



UNIVERSITAT
JAUME·I

UNIVERSITAT JAUME I
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I
CIÈNCIES EXPERIMENTALS
MÀSTER UNIVERSITARI EN ENGINYERIA
INDUSTRIAL

DISEÑO DE UNA MÁQUINA PARA
BOLEADO EN SERIE DE MASA PARA
PANADERÍA

TRABAJO FIN DE MÁSTER
AUTOR

Marc Colom Rubio

DIRECTOR

Carlos Vicente Ariño Latorre

Castellón, Octubre de 2023

ÍNDICE GENERAL DEL PROYECTO

I-MEMORIA DESCRIPTIVA	5
II-ANEJOS	35
III-PLIEGO DE CONDICIONES	75
IV-PRESUPUESTO.....	87
V-PLANOS.....	93

I-MEMORIA DESCRIPTIVA

ÍNDICE DE LA MEMORIA

1	JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES	10
2	OBJETIVO.....	11
3	ALCANCE.....	11
4	REQUISITOS DE DISEÑO.....	12
5	DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA BOLEADORA	13
5.1	FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA MÁQUINA	13
5.2	COMPONENTES DE LA MÁQUINA	14
5.3	DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA MÁQUINA.....	15
5.3.1	MÓDULO ESTRUCTURAL	15
5.3.2	MÓDULO DE TRANSPORTE	15
5.3.2.1	SOPORTE DE LA CINTA.....	16
5.3.2.2	TENSOR DE LA CINTA.....	16
5.3.2.3	RODILLOS	17
5.3.2.4	SOPORTE RODILLO MOTRIZ	18
5.3.3	MÓDULO DE BOLEADO.....	18
5.3.3.1	BASTIDOR.....	19
5.3.3.2	SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL	19
5.3.3.2.1	EXCÉNTRICA DEL REDUCTOR (ESLABÓN 1)	20
5.3.3.2.2	BIELA (ESLABÓN 2).....	21
5.3.3.2.3	PARALELOGRAMO (ESLABÓN 3)	21
5.3.3.2.4	BIELA DE UNIÓN DE LOS PARALELOGRAMOS	22
5.3.3.2.5	PARALELOGRAMO (ESLABÓN 5).....	22
5.3.3.2.6	PLACA DE SOPORTE (ESLABÓN 6).....	23
5.3.3.3	SISTEMA DE BOLEADO CON COPA DE SILICONA.....	23
5.3.3.3.1	PIÑO MOTRIZ	24

5.3.3.3.2	SISTEMA DE ENGRANAJES.....	25
5.3.3.3.3	BIELA DE UNIÓN DE LOS BULONES.....	25
5.3.3.3.4	COPA DE SILICONA.....	26
5.3.4	CONTROL Y ACTUADORES.....	26
5.3.4.1	CONTROL.....	26
5.3.4.1.1	PLC	27
5.3.4.1.2	PANTALLA TÁCTIL	28
5.3.4.1.3	VARIADOR DE FRECUENCIA.....	29
5.3.4.2	ACTUADORES.....	29
5.3.4.2.1	MOTORREDUCTOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA	29
5.3.4.2.2	MOTORREDUCTOR DEL SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL.....	29
5.3.4.2.3	MOTORREDUCTOR DEL SISTEMA DE BOLEADO..	29
6	VIABILIDAD	30
6.1	VIABILIDAD ECONÓMICA.....	30
6.2	VIABILIDAD TÉCNICA.....	31
6.3	VIABILIDAD LEGAL.....	32
7	RESUMEN DEL PRESUPUESTO.....	32
8	CONCLUSIONES	32
9	NORMATIVA	32
10	BIBLIOGRAFÍA	33
11	SOFTWARE UTILIZADO.....	33

1 JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES

Este proyecto se lleva a cabo en la empresa COLOM BAKERY EQUIPMENT S.L., ubicada en Castellón de la Plana. Ésta es una pequeña empresa familiar que se dedica a la producción de maquinaria para el sector de la panadería. Las máquinas que fabrica esta empresa son:

- **Amasadoras:** Mezclan los distintos ingredientes que componen el pan u otros tipos de productos que se suelen ofrecer en las panaderías, hasta que se forma una masa homogénea y uniforme. Principalmente estos ingredientes son agua, harina, sal, levaduras, y aceite.
- **Pesadoras:** Se encargan de dividir la masa en porciones del peso que el cliente desee. Para ello se deposita la masa en una tolva, y un pistón se mueve de manera que se produce una aspiración de la masa hacia el cilindro, succionándose la cantidad de masa deseada. Su funcionamiento se basa en el vacío que se genera en el cilindro al desplazarse el pistón, por lo que es muy importante el ajuste de las piezas para impedir que se introduzca aire.
- **Boleadoras:** Las pesadoras dividen la masa en porciones de un peso concreto, pero estas porciones tienen una forma irregular. En muchas ocasiones es necesario dar a estas porciones forma de bola para posteriormente poder trabajar con ellas. Las boleadoras son las máquinas encargadas de dar a las porciones de masa esta forma.
- **Cámaras de reposo o de fermentación intermedia:** Tras el amasado y la división, la masa adquiere tensiones internas que dificultan en gran medida su posterior manipulación. Así pues, con las cámaras se consigue relajar la masa, simplemente dejándola reposar durante unos pocos minutos. Este paso es imprescindible para darle a la masa la conocida forma de barra alargada.
- **Formadoras:** Su función es la de dar la tradicional forma de barra alargada a la masa, para lo que se fuerza a la masa a pasar por una serie de rodillos y de lonas que laminan y enrollan la masa.
- **Entabladoras automáticas:** Coloca las barras de manera automática sobre bandejas o tableros que posteriormente serán llevados al horno para la cocción.

El mercado del sector de la panadería es un mercado amplio, debido a que el pan es un bien de primera necesidad. Se pueden encontrar grandes y pequeñas empresas. Las primeras producen para grandes superficies y panificadoras, mientras

que las segundas, como es el caso de la empresa en la que se realiza el proyecto, encuentran su mercado en las pequeñas panaderías, las cuales encuentran justificada la inversión en maquinaria para automatizar, en la medida de lo posible, el proceso de producción de pan.

El presente proyecto surge de la voluntad por parte de la empresa de crear una máquina que hasta este momento nunca había fabricado, con la cual espera proporcionar una nueva alternativa para sus clientes en lo que se refiere al boleado de la masa.

2 OBJETIVO

El presente proyecto de final de máster realizado por Marc Colom Rubio, estudiante del máster de Ingeniería Industrial de la Universidad Jaume I de Castellón, y dirigido por el profesor Carlos Vicente Ariño Latorre, tiene el objetivo de diseñar y programar una máquina para el boleado de masa de pan en serie automáticamente, lanzando al mercado un producto nuevo que genere un incremento en los beneficios de la empresa.

3 ALCANCE

El alcance del proyecto comprenderá el desarrollo de los siguientes subsistemas que conforman la máquina:

- Sistema de soporte estructural
- Sistema eléctrico
- Programación del PLC
- Programación de la pantalla táctil
- Sistema de transporte de las bolas
- Mecanismo de boleado

4 REQUISITOS DE DISEÑO

Para establecer los límites del diseño de la máquina boleadora, se definen una serie de requisitos, resumidos en la tabla que se muestra a continuación.

	Concepto	Esencial (E) Deseable (D)	Descripción
1	Función	E	Capacidad de producción máxima de al menos 15 piezas/min
2	Función	E	Pantalla táctil programable con conexión a internet
3	Función	D	Creación de distintos modos de trabajo de la máquina desde la propia pantalla táctil
4	Función	D	Sencilla movilidad de la máquina
5	Control	E	Velocidad de producción
6	Coste	D	Menor de 4.000 €
7	Legalidad	E	Cumplimiento de la normativa actual

Para determinar los requisitos de diseño de la máquina se han considerado las necesidades que los clientes han transmitido a la empresa.

5 DESCRIPCIÓN DE LA MÁQUINA BOLEADORA

En este apartado se va a describir el funcionamiento de la máquina y las diferentes partes que la componen.

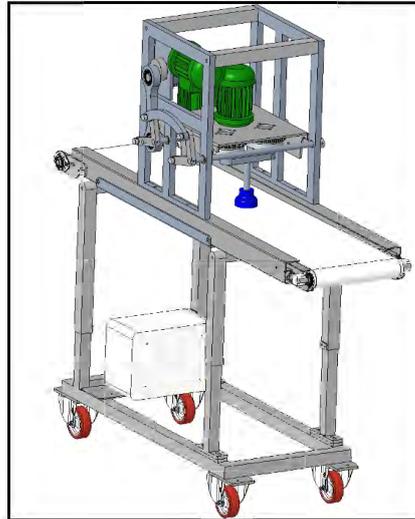


Figura 1. Modelo 3D de la máquina. Fuente: Elaboración propia

5.1 FUNCIONAMIENTO GENERAL DE LA MÁQUINA

Esta máquina recibe trozos de masa para pan con una geometría irregular. Su función es la de dar a estos trozos de masa una forma de bola lo más redonda y uniforme posible, lo cual es necesario para que las siguientes etapas del proceso de elaboración del pan. El ciclo de trabajo de la máquina se compone de estas etapas:

- 1) En primer lugar se depositan los trozos de masa sobre la cinta transportadora.
- 2) La cinta transportadora desplaza los trozos de masa hasta la posición donde se encuentra la copa de silicona.
- 3) La copa de silicona baja hasta aplicar una presión determinada sobre el trozo de masa de pan.
- 4) Mediante un movimiento de traslación de la copa de silicona alrededor de un eje imaginario que, idealmente pasa verticalmente por el centro del trozo de masa, se consigue la forma de bola.
- 5) La copa se eleva y retoma su posición original.
- 6) La cinta transportadora reanuda su marcha, desplazando el trozo de masa hasta la siguiente etapa del procesado de la masa, repitiéndose el ciclo de nuevo.

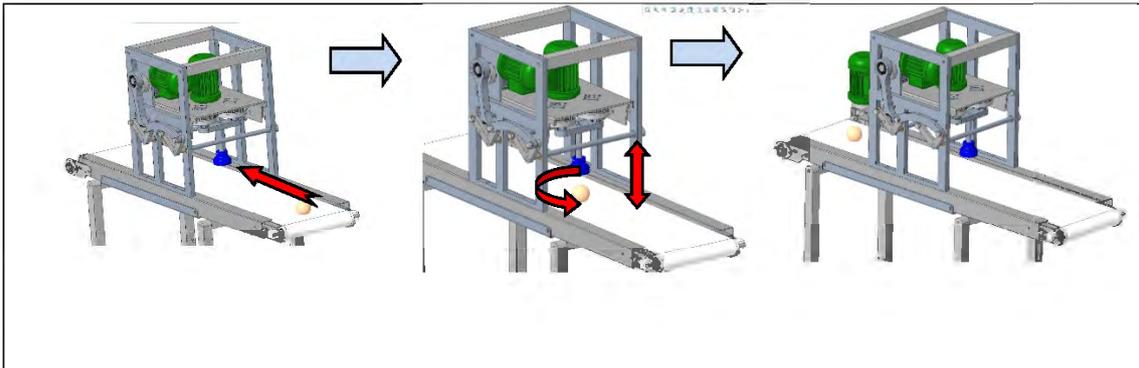


Figura 2. Esquema secuencia de movimientos. Fuente: Elaboración propia..

5.2 COMPONENTES DE LA MÁQUINA

La máquina se compone de varios elementos, que se pueden agrupar según su funcionalidad en cinco grupos.

- 1) **Estructura:** La estructura está formada a base de perfiles y pletinas de acero soldados y atornillados. Sirve de soporte para el resto de elementos de la máquina.
- 2) **Módulo de transporte:** Consiste en una cinta transportadora cuya función es la de desplazar los trozos de masa de pan hacia las distintas etapas del proceso. La cinta transportadora va fijada sobre el caballete.
- 3) **Módulo de boleado:** Es el encargado de dar la forma de bola a los trozos de masa. Lleva a cabo dos movimientos, el primero en el que la copa de silicona se acerca o se aleja verticalmente del trozo de masa, y el segundo de traslación en el que la copa de silicona gira sobre el trozo de masa.
- 4) **Módulo de control y actuadores:** En el que se incluyen todos los elementos eléctricos y electrónicos como el PLC, los detectores, o los actuadores de los que dispone la máquina.
- 5) **Cuadro eléctrico:** El lugar en el que se dispone todo el cableado y conexionado eléctrico, protecciones, etc.

5.3 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA MÁQUINA

En los siguientes apartados se detallará con mayor profundidad cada uno de los elementos de la máquina y su funcionamiento.

5.3.1 MÓDULO ESTRUCTURAL



Figura 3. Caballete. Fuente: Elaboración propia.

El caballete es el elemento encargado de soportar todo el peso de la máquina. En este caso, dado que el peso de la máquina no es muy elevado, se va a utilizar un caballete que ya se fabrica actualmente en la empresa para otras máquinas, donde los esfuerzos que debe soportar son mucho mayores a los de la presente aplicación.

El caballete consiste en una serie de perfiles de acero soldados entre sí. Dispone de 4 ruedas giratorias con freno que permiten el giro y desplazamiento de la máquina sin apenas esfuerzo, y además se puede ajustar la altura para trabajar cómodamente. El cuadro eléctrico de la máquina se coloca en el caballete.

5.3.2 MÓDULO DE TRANSPORTE

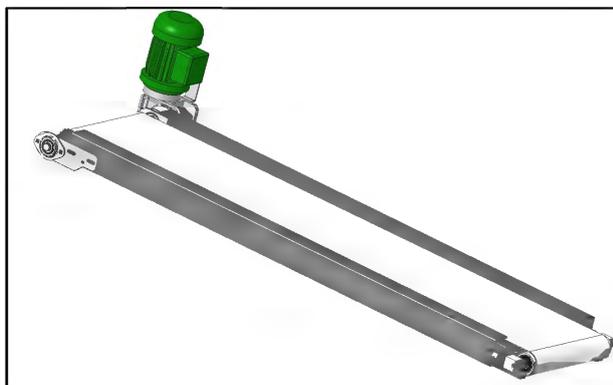


Figura 4. Cinta transportadora. Fuente: Elaboración propia.

Consiste en una cinta montada y tensada entre dos rodillos, uno de los cuales va acoplado al eje de salida de un motorreductor, mientras que el otro, en el otro extremo de la cinta, es un rodillo loco que va montado sobre unos tensores que permiten ajustar la tensión de la cinta.

5.3.2.1 SOPORTE DE LA CINTA

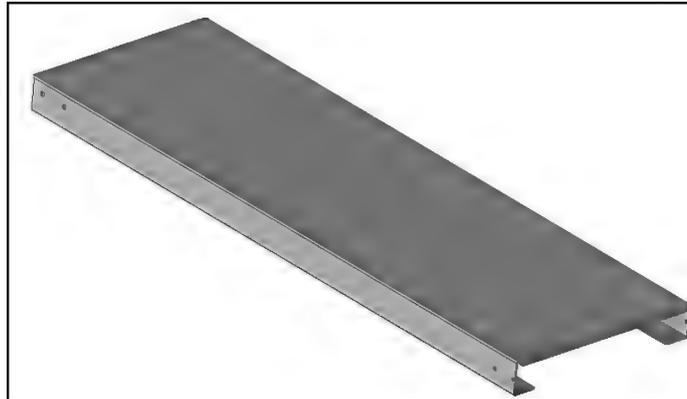


Figura 5. Soporte de la cinta. Fuente: Elaboración propia.

Es una plancha de acero inoxidable plegada. Va fijada mediante tornillos al caballete de la máquina y sirve tanto para sostener la cinta entre los rodillos como de bancada para el motorreductor, los rodillos, etc.

5.3.2.2 TENSOR DE LA CINTA



Figura 6. Tensor de la cinta. Fuente: Elaboración propia.

Permite ajustar la tensión de la cinta. Se trata de una varilla roscada que puede girar en ambos sentidos. En función del sentido de giro, la varilla empuja o estira de la pieza cúbica de color blanco con una hendidura en una de sus caras que se puede ver en la **Figura 6**, tensando o destensando la cinta.

5.3.2.3 RODILLOS

El rodillo motriz es una pieza maciza de acero que transmite la potencia del motorreductor a la cinta.

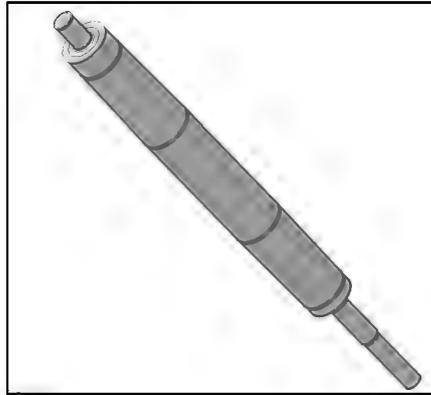


Figura 7. Rodillo motriz. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, el rodillo loco está formado por un cilindro de acero hueco en cuyo interior se coloca un eje, de tal manera que fijando el eje para impedir su movimiento y colocando unos rodamientos entre el eje y el cilindro hueco a los cuales se les bloquea la pista interior, se consigue que el cilindro exterior gire sobre el eje.

Gracias al tensor de la cinta, la posición del rodillo loco puede variar, tensando o destensando la cinta.

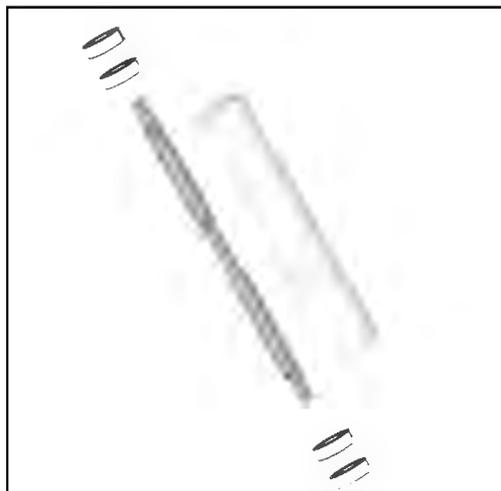


Figura 8. Rodillo loco. Fuente: Elaboración propia.

5.3.2.4 SOPORTE RODILLO MOTRIZ

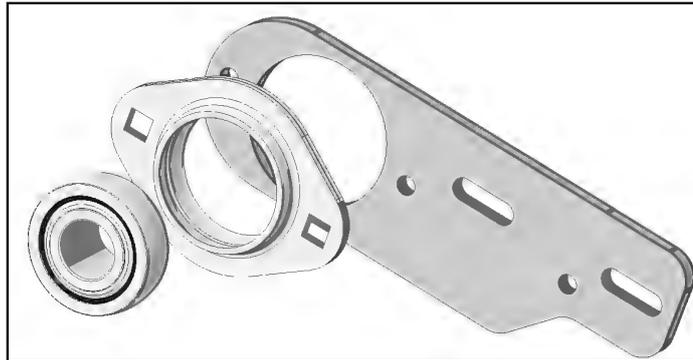


Figura 9. Soporte rodillo motriz. Fuente: Elaboración propia.

La función del soporte es la de fijar la posición del rodillo motriz. Va atornillado al soporte de la cinta y lleva montados rodamientos para el giro del rodillo. Se coloca uno en cada lado del soporte de la cinta.

5.3.3 MÓDULO DE BOLEADO

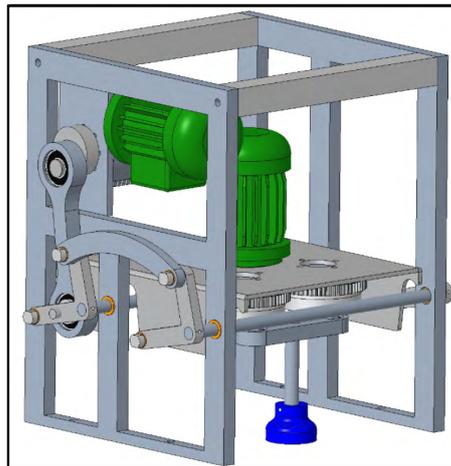


Figura 10. Módulo de boleado. Fuente: Elaboración propia.

El módulo de boleado es el encargado de dar la forma de bola a los trozos de masa de pan. Los componentes de este módulo se pueden agrupar según su funcionalidad en otros subgrupos.

5.3.3.1 BASTIDOR



Figura 11. Bastidor. Fuente: Elaboración propia.

Es el conjunto de perfiles de acero que sirven de estructura y soporte para todo el módulo. El Bastidor va fijado al soporte de la cinta mediante unos tornillos.

5.3.3.2 SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Este mecanismo genera el movimiento en el eje vertical de la máquina, aproximando o alejando la copa de silicona al trozo de masa. En la **Figura 12** se puede ver una secuencia de dicho movimiento.

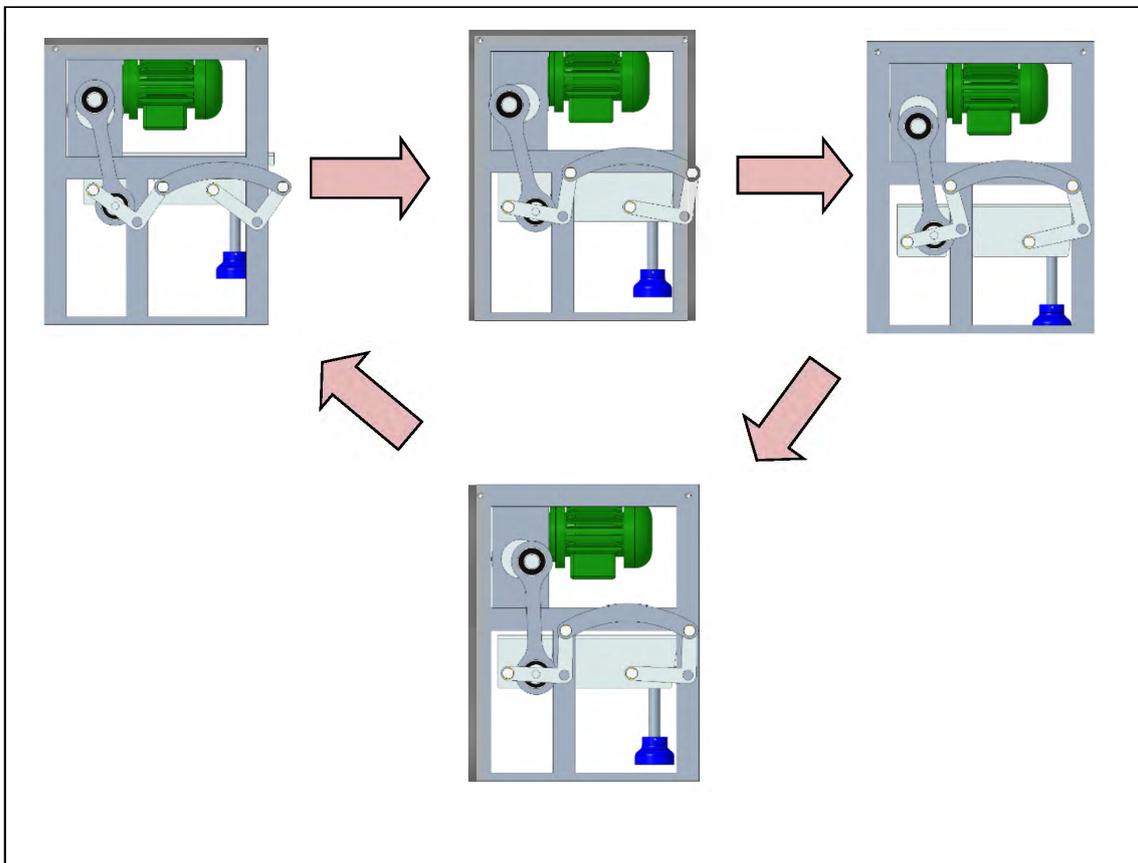


Figura 12. Secuencia del movimiento en el eje vertical. Fuente: Elaboración propia.

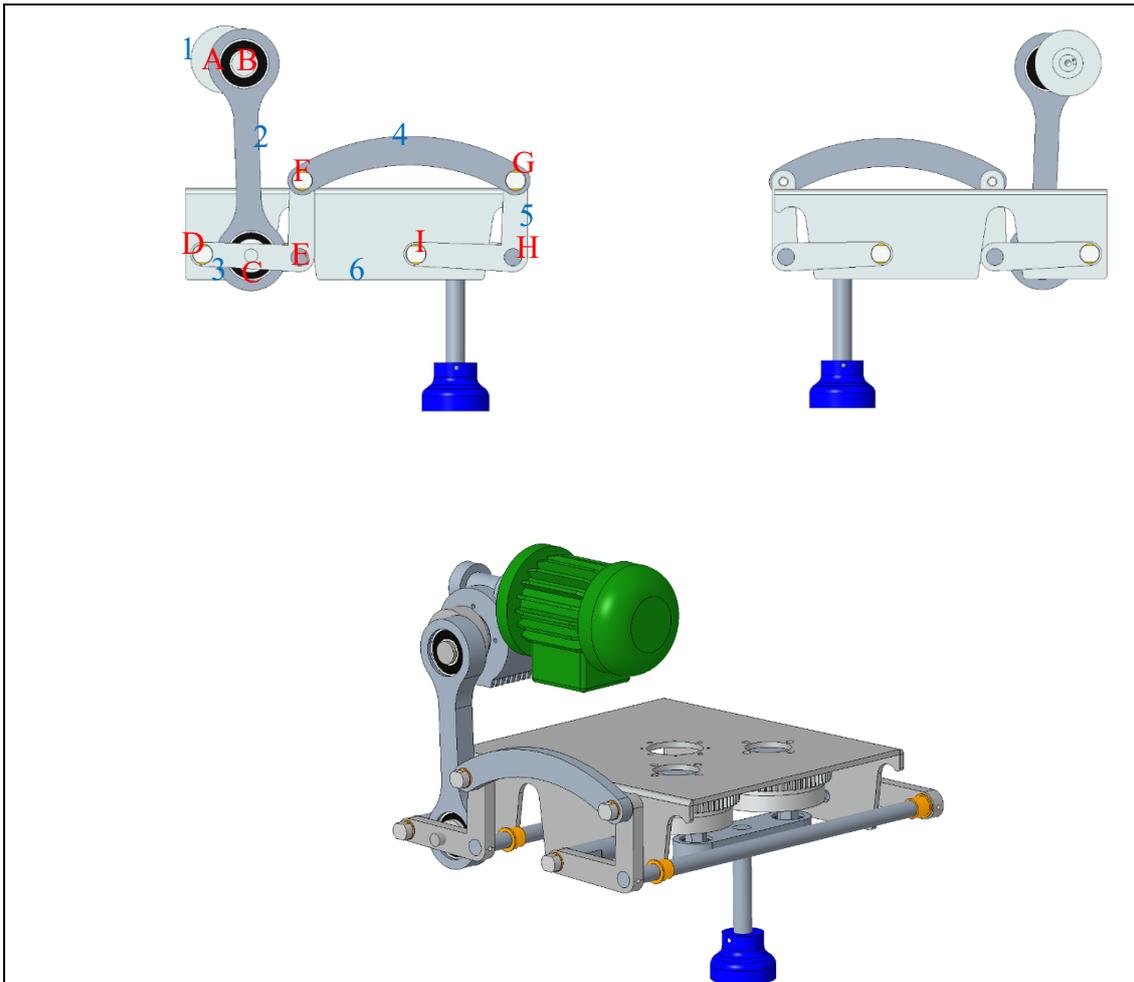


Figura 13. Vistas del mecanismo con los eslabones y uniones nominados. Fuente: Elaboración propia.

En adelante, cuando se hable de eslabones o de puntos de unión, siempre se hará utilizando los nombres asignados en la **Figura 13**. Se recomienda ver la figura cada vez que se hable de algún eslabón o punto de unión.

5.3.3.2.1 EXCÉNTRICA DEL REDUCTOR (ESLABÓN 1)

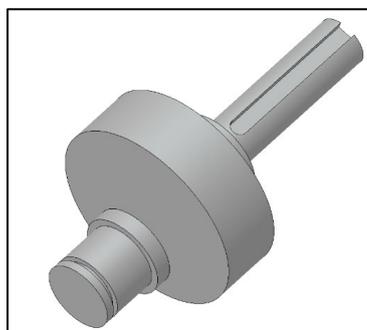


Figura 14. Excéntrica del reductor. Fuente: Elaboración propia.

La excéntrica del reductor es el eslabón 1. En uno de sus extremos tiene un eje con un chavetero, mediante el cual va conectado a la salida del motorreductor.

En el otro extremo tiene un eje excéntrico que va conectado a la biela (Eslabón 2). El motorreductor transmite un movimiento de rotación sobre esta pieza.

5.3.3.2.2 BIELA (ESLABÓN 2)



Figura 15. Biela. Fuente: Elaboración propia.

La biela va conectada por un extremo a la excéntrica (eslabón 1) en el punto de unión A, y en el otro extremo al primer paralelogramo (eslabón 3) en el punto de unión 3. Debido al movimiento de rotación de la excéntrica, el punto B se desplaza verticalmente, desplazamiento que la biela transmite también al punto C del paralelogramo.

5.3.3.2.3 PARALELOGRAMO (ESLABÓN 3)

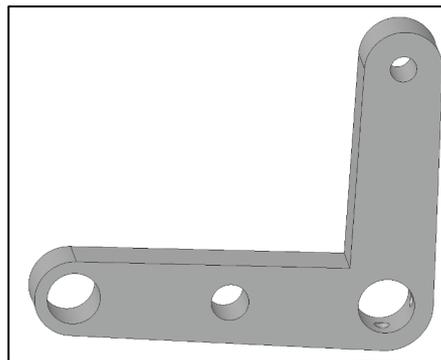


Figura 16. Paralelogramo C. Fuente: Elaboración propia.

El paralelogramo 3 va conectado a la biela en el punto C, a la placa de soporte (eslabón 6) en el punto D, al bastidor en el punto E y a la biela que une los paralelogramos (eslabón 4) en el punto F.

Al ir fijado el punto E, el paralelogramo no puede realizar ningún movimiento de traslación, sino que únicamente podrá realizar una rotación. Así pues, el punto E

permanece siempre en la misma posición y los puntos D, C y F describen una circunferencia concéntrica sobre el punto E. (Observar **Figura 12**).

5.3.3.2.4 BIELA DE UNIÓN DE LOS PARALELOGRAMOS

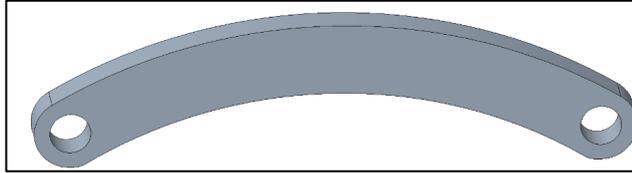


Figura 17. Biela paralelogramos. Fuente: Elaboración propia.

Va unida al paralelogramo 3 en el punto F y al paralelogramo 5 en el punto G. Transmite el movimiento desde F hasta G, provocando que ambos paralelogramos se muevan simultánea e idénticamente, tal y como se puede ver en la **Figura 12**.

5.3.3.2.5 PARALELOGRAMO (ESLABÓN 5)

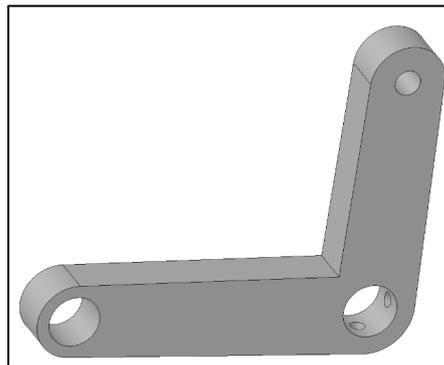


Figura 18. Paralelogramo E. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que el paralelogramo 3, también está fijado en un punto, en este caso el punto h, y unido a la placa de soporte (eslabón 6) en el punto I. Ambos se mueven del mismo modo, actuando cada uno de ellos sobre la placa de soporte para que se desplace verticalmente.

5.3.3.2.6 PLACA DE SOPORTE (ESLABÓN 6)

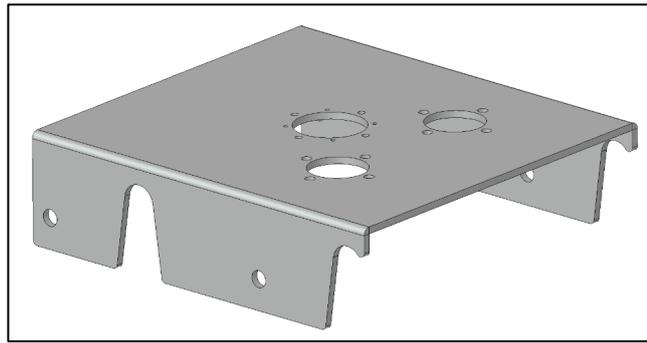


Figura 19. Placa de soporte. Fuente: Elaboración propia.

Esta es la placa a la que va unido todo el sistema de boleado de la copa, de tal manera que cuando la placa se desplaza verticalmente la copa de silicona se mueve solidariamente con la placa.

5.3.3.3 SISTEMA DE BOLEADO CON COPA DE SILICONA

Este es el mecanismo que genera el movimiento de la copa de silicona que le da la forma de bola al trozo de masa. Básicamente, el movimiento se consigue mediante un sistema de engranajes y unas excéntricas. Se puede ver una secuencia del movimiento en la **Figura 20**.

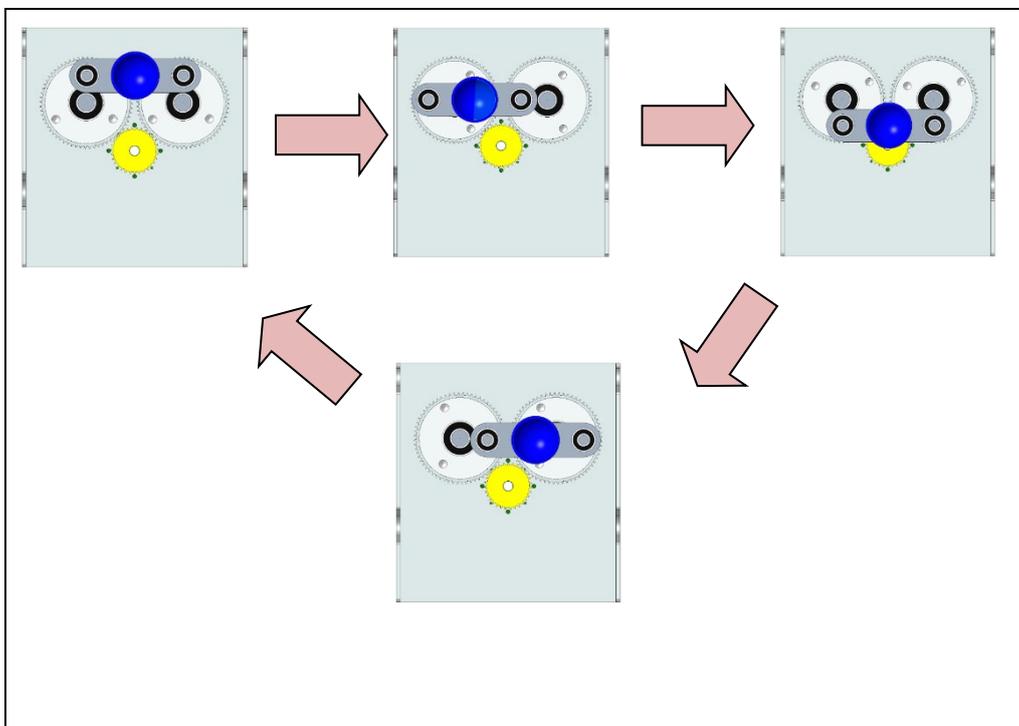


Figura 20. Secuencia del movimiento de boleado. Fuente: Elaboración propia.

Un motor actúa directamente sobre un piño, que a su vez actúa sobre otros dos engranajes, los cuales están unidos solidariamente a unas coquetas excéntricas.

Mediante una biela se unen las dos coquetas, y es a esta biela a la que se fija el eje y la copa de silicona, de tal manera que la excentricidad del movimiento de las coquetas se transmite a la copa, consiguiendo el movimiento deseado para el boleado de los trozos de masa de pan.

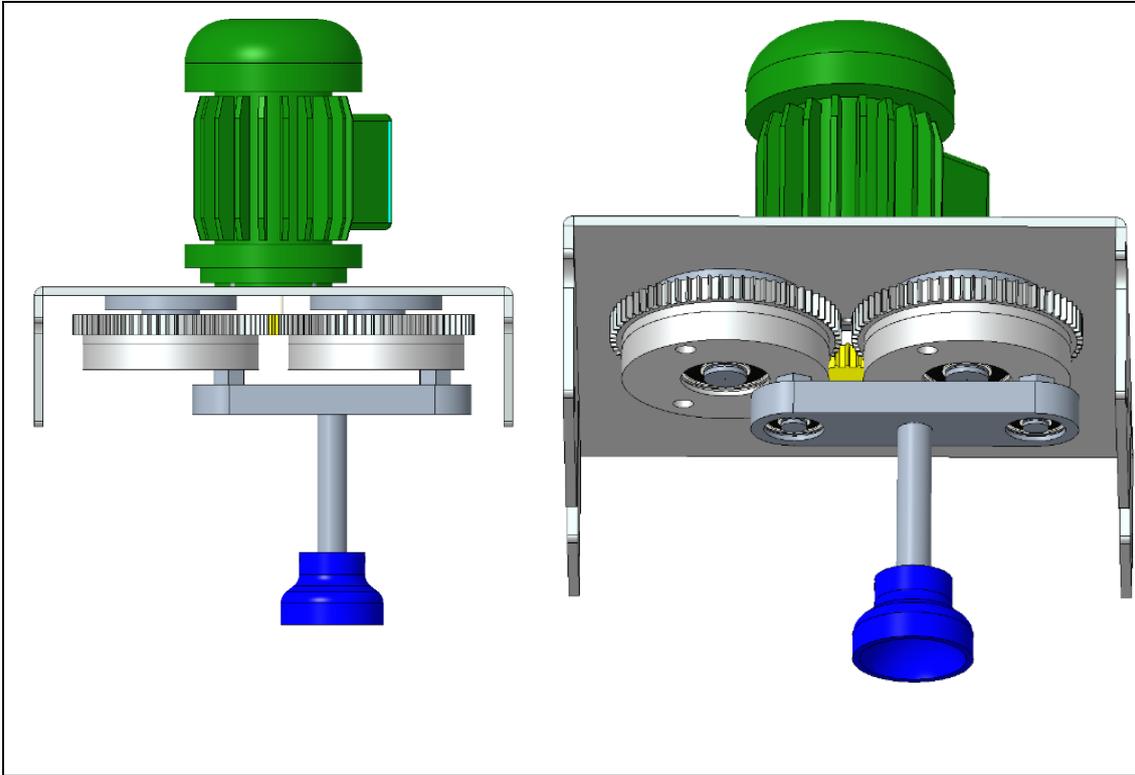


Figura 21. Vista frontal y en perspectiva del mecanismo. Fuente: Elaboración propia.

5.3.3.3.1 PIÑO MOTRIZ

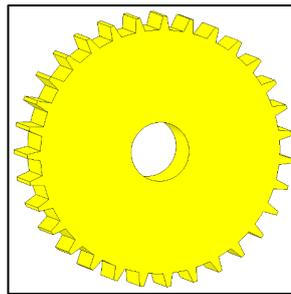


Figura 22. Piño motriz. Fuente: Elaboración propia.

Este piño va directamente conectado a la salida de un motor mediante un eje. Transmite el movimiento de rotación al sistema de engranajes.

5.3.3.3.2 SISTEMA DE ENGRANAJES

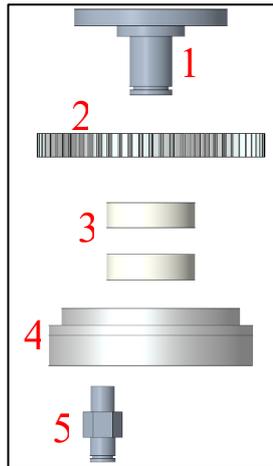


Figura 23. Sistema de engranajes del boleado. Fuente: Elaboración propia.

El sistema de engranajes dispone de dos conjuntos de piezas idénticos al que se puede ver en la **Figura 23**.

- Buje (pieza 1): Sirve como eje de apoyo para que el resto de piezas puedan girar sobre él.
- Engranajes de dientes rectos (pieza 2): Conectado al piñón motriz, transmite el giro al resto de piezas.
- Rodamientos (piezas 3): Simplemente dos rodamientos cuya cara interior se apoya sobre el buje y la cara exterior sobre la coqueta, siendo la cara interior la pista que queda bloqueada.
- Coqueta (pieza 4): Va atornillada al engranaje, por lo que gira solidariamente con éste.
- Bulón (pieza 5): Va encajado en uno de los taladros de la coqueta excéntrica al eje, por lo que al girar el conjunto, el bulón gira alrededor del eje transversal del mismo.

5.3.3.3.3 BIELA DE UNIÓN DE LOS BULONES

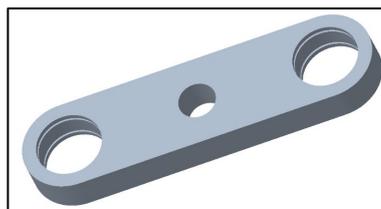


Figura 24. Biela bulones. Fuente: Elaboración propia.

Esta biela está unida por cada extremo a los bulones que se pueden ver en la **Figura 23** (número 5). En el taladro central va fijado la copa de silicona. Describe el mismo movimiento excéntrico que los bulones a los que va unida.

5.3.3.3.4 COPA DE SILICONA

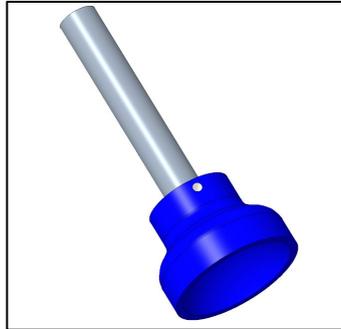


Figura 25. Copa de silicona. Fuente: Elaboración propia.

Es la única pieza que entra en contacto directamente con los trozos de masa. Por un lado tiene un eje que va fijado al taladro central de la biela descrita en el punto anterior, y por otro lado la copa de silicona en sí.

En función del tamaño y el peso de los trozos de masa de pan, las dimensiones de la copa de silicona adecuadas serán diferentes, por lo que será necesario disponer de varios formatos. Para que el cambio de una copa de silicona por otra sea sencillo, basta con soltar los prisioneros que unen la copa al eje, sustituirla, y apretar de nuevo los prisioneros para que quede correctamente fijada.

5.3.4 CONTROL Y ACTUADORES

Para llevar a cabo las maniobras de la máquina es necesario utilizar algunos elementos de control y actuadores.

5.3.4.1 CONTROL

El control es una de las partes fundamentales de la máquina, pues indica de que manera y en qué momento deben activarse y desactivarse cada uno de los actuadores.



Figura 26. Esquema de la red de control. Fuente: Elaboración propia.

El sistema de control está formado por varios elementos. El PLC se comunica con los detectores, con los actuadores, y con una pantalla táctil que puede utilizar el usuario para introducir los parámetros de funcionamiento y monitorizar las operaciones.

5.3.4.1.1 PLC



Figura 27. PLC. Fuente: Catálogo del fabricante..

Es un equipo electrónico que se utiliza en la industria para controlar y monitorizar procesos en tiempo real. La programación se implementa en el PLC a través de un PC, y ejecuta el código contenido en el programa de forma cíclica. Consta de varias entradas y salidas, a las que se conectan detectores y actuadores respectivamente. En función de las entradas que se activan el PLC activa unas u otras salidas, siguiendo las instrucciones establecidas en el código implementado.

El PLC escogido en este caso es el AFP0RC16MP de la marca Panasonic, pues por experiencia de la empresa es un equipo muy fiable y que funciona adecuadamente. Sus características principales son:

- Número de entradas: 8
- Número de salidas: 8
- Capacidad de salida: 0.2 A
- Velocidad de operación: 0.08 μ s/instrucción

5.3.4.1.2 PANTALLA TÁCTIL



Figura 28. Pantalla táctil HMe07. Fuente: Catálogo del fabricante.

Este equipo establece la comunicación entre el usuario y el PLC. Es el medio a través del cual el usuario puede definir parámetros de funcionamiento y controlar la máquina.

El modelo de pantalla táctil seleccionado para esta aplicación es el HMe07 de la marca Panasonic. Esta selección se basa nuevamente en la propia experiencia que la empresa ha tenido con este dispositivo. Las características principales de la pantalla táctil son:

- Resolución de la pantalla: 800 x 400 puntos, 64 K colores
- Puerto Ethernet
- Puerto de serie configurable de software: RS232C/RS422/RS485
- Display TFT de 7" en formato 16:9

Con la pantalla táctil se consigue reducir al máximo la necesidad de botones e interruptores físicos, además de que permite ofrecer una cantidad mucho mayor de utilidades al usuario, todo ello en una cantidad de espacio muy reducido.

Una característica a destacar es la posibilidad de conectarse mediante internet a la pantalla táctil. De esta manera la empresa puede conectarse a la máquina de un cliente en cualquier lugar del mundo y actualizar el software tanto de la pantalla táctil como del PLC, corregir algún error que el cliente comunique a la empresa, y monitorizar el programa.

Tanto la pantalla táctil como el PLC requieren programación. Aunque cada uno tiene su propio programa, están vinculados y ambos tienen acceso a las variables, lo que permite modificar o monitorizar el estado de las variables del PLC por el usuario a través de la pantalla táctil.

5.3.4.1.3 VARIADOR DE FRECUENCIA

Se utiliza un variador de frecuencia para poder controlar la velocidad de la cinta de transporte principalmente, aunque también ejerce la función de protección de la línea. El variador de frecuencia escogido es el modelo FR-D720S-008-EC/-E6 del fabricante Mitsubishi para la cinta transportadora y el sistema de desplazamiento vertical, y el modelo FR-D720S-025-EC/-E6 para el sistema de boleado.



Figura 29. Variador de frecuencia. Fuente: Catálogo del fabricante.

5.3.4.2 ACTUADORES

La máquina dispone de tres actuadores, tres motorreductores asíncronos trifásicos. Uno de los motorreductores trifásicos actúa sobre la cinta transportadora, el segundo motorreductor actúa sobre la excéntrica del mecanismo de movimiento vertical (eslabón 1, ver **Figura 14**), y el tercero acciona el sistema de engranajes que transmite el movimiento de boleado a la copa de silicona.

5.3.4.2.1 MOTORREDUCTOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Este motorreductor produce el giro de la cinta transportadora. El modelo seleccionado es el VF_27_15 BN27B4 del fabricante Bonfiglioli. Ver 4.3 de los anejos.

5.3.4.2.2 MOTORREDUCTOR DEL SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Este motorreductor acciona el sistema de desplazamiento vertical, el que hace que la copa de silicona descienda hasta entrar en contacto con la pieza de masa. El motorreductor seleccionado es el VF_27_15 BN27B4 del fabricante Bonfiglioli. Ver 4.2 de los anejos.

5.3.4.2.3 MOTORREDUCTOR DEL SISTEMA DE BOLEADO

Este motorreductor acciona el sistema de boleado, el que transmite el movimiento a la copa de silicona para dar forma de bola a la pieza de masa. El

modelo seleccionado es el VF_44_7 BN71A2 del fabricante Bonfiglioli. Ver 4.4 de los anejos.

6 VIABILIDAD

6.1 VIABILIDAD ECONÓMICA

Para el estudio de la viabilidad económica se considera un periodo de amortización de 10 años, durante los cuales está previsto vender 130 unidades de la máquina, es decir, 13 unidades al año. Se va a tener en cuenta los gastos directos, los gastos indirectos, los ingresos, y la inversión inicial.

El gasto directo comprende el coste del material, la mano de obra, y el gasto de ingeniería y desarrollo. Como se puede ver en el apartado 7 del documento presupuesto, el coste directo por unidad equivale a 2200.21 €

El gasto indirecto está compuesto por todos aquellos elementos que sin estar vinculados con ningún producto en particular, sí que tienen un impacto sobre el coste (energía, personal administrativo, servicios de limpieza, etc). Para determinar el gasto indirecto se estima que porcentaje de la facturación anual se atribuye a la máquina boleadora, un 6 %. Conociendo que el gasto indirecto de la empresa asciende a 50000 € por año, se puede asumir que el gasto indirecto de la empresa en la fabricación de la máquina boleadora es de 3000 € por año.

La inversión inicial es el gasto en ingeniería y desarrollo. La inversión inicial es de 8240 €.

El precio de venta al público será de 6500 €.

Para analizar si el proyecto es viable económicamente se calcula el PR (periodo de retorno), el VAN (valor actual neto), y el TIR (tasa interna de rendimiento). Para ello se considera un IPC del 2 % y un interés nominal del 2.8 %, por lo que el interés real es del 1.4 %.

Año	Gastos (€)	Ingresos (€)	Beneficio bruto (€)	Beneficio neto (€)	Flujo de caja (€)	FC/(1+ir)
1	67600,00	84500,00	16900,00	12675,00	12675,00	12500,00
2	68952,00	86190,00	17238,00	12928,50	12928,50	12750,00
3	70331,04	87913,80	17582,76	13187,07	13187,07	13005,00
4	71737,66	89672,08	17934,42	13450,81	13450,81	13265,10
5	73172,41	91465,52	18293,10	13719,83	13719,83	13530,40
6	74635,86	93294,83	18658,97	13994,22	13994,22	13801,01
7	76128,58	95160,72	19032,14	14274,11	14274,11	14077,03
8	77651,15	97063,94	19412,79	14559,59	14559,59	14358,57
9	79204,17	99005,22	19801,04	14850,78	14850,78	14645,74
10	80788,26	100985,32	20197,06	15147,80	15147,80	14938,66

El VAN se calcula como:

$$VAN = -I_o + \sum \frac{FC}{(1 + i_r)} = 128631.51 \text{ €}$$

El TIR es el valor del interés que hace que el VAN valga 0. En este caso el tir es 14.77 %.

El PR se calcula como:

$$PR = \frac{I_o}{FC} = \frac{8240}{13878.77} = 0.59 \text{ Años}$$

El TIR está por encima del interés nominal, y el periodo de retorno ni siquiera llega a un año, por lo que se puede concluir que el proyecto es económicamente viable.

6.2 VIABILIDAD TÉCNICA

Algunos de los componentes de la máquina se encuentran fácilmente en el mercado. Son productos completamente normalizados.

Otros componentes deben ser diseñados y pedidos a centros de mecanizado o centros de corte por láser. La tecnología para fabricar estas piezas está perfectamente desarrollada hoy en día.

Los materiales empleados para los componentes de la máquina son aceros y plásticos normalizados, que se encuentran sin ningún tipo de problema en el mercado.

El montaje de la máquina puede ser llevado a cabo por personal con una formación básica si se siguen las instrucciones de montaje.

Por lo tanto, si los materiales se pueden encontrar, se pueden procesar, y el ensamblaje de la máquina es relativamente sencillo, se puede considerar que el proyecto es técnicamente viable.

6.3 VIABILIDAD LEGAL

Para realizar el proyecto se han tenido en cuenta una serie de normativas detalladas en el apartado 9 de este documento, por lo que el proyecto es legalmente viable.

7 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

El presupuesto se puede ver detalladamente en el documento presupuesto adjunto. El coste de fabricación por cada unidad de la máquina es de 2200.21 €.

8 CONCLUSIONES

Se ha diseñado una máquina que es viable desde todos los puntos de vista, económica, técnica, y legalmente, que permite bolear piezas de masa a una velocidad muy superior de la que una persona es capaz, por lo que la máquina va a ser interesante para muchos clientes, lo cual además de los beneficios económicos directos derivado de las ventas, favorecerá que la marca de la empresa llegue a más público y aumente su reputación.

Se puede concluir que el proyecto ha cumplido con sus objetivos.

9 NORMATIVA

Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.

Norma UNE-EN 1672-1:2015, Maquinaria para el procesado de alimentos. Conceptos básicos. Parte 1: Requisitos de seguridad.

Norma UNE-EN 1672-2:2006+A1:2009, Maquinaria para procesado de alimentos. Conceptos básicos. Parte 2: Requisitos de higiene.

Directiva 98/37/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de junio de 1998, relativa a la aproximación de legislaciones de los Estados miembros sobre máquinas.

Directiva 2014/30/U del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de febrero de 2014 sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética.

IEC 61131-3 para la programación del PLC.

10 BIBLIOGRAFÍA

Diseño de maquinaria, síntesis y análisis de máquinas y mecanismos. Robert L. Norton. McGrawHill.

Diseño en ingeniería mecánica de Shigley. Richard G. Budynas y J. Keith Nisbett. Octava edición. McGrawHill.

Automatización industrial. Roberto Sanchís Llopis, Julio Ariel Romero Pérez, Carlos Vicente Ariño Latorre. Universitat Jaume I. 2010.

11 SOFTWARE UTILIZADO

Autocad. Para la realización de figuras.

Creo parametric 8.0 Para la realización de modelos 3D y planos de diseño.

Control FPWIN Pro7. Para la programación del PLC.

HMWIN STUDIO. Para la programación de la pantalla táctil.

Excel. Para la elaboración de tablas.

Word. Para la redacción de los documentos.

II-ANEJOS

ÍNDICE DE LOS ANEJOS

12	INTRODUCCIÓN.....	40
13	ESPECIFICACIONES DEL PLC Y SU PROGRAMACIÓN	40
13.1	DATOS TÉCNICOS DEL PLC.....	40
13.2	SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN	40
13.3	GRAFNET DEL PROGRAMA	41
13.3.1	ETAPAS, TRANSICIONES Y ACCIONES DEL GRAFCET	41
13.4	IMPLEMENTACIÓN DEL CÓDIGO	42
13.4.1	VARIABLES.....	43
13.4.1.1	ENTRADAS Y SALIDAS.....	43
13.4.1.2	REGISTRO PARA LA PANTALLA TÁCTIL.....	44
13.4.1.3	OTRAS VARIABLES.....	44
13.4.2	CÓDIGO	45
13.4.2.1	INICIALIZACIÓN	45
13.4.2.2	DETECCIÓN DE FLANCOS	45
13.4.2.3	DESACTIVACIÓN DE ETAPAS.....	46
13.4.2.4	ACTIVACIÓN DE ETAPAS.....	47
13.4.2.5	ACTIVACIÓN DE LAS ACCIONES A NIVEL	47
13.4.2.6	TEMPORIZADORES.....	47
13.4.2.7	OTROS.....	48
14	PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DE LA INTERFAZ DE LA PANTALLA TÁCTIL	50
15	ACTUADORES DE LA MÁQUINA.....	52
15.1	INTRODUCCIÓN	52
15.2	MOTORREDUCTOR DEL MECANISMO DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL	52
15.2.1	DATOS CONOCIDOS.....	53

15.2.2	RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DINÁMICO.....	53
15.2.3	SELECCIÓN.....	57
15.3	MOTORREDUCTOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	58
15.3.1	DATOS CONOCIDOS.....	58
15.3.2	RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	59
15.3.3	SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR.....	60
15.4	MOTORREDUCTOR DEL MECANISMO DE BOLEADO.....	61
15.4.1	DATOS CONOCIDOS.....	61
15.4.2	RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA.....	61
15.4.3	SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR.....	62
16	SISTEMA ELÉCTRICO.....	62
16.1	ESQUEMAS DE POTENCIA Y CONTROL.....	63
16.1.1	CONSUMO DE CORRIENTE CONTINUA 24 V.....	63
16.1.2	CONSUMO DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA.....	63
16.2	CARGAS.....	63
16.3	DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES.....	64
16.3.1	MOTOR DEL SISTEMA DE BOLEADO.....	65
16.3.2	MOTOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	66
16.3.3	MOTOR DEL SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL	66
16.3.4	CONDUCTORES PRINCIPALES.....	66
16.4	ELEMENTOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN.....	67
16.4.1	VARIADORES DE FRECUENCIA.....	68
16.4.2	INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO.....	69
16.4.3	FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA	71
16.4.4	FOTOCÉLULA DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	72

16.4.5	SENSORES DEL PUNTO INFERIOR Y SUPERIOR DEL SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL.....	72
--------	--	----

12 INTRODUCCIÓN

Este apartado del proyecto contiene aquellos cálculos y datos técnicos necesarios para el diseño de la máquina, como son la selección de los motorreductores en base a las potencias y relaciones de transmisión requeridas, el código creado para programar el PLC que gobierna la máquina, y el dimensionado y diseño del sistema eléctrico.

13 ESPECIFICACIONES DEL PLC Y SU PROGRAMACIÓN

En este punto se detallan todas aquellas cosas relacionadas directamente con la programación del PLC.

13.1 DATOS TÉCNICOS DEL PLC

El PLC que se va a utilizar es el AFP0RC16MP, utilizado en una gran cantidad de máquinas fabricadas por la empresa y siempre con buenos resultados.

PLC AFP0RC16MP Panasonic	
Tensión de operación	24V DC ($\pm 10\%$)
Dimensiones	An25xA190xD60mm
Número de entradas	8
Número de salidas	8 NPN/PNP
Capacidad de salida	0.2A
E/S digitales (máx.)	112
Velocidad de proceso	Hasta 3000 pasos: 0.08 μ seg/paso (instrucción básica) Más de 3000 pasos: 0.58 μ seg/paso (instrucción básica)
Memoria de programa	EEPROM (no necesita batería de back-up)
Capacidad de programa	16000 pasos
Registro de datos (DT)	12315 palabras
Memoria de back-up (Flash ROM)	Back-up con las instrucciones F12, P13 para todas las áreas Back-up automático ante un corte de alimentación Contador: 16 puntos Relés internos: 128 puntos Registro de datos: 315 palabras

Tabla 1. Datos técnicos del PLC AFP0RC16MP. Fuente: Catálogo del fabricante.

13.2 SOFTWARE DE PROGRAMACIÓN

El software de programación es el propio que facilita el fabricante con la compra del PLC de Panasonic, el CONTROL FPWIN PRO 7.

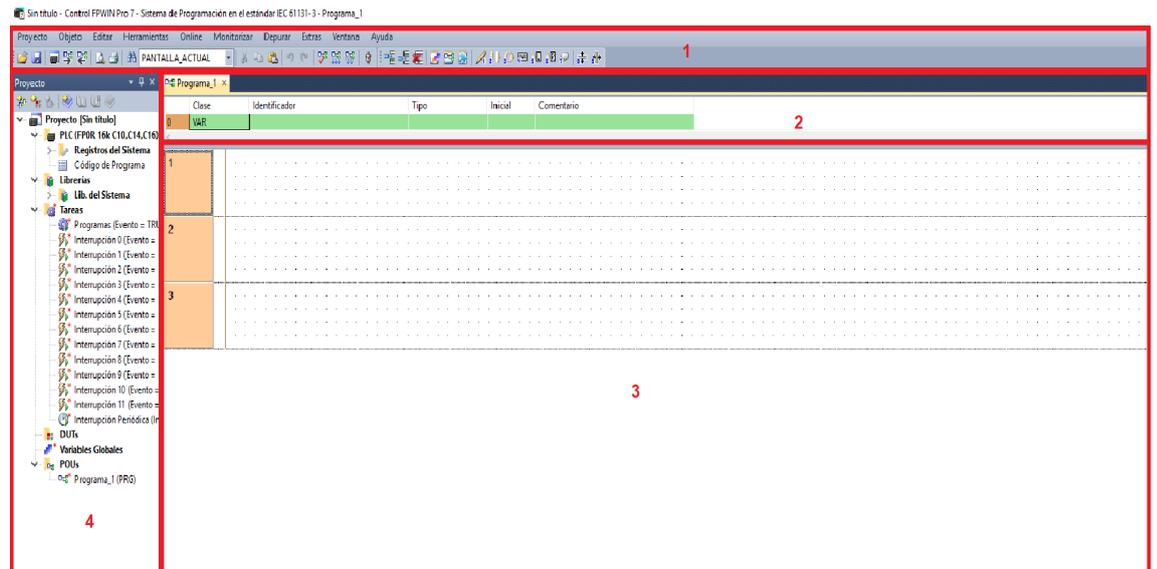


Figura 30. Interfaz del software de programación. Fuente: Elaboración propia.

Al ejecutar el software se abre la pantalla que se puede ver en la **Figura 30**. Aquí se pueden diferenciar 4 zonas principales.

- En la zona 1 se puede ver la barra de herramientas, desde la cual se tiene un acceso rápido a las diferentes acciones que permite el software.
- En la zona 2 se definen las variables del POU.
- En la zona 3 se crean las redes lógicas que definirán el programa.
- En la zona 4 aparecen diferentes menús.

13.3 GRAFCET DEL PROGRAMA

El grafcet es un modelo de representación de alto nivel del automatismo. Es útil para explicar el funcionamiento y facilitar el diseño de un programa.

13.3.1 ETAPAS, TRANSICIONES Y ACCIONES DEL GRAFCET

El grafcet consta de 4 etapas, en cada una de las cuales tiene lugar una acción.

Transiciones:

- **Marcha:** Se cumple cuando se da la orden de marcha a la máquina a través de un botón en la pantalla táctil.
- **Fot. Cinta:** Se cumple cuando se produce una lectura de la fotocélula de la cinta. Esta fotocélula indica el punto en el que la copa debe bajar y bolear la pieza de masa.

- Fot. Punto inferior: Se cumple cuando se produce una lectura de la fotocélula que indica que la copa ha llegado al punto muerto inferior, y está en posición para comenzar el boleado.
- Boleado OK: Se cumple cuando la copa ya ha realizado los giros completos indicados por el usuario. El número de giros se indica mediante un valor que el usuario puede editar mediante la pantalla táctil.
- Fot. Punto superior: Se cumple cuando se produce una lectura de la fotocélula que indica que la copa ha llegado al punto muerto superior, habiendo completado un ciclo.

Acciones:

- Cinta: Se activa el motorreductor de la cinta transportadora.
- Bajar: Se activa el motorreductor del sistema de desplazamiento vertical.
- Bolear: Se activa el motorreductor del sistema de boleado.
- Subir: Se activa el motorreductor del sistema de desplazamiento vertical.

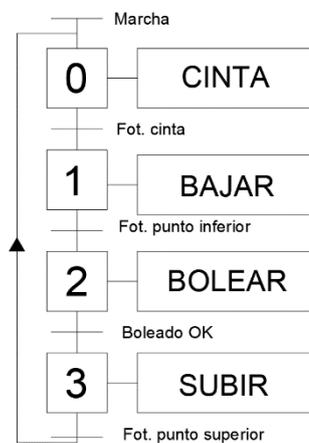


Figura 31. Grafcet. Fuente: Elaboración propia.

Notar que “Bajar” y “Subir” hacen referencia al mismo actuador, se utilizan nombres diferentes para que sea más comprensible.

13.4 IMPLEMENTACIÓN DEL CÓDIGO

El programa se implementa en lenguaje de diagrama de contactos. En este punto se pueden ver las líneas de código que implementan el programa.

13.4.1 VARIABLES

	Clase	Identificador	Direc...	Dirección ...	Tipo	Inicial
1	VAR_GLOBAL	FOT_CINTA	X0	%IX0.0	BOOL	FALSE
2	VAR_GLOBAL	FOT_PUNTO_INFERIOR	X1	%IX0.1	BOOL	FALSE
3	VAR_GLOBAL	PARO_EMERGENCIA	X2	%IX0.2	BOOL	FALSE
4	VAR_GLOBAL	FOT_PUNTO_SUPERIOR	X3	%IX0.3	BOOL	FALSE
5	VAR_GLOBAL	RL_BOLEADO	Y0	%QX0.0	BOOL	FALSE
6	VAR_GLOBAL	CINTA	Y1	%QX0.1	BOOL	FALSE
7	VAR_GLOBAL	SUBIR_BAJAR	Y2	%QX0.2	BOOL	FALSE
8	VAR_GLOBAL	COPA	Y3	%QX0.3	BOOL	FALSE
9	VAR_GLOBAL	RM_CINTA	Y4	%QX0.4	BOOL	FALSE
10	VAR_GLOBAL	RH_CINTA	Y5	%QX0.5	BOOL	FALSE
11	VAR_GLOBAL	RH_BOLEADO	Y6	%QX0.6	BOOL	FALSE
12	VAR_GLOBAL	RM_BOLEADO	Y7	%QX0.7	BOOL	FALSE
13	VAR_GLOBAL...	RETARDO_FOT_CINTA	DT12000	%MWS.12...	INT	0
14	VAR_GLOBAL...	T_BOLEADO	DT12001	%MWS.12...	INT	0
15	VAR_GLOBAL...	VEL_CINTA	DT12002	%MWS.12...	INT	0
16	VAR_GLOBAL...	VEL_BOLEADO	DT12003	%MWS.12...	INT	0
17	VAR_GLOBAL	RETARDO_FOT_CINTA_TIME			TIME	T#0s
18	VAR_GLOBAL	T_BOLEADO_TIME			TIME	T#0s
19	VAR_GLOBAL	DELAY_FOT_CINTA			BOOL	FALSE
20	VAR_GLOBAL	ET			ARRAY [0..4] OF BO...	[5](FALSE)]
21	VAR_GLOBAL	F_FOT_PUNTO_INFERIOR			BOOL	FALSE
22	VAR_GLOBAL	F_FOT_PUNTO_SUPERIOR			BOOL	FALSE
23	VAR_GLOBAL	MARCHA	R10	%MX0.1.0	BOOL	FALSE

Figura 32. Variables del programa. Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 32** se muestran todas las variables del programa.

13.4.1.1 ENTRADAS Y SALIDAS

Las entradas y salidas se almacenan en registros especiales. Las entradas van precedidas por la letra X y las salidas por la Y.

Entradas:

- FOT_CINTA: Se pone a 1 cuando la fotocélula de la cinta detecta una pieza de masa.
- FOT_PUNTO_INFERIOR: Se pone a 1 cuando la fotocélula que detecta el punto inferior del mecanismo de desplazamiento vertical se activa.
- PARO_EMERGENCIA: Se pone a 1 cuando se pulsa la seta roja del paro de emergencia
- FOT_PUNTO_SUPEIOR: Se pone a 1 cuando la fotocélula que detecta el punto superior del mecanismo de desplazamiento vertical se activa.

Salidas:

- CINTA: Es la salida que estimula el motorreductor de la cinta transportadora.

- SUBIR_BAJAR: Es la salida que estimula el motorreductor del mecanismo de desplazamiento vertical.
- COPA: Es la salida que estimula el motorreductor del giro del mecanismo de boleado.
- RL, RM, RH_BOLEADO: Estas salidas van conectadas mediante cables a 3 terminales del variador de frecuencia, que reciben el nombre de RL, RM, y RH, por ello el nombre de las variables. Según se estimulen uno, varios, o ninguno de estos terminales, el variador cambia la frecuencia de entrada al motor, permitiendo así tener hasta 8 velocidades diferentes para el boleado.
- RH, RM_CINTA: Ocurre lo mismo que en el caso de las velocidades del boleado. En este caso, se pueden seleccionar hasta 4 velocidades diferentes para el motorreductor de la cinta transportadora.

13.4.1.2 REGISTRO PARA LA PANTALLA TÁCTIL

Hay un registro que permite la comunicación entre el PLC y otros dispositivos, en este caso una pantalla táctil mediante la cual el usuario puede controlar la máquina. Estas son las variables que se guardan en la dirección DT12xxx o en la Rxxx.

- RETARDO_FOT_CINTA: Esta variable sirve para ajustar el tiempo que transcurre desde que la fotocélula detecta una pieza de masa hasta que la cinta se detiene.
- T_BOLEADO: Sirve para ajustar el tiempo de boleado que se da a las piezas de masa.
- VEL_CINTA: Sirve para seleccionar la velocidad de la cinta transportadora.
- VEL_BOLEADO: Sirve para seleccionar la velocidad de giro de la copa boleadora.
- MARCHA: Variable que se active cuando el usuario pulsa el botón de marcha sobre la pantalla táctil. Pone en funcionamiento la máquina.

13.4.1.3 OTRAS VARIABLES

Además, se definen otras variables.

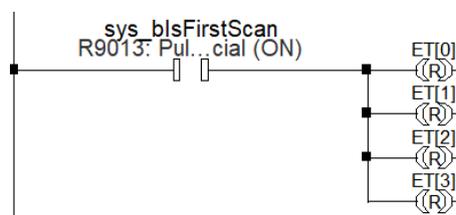
- **RETARDO_FOT_CINTA_TIME**: Los temporizadores reciben como entrada variables de tipo TIME, mientras que la variable que el usuario introduce por pantalla es de tipo INT, por lo que se requiere una conversión del tipo INT al tipo TIME. Esta variable almacena el valor de RETARDO_FOT_CINTA tras ser convertido a TIME.
- **T_BOLEADO_TIME**: De igual manera, esta variable almacena el valor de T_BOLEADO tras ser convertido a TIME.
- **DELAY_FOT_CINTA**: Es la variable que se activa cuando, tras una detección de la fotocélula de la cinta ha transcurrido el tiempo RETARDO_FOT_CINTA_TIME. Esta variable es condición para el cambio de etapa.
- **ET**: Es un vector de variables booleanas. Cada una de estas variables es una etapa.
- **F_FOT_PUNTO_INFERIOR**: Cuando la fotocélula del punto inferior recibe una lectura, esta variable se mantiene a 1 durante un ciclo.
- **F_FOT_PUNTO_SUPERIOR**: Cuando la fotocélula del punto superior recibe una lectura, esta variable se mantiene a 1 durante un ciclo.

13.4.2 CÓDIGO

13.4.2.1 INICIALIZACIÓN

En esta fase se resetean todas las etapas del ciclo. Solo tiene lugar la primera vez que ocurre el ciclo de scan.

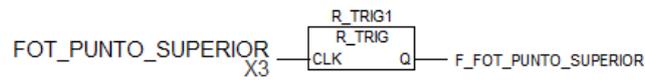
RED 1



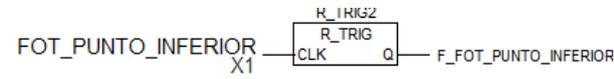
13.4.2.2 DETECCIÓN DE FLANCOS

Se obtiene un variable que valdrá 1 durante un ciclo de scan por cada variable cuyo flanco se tenga que calcular.

RED 2



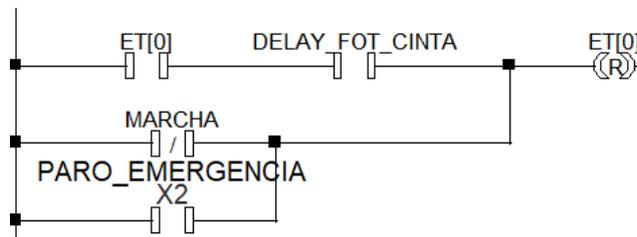
RED 3



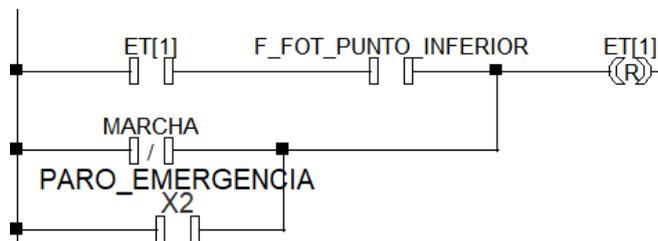
13.4.2.3 DESACTIVACIÓN DE ETAPAS

Se desactivan las etapas cuando se cumplen las condiciones de transición.

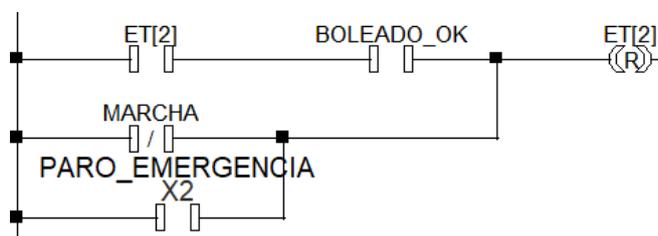
RED 4



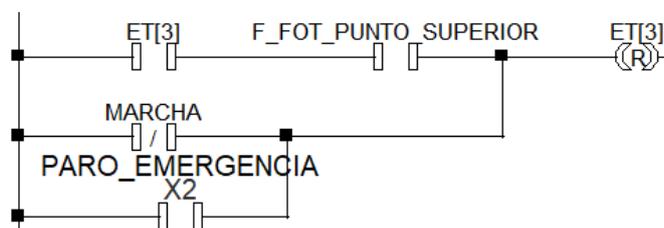
RED 5



RED 6



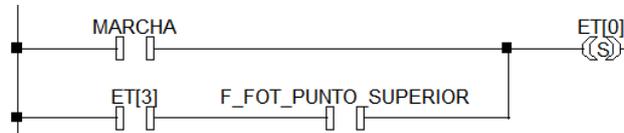
RED 7



13.4.2.4 ACTIVACIÓN DE ETAPAS

Se activan las etapas cuando se cumplen las condiciones de transición.

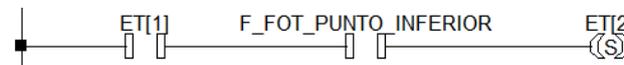
RED 8



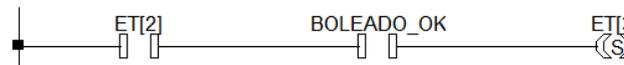
RED 9



RED 10



RED 11



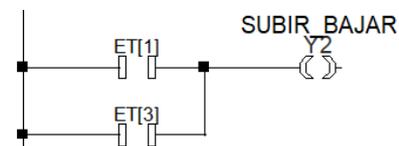
13.4.2.5 ACTIVACIÓN DE LAS ACCIONES A NIVEL

Se activan las acciones asociadas a las etapas que están activas.

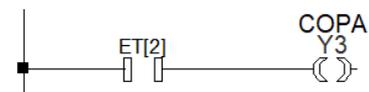
RED 12



RED 13



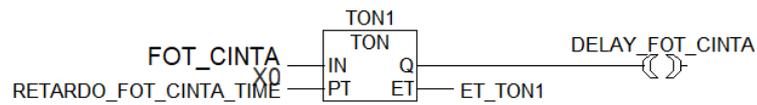
RED 14



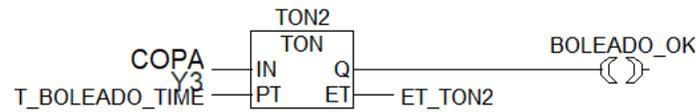
13.4.2.6 TEMPORIZADORES

Se definen los temporizadores.

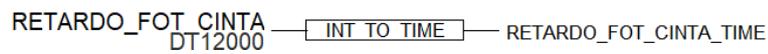
RED 15



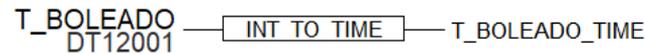
RED 16



RED 17



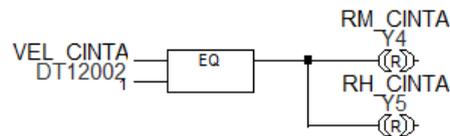
RED 18



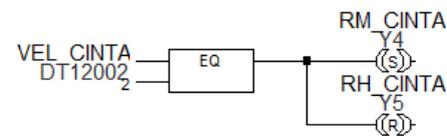
13.4.2.7 OTROS

Se define el código que permitirá seleccionar desde la pantalla táctil diferentes velocidades para la cinta transportadora y para el giro de la copa.

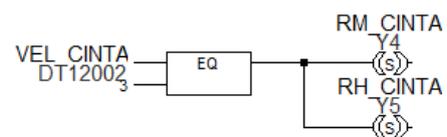
RED 19



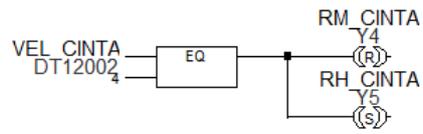
RED 20



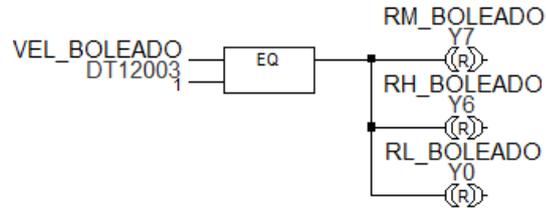
RED 21



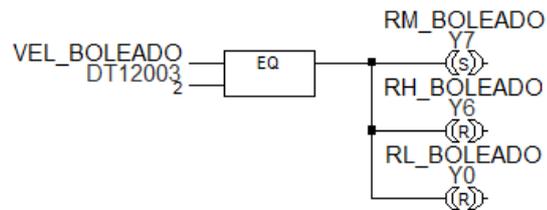
RED 22



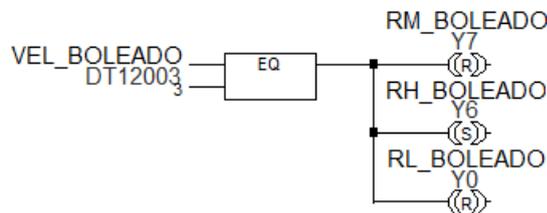
RED 23



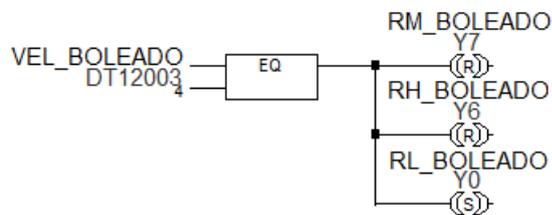
RED 24



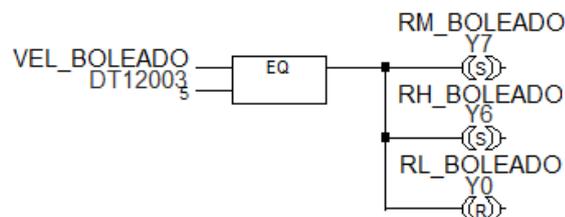
RED 25



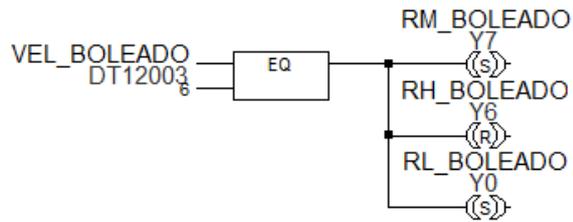
RED 26



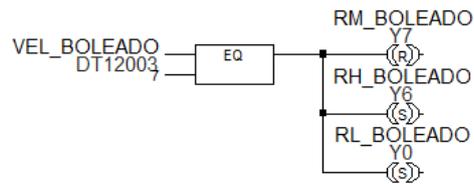
RED 27



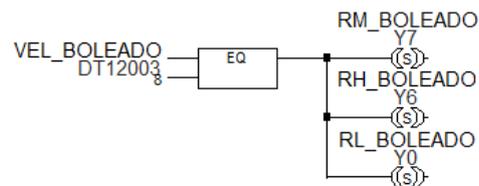
RED 28



RED 29



RED 30



14 PROGRAMACIÓN Y DISEÑO DE LA INTERFAZ DE LA PANTALLA TÁCTIL

Desde la pantalla táctil el usuario puede modificar los parámetros de funcionamiento de la máquina, además de poner en marcha y detener la máquina. La pantalla táctil que se utiliza es una Panasonic HMe07.



Figura 33. Diseño de la pantalla táctil. Fuente: Elaboración propia.

Los parámetros que puede controlar el usuario son 4:

- Velocidad de boleado (1-8): Define la velocidad a la que girará el sistema de boleado. Se pueden seleccionar hasta 8 velocidades diferentes, siendo la 1 la velocidad más lenta y 8 la velocidad más rápida.
- Tiempo de boleado (100=1s): Define el tiempo durante el cual estará activo el sistema de boleado. Por ejemplo, si se introduce un valor de 200, el boleado estará activo durante 2 segundos.
- Velocidad de la cinta (1-4): Define la velocidad a la que se desplazará la cinta. Se pueden seleccionar hasta 4 velocidades, siendo 1 la velocidad más lenta y 4 la velocidad más rápida.
- Retraso paro cinta (100=1s): Define el tiempo que tarda en detenerse la cinta desde que la fotocélula detecta que una pieza de masa está en posición para ser boleada.

El usuario puede guardar diferentes configuraciones de estos parámetros en lo que se conoce como recetas. De esta manera, una vez ha definido todas las configuraciones con la que va a trabajar, y las ha guardado en una receta, simplemente tendrá que pulsar sobre el desplegable de selección de productos y escoger la receta con la que desea trabajar, automáticamente los parámetros se modificarán según hayan sido definidos previamente para esa receta.

15 ACTUADORES DE LA MÁQUINA

En este punto se justifica la selección de los actuadores. Para ello se muestran los cálculos llevados a cabo para cada caso. Además, también se pueden ver las especificaciones técnicas de los equipos escogidos.

15.1 INTRODUCCIÓN

Los actuadores de la máquina son motorreductores. Para seleccionar un motorreductor adecuado, en primer lugar, hay que conocer los requisitos y las condiciones de trabajo de la máquina.

Uno de los requisitos de la máquina es que sea capaz de producir hasta 15 piezas por minuto (ver memoria I – 4 requisitos de diseño), es decir, todo el ciclo de la maniobra puede ocupar como máximo 4 segundos.

El tiempo que se ha determinado para cada fase del ciclo de la maniobra:

1. Tiempo de desplazamiento de las piezas hasta el punto de boleado: 1.5 segundos.
2. Tiempo de bajada del mecanismo de desplazamiento vertical: 0.5 segundos.
3. Tiempo de boleado: 1.5 segundos.
4. Tiempo de subida del mecanismo de desplazamiento vertical: 0.5 segundos

15.2 MOTORREDUCTOR DEL MECANISMO DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Se necesita determinar el par y la velocidad que debe suministrar el motorreductor para que el mecanismo actúe según lo requerido. Para ello se realiza un análisis dinámico inverso. Como establece el principio de D'alambert "*todo sistema material se encuentra en equilibrio si se le añaden fuerzas de inercia*", por lo que aplicando el principio de las potencias virtuales (PPV) se puede resolver el problema cinetoestático.

De los requisitos de producción, se deduce la velocidad angular a la salida del motorreductor. La subida y la bajada del mecanismo de desplazamiento vertical debe ejecutarse en 1 segundo cuando se trabaja a máxima producción. Por lo tanto, la velocidad angular media será de 2π rad/s.

Falta por determinar el par del motorreductor.

15.2.1 DATOS CONOCIDOS

Para resolver el problema se considera el instante en el que el mecanismo se encuentra en la posición que se puede ver en la **figura 34**.

Los datos del problema son los siguientes:

- $m_1=m_2=m_3=m_4=m_5=0$ Kg (Se considera que el peso de los eslabones es despreciable frente al peso del eslabón 6)
- $m_6=20$ Kg
- $\omega_1=2\pi$ rad/s
- $\alpha_1=0$ rad/s² (Se simplifica el problema considerando que la velocidad angular es constante)
- $\vec{AB}=(-0.029\vec{i}, -0.019\vec{j})$ m
- $\vec{BC}=(0.042\vec{i}, -0.19\vec{j})$ m
- $\vec{CD}=\vec{EC}=(-0.05\vec{i}, 0\vec{j})$ m

15.2.2 RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DINÁMICO

En la **figura 34** se pueden ver las fuerzas que actúan sobre el mecanismo, el par del motorreductor y la fuerza de inercia del eslabón 6.

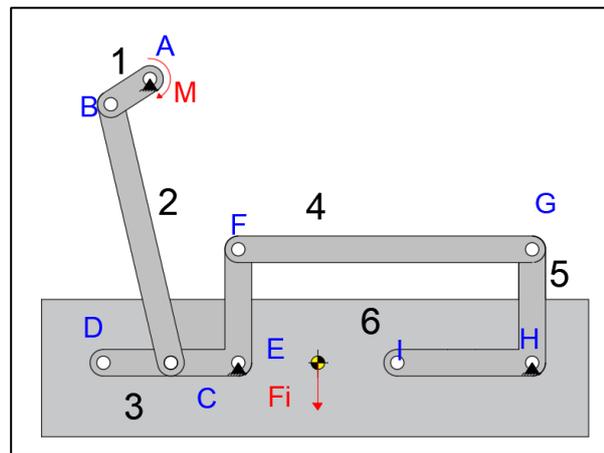


Figura 34. Diagrama de fuerzas mecanismo de desplazamiento vertical. Fuente: Elaboración propia.

El primer paso es resolver el problema de velocidades.

$$\vec{v}_B = \vec{v}_A + \vec{\omega}_1 \times \vec{r}_{AB} \quad (1)$$

$$\vec{v}_C = \vec{v}_B + \vec{\omega}_2 \times \vec{r}_{BC} \quad (2)$$

Sustituyendo (1) en (2):

$$\vec{v}_C = \vec{v}_A + \vec{\omega}_1 \times \vec{r}_{AB} + \vec{\omega}_2 \times \vec{r}_{BC} \quad (3)$$

$$v_A = 0 \text{ m/s}$$

$$\vec{\omega}_1 \times \vec{r}_{AB} = -\omega_1 \cdot r_{ABy} \vec{i} + \omega_1 \cdot r_{ABx} \vec{j}$$

$$\vec{\omega}_2 \times \vec{r}_{BC} = -\omega_2 \cdot r_{BCy} \vec{i} + \omega_2 \cdot r_{BCx} \vec{j}$$

Notar que en el instante que se representa en la **figura 34**, la velocidad del punto c en el eje x es 0, quedando el siguiente sistema:

$$\vec{i}) 0 = -\omega_1 \cdot r_{ABy} - \omega_2 \cdot r_{BCy} \quad (4)$$

$$\vec{j}) v_C = \omega_1 \cdot r_{ABx} + \omega_2 \cdot r_{BCx} \quad (5)$$

Desarrollando (4) se obtiene la velocidad angular del eslabón 2:

$$\omega_2 = \frac{-\omega_1 \cdot r_{ABy}}{r_{BCy}} = \frac{-2\pi \cdot (-0.019)}{-0.19} = -0.63 \vec{k} \text{ rad/s} \quad (6)$$

Sustituyendo en (5) se obtiene la velocidad del punto c:

$$v_C = 2\pi \cdot (-0.029) + (-0.63) \cdot 0.042 = -0.21 \vec{j} \text{ m/s} \quad (7)$$

El movimiento del eslabón 6 es de traslación, por lo que la velocidad y la aceleración del punto D será igual a la del centro de gravedad del eslabón 6. Por lo tanto, conocer la velocidad y la aceleración del punto D despeja las incógnitas que quedan para resolver el problema.

$$\vec{v}_D = \vec{v}_C + \vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{CD} \quad (8)$$

$$\vec{v}_C = \vec{v}_E + \vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{EC} \quad (9)$$

$$\vec{v}_E = 0$$

$$\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{CD} = \omega_3 \cdot r_{CDx} \vec{j}$$

$$\vec{\omega}_3 \times \vec{r}_{EC} = \omega_3 \cdot r_{ECx} \vec{j}$$

$$v_C = \omega_3 \cdot r_{ECx} \quad (10)$$

$$\omega_3 = \frac{v_C}{r_{ECx}} = \frac{-0.21}{-0.05} = 4.2 \vec{k} \text{ rad/s}$$

Sustituyendo en (8):

$$\begin{aligned} v_D &= v_C + \omega_3 \cdot r_{CD} = -0.21 + 4.2 \cdot (-0.05) \\ &= -0.42 \vec{j} \text{ m/s} \end{aligned} \quad (11)$$

Llegados a este punto queda resuelto el problema de velocidades, queda por resolver el problema de aceleraciones.

$$\vec{a}_B = \vec{a}_A + \vec{\alpha}_1 \times \vec{r}_{AB} - \omega_1^2 \cdot \vec{r}_{AB} \quad (12)$$

$$\omega_1^2 \cdot \vec{r}_{AB} = (2\pi)^2 \cdot (-0.029 \vec{i} - 0.019 \vec{j}) = -1.14 \vec{i} - 0.75 \vec{j}$$

$$\vec{a}_B = 1.14 \vec{i} + 0.75 \vec{j} \text{ m/s}^2$$

$$\vec{a}_C = \vec{a}_B + \vec{\alpha}_2 \times \vec{r}_{BC} - \omega_2^2 \cdot \vec{r}_{BC} \quad (13)$$

$$\vec{a}_E = \vec{a}_C + \vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{CE} - \omega_3^2 \cdot \vec{r}_{CE} \quad (14)$$

Sustituyendo (13) en (14):

$$\vec{a}_E = \vec{a}_B + \vec{\alpha}_2 \times \vec{r}_{BC} - \omega_2^2 \cdot \vec{r}_{BC} + \vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{CE} - \omega_3^2 \cdot \vec{r}_{CE} \quad (15)$$

$$\vec{\alpha}_2 \times \vec{r}_{BC} = -\alpha_2 \cdot r_{BCy} \vec{i} + \alpha_2 \cdot r_{BCx} \vec{j}$$

$$\omega_2^2 \cdot \vec{r}_{BC} = \omega_2^2 \cdot r_{BCx} \vec{i} + \omega_2^2 \cdot r_{BCy} \vec{j}$$

$$\vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{CE} = \alpha_3 \cdot r_{CEx} \vec{j}$$

$$\omega_3^2 \cdot \vec{r}_{CE} = \omega_3^2 \cdot r_{CEx} \vec{i}$$

Desarrollando (15):

$$\begin{aligned} \vec{a}_E &= a_{Bx} \vec{i} + a_{By} \vec{j} - \alpha_2 \cdot r_{BCy} \vec{i} + \alpha_2 \cdot r_{BCx} \vec{j} - \omega_2^2 \cdot r_{BCx} \vec{i} \\ &\quad - \omega_2^2 \cdot r_{BCy} \vec{j} + \alpha_3 \cdot r_{CEx} \vec{j} - \omega_3^2 \cdot r_{CEx} \vec{i} \end{aligned} \quad (16)$$

$$i) 0 = a_{Bx} \vec{i} - \alpha_2 \cdot r_{BCy} \vec{i} - \omega_2^2 \cdot r_{BCx} \vec{i} - \omega_3^2 \cdot r_{CEx} \vec{i} \quad (17)$$

$$\alpha_2 = \frac{a_{Bx} - \omega_2^2 \cdot r_{BCx} - \omega_3^2 \cdot r_{CEx}}{r_{BCy}} = \frac{1.14 - (-0.63)^2 \cdot 0.042 - (4.2)^2 \cdot 0.05}{-0.19}$$

$$= -1.27 \text{ rad/s}^2$$

$$j) 0 = a_{By} \vec{j} + \alpha_2 \cdot r_{BCx} \vec{j} - \omega_2^2 \cdot r_{BCy} \vec{j} + \alpha_3 \cdot r_{CEx} \vec{j} \quad (18)$$

$$\alpha_3 = \frac{-a_{By} - \alpha_2 \cdot r_{BCx} + \omega_2^2 \cdot r_{BCy}}{-r_{CEx}} = \frac{-0.75 + 1.27 \cdot 0.042 + (-1.27^2) \cdot (-0.19)}{-0.05}$$

$$= 20.1 \text{ rad/s}^2$$

La aceleración del punto D:

$$\vec{a}_D = \vec{a}_E + \vec{\alpha}_3 \times \vec{r}_{ED} - \omega_3^2 \cdot \vec{r}_{ED} = 1.764 i - 2.01 j \text{ m/s}^2 \quad (19)$$

Una vez determinada la aceleración del punto D, se puede calcular la fuerza de inercia del centro de gravedad del eslabón 6:

$$a_D = a_6$$

$$v_D = v_6$$

$$Fi_6 = -m_6 \cdot a_6 = -20 \cdot (1.764 i - 2.01 j)$$

$$= -35.28 i + 40.2 j \quad (20)$$

Aplicando el principio de las potencias virtuales:

$$0 = M_1 \cdot \omega_1 + Fi_{6x} \cdot v_{6x} + Fi_{6y} \cdot v_{6y} \quad (21)$$

Desarrollando (21):

$$M_1 = \frac{-Fi_{6x} \cdot v_{6x} - Fi_{6y} \cdot v_{6y}}{\omega_1} = \frac{35.28 \cdot 0 - 40.2 \cdot (-0.42)}{2\pi}$$

$$= 2.7 \text{ Nm} \quad (22)$$

Se calcula la potencia mínima requerida del motorreductor:

$$P = M_1 \cdot \omega_1 = 2.7 \cdot 2\pi = 16.94 \text{ W} \quad (23)$$

Los motores comerciales más pequeños con los que trabaja la empresa son de 0.12 kW, más de 7 veces la potencia mínima requerida para la aplicación.

15.2.3 SELECCIÓN

Se ha optado por utilizar un motorreductor de tipo tornillo sinfin, ya que presentan un buen rendimiento y son poco ruidosos.

El fabricante, en este caso Bonfiglioli, facilita un catálogo en el que se incluyen una serie de pasos recomendados para seleccionar el motorreductor adecuado.

1. Factor de servicio

Traduce a un valor numérico la dificultad del servicio, teniendo en cuenta el tiempo de funcionamiento diario, las variaciones de carga, y el número de arranques.

En este caso, la máquina funcionará durante 8 horas al día, y el motorreductor arrancará más de 300 veces por hora. El factor de carga será K1, carga uniforme.

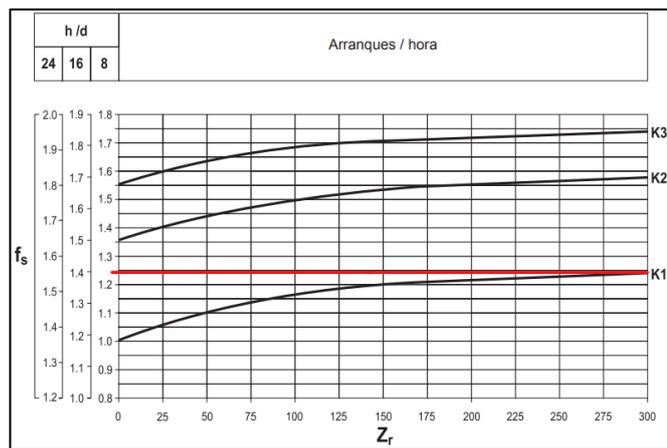


Figura 35. Factor de servicio. Fuente: Catálogo del fabricante.

El factor de servicio que resulta es de 1.25.

$$f_s = 1.25$$

2. Determinar el par de cálculo

$$M_{C2} = M_{r2} \cdot f_s = 2.7 \cdot 1.25 = 3.38 \text{ Nm}$$

El par del motorreductor seleccionado tendrá que ser superior a M_{C2} .

0.06 kW										
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N	IE1		IEC		IE1	
45	8	1.1	30	600			VF 27_30	P27	BN27B4	107
45	8	2.4	30	1340			VF 30_30	P56	BN56A4	108
68	6	1.5	20	600			VF 27_20	P27	BN27B4	107
68	6	2.9	20	1180			VF 30_20	P56	BN56A4	108
90	5	1.9	15	600			VF 27_15	P27	BN27B4	107
90	5	3.7	15	1080			VF 30_15	P56	BN56A4	108
135	4	2.6	10	590			VF 27_10	P27	BN27B4	107
135	3	4.7	10	950			VF 30_10	P56	BN56A4	108
193	2	3.6	7	530			VF 27_7	P27	BN27B4	107
193	2	6.4	7	840			VF 30_7	P56	BN56A4	108

Figura 36. Motorreductores. Fuente: Catálogo del fabricante.

Se ha escogido el motorreductor VF_27_20 BN27B4, del fabricante BONFIGLIOLI, con una velocidad de 68 rpm y un par de 6 Nm al eje de salida, cumpliendo con los requisitos de la aplicación.

	P _n kW	n min ⁻¹	M _n Nm	η %	cosφ	I _n A (400V)	I _s I _n	M _s M _n	M _a M _n	J _m (·10 ⁻⁴) kgm ²	LB	AC	AD	
BN 27A4	0.04	1350	0.28	36	0.57	0.28	2.3	2.0	1.8	0.56	2.8	152	103	76
BN 27B4	0.06	1360	0.42	39	0.57	0.39	2.5	2.2	1.9	0.76	3.1	152	103	76
BN 27C4	0.09	1380	0.63	46	0.65	0.43	2.8	2.3	1.9	1.49	3.3	175	112	94

Figura 37. Características del motor BN27B4. Fuente: Catálogo del fabricante.

15.3 MOTORREDUCTOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Hay que determinar la velocidad y par necesarios en el eje de salida del motorreductor para cumplir con los requisitos de producción.

En este caso la transmisión se realiza mediante un rodillo motriz, una cinta, y un rodillo loco. Por ello, además, es necesario conocer el par máximo que cumple con la condición de no deslizamiento de la cinta sobre el rodillo motriz.

15.3.1 DATOS CONOCIDOS

Los datos conocidos del problema son los siguientes:

- Tiempo entre desplazamiento de piezas (t_{ep}): 1.5 segundos
- Pretensión de la cinta (T_0): 300 N (Este dato es fruto de la experiencia previa de la empresa)
- Coeficiente de rozamiento de la cinta contra los rodillos (μ): 0.35 (Proporcionado por el fabricante del material)
- Ángulo de contacto (β): π rad
- Diámetro de los rodillos (D): 49 mm
- Espacio entre piezas (E_{ep}): 350 mm

15.3.2 RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

En primer lugar, se determinará la velocidad angular que debe dar el motorreductor a la salida del eje.

Se calcula la velocidad mínima a la que deberá moverse la cinta, donde v_c es la velocidad de la cinta.

$$v_c = \frac{E_{ep}}{t_{ep}} = \frac{0.35}{1.5} = 0.23 \text{ m/s} \quad (24)$$

La velocidad angular será:

$$\omega = \frac{v_c}{D/2 \cdot 1000} = \frac{0.23}{0.0245} = 9.39 \text{ rad/s} \quad (25)$$

El siguiente paso es determinar el par que será necesario.

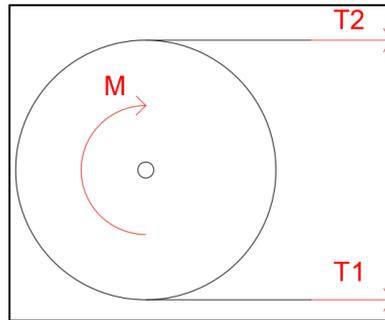


Figura 38. Diagrama de fuerzas rodillo motriz y cinta. Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 38** se puede ver el diagrama de fuerzas del rodillo motriz. Del diagrama de sólido libre se deduce:

$$M = T_1 \cdot \frac{D}{2 \cdot 1000} - T_2 \cdot \frac{D}{2 \cdot 1000} \quad (26)$$

En combinación con las ecuaciones de la transmisión por bandas planas:

$$T_1 + T_2 = 2 \cdot T_0 + 2 \cdot F_c \quad (27)$$

Donde F_c es la fuerza centrífuga, que en este caso, para simplificar el problema se considera 0.

La condición de no deslizamiento:

$$\frac{T_1}{T_2} = e^{\mu \cdot \beta} \quad (28)$$

Desarrollando (28):

$$T_1 = T_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta} \quad (29)$$

Sustituyendo en (27):

$$T_2 \cdot e^{\mu \cdot \beta} + T_2 = 2 \cdot T_0 \quad (30)$$

Despejando T_2 :

$$T_2 = \frac{2 \cdot T_0}{(e^{\mu \cdot \beta} + 1)} \quad (31)$$

Sustituyendo (31) y (29) en (26):

$$M = \frac{\frac{2 \cdot T_0}{(e^{\mu \cdot \beta} + 1)} \cdot e^{\mu \cdot \beta} \cdot D}{2} - \frac{\frac{2 \cdot T_0}{(e^{\mu \cdot \beta} + 1)} \cdot D}{2} \quad (32)$$

$$M = \frac{\frac{2 \cdot 300}{(e^{0.35 \cdot \pi} + 1)} \cdot e^{0.35 \cdot \pi} \cdot 49}{2 \cdot 1000} - \frac{\frac{2 \cdot 300}{(e^{0.35 \cdot \pi} + 1)} \cdot 49}{2 \cdot 1000} = 11.03 - 3.67 = 7.36 \text{ Nm}$$

El máximo par que puede aplicar el motorreductor sobre el rodillo motriz sin que se produzca deslizamiento es de 7.36 Nm.

15.3.3 SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR

Para seleccionar el motorreductor el par nominal no será un parámetro crítico, siempre y cuando no se sobrepase el par motor máximo calculado anteriormente, ya que mover la cinta no es una aplicación mecánicamente exigente.

0.06 kW											
n_2 min ⁻¹	M_2 Nm	S	i	R_{n2} N							
0.59	203	1.0	2280	5000	—	—	—	VF/W 30/63_2280	P56	BN56A4	129
0.89	155	1.4	1520	5000	—	—	—	VF/W 30/63_1520	P56	BN56A4	129
1.1	122	1.7	1200	5000	—	—	—	VF/W 30/63_1200	P56	BN56A4	129
1.5	115	1.8	900	5000	—	—	—	VF/W 30/63_900	P56	BN56A4	129
1.9	113	1.9	720	5000	—	—	—	VF/W 30/63_720	P56	BN56A4	129
2.5	85	1.1	540	3450	—	—	—	VF/VF 30/49_540	P56	BN56A4	124
2.8	50	1.0	500	5000	—	—	—	VFR 44_500	S44	BN44B4	116
3.2	73	1.3	420	3450	—	—	—	VF/VF 30/49_420	P56	BN56A4	124
4.0	54	1.0	350	5000	—	—	—	VFR 44_350	S44	BN44B4	116
4.3	53	1.8	315	3450	—	—	—	VF/VF 30/49_315	P56	BN56A4	124
4.5	59	1.0	300	2500	—	—	—	VFR 44_300	S44	BN44B4	116
5.8	50	1.2	230	2500	—	—	—	VFR 44_230	S44	BN44B4	116
7.7	42	1.5	175	2500	—	—	—	VFR 44_175	S44	BN44B4	116
9.6	36	1.4	140	2500	—	—	—	VFR 44_140	S44	BN44B4	116
13.4	29	1.8	100	2500	—	—	—	VFR 44_100	S44	BN44B4	116
19.1	22	1.8	70	2500	—	—	—	VFR 44_70	S44	BN44B4	116
19.3	14	1.1	70	1600	—	—	—	VF 30_70	P56	BN56A4	112
22.5	13	1.5	60	1600	—	—	—	VF 30_60	P56	BN56A4	112
34	10	0.9	40	600	—	—	—	VF 27_40	P27	BN27B4	111
34	10	1.9	40	1650	—	—	—	VF 30_40	P56	BN56A4	112
45	8	1.1	30	600	—	—	—	VF 27_30	P27	BN27B4	111
45	8	2.4	30	1340	—	—	—	VF 30_30	P56	BN56A4	112
68	6	1.5	20	600	—	—	—	VF 27_20	P27	BN27B4	111
68	6	2.9	20	1180	—	—	—	VF 30_20	P56	BN56A4	112
90	5	1.9	15	600	—	—	—	VF 27_15	P27	BN27B4	111
90	5	3.7	15	1080	—	—	—	VF 30_15	P56	BN56A4	112
135	4	2.6	10	595	—	—	—	VF 27_10	P27	BN27B4	111
135	3	4.7	10	950	—	—	—	VF 30_10	P56	BN56A4	112
193	2	3.6	7	533	—	—	—	VF 27_7	P27	BN27B4	111
193	2	6.4	7	840	—	—	—	VF 30_7	P56	BN56A4	112

Figura 39. Motorreductor seleccionado. Fuente: Catálogo del fabricante.

Se ha seleccionado el motorreductor VF_27_15 BN27B4, del fabricante BONFIGLIOLI, con una velocidad angular de 90 rpm y un par de Nm a la salida del eje.

15.4 MOTORREDUCTOR DEL MECANISMO DE BOLEADO

Se considera que el par resistente que ofrece este mecanismo es mínimo, por lo que el parámetro que determinará que motorreductor escoger es la velocidad de giro del mecanismo.

Según los requisitos productivos, se deben bolear las piezas de masa en 1.5 segundos. Para que la calidad del boleado sea buena, la copa boleadora debe realizar entre cuatro y siete giros completos.

15.4.1 DATOS CONOCIDOS

- Diámetro del piño motriz (D_1): 62 mm
- Diámetro de los piños conducidos (D_2): 127 mm
- Velocidad de giro de la copa boleadora (ω_2): 21 rad/s (suponiendo que la copa diera 5 vueltas completas en 1.5 segundos)

15.4.2 RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

La velocidad a la salida del eje del motorreductor, ω_1 :

$$\frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{D_2}{D_1} \tag{33}$$

$$\omega_1 = \frac{D_2 \cdot \omega_2}{D_1} = \frac{0.127 \cdot 21}{0.062} = 43.02 \text{ rad/s}$$

La velocidad a la salida del eje del motorreductor deberá ser de unos 43.02 rad/s (410.8 rpm), aunque esta velocidad se podrá ajustar mediante un variador de frecuencia.

15.4.3 SELECCIÓN DEL MOTORREDUCTOR

0.37 kW										
n ₂ min ⁻¹	M ₂ Nm	S	i	R _{n2} N					IEC	
138	21	1.4	20	1570	—	—	—	—	VF 44_20	P71 BN71A2 114
153	19	2.3	18	1720	—	—	—	—	VF 49_18	P71 BN71A2 120
196	16	1.9	7	1360	—	—	—	—	VF 44_7	P71 BN71B4 114
196	16	3.5	7	1570	—	—	—	—	VF 49_7	P71 BN71B4 120
275	11	2.0	10	1260	—	—	—	—	VF 44_10	P71 BN71A2 114
393	8	2.8	7	1120	—	—	—	—	VF 44_7	P71 BN71A2 114

Figura 40. Motorreductor mecanismo de boleado. Fuente: Catálogo del fabricante.

El motorreductor seleccionado es el VF_44_7 BN71A2, del fabricante BONFIGLIOLI, con una velocidad de 393 rpm y un par de 8 Nm a la salida del eje.

P _n kW		n min ⁻¹	M _n Nm	IE1	η (100%) %	η (75%) %	η (50%) %	cosφ	I _n A	I _s In	M _s Mn	M _a Mn	J _m x 10 ⁻⁴ kgm ²	IM BS 	freno c.c.				freno c.a.							
															FD		FA		FD		FA					
															Mod	Mb Nm	Z _e 1/h	J _m x 10 ⁻⁴ kgm ²	IM BS 	Mod	Mb Nm	Z _e 1/h	J _m x 10 ⁻⁴ kgm ²	IM BS 		
0.18	BN 63A	2	2730	0.63	○	59.9	56.9	51.9	0.77	0.56	3.0	2.1	2.0	2.0	3.5	FD 02	1.75	3900	4800	2.6	5.2	FA 02	1.75	4800	2.6	5.0
0.25	BN 63B	2	2740	0.87	○	66.0	64.8	64.8	0.76	0.72	3.3	2.3	2.3	3.9	5.1	FD 02	1.75	3900	4800	3.0	5.6	FA 02	1.75	4800	3.0	5.4
0.37	BN 63C	2	2800	1.26	○	69.1	66.8	66.8	0.78	0.99	3.9	2.6	2.6	3.3	5.1	FD 02	3.5	3600	4500	3.9	6.8	FA 02	3.5	4500	3.9	6.6
0.37	BN 71A	2	2820	1.25	○	73.8	73.0	70.6	0.76	0.95	4.8	2.8	2.6	3.5	5.4	FD 03	3.5	3000	4100	4.6	8.1	FA 03	3.5	4200	4.6	7.8

Figura 41. Características del motor BN71A2. Fuente: Catálogo del fabricante.

16 SISTEMA ELÉCTRICO

En este punto se recogen los distintos aspectos que están relacionados con el sistema eléctrico de la máquina.

El primer paso es definir el esquema de potencia, dejando clara la conexión de las cargas y los elementos de protección necesarios.

Posteriormente, se realiza el cálculo de las cargas y el dimensionamiento de los conductores.

Por último, se seleccionan los elementos de control y protección.

16.1 ESQUEMAS DE POTENCIA Y CONTROL

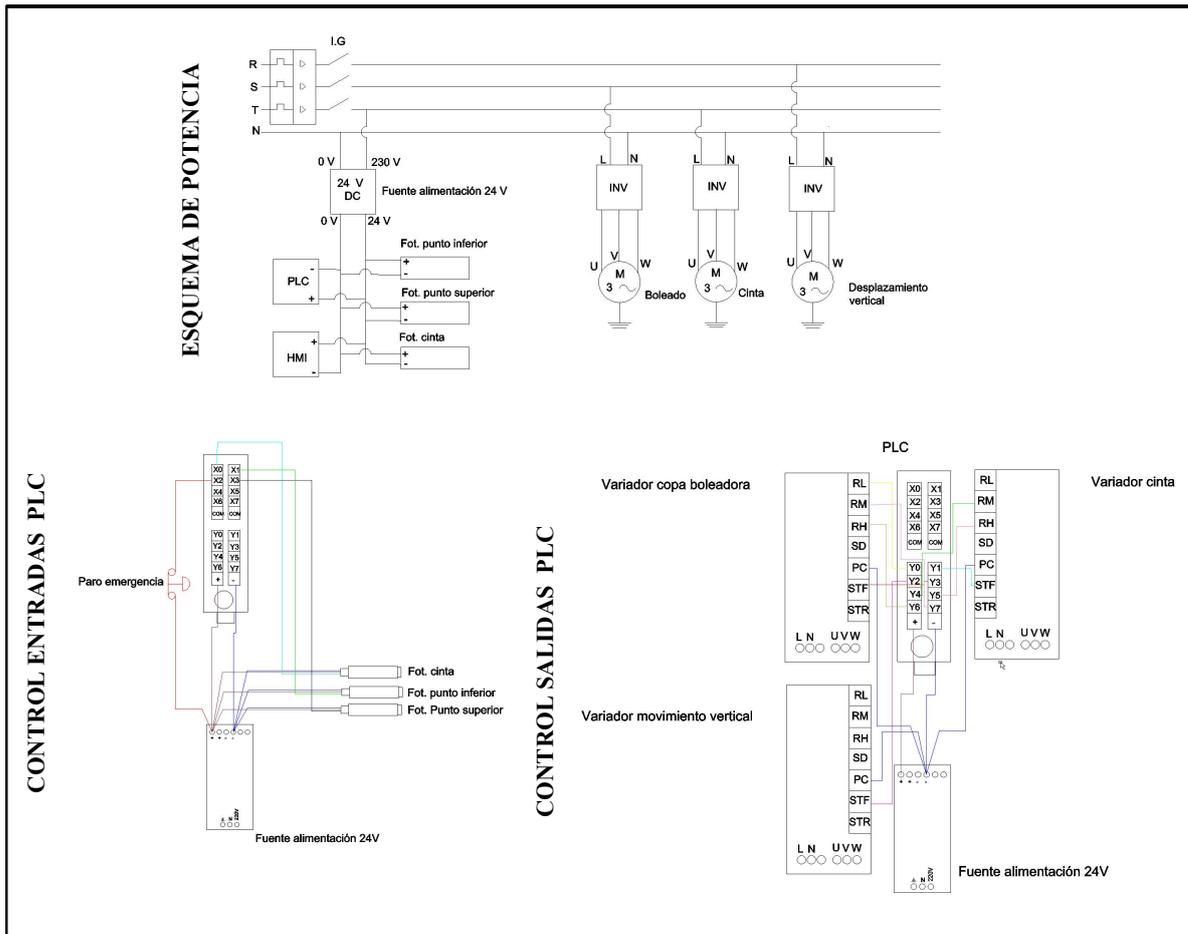


Figura 42. Esquemas de potencia y control. Fuente: Elaboración propia.

La máquina está diseñada para funcionar con corriente trifásica a 400 V.

El circuito de potencia está protegido por un magnetotérmico ubicado a la entrada de las 3 fases (R, S, T).

Después del magnetotérmico se pone un interruptor general que controla la alimentación de la máquina.

16.1.1 CONSUMO DE CORRIENTE CONTINUA 24 V

El PLC, la pantalla táctil (HMI), y las fotocélulas consumen corriente continua a 24 V.

Por ello se coloca una fuente de alimentación de corriente continua, que va alimentada a 230 V AC y suministra 24 V DC. Esta fuente viene autoprotégida de fábrica.

16.1.2 CONSUMO DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

Los tres motorreductores consumen corriente alterna trifásica, aunque no lo hacen directamente de la red, sino a través de un variador de frecuencia monofásico.

16.2 CARGAS

De los catálogos de los fabricantes se obtiene el valor del consumo nominal para cada una de las cargas.

MOTOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA

El motor de la cinta transportadora es un Bonfiglioli BN27B4. Como se puede ver en la figura 39, el consumo nominal de este motor conectado a 400 V es de 0,39 A.

MOTOR DEL SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

El motor utilizado para el sistema de desplazamiento vertical es el mismo que el utilizado para la cinta transportadora, un BN27B4. Consumo nominal 0,39 A a 400 V.

MOTOR DEL SISTEMA DE BOLEADO

El motor utilizado para el sistema de boleado es un BN71A2. Como se puede ver en la figura 41 tiene un consumo de 0,95 A conectado a 400 V.

PANTALLA TÁCTIL

La pantalla táctil se alimenta a 24 V DC y consume 0,3 A.

PLC

El PLC se alimenta a 24 V DC y consume 0,2 A.

CONSUMO TOTAL

La suma de todos los consumos resulta de 2,23 A.

16.3 DIMENSIONAMIENTO DE LOS CONDUCTORES

Para la selección de la sección de cada uno de los conductores se va a utilizar el procedimiento especificado en el reglamento electrotécnico de baja tensión (REBT). Se determina la sección mínima que cumple tanto con el criterio de caída de tensión como con el criterio de intensidad máxima admisible.

- Criterio de caída de tensión: Según la ITC-BT-19, la caída de tensión no debe ser superior al 5%.
- Criterio de intensidad máxima admisible: La temperatura del material aislante, trabajando a plena carga, no debe superar 70 °C para los aislamientos termoplásticos, y de 90 °C para los aislamientos termoestables.

A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos ² en montaje superficial o empotrados en obra			3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ³					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ⁴ . Distancia a la pared no inferior a 0,3 D ⁵						3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR		
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁶ . Distancia a la pared no inferior a D ⁵						3x PVC				3x XLPE o EPR ¹	
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵								3x PVC ¹		3x XLPE o EPR	
		mm²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	—	18	21	24	—
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	—	25	29	33	—
		4	20	21	23	24	27	30	—	34	38	45	—
		6	25	27	30	32	36	37	—	44	49	57	—
		10	34	37	40	44	50	52	—	60	68	76	—
		16	45	49	54	59	66	70	—	80	91	105	—
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
		240				315	350	374	419	455	490	552	711
		300				360	404	423	484	524	565	640	821

Figura 43. Tabla 1 de la ITC-BT-19 donde se indican las intensidades admisibles.

16.3.1 MOTOR DEL SISTEMA DE BOLEADO

Según la ITC-BT-47, al tratarse de una línea que alimenta un único motor, se debe aplicar un factor de 1.25 sobre la intensidad a plena carga del motor. El consumo del motor es de 0.95 A, por lo tanto se debe considerar una intensidad de 1.2 A. La longitud del conductor será como máximo de 5 m.

Criterio de intensidad máxima admisible:

Se trata de un cable tripolar, que va apoyado directamente sobre la estructura de la máquina, por lo que la disposición es de tipo C. El recubrimiento que se considera es de PVC, ya que es el más desfavorable, asegurando así que se cumplirá con cualquier tipo de recubrimiento.

En la figura 43 se puede ver que para una sección de 1.5 mm², la intensidad máxima admisible es de 15 A, superior a los 1.2 A que se considera que circulan.

Criterio de caída de tensión máxima admisible:

Se calcula la caída máxima de tensión admisible.

$$\Delta U_{QGBT-MLD} (V) = \frac{\% \Delta U_{Línea-de-fuerza}}{100} \cdot U = \frac{5}{100} \cdot 230 = 11.5 [V] \tag{34}$$

Se calcula la caída de tensión del tramo del conductor. La conductividad del cobre a 70°C es de $1/48 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$

$$\Delta U_{QGBT-MLD} = \frac{\rho \cdot l \cdot P}{S \cdot U} = \frac{1}{48} \cdot 5 \cdot \frac{370}{0.738} = 0.15 \text{ [V]} \quad (35)$$

La caída de tensión real está por debajo de los 11.5 V.

La línea estará compuesta por 3 fases de 1.5 mm^2 y un cable de protección de 2.5 mm^2 .

Como se puede ver, la caída de tensión es muy inferior a la máxima admisible. Lo mismo cabe esperar con el resto de líneas de la máquina, ya que las longitudes de los conductores nunca van a ser lo suficientemente grandes como para que se produzcan caídas de tensión considerables. Por ello, a partir de ahora se va a asumir que el criterio de caída de tensión se cumple para el resto de líneas de la instalación.

16.3.2 MOTOR DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Si para el motor del sistema de boleado, que es el motor con el mayor consumo de intensidad, ha sido suficiente con una sección de 1.5 mm^2 , para el motor de la cinta transportadora también será suficiente.

La línea que alimenta al motor de la cinta transportadora estará compuesta por 3 fases de 1.5 mm^2 , y un cable de protección 2.5 mm^2 .

16.3.3 MOTOR DEL SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Ocurre exactamente lo mismo que con el motor de la cinta transportadora.

La línea que alimenta al motor de la cinta transportadora estará compuesta por 3 fases de 1.5 mm^2 , y un cable de protección 2.5 mm^2 .

16.3.4 CONDUCTORES PRINCIPALES

Los conductores principales transportan la corriente desde los enchufes hasta el cuadro eléctrico de la máquina.

La ITC-BT-47 dispone que los conductores que alimentan a varios motores deben estar dimensionados para soportar una intensidad superior a la suma del motor

de mayor carga con un factor de 1.25 más las intensidades a plena carga del resto de motores.

Teniendo esto en cuenta, la intensidad total que circulará por los conductores principales es:

$$I_t = 1.25 \cdot I_{SB} + I_{CT} + I_{SDV} + I_{PT} + I_{PLC} \quad (36)$$

$$I_t = 1.25 \cdot 0.95 + 0.39 + 0.39 + 0.5 + 0.3 + 0.2 = 2.97 \text{ [A]}$$

Donde:

- It: Intensidad total
- ISB: Intensidad sistema de boleado
- ICT: Intensidad cinta transportadora
- ISDV: Intensidad sistema de desplazamiento vertical
- IPT: Intensidad pantalla táctil
- IPLC: Intensidad del PLC

La intensidad que circula por los conductores principales sigue siendo inferior a 15 A, por lo que será suficiente con una sección de 1.5 mm². La sección del neutro debe ser como mínimo igual a la de las fases, y la sección del cable de protección debe ser como mínimo de 2.5 mm².

La línea de los conductores principales estará compuesta por 3 fases de 1.5 mm², un neutro de 1.5 mm², y un cable de protección de 2.5 mm².

16.4 ELEMENTOS DE CONTROL Y PROTECCIÓN

Los circuitos eléctricos debes disponer de elementos de control y protección. Los peligros principales que se pueden dar en un circuito eléctrico son las sobrecargas y los cortocircuitos.

Sobrecargas:

Una sobrecarga se produce cuando por un circuito circula una corriente superior a la admisible. Las sobrecargas pueden ser previsibles, como por ejemplo el momento en el que arranca un motor, o imprevisibles. Cuando las sobrecargas son previsibles, no se debe producir la actuación de los equipos de protección, mientras que cuando son imprevisibles sí que deben actuar.

La ITC-BT-22 dispone que los circuitos deben estar protegidos frente a las sobrecargas que puedan tener lugar. La interrupción de los circuitos se debe realizar de manera conveniente.

Cada circuito derivado de un circuito principal debe disponer de su propia protección contra sobrecargas.

Cortocircuitos:

Un cortocircuito tiene lugar cuando dos partes que están a diferente tensión entran en contacto directo, o entre partes activas y masas o tierras. A consecuencia aparecen corrientes muy elevadas.

La protección contra un cortocircuito debe quedar garantizada por un único dispositivo general para todos los circuitos derivados.

16.4.1 VARIADORES DE FRECUENCIA

Cada uno de los motores va a estar controlado y protegido por un variador de frecuencia. Los motivos que justifican la utilización de variadores son:

- Permiten ajustar la frecuencia de la corriente eléctrica a su salida, por lo que se puede ajustar la velocidad de giro de los motores.
- Los variadores protegen contra sobrecargas.
- Permiten suavizar las fases de arranque y frenado de los motores.

Los variadores utilizados van a ser del fabricante Mitsubishi, una de las marcas de confianza de la empresa para este tipo de aplicaciones.

Línea de productos		FR-D720S-□-EC/-E6						FR-D740-□-EC/-E6										
		008	014	025	042	070	100	012	022	036	050	080	120	160				
Salida	Capacidad nominal del motor ①	kW		0,1	0,2	0,4	0,75	1,5	2,2	0,4 (0,55)	0,75 (1,1)	1,5 (2,2)	2,2 (3)	3,7 (4)	5,5 (7,5)	7,5 (11)		
	Capacidad nominal de salida ②	kVA		0,3	0,5	1,0	1,6	2,8	3,8	1,2	2,0	3,0	4,6	7,2	9,1	13,0		
	Corriente nominal ③	A		0,8	1,4	2,5	4,2	7,0	10,0	1,2 (1,4)	2,2 (2,6)	3,6 (4,3)	5,0 (6,0)	8,0 (9,6)	12,0 (14,4)	16,0 (19,2)		
	Capacidad de sobrecarga ④	150 % de la capacidad nominal del motor durante 60 s; 200 % durante 0,5 s																
	Tensión ⑤	Trifásica, de 0 V hasta la tensión del suministro eléctrico																
Entrada	Tensión de suministro eléctrico	Monofásica, 200–240 V AC, –15 %/+10 %						Trifásica, 380–480 V AC, –15 % /+10 %										
	Rango de tensión	170–264 V AC con 50/60 Hz						325–528 V AC con 50/60 Hz										
	Rango de frecuencia	50/60 Hz ± 5 %																
	Capacidad nominal de entrada ⑥	kVA		0,5	0,9	1,5	2,3	4,0	5,2	1,5	2,5	4,5	5,5	9,5	12	17		
Especificaciones de control	Método de control	Control V/f, regulación de la corriente de excitación óptima, regulación vectorial de propósito general (general-purpose magnetic flux vector control)																
	Procedimiento de modulación	PWM con evaluación sinoidal, Soft-PWM																
	Frecuencia de conmutación PWM	0,7–14,5 kHz, ajustable por el usuario																
	Rango de frecuencia	Hz		0,2–400														
	Resolución de ajuste de frecuencia	Entrada analógica	0,06 Hz/0–50 Hz (terminal 2, 4: 0–10 V/10 bits)															
			0,12 Hz/0–50 Hz (terminal 2, 4: 0–5 V/9 bits)															
		Entrada digital	0,06 Hz/0–50 Hz (terminal 4; 4–20 mA/10 bits)															
			0,01 Hz															
	Precisión de frecuencia	±1 % de la frecuencia máxima de salida (rango de temperatura 25° ± 10 °C) mediante entrada analógica; ±0,01 % de la frecuencia de salida ajustada (mediante entrada digital)																
	Características de tensión/frecuencia	Frecuencia base ajustable de 0 a 400 Hz; selección de la curva entre par de giro constante y curva V/f flexible de 5 puntos																
	Par de arranque posible	≥ 150 %/1 Hz (para regulación vectorial o compensación de deslizamiento)																
	Refuerzo de par	Refuerzo manual de par																
Tiempo de aceleración/desaceleración	0,1 hasta 3600 s ajustables por separado																	
Características de aceleración/desaceleración	Puede seleccionarse modo de aceleración/desaceleración lineal o en 5																	
Par de frenado	Frenado DC	Frecuencia de operación: 0–120 Hz, tiempo de operación: 0–10 s, tensión: 0–30 % (ajustable externamente)																
Limitación de corriente	Límite de respuesta 0–200 %, ajustable libremente																	
Protección del motor	Relé electrónico de protección del motor (corriente nominal ajustable por el usuario)																	

Figura 44. Catálogo de variadores de frecuencia. Fuente: Catálogo del fabricante.

Para los motores del sistema de desplazamiento vertical y para la cinta transportadora, con una potencia de 60 W cada uno, se va a utilizar el modelo FR-D720S-008-EC/-E6, y para el motor del sistema de boleado, con una potencia de 370 W, se va a utilizar el modelo FR-D720S-025-EC/-E6.

De esta manera cada una de las líneas de los motores queda protegida contra sobrecargas.

16.4.2 INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO

Se utiliza un interruptor magnetotérmico para proteger la instalación tanto contra sobrecargas como contra cortocircuitos. El interruptor magnetotérmico se ubica a la entrada del cuadro, al principio de la instalación.

A la hora de selección un interruptor electromagnético se debe cumplir que:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \tag{37}$$

$$I_2 \leq 1.45 \cdot I_Z \tag{38}$$

Donde:

- I_B : Corriente de diseño del circuito.
- I_Z : Corriente admisible del conductor.
- I_n : Corriente asignada del dispositivo de protección.

- I_2 : Corriente convencional que asegura el correcto funcionamiento del equipo de protección.

En los dispositivos fabricados bajo la norma EN 60898 siempre que se cumpla la condición 37 también se cumplirá la condición 38, por lo tanto será suficiente con comprobar que se cumple al condición 37.

La carga de diseño del circuito es de 2.97 A. La carga máxima admisible es de 15 A. El calibre del dispositivo de protección deberá estar entre estos dos valores.

El interruptor magnetotérmico que utiliza la empresa en la mayoría de sus instalaciones es el modelo IDPN-A9N21576.

Principal	
Gama de producto	Clario
Gama	Clario
Nombre del producto	IDPN
Tipo de producto o componente	Interruptor automático en miniatura
Nombre corto del dispositivo	IDPN N
Aplicación del dispositivo	Distribución
Número de polos	3P
número de polos protegidos	3
[In] Corriente nominal	10 A
Tipo de red	CA
tecnología de unidad de disparo	Térmico-magnético
código de curva	C
capacidad de corte	6000 A Icn en 400 V CA 50/60 Hz acorde a ENIEC 60898-1
poder de seccionamiento	Si

Figura 45. Características interruptor magnetotérmico. Fuente: Catálogo del fabricante.

La corriente asignada del dispositivo de protección es de 10 A, cumpliendo con la condición 37.

Protege 3 polos, que serán las 3 fases, ya que el neutro, al tener la misma sección que las fases no es necesario que disponga de protección.

Tiene una capacidad de corte 6000 A, que es lo máximo que se puede encontrar en el catálogo de este fabricante.

Está fabricado bajo la norma UNE-EN 60898.

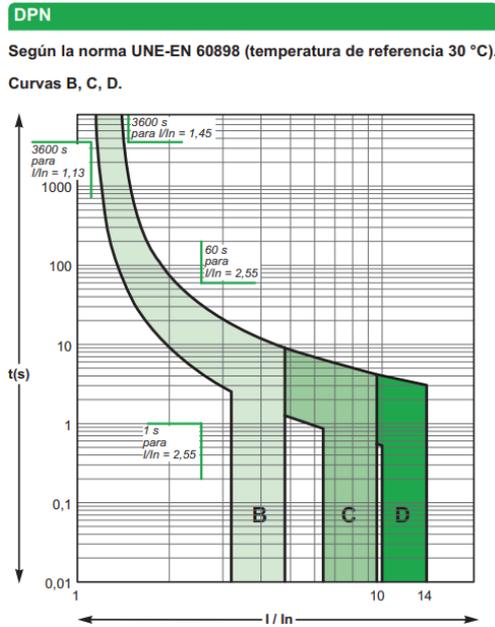


Figura 46. Curvas de disparo. Fuente: Catálogo del fabricante.

16.4.3 FUENTE DE ALIMENTACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA

El PLC, la pantalla táctil, y los distintos sensores de los que dispone la máquina trabajan a 24 V DC, mientras que la corriente que llega de la red tiene una tensión de 230 V entre fase y neutro y es corriente alterna. Por ello es necesario una fuente de alimentación de corriente continua.

La fuente de alimentación seleccionada es la MDR-60-24. La tensión de entrada con la que trabaja va desde los 85 hasta los 264 V, y a la salida puede llegar a dar hasta 2.5 A a 24 V. Además, protege la línea contra sobrecargas y sobretensiones.

MODEL	MDR-60-5	MDR-60-12	MDR-60-24	MDR-60-48
DC VOLTAGE	5V	12V	24V	48V
RATED CURRENT	10A	5A	2.5A	1.25A
CURRENT RANGE	0 - 10A	0 - 5A	0 - 2.5A	0 - 1.25A
RATED POWER	50W	60W	60W	60W
RIPPLE & NOISE (max.)	None	80mVp-p	120mVp-p	200mVp-p
VOLTAGE ADJ. RANGE	5 - 6V	12 - 15V	24 - 30V	48 - 56V
VOLTAGE TOLERANCE (max.)	±2.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
LINE REGULATION	±1.0%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
LOAD REGULATION	±1.5%	±1.0%	±1.0%	±1.0%
SETUP RISE TIME	None	500ms, 30ms/230VAC	500ms, 30ms/115VAC at full load	
HOLD UP TIME (Typ.)	50ms/230VAC	20ms/115VAC at full load		
VOLTAGE RANGE	85 - 230VAC	120 - 370VDC		
FREQUENCY RANGE	47 - 63Hz			
EFFICIENCY (Typ.)	75%	86%	86%	87%
AC CURRENT (Typ.)	1.8A/115VAC	1A/230VAC		
INRUSH CURRENT (Typ.)	COLD START 30A/115VAC	60A/230VAC		
LEAKAGE CURRENT	<1mA/240VAC			
OVERLOAD	105 - 150% rated output power	Protection type: Constant current limiting, recovers automatically after fault condition is removed		
OVER VOLTAGE	6.25 - 7.25V	15.6 - 18V	31.2 - 36V	57.6 - 64.8V
DC OK SIGNAL	Relay contact rating(max.): 30V/1A resistive			
WORKING TEMP.	20 - +70 °C. (Refer to output load derating curve)			
WORKING HUMIDITY	20 - 95% RH non-condensing			
STORAGE TEMP., HUMIDITY	-40 - +85 °C, 10 - 95% RH			
TEMP. COEFFICIENT	±0.03%/°C (0 - 50 °C)			
VIBRATION	Component: 10 - 500Hz, 2G 10min/1cycle, period for 60min, each along X, Y, Z axes; Mounting: Compliance to IEC60068-2-6			
SAFETY STANDARDS	UL508, TUV EN60950-1 Approved			
WITHSTAND VOLTAGE	IP-OP:3KVAC IP-FG:1.5KVAC OIP-FG:0.9KVAC			
ISOLATION RESISTANCE	IP-OP, IP-FG, OIP-FG >100 Ohms/500VDC 2S 1, 70%RH			
EMI CONDUCTION & RADIATION	Compliance to EN55011, EN55022 (CISPR22), EN61204-3 Class B			
EMC IMMUNITY	Compliance to EN61000-4-2, 3, 4, 5, 6, 8, 11, EN55024, EN55024, EN61000-6-2, EN61204-3 heavy industry level, criteria A			
MTBF	239.2k hrs min. ML-HDBK-217F (25 °C)			
DIMENSION	48*90*100mm (W*H*D)			
PACKING	0.33kg, 42pcs/14.8kg/0.82CUFT			
NOTE	1. All parameters NOT specially mentioned are measured at 230VAC input, rated load and 25 °C of ambient temperature. 2. Ripple & noise are measured @ 20MHz of bandwidth by using a 12" shielded pair-wire terminated with a 0.1µf & 47µf parallel capacitor. 3. Tolerance includes set up tolerance, line regulation and load regulation. 4. The power supply is considered a component which will be installed into a final equipment. The final equipment must be re-confirmed that it still meets EMC directives. 5. Length of set up time is measured at first cold start. Turning ON/OFF the power supply may lead to increase of the set up time.			

Figura 47. Características fuente de alimentación de corriente continua. Fuente: Catálogo del fabricante.

16.4.4 FOTOCÉLULA DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Para detectar el momento en el que una pieza de masa llega a la posición donde se debe bolear se utiliza una fotocélula réflex.

El modelo con el que trabaja normalmente la empresa es el xuk1apanm12, junto con la placa reflectora XUZC50.



Main

Range of product	OsiSense XU
Series name	General purpose single mode
Electronic sensor type	Photo-electric sensor
Sensor name	XUK
Sensor design	Compact 50 x 50
Detection system	Reflex
Material	Plastic
Type of output signal	Discrete
Supply circuit type	DC
Wiring technique	3-wire
Discrete output type	PNP
Discrete output function	1 NO
Electrical connection	1 male connector M12, 4 pins
Product specific application	-
Emission	Infrared reflex
[Sn] nominal sensing distance	7 m reflex need reflector XUZC50

Figura 48. Características fotocélula. Fuente: Catálogo del fabricante.

16.4.5 SENSORES DEL PUNTO INFERIOR Y SUPERIOR DEL SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO VERTICAL

Para detectar los puntos de paro inferior y superior del sistema de desplazamiento vertical se utilizan dos fotocélulas de tipo reflexión directa. Las fotocélulas que se utilizan son las OGT100 del fabricante IFM.



Tensión de alimentación [V]	10...30 DC
Consumo de corriente [mA]	20
Clase de protección	III
Protección contra inversiones de polaridad	si
Tipo de luz	luz roja
Longitud de onda [nm]	645
Alimentación	PNP
Función de salida	modo luz
Caída de tensión máx. de la salida de conmutación DC [V]	2,5
Corriente máxima permanente de la salida de conmutación DC [mA]	200
Frecuencia de conmutación DC [Hz]	1000
Protección contra cortocircuitos	si
Resistente a sobrecargas	si
Alcance [mm]	10...400. (papel blanco 200 x 200 mm 90% de emisión)
Rango de configuración [mm]	70...400
Alcance ajustable	si
Díámetro máx. del punto luminoso [mm]	25
Dimensiones del punto luminoso aplicables para	con el alcance máximo

Figura 49. Características fotocélula. Fuente: Catálogo del fabricante.

III-PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

17	CONDICIONES GENERALES.....	79
17.1	DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES ..	79
17.2	NORMAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO.....	79
17.3	CONTROL DE CALIDAD.....	80
17.4	CONDICIONES DE GARANTÍA OFRECIDAS POR COLOM BAKERY EQUIPMENT SL	80
17.5	INTERPRETACIÓN DE DOCUMENTOS Y PLANOS DE EJECUCIÓN	81
17.6	PROCEDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES ...	81
17.7	CAMBIOS EN EL DISEÑO.....	81
17.8	CONFLICTO ENTRE NORMATIVA	82
18	CONDICIONES PARTICULARES.....	82
18.1	CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS	82
18.2	ACEROS INOXIDABLES	82
18.3	PLÁSTICOS.....	83
18.4	CONDUCTORES ELÉCTRICOS	83
18.5	ELEMENTOS DE FIJACIÓN	83
18.6	CONDICIONES DE EJECUCIÓN.....	83
18.7	MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	83
18.8	FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA	84
18.9	UNIONES ROSCADAS	84
18.10	MONTAJE DE RODAMIENTOS	84
18.11	INSTALACIÓN ELÉCTRICA	84
18.12	PUESTA EN MARCHA	85

17 CONDICIONES GENERALES

17.1 DEFINICIÓN Y ALCANCE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El objeto de este documento es determinar los diferentes aspectos que se deben tener en cuenta durante la ejecución del proyecto “Diseño de una máquina para boleado en serie de masa para panadería”. Estos aspectos incluyen las características de los materiales a emplear, las características de los dispositivos y equipos a instalar, las tareas a llevar a cabo, el montaje de la máquina, y el modo de operación.

El ámbito de aplicación de este documento abarca los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que forman parte de la máquina proyectada.

En determinados supuestos, y siempre que las exigencias mínimas de calidad no se vean disminuidas, se podrán adoptar soluciones diferentes a las expuestas en este documento, debiendo para ello quedar suficientemente justificada la necesidad de adoptar otras soluciones.

17.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Toda aquella persona o empresa que lleve a cabo cualquiera de estas tareas será considerado un contratista:

- Fabricación de piezas
- Tratamientos especiales sobre las piezas
- Suministro de componentes
- Montaje

Cualquier contratista debe cumplir con las condiciones e instrucciones indicadas en el presente documento. Como contratista, se ve obligado a:

- Conocer la normativa y la legislación aplicada sobre su tarea concreta
- Aceptar al Director del proyecto como la máxima autoridad técnica
- Cumplir con los plazos especificados
- Realizar las inspecciones necesarias para garantizar el correcto desarrollo del proyecto
- Conocer las partes del proyecto ligadas a su labor
- Disponer de los medios apropiados para la correcta realización de su tarea

- Disponer de la autorización del Director del proyecto para transmitir información relacionada con el proyecto a personas ajenas al mismo

Los derechos del contratista son:

- Disponer de cualquier documentación técnica o plano que necesite.
- Recibir una solución a cualquier problema técnico que surja de manera imprevista durante la realización de su tarea.
- Recibir los pagos comprometidos en las fechas pactadas.

Las obligaciones del Director del proyecto son:

- Supervisar los distintos aspectos del proyecto que puedan afectar a su fiabilidad, calidad, y seguridad.
- Estar presente en los momentos de desarrollo del proyecto que convenga.
- Asumir la responsabilidad que deriva de ser la máxima autoridad técnica del proyecto.

17.3 CONTROL DE CALIDAD

En la recepción de piezas sometidas a cualquier proceso de mecanizado se verificará que cumplen con las dimensiones especificadas en los planos de diseño de las piezas. En caso de no ser así, el material no podrá ser utilizado y deberá ser devuelto.

En la recepción de dispositivos y componentes electrónicos se deberá verificar el correcto funcionamiento de estos, así como el correcto dimensionamiento de los conductores.

17.4 CONDICIONES DE GARANTÍA OFRECIDAS POR COLOM BAKERY EQUIPMENT SL

Las condiciones que ofrece la garantía de la empresa son:

- Desde el momento de adquisición de la máquina, hasta 1 año después, se sustituirá cualquier componente de la máquina que hubiere fallado durante su normal funcionamiento.

- En caso de que fuera necesario enviar un recambio para uno de los componentes, la garantía no cubre ni el transporte de dicho recambio ni la mano de obra en caso de que el cliente no disponga de personal técnico.
- La garantía podría anularse si la máquina fuera reparada, desmontada, o modificada por cualquier tercero ajeno al suministrador, o autorizado por el mismo.

17.5 INTERPRETACIÓN DE DOCUMENTOS Y PLANOS DE EJECUCIÓN

Lo referente a la interpretación técnica del proyecto será objeto de la Dirección Facultativa.

En caso de que fueran necesarios planos de detalle para la organización y ejecución de los trabajos, el contratista será el encargado de elaborarlos. Estos planos, acompañados de las justificaciones que fueran necesarias, deberán ser entregados a la Dirección Facultativa para su aprobación, siempre con una antelación de 7 días respecto a la fecha en la que pretenda ejecutar dichos diseños. La Dirección Facultativa dispondrá de 5 días desde la recepción de los planos para examinarlos y devolverlos al contratista aprobados y acompañados de las observaciones que fueran necesarias.

El contratista se hará responsable de cualquier retraso consecuente de una entrega tardía de los planos, así como de las modificaciones o complementos para su ejecución.

17.6 PROCEDENCIA Y CLASIFICACIÓN DE LOS MATERIALES

Cuando la Dirección Facultativa lo demande, el contratista deberá especificar de donde provienen los distintos materiales que intervendrán en la ejecución del proyecto. Además, especificará cuantos métodos constructivos crea oportuno, para así poder decidir sobre la conveniencia o no de su uso.

17.7 CAMBIOS EN EL DISEÑO

En caso de que el contratista observe la necesidad de llevar a cabo cualquier cambio en el diseño, deberá comunicarlo a la Dirección Facultativa y esperar la conformidad de la misma.

17.8 CONFLICTO ENTRE NORMATIVA

Si se detecta cualquier discrepancia entre normas, códigos, o especificaciones en el proyecto se le comunicará al Director del proyecto, y se esperará a su respuesta antes de proceder a la compra o montaje de cualquier componente.

18 CONDICIONES PARTICULARES

18.1 CONDICIONES TÉCNICAS DE LOS MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales, equipos, y productos suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen este proyecto. Sus calidades deberán cumplir con las normas que sobre ellos estén publicadas, siendo complementarias al presente apartado del pliego.

El fabricante será el responsable del empleo de materiales que cumplan con las exigencias. Los materiales que no cumplan con dichas condiciones serán sustituidos, independientemente de la fase en la que se encuentre la fabricación del producto, corriendo el fabricante con los gastos ocasionados.

Todos los materiales sometidos a reglamentaciones o especificaciones reglamentarias serán homologados por las correspondientes entidades oficiales.

Los accionamientos y los accesorios que integran la máquina serán los especificados en el proyecto, coincidiendo en la marca o modelo que se detalle en los documentos correspondientes. En caso de voluntad de modificación de alguno de los componentes, deberá ser comunicado y aprobado por la dirección de proyecto, aportando para ello la documentación técnica acreditativa de que los productos propuestos equivalen a los proyectados.

18.2 ACEROS INOXIDABLES

Todos los componentes de la máquina fabricados en acero inoxidable serán fabricados en calidad AISI 430. No se admitirá que cualquier parte de la máquina que pueda entrar en contacto con la masa esté fabricada en cualquier otro tipo de acero. Las propiedades mecánicas mínimas con las que debe cumplir son:

- Límite elástico: 200 MPa
- Resistencia a tracción: 430 MPa
- Alargamiento de rotura: 12 % en probeta de ensayo

18.3 PLÁSTICOS

La cinta transportadora estará fabricada en PVC.

El recubrimiento aislante de los conductores dimensionados será de PVC. Si se utiliza otro material deberá cumplir con las exigencias del reglamento electrotécnico de baja tensión.

18.4 CONDUCTORES ELÉCTRICOS

El material de todos los elementos conductores que se han dimensionado debe ser cobre. En caso de utilizar otro material, se deberá cumplir con las exigencias del reglamento electrotécnico de baja tensión.

18.5 ELEMENTOS DE FIJACIÓN

La tornillería utilizada para la fijación o la unión entre los distintos componentes de la máquina, así como tuercas o cualquier tipo de chavetas, serán de acero con el recubrimiento superficial especificado en las normas.

18.6 CONDICIONES DE EJECUCIÓN

A la recepción de cualquier componente, bien sean perfiles de acero, dispositivos electrónicos, piezas mecanizadas, se llevará a cabo la verificación del correcto funcionamiento de los productos y la conformidad con el pedido. Posteriormente, los materiales serán almacenado según un orden lógico y sistemático, facilitando su localización.

Se deberá tener cuidado con el transporte de los productos, especialmente de las chapas de acero, pues un golpe podría provocar rasguños o abolladuras.

Las piezas que lleguen con posibles filos cortantes deberán ser tratadas para evitar cortes durante el montaje.

18.7 MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Todas las máquinas y herramientas que sean necesarias para la ejecución del proyecto reunirán las condiciones óptimas para su funcionamiento, corriendo éstas a cargo del contratista. Si la Dirección Facultativa considera que algún elemento no aporta plena confianza, tiene la autoridad de retirar dichos elementos.

18.8 FABRICACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Los bordes de los perfiles de acero que componen la estructura del caballete deberán ser oportunamente tratados, de modo que a la hora de soldar se asegure una unión resistente.

Tras la soldadura de los perfiles, se utilizará una radial para eliminar el exceso de material acumulado en el cordón de soldadura, consiguiendo un aspecto limpio.

18.9 UNIONES ROSCADAS

Todas las uniones roscadas serán cargadas de acuerdo a las tablas de pares de apriete de montaje en función de la métrica y de la calidad del tornillo.

18.10 MONTAJE DE RODAMIENTOS

Los rodamientos de los rodillos se deben montar siguiendo estrictamente una serie de pasos:

- Los rodamientos no se sacarán de las cajas en las que llegan hasta el mismo momento del montaje, ayudando así a prevenir de la acción de agentes externos.
- Se deberán utilizar guantes durante su manipulación, evitando que la humedad de las manos pueda pasar a los rodamientos.
- El soporte o el eje sobre el que se van a montar deberá estar completamente limpio.
- Para evitar que se produzcan marcas sobre el rodamiento, o un deterioro prematuro, se aplicará una fuerza igual sobre las dos pistas del rodamiento, para lo que se utilizarán herramientas especialmente fabricadas para dicho fin.

18.11 INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Se debe verificar que no existan tramos de los conductores pelados que puedan dañar a las personas o a la instalación. Las conexiones se realizarán con el par de apriete recomendado.

Los conductores de potencia transcurrirán por el interior de una manguera de PVC, que mediante bridas se fijará a los perfiles de la estructura hasta llegar al

cuadro eléctrico de la máquina, intentando dejar la máquina despejada de cables en la medida de lo posible.

18.12 PUESTA EN MARCHA

Una vez la máquina esté completamente montada, se deberán realizar todos los ajustes que sean necesarios para garantizar el funcionamiento óptimo. Antes de ser entregada al cliente, la máquina deberá ser sometida a un rodaje de al menos 24 horas para asegurar su correcto funcionamiento.

IV-PRESUPUESTO

19	INTRODUCCIÓN.....	90
20	PRESUPUESTO DEL SOPORTE DE LA ESTRUCTURA.....	90
21	PRESUPUESTO DE LA CINTA TRANSPORTADORA.....	90
22	MÓDULO DE BOLEADO	90
23	ACTUADORES Y CONTROL.....	91
24	DISEÑO Y DESARROLLO	91
25	PRESUPUESTO TOTAL DE LA MÁQUINA	91

19 INTRODUCCIÓN

En este documento se va a calcular el coste económico asociado a cada uno de los elementos que configuran la máquina. Para ello se tendrá en cuenta tanto el coste de adquisición de los materiales como la mano de obra empleado para el montaje de los componentes.

20 PRESUPUESTO DEL SOPORTE DE LA ESTRUCTURA

Producto	Coste unitario	Cantidad	Coste
Perfil inoxidable 40x40x1.5 mm	6.6 €/m	4.78 m	31.55 €
Perfil inoxidable 35x35x1.5 mm	5.9 €/m	2.07 m	12.21 €
Rueda giratoria con freno	18.17 €/ud	4	72.68 €
Coste total			116.44 €

21 PRESUPUESTO DE LA CINTA TRANSPORTADORA

Producto	Coste unitario	Cantidad	Coste
Soporte de la cinta	34.75 €	1	34.75 €
Tensor de la cinta	11.95 €	2	23.9 €
Rodillo motriz	30.5 €	1	30.5 €
Rodillo loco	38 €	1	38 €
Soporte rodillo motriz	11.2 €	2	22.4 €
Coste total			149.55 €

22 MÓDULO DE BOLEADO

Producto	Coste unitario	Cantidad	Coste
Bastidor			57.7 €
Perfil inoxidable 40x20x1.5 mm	5.59 €/m	4.21 m	23.53 €
Pletina inoxidable 15x20 mm	8 €/m	0.86 m	6.88 €
Perfil inoxidable 40x40x1.5 mm	6.6 €/m	1	4.89 €
Sistema de desplazamiento vertical			175.15 €
Excéntrica del reductor	18.47 €	1	18.47 €
Biela	24.55 €	1	24.55 €
Paralelogramos	8.2 €	4	32.8 €
Biela de unión de los paralelogramos	17.5 €	2	35 €
Placa de soporte	64.33 €	1	64.33 €
Sistema de boleado con copa de silicona			219.97
Piño motriz	14.5 €	1	14.5 €
Sistema de engranajes	83.5 €	2	167 €
Biela de unión de los bulones	15 €	1	15 €
Copa de silicona	23.47 €	1	23.47 €
Coste total			452.82 €

23 ACTUADORES Y CONTROL

Producto	Coste unitario	Cantidad	Coste
Motorreductor sistema de desplazamiento vertical	35 €	1	35 €
Motorreductor de la cinta transportadora	35 €	1	35 €
Motorreductor del sistema de boleado	73 €	1	73 €
PLC	100 €	1	100 €
Pantalla táctil	277 €	1	277 €
Fuente alimentación continua	21 €	1	21 €
Variador de frecuencia sistema de desplazamiento vertical	85 €	1	85 €
Variador de frecuencia de la cinta transportadora	85 €	1	85 €
Variador de frecuencia del sistema de boleado	107 €	1	107 €
Coste total			818 €

24 DISEÑO Y DESARROLLO

Personal	cantidad	Horas de trabajo	Coste por hora	Coste
Gerente	1	10	40 €	400 €
Administrador	1	20	17 €	340 €
Ingeniero	1	300	25 €	7500 €
Coste total				8240 €

Hay que prorratear el coste de diseñar y desarrollar la máquina entre todas las unidades que se vayan a fabricar. Para ello se considera una fecha de amortización de 10 años, en los que se estima vender un total de 130 unidades. Prorrateando los 8240 € entre 130 unidades, resulta que el coste de diseño y desarrollo es de 63.4 € por máquina.

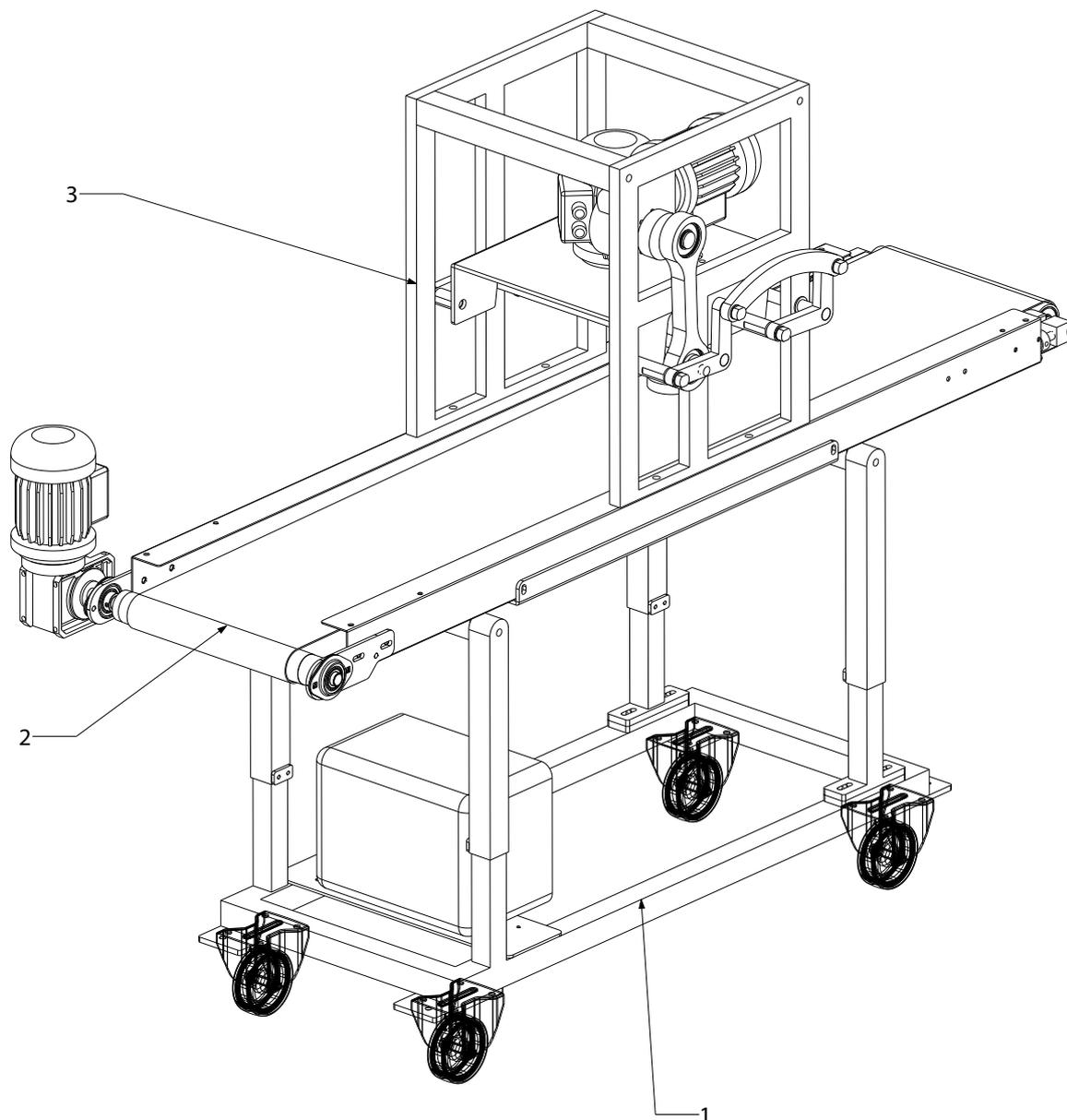
25 PRESUPUESTO TOTAL DE LA MÁQUINA

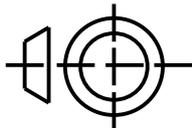
Producto	Coste unitario	Cantidad	Coste
Soporte de la estructura	116.44 €	1	116.44 €
Cinta transportadora	149.55 €	1	149.55 €
Sistema de boleado	452.82 €	1	452.82 €
Actuadores y control	818 €	1	818 €
Mano de obra	15 €/h	40	600 €
Diseño y desarrollo	63.4 €	1	63.4 €
Coste total			2200.21 €

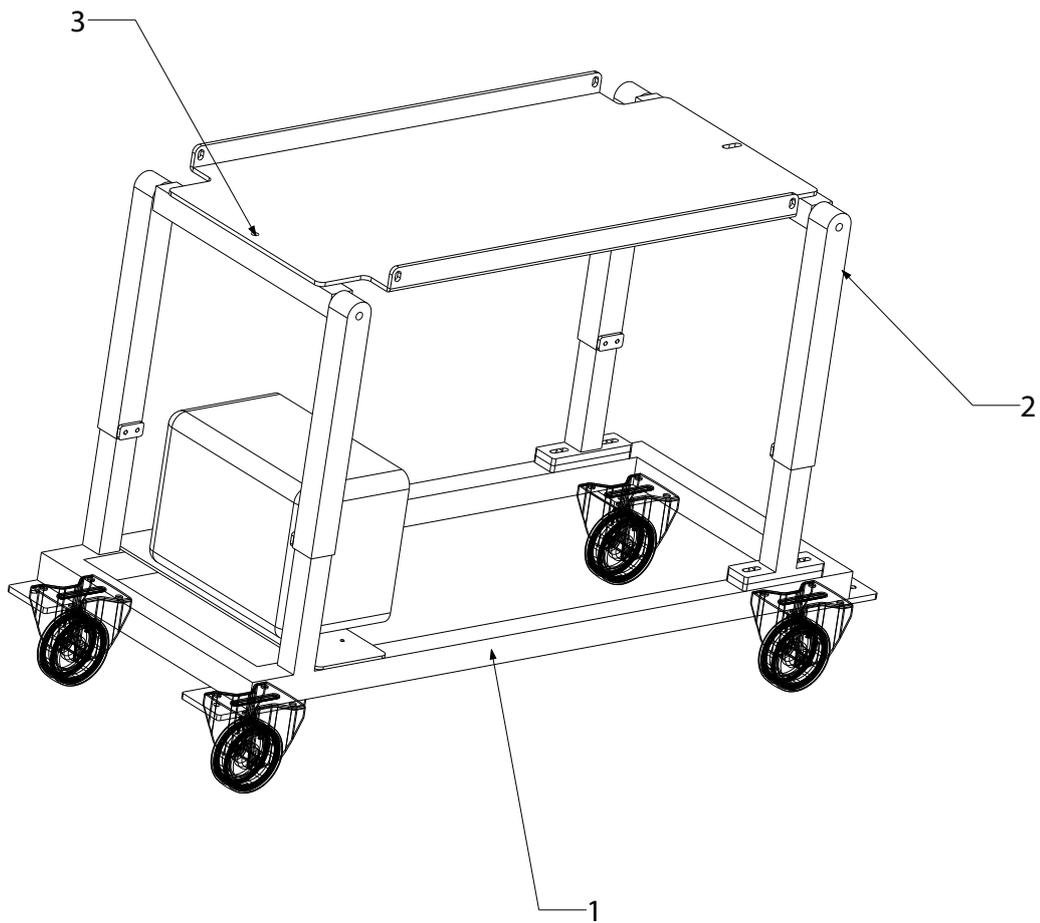
V-PLANOS

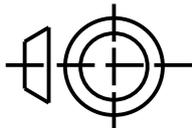
ÍNDICE GENERAL DE LOS PLANOS

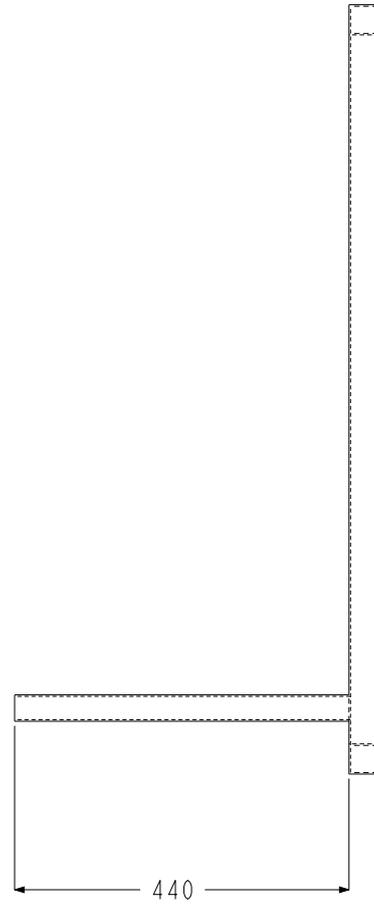
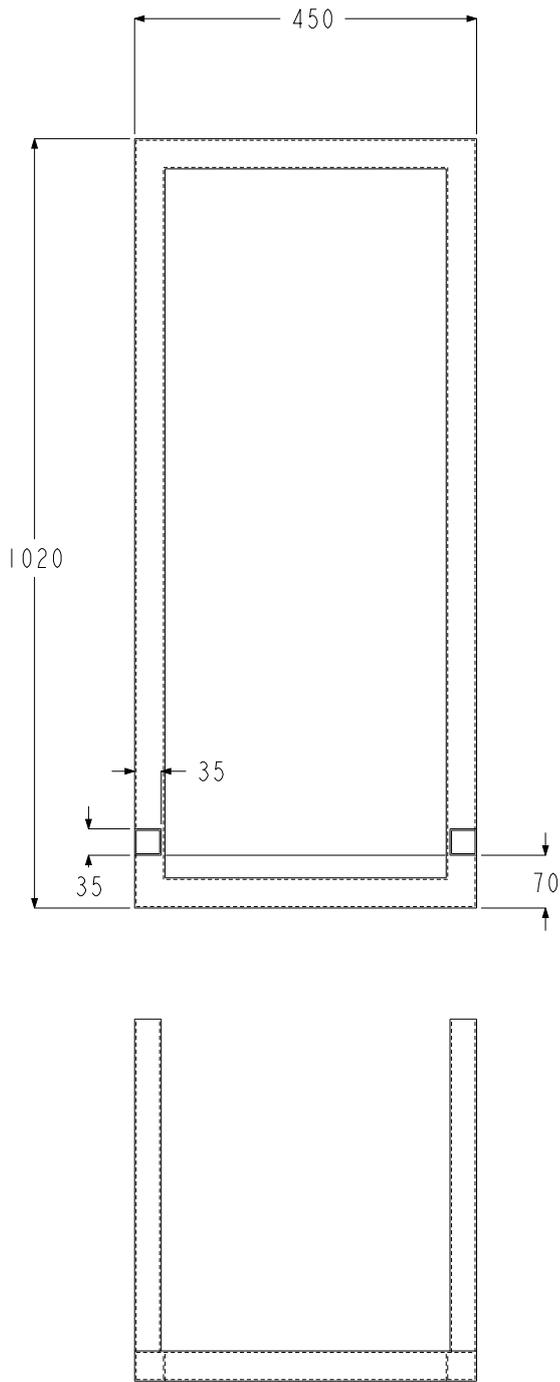
VISTA GENERAL DE LA MÁQUINA	1
SOPORTE ESTRUCTURAL.....	2
SISTEMA DE DESPLAZAMIENTO	6
SISTEMA DE BOLEADO.....	18
ESQUEMA DE POTENCIA.....	36

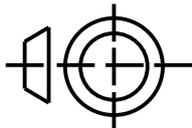


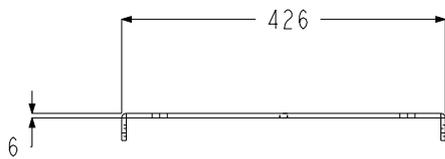
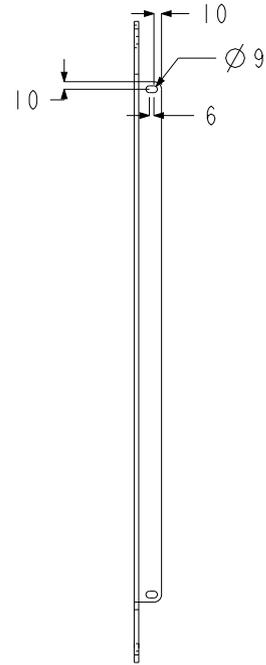
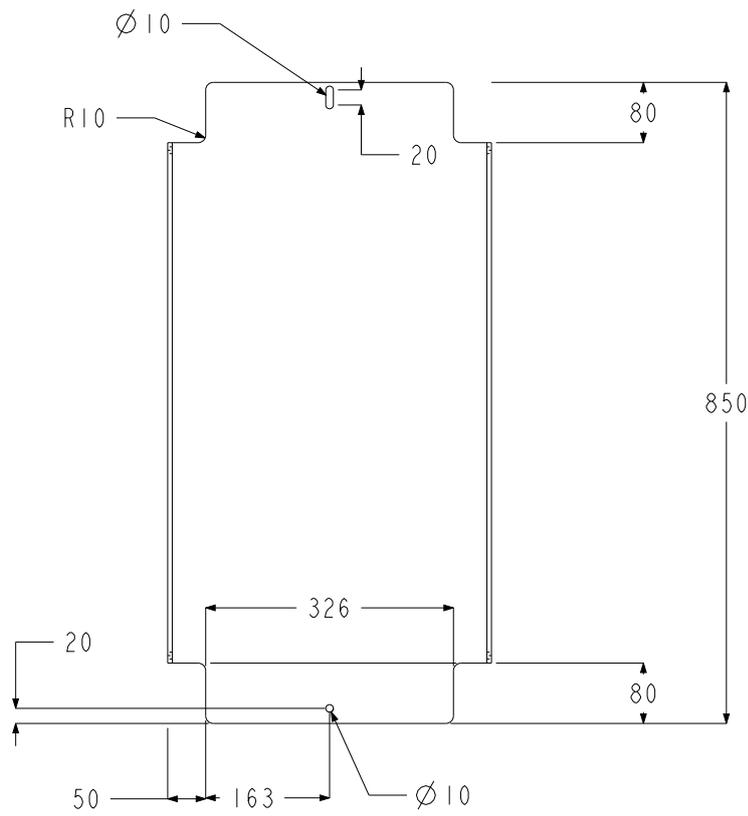
3	Sistema de boleado	Ver número de documento 4	
2	Sistema de desplazamiento	Ver número de documento 3	
1	Soporte estructural	Ver número de documento 2	
Marca	Denominación	Observación	
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación
		1:10	
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado
Propietario legal	Título del documento	Número de documento	1
Colom Bakery Equipment SL	Vista general de la máquina	Fecha de edición	Idioma
		12/10/2023	ES
		Hoja	1

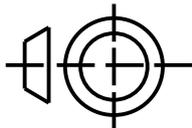


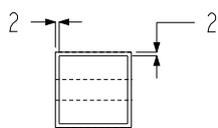
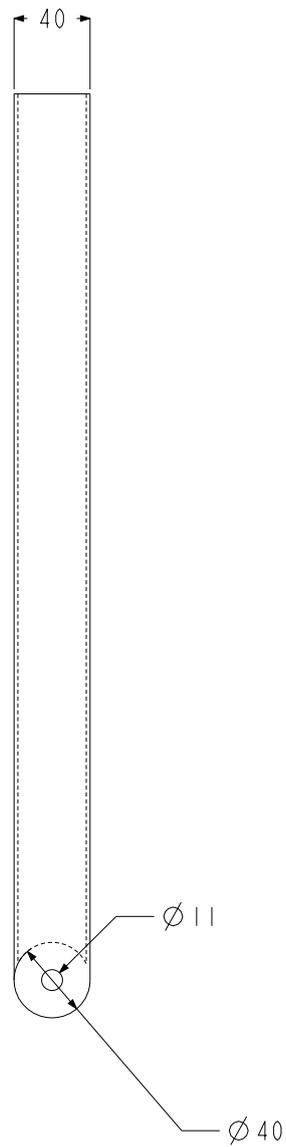
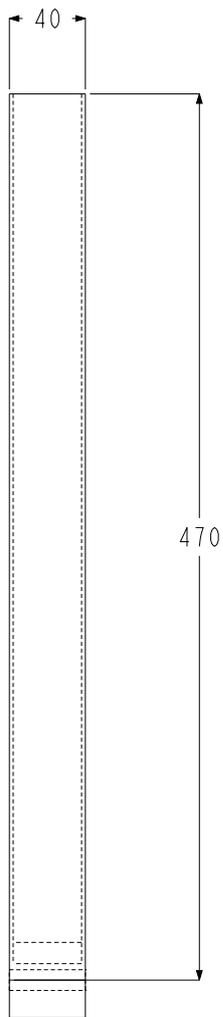
3	Bandeja soporte cinta	Ver número de documento 2.3	
2	Pata telescópica	Ver número de documento 2.2	
1	Marco inferior	Ver número de documento 2.1	
Marca	Denominación	Observación	
Material	Unidad dimensional	Escala 1:10	Modelo de representación 
Creado por Marc Colom Rubio	Tipo de documento Dibujo de diseño	Formato A4	Estado Editado
Propietario legal Colom Bakery Equipment SL	Título del documento Soporte estructural	Número de documento 2	
		Fecha de edición 12/10/2023	Idioma ES
		Hoja 2	

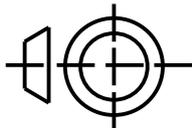


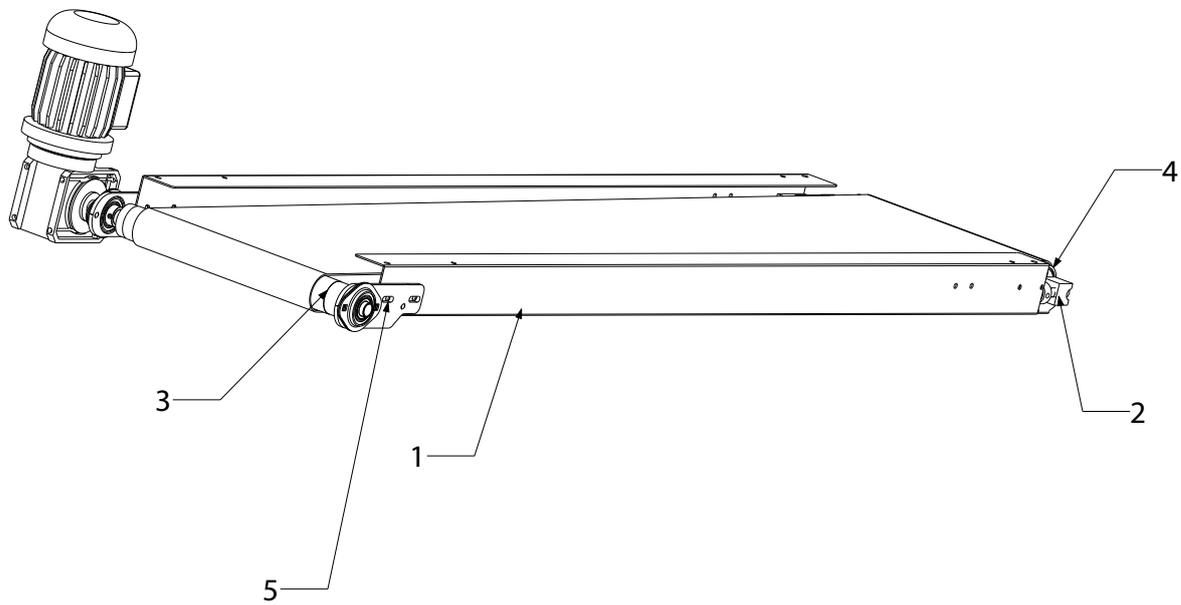
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:10		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Marco inferior	Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	3



Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:10		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Bandeja soporte cinta	2.3		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	4

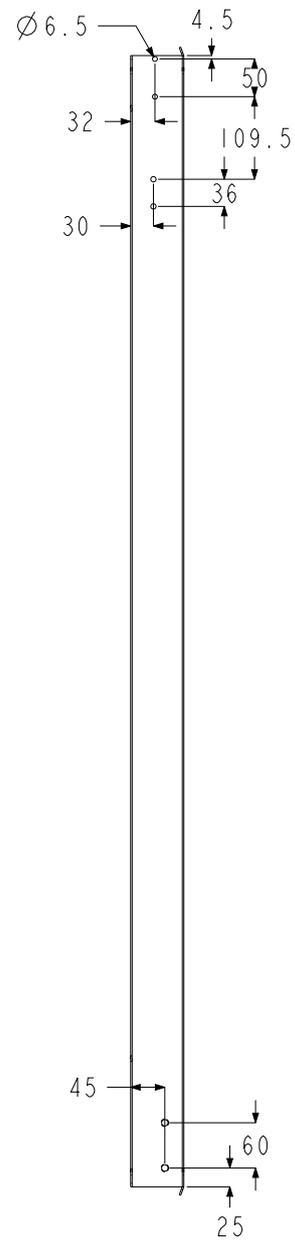
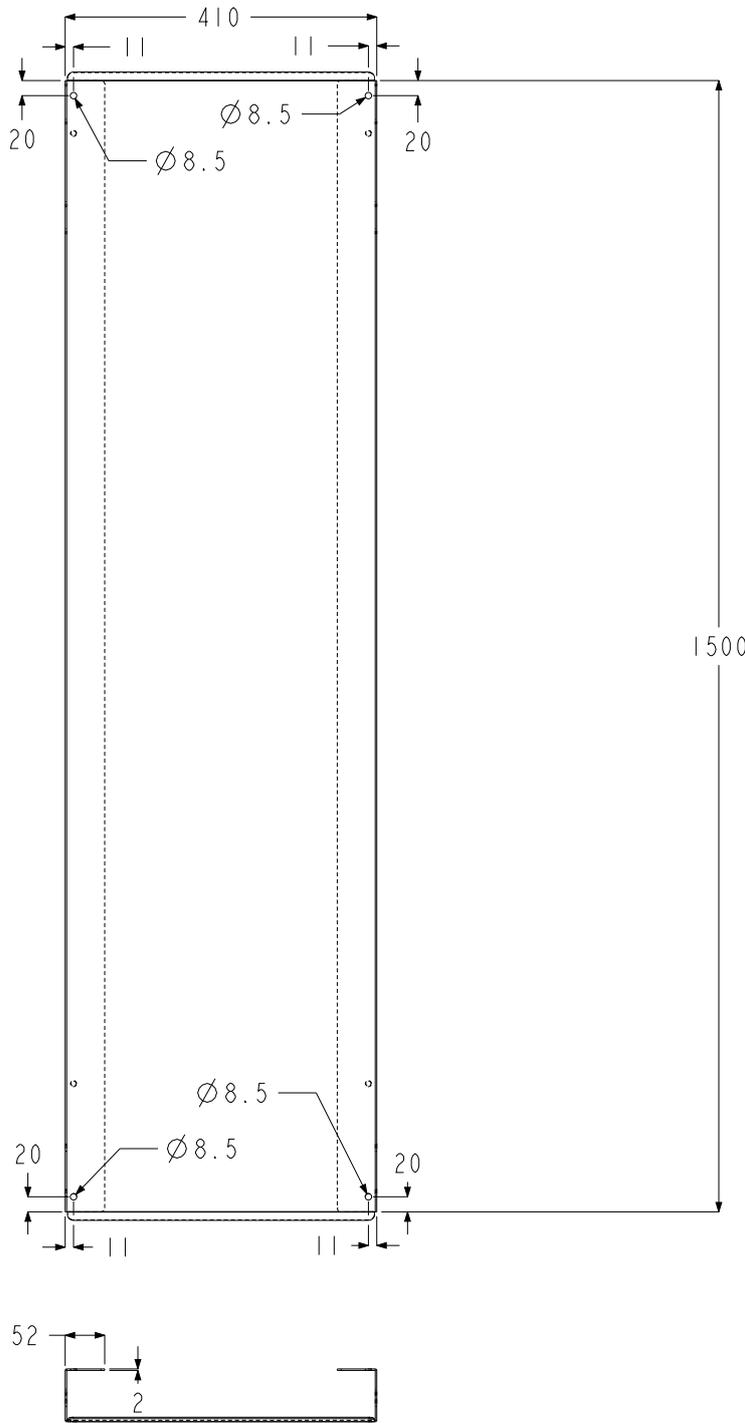


Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:4		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Pata telescópica	Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	5

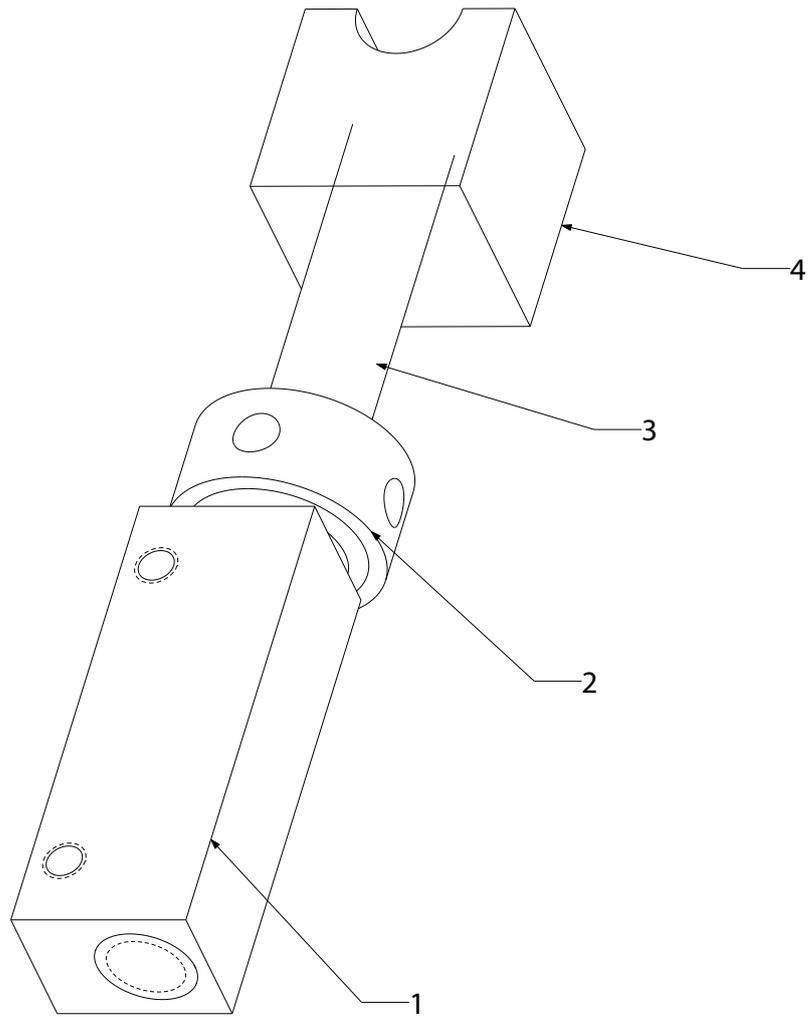


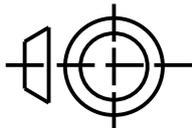
5	Soporte rodillo motriz	Ver número de documento 3.5
4	Rodillo loco	Ver número de documento 3.4
3	Rodillo motriz	Ver número de documento 3.3
2	Tensor de la cinta	Ver número de documento 3.2
1	Soporte de la cinta	Ver número de documento 3.1
Marca	Denominación	Observación

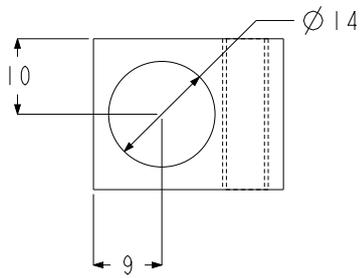
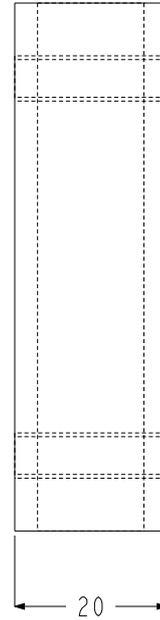
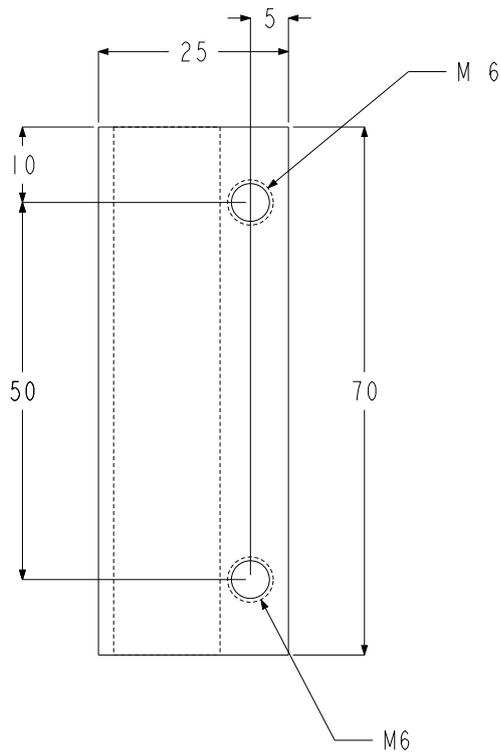
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación
		1:10	
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado
Propietario legal	Título del documento	Número de documento	
Colom Bakery Equipment SL	Sistema de desplazamiento	3	
		Fecha de edición	Idioma
		12/10/2023	ES
			Hoja
			6

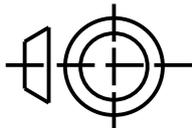


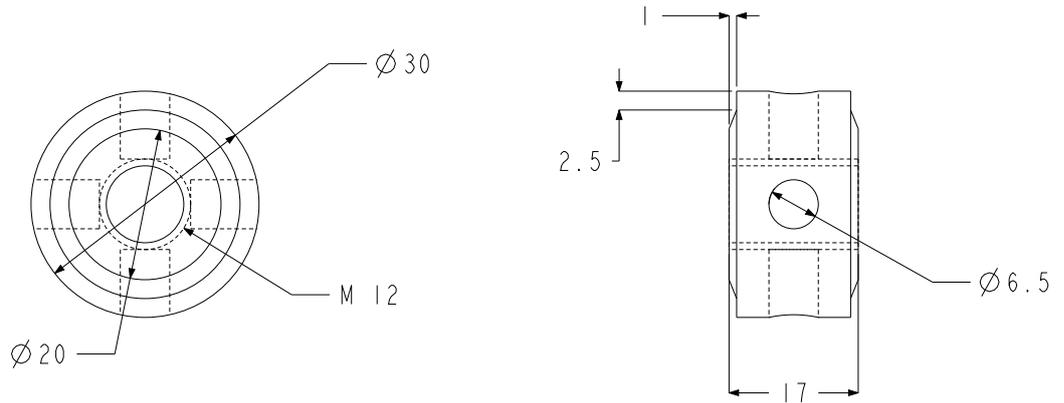
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:10		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Soporte de la cinta	Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	7



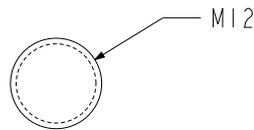
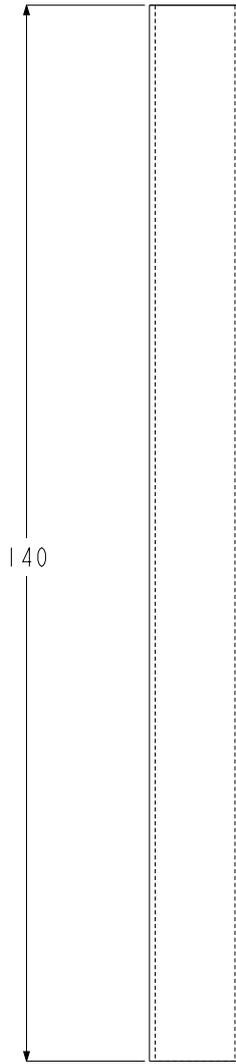
4	Cuadrado tensor	Ver número de documento 3.2.4	
3	Varilla tensor	Ver número de documento 3.2.3	
2	Redondo tensor	Ver número de documento 3.2.2	
1	Soporte tensor	Ver número de documento 3.2.1	
Marca	Denominación	Observación	
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación
Acero inox 430	mm	1:1	
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado
Propietario legal	Título del documento	Número de documento	3.2
Colom Bakery Equipment SL	Tensor de la cinta	Fecha de edición	Idioma
		12/10/2023	ES
		Hoja	8



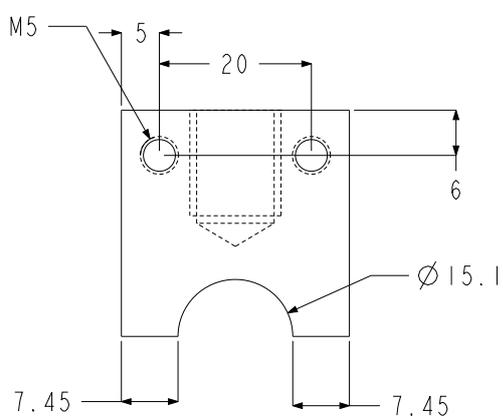
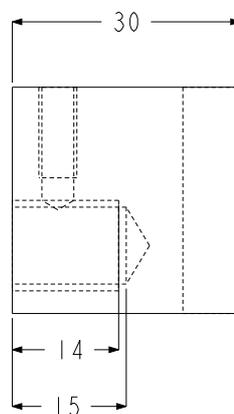
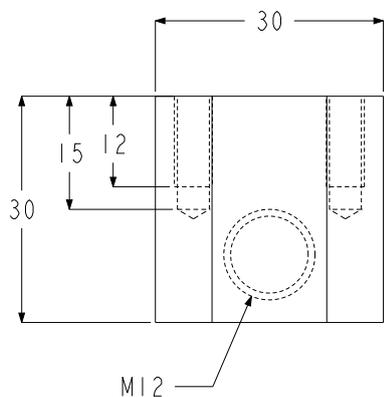
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Soporte tensor	Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	9
			3.2.1	

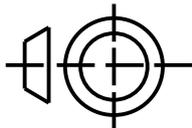


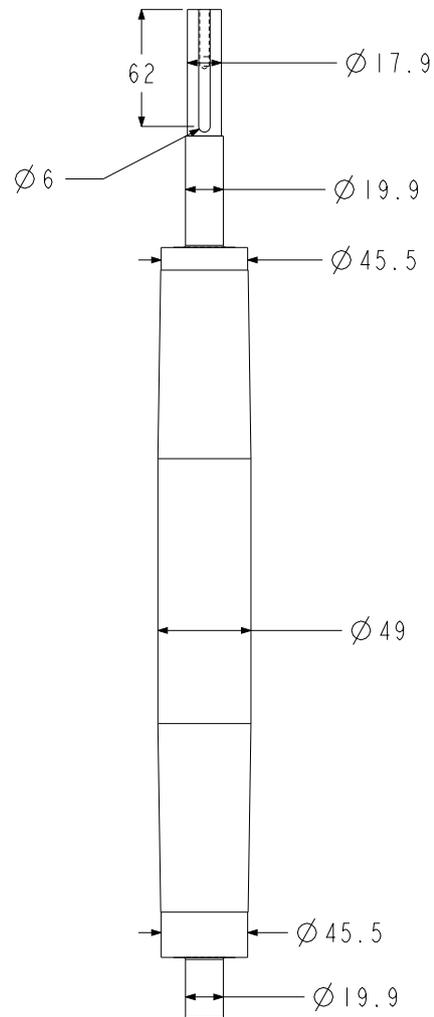
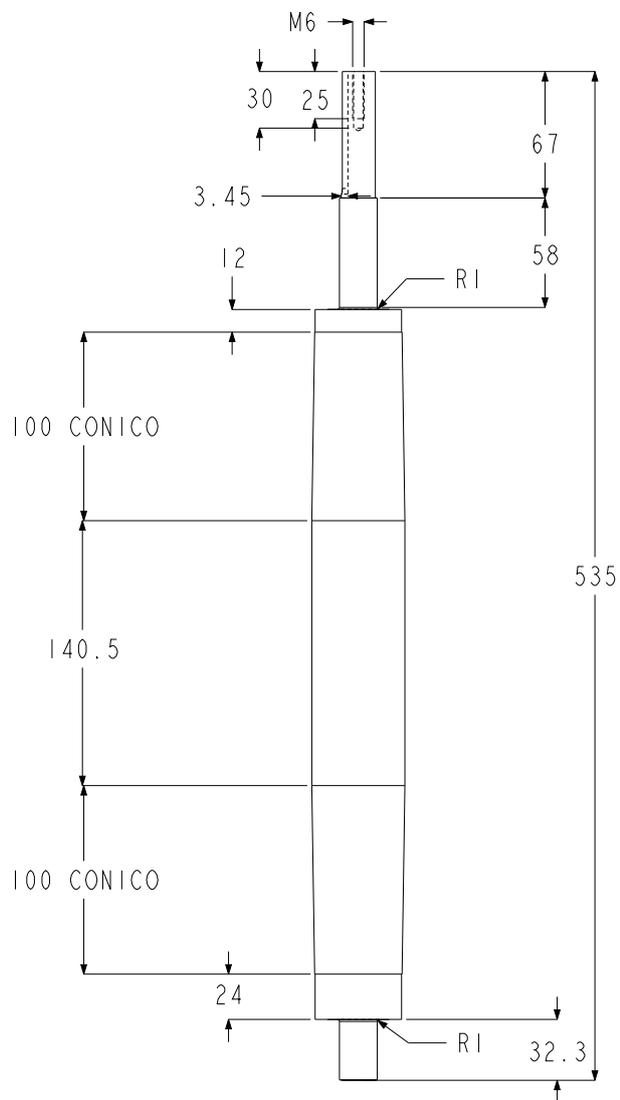
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Redondo tensor	3.2.2		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	10



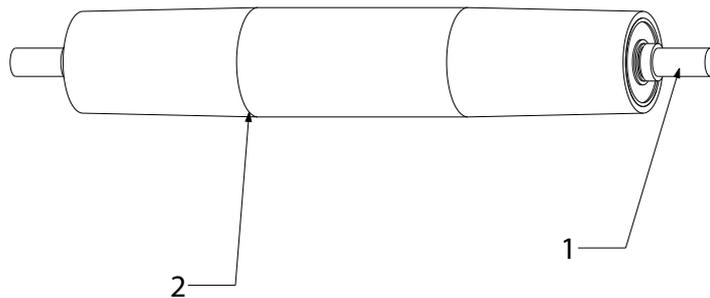
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Varilla tensor	3.2.3		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	11

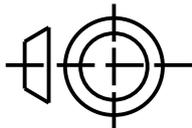


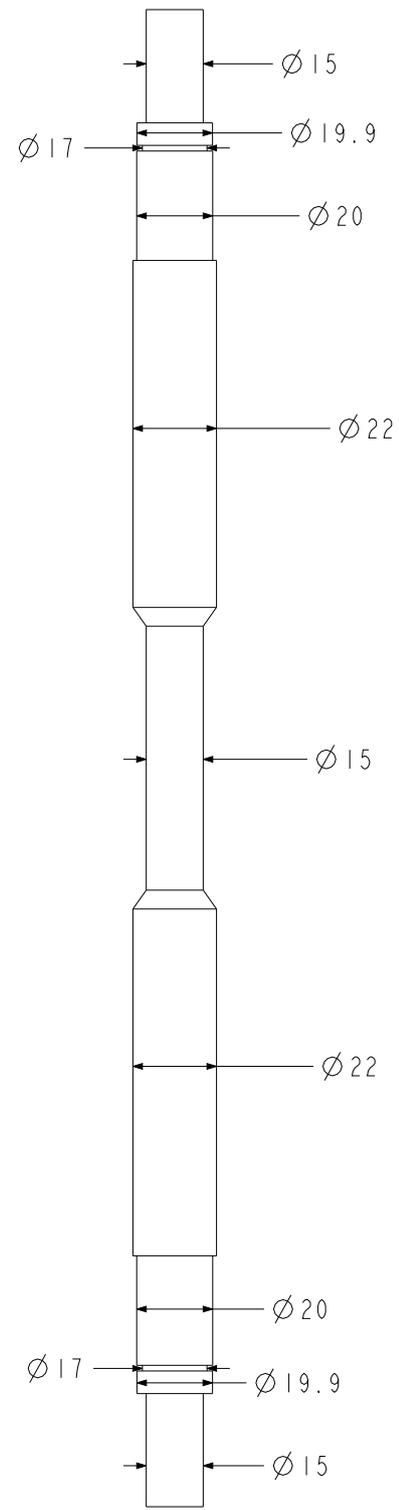
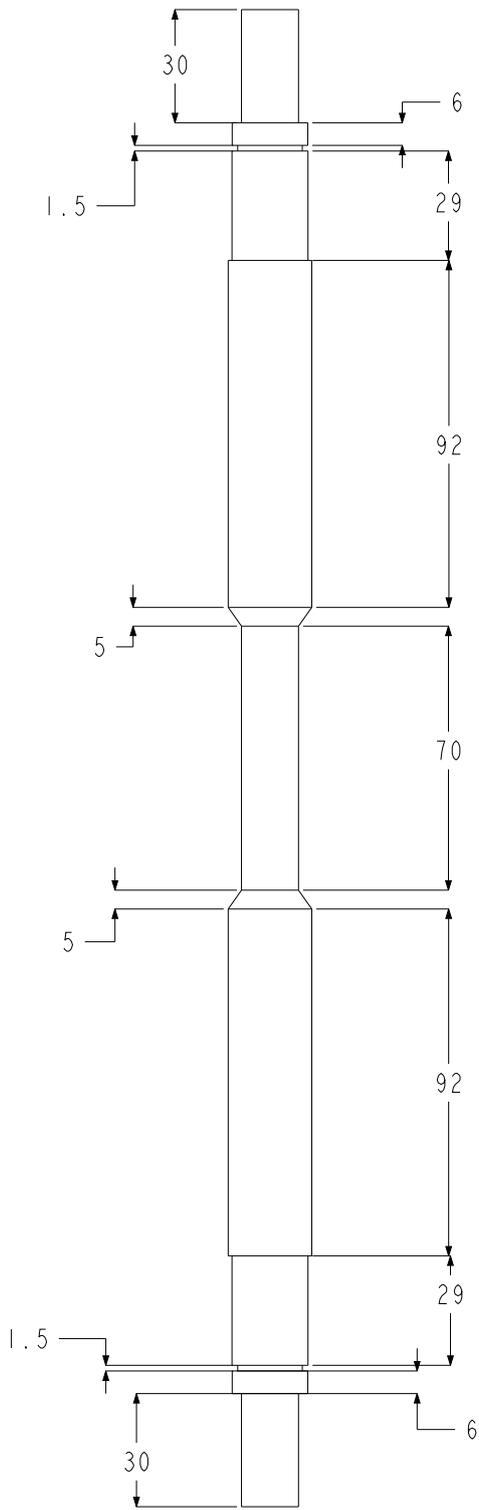
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Cuadrado tensor	3.2.4		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	12



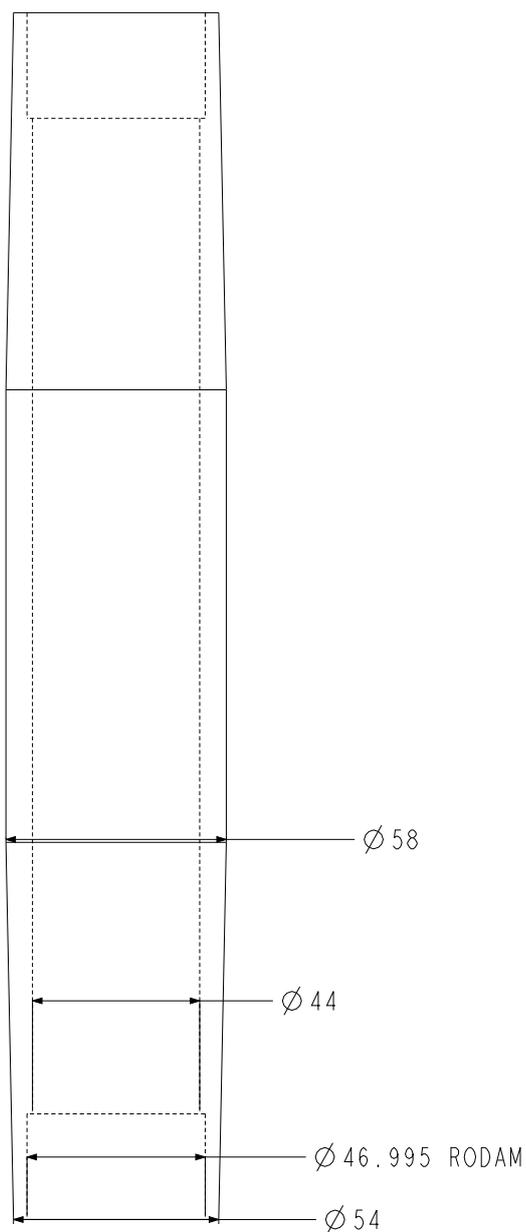
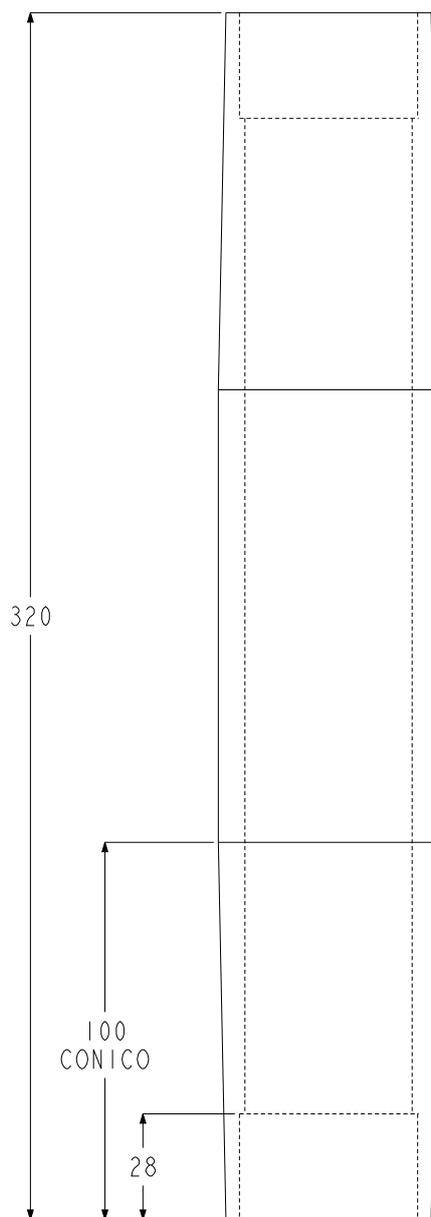
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:4		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Rodillo motriz	3.3		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	13

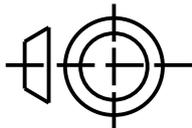


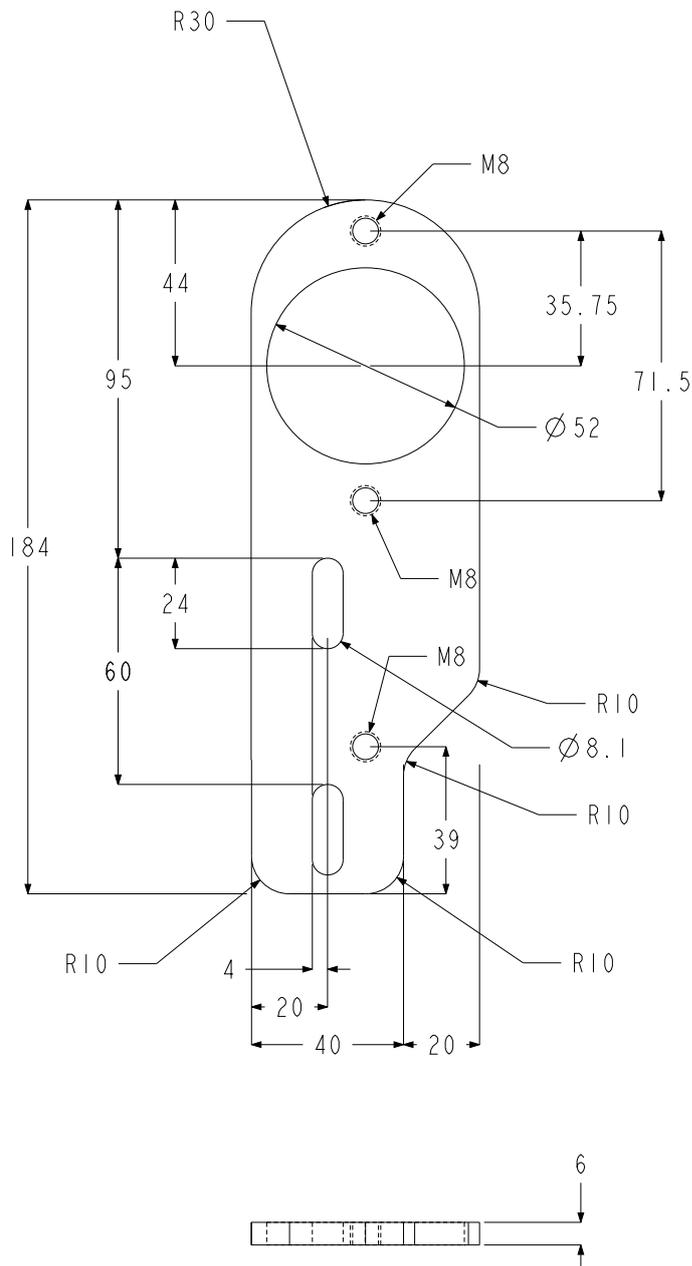
2		Rodillo loco exterior		Ver número de documento 3.4.2	
1		Eje rodillo loco		Ver número de documento 3.4.1	
Marca		Denominación		Observación	
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación		
Acero inox 430	mm	1:4			
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado		
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado		
Propietario legal	Título del documento	Número de documento			
Colom Bakery Equipment SL	Rodillo loco	3.4			
		Fecha de edición	Idioma	Hoja	
		12/10/2023	ES	14	

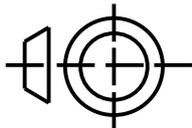


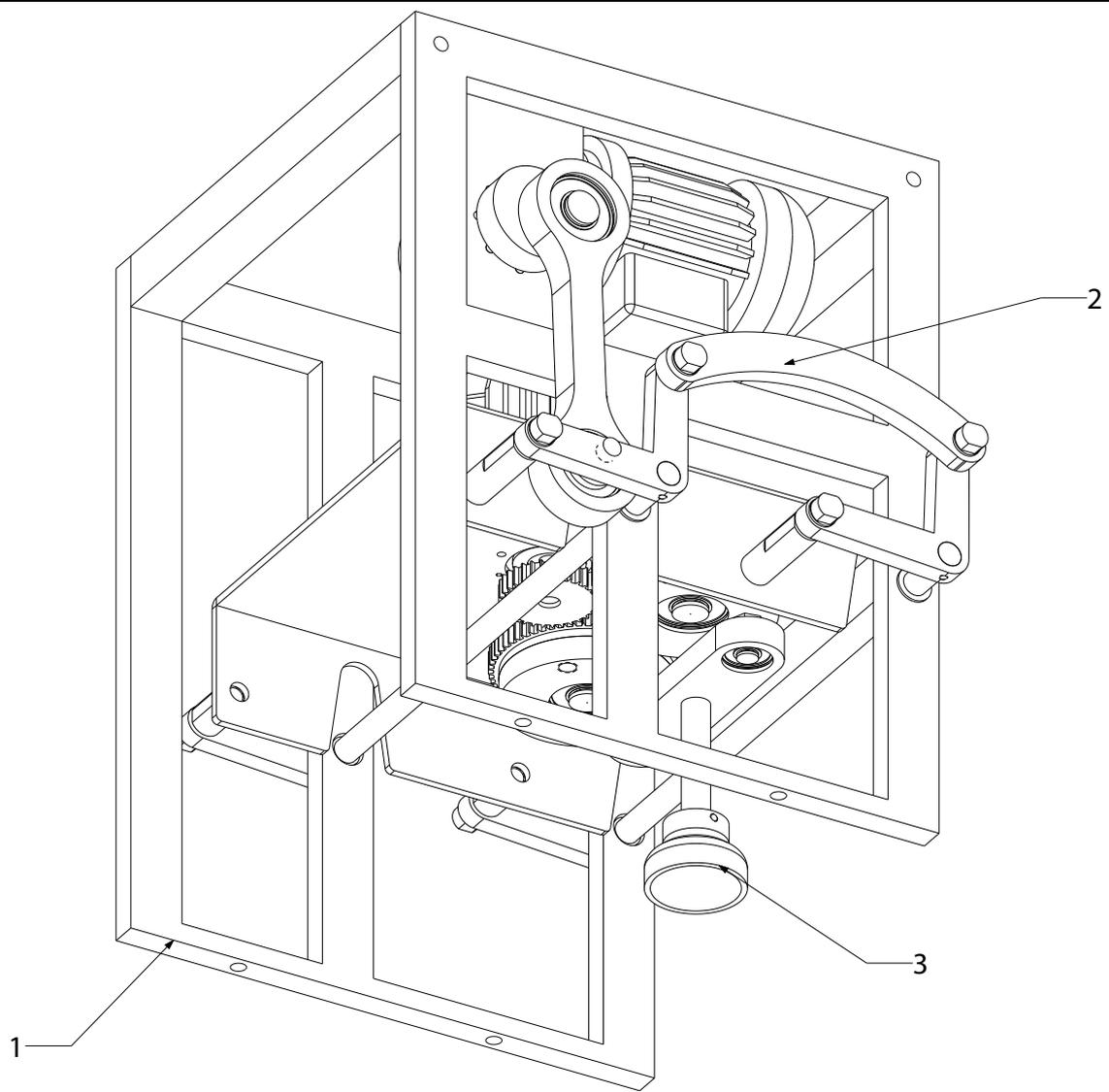
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:2		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Eje rodillo loco	3.4.1		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	15



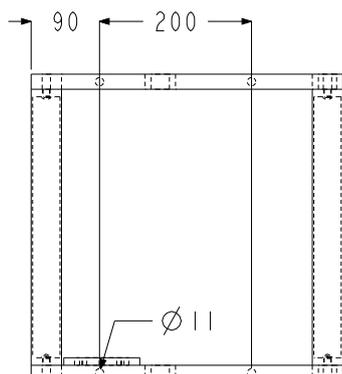
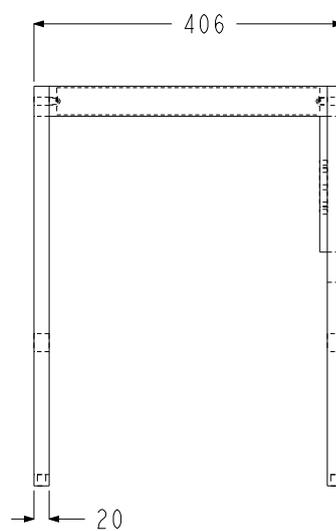
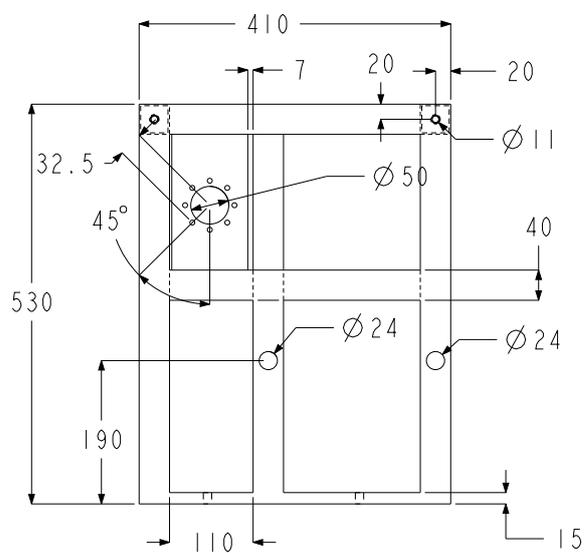
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:2		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Rodillo loco exterior	3.4.2		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	16

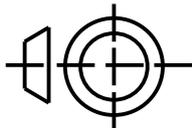


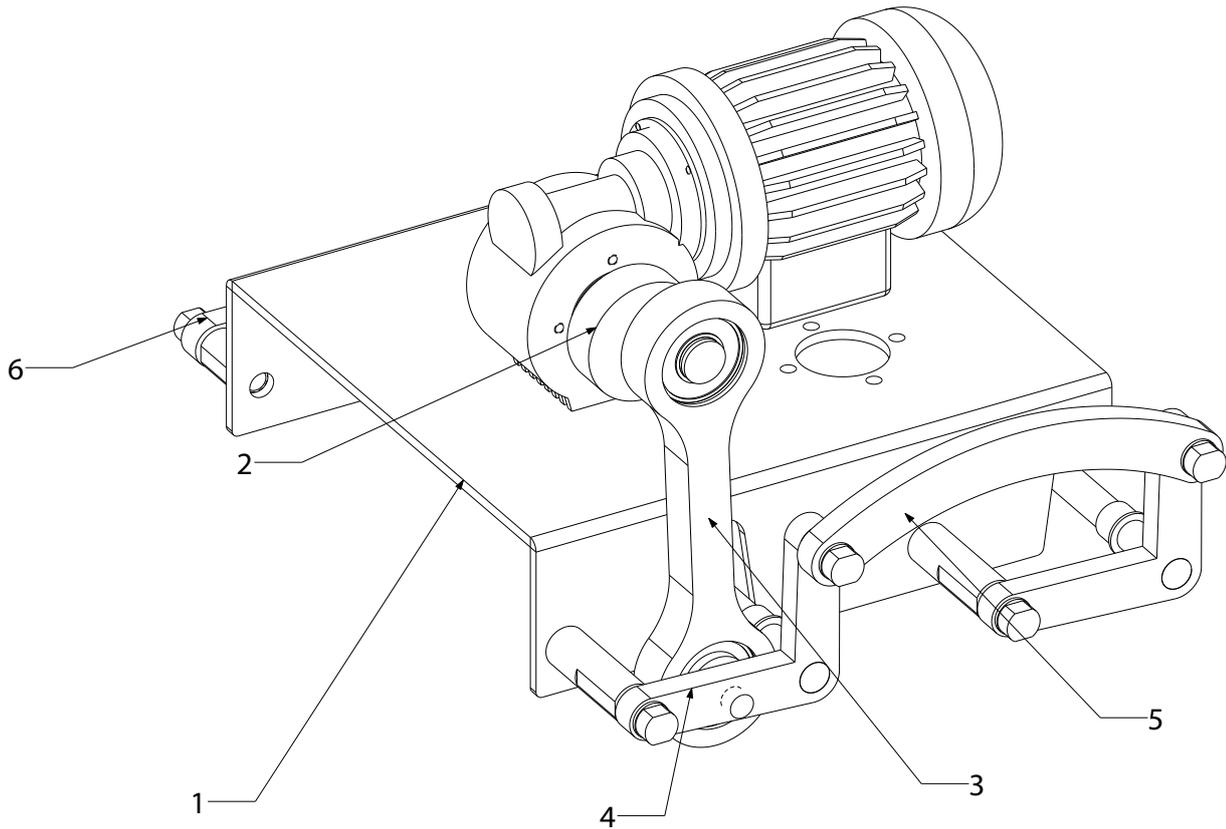
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:2		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Soporte rodillo motriz	3.5		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	17



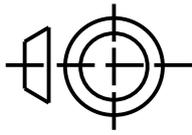
3		Sistema de boleado		Ver número de documento 4.3	
2		Sistema de desplazamiento Vertical		Ver número de documento 4.2	
1		Bastidor		Ver número de documento 4.1	
Marca		Denominación		Observación	
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación		
		1:2			
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado		
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado		
Propietario legal	Título del documento	Número de documento			
Colom Bakery Equipment SL	Sistema de boleado	4			
		Fecha de edición	Idioma	Hoja	
		12/10/2023	ES	18	

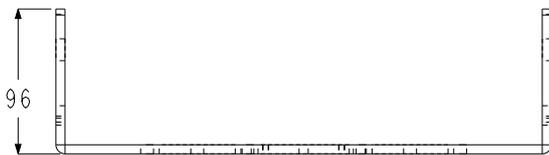
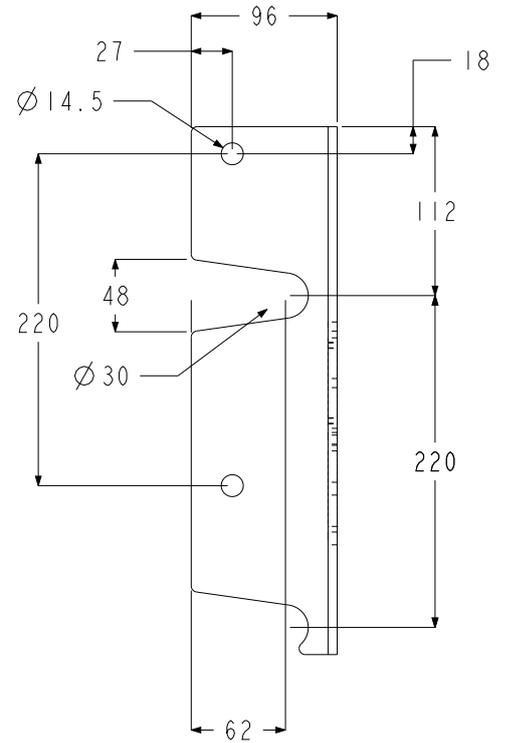
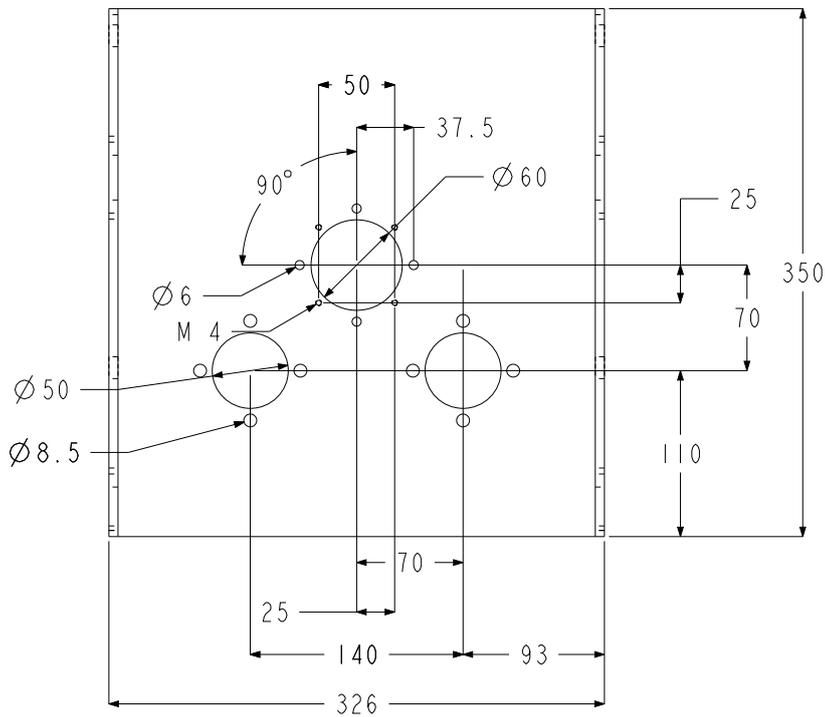


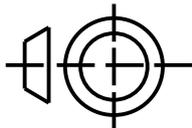
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:10		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Bastidor	4.1		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	19

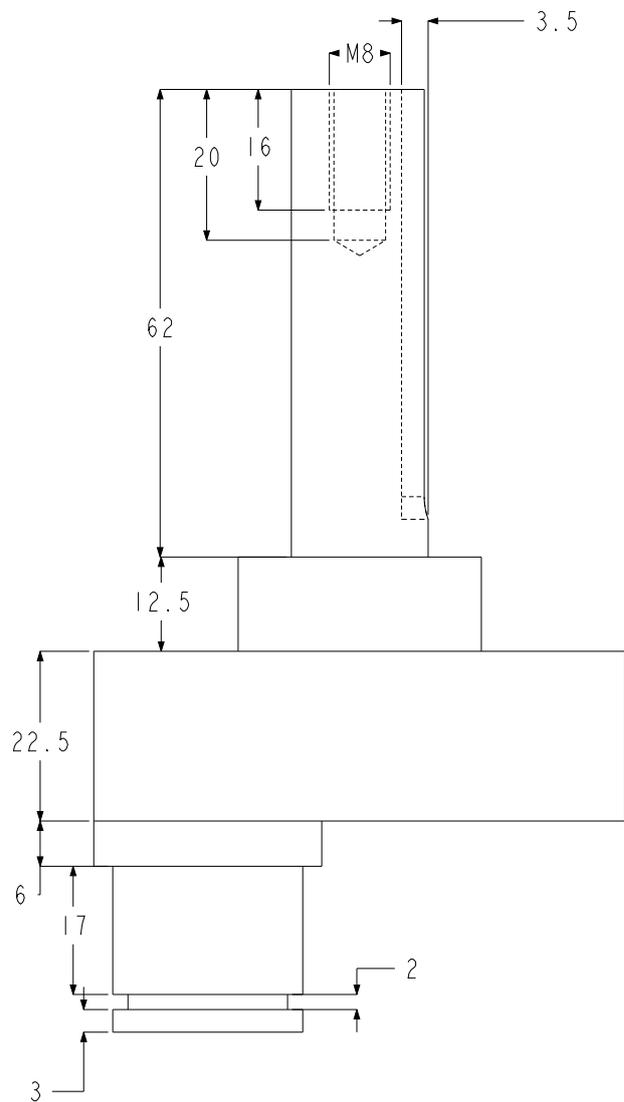
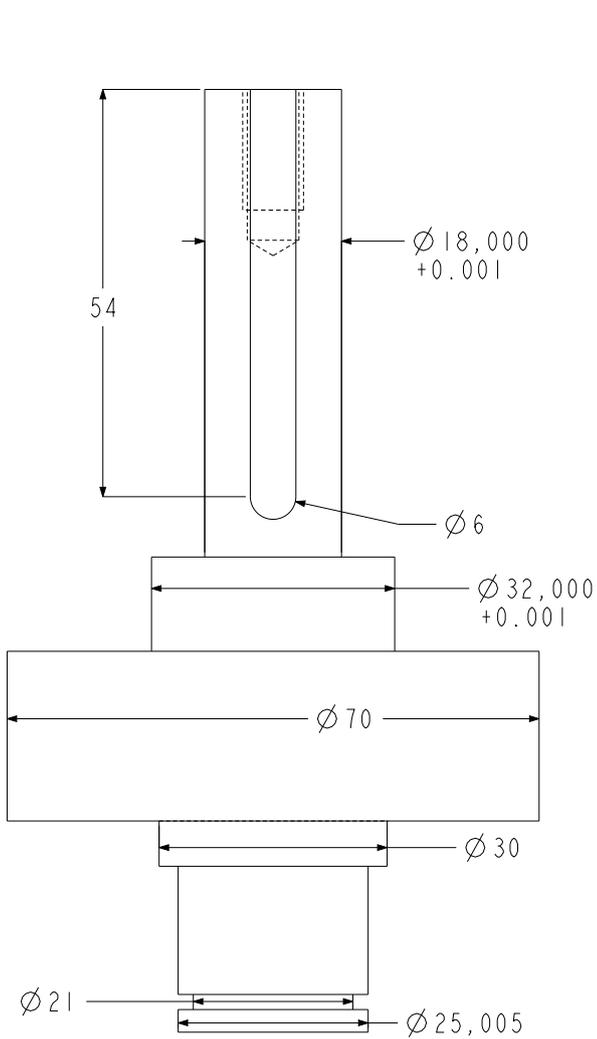


6	Paralelogramo	Ver número de documento 4.2.6
5	Biela paralelogramos	Ver número de documento 4.2.5
4	Paralelogramo en L	Ver número de documento 4.2.4
3	Biela	Ver número de documento 4.2.3
2	Excéntrica	Ver número de documento 4.2.2
1	Placa de soporte	Ver número de documento 4.2.1
Marca	Denominación	Observación

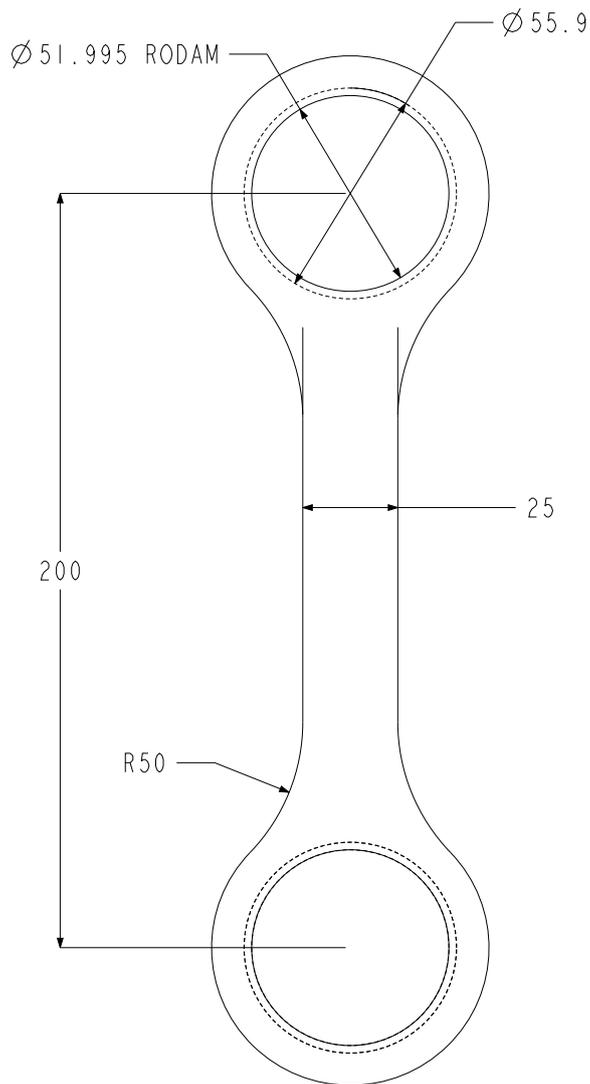
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación
Acero inox 430	mm	1:4	
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado
Propietario legal	Título del documento	Número de documento	
Colom Bakery Equipment SL	Sistema de desplazamiento vertical	Fecha de edición	Idioma
		12/10/2023	ES
			Hoja
			20

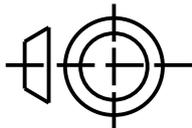


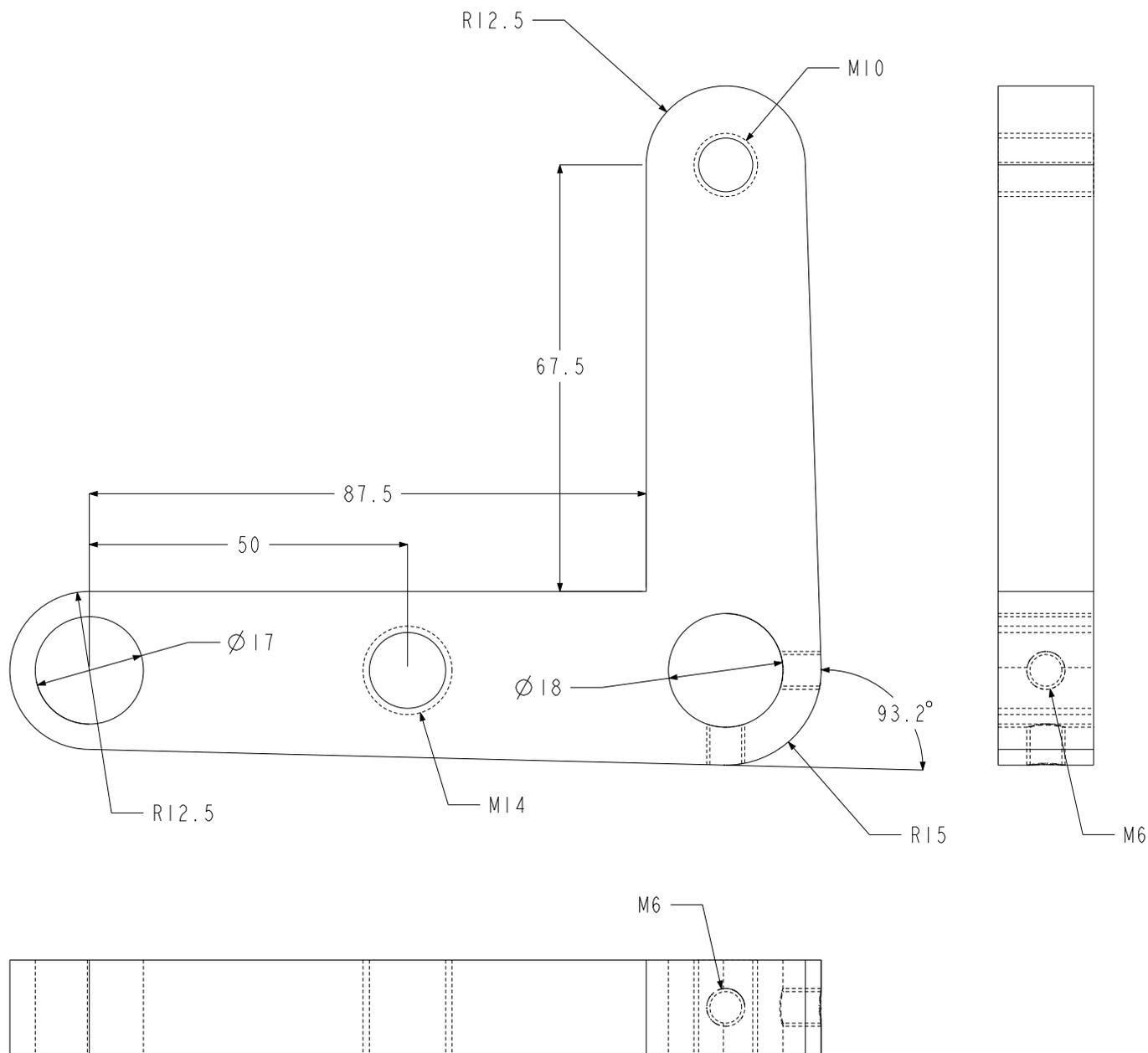
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:5		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Placa de soporte	Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	21

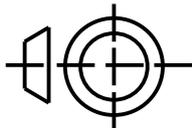


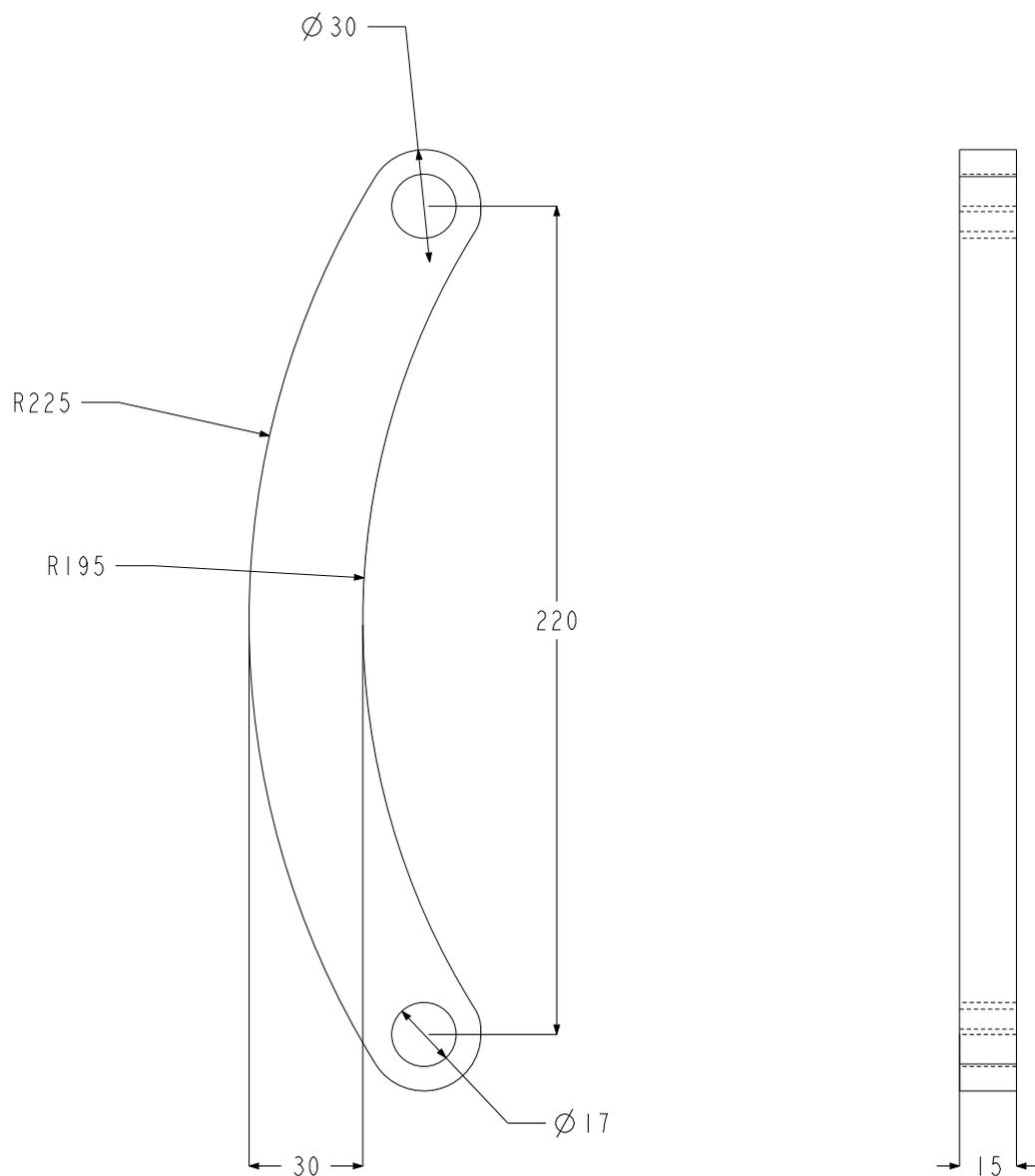
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Excéntrica	4.2.2		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	22

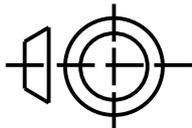


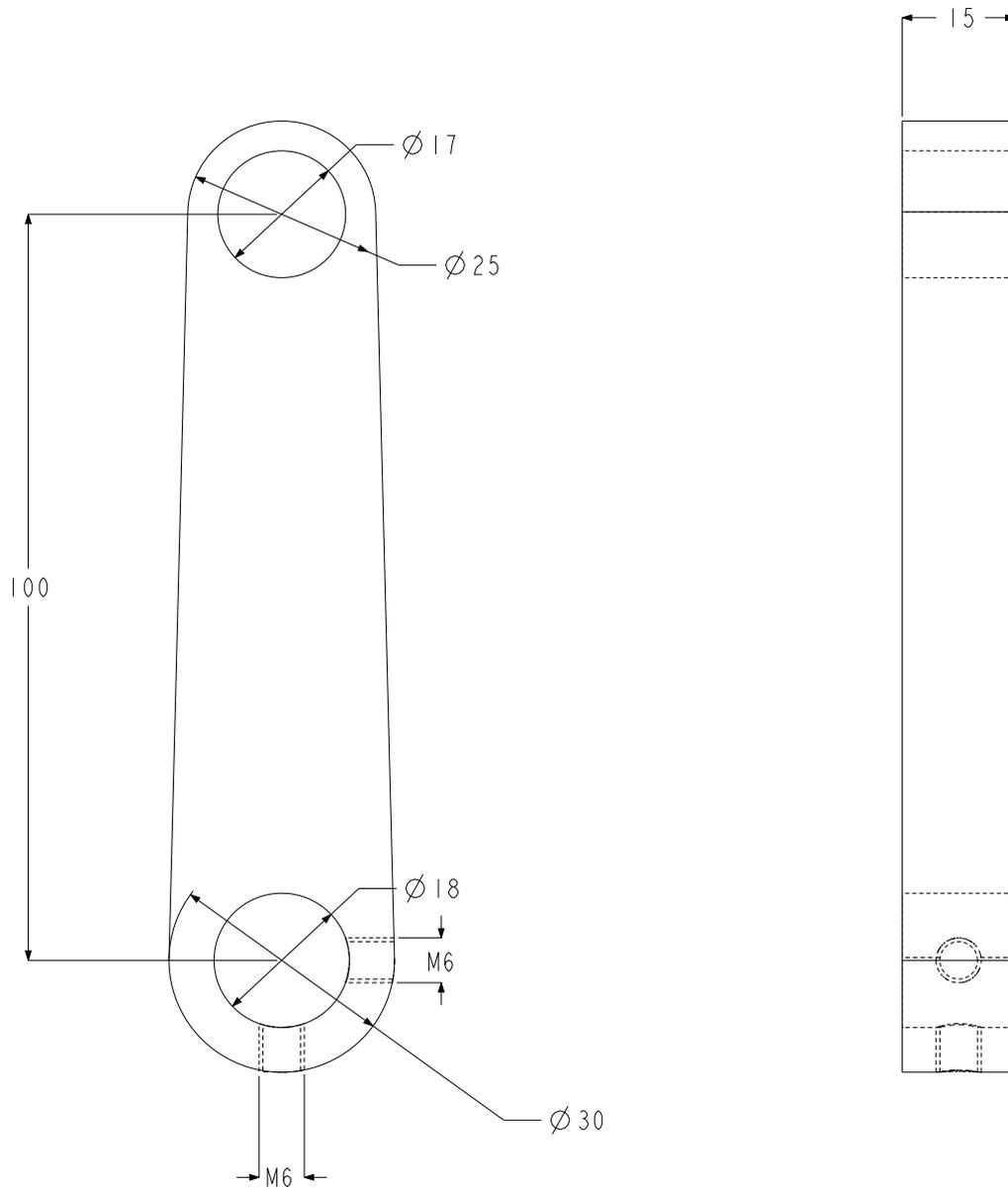
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:2		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Biela	4.2.3		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	23



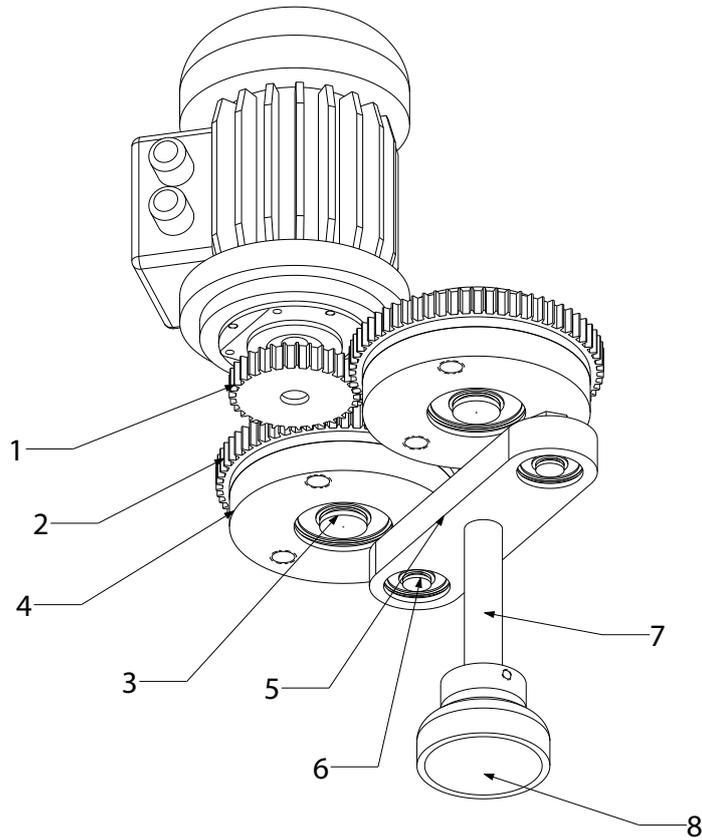
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Paralelogramo en L	4.2.4		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	24



Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:2		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Biela paralelogramos	4.2.5		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	25

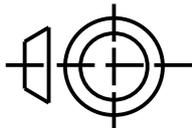


Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Paralelogramo	4.2.6		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	26



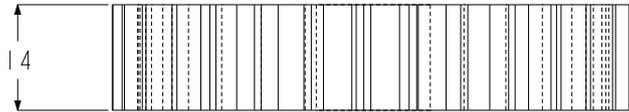
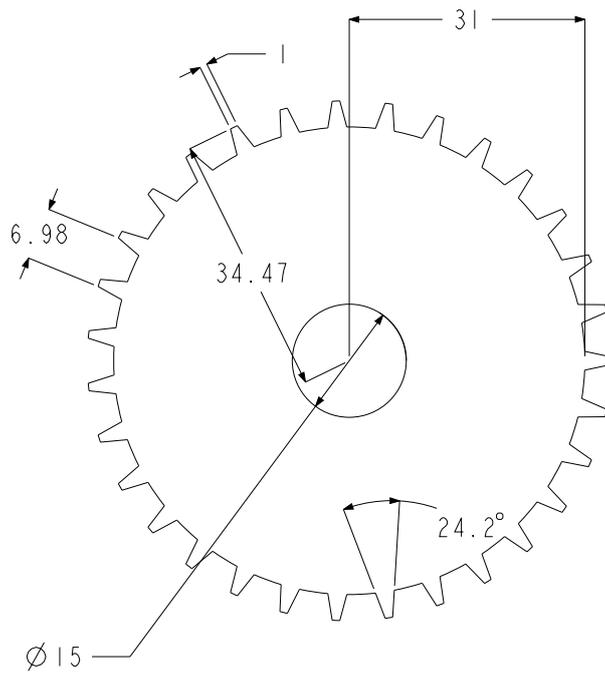
8	Copa boleadora	Ver número de documento 4.3.8
7	Eje copa boleadora	Ver número de documento 4.3.7
6	Buje biela unión	Ver número de documento 4.3.6
5	Biela unión	Ver número de documento 4.3.5
4	Coqueta excéntrica	Ver número de documento 4.3.4
3	Buje piño conducido	Ver número de documento 4.3.3
2	Piño conducido	Ver número de documento 4.3.2
1	Piño motriz	Ver número de documento 4.3.1

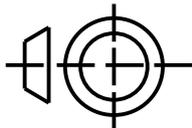
Marca	Denominación	Observación
-------	--------------	-------------

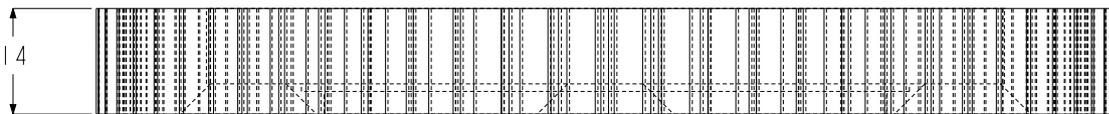
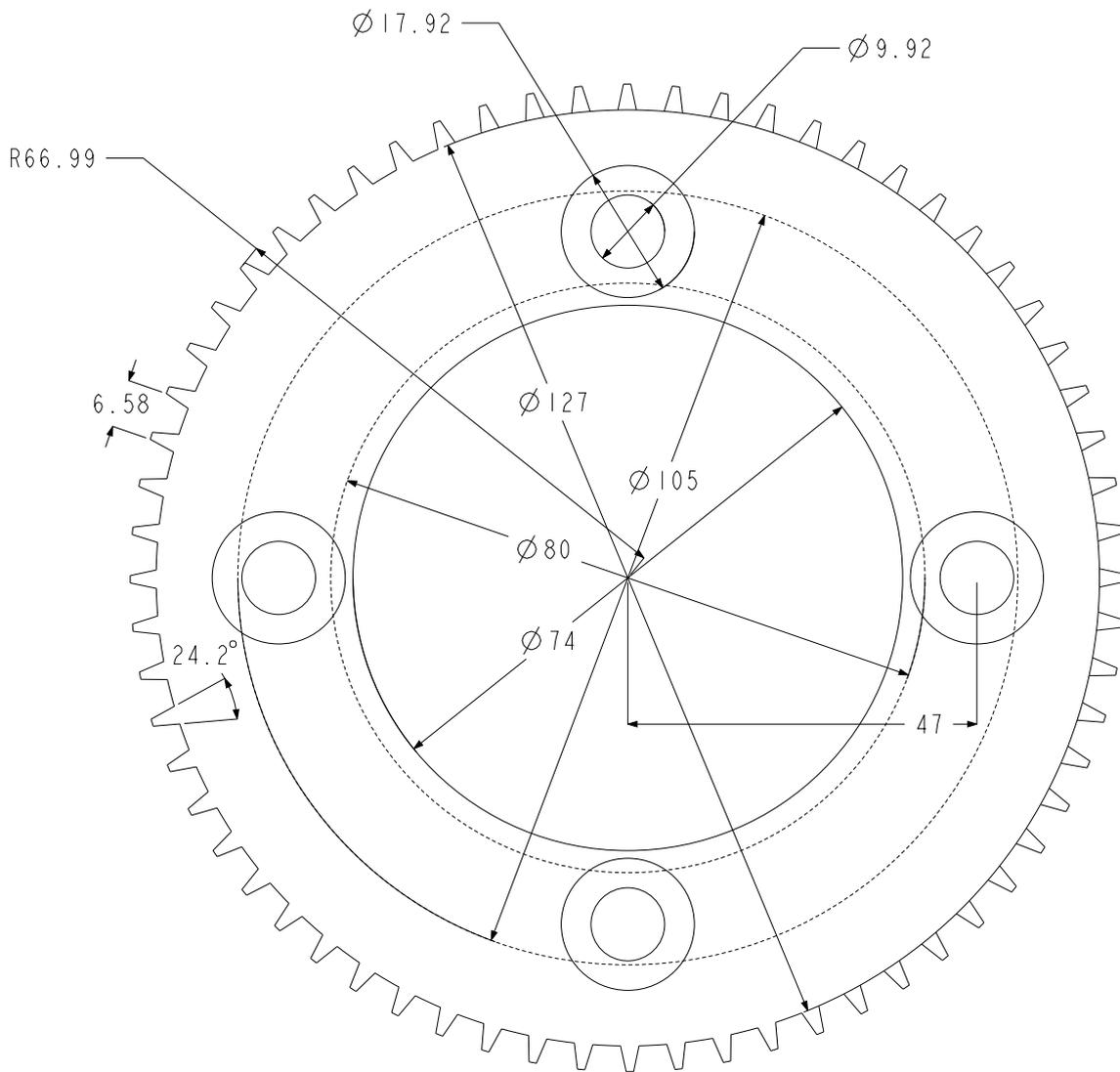
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación
		1:4	

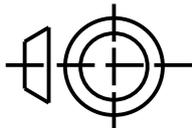
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado

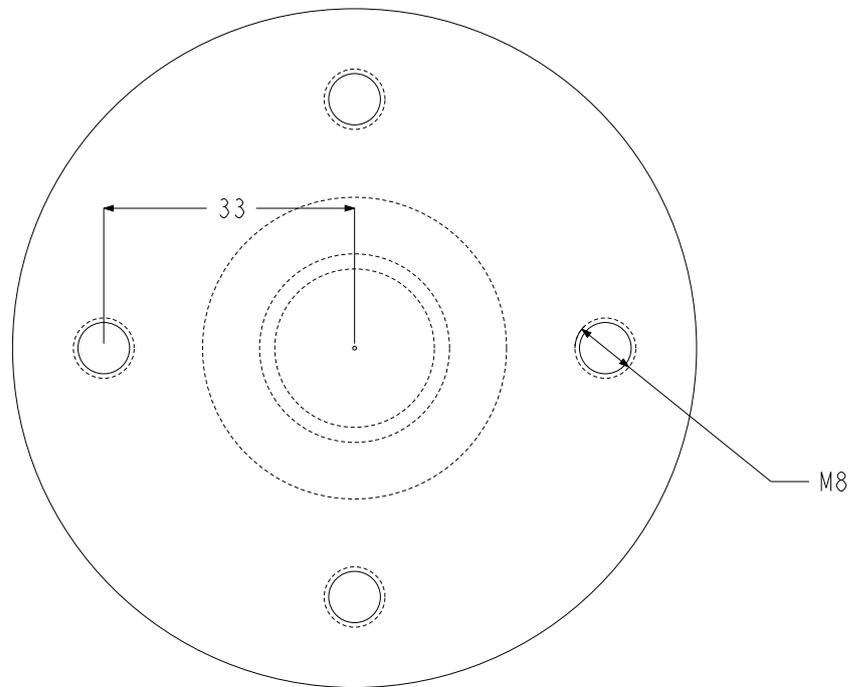
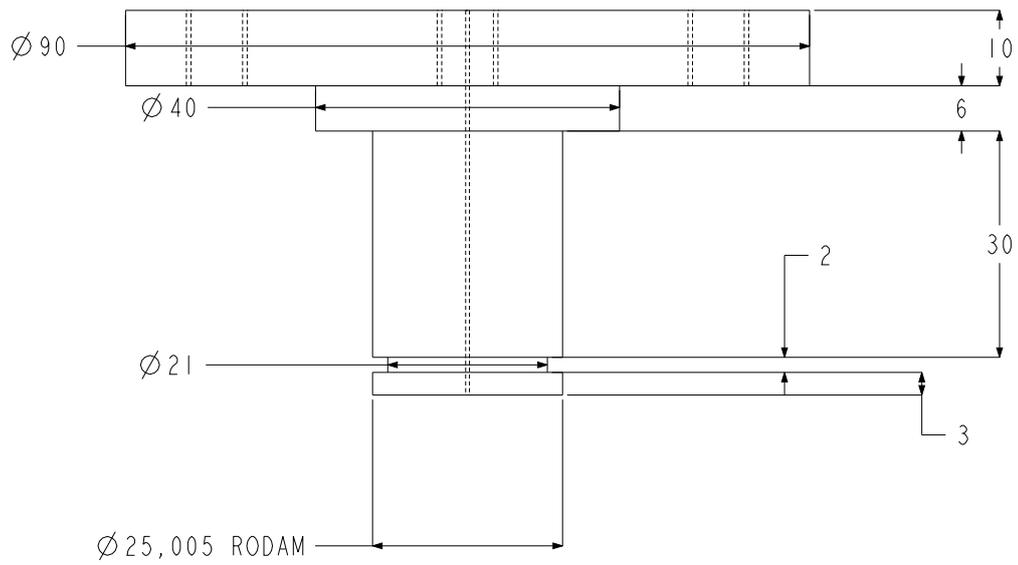
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
		4.3		
Colom Bakery Equipment SL	Sistema boleado	Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	27

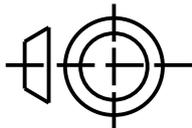


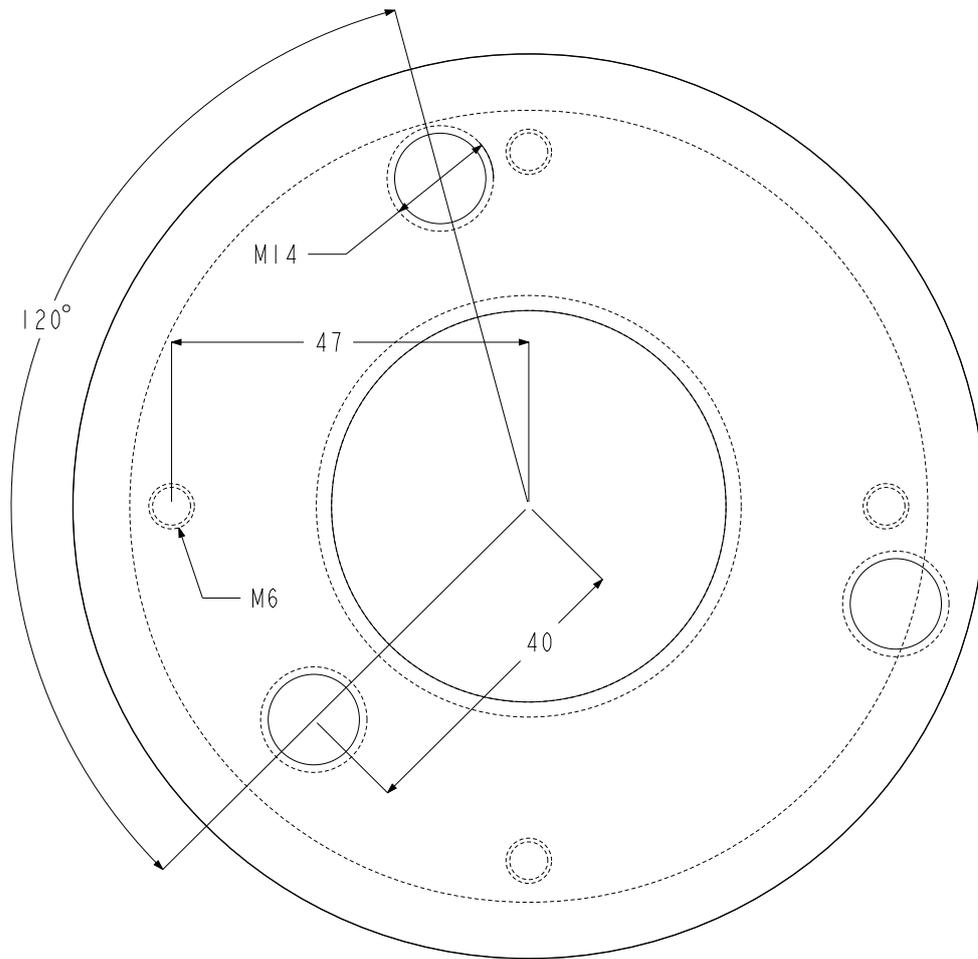
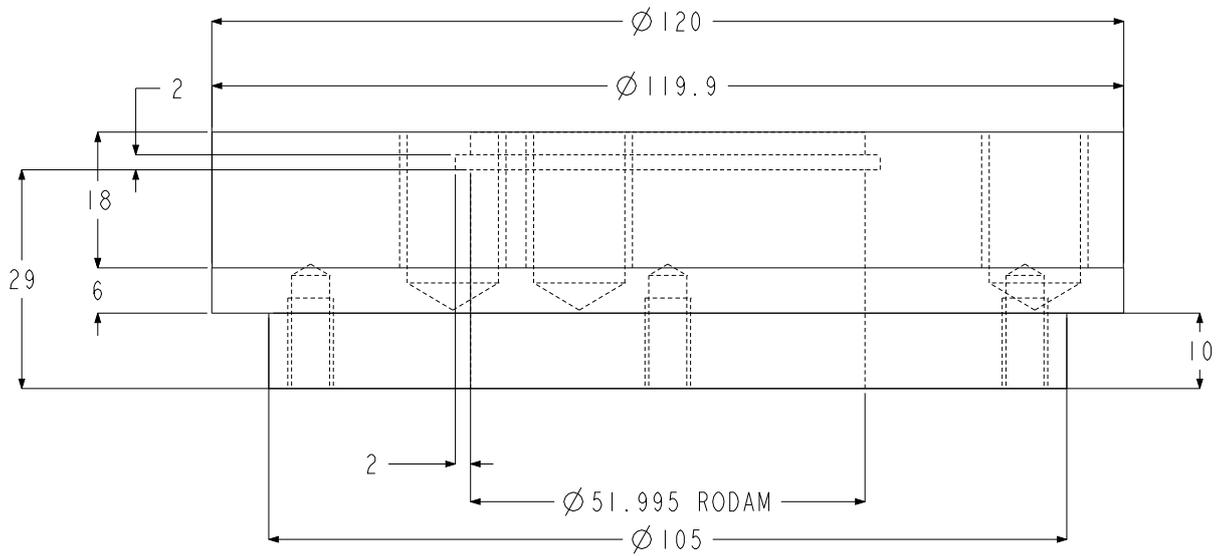
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Colom Bakery Equipment SL	Piño motriz	Número de documento		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	28

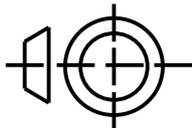


Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Piño conducido	Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	29

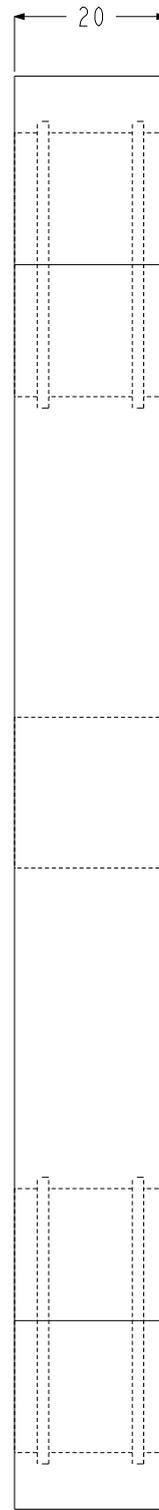
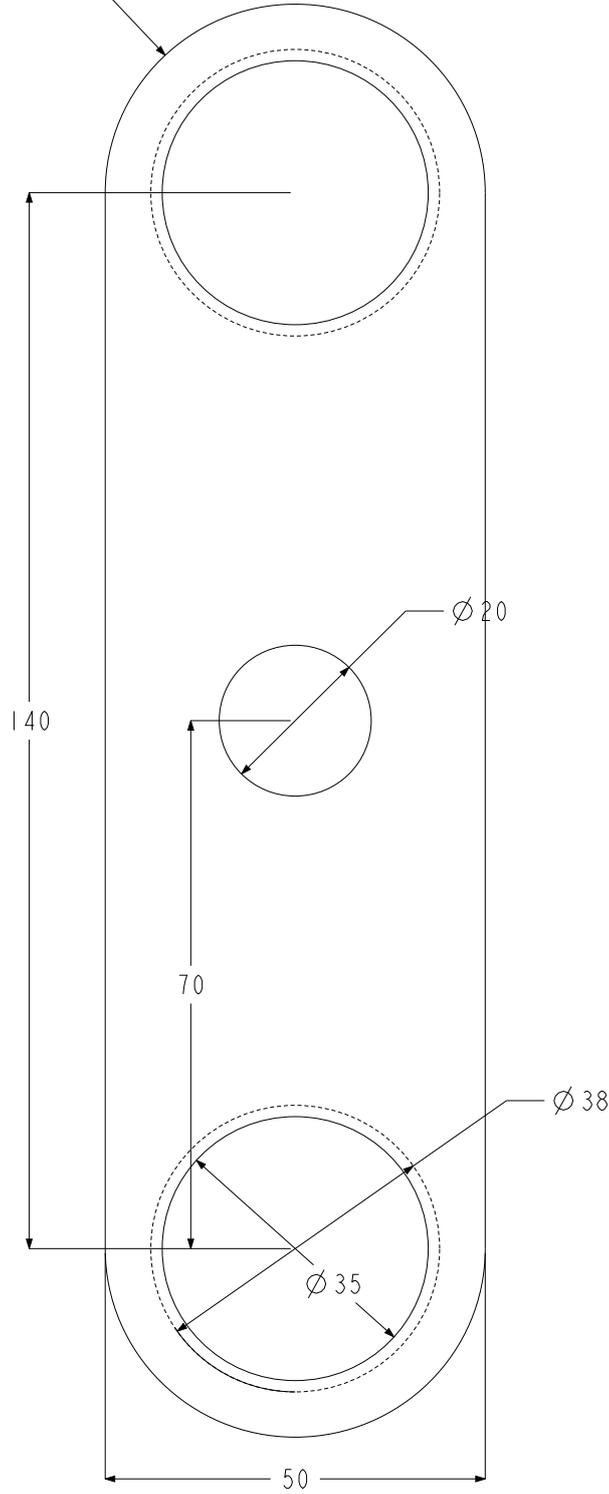


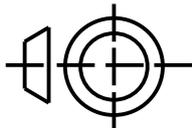
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Buje piño conducido	4.3.3		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	30

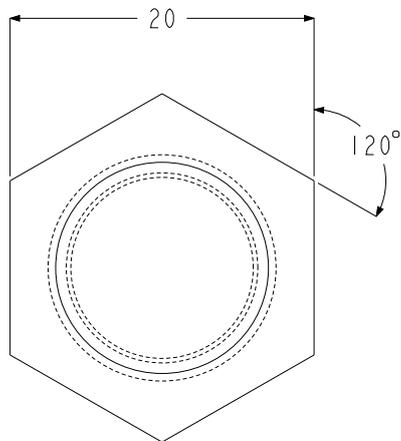
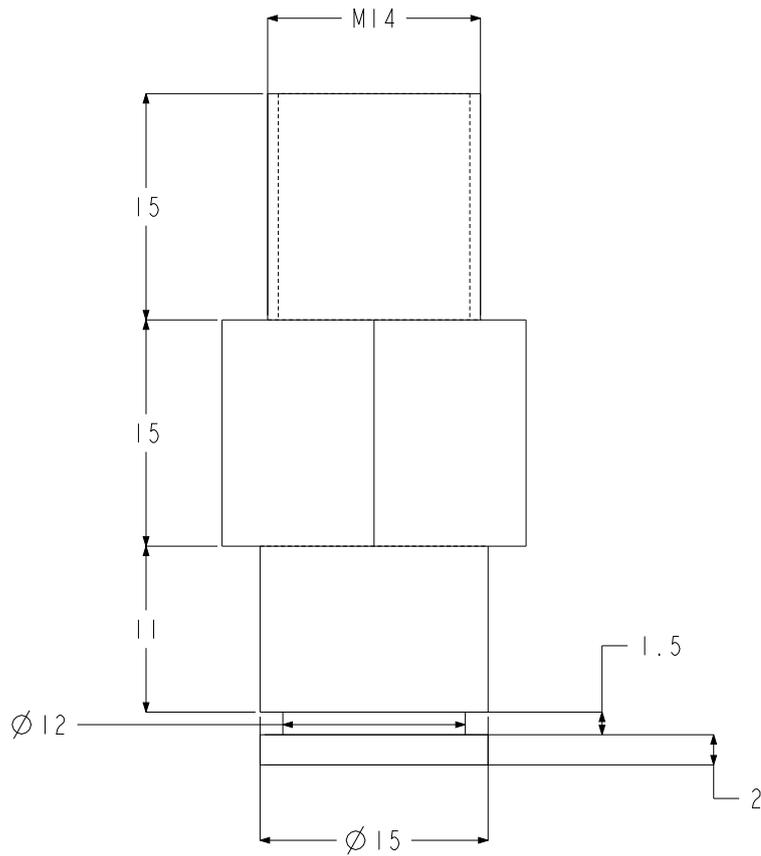


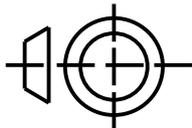
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Coqueta excéntrica	4.3.4		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	31

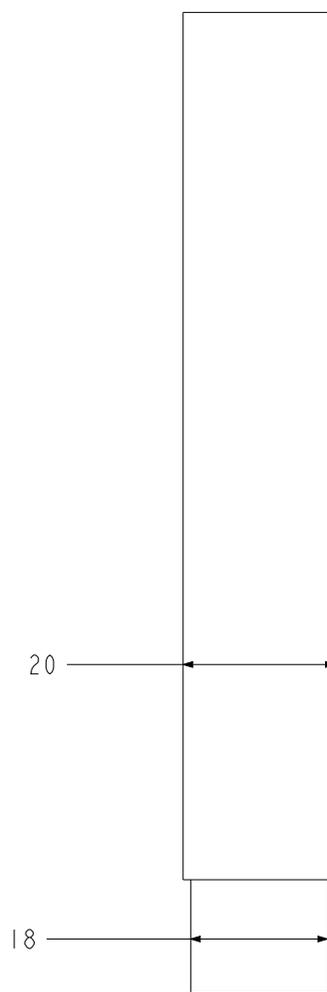
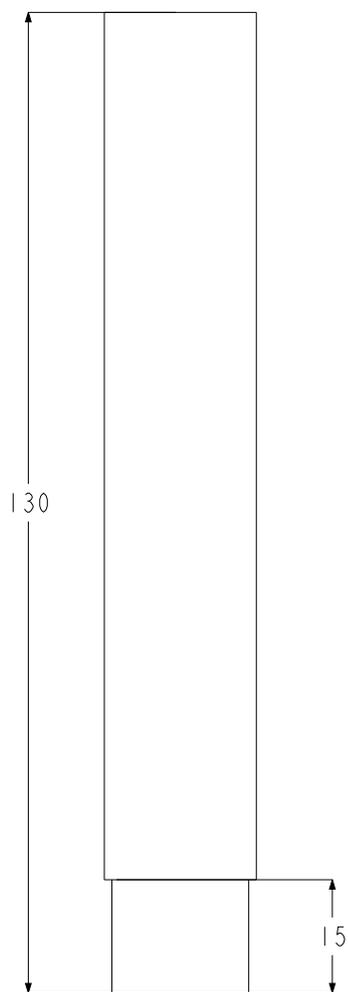
R25

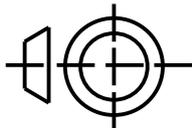


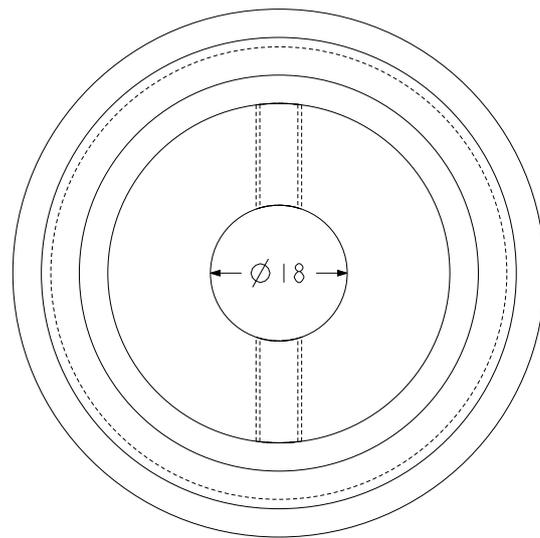
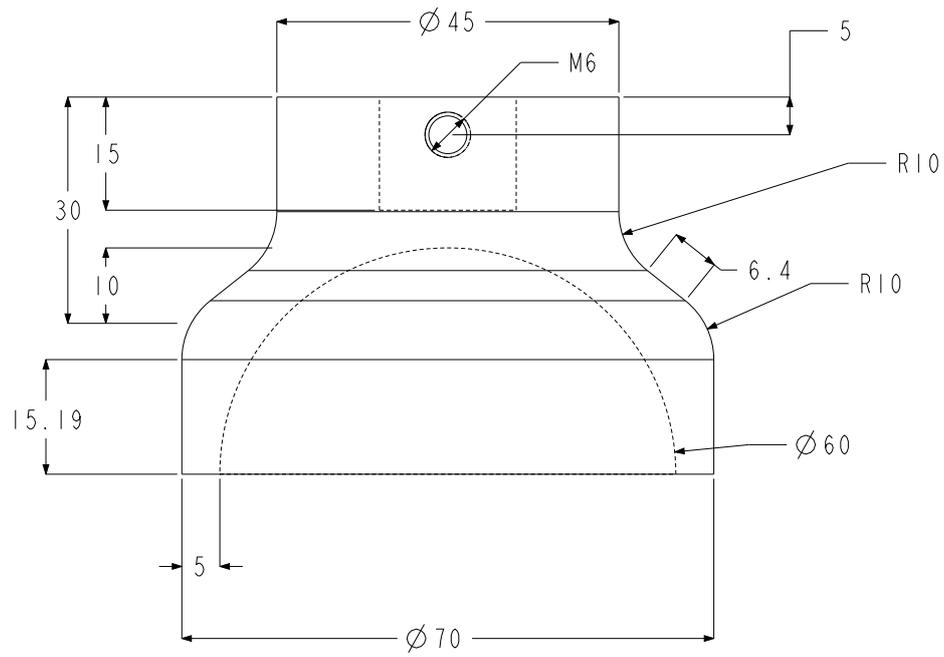
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Biela unión	4.3.5		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	32

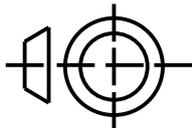


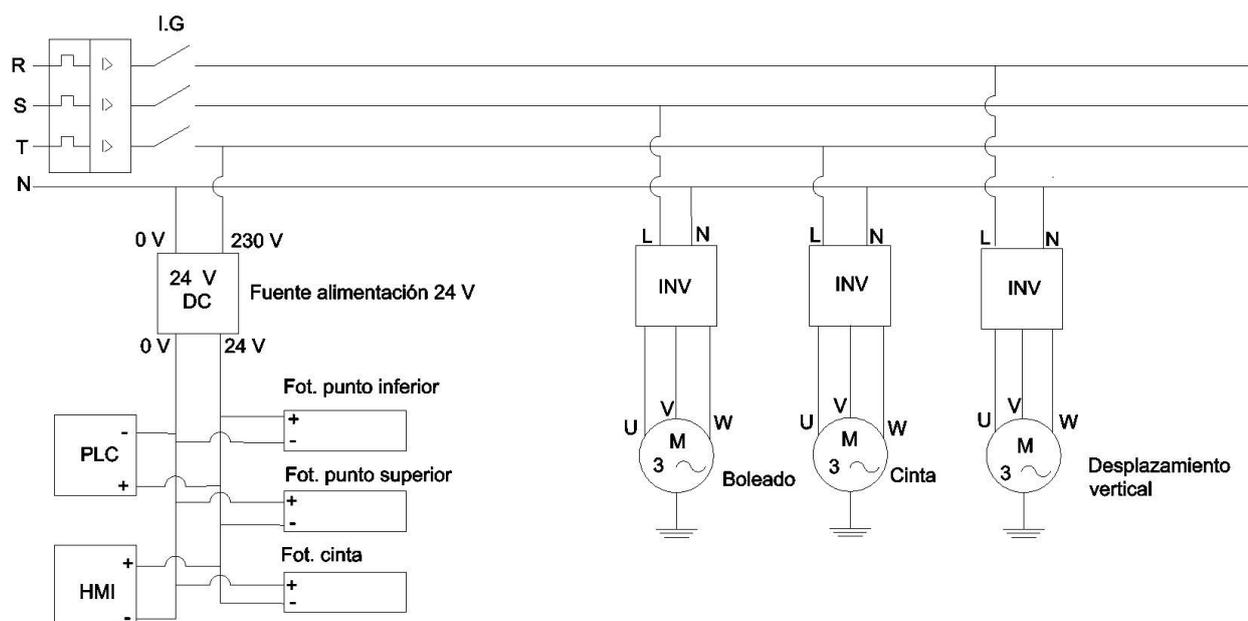
Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	2:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Buje biela unión	4.3.6		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	33



Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Acero inox 430	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Eje copa boleadora	4.3.7		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	34



Material	Unidad dimensional	Escala	Modelo de representación	
Silicona	mm	1:1		
Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado	
Marc Colom Rubio	Dibujo de diseño	A4	Editado	
Propietario legal	Título del documento	Número de documento		
Colom Bakery Equipment SL	Copa boleadora	4.3.8		
		Fecha de edición	Idioma	Hoja
		12/10/2023	ES	35



Creado por	Tipo de documento	Formato	Estado
Marc Colom Rubio	Esquema eléctrico	A4	Editado
Propietario legal	Título del documento	Número de documento	
Colom Bakery Equipment SL	Esquema de potencia	Fecha de edición	Idioma
		12/10/2023	ES
		Hoja	36