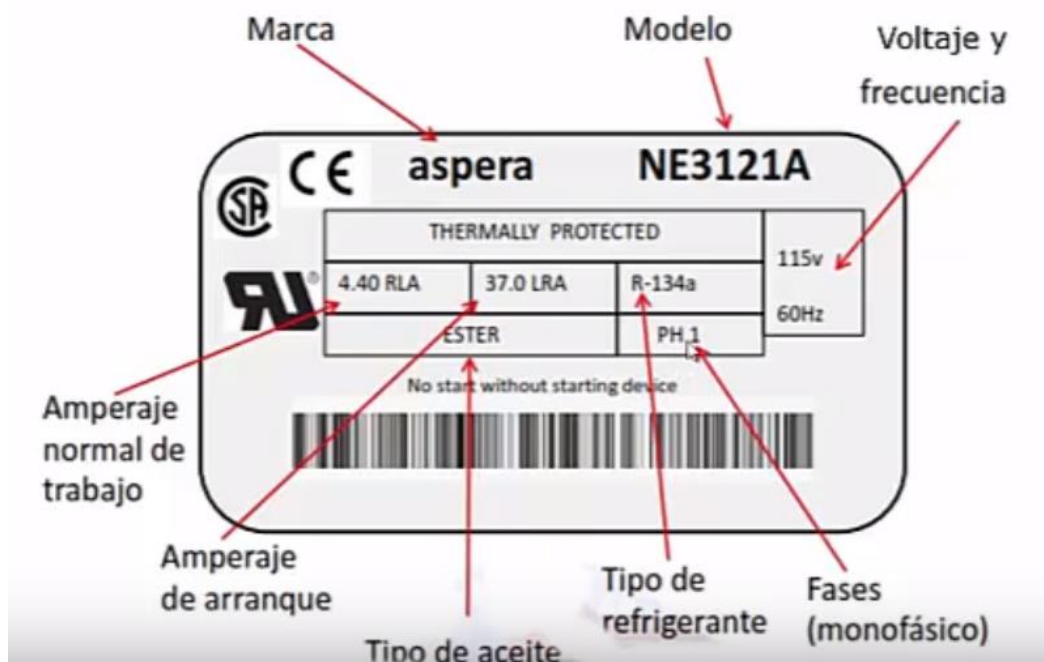


Ilustración 1: Identificación del compresor

En esta etiqueta podemos ver los siguientes datos:

- Marca y modelo
- Tipo de refrigerante que se puede utilizar
- Voltaje (V) de trabajo
- Frecuencia (Hz) de trabajo
- Amperaje de arranque (A)
- Fase de corriente

En la ficha del fabricante además nos aparecerán los siguientes datos:

- Caballos de fuerza
- Eficiencia
- Capacidad: volumen de refrigerante que se deseara mover.
- Tipo de motor
- Rango de temperatura de trabajo

2. VÁLVULA DE EXPANSIÓN TERMOSTÁTICA

Anteriormente hemos comentado las diferentes partes de la válvula de expansión termostática. El cuerpo y el orificio ajustable. A continuación, mostramos que datos deberemos saber para realizar la selección de nuestro elemento.

En primer lugar, debemos conocer estos datos para luego elegir correctamente el cuerpo y el orificio ajustable:

- Tipo de refrigerante
- Capacidad del evaporador
- Presión de evaporación
- Presión de condensación
- Subenfriamiento
- Caída de presión a través de la válvula
- Igualación de presión interna o externa

Para la identificación de la válvula termostático (el cuerpo), se equipa con una etiqueta:

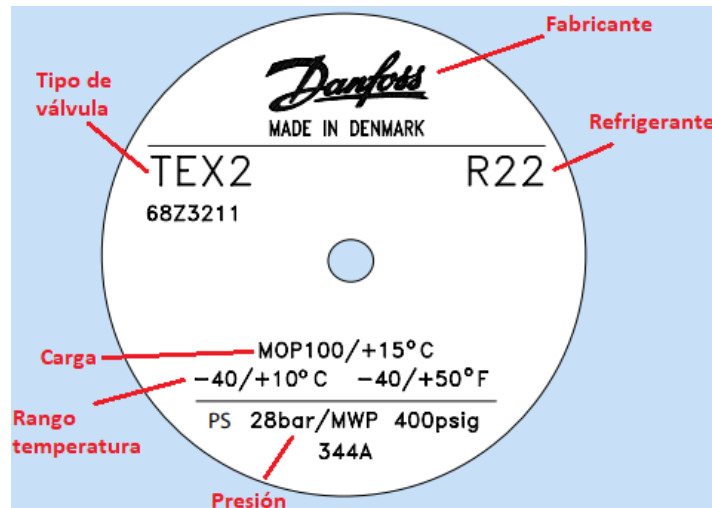


Ilustración 2: Etiqueta identificativa válvula de expansión termostática

En ella nos saldrán los siguientes datos: Fabricante, tipo de válvula, refrigerante, carga, rango de temperatura y presión máxima.

Sin embargo, para el conjunto de orificio se marca de la siguiente manera. Se marca con el tamaño del orificio (p.ej. 06) y la grabación de la semana más el número del año de fabricación (p.ej. 279).

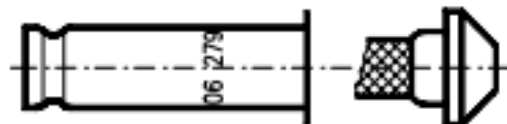


Ilustración 3: Orificio ajustable identificación

En la parte superior se indica el tipo de válvula para el que se puede utilizar el orificio y el tamaño del orificio.

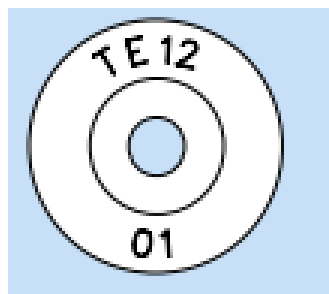


Ilustración 4: Orificio ajustable identificación

3. CONDENSADOR

Para la buena selección de un condensador y conociendo una serie de características deberemos saber realizar una selección adecuada. Los siguientes datos son los que conocemos y gracias a ellos podremos buscar en los fabricantes nuestro condensador.

- Máxima presión de condensación soportada.
- Salto térmico. Diferencia entre la temperatura de condensación y al de entrada de refrigerante.
- Potencia de intercambiador de calor.
- Tipo de refrigerante.
- Caudal de refrigerante que circula.
- Diámetros de los tubos por los que circula el refrigerante.

Conociendo estos datos podremos ir a las fichas de fabricantes y cambiar nuestro condensador.

4. EVAPORADOR

Para la selección de los evaporadores una serie de datos deberemos conocer con anterioridad para luego realizar la selección.

- Temperatura a la que el refrigerante deberá evaporarse
- Temperatura de conservación de la cámara. Para la fabricación de hielo será de -20°C y para la conservación de alimentos de 5°C.
- Tipo de refrigerante
- Superficie que se quiere enfriar. Para nuestros evaporadores cada uno es diferente

Conociendo estos datos podremos ir a la tabla de fabricantes y elegir nuestro evaporador, o en su defecto el que más se parezca al que ya tenemos.

Una vez conocido

5. PANELES FOTOVOLTAICOS

Para el cálculo de una instalación solar fotovoltaica se deben seguir los siguientes pasos:

- **Calcular el consumo estimado.** Sabiendo el consumo diario de nuestro dispositivo podremos saber que placas solares necesitaremos para la instalación. Nuestro dispositivo consume 150 W/h por lo que al cabo del día consumirá 3600 W/día.
- **Calcular la radiación solar disponible.** Debemos hacer uso de una aplicación de internet para saber esto. Su nombre es “*Photovoltaic Geographical Information System*”. Esta aplicación según estándar de irradiación de medida ($1\text{kW}/\text{m}^2$) nos da los calores de irradiación solar de cada mes, para nuestro caso en navarra, ya que tiene unos valores desfavorables en cuanto irradiación solar. Obtenemos la siguiente tabla:

Location: 42°41'43" North, 1°40'33" West, Elevation: 653 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 1.0 kW (crystalline silicon)
Estimated losses due to temperature and low irradiance: 8.7% (using local ambient temperature)
Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.7%
Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
Combined PV system losses: 23.6%

Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	2.24	69.4	2.74	84.9
Feb	3.01	84.3	3.72	104
Mar	4.14	128	5.30	164
Apr	4.12	123	5.37	161
May	4.49	139	5.93	184
Jun	4.78	143	6.47	194
Jul	5.09	158	6.98	216
Aug	4.82	149	6.61	205
Sep	4.41	132	5.93	178
Oct	3.52	109	4.59	142
Nov	2.54	76.1	3.17	95.0
Dec	2.20	68.2	2.70	83.7
Yearly average	3.78	115	4.96	151
Total for year		1380		1810

E_d : Average daily electricity production from the given system (kWh)

System - Interactive Maps

Contact Important legal notice

PVGIS 5 release candidate. Read about it here and try it out!

Estimation Monthly radiation Daily radiation Stand-alone PV

Performance of Grid-connected PV

Location database: Climate-SAF PVGIS [What is this?]

Technology: Crystalline silicon

Rated peak PV power 1 kWp

Estimated system losses [0;100] 14 %

Mounting options:

Mounting position: Free-standing

Slope [0;90] 35° Optimize slope

Azimuth [-180;180] 0° Also optimize azimuth

Pitch angle from -180 to 180, East=-90, South=0

Tracking options:

Vertical axis Slope [0;90] 0° Optimize

Inclined axis Slope [0;90] 0° Optimize

2-axis tracking

Download file: Seleccionar archivo Ningún archivo seleccionado

Output options

Show graphs Show horizon

Web page Text file PDF

Calculate [help]

Ilustración 5: Valores de la radiación solar

De esta firma obtenemos para H_d que el valor más desfavorable es en diciembre con 2.70 kWh/m². Si lo dividimos por el valor estándar tenemos horas de sol pico:

HSP = radiación solar mas desfavorable / radiación incidente = 2.7 HSP en el mes de diciembre

Son las horas necesarias para cargar nuestra placa solar.

Suponiendo un sistema para fin de semana. Necesitaremos una instalación de 3 días de capacidad. Consideraremos un rendimiento de las placas de un 60%, debido a perdidas, el panel, perdidas en la batería, etc. Para paneles pequeños y económicos no suelen tener mucha potencia, pero invertiremos en estos elementos, ya que, en su defecto encareceremos el producto.

- **Capacidad de los acumuladores.** Para el cálculo de la capacidad de las baterías necesarias deberemos establecer la autonomía deseada.

*Capacidad de la batería = (energía necesaria * días de autonomía) / (Voltaje batería * profundidad de la descarga) = [A*h]*

Los voltios y la profundidad son características de cada tipo de batería. Esto podremos obtenerlo a partir de las especificaciones del producto. (Renovables, 2015)