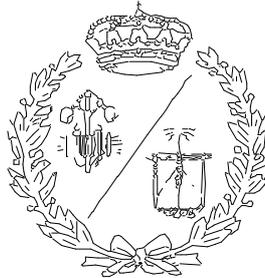


**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN**

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Grado

**ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE
PRODUCCIÓN DE EQUIPOS DE
REFRIGERACIÓN**

**(Analysis and valuation of production of
refrigeration equipment)**

Para acceder al Título de

**GRADUADO EN INGENIERÍA EN
TECNOLOGÍAS INDUSTRIALES**

Autor: José Joaquín Sainz Gutiérrez

Julio- 2017

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO 1 MEMORIA	1
DOCUMENTO 2 PLANOS.....	51
DOCUMENTO 3 PLIEGO DE CONDICIONES	58
DOCUMENTO 4 PRESUPUESTO.....	68



Documento 1

MEMORIA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	OBJETO	4
3	ALCANCE.....	5
4	ANÁLISIS DE SOLUCIONES	6
4.1	TIPOS DE PROCESOS DE REALIZACIÓN DE AGUJEROS EN LAS PLANCHAS METÁLICAS	6
4.1.1	Troquel	6
4.1.2	Máquina punzonadora automática	6
4.2	TIPOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN	8
5	DEFINICIÓN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN.....	11
5.1	LÍNEA DE PRODUCCIÓN RACK INFORMÁTICO	11
5.2	LÍNEA DE PRODUCCIÓN SISTEMA DE VENTILACIÓN SUPLEMENTARIO PARA NEVERAS DE USO ESPECÍFICO.....	30
6	PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD	43
6.1	PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD RACK DE TELECOMUNICACIONES.....	44
6.2	PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SISTEMA DE VENTILACIÓN SUPLEMENTARIO PARA NEVERAS.	47
7	BIBLIOGRAFÍA.....	49

1 INTRODUCCIÓN

La necesidad de optimizar los costes y el “time to market” nacida en la crisis del petróleo de 1973 agravado, posteriormente, por las crisis sucesivas y la creciente globalización ha hecho que las grandes compañías, para mantener un crecimiento, contenido, de inmovilizado y personal, opten por la subcontratación de la fabricación, incluso aportando algunos componentes específicos, de sus productos más maduros o de producción masiva. En cualquier caso, siempre mantiene un estricto control de la calidad de los productos finales mediante acuerdos de “calidad concertada” e inspecciones periódicas de los subcontratistas.

Por su parte el subcontratista debe aportar una flexibilidad que, en las grandes instalaciones, no es fácil conseguir y una altísima adaptabilidad a los cambios que el cliente te presentará. Debe de aportar una calidad de fabricación tal que pueda firmar acuerdos de “calidad concertada” con el cliente de modo rápido. Como contrapartida recibirá contratos de un cliente que, normalmente, es grande, prestigioso y financieramente solvente, lo que redundará en su prestigio fabril y ante las entidades financieras que le apoyen.

2 OBJETO

El objeto de este proyecto es el estudio, detallado, y planificación de la producción, como subcontratista, de dos equipos de refrigeración. Se describirán el procedimiento de acopio de algunos componentes genéricos, las diferentes operaciones de fabricación hasta el embalaje.

Se estudiarán mejoras de diseño, que se propondrán al propietario para su aprobación, y se diseñará el embalaje adecuado.

Los productos a fabricar serán una bandeja de refrigeración **Figura 1** de 1U (unidad estándar de los rack de servidores, equivalente a 1,75 pulgadas ó 4,445 cm), para un rack de servidores, o equipos semejantes, y un sistema de ventilación suplementario **Figura 2** para neveras verticales de uso específico.



Figura 1: Bandeja de refrigeración



Figura 2: Sistema de ventilación suplementario para neveras

3 ALCANCE

En este proyecto se analiza y selecciona los sistemas de producción necesarios para satisfacer la demanda de dos productos. El análisis y selección de los procesos comienza con el encargo del cliente y finaliza con la entrega Ex-work de los productos encargados

El primer producto es una bandeja de refrigeración para rack de servidores y el segundo un sistema de refrigeración auxiliar para neveras de uso especial. El análisis de la producción ha contemplado: secuenciación de las diferentes operaciones fabriles, cálculo de tiempos, ergonomía del puesto de trabajo y consideraciones de seguridad y calidad de la producción. Se han analizado las diferentes formas de mecanizado y seleccionado la más adecuada al proceso. También se han diseñado los embalajes necesarios.

4 ANÁLISIS DE SOLUCIONES

4.1 TIPOS DE PROCESOS DE REALIZACIÓN DE AGUJEROS EN LAS PLANCHAS METÁLICAS

Para la elaboración de las perforaciones de las dos chapas, base y tapa, se presentan dos alternativas fundamentalmente: troquelado en prensa y punzonado en punzonadora.

4.1.1 Troquel

Consta fundamentalmente de dos partes una base, llamada matriz, y un cabezal que ejerce presión sobre la chapa a procesar provocando según se desee su recortado o estampación. Este útil funciona instalado en una prensa.

Entre las ventajas de estos útiles está la repetibilidad de piezas bajo mantenimiento y durabilidad pudiendo hablar de millones de piezas.

Sus desventajas son: su alto precio, lo que les hace de dudosa rentabilidad para producciones pequeñas como en este caso, si a esto añadimos que la presencia de numerosos taladros de pequeño diámetro muy próximos obligará a la utilización de más de un útil. Otra desventaja a considerar es que, dado el pequeño diámetro de la mayoría de los taladros, se producirán numerosas roturas de punzones lo que inutilizará el útil y detendrá la producción. Por las razones expuestas se descarta esta opción.

4.1.2 Máquina punzonadora automática

Los procesos de corte y perforación se realizarán por medio de una máquina punzonadora automática TC200 R como la de la **Figura 3**. Esta máquina se maneja por control numérico, introduciendo en un ordenador los diferentes parámetros y ordenes de corte de las diferentes chapas.



Figura 3: Máquina punzonadora

Esto conlleva múltiples ventajas como son: la optimización del material, la velocidad en la realización del proceso y la precisión en los cortes. Por estas razones se seleccionará este método al ser el más conveniente en el proceso. Las principales características de esta máquina vienen expuestas en la **Tabla 1**.

Tabla 1: Datos máquina punzonadora automática

Características	Dato
Campo de trabajo máximo	1.280x2.070 mm
Peso de la Pieza máximo	150kg
Espacio necesario	33 m ² con zona de seguridad
Espesor de chapa máx	6,4 mm
Fuerza de punzonado máx	165 KN
Peso de la máquina	Aprox: 8.000 Kg
Altura de trabajo	1020 mm
Altura de la máquina	2.435 mm (cubierta abierta)
Velocidad Eje X	80 m/min.
Velocidad Eje Y	55 m/min.
Velocidad Eje Z	360°/s
Exactitud recorrido mínimo programable	0,001 mm
Mando	TUMAGRAPH CC220
Consumo Eléctrico	aprox. 14 Kva.
Consumo Neumático	8 Nm ³ /h con 6 bar

4.2 TIPOS DE LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Una línea de producción divide el trabajo en tareas más pequeñas, realizadas en diversos puestos de trabajo especializados y concatenados, lo que conlleva un aumento significativo de la eficiencia en la producción.

Este sistema de producción sustituyó a la producción en un único banco de trabajo, en el que se desarrollan todas las operaciones de montaje. Este sistema de banco único es en general menos eficiente, más inseguro y por consiguiente, exceptuando algunos casos específicos, menos adecuado para las necesidades de producción actuales.

Existen principalmente tres tipos de producción en línea:

- Líneas de producción manual
- Líneas de producción automatizada
- Líneas de producción mixtas

4.2.1 Líneas de producción manual

Las líneas de producción manual son aquellas en las que el trabajo a realizar, para obtener un producto a partir de unos materiales y componentes de partida, se divide en sucesivas estaciones de trabajo que son operadas por humanos. Entre los diversos puestos de trabajo, en los que se irán realizando los procesos y ensamblajes de los componentes necesarios, se utilizarán sistemas de transporte del producto siendo los más destacados:

- Método de transporte manual.

Este sistema conlleva que un operario desplace de forma manual el producto entre los diversos puestos de trabajo para que prosigan los trabajos de la línea.

Este sistema suele servirse de cintas de rodillos, en el que los operarios depositan los productos y los impulsan de forma manual, para que avance al siguiente puesto. Otra posibilidad es acumular una cantidad significativa y una vez se tenga, transportarlo con algún tipo de carro.

- Método de transporte mecánicos.

Por medio de sistemas mecánicos de transporte el producto se desplaza entre los diferentes puestos de la línea.

El sistema más utilizado en las líneas de producción son los sistemas de transferencia continua. Estos sistemas se basan en una cinta transportadora, que constantemente está desplazando los diferentes productos colocados sobre ella. Unas de las principales ventajas de este tipo de desplazamientos de productos, entre los puestos de la línea, es que se pueden retirar de forma sencilla los productos que no sean de gran peso o voluminosos. Al desplazarse de forma autónoma no se necesita destinar operarios para realizar esta tarea.

4.2.2 Líneas de producción automatizada

Las líneas de producción automatizada son aquellas que las operaciones realizadas en los sucesivos puestos de trabajo están automatizadas y son realizados por una máquina. El transporte entre las estaciones de trabajo también se realiza de forma automatizada. Por consiguiente, este tipo de sistemas prescinde del personal humano exceptuando aquel personal de mantenimiento y control.

Estos sistemas de ensamblado automático se dividen en dos categorías:

- Sistemas de estación única.

Este sistema se basa en una única estación en la cual existe un robot o máquina programada para realizar diversas operaciones.

Este sistema es sustancialmente más lento a la hora de realizar estas operaciones que una un sistema en línea.

- Sistemas de ensamble en línea

En este sistema hay múltiples puestos de trabajos automatizados y entre ellos sistemas de transporte. Se utiliza para aquellos procesos que tenga un volumen alto de producción y no tengan sus operaciones una alta dificultad.

4.2.3 Líneas de producción mixtas.

Este tipo de líneas es una combinación de las dos anteriormente comentadas: las líneas manuales y las automatizadas.

En una línea híbrida habrá diversos puestos de trabajo. Algunos de ellos se operarán de forma manual, es decir el trabajo lo realizará personal humano, y otros serán operados por máquinas o robots programados.

Es adecuado el uso de este sistema para producciones en las que se tengan algunas operaciones muy sencillas y repetitivas que se automatizarán y otras en las que sea necesaria la habilidad o el criterio del personal humano, por lo que se optará por que sea realizado el trabajo por estos.

5 DEFINICIÓN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

5.1 LÍNEA DE PRODUCCIÓN RACK INFORMÁTICO Y TELECOMUNICACIONES

En este primer diseño de la producción se diseñará una línea de ensamblaje manual. Este sistema se basa en múltiples puestos de trabajo en los cuales los trabajadores realizan los procesos de ensamblaje. Desde la entrada de la pieza, en la línea de ensamblaje, se transportada entre puestos de trabajo por medio de cintas automáticas. Se usará este sistema manual ya que el montaje de algunos de los componentes tiene una dificultad elevada por el reducido espacio en el que se ubican los componentes.

Para que la línea sea eficiente hay que equilibrar la carga de trabajo de los diferentes puestos. Para hacer esto se estudia los tiempos de montaje y se reparten las tareas entre los diferentes puestos de trabajo.

La línea de montaje consta de 7 puestos de trabajo como puede visualizarse en la **Figura 4**.

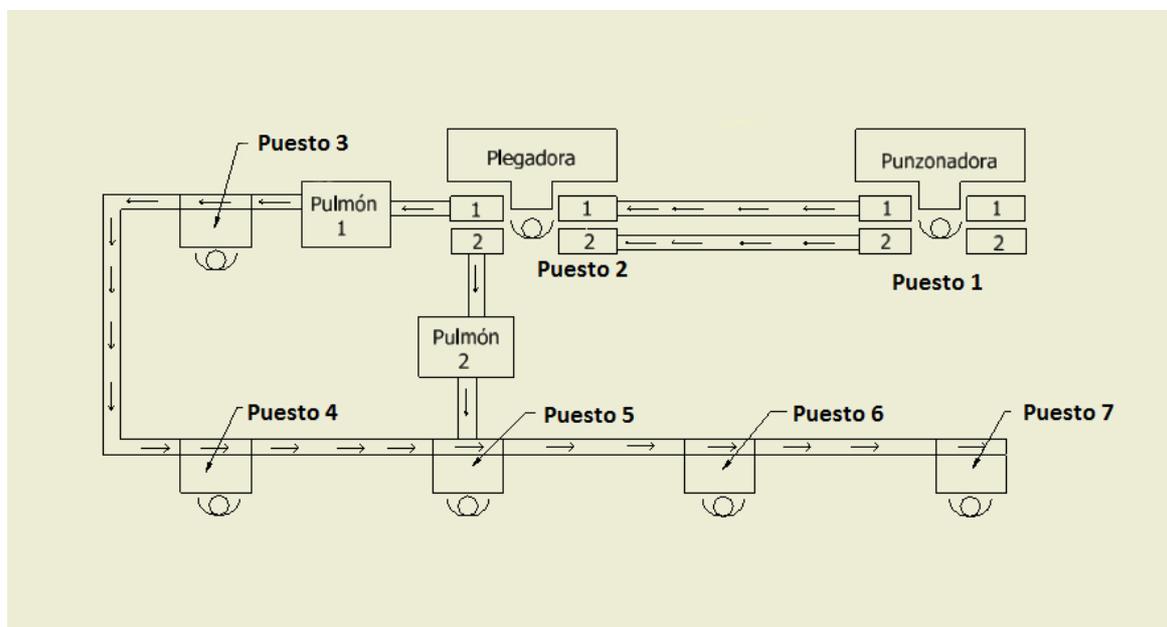


Figura 4: Representación línea de trabajo

En el puesto de trabajo 1 se encuentra ubicada la máquina punzonadora automática.

En el puesto de trabajo 2 se encuentra la plegadora de chapas.

En los siguientes puestos de trabajo se encuentran las mesas de trabajo donde se realizarán las diferentes operaciones del proceso. Estas mesas tienen como base una mesa estándar que se adaptará a las diferentes necesidades del trabajo que se realice en los diferentes puestos de trabajo.

La mesa de trabajo **Figura 5** es de dimensiones $2.200 \times 2.000 \times 1.500\text{mm}$. Esta mesa lleva incorporada una cinta transportadora, que facilite el movimiento de las piezas ensambladas por la línea de montaje.

También las herramientas necesarias para la realización de los diferentes trabajos y los diferentes cajones donde están dispuestas las diferentes piezas.

Además, lleva integrada la iluminación necesaria para la realización de forma eficiente de las operaciones.

Esta mesa se diseñó para que el operario realice su trabajo con el menor esfuerzo necesario y realizando los mínimos movimientos. También se tuvo en cuenta todos los aspectos de ergonomía para evitar posibles lesiones por stress muscular debido a la realización de movimientos repetitivos.

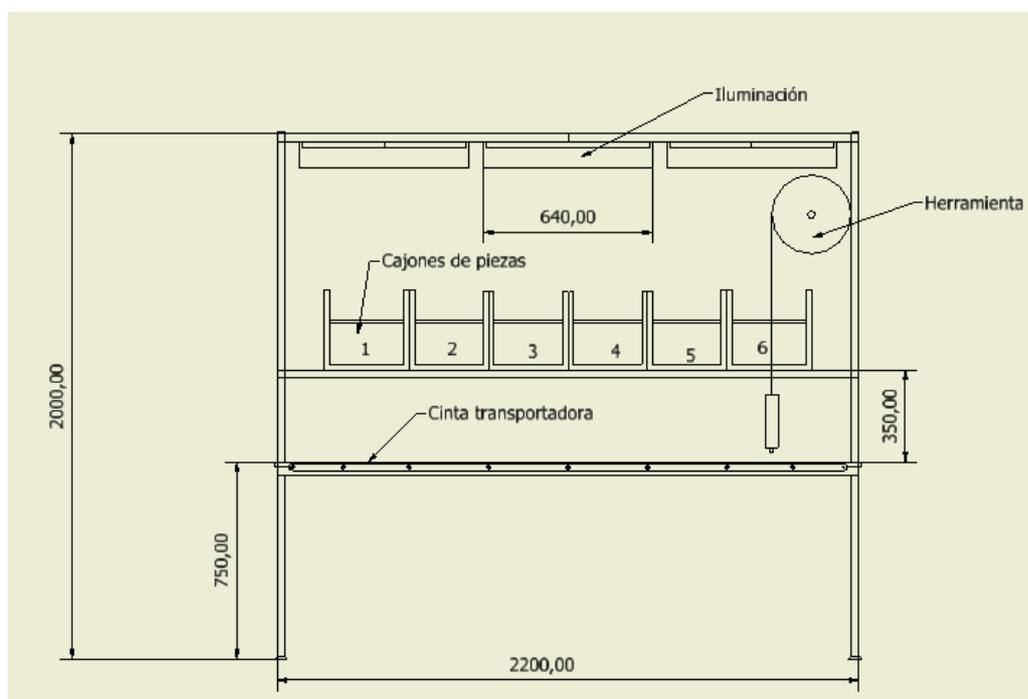


Figura 5: Mesa de trabajo

La producción diaria requerida por el cliente se establece en 50 unidades. Consta de las siguientes piezas: una base, seis ventiladores, un interruptor eléctrico, display, toma de suministro eléctrico, una salida de datos, placa de control, sonda de temperatura, una tapa y los correspondientes tornillos y cableado.

1. Plancha base: plancha metálica de acero laminado con acabado bicromatado de 1,5mm de grosor. De dimensiones 506,79mm × 431,24mm. A partir de esta plancha base se punzonará y doblará para obtener la pieza base.
2. Ventiladores: 6 Ventiladores de dimensiones 120mm × 120mm.
3. Interruptor eléctrico estándar.
4. Toma de suministro eléctrico estándar.
5. Salida de datos: Un puerto LAN rj45.
6. Placa de control.
7. Sonda de temperatura pt100.
8. Display.
9. Tapa: plancha metálica de acero laminado con acabado bicromatado de 0,7mm de grosor. De dimensiones 506,97mmx348,01mm. A partir de esta placa base se punzonará y doblará para obtener la pieza de denominada tapa.
10. Tornillos autorroscantes, separadores de placa, cableado, bridas y fijaciones correspondientes para las bridas de los cables.

A partir del análisis de tiempos, mediante el método "Methods Time Measurement", se puede obtener los distintos tiempos de las operaciones a realizar.

Fabricación de la base:

- **Operación 10**

En primer lugar, se plantea la fabricación de la base de la bandeja de ventiladores. A partir de una plancha metálica de acero laminado con acabado bicromatado de 1,5mm de grosor de dimensiones 506,79mmx431,24mm y con un peso de 2,57kg. Se realiza los agujeros y aberturas en dicha placa para los diferentes componentes que compondrán el producto. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 2**. Por lo anteriormente expuesto se realizará por medio de una punzonadora automática por control numérico. Esta operación se realiza en el puesto 1 de la línea.

Tabla 2: Descripción de las acciones de la operación 10

Operación 10	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Girar cuerpo hacia la derecha	37,20
	02	Enfoque ocular	7,30
	03	Alcanzar plancha a una distancia de 30cm.	9,50
	04	Coger la plancha	7,30
	05	Girar cuerpo punto inicial	37,20
	06	Enfoque ocular	7,30
	07	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm	17,30
	08	Soltar la plancha	2,00
	09	Accionar la punzonadora	10,60
	10	Tiempo de funcionamiento punzonadora	1.667,00
	11	Coger plancha de la punzonadora	7,30
	12	Girar cuerpo izquierda	37,20
	13	Enfoque ocular	7,30
	14	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,30
	15	Soltar chapa	2,00
	TOTAL Tiempo	1.873,80	
	Tiempo en cinta	650,63	

- **Operación 20**

Tras esta operación, se realiza el plegado de la chapa para obtener la base del producto en el que se montarán los diferentes componentes, necesarios para su correcto funcionamiento. Se detallan los tiempos necesarios para el plegado en **Tabla 3**. Esta operación se realiza en el puesto 2 de la línea.

Tabla 3: Descripción de las acciones de la operación 20

Operación 20	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Girar cuerpo hacia la derecha	37,20
	02	Enfoque ocular	7,30
	03	Alcanzar plancha a distancia de 30cm.	9,50
	04	Coger la plancha	7,30
	05	Girar cuerpo punto inicial	37,20
	06	Enfoque ocular	7,30
	07	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,30
	08	Accionar la plegadora pedal	19,10
	09	Tiempo de funcionamiento plegadora	118,80
	10	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,30
	11	Accionar la plegadora pedal.	19,10
	12	Tiempo de funcionamiento plegadora	118,80
	13	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,30
	14	Accionar la plegadora pedal.	19,10
	15	Tiempo de funcionamiento plegadora	118,80
	16	Mover la plancha a la posición indefinida. Distancia 30cm.	15,430
	17	Girar cuerpo hacia la izquierda.	37,20
	18	Enfoque ocular	7,30
	19	Mover la base a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,30
20	Soltar	2,00	
		TOTAL Tiempo	650,63
		Tiempo en cinta	278,00

Fabricación de la tapa:

- **Operación 10**

Se plantea la fabricación de la tapa de la bandeja de ventiladores. A partir de una plancha metálica de acero laminado con acabado bicromatado de 0,7mm de grosor, dimensiones $506,97\text{mm} \times 348,01\text{mm}$, y con un peso de 0,97 kg. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 4**. Los agujeros en la plancha metálica se realizarán por medio de la punzonadora por control numérico. Esta operación se realiza en el puesto 1 de la línea.

Tabla 4: Descripción de las acciones de la operación 10

Operación 10	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Girar cuerpo hacia la derecha	37,20
	02	Enfoque ocular.	7,30
	03	Alcanzar plancha a distancia de 30cm.	9,50
	04	Coger la plancha.	7,30
	05	Girar el cuerpo punto inicial.	37,20
	06	Enfoque ocular.	7,30
	07	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	08	Soltar la plancha.	2,00
	09	Accionar la punzonadora.	10,60
	10	Tiempo de funcionamiento punzonadora	1500,00
	11	Coger plancha de la punzonadora	7,30
	12	Girar cuerpo izquierda	37,20
	13	Enfoque ocular	7,30
	14	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	15	Soltar chapa	2,00
		TOTAL Tiempo	1702,40
		Tiempo en cinta	488,83

- **Operación 20**

Tras esta operación, se realiza el plegado de la chapa para obtener la tapa del producto. Se detallan los tiempos necesarios para el plegado en **Tabla 5**. Esta operación se realiza en el puesto 2 de la línea.

Tabla 5: Descripción de las acciones de la operación 20

Operación 20	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Girar cuerpo hacia la derecha	37,20
	02	Enfoque ocular	7,30
	03	Alcanzar plancha a distancia de 30cm	9,50
	04	Coger la plancha	7,30
	05	Girar cuerpo punto inicial	37,20
	06	Enfoque ocular	7,30
	07	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	08	Accionar la plegadora pedal.	19,10
	09	Tiempo de funcionamiento plegadora	118,80
	10	Mover la plancha a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	11	Accionar la plegadora pedal.	19,10
	12	Tiempo de funcionamiento plegadora	118,80
	13	Mover la plancha a la posición indefinida. Distancia 30cm.	15,43
	14	Girar cuerpo hacia la izquierda.	37,20
	15	Enfoque ocular.	7,30
	16	Mover la tapa a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
17	Soltar	2,00	
		TOTAL Tiempo	488,83
		Tiempo en cinta	1981,50

Montaje del producto

- **Operación 10**

En esta operación se monta en la base tanto el interruptor, como la placa de control, la toma de corriente, el display y un puerto LAN rj45. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 6**. Además de lo anterior los cables y fijaciones necesarias.

Tabla 6: Descripción de las acciones de la operación 10

Operación 10	Acción	Descripción	Tiempo(Unds UMT=10 ^{^-5} h)
	01	Alcanzar base a distancia de 30cm	9,50
	02	Coger la base.	7,30
	03	Mover la base a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,30
	04	Soltar la base.	2,00
	05	Alcanzar interruptor a distancia de 30cm.	14,10
	06	Coger interruptor.	9,10
	07	Mover el interruptor a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	08	Encajar interruptor en la base.	47,80
	09	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	10	Coger destornillador automático	8,70
	11	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	12	Soltar destornillador	2,00
	13	Alcanzar puerto LAN a distancia de 30cm.	14,10
	14	Coger puerto LAN.	9,10
	15	Mover el puerto LAN a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	16	Encajar puerto LAN en la base.	47,80
	17	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	18	Coger destornillador automático	8,70
	19	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	20	Soltar destornillador.	2,00
	21	Alcanzar toma de corriente a distancia de 30cm.	14,10
	22	Coger toma de corriente	9,10
	23	Mover la toma de corriente a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	24	Encajar toma de corriente en la base.	47,80
	25	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	26	Coger destornillador automático	8,70
	27	Mover destornillador automático. Distancia 30cm.	15,10
	28	Soltar destornillador.	2,00
	29	Alcanzar display a distancia de 30cm.	14,10
	30	Coger display	9,10
	31	Mover el display a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	32	Encajar display en la base.	47,80
	33	Alcanzar separadores a distancia de 30cm.	14,10
	34	Coger separadores.	8,70
	35	Mover el separadores a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	36	Soltar	2,00
	37	Alcanzar placa de control a distancia de 30cm	14,10
	38	Coger placa de control	8,70
	39	Mover placa de control a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	40	Soltar	2,00
	41	Mover la base a la posición exacta. Distancia 30cm.	21,00
	42	Soltar	2,00
		TOTAL Tiempo	603,00
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en el puesto 3 de la línea de montaje. El puesto de trabajo 3 consta de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- Cajón 1: Interruptor.
- Cajón 2: Puerto LAN rj45.
- Cajón 3: Toma de corriente.
- Cajón 4: Display.
- Cajón 5: Separadores.
- Cajón 6: Placa de control.

La herramienta en este puesto será un destornillador automático.

- **Operación 20**

En esta operación se monta los ventiladores en la base, fijándoles y conectándoles a la placa de control. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 7**.

Tabla 7: Descripción de las acciones de la operación 20

Operación 20	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Alcanzar base a distancia de 30cm.	9,50
	02	Coger la base.	7,30
	03	Mover la base a la posición exacta. Distancia 30cm	21,00
	04	Soltar la base.	2,00
	05	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.	14,10
	06	Coger ventilador	8,70
	07	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	08	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	09	Coger destornillador automático	8,70
	10	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	11	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm	8,80
	12	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm	8,80
	13	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm	8,80
	14	Soltar ventilador	20
	15	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.	14,10
	16	Coger ventilador.	8,70
	17	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	18	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	19	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	20	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	21	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	22	Soltar ventilador.	2,00
	23	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.	14,10
	24	Coger ventilador.	8,70
	25	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	26	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	27	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	28	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	29	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	30	Soltar ventilador.	2,00
	31	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.	14,10
	32	Coger ventilador.	8,70
	33	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	34	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
35	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80	

Operación 20	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	36	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	
37	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
38	Soltar ventilador.		2,00
39	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.		14,10
40	Coger ventilador		8,70
41	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.		15,10
42	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
43	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
44	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
45	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
46	Soltar ventilador.		2,00
47	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.		14,10
48	Coger ventilador.		8,70
49	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.		15,10
50	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
51	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
52	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
53	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.		8,80
54	Soltar ventilador		2,00
55	Soltar destornillador		2,00
56	Mover la base a la posición exacta. Distancia 30cm.		21,00
57	Soltar		2,00
		TOTAL Tiempo	544,50
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en el puesto 4 de la línea de montaje. El puesto de trabajo 4 consta de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

Cajón 1: Ventiladores.

La herramienta en este puesto será un destornillador automático.

- **Operación 30**

Se fija y conecta la sonda de temperatura. Tras esto, se embridan los cables fijándolos a la base por medio de los fijadores correspondientes.

En esta operación se monta tanto la tapa como la placa de características. Cerrando el producto. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 8**.

Tabla 8: Descripción de las acciones de la operación 30

	Acción	Descripción	Tiempo
			(Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
Operación 30	01	Alcanzar base a distancia de 30cm	9,50
	02	Coger la base	7,30
	03	Mover la base a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,30
	04	Soltar la base.	2,00
	05	Alcanzar fijadores cable a placa a distancia de 30cm.	14,10
	06	Coger fijadores cable a placa.	9,10
	07	Mover fijadores cable a placa 30 cm.	15,10
	08	Soltar	2,00
	09	Alcanzar cables a distancia de 30cm.	14,10
	10	Coger cables.	9,10
	11	Mover cables 30 cm.	15,10
	12	Soltar	2,00
	13	Alcanzar sonda de temperatura distancia de 30cm	14,10
	14	Coger sonda de temperatura	9,10
	15	Mover sonda de temperatura. Distancia 30 cm	15,10
	16	Soltar	2,00
	17	Alcanzar brida a distancia de 30cm	14,10
	18	Coger brida.	9,10
	19	Mover brida a 30 cm para fijar sonda temperatura	15,10
	20	soltar	2,00
	21	Alcanzar tapa a distancia de 30cm.	9,50
	22	Coger la tapa.	7,30
	23	Mover la tapa a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	24	Soltar	2,00
	25	Alcanzar placa características a distancia de 30cm.	14,10
	26	Coger placa características	9,10
	27	Mover placa características 30 cm.	15,10
	28	Alcanzar remachadora a distancia de 30cm.	14,10
	29	Coger remachadora	8,70
	30	Mover remachadora a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	31	Soltar.	2,00
	32	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	33	Coger destornillador automático	8,70
	34	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	35	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	36	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	37	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	38	Soltar	2,00
	39	Coger el producto	7,30
	40	Mover el producto a la posición exacta. Distancia 30cm	17,75
	41	Soltar	2,00
		TOTAL Tiempo	421,65
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en el puesto 5 de la línea de montaje. El puesto de trabajo 5 consta de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- Cajón 1: Cables.
- Cajón 2: Fijaciones.
- Cajón 3: sonda de temperatura.
- Cajón 4: Placa características.

La herramienta en este puesto será una remachadora.

- **Operación 40:**

En esta operación, una vez se tiene montado completamente el producto, se procede a su testeo y se comprueba que esté completamente operativo. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 9**.

Tabla 9: Descripción de las acciones de la operación 40

Operación 40	Acción	Descripción	Tiempo(Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Alcanzar producto a distancia de 30cm	9,50
	02	Coger la producto	7,30
	03	Mover el producto a la posición exacta. Distancia 30cm	17,75
	04	Soltar la producto.	2,00
	05	Comprobar el producto.	8333,33
	06	Coger la producto	7,30
	07	Mover el producto a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,75
	08	Soltar	20
		TOTAL Tiempo	8396,94
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en el puesto 6 de la línea de montaje. El puesto de trabajo 6 consta de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. Esta mesa estará adaptada con los aparatos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

- **Operación 50:**

En esta operación se procederá al embalaje del producto, para su posterior entrega al cliente. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 10**.

Tabla 10: Descripción de las acciones de la operación 50

Operación 50	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 [^] 5 h)
	01	Alcanzar caja cartón a distancia de 30cm.	
02	Coger la caja cartón		7,30
03	Mover caja cartón a la posición exacta. Distancia 30cm		15,10
04	Soltar caja cartón.		2,00
05	Alcanzar protector a distancia de 30cm		9,50
06	Coger protector.		7,30
07	Mover protector a la posición exacta. Distancia 30cm.		15,10
08	Soltar		2,00
09	Alcanzar instrucciones de 30cm.		9,50
10	Coger instrucciones		7,30
11	Mover instrucciones a la posición. Distancia 30cm.		13,30
12	Soltar.		2,00
13	Alcanzar producto a distancia de 30cm.		9,50
14	Coger producto.		7,30
15	Mover el producto a la posición exacta. Distancia 30cm.		17,75
16	Alcanzar plástico protector a distancia de 30cm.		9,50
17	Coger plástico		7,30
18	Mover plástico a la posición exacta. Distancia 30cm.		15,10
19	Soltar		2,00
20	Alcanzar protector a distancia de 30cm.		9,50
21	Coger protector.		7,30
22	Mover protector a la posición exacta. Distancia 30cm.		15,10
23	Soltar.		2,00
24	Coger la caja		7,30
25	Mover la caja a la posición exacta. Distancia 30cm.		17,75
26	Soltar		2,00
		TOTAL Tiempo	229,31

Esta operación se realiza en el puesto 7 de la línea de montaje.

El puesto de trabajo 7 consta de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- Cajón 1: Caja cortón.
- Cajón 2: Protectores.
- Cajón 3: Instrucciones.

- Cajón 4: Plástico.

Una vez se tienen todos los tiempos de las diferentes operaciones resumidas en la **Tabla 11**.

Tabla 11: Resumen de los tiempos y operaciones

Letra	Operaciones	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)	Tiempo en minutos	Predecesora
A	Punzonado base	1.873,8	1,12428	-
B	Transporte en cinta	650,63	0,390378	A
C	Plegado base	650,63	0,390378	B
D	Transporte en cinta	278	0,1668	C
E	Punzonado tapa	1.702,4	1,02144	-
F	Transporte en cinta	488,83	0,293298	E
G	Plegado tapa	488,83	0,293298	F
H	Transporte en cinta	1.981,5	1,1889	G
I	Operación 10 1º montaje	603	0,3618	D
J	Transporte en cinta	278	0,1668	I
K	Operación 20 2º montaje	544,5	0,3267	J
L	Transporte en cinta	278	0,1668	K
M	Operación 30 3º montaje	421,66	0,252996	H Y L
N	Transporte en cinta	278	0,1668	M
Ñ	Operación 40 testeo	8.396,94	5,038164	N
O	Transporte en cinta	278	0,1668	Ñ
P	Operación 50 Embalaje	229,31	0,137586	O

Para el cálculo de la producción y la distribución del trabajo se ha realizado diagramas PERT, en el que se pueden ver los tiempos totales de fabricación y montaje.

Según los diagramas de pert calculados, con las operaciones de fabricación de la tapa y la base separadas del montaje, se obtienen los tiempos de trabajo de cada puesto para hacer frente a la producción requerida.

Fabricación de la base

El proceso de fabricación de cada base, como se puede ver en **Figura 6** conlleva un tiempo de 3175,06 unidades UMT equivalente a 0,031 horas. El tiempo en el que estará en funcionamiento, esta parte de la línea, es de 1,891 horas al día. Con 1,891 horas de funcionamiento se producen 61 bases. Estas 61 bases producidas cumplen ampliamente los requerimientos de producción además de dejar un remanente para afrontar contingencias imprevistas.

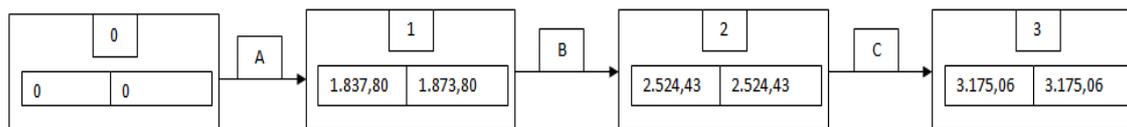


Figura 6: Diagrama PERT fabricación de la base

Fabricación de la tapa

El proceso de fabricación de cada tapa, como se puede ver en **Figura 7** conlleva un tiempo de 2680,06 unidades UMTequivalente a 0,026 horas. El tiempo en el que estará en funcionamiento, esta parte de la línea, es de 1,586 horas al día. Con dos horas de funcionamiento se producen 61 bases. Estas 61 bases producidas cumplen ampliamente los requerimientos de producción además de dejar un remanente para afrontar contingencias imprevistas.

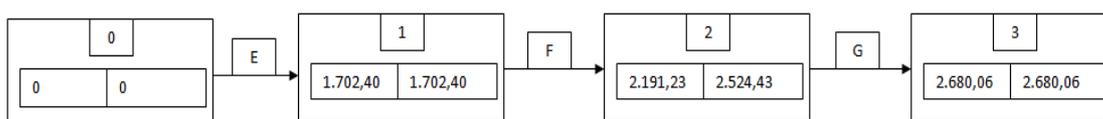


Figura 7: Diagrama PERT fabricación de la tapa

Montaje del producto

El montaje de los diferentes componentes para un producto y su comprobación, como se puede ver en **Figura 8** lleva 11307.41 unidades UMT, equivalente a 0.1130 horas. El tiempo en funcionamiento de esta parte de la línea será de 7 horas al día. Con este tiempo de funcionamiento se montan 61 piezas. Estos 61 productos montados cumplen ampliamente los requerimientos de producción además de dejar un remanente para afrontar contingencias imprevistas.

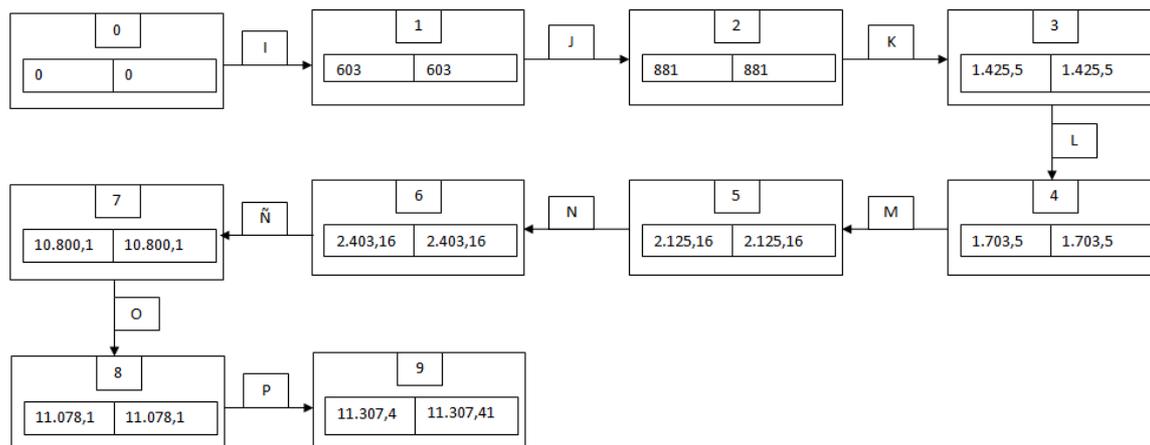


Figura 8: Diagrama PERT montaje producto

Embalaje

El embalaje del producto ensamblado cumple diferentes funciones, no solo ha de servir de protección frente a cualquier golpe, vibración o elemento que pueda deteriorar el producto al que protege, sino que sirve de presentación ante el cliente al que se suministra el producto.

A la hora de diseñar el embalaje además de los aspectos de seguridad e imagen, se tiene en cuenta la optimización tanto del espacio requerido para su distribución como de los materiales necesarios para su construcción.

Otro aspecto importante del diseño es la perspectiva medioambiental. Se cubren las necesidades técnicas diseñando el embalaje para que sea respetuoso con el medio ambiente y con la normativa medioambiental vigente. Esto se llevará a cabo utilizando materiales biodegradables, que una vez acaben su vida útil, se reintegren en el medio ambiente sin causar daños.

Componentes:

- 1 Paquete de instrucciones y garantía.
- 2 Protecciones interiores de cartón de dimensiones interiores $482.60 \times 175 \times 44.45$ y 30mm de espesor.
- 1 Caja de cartón exterior de dimensiones $542.3 \times 410 \times 134.45\text{mm}$ y 30mm de espesor.

Las protecciones interiores suelen ser habitualmente de poliestireno no obstante se sustituyen en este producto por cartón reciclado más respetuoso con el medio ambiente.

Se sugerirá al cliente la posibilidad de establecer un convenio de devolución del embalaje, en buen estado, aplicándole un premio.

De esta manera se reutilizarían los embalajes. Con esto no solo se estaría dejando de desechar un producto en buen estado de forma irracional y al que se podría seguir dando uso, sino que se estaría ahorrando tanto en materiales, mano de obra como en tiempo de procesado por parte del fabricante del producto. Por parte del comprador al recibir una rebaja económica en la próxima compra sería muy beneficiosa. Se unirían tanto los beneficios medioambientales como los beneficios económicos poniendo en práctica una medida de la economía circular como la descrita anteriormente.

5.2 LÍNEA DE PRODUCCIÓN SISTEMA DE VENTILACIÓN SUPLEMENTARIO PARA NEVERAS DE USO ESPECÍFICO

Se diseñará una línea de ensamblaje manual. Este sistema se basa en múltiples puestos de trabajo en los cuales los trabajadores realizan los procesos de ensamblaje. Desde la entrada de la pieza, en la línea de ensamblaje, se transportada entre puestos de trabajo por medio de cintas automáticas. Se usará este sistema manual ya que el montaje de algunos de los componentes tiene una dificultad elevada por el reducido espacio en el que se ubican los componentes.

Para que la línea sea eficiente hay que equilibrar la carga de trabajo de los diferentes puestos. Para hacer esto se estudia los tiempos de montaje y se reparten las tareas entre los diferentes puestos de trabajo.

La línea de montaje consta de 10 puestos de trabajo como puede visualizarse en la **Figura 9**.

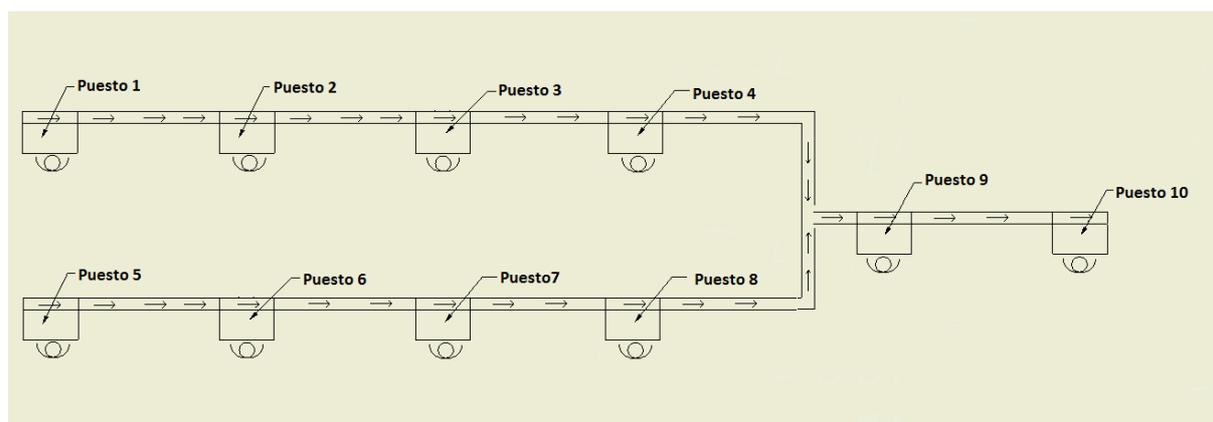


Figura 9: Representación línea de trabajo

Los puestos se componen de mesas de trabajo donde se realizarán las diferentes operaciones del proceso. Estas mesas tienen como base una mesa estándar que se adaptará a las diferentes necesidades del trabajo que se realice en los diferentes puestos de trabajo.

La mesa de trabajo **Figura 10** es de dimensiones $2.200 \times 2.000 \times 1.500mm$. Esta mesa lleva incorporada una cinta transportadora, que facilite el movimiento de las piezas ensambladas por la línea de montaje.

También las herramientas necesarias para la realización de los diferentes trabajos y los diferentes cajones donde están dispuestas las diferentes piezas.

Además, lleva integrada la iluminación necesaria para la realización de forma eficiente de las operaciones.

Esta mesa se diseñó para que el operario realice su trabajo con el menor esfuerzo necesario y realizando los mínimos movimientos. También se tuvo en cuenta todos los aspectos de ergonomía para evitar posibles lesiones por stress muscular debido a la realización de movimientos repetitivos.

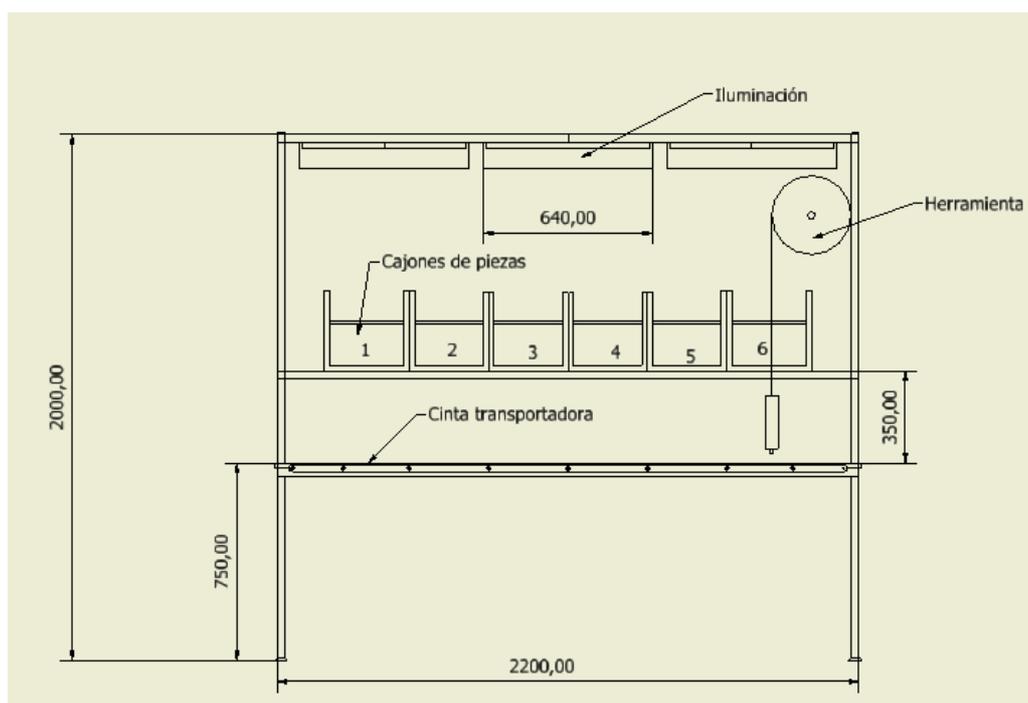


Figura 10: Mesa de trabajo

La producción diaria requerida por el cliente se establece en 70 unidades.

El producto se compone de dos cubiertas de funcionamiento independiente. Cada cubierta consta de las siguientes piezas: tres ventiladores, un interruptor eléctrico, toma de suministro eléctrico, una salida de datos, placa de control, sonda de temperatura y los correspondientes tornillos y cableado.

Estas dos cubiertas de policloruro de vinilo (PVC), dimensiones 150mm × 490,59 × 45mm y peso 0,93 kg se fijan a una base de policloruro de vinilo (PVC) de dimensiones 330mm × 570mm × 5mm y peso 1,36 kg.

A partir del análisis de tiempos, mediante el método "Methods Time Measurement", se puede obtener los distintos tiempos de las operaciones a realizar.

En los puestos 1, 2, 3 y 4 se realizará el montaje de la primera cubierta. En paralelo en los puestos 5, 6, 7 y 8 se realizará el montaje de la cubierta 2. Posteriormente se unirán con la base conformando el producto final.

Las piezas de la cubierta y la base son compradas ya conformadas y perforadas.

Por consiguiente en este producto únicamente se realiza los trabajos de montaje, comprobación y embalaje.

Montaje del producto

• Operación 10

En esta operación se comienza el montaje de los componentes en las cubiertas. Esto se hace a partir de la cubierta de PVC que como se ha comentado es suministrada por un proveedor.

En esta operación se monta en cada cubierta un interruptor, un puerto LAN rj45 y una toma de corriente. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 12**. Esta operación se realiza tanto en el puesto 1 como en el puesto 5. Ya que las dos cubiertas se montan de forma simultánea.

Tabla 12: Descripción de las acciones de la operación 10

Operación 10	Acción	Descripción	Tiempo(Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Alcanzar cubierta a distancia de 30cm	9,50
	02	Coger la cubierta.	2
	03	Mover la cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	04	Soltar la cubierta.	2,00
	05	Alcanzar interruptor a distancia de 30cm.	14,10
	06	Coger interruptor.	9,10
	07	Mover el interruptor a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	08	Encajar interruptor en la base.	47,80
	09	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	10	Coger destornillador automático	8,70
	11	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	12	Soltar destornillador	2,00
	13	Alcanzar puerto LAN a distancia de 30cm.	14,10
	14	Coger puerto LAN.	9,10
	15	Mover el puerto LAN a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	16	Encajar puerto LAN en la base.	47,80
	17	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	18	Coger destornillador automático	8,70
	19	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	20	Soltar destornillador.	2,00
	21	Alcanzar toma de corriente a distancia de 30cm.	14,10
	22	Coger toma de corriente	9,10
	23	Mover la toma corriente a posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	24	Encajar toma de corriente en la base.	47,80
	25	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	26	Coger destornillador automático	8,70
	27	Mover destornillador automático. Distancia 30cm.	15,10
	28	Soltar destornillador.	2,00
	29	Mover la cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	30	Soltar	2,00
	TOTAL Tiempo	423,70	
	Tiempo en cinta	278,00	

Los puestos de trabajo 1 y 5 constan de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- Cajón 1: Interruptor.
- Cajón 2: Puerto LAN rj45.
- Cajón 3: Toma de corriente.

La herramienta en este puesto será un destornillador automático.

- **Operación 20**

En esta operación se montan los ventiladores en las cubiertas. Serán montados 3 ventiladores por cubierta.

Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 13**.

Tabla 13: Descripción de las acciones de la operación 20

Operación 20	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
		01	Alcanzar cubierta a distancia de 30cm.
	02	Coger la cubierta.	2
	03	Mover la cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm	15,10
	04	Soltar la cubierta.	2,00
	05	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.	14,10
	06	Coger ventilador	8,70
	07	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	08	Alcanzar destornillador automático a distancia de 30cm.	14,10
	09	Coger destornillador automático	8,70
	10	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	11	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm	8,80
	12	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm	8,80
	13	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm	8,80
	14	Soltar ventilador	20
	15	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.	14,10
	16	Coger ventilador.	8,70
	17	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	18	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	19	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	20	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	21	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	22	Soltar ventilador.	2,00
	23	Alcanzar ventilador a distancia de 30cm.	14,10
	24	Coger ventilador.	8,70
	25	Mover el ventilador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	26	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	27	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	28	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	29	Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 12cm.	8,80
	30	Soltar ventilador.	2,00
	31	Soltar destornillador	2,00
	32	Mover la cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	33	Soltar	2,00
		TOTAL Tiempo	320,10
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en los puestos 2 y 6 simultáneamente. Los puestos de trabajo 2 y 6 constan de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- **Operación 30**

En esta operación se monta en cada cubierta los separadores, la placa de control y la sonda de temperatura y las bridas. Además de lo anterior los cables y fijaciones necesarias. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 14**.

Tabla 14: Descripción de las acciones de la operación 30

Operación 30	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01		Alcanzar cubierta a distancia de 30cm
02		Coger cubierta.	2
03		Mover la cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
04		Soltar la cubierta.	2,00
05		Alcanzar separadores a distancia de 30cm.	14,10
06		Coger separadores.	8,70
07		Mover los separadores a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
08		Soltar	2,00
09		Alcanzar placa de control a distancia de 30cm	14,10
10		Coger placa de control	8,70
11		Mover placa de control a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
12		Soltar	2,00
13		Alcanzar fijadores cable a cubierta a distancia de 30cm.	14,10
14		Coger fijadores cable a cubierta.	9,10
15		Mover fijadores cable a cubierta 30 cm.	15,10
16		Soltar	2,00
17		Alcanzar cables a distancia de 30cm.	14,10
18		Coger cables.	9,10
19		Mover cables 30 cm.	15,10
20		Soltar	2,00
21		Alcanzar sonda de temperatura distancia de 30cm	14,10
22		Coger sonda de temperatura	9,10
23		Mover sonda de temperatura. Distancia 30 cm	15,10
24		Soltar	2,00
25		Alcanzar bridas a distancia de 30cm	14,10
26		Coger brida.	9,10
27		Mover bridas a 30 cm para fijar sonda temperatura	15,10
28		soltar	2,00
29		Coger la cubierta	7,30
30		Mover el cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm	15,2
31		Soltar	2,00
		TOTAL Tiempo	294,10
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en los puestos 3 y 7 de la línea de montaje. Los puestos de trabajo 3 y 7 constan de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- Cajón 1: Cables.
- Cajón 2: Fijaciones.
- Cajón 3: sonda de temperatura.
- Cajón 4: Separadores.
- Cajón 5: Placa de control

La herramienta en este puesto será un destornillador automático.

- **Operación 40:**

En esta operación, una vez se tiene montadas completamente las cubiertas, se procede a su testeo y se comprueba que estén completamente operativas. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 15**.

Tabla 15: Descripción de las acciones de la operación 40

Operación 40	Acción	Descripción	Tiempo(Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01	Alcanzar cubierta a distancia de 30cm	9,50
	02	Coger la cubierta	2
	03	Mover la cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm	15,10
	04	Soltar la cubierta.	2,00
	05	Comprobar la cubierta.	6563,63
	06	Coger la cubierta	7,30
	07	Mover la cubierta a la posición exacta. Distancia 30cm.	17,75
	08	Soltar	20
		TOTAL Tiempo	6637,28
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en el puestos 4 y 8 de la línea de montaje. Los puesto de trabajo 4 y 8 constan de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. Esta mesa estará adaptada con los aparatos necesarios para realizar las comprobaciones necesarias.

- **Operación 50:**

En esta operación se procederá al montaje del producto. Se unirán las dos cubiertas con la base y se añadirá la placa de condiciones. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 16**.

Tabla 16: Descripción de las acciones de la operación 50

Operación 50	Acción	Descripción	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
	01		Alcanzar base a distancia de 30cm
02		Coger base.	2,00
03		Mover la base a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
04		Soltar la base.	2,00
05		Alcanzar cubierta 1 a distancia de 30cm	9,50
06		Coger cubierta.	2,00
07		Mover la cubierta 1 a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
08		Soltar la cubierta.	2,00
09		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
10		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 15cm.	9,80
11		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
12		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 15cm.	9,80
13		Soltar destornillador	2,00
14		Alcanzar cubierta 2 a distancia de 30cm	9,50
15		Coger cubierta.	2,00
16		Mover la cubierta 2 a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
17		Soltar la cubierta.	2,00
18		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
19		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 15m.	9,80
20		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
21		Mover destornillador a la posición exacta. Distancia 15cm.	9,80
22		Soltar destornillador	2,00
23		Alcanzar placa características a distancia de 30cm.	14,10
24		Coger placa características	9,10
25		Mover placa características 30 cm.	15,10
26		Alcanzar remachadora a distancia de 30cm.	14,10
27		Coger remachadora	8,70
28		Mover remachadora a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
29		Soltar.	2,00
30		Coger el producto	7,30
29		Mover el producto a la posición exacta. Distancia 30cm.	18,90
30		Soltar	2,00
		TOTAL Tiempo	295,80
		Tiempo en cinta	278,00

Esta operación se realiza en el puesto 9 de la línea de montaje. El puesto de trabajo 9 consta de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- **Operación 60:**

En esta operación se procederá al embalaje del producto, para su posterior entrega al cliente. Se detallan los tiempos necesarios para realizar estas acciones en **Tabla 17**.

Tabla 17: Descripción de las acciones de la operación 60

	Acción	Descripción	Tiempo
			(Unds UMT=10 ⁻⁵ h)
Operación 60	01	Alcanzar caja cartón a distancia de 30cm.	9,50
	02	Coger la caja cartón	7,30
	03	Mover caja cartón a la posición exacta. Distancia 30cm	15,10
	04	Soltar caja cartón.	2,00
	05	Alcanzar protector a distancia de 30cm	9,50
	06	Coger protector.	7,30
	07	Mover protector a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	08	Soltar	2,00
	09	Alcanzar instrucciones de 30cm.	9,50
	10	Coger instrucciones	7,30
	11	Mover instrucciones a la posición. Distancia 30cm.	13,30
	12	Soltar.	2,00
	13	Alcanzar producto a distancia de 30cm.	9,50
	14	Coger producto.	7,30
	15	Mover el producto a la posición exacta. Distancia 30cm.	18,90
	16	Alcanzar plástico protector a distancia de 30cm.	9,50
	17	Coger plástico	7,30
	18	Mover plástico a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	19	Soltar	2,00
	20	Alcanzar protector a distancia de 30cm.	9,50
	21	Coger protector.	7,30
	22	Mover protector a la posición exacta. Distancia 30cm.	15,10
	23	Soltar.	2,00
	24	Coger la caja	7,30
	25	Mover la caja a la posición exacta. Distancia 30cm.	18,90
	26	Soltar	2,00
		TOTAL Tiempo	231,6

Esta operación se realiza en el puesto 10 de la línea de montaje.

El puesto de trabajo 10 consta de una mesa de trabajo estándar descrita anteriormente. En los diferentes cajones de la mesa de trabajo están dispuestas, para realizar las acciones programadas, las piezas necesarias.

- Cajón 1: Caja cortón.
- Cajón 2: Protectores.
- Cajón 3: Instrucciones.
- Cajón 4: Plástico.

Una vez se tienen todos los tiempos de las diferentes operaciones resumidas en la **Tabla 18**.

Tabla 18: Resumen de los tiempos y operaciones

Letra	Operaciones	Tiempo (Unds UMT=10 ⁻⁵ h)	Tiempo en minutos	Predecesora
A	Operación 10	423,70	0,2542	-
B	Transporte en cinta	278,00	0,1668	A
C	Operación 20	320,10	0,1921	B
D	Transporte en cinta	278,00	0,1668	C
E	Operación 30	294,10	0,1765	D
F	Transporte en cinta	278,00	0,1668	E
G	Operación 40	6.637,28	3,9824	F
H	Transporte en cinta	278,00	0,1668	G
I	Operación 50	295,80	0,1775	H
J	Transporte en cinta	278,00	0,1668	I
K	Operación 60	231,60	0,1390	J

Para el cálculo de la producción y la distribución del trabajo se ha realizado diagramas PERT, en el que se pueden ver los tiempos totales de fabricación y montaje. Según los diagramas de pert calculados se obtienen los tiempos de trabajo de cada puesto para hacer frente a la producción requerida.

El montaje de los diferentes componentes para un producto y su comprobación, como se puede ver en **Figura 11** lleva 9.592,58 unidades UMT, equivalente a 0,096 horas. El tiempo en funcionamiento de la línea será de 7 horas al día. Con este tiempo de funcionamiento se montan 72 piezas. Estos 72 productos montados cumplen ampliamente los requerimientos de producción además de dejar un remanente para afrontar contingencias imprevistas.

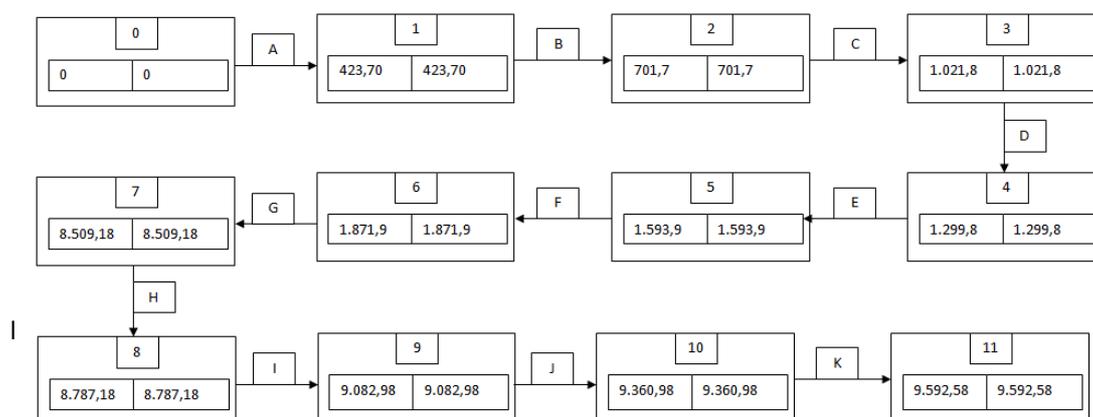


Figura 11: Diagrama PERT montaje producto

Embalaje

El embalaje del producto ensamblado cumple diferentes funciones, no solo ha de servir de protección frente a cualquier golpe, vibración o elemento que pueda deteriorar el producto al que protege, sino que sirve de presentación ante el cliente al que se suministra el producto.

A la hora de diseñar el embalaje además de los aspectos de seguridad e imagen, se tiene en cuenta la optimización tanto del espacio requerido para su distribución como de los materiales necesarios para su construcción.

Otro aspecto importante del diseño es la perspectiva medioambiental. Se cubren las necesidades técnicas diseñando el embalaje para que sea respetuoso con el medio ambiente y con la normativa medioambiental vigente. Esto se llevará a cabo utilizando materiales biodegradables, que una vez acaben su vida útil, se reintegren en el medio ambiente sin causar daños.

Componentes:

- 1 Paquete de instrucciones y garantía.
- Protecciones interiores de cartón de dimensiones interiores 330mm × 570mm × 45mm y 30mm de espesor.
- 1 Caja de cartón exterior de dimensiones 360 × 600 × 75mm y 30mm de espesor.

Las protecciones interiores suelen ser habitualmente de poliestireno no obstante se sustituyen en este producto por cartón reciclado más respetuoso con el medio ambiente.

Se sugerirá al cliente la posibilidad de establecer un convenio de devolución del embalaje, en buen estado, aplicándole un premio.

6 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

La calidad ha sufrido un cambio en su percepción por parte de los actores económicos y de producción. En el pasado se consideró una simple verificación del estado del producto y detección de defectos, teniendo los actores una visión de la calidad como costes suplementarios a la producción y sin ningún valor añadido al producto. Esta visión hoy es completamente opuesta. Se busca la calidad total en el proceso evitando en la medida de lo posible cualquier defecto, esto redundando tanto en el prestigio de marca como en los beneficios económicos asociados a la ausencia de defectos y por tanto de correcciones y piezas desechadas.

En la gestión de la calidad el que marca los requerimientos de la calidad es el cliente. Se debe diferenciar no obstante la calidad requerida, de la calidad percibida.

La calidad requerida por el cliente se obtiene al cumplir las especificaciones técnicas contratadas por el cliente.

La calidad percibida es aquella que el cliente constata según su punto de vista que tiene los productos cuando se le entregan.

Estas dos visiones de la calidad deben conjugarse ya que, aunque cumplamos los requerimientos técnicos contratados puede darse el caso de que el cliente este insatisfecho porque su percepción de la calidad final no sea la esperada. Hay diferentes visiones de calidad siendo una de las más importantes la calidad concertada.

Calidad del cliente o concertada: "*Representa la calidad que desea el cliente para satisfacer sus necesidades y está relacionada con las diferentes características que aportan al producto*" (CUATRECASAS, L. 2010).

Para este proyecto se realizará la calidad concertada de modo que debemos satisfacer las necesidades y expectativas concertadas con el cliente.

Para conocer la calidad del lote demandado por el cliente se tienen diferentes posibilidades de control.

La primera sería la inspección de la totalidad de unidades del lote. De esta forma se puede comprobar de forma inequívoca la calidad del lote al revisar. No obstante, esta opción tiene importantes limitaciones caben destacar el coste de

revisar la totalidad del lote y el carácter destructivo de algunos de los ensayos de calidad que se pueden llevar a cabo lo que devengaría en la total ineficiencia de nuestro sistema productivo.

La segunda opción del control de la calidad sería la inspección de una muestra representativa del lote. Esta opción de estudio de la calidad reduce en algunos casos los costes de la calidad y en caso de tener que realizar ensayos destructivos solo se aplican a una muestra quedando el resto del lote intacto y en caso de pasar los controles puede proseguir la cadena productiva. Sin embargo, tiene el riesgo de dar un resultado que no se asemeje con la realidad global del lote. La posibilidad de la existencia de este problema debe estar presente cuando se estudie los resultados de este sistema.

6.1 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD RACK DE TELECOMUNICACIONES

Selección del tipo de inspección

Se debe valorar que procedimiento es el más adecuado para evaluar la calidad de un lote. Entre las dos opciones están: la inspección total del lote o la inspección de una muestra.

Se basará la elección de uno u otro sistema en el cálculo del punto de equilibrio como proporción de unidades defectuosas.

$$NI = n \times l + (N - n) \times p \times D$$

N=unidades del lote

n=unidades de la muestra

p=proporción de unidades defectuosas en el lote

l=Coste unitario de la inspección

D=coste unitario de reparar los daños producidos

Donde el punto de equilibrio es:

$$p = \frac{1}{D}$$

Si el porcentaje de unidades defectuosas en los lotes es superior al punto de equilibrio es conveniente realizar la inspección total.

Si el porcentaje es inferior al punto de equilibrio se realizaría el muestreo.

Muestra

A la hora de seleccionar el tamaño de la muestra se debe realizar un equilibrio entre el coste de la realización de la misma y la representatividad de la misma respecto del lote de estudio.

El muestreo puede ser de diferentes tipos:

- Muestreo simple: se basa en los resultados de una sola muestra
- Muestreo doble: se basa en los resultados de dos muestras
- Muestreo múltiple: se basa en los resultados de varias muestras.

Otro aspecto a destacar es el nivel de inspección que determinara de forma significativa el muestreo.

Existen tres tipos de inspección: normal, reducido y riguroso.

Habitualmente se comienza realizando una inspección normal y con posterioridad en función de los resultados arrojados por el estudio. Se tendrá la posibilidad de reducir el nivel de inspección, si se constata que la calidad del lote es superior a la estipulada. En caso contrario, se aumentará a rigurosa la inspección.

Para el estudio del lote se usará las tablas MIL-STD-105D: Inspección normal (muestreo simple) corresponde a la **Tabla 20**.

El tamaño del lote a controlar es de 50 piezas. Según la **Tabla 19** se comprueba que para un nivel de inspección II la letra correspondiente es D.

Tabla 19: MIL-STD-105D: Letras de código para cada tamaño de muestra

Tamaño del lote	Niveles especiales de inspección				Niveles generales de inspección		
	S - 1	S - 2	S - 3	S - 4	I	II	III
2 a 8	A	A	A	A	A	A	B
9 a 15	A	A	A	A	A	B	C
16 a 25	A	A	B	B	B	C	D
26 a 50	A	B	B	C	C	D	E
51 a 90	B	B	C	C	C	E	F
91 a 150	B	B	C	D	D	F	G
151 a 280	B	C	D	E	E	G	H
281 a 500	B	C	D	E	F	H	J
501 a 1200	C	C	E	F	G	J	K

Una vez que se tiene la letra correspondiente al tamaño del lote, se irá a la **Tabla 20** MIL-STD-105D: Inspección normal (muestreo simple). Según la letra se obtiene el tamaño de la muestra a tomar, así como los correspondientes niveles de aceptación y rechazo.

Tabla 20: MIL-STD-105D: Inspección normal (muestreo simple)

Sample size code letter	Sample size	Acceptance Quality Limits, AQLs, in Percent Nonconforming Items and Nonconformities per 100 Items (Normal Inspection)																											
		0.010	0.015	0.025	0.040	0.065	0.10	0.15	0.25	0.40	0.65	1.0	1.5	2.5	4.0	6.5	10	15	25	40	65	100	150	250	400	650	1000		
		Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	Ac Re	
A	2																												
B	3																												
C	5																												
D	8																												
E	13																												
F	20																												
G	32																												
H	50																												
J	80																												
K	125																												
L	200																												
M	315																												
N	500																												
P	800																												
Q	1250																												
R	2000																												

Una vez se tienen todos los parámetros necesarios se puede proceder a realizar el correspondiente diagrama de muestreo simple **Figura 12** Cuando se realice los correspondientes controles, los encargados del control de calidad, se basarán en este esquema para rechazar o aceptar el lote en función del número de unidades defectuosas y de los diferentes niveles de aceptación y rechazo.

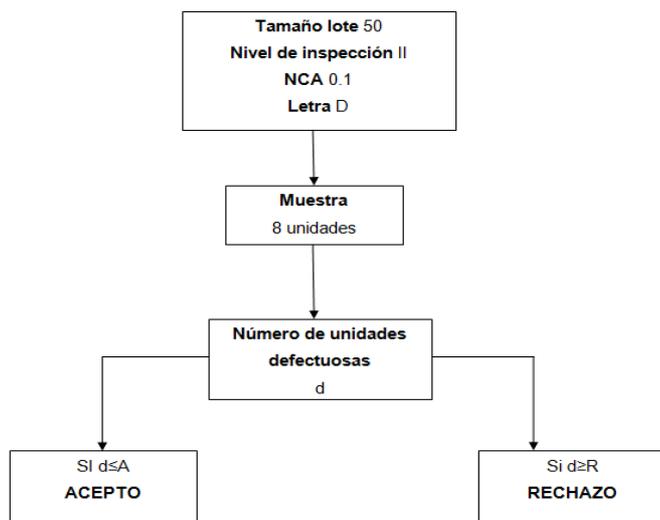


Figura 12: Diagrama de muestreo simple

6.2 PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD SISTEMA DE VENTILACIÓN SUPLEMENTARIO PARA NEVERAS.

Selección del tipo de inspección

Se debe valorar que procedimiento es el más adecuado para evaluar la calidad de un lote. Entre las dos opciones están: la inspección total del lote o la inspección de una muestra.

Se basará la elección de uno u otro sistema en el cálculo del punto de equilibrio como proporción de unidades defectuosas.

$$NI = n \times l + (N - n) \times p \times D$$

N=unidades del lote

n=unidades de la muestra

p=proporción de unidades defectuosas en el lote

l=Coste unitario de la inspección

D=coste unitario de reparar los daños producidos

Donde el punto de equilibrio es:

$$p = \frac{l}{D}$$

Si el porcentaje de unidades defectuosas en los lotes es superior al punto de equilibrio es conveniente realizar la inspección total.

Si el porcentaje es inferior al punto de equilibrio se realizaría el muestreo.

Muestra

A la hora de seleccionar el tamaño de la muestra se debe realizar un equilibrio entre el coste de la realización de la misma y la representatividad de la misma respecto del lote de estudio.

Otro aspecto a destacar es el nivel de inspección que determinara de forma significativa el muestreo.

Existen tres tipos de inspección: normal, reducido y riguroso.

Habitualmente se comienza realizando una inspección normal y con posterioridad en función de los resultados arrojados por el estudio. Se tendrá la posibilidad de reducir el nivel de inspección, si se constata que la calidad del lote es superior a la estipulada. En caso contrario, se aumentará a rigurosa la inspección.

Para el estudio del lote se usará las tablas MIL-STD-105D: Inspección normal (muestreo simple) corresponde a la **Tabla 20**.

El tamaño del lote a controlar es de 70 piezas. Según la **Tabla 19** se comprueba que para un nivel de inspección II la letra correspondiente es E.

Una vez que se tiene la letra correspondiente al tamaño del lote, se irá a la **Tabla 20** MIL-STD-105D: Inspección normal (muestreo simple). Según la letra se obtiene el tamaño de la muestra a tomar, así como los correspondientes niveles de aceptación y rechazo. Una vez se tienen todos los parámetros necesarios se puede proceder a realizar el correspondiente diagrama de muestreo simple **Figura 13**. Cuando se realice los correspondientes controles, los encargados del control de calidad, se basarán en este esquema para rechazar o aceptar el lote en función del número de unidades defectuosas y de los diferentes niveles de aceptación y rechazo.

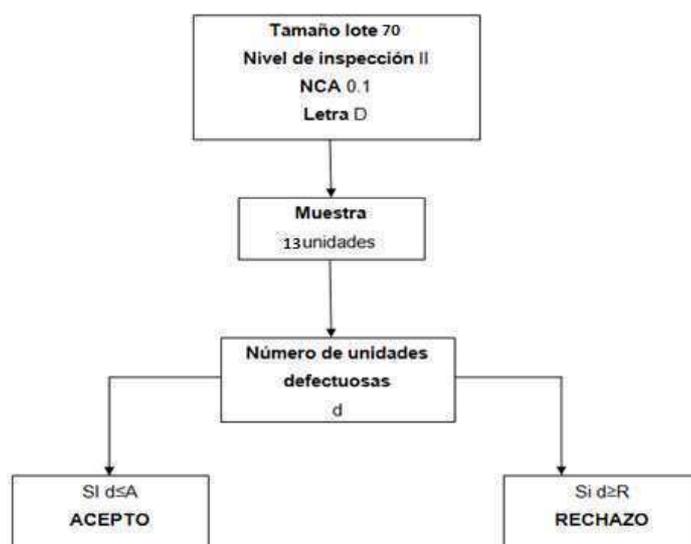


Figura 13: Diagrama de muestreo simple

7 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dns System Tienda Online informática. (2016). *que_es_un_armario_rack*. Consultada el 29 de enero de 2017, Disponible en http://www.dns-system.es/que_es_un_armario_rack.php
- [2] Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22.^a ed.). Consultado en <http://www.rae.es/rae.html>
- [3] Sanchez-Valverde Amatriain, R. 2012. *Manual de uso de una maquina punzonadora*. M Gurutze Pérez de Artieda. Proyecto ingeniero técnico industrial mecánico. Universidad pública de Navarra. [Consulta: 12 de febrero de 2017]. Disponible en: academica-e.unavarra.es/bitstream/2454/4787/1/577717.pdf
- [4] CUATRECASAS, L. 2010. *Gestión integral de la Calidad: Implantación, control y certificación*. España: Profit Editorial.
- [5] INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL EMBALAJE, TRANSPORTE Y LOGÍSTICA. *Guía práctica de diseño de envases y embalajes para la distribución de productos*. Valencia enmarcado en el Programa de Promoción del Diseño 2007 de la Generalitat Valenciana-IMPIVA. N° exp. IMPCDA/2007/1
- [6] fotografía máquina punzonadora disponible en <http://unimachines.com/img/16085/trumpf-tc-200r-1.jpg>
- [7] Ministerio de industria. Consultada el 15 de marzo de 2017, Disponible en: https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwjG9eTn09zUAhXEcBoKHWGkDksQFggpMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.f2i2.net%2Flegislacionseguridadindustrial%2FSi_Ambito.aspx%3Fid_am%3D36&usg=AFQjCNEzhyq_6FyG1_NJoOt2AhFb_OHlFA&cad=rja
- [8] Presupuesto industrial. Consultada el 21 de junio de 2017, Disponible en https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=10&ved=0ahUKEwiKnMnwss_UAhWShRoKHxfCYYYQFghRMAk&url=http%3A%2F%2Fgeocities.ws%2Fperumas%2Fpresupuesto_industrial.pdf&usg=AFQjCNGHVc231lpRhKBVH41kjMEwKHHuxg&cad=rja
- [9] Tabla 12 disponible en <https://gizlean.files.wordpress.com/2015/08/plan-de-muestreo-basado-en-aqls.gif>

[10] Apuntes gestión calidad. "Gestión calidad". Universidad de Cantabria. Curso 2016-2017.

[11] Groover, M.P. 2007. *Fundamentos de manufactura moderna*. Tercera edición. Méjico: McGraw-Hill.

[12] NORMATIVA ESPECÍFICA EN PREVENCIÓN DE LOS SECTORES DE CONSTRUCCIÓN Y METAL. Consultada el 16 de junio de 2017, Disponible en] https://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwjd_abn6tbUAhWDWWhoKHZ2uCKIQFgggtMAA&url=http%3A%2F%2Fwww.acenoma.org%2Fppl%2Fnoviembre05%2Fantonio.pdf&usg=AFQjCNFzRxT38YP1honSYuilVMPKlurgNA

[13] Condiciones técnicas: Consultada el 21 de junio 2017, Disponible en:

<https://www.iit.comillas.edu/pfc/normativa/AnexoF.pdf>

[14] Baudin, M. 2004. *Diseño de líneas de montaje*. Madrid:TGP Hoshin

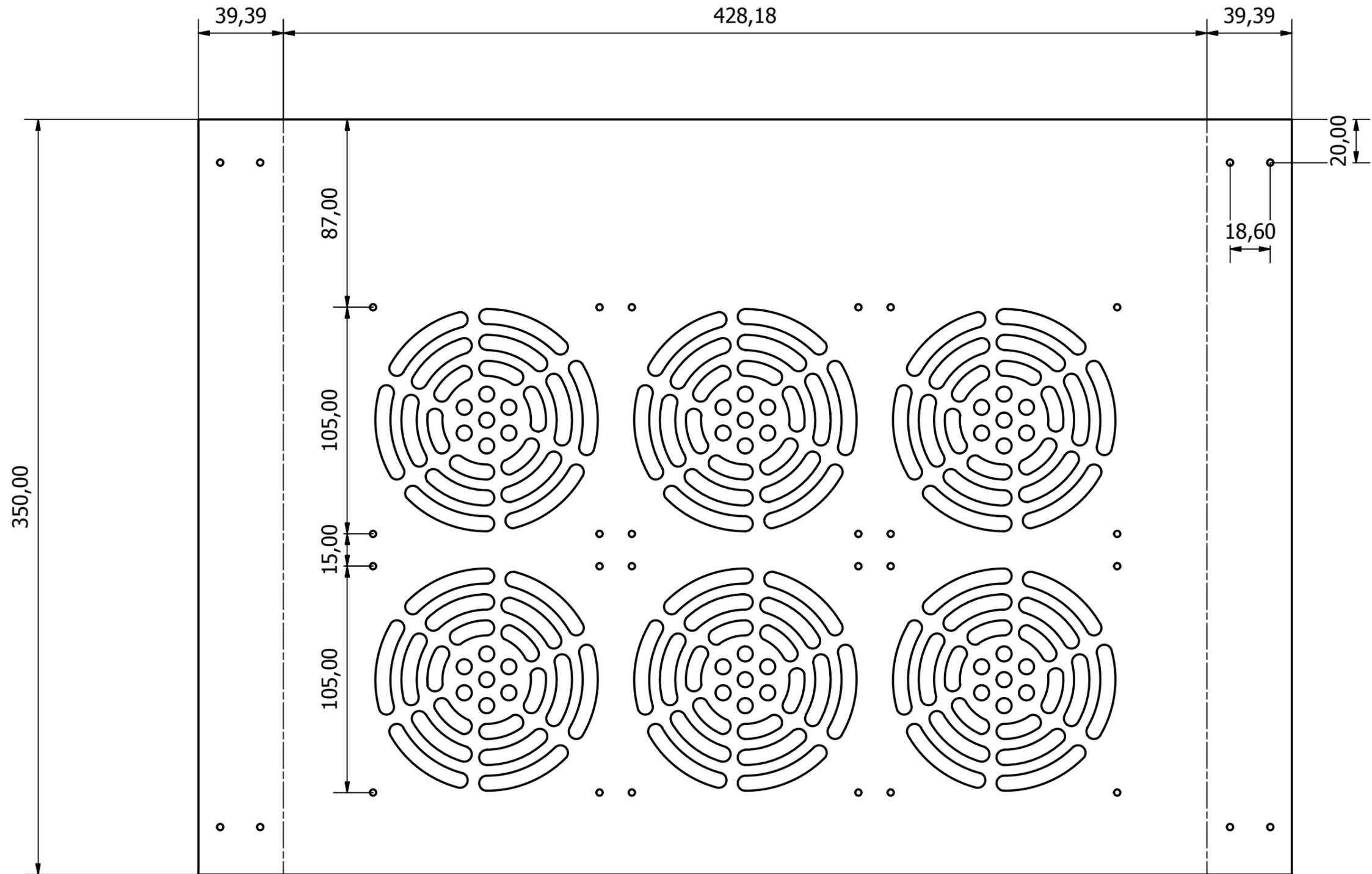
[15] Schey, J.A. 2002. *Procesos de manufactura*. Tercera edición. Méjico: McGraw-Hill.

[16] Patentes. Consultada el 18 de enero de 2017, Disponible en <http://www.google.st/patents>

[17] Kalpakjian, S y Schmid, S. 2002. *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Cuarta edición. Méjico: Pearson Educación.

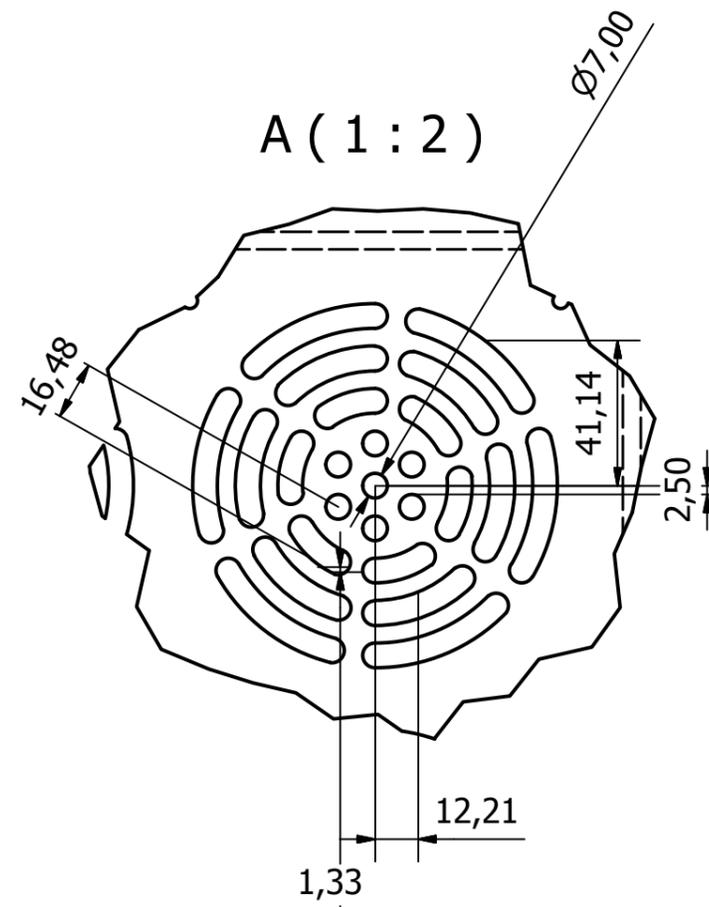
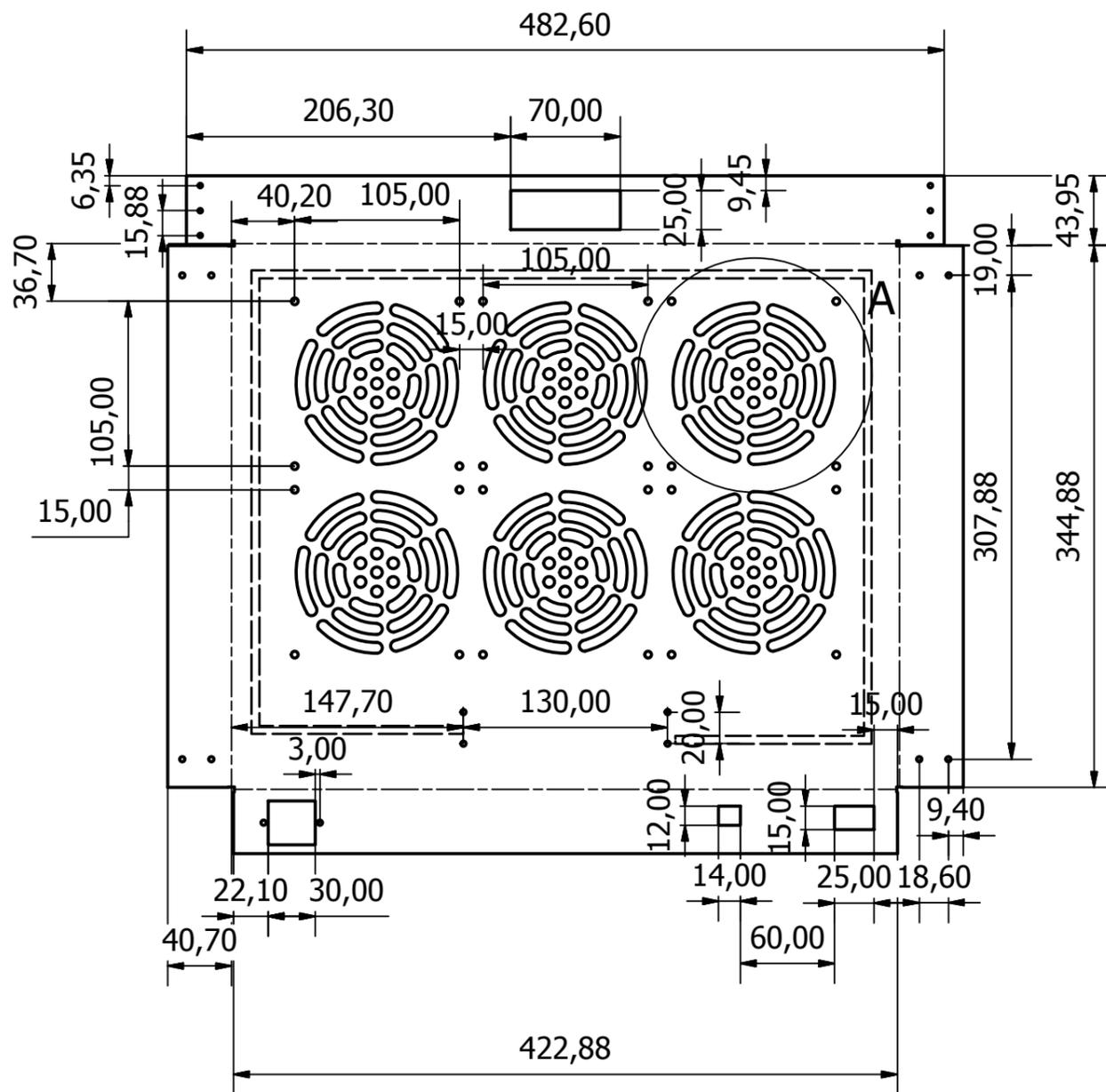
Documento 2

PLANOS



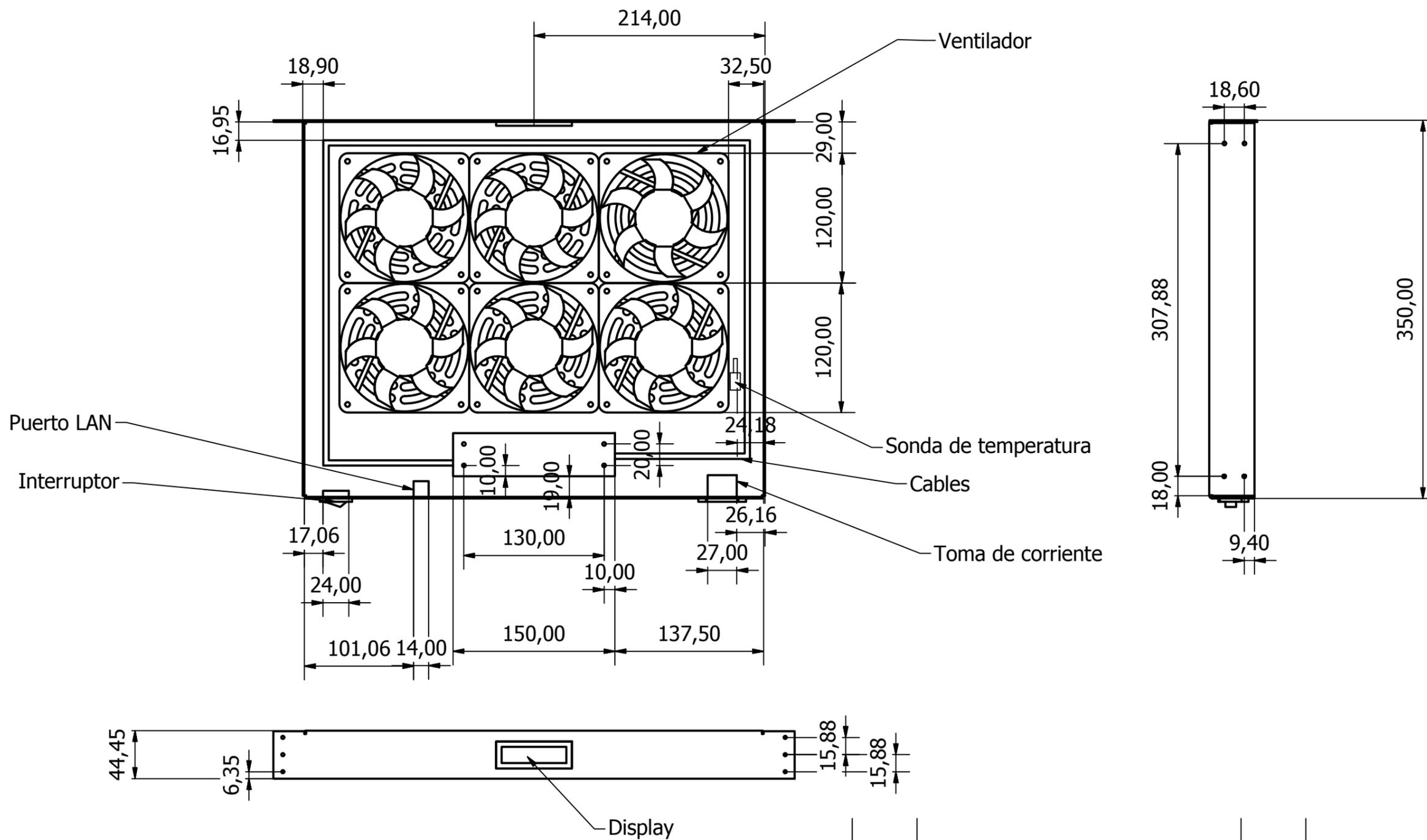
Nº de Piezas	Denominación	Marca	Material y Dim.	Observaciones
	Dpto. de I.G. y Téc. Expresión Gráfica	Tipo de documento	Creado por: José Joaquín Sainz Gutiérrez	
	E.T.S.I. Industriales y T.	Título.Título suplementario.	Aprobado por J. F. López-Agudo y A. M. de Juan de Luna	Rev.
		Tapa desplegada primer producto	Referencia técnica	Idioma ES
			Fecha 25-4-2017	No de Plano Hoja

 Escala 1:2



Escala 1:4

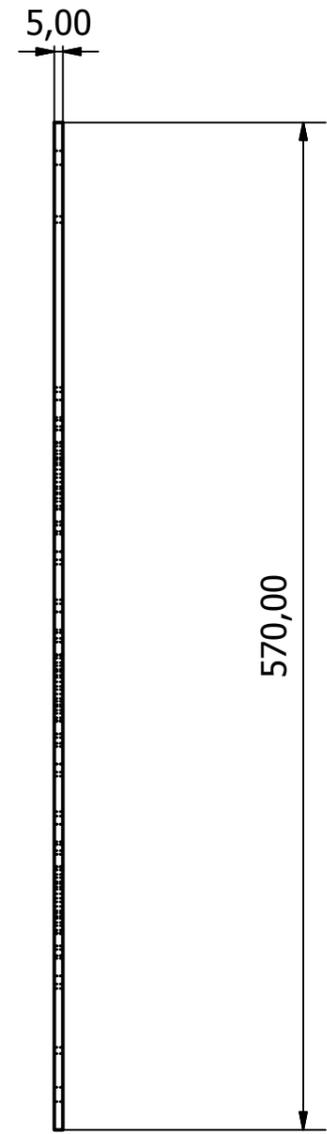
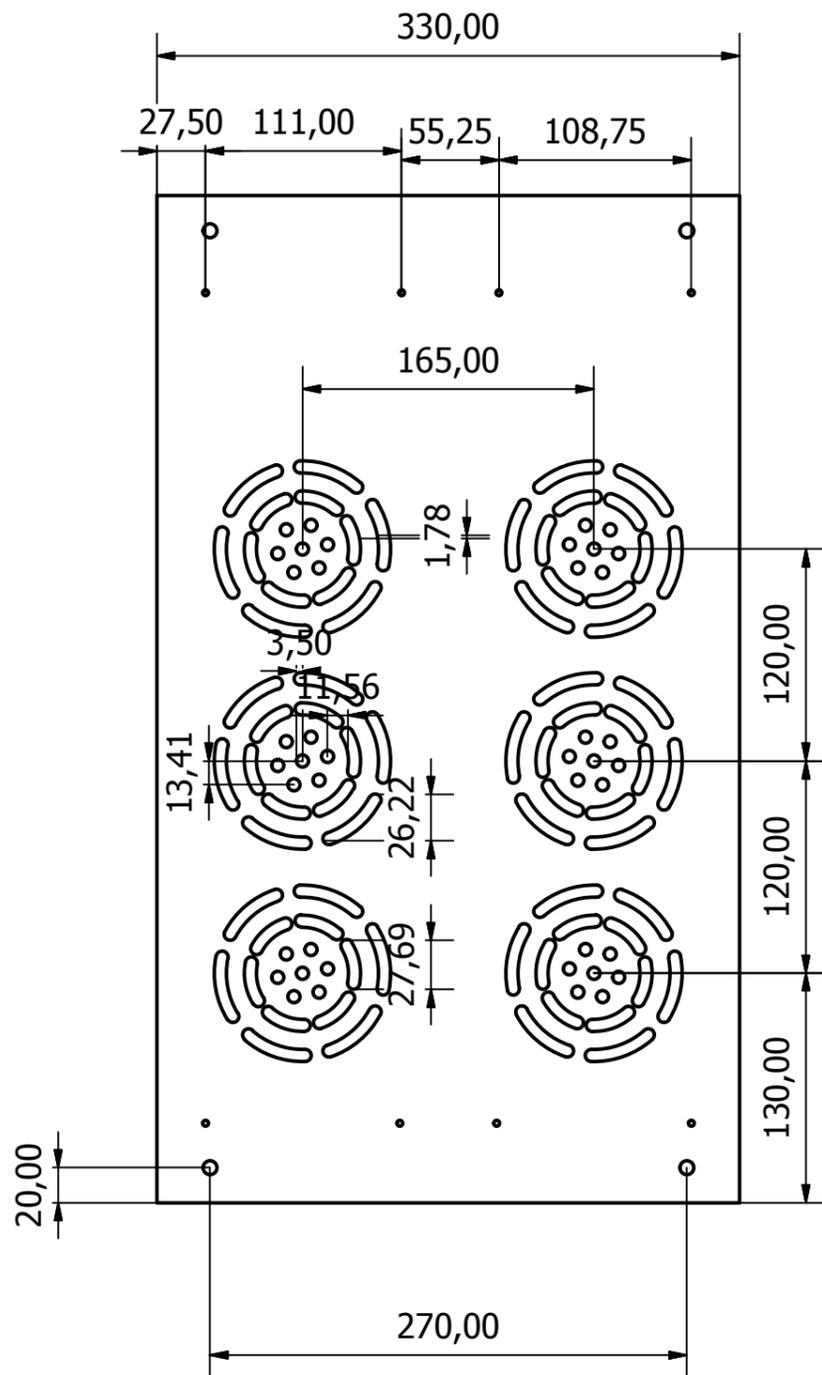
Nº de Piezas	Denominación	Marca	Material y Dim.	Observaciones
Dpto. de I.G. y Téc. Expresión Gráfica	Tipo de documento	Creado por: José Joaquín Sainz Gutiérrez		
E.T.S.I. Industriales y T.	Título.Título suplementario.	Aprobado por J. F. López-Agudo y A. M. de Juan de Luna		Rev.
	Base sin plegar (Primer producto)	Referencia técnica		Idioma ES
		Fecha 25-4-2017	Nº de Plano	Hoja



Nº de Piezas	Denominación	Marca	Material y Dim.	Observaciones
	Dpto. de I.G. y Téc. Expresión Gráfica		Creado por: José Joaquín Sainz Gutiérrez	
E.T.S.I. Industriales y T.	Título.Título suplementario.		Aprobado por J. F. López-Agudo y A. M. de Juan de Luna	Rev.
	Conjunto (Primer producto)		Referencia técnica	Idioma ES
			Fecha 25-4-2017	Nº de Plano Hoja

Escala 1:4



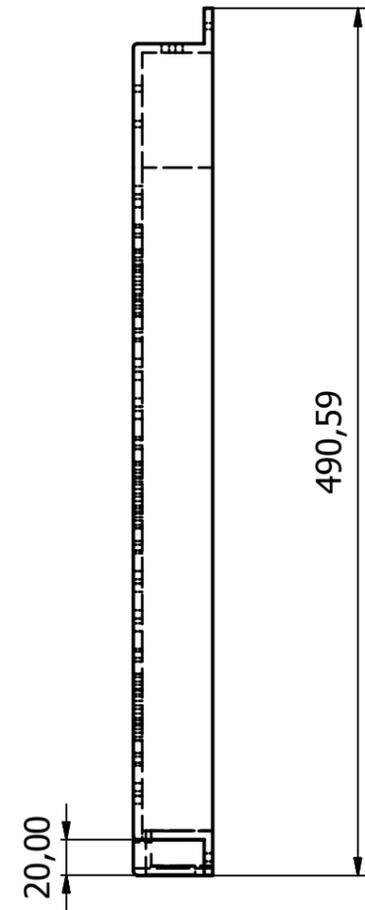
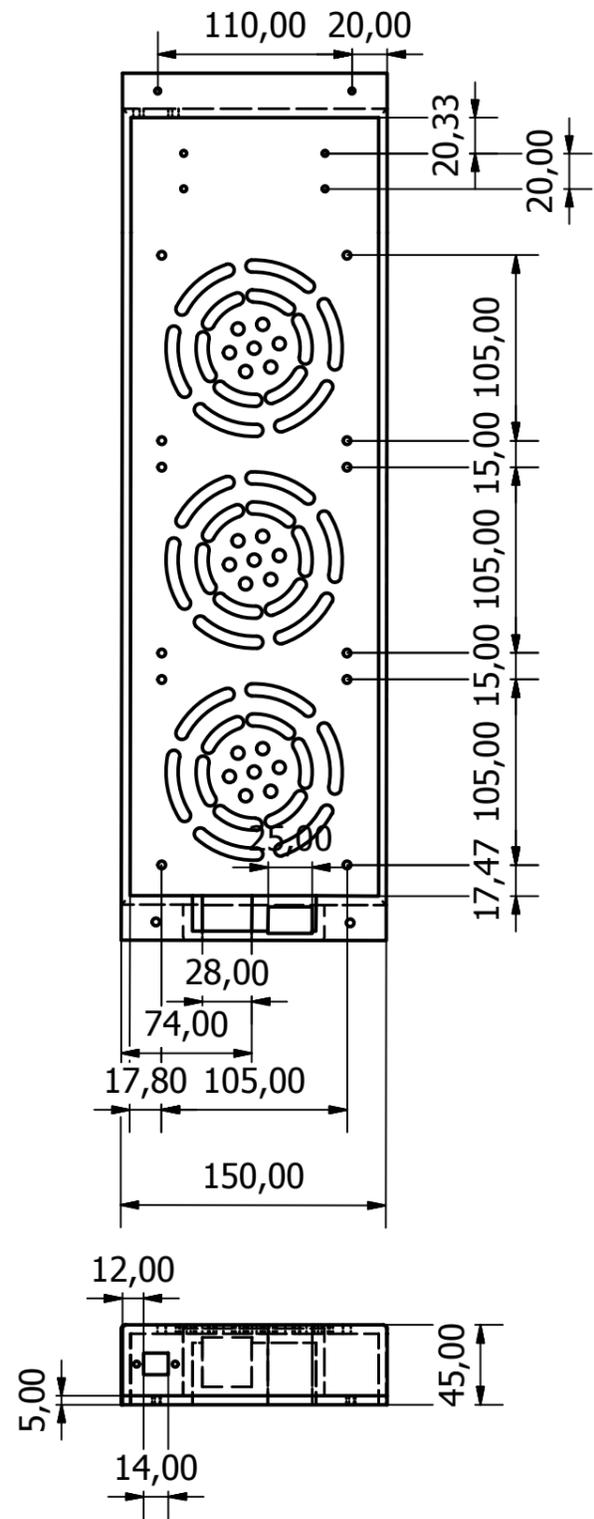


Escala 1:4

Nº de Piezas	Denominación	Marca	Material y Dim.	Observaciones
	Dpto. de I.G. y Téc. Expresión Gráfica		Creado por: José Joaquín Sainz Gutiérrez	
	E.T.S.I. Industriales y T.		Aprobado por J. F. López-Agudo y A. M. de Juan de Luna	
			Referencia técnica	
			Fecha 25-4-2017	Nº de Plano
				Idioma ES
				Hoja



Base (Segundo producto)

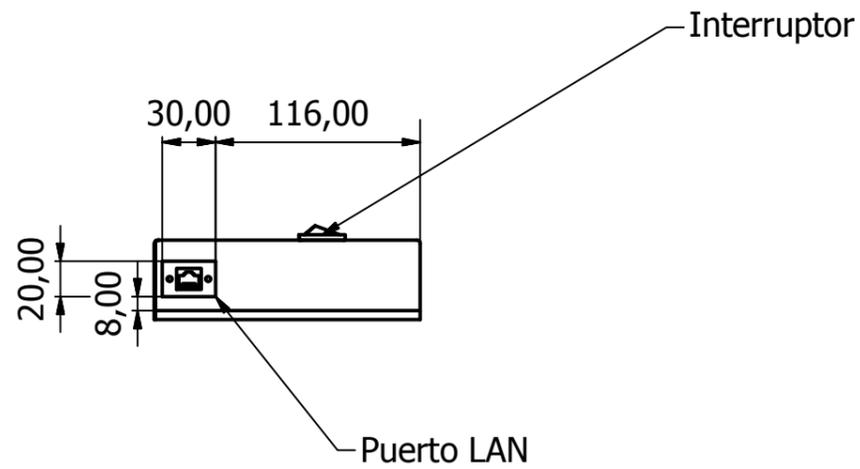
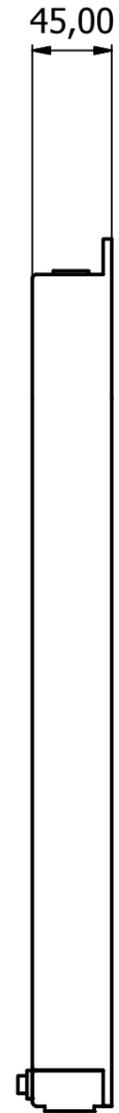
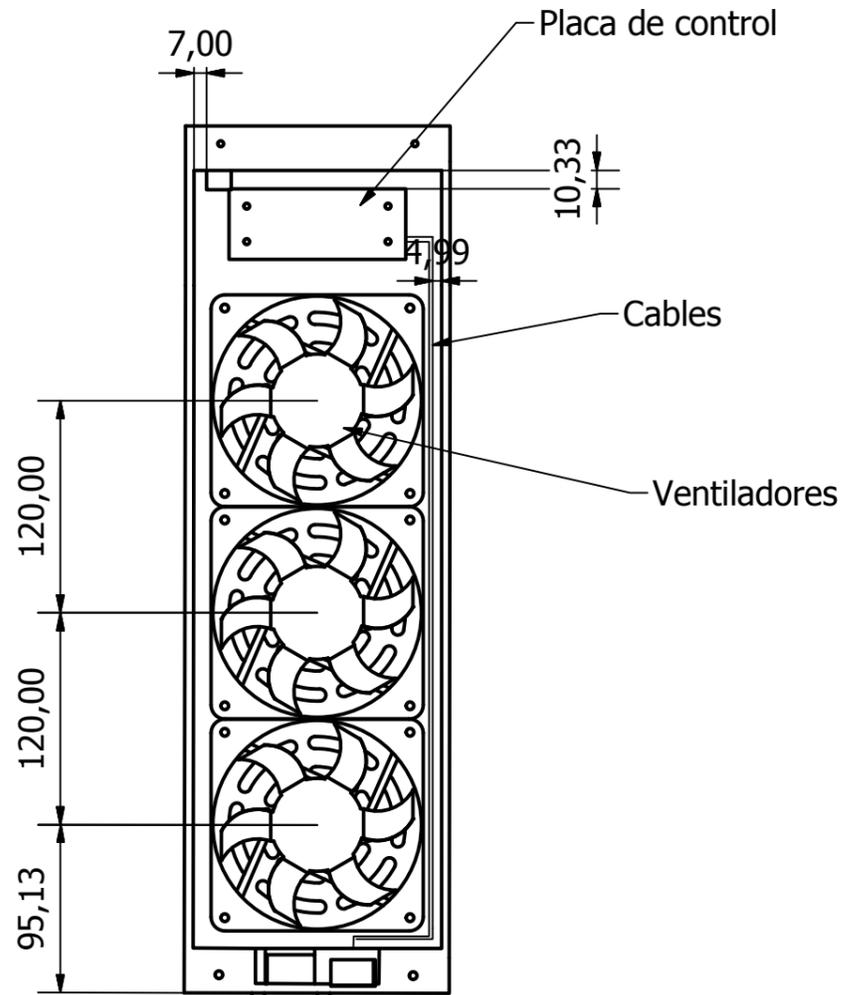
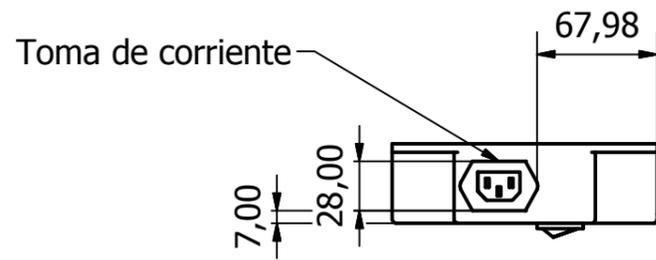


Escala 1:4

Nº de Piezas	Denominación	Marca	Material y Dim.	Observaciones
	Dpto. de I.G. y Téc. Expresión Gráfica		Creado por: José Joaquín Sainz Gutiérrez	
	E.T.S.I. Industriales y T.		Aprobado por J. F. López-Agudo y A. M. de Juan de Luna	
			Referencia técnica	
			Fecha 25-4-2017	Nº de Plano Hoja
				Rev. Idioma ES



Cubierta (Segundo producto)



Escala 1:4

Nº de Piezas	Denominación	Marca	Material y Dim.	Observaciones
	Dpto. de I.G. y Téc. Expresión Gráfica		Creado por: José Joaquín Sainz Gutiérrez	
	E.T.S.I. Industriales y T.		Aprobado por J. F. López-Agudo y A. M. de Juan de Luna	Rev.
			Referencia técnica producto)	Idioma ES
			Fecha 25-4-2017	Nº de Plano Hoja



Cubierta con componentes (Segundo

Documento 3

PLIEGO

CONDICIONES

1. PLIEGO CONDICIONES BANDEJA REFRIGERACIÓN DE RACK DE TELECOMUNICACIONES

1.1. CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

1.1.1. Normativa

En este pliego se especificarán las diferentes condiciones que se deben cumplir en la ejecución del proyecto.

La producción de los diferentes lotes contratados se debe llevar a cabo respetando las normas y legislaciones correspondientes.

Se tienen que tener en cuenta la normativa y legislación general respecto a las actividades industriales:

- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- LEY 21/1992, de 16 de julio, de industria.
- REAL DECRETO 2200/1995, de 28 de diciembre de 1995, que aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la Seguridad Industrial, que complementa al Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre de 1981.
- REAL DECRETO 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del registro integrado Industrial.
- REAL DECRETO 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado.

Al ser un producto que irá destinado a un rack de informático, tendrán que cumplirse las normas correspondientes al sector de la telecomunicación.

Normas armonizadas aplicadas

- UNE-EN 60950-1
- UNE-EN 55022:00
- UNE-EN 61000-3-2

- UNE-EN 61000-3-3
- UNE-EN 61000-4-2
- UNE-EN 61000-4-3
- UNE-EN 61000-4-4
- UNE-EN 61000-4-5
- UNE-EN 61000-4-6
- UNE-EN 61000-4-8
- UNE-EN 61000-4-11
- UNE-20539 parte 1 y parte 2

Así mismo se deben cumplir las directivas correspondientes.

- Directiva CEE de compatibilidad electromagnética 89/336/CEE y sus modificaciones.

En cuanto a los residuos procedentes de la actividad de producción de elementos electrónicos se debe cumplir:

El Real Decreto 110/2015, de 20 de febrero, sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

1.1.2. Condiciones de Calidad

Por parte del proveedor del producto debe cumplirse las especificaciones de calidad correspondientes.

Es indispensable evaluar y acreditar mediante una certificación que el proceso cumple las normas de calidad presentes en la norma ISO-9001, con una antigüedad nunca mayor a un año.

Además de la certificación correspondiente será necesaria la implementación de un plan de control integral de calidad a través del cual se evalúen los resultados productivos. De esta manera, se asegurará que la calidad es total y que los productos suministrados al cliente cumplen con las especificaciones acordadas.

Se deben de garantizar que los materiales metálicos usados en el producto cumplen con las especificaciones tanto técnicas como generales. Para ello se llevarán a cabo pruebas y ensayos.

Siendo estos ensayos realizados en laboratorios de control acreditados. Los costes ocasionados por los controles y ensayos correrán por cuenta del suministrador.

En caso de que no se cumplan cualquier requisito del diseño o no se ajuste a la normativa vigente de obligado cumplimiento el lote no será aceptado por parte del cliente.

1.1.3. Condiciones económicas

El precio de compra Ex-work detallado en el presupuesto es fijo. No podrá haber modificaciones por parte del suministrador sin la explícita aceptación del cliente.

No se abonarán aquellos lotes que no cumplan con las especificaciones contratadas.

El precio Ex-work especificado en el presupuesto incluirá el Impuesto sobre el valor añadido.

Al comenzar la producción se abonará un 20% del presupuesto total y el resto será abonado a 90 días desde la entrega Ex-work del lote contratado.

Los plazos de entrega son los establecidos en el presente pliego de condiciones. En caso de incumplimiento se reducirá un 10 % del precio fijado por cada día de retraso. Si el pedido se retrasa más de una semana de la fecha establecida se devolverá el pago inicial al cliente y podrá ser anulado el pedido.

El cliente recibirá un descuento de 0.20€ por cada envase que devuelva a fabrica en buen estado.

1.1.4. Condiciones Aceptación del contrato

La aceptación por parte del suministrador del pedido conlleva la aceptación de todas las cláusulas y especificaciones presente en el proyecto y por consiguiente se hace responsable de las consecuencias que devengan en caso de incumplimiento.

1.2. CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES

1.2.1. Condiciones técnicas

Los componentes usados por producto se detallan en **Tabla 21**.

Tabla 21: Lista de componentes

Componente	unidades
Interruptor	1
Puerto LAN rj45	1
Toma de suministro eléctrico	1
Display	1
Placa de control	1
Ventiladores	6
Sonda de temperatura	1
Tornillo autorroscante	36
Separadores	4
Bridas	6
Fijadores	14
Plancha base 2000x1000x1.5	1
Plancha tapa 2000x1000x0.7mm	1
Embalaje	1

La plancha base de la bandeja de refrigeración será de acero laminado con acabado bicromatado de 1,5mm de espesor. De dimensiones 506,79mmx431,24mm sin plegar. Con una tensión del límite elástico de $235 \frac{N}{mm^2}$.

La plancha metálica de la tapa de la bandeja de refrigeración será de acero laminado con acabado bicromatado de 0,7mm de grosor. De dimensiones 506,97mmx348,01mm sin plegar. Con una tensión del límite elástico de $235 \frac{N}{mm^2}$.

Las dimensiones de la bandeja terminada serán de 1U que equivale a 44,45 mm de altura siendo el resto de las dimensiones las especificadas en los planos de este proyecto. Constará de 6 ventiladores de 120X120mm dispuestos según lo indicado en los planos de este proyecto.

Además de lo anteriormente comentado, la bandeja debe de llevar incorporado una salida de datos LAN para el control del sistema. Debe llevar

incorporado un sistema de medición de la temperatura siendo la indicada una sonda de temperatura DS18B20.

También llevará incorporado una placa de características que especifique el modelo y las características del producto y una placa de control que gestione el resto de componentes. Los embalajes han de ser de material reciclable.

1.2.2. Condiciones plazo de entrega del lote

Se compromete al suministro Ex-work de 50 unidades de bandeja de refrigeración al día, en el plazo de 5 días hábiles desde la fecha de pedido. Las características del producto a suministrar serán las fijadas según las condiciones técnicas que se detalla. Cualquier modificación en el producto respecto a las especificaciones fijadas deben presentarse por escrito al cliente y este dará su consentimiento para realizar los cambios en el diseño.

1.2.3. Garantía

Los productos suministrados tendrán una garantía de reparación de dos años desde la compra siempre y cuando las averías no se deban al uso inadecuado del producto.

2 PLIEGO CONDICIONES SISTEMA DE VENTILACIÓN SUPLEMENTARIO PARA NEVERAS.

2.1 CONDICIONES GENERALES Y ECONÓMICAS

2.1.1 Normativa

En este pliego se especificarán las diferentes condiciones que se deben cumplir en la ejecución del proyecto.

La producción de los diferentes lotes contratados se debe llevar a cabo respetando las normas y legislaciones correspondientes.

Se tienen que tener en cuenta la normativa y legislación general respecto a las actividades industriales:

- LEY 31/1995, de 8 de noviembre, Prevención de Riesgos Laborales.
- REAL DECRETO 39/1997, de 17 enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- LEY 21/1992, de 16 de julio, de industria.
- REAL DECRETO 2200/1995, de 28 de diciembre de 1995, que aprueba el Reglamento de la infraestructura para la calidad y la Seguridad Industrial, que complementa al Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre de 1981.
- REAL DECRETO 559/2010, de 7 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento del registro integrado Industrial.
- REAL DECRETO 1000/2010, de 5 de agosto, sobre visado.

Al ser un producto que irá destinado como refrigeración suplementaria para neveras verticales de uso específico, tendrán que cumplirse las normas correspondientes al sector.

- Real Decreto 138/2011, de 4 febrero, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias (BOE 08.03.11)
- ITC-MI-IF-10: Marcado y documentación
- ITC-MI-IF-03: Clasificación de los sistemas de refrigeración

2.1.2 Condiciones de Calidad

Por parte del proveedor del producto debe cumplirse las especificaciones de calidad correspondientes.

Es indispensable evaluar y acreditar mediante una certificación que el proceso cumple las normas de calidad presentes en la norma ISO-9001, con una antigüedad nunca mayor a un año.

Además de la certificación correspondiente será necesaria la implementación de un plan de control integral de calidad a través del cual se evalúen los resultados productivos. De esta manera, se asegurará que la calidad es total y que los productos suministrados al cliente cumplen con las especificaciones acordadas.

Se deben de garantizar que los materiales metálicos usados en el producto cumplen con las especificaciones tanto técnicas como generales. Para ello se llevarán a cabo pruebas y ensayos.

Siendo estos ensayos realizados en laboratorios de control acreditados. Los costes ocasionados por los controles y ensayos correrán por cuenta del suministrador.

En caso de que no se cumplan cualquier requisito del diseño o no se ajuste a la normativa vigente de obligado cumplimiento el lote no será aceptado por parte del cliente.

2.1.3 Condiciones económicas

El precio de compra Ex-work detallado en el presupuesto es fijo. No podrá haber modificaciones por parte del suministrador sin la explícita aceptación del cliente.

No se abonarán aquellos lotes que no cumplan con las especificaciones contratadas.

El precio Ex-work especificado en el presupuesto incluirá el Impuesto sobre el valor añadido.

Al comenzar la producción se abonará un 20% del presupuesto total y el resto será abonado a 90 días desde la entrega Ex-work del lote contratado.

Los plazos de entrega son los establecidos en el presente pliego de condiciones. En caso de incumplimiento se reducirá un 12 % del precio fijado por cada día de retraso. Si el pedido se retrasa más de una semana de la fecha establecida se devolverá el pago inicial al cliente y podrá ser anulado el pedido.

El cliente recibirá un descuento de 0.25€ por cada envase que devuelva a fabrica en buen estado.

2.1.4 Condiciones Aceptación del contrato

La aceptación por parte del suministrador del pedido conlleva la aceptación de todas las cláusulas y especificaciones presente en el proyecto y por consiguiente se hace responsable de las consecuencias que devengan en caso de incumplimiento.

2.2 CONDICIONES TÉCNICAS Y PARTICULARES

2.2.1 Condiciones técnicas

Los componentes usados por producto se detallan en **Tabla 22**.

Tabla 22: Lista de componentes

Componente	unidades
Interruptor	2
Puerto LAN rj45	2
Toma de suministro eléctrico	2
Placa de control	2
Ventiladores	6
Sonda de temperatura	2
Tornillo autorroscante	36
Separadores	8
Bridas	12
Fijadores	15
Base 330mm × 570mm × 5mm PVC	1
Cubiertas 150mm × 490,59 × 45mm PVC	2

Tanto la base como las cubiertas son de policloruro de vinilo (PVC) de 5mm y debe de tener una resistencia dieléctrica de $20 \frac{kV}{mm}$ y un módulo de elasticidad de $30.000 \frac{kg}{cm^2}$

Las dimensiones del producto terminado serán las dimensiones las especificadas en los planos de este proyecto. Constará de 6 ventiladores de 120X120mm dispuestos según lo indicado en los planos de este proyecto.

Además de lo anteriormente comentado, debe llevar incorporado un sistema de medición de la temperatura siendo la indicada una sonda de temperatura DS18B20.

También llevará incorporado una placa de características que especifique el modelo y las características del producto y una placa de control que gestione el resto de componentes. Los embalajes han de ser de material reciclable.

2.2.2 Condiciones plazo de entrega del lote

Se compromete al suministro Ex-work de 70 unidades de bandeja de refrigeración al día, en el plazo de 7 días hábiles desde la fecha de pedido. Las características del producto a suministrar serán las fijadas según las condiciones técnicas que se detalla. Cualquier modificación en el producto respecto a las especificaciones fijadas deben presentarse por escrito al cliente y este dará su consentimiento para realizar los cambios en el diseño.

2.2.3 Garantía

Los productos suministrados tendrán una garantía de reparación de dos años desde la compra siempre y cuando las averías no se deban al uso inadecuado del producto.

Documento 4

PRESUPUESTO

1. PRESUPUESTO BANDEJA REFRIGERACIÓN DE RACK DE TELECOMUNICACIONES

1.1. COSTE MANO DE OBRA DIRECTA(Cmod)

La mano de obra directa es: el conjunto de personal que han intervenido directamente en cualquier etapa del proceso de fabricación y montaje del producto.

Para el cálculo del salario a la hora se debe conocer: tanto la categoría profesional del personal como las horas de trabajo anuales fijadas por el convenio de trabajo correspondiente.

El convenio aplicable es el convenio colectivo para la industria siderometalúrgica de Cantabria.

Los trabajadores de la línea de montaje tienen la categoría profesional de oficial de primera. Para dicha categoría y según sueldos de mercado el convenio establece 1765 horas efectivas anuales.

Los costes de un oficial de 1ª son de 40.000 € anuales

Teniendo en cuenta los diferentes días que al año no se trabaja como son entre otros: festivos, domingos y días de enfermedad. Se estiman aproximadamente 250 días de trabajo al año.

Si se tiene en cuenta los aspectos mencionados se puede calcular las horas de trabajo diarias. Las horas de trabajo al día serán el número de horas anuales entre el número de días trabajados.

$$\text{Horas trabajo diarias} = \frac{1765}{250} = 7,06 \text{ h}$$

A continuación, se calcula el salario por hora de los trabajadores. Este será el salario anual dividido entre el número de horas de trabajo al año.

$$\text{Salario por hora} = \frac{40.000 \text{ €}}{1.765 \text{ h}} = 22,66 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

Por último, se calcula el coste de la mano de obra directa que interviene en el proceso.

El coste de la mano de obra directa para el lote de 50 unidades es: el número de horas, por el número de operarios y por el salario por hora de los operarios.

$$C_{mod} = [(1,5h \times 2 \text{ op}) + (1,3h \times 1 \text{ op}) + (5,65h \times 7 \text{ op})] \times 22,66\text{€} = 993,64\text{€}$$

1.2. COSTE DE LOS MATERIALES

Para cuantificar el coste de los materiales necesarios en el pedido, previamente se debe tener constancia de la totalidad de las piezas y materiales necesarios.

Según precios de mercado detallados en **Tabla 23** para cada material y componente, se obtiene el coste de los materiales de la suma de estos.

Tabla 23: Precio de los materiales

Componente	Precio en €	unidades	Total en €
Interruptor	0,95	1	0,95
Puerto LAN rj45	1,62	1	1,62
Toma de suministro eléctrico	1,49	1	1,49
Display	8,68	1	8,68
Placa de control	35,40	1	35,40
Ventiladores	7,3	6	43,8
Sonda de temperatura	8,76	1	8,76
Tornillo autorroscante	0,11	36	3,96
Separadores	0,23	4	0,92
Bridas	0,0254	6	0,1524
Fijadores	0,09	14	1,26
Plancha base 2000x1000x1.5	45	1	45
Plancha tapa 2000x1000x0.7mm	40	1	40
Embalaje	2	1	2
Total por producto			193,9924
Total lote		50	9.699,62

1.3. COSTE FABRICACIÓN POR LOTE DE 50 UNIDADES

El coste de fabricación de un producto es la suma del coste de la mano de obra directa empleada en la fabricación y montaje y del coste de los materiales.

$$\text{Coste fabricación} = C_{mod} + C_m$$

Para un lote de 50 unidades.

$$\text{Coste de fabricación lote} = 993,64\text{€} + 9.699,62\text{€} = 10.693,26\text{€}$$

1.4. COSTES GENERALES

Los costes generales son los costes del funcionamiento normal de la fábrica, excluyendo los anteriormente expuestos.

Hay infinidad de gastos considerados como generales, siendo los más significativos:

- Electricidad
- Gastos de administración
- Equipos
- Alquileres
- Seguros
- Personal no relacionado directamente con el proceso
- Gastos de útiles diarios

Al haber múltiples gastos que se asignan como generales, su cuantificación individual es muy complicada, cada empresa suele hacer una estimación anualmente.

Esta estimación se computa como un tanto por cien de la mano de obra directa. Por tanto, se estima en un 33% de la mano de obra directa calculada anteriormente para el lote de 50 unidades.

$$\text{Costes generales} = 0.33 \times 993,64 = 327,90 \text{ €}$$

1.5. COSTES EN FÁBRICA

Es la suma del coste de fabricación y los gastos generales. Se calcula para el lote de 50 unidades.

$$\text{Coste en fábrica} = 10.693,26 \text{ €} + 327,90 \text{ €} = 11.021,16 \text{ €}$$

1.6. PRECIO EXW (Ex Works)

El precio Ex Works es el precio de venta del producto en la fábrica. Es la suma del coste en fábrica y el beneficio industrial.

El beneficio industrial está fijado por la empresa y oscila entre un 10% y un 20% del coste en fábrica. En este caso se aplicará un beneficio industrial del 13%.

$$\textit{Beneficio industrial} = 0.13 \times 11.021,16 \text{ €} = 1.432,75 \text{ €}$$

Una vez obtenidos todos los parámetros necesarios, se calcula el precio EXW sin IVA para el lote.

$$\textit{Precio EXW sin IVA} = 11.021,16 \text{ €} + 1.432,75 \text{ €} = 12.453,91 \text{ €}$$

Si aplica el IVA del 21% obtendremos el precio EXW con IVA para el lote de 50 unidades.

$$\textit{Precio EXW con IVA} = 12.453,91\text{€} + (12.453,91 \text{ €} \times 0,21) = 15.069,23\text{€}$$

2. PRESUPUESTO SISTEMA DE VENTILACIÓN SUPLEMENTARIO PARA NEVERAS.

2.1. COSTE MANO DE OBRA DIRECTA(Cmod)

La mano de obra directa es: el conjunto de personal que han intervenido directamente en cualquier etapa del proceso de fabricación y montaje del producto.

Para el cálculo del salario a la hora se debe conocer: tanto la categoría profesional del personal como las horas de trabajo anuales fijadas por el convenio de trabajo correspondiente.

El convenio aplicable es el convenio colectivo para la industria siderometalúrgica de Cantabria.

Los trabajadores de la línea de montaje tienen la categoría profesional de oficial de primera. Para dicha categoría y según sueldos de mercado el convenio establece 1765 horas efectivas anuales.

Los costes de un oficial de 1ª son de 40.000 € anuales

Teniendo en cuenta los diferentes días que al año no se trabaja como son entre otros: festivos, domingos y días de enfermedad. Se estiman aproximadamente 250 días de trabajo al año.

Si se tiene en cuenta los aspectos mencionados se puede calcular las horas de trabajo diarias. Las horas de trabajo al día serán el número de horas anuales entre el número de días trabajados.

$$\text{Horas trabajo diarias} = \frac{1765}{250} = 7,06 \text{ h}$$

A continuación, se calcula el salario por hora de los trabajadores. Este será el salario anual dividido entre el número de horas de trabajo al año.

$$\text{Salario por hora} = \frac{40.000 \text{ €}}{1.765 \text{ h}} = 22,66 \frac{\text{€}}{\text{h}}$$

Por último, se calcula el coste de la mano de obra directa que interviene en el proceso.

El coste de la mano de obra directa para el lote de 70 unidades es: el número de horas, por el número de operarios y por el salario por hora de los operarios.

$$C_{mod} = (6,72h \times 12 \text{ op}) \times 22,66\text{€} = 1.827,30\text{€}$$

2.2. COSTE DE LOS MATERIALES

Para cuantificar el coste de los materiales necesarios en el pedido, previamente se debe tener constancia de la totalidad de las piezas y materiales necesarios.

Según precios de mercado detallados en **Tabla 24** para cada material y componente, se obtiene el coste de los materiales de la suma de estos.

Tabla 24 Precio de los materiales

Componente	Precio en €	unidades	Total
Interruptor	0,95	2	1,90
Puerto LAN rj45	1,62	2	3,24
Toma de suministro eléctrico	1,49	2	2,98
Placa de control	35,40	2	70,8
Ventiladores	7,3	6	43,8
Sonda de temperatura	8,76	2	17,52
Tornillo autorroscante	0,11	36	3,96
Separadores	0,23	8	1,84
Bridas	0,0254	12	0,3048
Fijadores	0,09	15	1,35
Base 330mm × 570mm × 5mm PVC	8,70	1	8,70
Cubiertas 150mm × 490,59 × 45mm PVC	7,20	2	14,4
Total por producto			170,80
Total Lote		70	11.956

2.3. COSTE FABRICACIÓN POR LOTE DE 70 UNIDADES

El coste de fabricación de un producto es la suma del coste de la mano de obra directa empleada en la fabricación y montaje y del coste de los materiales.

$$\text{Coste fabricación} = C_{mod} + C_m$$

Para un lote de 70 unidades.

$$\text{Coste de fabricación lote} = 1.827,30\text{€} + 11.956\text{€} = 13783,3\text{€}$$

2.4. COSTES GENERALES

Los costes generales son los costes del funcionamiento normal de la fábrica, excluyendo los anteriormente expuestos.

Hay infinidad de gastos considerados como generales, siendo los más significativos:

- Electricidad
- Gastos de administración
- Equipos
- Alquileres
- Seguros
- Personal no relacionado directamente con el proceso
- Gastos de útiles diarios

Al haber múltiples gastos que se asignan como generales, su cuantificación individual es muy complicada, cada empresa suele hacer una estimación anualmente.

Esta estimación se computa como un tanto por cien de la mano de obra directa. Por tanto, se estima en un 33% de la mano de obra directa calculada anteriormente para el lote de 70 unidades.

$$\text{Costes generales} = 0.33 \times 1.827,30 = 603,01 \text{ €}$$

2.5. COSTES EN FÁBRICA

Es la suma del coste de fabricación y los gastos generales. Se calcula para el lote de 70 unidades.

$$\text{Coste en fábrica} = 13.783,3 \text{ €} + 603,01 \text{ €} = 14.386,31 \text{ €}$$

2.6. PRECIO EXW (Ex Works)

El precio Ex Works es el precio de venta del producto en la fábrica. Es la suma del coste en fábrica y el beneficio industrial.

El beneficio industrial está fijado por la empresa y oscila entre un 10% y un 20% del coste en fábrica. En este caso se aplicará un beneficio industrial del 13%.

$$\textit{Beneficio industrial} = 0.13 \times 14386,31 \text{ €} = 1.870,22 \text{ €}$$

Una vez obtenidos todos los parámetros necesarios, se calcula el precio EXW sin IVA para el lote.

$$\textit{Precio EXW sin IVA} = 14.386,31 \text{ €} + 1.870,22 \text{ €} = 16.256,53 \text{ €}$$

Si aplica el IVA del 21% obtendremos el precio EXW con IVA para el lote de 50 unidades.

$$\textit{Precio EXW con IVA} = 16.256,53\text{€} + (16.256,53 \text{ €} \times 0,21) = 19.670,40\text{€}$$