



UNIVERSITAT
JAUME I

UNIVERSITAT JAUME I

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA I CIÈNCIES

EXPERIMENTALS

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍAS

INDUSTRIALES

DISEÑO Y AUTOMATIZACIÓN DE UNA LÍNEA DE MONTAJE DE PUERTAS BLOCK

TRABAJO FIN DE GRADO

AUTOR/A

David Medall Martos

DIRECTOR/A

Ignacio Peñarrocha Alós

Castellón, Septiembre de 2018

A mi familia y amigos por apoyarme durante los duros meses de trabajo.

A Nacho por confiar en mí en todo momento y ayudarme en todas las fases del proyecto.

A Sandra por ser mi apoyo incondicional y animarme siempre a seguir adelante.

A Carpintería Medall por darme la oportunidad de trabajar en el proyecto y desarrollarme como ingeniero.

ÍNDICE

MEMORIA	7
ANEXOS A LA MEMORIA	61
ANEXO I: DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA	65
ANEXO II: CALCULOS	75
ANEXO III: ESTUDIO ECONÓMICO	85
ANEXO IV: CÓDIGO DE LA MONITORIZACIÓN	93
PLANOS	107
PLIEGO DE CONDICIONES	123
MEDICIONES	139
PRESUPUESTO	145

MEMORIA

ÍNDICE MEMORIA

1. Objeto	11
2. Alcance	12
3. Antecedentes	13
4. Normas y referencias	15
4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas	15
4.2 Programas de cálculo	16
4.3 Bibliografía	16
5. Definiciones y abreviaturas	16
6. Requisitos de diseño	18
7. Análisis de soluciones	19
7.1 Introducción de las hojas	19
7.1.1 Manualmente	19
7.1.2 Cargador Monocolumna	20
7.1.3 Robot	20
7.1.4 Solución adoptada	21
7.2 Colocación de herrajes	22
7.2.1 Transfer sin rotación	22
7.2.2 Transfer con rotación	23
7.2.3 Transfer con colocación de herrajes automática	24
7.2.4 Solución adoptada	24
7.3 Banco de montaje	25
7.3.1 Manualmente	25
7.3.2 Banco de montaje	26
7.3.3 Solución adoptada	26
7.4 Flejado	27
7.4.1 Flejado manual	27
7.4.2 Flejadora semiautomática	28
7.4.3 Flejadora automática	29
7.4.4 Solución adoptada	30
7.5 Descarga y apilado de puertas	30
7.5.1 Manualmente	30
7.5.2 Apilador Monocolumna	31
7.5.3 Robot	32
7.5.4 Solución adoptada	32
7.6 Línea adicional de embalaje de hojas	33
7.7 Inclusión de una embaladora orbital	34
8. Resultados finales	35

8.1 Cargador automático	39
8.2 Transfer para colocar pernos y cerradura	39
8.3 Cinta transportadora	41
8.4 Banco de montaje	42
8.5 Cinta transportadora con guías	42
8.6 Flejadora automática	44
8.7 Cinta transportadora	45
8.8 Apilador automático	46
8.9. Distribución en planta	46
8.10 Automatización	50
9. Planificación	54
10. Conclusiones y trabajo futuro	57
10.1. Conclusiones	57
10.2. Trabajo futuro	58

1. Objeto

El objetivo del presente proyecto es el diseño y monitorizar de una línea de montaje de puertas block. El proyecto se dividirá en tres partes principalmente: la elección de la maquinaria adecuada, diseño de la línea y distribución en planta y programación de un sistema de monitorización de la línea.

El presente proyecto nace de la necesidad de automatizar un proceso que hasta ahora se realizaba de forma manual, costosa y lenta, y que suponía un riesgo para la seguridad de los trabajadores. Con su automatización se conseguirá aumentar la producción, ahorrar costes de personal, reducir los tiempos de producción y mejorar la seguridad de los trabajadores.

2. Alcance

Carpintería Medall es una empresa con un reducido número de empleados, por lo que es de máxima prioridad garantizar el buen funcionamiento de los equipos y mejorar su eficiencia.

El presente proyecto tratará de transformar un proceso realizado de forma manual en uno automatizado, haciéndolo más seguro y mejorando su capacidad de producción. El proceso en cuestión es la fabricación de puertas block. Se realizará el diseño de la línea eligiendo cada una de las máquinas y se implementará, además, un sistema de monitorización.

El proyecto planteado es aplicable, con sus correspondientes modificaciones, a otros procesos dentro de la industria del sector de la madera.

3. Antecedentes

La instalación que va a ser objeto de estudio se encuentra ubicada en la nave industrial de Carpintería Medall 2, situada en Avenida Hermanos Bou, zh94 en Castellón de la Plana.



Imagen 1: Situación en planta de Carpintería Medall

La fábrica cuenta con una superficie útil de más de 7000 m² y con un total de 20 personas trabajando entre oficinas, operarios de planta e ingenieros.

Carpintería Medall se funda en el 1963 por Aurelio Medall en la ciudad de Castellón de la Plana, Castellón. A lo largo de los años, el grupo ha logrado una amplia experiencia gracias a la labor desarrollada día a día y el estilo propio, lo que les ha conseguido una cartera de clientes entre la que se hallan las más importantes empresas constructoras de la Comunidad Valenciana.

La labor que desempeña la empresa se divide principalmente en tres ámbitos:

- Colaboración con la Dirección facultativa en proyectos, sobre planos o realizando presupuestos personalizados.
- Fabricación y acabados de puertas, armarios, zaguanes y elementos de decoración.
- Montaje y verificación de sus productos en cada proyecto, vivienda y obra.

Una de las tareas principales de Carpintería Medall es la fabricación de puertas block, el producto que es de interés en el presente proyecto, por lo que a continuación se expondrá brevemente el proceso de fabricación actual de estas (Se incluirá más información sobre los materiales base necesarios y su proceso de manufacturación en el *Anexo 1: Documentación de partida*).

Actualmente el proceso de producción de puertas block se realiza de manera manual. El procedimiento necesita un mínimo de dos trabajadores. La materia prima consistirá en hojas de puerta ya tratadas por los demás equipos de la fábrica y con los agujeros para los herrajes realizados, además de los marcos laterales y superior de la puerta.

Los operarios sitúan la hoja de la puerta en un banco elevado de forma manual. Una vez en posición, se instala el marco de la puerta por medio de grapas en la parte superior. Para evitar la separación de este de la hoja, al solo estar sujeto por arriba, se coloca un tornillo a la altura del pomo además de atornillar varios topes en la parte inferior.

Actualmente en el proceso de fabricación no interviene ninguna maquinaria automática. Los únicos equipos presentes durante la producción serían:

- Carretilla elevadora
- Grapadora industrial
- Banco de trabajo

Cuando todo este proceso se ha completado, la puerta se baja del banco de forma manual y se sitúa encima de un pallet, para su posterior retirada mediante una carretilla elevadora que llevará el producto acabado a su embalaje.

4. Normas y referencias

4.1 Disposiciones legales y normas aplicadas

- ❑ **Norma UNE 1027:** Dibujos. Plegado para archivadores A4.
- ❑ **Norma UNE 1032:** Dibujos técnicos. Principios generales de representación.
- ❑ **Norma UNE 157001:** Criterios generales para la elaboración formal de los documentos que constituyen un proyecto técnico, junio 2014.
- ❑ **Norma UNE 82100:** Magnitudes y unidades. Parte 0: Principios generales.
- ❑ **Norma UNE EN-292-1:** Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos, principios generales para el diseño. Parte 1: Terminología básica. Metodología.
- ❑ **Norma UNE EN 292-2:** Seguridad de las máquinas. Conceptos básicos. Principios generales para el diseño. Parte 2: Principios y especificaciones técnicas.
- ❑ **Norma UNE EN 294:** Seguridad de las máquinas. Distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas de peligrosidad con los miembros superiores.
- ❑ **Norma UNE EN 349:** Seguridad de las máquinas. Distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano.
- ❑ **Norma UNE EN 418:** Seguridad de las máquinas. Equipo de parada de emergencia, aspectos funcionales. Principios para el diseño.
- ❑ **Norma UNE EN 50081-2:** Compatibilidad electromagnética. Norma genérica de emisión. Parte 2: entorno industrial.
- ❑ **Norma UNE EN 50082-2:** Compatibilidad electromagnética. Norma genérica de inmunidad. Parte 2: Entorno industrial.
- ❑ **Norma UNE EN 60204/01:** Seguridad de las máquinas. Equipo eléctrico de las máquinas. Parte 1: Requisitos generales.
- ❑ **Norma UNE EN 616:** Marcado de los bornes y tomas de los transformadores de potencia.
- ❑ **Norma UNE EN 619:** Equipos y sistemas de manutención continua. Requisitos de seguridad y de CEM para los equipos mecánicos de manutención de cargas aisladas.
- ❑ **Norma UNE EN 620:** Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV.

- ❑ **Norma UNE EN ISO 5455:** Dibujos Técnicos. Escalas.
- ❑ **Norma UNE EN ISO 5457:** Documentación técnica de producto. Formatos y presentación de los elementos gráficos de las hojas de dibujo.

4.2 Programas de cálculo

- ❑ **Google Drive:** Documentos, Hojas de cálculo y Presentaciones.
- ❑ Microsoft Office Word
- ❑ **AutoCAD 2019:** Utilizado para la realización de dibujos, esquemas y planos del proyecto.
- ❑ **Gantt Project 2.8.9:** Se ha usado para la planificación del proyecto y la realización de los diagramas de Gantt y Pert.
- ❑ **CODESYS V3.5 SP9 Patch 8:** Para la programación de la monitorización de la línea.

4.3 Bibliografía

- ❑ Catálogo y manual de instrucciones de Reisopack para la máquina flejadora.
- ❑ Catálogo y manual de utilización y mantenimiento de Folch Famayco para el diseño y selección de componentes de la línea de block.
- ❑ Apuntes de Automatización Industrial.
- ❑ Apuntes de Proyectos de Ingeniería.
- ❑ Apuntes de Dibujo Técnico
- ❑ Apuntes de Tecnología del Medio Ambiente y Seguridad Industrial.
- ❑ Wikipedia.
- ❑ Diccionario de arquitectura y construcción (Definiciones y traducciones).

5. Definiciones y abreviaturas

- ❑ **Marco de puerta (cerco):** Parte del conjunto de puerta ensamblado que soporta la hoja. Puede fijarse al premarco (si lo hay) o a la obra directamente.
- ❑ **Premarco (precerco):** Conjunto de elementos, normalmente de madera, situados en una posición intermedia entre la obra y el marco. Facilita el montaje y desmontaje del conjunto de puerta, evitando posibles daños a la obra.
- ❑ **Dintel:** Travesaño superior del marco.
- ❑ **Jamba:** Elemento vertical de un marco.
- ❑ **Galce:** Moldura añadida al premarco o rebaje practicado en el perfil del cerco que tiene la función de recibir y servir de tope a la hoja de la puerta.
- ❑ **Hoja de puerta:** Parte móvil de la puerta.
- ❑ **Hueco de la hoja:** Espacio donde se aloja la hoja.
- ❑ **Luz libre de la puerta:** Espacio útil de paso en anchura y altura que vendrá determinado por el cerco.
- ❑ **Tapajuntas:** Elementos lisos o moldurados cuyo objetivo es cubrir la unión entre la carpintería y la obra.
- ❑ **Herrajes:** Piezas que facilitan el movimiento (bisagras, pernios, goznes) y el cierre (cerraduras).
- ❑ **Resbalón:** Pestillo que tienen algunas cerraduras y que queda encajado en el cerradero por la presión de un resorte.
- ❑ **Petacas y bulones:** piezas cilíndricas o rectangulares que refuerzan la resistencia del resbalón. Cuando son rectangulares se llaman petacas. Si son cilíndricas, son bulones.

6. Requisitos de diseño

En la elaboración del presente proyecto se tendrán en cuenta una serie de requisitos que se aplicarán sobre todas las partes del mismo. A continuación, se expondrán los más relevantes:

- ❑ **Requisitos de producción:** Se requiere que el proyecto mejore la producción considerablemente, pudiendo producir una cantidad mucho más elevada de producto diariamente. Además, el producto acabado debe quedar listo para su y embalaje y almacenamiento una vez salga de la línea.
- ❑ **Requisitos económicos:** Se requiere que la solución final elegida no tenga un coste total superior a 200.000 € y que el periodo de amortización sea menor a 2 años.
- ❑ **Requisitos de seguridad y medio ambiente:** Todas las normas de seguridad y medio ambiente implementadas en la empresa deberán ser cumplidas durante la realización del proyecto.
- ❑ **Requisitos emplazamiento:** La solución aportada deberá poder ser implementada en el espacio detallado en el *Plano 2* sin exceder sus límites ni obstruir ninguna vía de paso.
- ❑ **Requisitos de mantenimiento y fiabilidad:** Se requiere minimizar el número de intervenciones de los operarios durante el proceso, para así reducir las posibilidades de accidente laboral.
- ❑ **Requisitos legales:** El proyecto debe cumplir con todas las normativas internas de la empresa y del código legal al que esta se adhiere.
- ❑ **Requisitos específicos:** La potencia instalada deberá ser menor que 150 kW para que con la potencia contratada actualmente en la empresa sea posible la implementación de la línea. Actualmente hay una potencia contratada de 240 kW y están en uso unos 90 kW, en un día de producción normal.

7. Análisis de soluciones

En este apartado se explicarán las diferentes opciones discutidas durante el diseño de la línea y se expondrán las ventajas e inconvenientes de cada una.

Cada apartado se corresponde con una etapa de la producción de puertas block expuestas en el *Anexo 1: Documentación de partida*. Adicionalmente, se realizará un análisis con el método multi-criterio para decidir la solución óptima que se añadirá en el *Anexo II: Cálculos*.

7.1 Introducción de las hojas

En el siguiente apartado se discutirá el primer paso de la producción: la introducción del material base (hojas de puerta) en la línea de producción para su procesado.

7.1.1 Manualmente

La primera opción contemplada consiste en mantener el método actual, es decir, la introducción manual de puertas por medio de dos operarios. Los operarios deberían retirar el cartón de separación de las hojas y levantarla manualmente hasta colocarla centrada en la cinta.

Las principales ventajas de esta opción serán:

- El procedimiento es conocido, ya que es el actual y no supondría un periodo de aprendizaje para el personal responsable.
- El coste es nulo, ya que no incluye ninguna maquinaria adicional a la situación actual.

Los inconvenientes que conlleva son los siguientes:

- No se resuelve la problemática de la seguridad de los operadores
- El proceso es menos preciso, ya que depende del factor humano
- Un mínimo de dos operarios debe estar introduciendo hojas constantemente.

7.1.2 Cargador Monocolumna

Esta opción consistirá en situar, adyacente al transfer cargador, una monocolumna cargadora. Consistirá en un pilar que sostiene un brazo mecánico que realiza automáticamente la introducción de la hoja en la línea. Además, se configurará para que retire el cartón separador entre puertas. Esta configuración se realizará cuando la máquina se ponga en funcionamiento y en caso de parada de emergencia o pérdida de tensión.



Imagen 2: Cargador monocolumna

El cargador monocolumna tiene varios atributos favorables:

- La máquina sólo requiere una supervisión inicial durante la calibración. Puede trabajar autónomamente después de esta.
- Se minimiza el riesgo de accidentes durante la primera fase de producción.
- La velocidad de carga es más elevada que en 8.1.1.

Pero conlleva unas desventajas que se nombran a continuación:

- El coste es más elevado, ya que requiere la inclusión de la Monocolumna.
- Se necesitará mantenimiento periódicamente de la maquinaria.
- La calibración del equipo impide empezar a producir inmediatamente.

7.1.3 Robot cargador

La última opción considerada para la carga de las hojas en línea es un robot industrial (concretamente un brazo robótico industrial) que cargaría las puertas desde la pila adyacente en la cinta tras una previa programación.

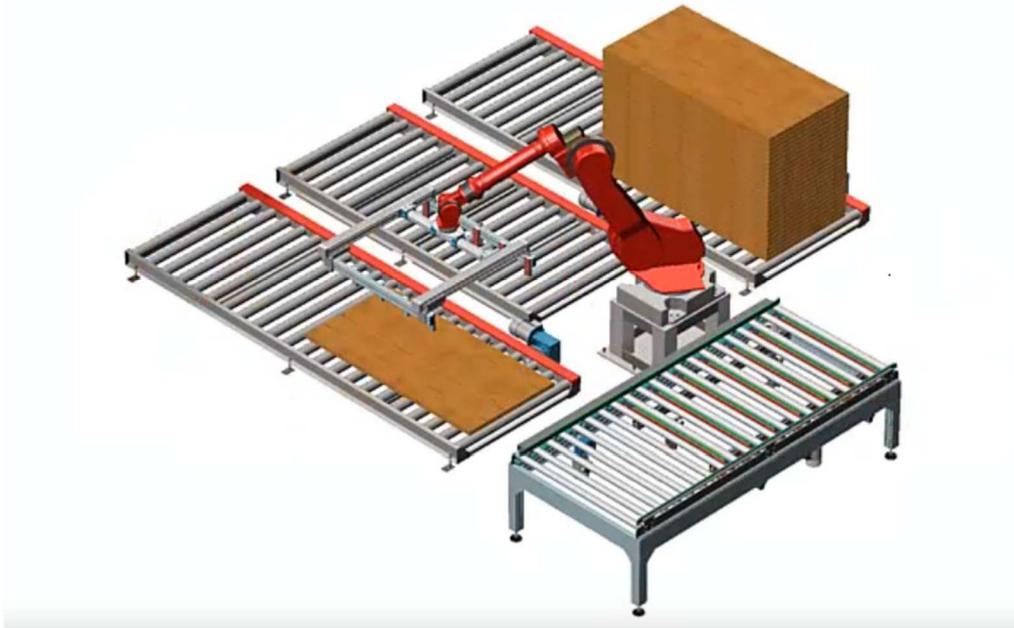


Imagen 3: Robot cargador industria

Los pros de este tipo de instalación son muy evidentes:

- Alta velocidad de cargado de hojas, más elevada que el cargador monocolumna
- Opción de mayor precisión y fiabilidad a la hora de coger el material.

Aun así, conlleva varios contras considerables:

- Alto consumo energético respecto a las otras opciones
- Requiere una gran inversión inicial.

7.1.4 Solución adoptada

Teniendo en cuenta las necesidades de producción se descarta la opción de cargar las puertas de forma manual, ya que el número de operarios necesarios sería el mismo, no mejoramos su seguridad ni la producción de puertas block.

La opción más rápida y eficientes sería el robot, pero el principal inconveniente de este es la gran inversión que supondría.

Por ello, la opción que mejor se adapta a nuestras necesidades será el cargador monocolumna. Mediante este, cumplimos los requisitos de reducir el personal implicado, aumentamos la velocidad de producción considerablemente respecto a la situación inicial y es económicamente viable para el presupuesto del que se dispone.

7.2 Colocación de herrajes

En este apartado se discutirán las diferentes opciones disponibles a la hora de realizar la instalación de los herrajes de la puerta. Estos, serán el primer proceso que se lleve a cabo a la hoja de puerta justo después de su entrada en la línea. Esta se realizará encima de un transfer o cinta transportadora y podrá ser realizada de los siguientes modos:

7.2.1 Transfer sin rotación

La primera opción será la inclusión de un transfer justo después del transfer cargador, sobre el cual dos operarios instalarán los diferentes herrajes de la puerta block. El transfer recogerá la puerta, realizará una parada para que los operarios realicen su función y mediante una señal de estos (un botón de reactivación, por ejemplo) la puerta seguirá su curso y el proceso se iniciará de nuevo.

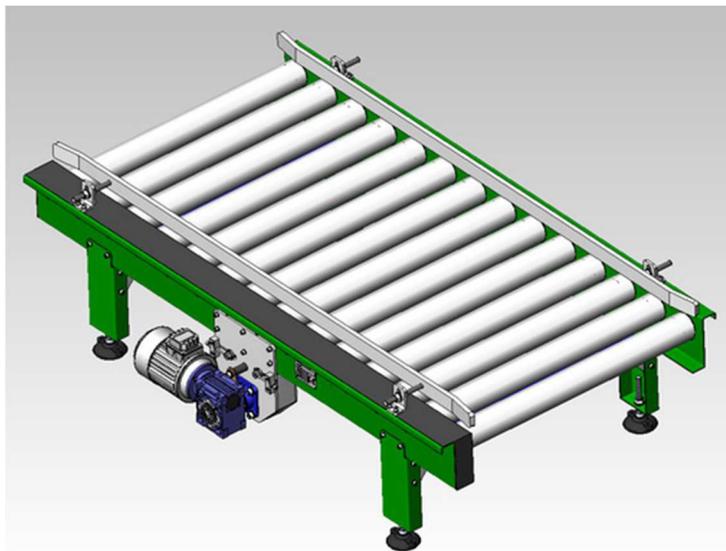


Imagen 4: Transfer de rodillos motorizados

Este método tiene una serie de ventajas, que se listan a continuación:

- No se necesita un transfer específico, tan solo con uno habitual con una función de parada y vuelta a funcionamiento.
- Los operarios realizan el trabajo de forma similar a la actual por lo que ya estaría habituados.

Aun así, también cuenta con ciertos inconvenientes:

- Se necesitan dos operarios, igual que en la situación inicial.
- La parada y puesta en funcionamiento dependería de la velocidad de los operarios, y por tanto también la producción, igual que inicialmente.
- La precisión del proceso dependerá de la habilidad de los operarios.

7.2.2 Transfer con rotación

Otra opción será instalar un transfer que permita la rotación de la hoja de puerta, lo que permitirá que un solo operario pueda realizar toda la operación.

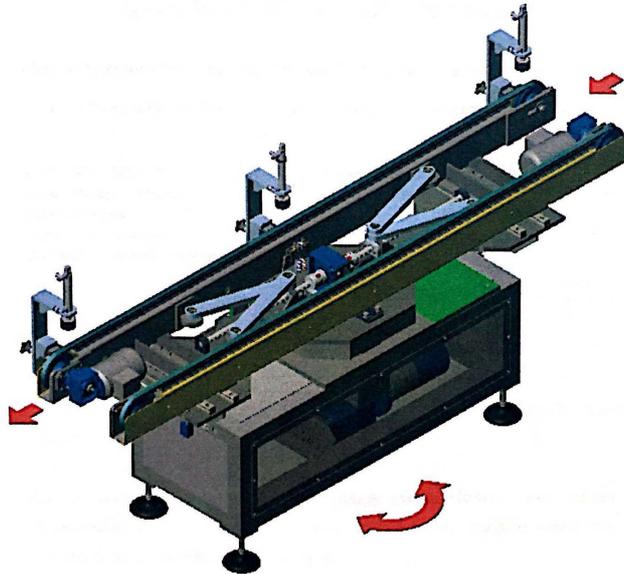


Imagen 5: Transfer de rotación

Este método nos proporciona varias ventajas:

- Un solo operario puede realizar todo el proceso.
- El proceso es similar al inicial, por lo que no hace falta un periodo de entrenamiento previo.

Los inconvenientes de esta opción serán:

- La precisión sigue siendo en función del factor humano.
- La inversión es más elevada ya que se necesita un transfer que rote la hoja.

7.2.3 Transfer con colocación de herrajes automática

La última opción a tener en cuenta sería instalar una máquina atornilladora de herrajes a las puertas automática. Previamente programada, esta realizaría la inserción de los pernios, cerradura y manilla de manera automática sin la intervención de ningún operario.



Imagen 6: Máquina insertadora/atornilladora de herrajes en las puertas

Las ventajas de esta instalación serán:

- No necesita ningún operario si está previamente programada.
- El proceso es más preciso que en los casos anteriores.

Los inconvenientes de esta opción serán:

- El coste es mucho más elevado.
- La potencia total de la instalación será superior.

7.2.4 Solución adoptada

Teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de todas las opciones discutidas, finalmente se decide que la instalación contará con un transfer de rotación.

El transfer sin rotación obliga a tener dos operarios constantemente instalando los herrajes de la puerta, lo que nos devuelve a la situación inicial. En contraposición, el transfer automático no necesita operarios para su funcionamiento, pero su elevado coste y consumo eléctrico son un hándicap más relevante.

Por todo esto, observamos que el transfer de rotación al no requerir una inversión tan elevada y sólo requerir la intervención de un operario, mejorando así considerablemente la velocidad de producción de la instalación original y siendo un coste asequible.

7.3 Banco de montaje

A continuación, se decidirá qué tipo de maquinaria incluir en el proceso de unión del marco con la hoja de la puerta con los herrajes instalados. Al salir de este proceso, el producto se considerará ya una puerta block y se dirigirá a su flejado y posterior apilamiento.

7.3.1 Manualmente

Esta opción consistiría en mantener el procedimiento inicial, pero en vez de realizarlo sobre un banco de trabajo, hacerlo encima de un transfer de rodillos. El proceso sería idéntico al descrito en el apartado 3. *Antecedentes*.



Imagen 7: Banco de montaje con cinta transportadora

Este método, muy similar al inicial, tiene varias ventajas:

- Reducido coste al ser una instalación simple.
- Consumo eléctrico mínimo.

Pero también tiene varios aspectos negativos:

- Necesidad de dos operarios para realizar el montaje.
- Las condiciones de seguridad para los trabajadores serían las mismas que en la situación inicial.
- Baja velocidad de producción.

7.3.2 Banco de montaje

La alternativa sería un banco de montaje con un sistema que elevará la puerta para facilitar su montaje. Este consistiría en un transfer motorizado que, al recibir la puerta activaría unos topes de goma que elevarían la puerta una cierta altura (indicada por el operario).



Imagen 8: Banco de montaje con topes de goma

Esta segunda opción conlleva unas ventajas significativas respecto la instalación anterior:

- Mejora de la velocidad de producción.
- Mayor seguridad para los operarios, al no tener que levantar manualmente la puerta.
- Un solo operario puede realizar todo el montaje.

Aun así, también tiene una serie de perjuicios a tener en cuenta:

- Mayor consumo eléctrico que la otra opción.
- Precio de la maquinaria más elevado.

7.3.3 Solución adoptada

Tras analizar las dos opciones planteadas, se llega a la conclusión de que la máquina más óptima para realizar este proceso será el banco de montaje con topes de goma.

Esto se debe a que, pese a tener un coste más elevado y consumir más potencia eléctrica, estos factores no son significativos respecto al incremento de la producción obtenido y la mayor seguridad del equipo.

7.4 Flejado

A continuación, se expondrán las diferentes opciones disponibles a la hora de realizar el flejado de la puerta block. Este proceso es el último que se realiza previo al apilamiento.

7.4.1 Flejado manual

La primera opción, sería realizar de la misma forma que se realiza actualmente. Se utiliza una flejadora manual eléctrica para el flejado de la puerta block. Se colocaría la cinta alrededor de la puerta y mediante la flejadora manual se tensaría. Este proceso se repetiría tres veces para cada unidad de puerta block producida.



Imagen 9: Flejadora manual eléctrica

Las ventajas que nos ofrece esta opción serán:

- Precio significativamente bajo respecto las otras opciones.
- Posibilidad de adquisición de varios equipos de reserva.
- Consumo eléctrico nulo (batería).

Aun así, lleva consigo una serie de inconvenientes:

- El proceso es mucho más lento.
- La precisión no está garantizada ya que depende enteramente del factor humano.
- Proceso complicado para el operario (colocación de la cinta por debajo de la puerta).

7.4.2 Flejadora semiautomática

En este caso, la máquina consiste en un banco de montaje con una ranura transversal. La puerta se coloca en el banco y un operario coge la punta de la cinta y la introduce, rodeando la puerta, en el otro extremo de la ranura. En ese momento, la máquina tensa la cinta y fleja la puerta. El proceso se repetirá otras dos veces más para cada puerta.



Imagen 10: Flejadora semiautomática

Las ventajas que nos ofrece esta maquinaria se listan a continuación:

- Velocidad de flejado superior a la forma manual.
- Proceso más cómodo.

Los inconvenientes que conlleva son:

- Precisión y calidad del flejado siguen dependiendo del factor humano.
- Inversión inicial mayor que la forma manual.

7.4.3 Flejadora automática

La última opción considerada es una máquina flejadora automática. Esta máquina detectará las zonas en las que debe flejar la puerta block y lo realizará de forma totalmente automática. No requerirá de la presencia de ningún operario.

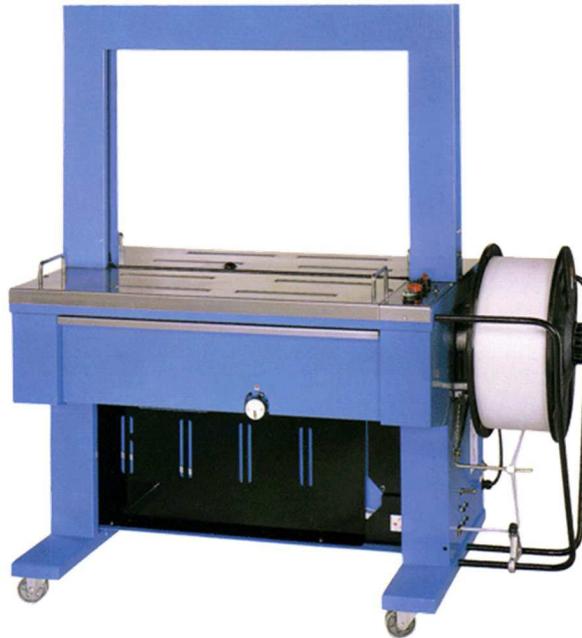


Imagen 11: Flejadora automática

Los puntos fuertes de esta máquina respecto a las demás son:

- Alta velocidad de flejado
- Gran precisión
- No necesita ningún operario a cargo.

Por contra, conlleva unas desventajas:

- Inversión inicial elevada.
- Mayor consumo de potencia que las otras opciones.

7.4.4 Solución adoptada

En este proceso de la línea se ha decidido incorporar la flejadora automática. Esta nos proporciona unas muy buenas velocidad y precisión de flejado, además de no necesitar la presencia de ningún operario.

La opción manual es la más económica y que menor potencia consume, pero el proceso sería muy lento y no mejoramos la seguridad de los trabajadores respecto a la situación actual, por lo que se descartó.

La flejadora semiautomática nos proporciona una buena velocidad de flejado y una precisión aceptable. Aun así, seguimos dependiendo de un operario para realizar el flejado. Además, la diferencia de precio respecto a la automática no es excesiva, por lo que se desestimó esta opción también.

De igual manera que en el 8.1 también estudiaremos la mejor opción para la salida del producto acabado y su apilamiento para la posterior distribución.

7.5 Descarga y apilado de puertas

De igual manera que en el 7.1 *Introducción de las hojas* también estudiaremos la mejor opción para la salida del producto acabado y su apilamiento para la posterior distribución.

7.5.1 Manualmente

La opción más básica sería el retirado de la puerta por medio de dos operarios que la retiraran de la línea una vez finalizados todos los procesos. Posteriormente apilarán las puertas block en un lugar especificado con lugar de recogida de producto acabado. Este sería retirado por una carretilla elevadora para su almacenamiento y posterior distribución.

Las ventajas encontradas en este procedimiento son similares a las del proceso de carga manual:

- Proceso análogo al actual.
- No supondría ningún coste adicional a la instalación actual.

De igual manera, presenta prácticamente los mismos inconvenientes:

- La seguridad de los operadores no mejora respecto a la situación inicial.
- Se necesita un mínimo de dos operarios.
- El proceso de apilamiento es menos preciso debido a el factor humano.

7.5.2 Apilador Monocolumna

En esta opción se incluiría una monocolumna que recogería las puertas block acabadas y las apilaría en un espacio especificado encima de un pallet. El proceso se realizaría hasta que se llegara a una altura determinada de pila de puertas, en cuyo caso dicha pila debería ser retirada para que la máquina siguiera con la producción.



Imagen 12: Apilador monocolumna

Las ventajas más significativas de la inclusión de un apilador monocolumna son:

- Autonomía, después de la calibración inicial.
- Alta velocidad de carga.
- Se mejora la seguridad de los operarios, reduciendo el riesgo de accidentes.

Pero conlleva unos perjuicios que se nombran a continuación:

- Inversión de capital elevada.
- Requiere mantenimiento periódico.
- La calibración del equipo ralentiza la producción.

7.5.3 Robot

De forma análoga que, en la carga de hojas de puerta, en el final de la línea también se considera la opción de la inclusión de un robot industrial para descargar el producto acabado.

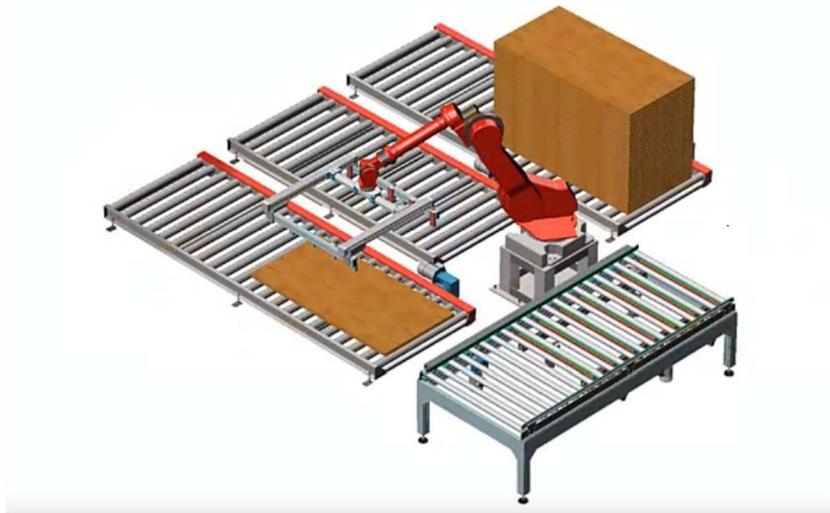


Imagen 13: Robot apilador industrial

Como ventajas, al igual que inicialmente tendremos:

- Elevada velocidad de descarga de producto acabado.
- Mejor precisión y fiabilidad.

Aun así, conlleva varios contras considerables:

- Gran consumo energético.
- El precio es significativamente más elevado que en las otras dos opciones.

7.5.4 Solución adoptada

En esta última fase cobra más importancia la decisión tomada, ya que la precisión es un factor a tener en cuenta. Esto se debe a que estaremos manipulando producto acabado, listo para su embalaje y distribución. La opción manual queda, por tanto, descartada por lo anteriormente comentado además de no ofrecernos ninguna ventaja significativa.

El robot es una muy buena opción en esta última fase del proceso: nos ofrece la precisión requerida y además una gran velocidad de descarga/apilamiento. Pero de la misma forma que en el inicio de la línea, su elevado precio y gran consumo energético hace que no cumpla con los requisitos de diseño establecidos por lo que queda descartada.

Así pues, la opción elegida será el descargador monocolumna, que realizará la función requerida de forma correcta y no nos supondrá un gasto tan elevado.

7.6 Línea adicional de embalaje de hojas

Se barajó también la propuesta de incluir una subdivisión en la línea que realizará el embalaje de hojas de puerta para su distribución directa. Así, con la misma línea tendríamos dos procesos, el de producción de puertas block y el de embalaje de hojas de puerta.

Consistiría en incluir una cinta transportadora de rodillos motorizados adicional entre la máquina para colocar herrajes y el banco de montaje. Esta contaría con un sistema de cintas que elevarían la puerta, pasándola a una cinta adyacente (con las mismas características) que la recogería y continuaría su recorrido hacia una embaladora orbital, lo que nos permitiría producir hojas de puerta embaladas. Después del embalador orbital se situaría un apilador monocolumna (ya que se ha observado que es la opción más adecuada para este proyecto en los puntos 1 y 3) que situaría las hojas de puerta en pallets para su almacenamiento.

Las ventajas que ofrece esa línea adicional serán:

- Posibilidad de obtener dos productos diferentes de una misma línea.
- No se necesitará personal adicional.

La inclusión del embalaje de hojas adicional conlleva unos ciertos contras:

- Inclusión de varias máquinas adicionales, lo que aumenta el coste de la instalación.
- Cambio en la configuración de varias máquinas para cambiar el proceso, lo que ralentizará la producción.

Se desestimó la inclusión de la línea de embalaje adicional, ya que el coste sería excesivamente elevado. Además, la demanda de puertas block es más elevada que la de hojas de puerta, por lo que se concluye que no sería una opción viable. Se añadirá esta proposición a trabajos futuros que realizar, en caso de que las condiciones lo permitan.

7.7 Inclusión de una embaladora orbital

La última opción que se discutirá durante el proceso de diseño será la inclusión de un embalador orbital que se situaría a continuación de la flejadora, antes de la descarga del producto final. Este cubrirá la puerta con film estirable, para que nuestro producto acabado se halle protegido contra posible suciedad y las inclemencias del tiempo, en caso de ser almacenado en exterior.

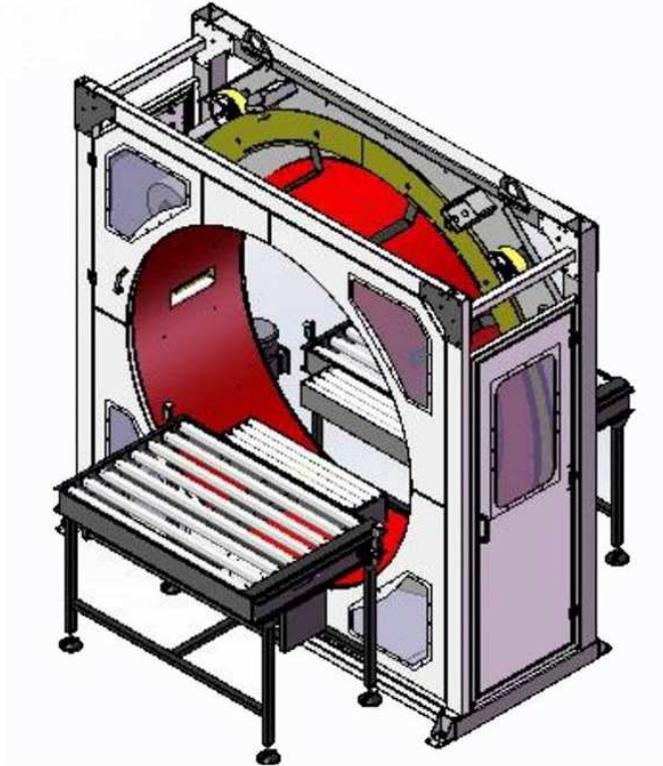


Imagen 14: Embalador orbital

Finalmente se desestimó esta propuesta. Las puertas block se suelen pedir en grandes cantidades, normalmente para proyectos de viviendas, edificios comerciales... por lo que el embalaje individual no era una opción rentable.

En vez de eso, una vez apiladas a la salida de la línea, las puertas se transportarán con una carretilla elevadora hasta un robot de embalaje, que las dispondrá listas para la distribución formando pallets de puertas blocks.

8. Resultados finales

La solución propuesta constará de diferentes equipos conectados entre sí formando una línea de montaje compleja. con una potencia total instalada de 20 kW y un precio de cada máquina incluyendo montaje y puesta en marcha de 180.000 €.



Imagen 15: Línea de block

La línea se dividirá de la siguiente forma:

Fase 1: Introducción de la hoja de puerta

El material base, es decir, las hojas de puerta, se hallarán apiladas adyacentes al inicio de la línea. El cargador monocolumna, posterior a una calibración inicial, cargará las hojas en la línea además de apartar los cartones separadores. Este proceso lo realizará a una velocidad máxima de una puerta por minuto, aunque la velocidad de trabajo dependerá de los operarios que estén trabajando en la línea.

Fase 2: Montaje de los herrajes de la puerta

Una vez introducida en el transfer cargador, la hoja de puerta pasará a un transfer para colocarle los diferentes herrajes (pernios y cerradura). Este transfer será rotatorio, por lo que se realizará el proceso solo con un operario. La puerta se fija una vez está completamente situada encima del transfer. Una vez se le ha instalado los herrajes de un lado, el operario activa mediante un botón la rotación. De la misma forma, cuando haya acabado el trabajo mediante otro botón la pieza seguirá su curso.

Una vez realizado, la hoja de puerta pasará por una cinta transportadora intermedia hasta llegar a la fase 4.

Fase 3: Cinta transportadora

Se trata de una cinta transportadora que moverá las puertas del transfer de colocación de pernios y cerradura a el banco de montaje. Además de realizar esta función, la cinta también servirá como almacén intermedio, hasta que el proceso realizado en la fase 3 llegue a su fin.

Fase 4: Banco de montaje

Con los herrajes ya instalados, la hoja de puerta llegará a el banco de trabajo donde unos topes de goma levantarán la puerta unos centímetros. Inicialmente el operario habrá introducido la altura (distancia A en la *Imagen 16*) a la que se desea situar la puerta para su correcto montaje.

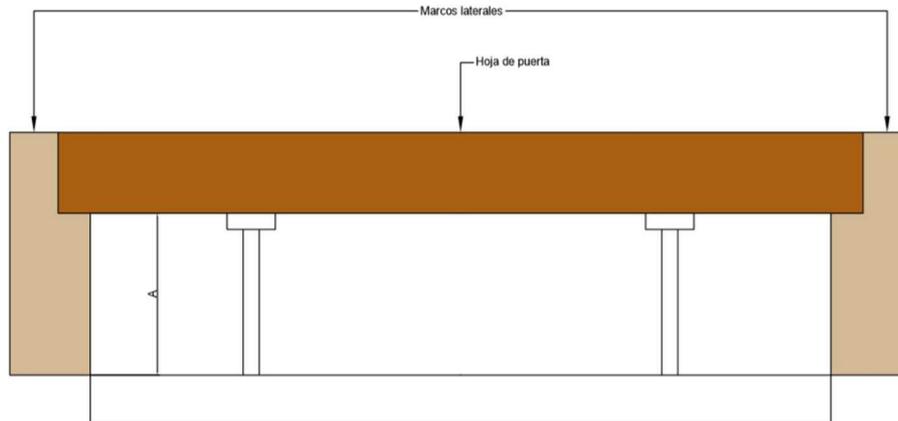


Imagen 16: : Localización de los topes de goma en el banco de montaje

Una vez en dicha posición el operario unirá los dos marcos laterales al marco superior mediante una grapadora de grapas corrugadas. Una vez unidos, mediante un botón, la puerta continuará hacia otra cinta transportadora y se repetirá el proceso.

Fase 5: Cinta transportadora

Recoge la puerta del banco de montaje y la dispone con precisión para la intervención de la flejadora automática. Al igual que con la fase 3, esta servirá como almacén intermedio. Adicionalmente esta cinta contará con unas guías cuya función será asegurar la correcta orientación de la pieza, así como sujetar la parte inferior de esta mientras se le realiza el flejado para evitar que el marco se separe de la hoja.

Fase 6: Flejado

Una vez las puertas block estén en la cinta transportadora de la fase 7, un operario situará seis cantoneras de EPS (Poliestireno expandido) en la parte superior de la puerta, cubriendo el marco. Estas cantoneras, además de evitar que el flejado dañe la puerta, evitarán que las puertas entren en contacto entre sí al ser apiladas, lo que asegurará la calidad del producto final.

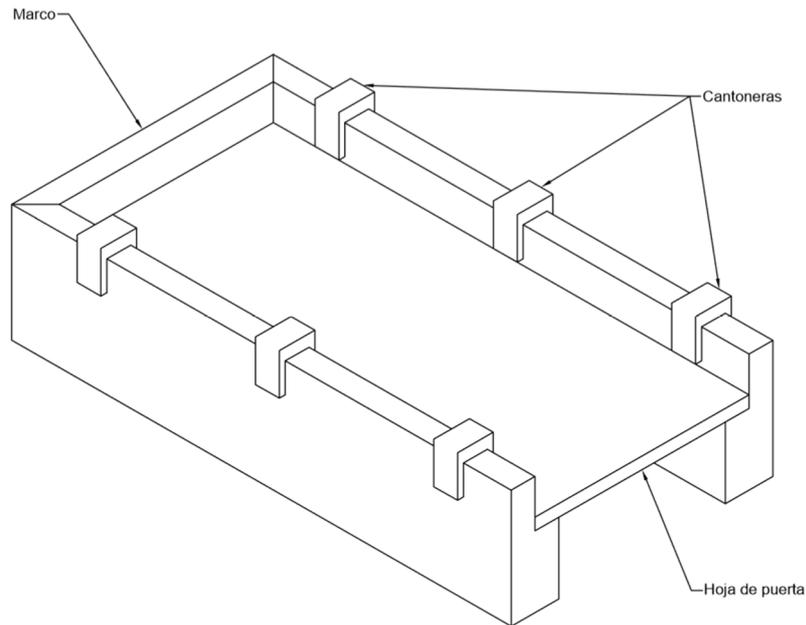


Imagen 17: Dibujo esquemático de la puerta block antes de su flejado

Una vez situados, accionará un pulsador que dará comienzo al proceso de flejado. Se colocarán tres cintas: una en la parte superior, otra central y una en la inferior.

Fase 7: Cinta transportadora

Se trata de un transfer motorizado que lleva el producto acabado, es decir, la puerta block hacia el apilador automático. Al igual que las otras cintas nombradas anteriormente también servirá de almacén intermedio.

Fase 8: Descarga y apilado

Finalmente, las puertas block, ya flejadas, serán descargadas por el cargador monocolumna que las apilará encima de un pallet. Una vez forme un pallet completo, este deberá ser retirado y sustituido por otro para reanudar la descarga de puertas, ya que la máquina está programada para no seguir tras haber apilado un número determinado de puertas.

En las páginas siguientes, se detallarán las características de cada uno de los equipos que intervienen en la solución final explicada anteriormente y se incluirá una imagen de su posición en la línea de montaje ya instalada:

8.1 Cargador automático

Se trata de una monocolumna con pinzas unida a un transfer de rodillos motorizados con inclinación. Además, cuenta con un sistema automático de retirada del cartón separador situado entre las puertas.



Imagen 18: Alimentador Mod. MFP-T-2200

Alimentador Mod. MFP-T-2200			
Características de la pieza introducida		Características de la máquina	
Longitud máxima	2200 mm	Altura de la pila de puertas	2000 mm
Ancho máximo	1100 mm	Altura inicio pila	130 mm
Grueso máximo	80 mm	Ciclos por minuto	4
Grueso mínimo	20 mm	Conexión eléctrica	380 V
Peso máximo	80 kg	Potencia total instalada	2,6 kW

Tabla 1: Características del Alimentador Mod. MFP-T-2200

8.2 Transfer para colocar pernos y cerradura

Transfer rotatorio donde se realiza la inserción de herrajes.



Imagen 19: Máquina para la colocación de pernos y cerradura Mod PC-4

Máquina para la colocación de pernos y cerradura Mod PC-4			
Características de la pieza introducida		Características de la máquina	
Longitud máxima pieza	2200 mm	Longitud total	2300 mm
Longitud mínima pieza	1600 mm	Ancho total	1300 mm
Ancho máximo pieza	925 mm	Altura de trabajo	885/935 mm
Grueso máximo pieza	60 mm	Ciclos por minuto	1
Grueso mínimo pieza	20 mm	Potencia total instalada	2 kW
		Peso	1300 kg

Tabla 2: Características de la máquina para la colocación de pernos y cerradura Mod PC-4

8.3 Cinta transportadora

Se trata de una cinta transportadora de aceleración. Este, además de transportar la puerta block, sirve como almacén entre máquinas agilizando el desarrollo de la línea de montaje.



Imagen 20: Cinta transportadora de aceleración

Cinta transportadora	
Características de la máquina	
Longitud	2300 mm
Ancho útil	1100 mm
Altura de trabajo	885/935 mm
Potencia total	0,37 kW

Tabla 3: Características del transfer de aceleración

8.4 Banco de montaje

El banco de montaje eleva la puerta mediante unos topes de goma a la altura deseada. Facilita el montaje del cerco (marco) de la puerta, haciendo posible realizarlo en tan solo un minuto.



Imagen 21: Banco de montaje para puertas block BMA-2200

Banco de montaje para puertas block BMA-2200			
Características de la pieza introducida		Características de la máquina	
Longitud máxima pieza	2200 mm	Longitud total	2450 mm
Longitud mínima pieza	1600 mm	Ancho total	1200 mm
Ancho máximo pieza	925 mm	Altura de trabajo	885/935 mm
Ancho mínimo pieza	400 mm	Conexión eléctrica	380 V
Grueso máximo pieza	60 mm	Presión de aire necesaria	6 kg
Peso máximo pieza	80 kg	Potencia total instalada	1,10 kW
Ancho máximo cerco	60/230 mm		

Tabla 4: Características del banco de montaje para puertas block BMA-2200

8.5 Cinta transportadora con guías

Facilita el desarrollo de la línea entre funciones de montaje y embalaje. Evita que el marco y la hoja de puerta se separen por medio de las guías.



Imagen 22: Cinta transportadora autocentrante

<i>Imagen 22: Cinta transportadora autocentrante</i>	
Características de la máquina	
Longitud	2300 mm
Ancho útil	1000 mm
Altura de trabajo	850/950 mm
Potencia total	0,49 kW
Peso	456 kg

Tabla 5: Características de la cinta transportadora autocentrante

8.6 Flejadora automática

El sistema de flejado es necesario para la sujeción del cerco y la cantonera a la puerta. Dispone la puerta para su embalaje definitivo.



Imagen 23: Máquina flejadora automática Mod. 1900

Máquina flejadora automática Mod. 1900			
Características de la máquina			
Longitud	1590 mm	Ancho del fleje	6-16 mm
Ancho	600 mm	Velocidad de flejado	1 Ciclo/ 2 s
Alto	1525 mm	Voltaje requerido	380 V
Altura de trabajo	800 mm	Consumo	1 kW
Peso	250 kg		

Tabla 6: Características de la máquina flejadora automática Mod. 1900

8.7 Cinta transportadora

Se situará entre la flejadora y la máquina de envolver de film estirable. Sirve también como almacenamiento intermedio economizando en espacio y agilizando la acción.



Imagen 24: Cinta transportadora

Cinta transportadora	
Características de la máquina	
Longitud	2300 mm
Ancho útil	1000 mm
Altura de trabajo	850/950 mm
Potencia total	0,49 kW
Peso	456 kg

Tabla 7: Características de la cinta transportadora

8.8 Apilador automático

De igual forma que al inicio de la línea, se trata de una monocolumna con pinzas unida a un transfer de rodillos motorizados con inclinación.



Imagen 25: Alimentador Mod. MFP-T-2200

Alimentador Mod. MFP-T-2200			
Características de la pieza introducida		Características de la máquina	
Longitud máxima	2200 mm	Altura de la pila de puertas	2000 mm
Ancho máximo	1100 mm	Altura inicio pila	130 mm
Grueso máximo	220 mm	Ciclos por minuto	4
Grueso mínimo	20 mm	Conexión eléctrica	380 V
Peso máximo	80 kg	Potencia total instalada	2,6 kW
		Conexión neumática	6 kg

Tabla 8: Características del alimentador Mod. MFP-T-2200

8.9. Distribución en planta

En este apartado se estudiará, una vez decidida la configuración final de la línea, su implementación en planta. Para ello se usará el método S.L.P (Systematic layout planning). Se incluye en el *Plano 2* la distribución inicial de la fábrica, en la que se basará el estudio realizado en este apartado.

Primero se identificará las actividades que se consideran importantes para el proceso, sean auxiliares o no:

- Carga de hojas
- Instalación de herrajes
- Banco de montaje de block
- Flejado
- Descarga de puertas block
- Almacén de hojas
- Almacén de marcos
- Almacén de herrajes
- Almacén de puertas block

A pesar de ser una línea de producción completa, se incluirán los procesos por separado para evaluar su correcta disposición en relación a los almacenes de productos de aporte, auxiliares y acabados.

A continuación, se establecerán los criterios de proximidad de las instalaciones, así como el código utilizado para las necesidades de proximidad de cada equipo. Los criterios están ordenados numéricamente por orden de importancia, siendo uno el más importante y cuatro el de menor relevancia:

Criterios

1. Necesidad del proceso
2. Facilidad de acceso
3. Transporte
4. Seguridad de los operarios

Código de necesidades de proximidad:

Código	Necesidad
A	Necesaria
I	Importante
U	Sin importancia
X	Rechazable

Tabla 9: Código de necesidades de proximidad

Se establecen ahora las relaciones entre cada uno de los procesos nombrados anteriormente justificando cada una de ellas según los criterios que se han establecido. Así, se construye una tabla relacional de actividades (T.R.A.) que se incluye a continuación:

Carga de hojas	A 1									
Instalación de herrajes	A 1	I 1								
Banco de montaje de block	A 1	I 1	I 1	I 1						
Flejado	A 1	I 1	I 1	U 1	U 1	U				
Descarga de puertas block	A 1	U	U	I 2,3	U	I 2,3	U			U
Almacén de hojas	U	U	U	U	U	U				
Almacén de marcos	U	U	U	I 2,3						
Almacén de herrajes	U	U								
Almacén de puertas block	U									

Imagen 26: Tabla relacional de actividades

A partir de la T.R.A. se representará gráficamente el diagrama relacional de recorridos y actividades. Este consistirá en interpretar de una manera más visual la información proporcionada en la tabla y, gracias a ambos, proponer diferentes distribuciones en planta.

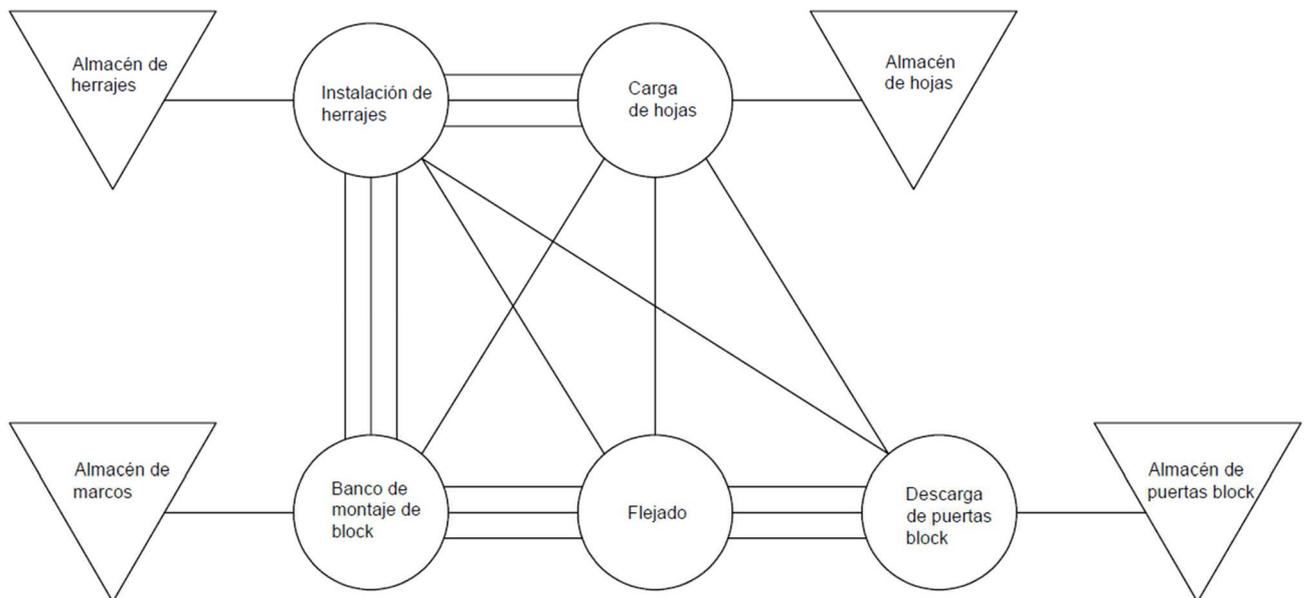


Imagen 27: Diagrama relacional de recorridos y actividades

Para proponer las diferentes distribuciones en planta finales habrá que tener en cuenta varios factores:

- Los almacenes tienen una posición fija actualmente, por lo que habrá que adaptar la localización de la línea a estos.
- La línea no debe cubrir ninguna salida de emergencia ni bloquear las líneas de paso de la fábrica.
- Los operarios deben tener suficiente espacio para trabajar cómodamente.
- Las carretillas elevadoras necesitan tener acceso directo a la entrada y salida de línea.

Distribución 1

La distribución 1 se muestra en el *Plano 3*. Se sitúa la línea adyacente a la pared norte de la fábrica. Con este tipo de distribución obtenemos una serie de factores positivos:

- Fácil almacenaje de producto acabado, ya que el final de la línea está próximo al almacén de puertas block.
- Cercanía del almacén de herrajes, necesarios en el principio de la línea

Pero también conlleva una serie de hándicaps:

- Obstrucción de una parte importante de la vía de paso de las carretillas elevadores.
- Los almacenes de hojas de puerta y marcos quedan muy alejados, lo que ralentizaría el proceso.

Distribución 2

La distribución en planta 2 se muestra detalladamente en el *Plano 4*. En este caso la línea de block se sitúa en la esquina sur-oeste de planta. Obtenemos unas ventajas considerables en este caso, que se listan a continuación:

- Almacenes de producto de aporte (herrajes, marcos y hojas de puerta) muy cercanos al proceso.
- No se obstruye ninguna vía de paso de carretillas.

Su principal inconveniente será la lejanía del almacén de producto acabado, siendo esta opción la que más lejos está del almacén de block.

Distribución 3

Finalmente, la última opción se incluye en el *Plano 5*. Este último caso conlleva la implementación de la línea en la zona este de la fábrica, adyacente a la seccionadora y el pantógrafo de galces. Los puntos positivos de la instalación serían:

- Es la que se encuentra más cerca del almacén de block, ya que el final de la línea está a escasos metros del acceso a este.
- No se obstruye ninguna vía de paso principal de carretillas elevadoras.

Aun así, las desventajas que conlleva son considerables:

- Almacenes de material base alejados (herrajes, hojas y marcos).
- Dificultad de acceso a otros equipos para los operarios, al estar muy cerca de otra maquinaria.

Distribución final

Como resultado del estudio de las ventajas e inconvenientes de cada distribución se concluye que la opción más viable es la Distribución 2.

La opción 1 conlleva una obstrucción de las vías de acceso de la carretilla elevadora, lo que es muy perjudicial para la producción de la fábrica y la seguridad e integridad física de los operadores.

La tercera opción evita esta obstrucción y nos ofrece una eficiente retirada de producto acabado. Aun así, la distancia con los almacenes necesarios para la producción de block y la adyacencia a otros equipos hace que esta distribución no sea la más adecuada.

En la segunda opción los equipos se hallan en una zona de fácil acceso, muy cercanos a los materiales base e intermedios para la producción de block. Está relativamente alejado del almacén de producto acabado, pero al no obstruir ninguna vía de paso, las carretillas elevadoras podrán encargarse de esta tarea sin ningún tipo de inconveniencia. Por todo esto, podemos concluir que es la opción más viable en cuanto a seguridad de los operadores, acceso y producción, y, por tanto, la distribución elegida para la línea.

8.10 Monitorización

Por último, se ha diseñado un sistema de monitorización para la línea de block. Este sistema pretende ser una ayuda visual para cualquier operario de la línea y proporcionarle información sobre:

- La localización actual del producto dentro de la línea
- Estado de los sensores de posición.
- La cantidad de puertas producidas hasta el momento.
- El tiempo que lleva en funcionamiento de la máquina.

Hay que tener en cuenta que el sistema aún no se ha implementado en planta, por lo que es una simulación. Por ello, en este apartado se explicará los diferentes cambios que se realizarían una vez implementado en planta.

La programación de esta aplicación se realizará mediante CODESYS con la versión indicada en el apartado 4.2 *Programas de cálculo*. Se utilizará como lenguaje de programación dentro de este software el SFC o Secuencial Functional Chart, así como el ST o Structured Text.

Todo el código utilizado en este proceso se incluirá en el *Anexo IV: Código de la monitorización*.

A continuación, se explicará la interfaz del programa y las decisiones tomadas durante su programación. La visualización que obtendría el operario en planta de esta monitorización será la siguiente:

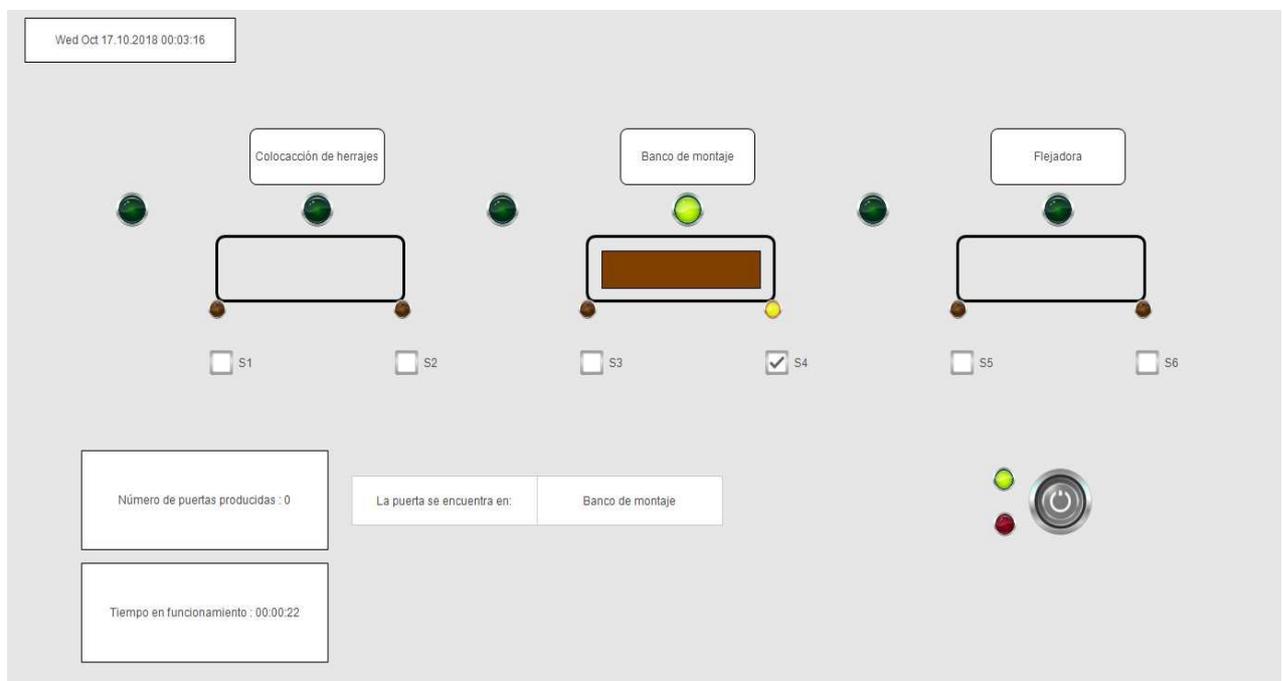


Imagen 28: Visualización del sistema de monitoreado

El programa se inicia mediante la activación del botón situado en la esquina inferior derecha. Este botón al implementarse la aplicación en planta estaría vinculado a todos los equipos, siendo el control a partir del cual se inicializa toda la línea.



Imagen 29: Botón de activación del sistema

Una vez este se ha activado, el programa comienza a contar el tiempo que lleva en funcionamiento la máquina y este se muestra en pantalla en la esquina inferior izquierda como “Tiempo en funcionamiento: HH:mm:ss”.

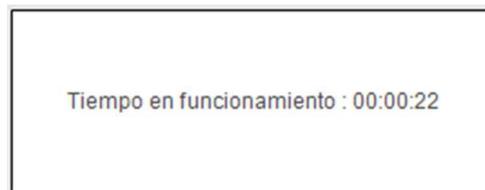


Imagen 30: Muestra en pantalla del tiempo en funcionamiento de la línea

En pantalla se muestran las diferentes etapas de la producción. Cuando una puerta entra el sistema se muestra como un rectángulo de color marrón, y se enciende una bombilla verde que muestra su localización dentro de la línea. Además, justo debajo el sistema muestra un mensaje que nos indica, para más claridad, que etapa se trata: “La puerta se encuentra en: “Localización de la puerta””.



Imagen 31: Muestra en pantalla de la localización de la puerta en la línea

Se ha añadido también una serie de lámparas amarillas, situadas entre los procesos que marcan la activación de los sensores. Actualmente, al tratarse de una simulación, estos se activan mediante el clic del ratón en las “tick-boxes” situadas debajo de cada sensor. Una vez implementado, estas se vincularían a los sensores de cada máquina y nos mostrarían si están detectando un objeto o no. Además de para localizar nuestro producto en línea, este sistema sería también muy útil para detectar el fallo o rotura de los sensores y poder repararlos a tiempo.



Imagen 32: Muestra en pantalla de la localización de la puerta, el estado de los sensores y las "tick-boxes"

Finalmente, cada vez que una puerta deja el sistema, el contador situado en la parte superior al tiempo en funcionamiento nos muestra que se ha producido una puerta. Este contador se ha programado para que cuente las puertas producidas totales y aunque apaguemos los equipos seguirá manteniendo sus valores. Esto nos puede servir para tener un registro de las puertas producidas mensualmente o anualmente. Se mostrará como "Número de puertas producidas: _".



Imagen 33: Muestra en pantalla el número de puertas producidas

Adicionalmente se añadió como complemento la fecha y hora del día. Este dato se añade en la esquina superior izquierda y se muestra como "Día Mes DD.MM.AAA HH:mm:ss".



Imagen 34: Muestra en pantalla de la fecha y hora

9. Planificación

En el siguiente apartado se explicará la planificación del presente proyecto que se dividirá en varias fases. El proceso se llevó en el orden cronológico que se presenta a continuación:

- Elaboración de un anteproyecto
- Elaboración, diseño inicial de la línea y toma de decisiones. En este proceso se incluirá la realización de los diferentes diseños, localizaciones y planos. Es donde se decidirá qué tipo de máquinas se deberán adquirir.
- Fase de compra de los equipos necesarios a los diferentes proveedores.
- Desmontaje de la anterior instalación.
- Diseño y programación de un sistema de monitorización.
- Etapa de montaje en obra e instalación de las diferentes máquinas que intervienen en el proceso.

Se ha realizado adicionalmente un diagrama de Gantt para establecer el tiempo necesario para la realización del proyecto teniendo en cuenta el personal disponible durante las diferentes fases. A continuación, se muestran las diferentes tareas y su duración, además de el diagrama de Gantt correspondiente:

Actividad	Descripción	Predecesora	Fecha
A	Anteproyecto	-	4/06/18 - 13/07/18
B	Diseño inicial	A	16/07/18 - 20/07/18
C	Elaboración del proyecto	B	23/07/18 - 31/08/18
D	Encargo de la maquinaria	C	3/09/18 - 11/09/18
E	Retirada de la anterior instalación	C	3/09/18 - 5/09/18
F	Monitorización	C	3/09/18 - 7/09/18
G	Instalación de la línea	D,E,F	12/09/18 - 18/09/18
H	Pruebas iniciales y revisión general	F	19/09/18 - 20/09/18
I	Puesta en marcha	H	21/09/18

Tabla 10: Tareas planificadas

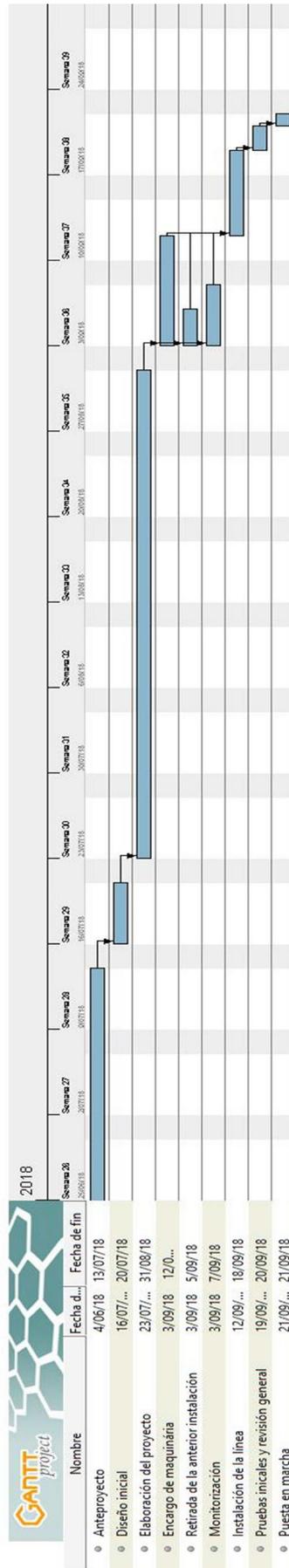


Imagen 35: Diagrama de Gantt

Además, también se ha realizado el diagrama Pert teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente:

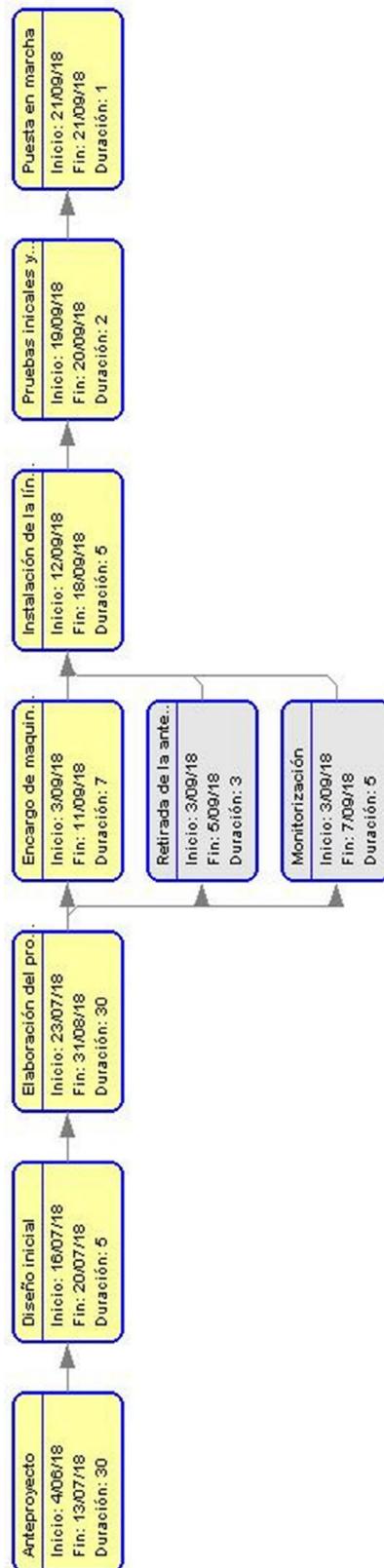


Imagen 36: Diagrama de Pert

10. Conclusiones y trabajo futuro

10.1. Conclusiones

Durante el desarrollo del presente proyecto se ha:

- Analizado las necesidades del proceso productivo de puertas block
- Seleccionado la maquinaria necesaria para su fabricación, teniendo en cuenta los requisitos de diseño establecidos.
- Establecido la distribución en planta óptima para la línea de producción
- Planificado la realización del proyecto con todas sus fases
- Programado un sistema de monitorización.

Gracias a todo ello, se ha conseguido:

- Aumentar la producción de puertas block significativamente.
- Incrementar la seguridad de los trabajadores.
- Facilitar la fabricación de puertas block, convirtiendo un proceso costoso en uno fácil y efectivo.
- Obtener un producto acabado de calidad a la salida de la línea proyectada.
- Tener un registro de la cantidad de puertas producidas al día además de la posición del material dentro de la línea.

Habiendo verificado el cumplimiento de los requisitos de diseño establecidos y una vez verificada la viabilidad económica y legal de la línea, se da por concluido el proyecto.

10.2. Trabajo futuro

En este último apartado de la memoria, se pretende exponer, de un modo resumido y esquematizado, posibles mejoras para la línea que se podrían implementar en las circunstancias adecuadas.

Línea de embalaje de pallets

Una opción, sería aumentar la línea de producción incluyendo una línea de embalaje de pallets. Esta opción consistiría en realizar ciertas modificaciones al final de la línea de block.

En primer lugar, en vez de realizar el apilado sobre un pallet en el suelo, este se situaría encima de una cinta transportadora de rodillos. Una vez completo el pallet, se activaría esta cinta para transportarlo hasta un robot de embalaje. Así, en vez de obtener un pallet de puertas block y tener que transportarlo hasta su embalaje, a la salida de la línea se obtendría el producto finalizado y listo para su distribución.

Esta modificación conlleva una serie de trabajos:

- Adición de un transfer de rodillos que soporte la carga del pallet
- Reprogramación del apilador monocolumna, para que realice el apilamiento de manera correcta encima del transfer.
- Movilización del robot de embalaje a la posición indicada anteriormente.

Entre las posibles ventajas que esta modificación nos podría ofrecer están:

- Aumento de la producción de la línea, al ahorrar tiempo en el transporte del pallet.
- Menor carga de trabajo para los operarios.
- Mejor precisión en el proceso de embalado, al estar totalmente automatizado.

Mejora de la producción y distribución de la fábrica

Por último, una propuesta a tener en cuenta sería la modificación de la fábrica para automatizar la producción completa.

Esta mejora conlleva la inclusión de un sistema de rodillos y cintas transportadoras que unirían los diferentes procesos de la fábrica. Esto, mejoraría considerablemente los tiempos de producción de cada uno de los productos además de facilitar el movimiento de materia prima dentro del taller.

Además, también se propone la inclusión de raíles para mover las diferentes cintas de rodillos. Esto haría que el movimiento entre procesos fuera seguro y rápido, y podríamos obtener diferentes productos en una misma línea.

Esta propuesta se considera muy ambiciosa y por ello se incluye en proyectos futuros a realizar, dependiendo de la situación económica de la empresa

ANEXOS A LA MEMORIA

ÍNDICE ANEXOS

ANEXO I: DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA	66
ANEXO II: CALCULOS	75
ANEXO III: ESTUDIO ECONÓMICO	85
ANEXO IV: CÓDIGO DE LA MONITORIZACIÓN	93

ANEXO I: DOCUMENTACIÓN DE PARTIDA

ÍNDICE DEL ANEXO I

1. Introducción	68
2. El producto: puertas block	68
3. Materias primas	69
4. El proceso de producción de puertas block	72

1. Introducción

En el presente anexo se pretende exponer el tipo de producto que se realizará mediante la línea de producción proyectada, así como las materias primas necesarias para su fabricación con el fin de esclarecer los requisitos de diseño elegidos.

Adicionalmente se expondrá los diferentes procesos necesarios a la hora de fabricar una puerta block completa.

2. El producto: puertas block

Cuando hablamos de puertas montadas en block o puertas block estamos haciendo referencia a una puerta cuya hoja viene con todos sus herrajes (bisagras, manija...), el marco o galce de la puerta ya está montado sobre dicha hoja y los tapajuntas cortados y a medida para la puerta. Es decir, una puerta que incluye todo lo necesario para instalarla directamente sin necesidad de ningún mecanizado. Los componentes principales de una puerta block son:

- Una o varias hojas de puerta
- Tapajuntas
- Marco
- Galce
- Herrajes
- Tapajuntas

La principal ventaja de las puertas block frente a las puertas tradicionales son el montaje, el precio y la rapidez con la que se montan, ahorrando así al cliente tiempo y dinero. Con una puerta tradicional, se necesitan los servicios de un montador profesional para que mecanice y monte. En cambio, con una en block, este proceso se agiliza ya que el producto que le llega al cliente está listo para instalar.



Imagen 37: Ejemplos de puertas block

Con el paso de los años, las empresas constructoras demandan puertas lo más acabadas que sea posible, ya que el mecanizado y/o barnizado en obra suele ser más costoso y con un resultado de menor calidad.

3. Materias primas

Anteriormente se han expuesto los diferentes materiales que componen una puerta block. En este apartado se explicarán, de forma general, los procesos llevados a cabo para producir dichos materiales.

Al poseer un amplio rango de productos que fabricar, la producción se entrelaza en numerosas máquinas. Para realizar la explicación de forma simplificada, a continuación, se muestran los pasos seguidos para la realización de una hoja de puerta, así como su marco. Estos dos productos finales serán los materiales necesarios de aporte en la línea block que se pretende estudiar, por lo que se ha considerado que esclarecer estos procesos es lo más importante en este apartado.

Hoja de puerta

Se trata de un componente de la puerta block, que está formada en su estructura y cerramientos por distintos elementos de madera: madera maciza, chapa y tablero.

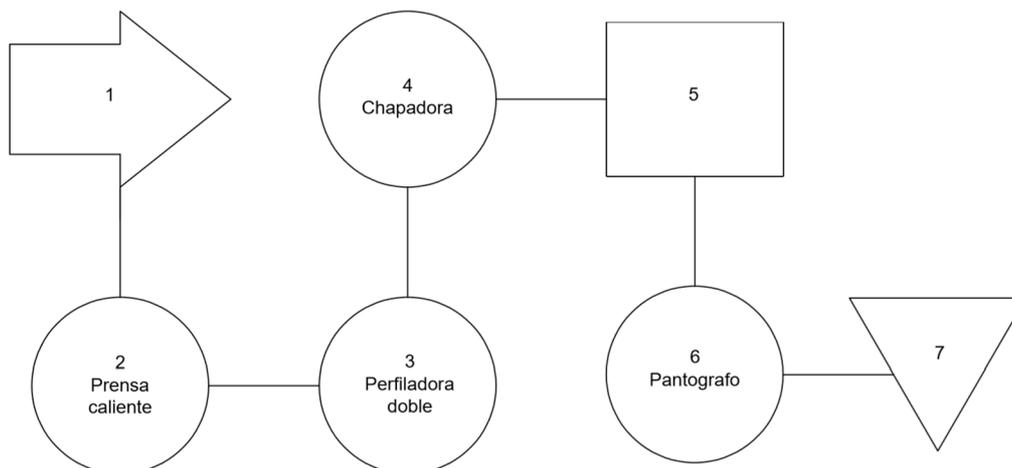


Imagen 38: Diagrama de proceso de las hojas de puerta

1. Transporte: Para la manufacturación de una hoja completa, el proceso comienza con la unión de la estructura exterior de la hoja, que será rellena posteriormente con poliestireno o aglomerado. Este será el material de aporte del proceso de fabricación de las hojas.

2. Prensa caliente: Una vez rellena, la puerta se encola por las partes de más superficie (frontal y trasera) y se le colocan dos chapas (una en cada lado) de madera de cinco a diez milímetros dependiendo de los requisitos del cliente. El siguiente paso es situarlas en las prensas en caliente donde estarán durante unos 10 minutos.

3. Perfiladora doble: Cuando la unión se ha fijado correctamente, la hoja pasará a la perfiladora doble. En esta se le realizan dos pasadas para perfilar las superficies laterales de la puerta: las dos laterales (primera pasada) y la superior e inferior (segunda pasada).

4. Chapadora: La puerta perfilada, pasa por la chapadora. Esta máquina, como su nombre indica, chapa los cantos al descubierto de la puerta con tiras de madera de unos milímetros mediante cola. Además, estos cantos se perfilan y se limpian durante el paso de la hoja por esta máquina.

5. Inspección: Una vez terminada de chapar, se obtiene una hoja de puerta sin ningún agujero ni hendidura. Se comprueba que tiene las medidas necesarias y que cumple con los requisitos de calidad establecidos por la empresa. Una vez hecha esta comprobación, la hoja se dirige al último proceso.

6. Pantógrafo: Finalmente, mediante el pantógrafo de puertas se le realizan los agujeros de las bisagras en un lado, así como los de la manecilla y la condena (si es necesario) en el otro.

7. Almacenaje: Las hojas de puerta están listas para ser almacenadas para su posterior introducción en la línea de block o, en caso de ser así, su distribución a un cliente. Se almacenarán en un almacén adyacente a la fábrica.

Marco de la puerta

El marco de una puerta es la parte fija que va situada adyacente a la mampostería y sostiene la hoja móvil en una puerta. Consiste en dos pilastras o columnas (partes laterales) que sostienen un frontón (parte superior).

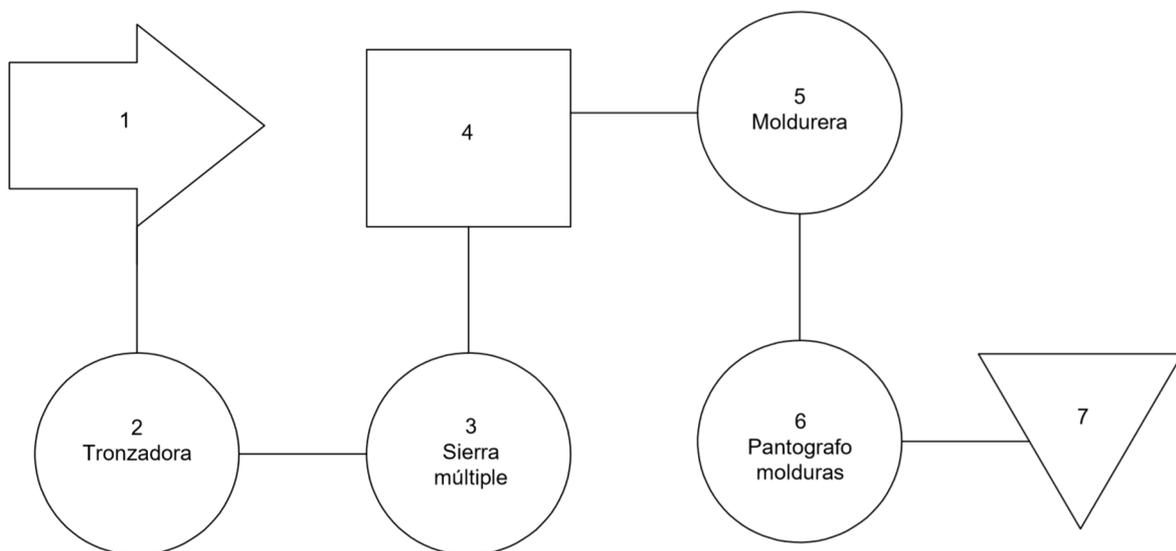


Imagen 39: Diagrama de proceso de los marcos

1. Transporte: El material base desde el que parte el proceso son varas de madera de diferentes longitudes y anchos.

2. Tronzadora: Las piezas de madera se cortan para reducir su longitud a la necesaria para el marco o frontón y además hacerlas más manejables a la hora de trabajar con ellas.

3. Sierra múltiple: Una vez obtenida la longitud deseada, las piezas pasan por la sierra múltiple, donde se cortan en diferentes partes para obtener el ancho deseado.

4. Inspección: Antes de continuar con el proceso, se miden las piezas para asegurarse de que las medidas son las correctas y que las piezas no tienen ninguna imperfección.

5. Moldurera: A continuación, las piezas se dirigen a la moldurera. En esta máquina, diez motores son los encargados de darle la forma deseada a la pieza, como se muestra en el ejemplo a continuación.

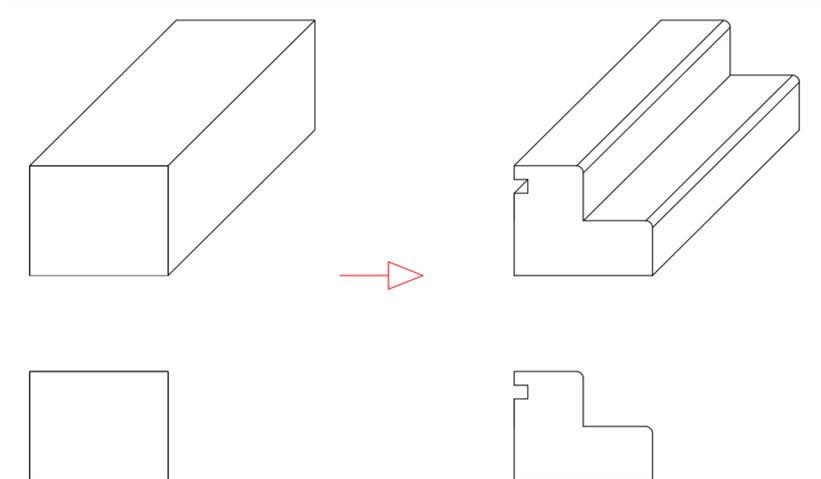


Imagen 40: Ejemplo de moldeado de marcos

6. Pantógrafo: Una vez las dimensiones y la forma han sido establecidos, los marcos pasan por el último proceso: el pantógrafo. En este, se les realizan las perforaciones para la instalación de las bisagras a unas piezas, y el hueco del resbalón y/o la petaca a otras. Las piezas destinadas al frontón de la puerta no pasan por este equipo.

7. Almacenamiento: Finalmente, los marcos de la puerta se almacenarán hasta su posterior uso en la línea de block o su distribución por separado.

4. El proceso de producción de puertas block

Finalmente, en este apartado se expondrá las necesidades del proceso de fabricación de puertas block. Estas se han tenido cuenta a la hora de establecer los requisitos de diseño de la línea.

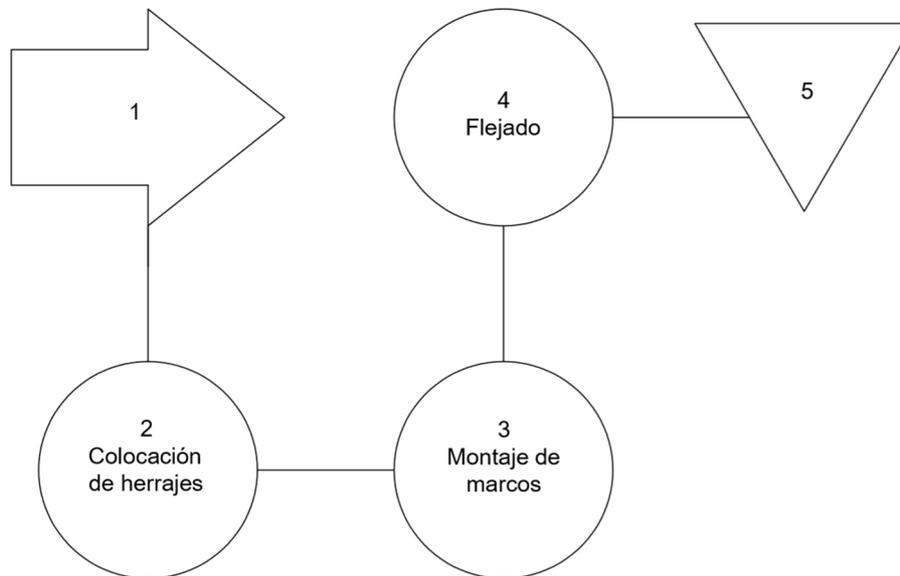


Imagen 41: Diagrama de proceso de las puertas block

1. Transporte: Como ya se ha indicado anteriormente, los materiales que introducimos en este proceso serán hojas de puerta y marcos.
2. Colocación de herrajes: En esta parte del proceso, se le instalará a la hoja de puerta las bisagras, por un lado, y la manija y cerradura por el otro.
3. Montaje del marco: Una vez instalados los herrajes, se procederá a la unión del marco con la hoja de puerta. Se situarán los marcos en los laterales y la parte superior de la puerta y se unirán entre ellos por medio de grapas.
4. Flejado: Para evitar el posible desmontaje de la puerta durante su transporte hasta el hueco donde será instalada, se le realiza un flejado. Este consiste en situar varias cintas alrededor de la puerta, tensadas, para sujetar la unión.
5. Embalaje (opcional): Finalmente las puertas block se tienden a almacenar en pallets hasta su posterior distribución. Existen varias opciones a la hora de embalarlas y almacenarlas: embalaje individual, embalaje de pallets...

ANEXO II: CÁLCULOS

ÍNDICE CÁLCULOS

1. Cálculo del Método de Jerarquías Analíticas	79
1.1. Introducción de las hojas	79
1.1.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro	79
1.1.2 Cálculo de pesos	79
1.2 Colocación de herrajes	80
1.2.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro	80
1.2.2 Cálculo de pesos	80
1.3. Banco de montaje	82
1.3.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro	82
1.3.2 Cálculo de pesos	82
1.4 Flejado	83
1.4.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro	83
1.4.2 Cálculo de pesos	83
1.5 Descarga y apilamiento de puertas	84

1. Cálculo del Método de Jerarquías Analíticas

1.1. Introducción de las hojas

1.1.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro

	Seguridad de los operadores	Precio	Consumo eléctrico	Velocidad de carga
Seguridad de los operadores	1	2	5	8
Precio	1/2	1	2	6
Consumo eléctrico	1/5	1/2	1	5
Velocidad de carga	1/8	1/6	1/5	1

Tabla 11: Intensidad de los objetivos en la Introducción de las hojas

1.1.2 Cálculo de pesos

Calculamos la media geométrica y trabajamos con valores que sumen 1:

$$W_1 = (1 * 2 * 5 * 8)^{1/4} = 2,991 \quad \rightarrow \quad W_1 = 0,529$$

$$W_2 = \left(\frac{1}{2} * 1 * 2 * 6\right)^{1/4} = 1,565 \quad \rightarrow \quad W_2 = 0,277$$

$$W_3 = \left(\frac{1}{5} * \frac{1}{2} * 1 * 5\right)^{1/4} = 0,841 \quad \rightarrow \quad W_3 = 0,149$$

$$W_4 = \left(\frac{1}{8} * \frac{1}{6} * \frac{1}{5} * 1\right)^{1/4} = 0,254 \quad \rightarrow \quad W_4 = 0,045$$

Definimos la matriz de decisión normalizada (valores entre 0 y 1) y aplicamos los porcentajes calculados anteriormente:

	Seguridad de los operadores (52,9 %)	Precio (27,7 %)	Consumo eléctrico (14,9 %)	Velocidad de carga (4,5 %)
Manualmente	0	1	1	0
Cargador Monocolumna	1	0,5	0,5	0,75
Robot	1	0	0	1

Tabla 12: Matriz de decisión normalizada de la Introducción de hojas

Finalmente, multiplicando los valores de la matriz de decisión por los porcentajes de cada criterio, obtenemos los valores finales que nos ayudarán a la hora de decidir la solución:

Manualmente → 0,426

Cargador Monocolumna → 0,776

Robot → 0,574

1.2 Colocación de herrajes

1.2.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro

	Precio	Cantidad de personal necesario	Consumo eléctrico	Precisión
Precio	1	2	4	6
Cantidad de personal necesario	1/2	1	3	5
Consumo eléctrico	1/4	1/3	1	4
Precisión	1/6	1/5	1/4	1

Tabla 13: Intensidad de los objetivos en la Colocación de herrajes

1.2.2 Cálculo de pesos

Calculamos la media geométrica y trabajamos con valores que sumen 1:

$$W_1 = (1 * 2 * 4 * 6)^{1/4} = 2,632 \rightarrow W_1 = 0,492$$

$$W_2 = \left(\frac{1}{2} * 1 * 3 * 5\right)^{1/4} = 1,655 \rightarrow W_2 = 0,309$$

$$W_3 = \left(\frac{1}{4} * \frac{1}{3} * 1 * 4\right)^{1/4} = 0,760 \rightarrow W_3 = 0,142$$

$$W_4 = \left(\frac{1}{6} * \frac{1}{5} * \frac{1}{4} * 1\right)^{1/4} = 0,302 \rightarrow W_4 = 0,057$$

Definimos la matriz de decisión normalizada (valores entre 0 y 1) y aplicamos los porcentajes calculados anteriormente:

	Precio (49,2 %)	Cantidad de personal necesario (30,9 %)	Consumo eléctrico (14,2 %)	Precisión (5,7 %)
Transfer sin rotación	1	0	1	0
Transfer con rotación	0,75	0,5	0,8	0
Transfer con colocación de herrajes automática	0	1	0	1

Tabla 14: Matriz de decisión normalizada de la colocación de herrajes

Finalmente, multiplicando los valores de la matriz de decisión por los porcentajes de cada criterio, obtenemos los valores finales que nos ayudarán a la hora de decidir la solución:

Transfer sin rotación → 0,634

Transfer con rotación → 0,637

Transfer con colocación de herrajes automática → 0,366

1.3. Banco de montaje

1.3.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro

	Seguridad de los operadores	Precio	Velocidad de carga	Consumo eléctrico
Seguridad de los operadores	1	4	3	6
Precio	1/4	1	2	5
Velocidad de montaje	1/3	1/2	1	4
Consumo eléctrico	1/6	1/5	1/4	1

Tabla 15: Intensidad de los objetivos en el banco de montaje

1.3.2 Cálculo de pesos

Calculamos la media geométrica y trabajamos con valores que sumen 1:

$$W_1 = (1 * 4 * 3 * 6)^{1/4} = 2,913 \quad \rightarrow \quad W_1 = 0,542$$

$$W_2 = (\frac{1}{4} * 1 * 2 * 5)^{1/4} = 1,257 \quad \rightarrow \quad W_2 = 0,234$$

$$W_3 = (\frac{1}{3} * \frac{1}{2} * 1 * 4)^{1/4} = 0,904 \quad \rightarrow \quad W_3 = 0,168$$

$$W_4 = (\frac{1}{6} * \frac{1}{5} * \frac{1}{4} * 1)^{1/4} = 0,302 \quad \rightarrow \quad W_4 = 0,056$$

Definimos la matriz de decisión normalizada (valores entre 0 y 1) y aplicamos los porcentajes calculados anteriormente:

	Seguridad de los operadores (54,2 %)	Precio (23,4 %)	Velocidad de carga (16,8 %)	Consumo eléctrico (5,6 %)
Manualmente	0	1	0	1
Banco de montaje	1	0	1	0

Tabla 16: Matriz de decisión normalizada del banco de montaje

Finalmente, multiplicando los valores de la matriz de decisión por los porcentajes de cada criterio, obtenemos los valores finales que nos ayudarán a la hora de decidir la solución:

Manualmente \rightarrow 0,426

Banco de montaje \rightarrow 0,776

Septiembre 2018

1.4 Flejado

1.4.1 Definición de con qué intensidad un objetivo es preferible a otro

	Precisión de flejado	Seguridad del operario	Velocidad de flejado	Precio	Consumo eléctrico
Precisión de flejado	1	2	3	5	7
Seguridad del operario	1/2	1	2	4	6
Velocidad de flejado	1/3	1/2	1	3	5
Precio	1/5	1/4	1/3	1	3
Consumo eléctrico	1/7	1/6	1/5	1/3	1

Tabla 17: Intensidad de los objetivos en el flejado

1.4.2 Cálculo de pesos

Calculamos la media geométrica y trabajamos con valores que sumen 1:

$$W_1 = (1 * 2 * 3 * 5 * 7)^{1/5} = 2,914 \rightarrow W_1 = 0,427$$

$$W_2 = (\frac{1}{2} * 1 * 2 * 4 * 6)^{1/5} = 1,888 \rightarrow W_2 = 0,277$$

$$W_3 = (\frac{1}{3} * \frac{1}{2} * 1 * 3 * 5)^{1/5} = 1,201 \rightarrow W_3 = 0,176$$

$$W_4 = (\frac{1}{5} * \frac{1}{4} * \frac{1}{3} * 1 * 3)^{1/5} = 0,549 \rightarrow W_4 = 0,080$$

$$W_5 = (\frac{1}{7} * \frac{1}{6} * \frac{1}{5} * \frac{1}{3} * 1)^{1/5} = 0,275 \rightarrow W_5 = 0,040$$

Definimos la matriz de decisión normalizada (valores entre 0 y 1) y aplicamos los porcentajes calculados anteriormente:

	Precisión de flejado (42,7 %)	Seguridad del operario (27,7 %)	Velocidad de flejado (17,6 %)	Precio (8 %)	Consumo eléctrico (4 %)
Flejado manual	0	0	0	1	1
Flejadora semiautomática	0,75	0,5	0,75	0,5	0,25
Flejadora automática	1	1	1	0	0

Tabla 18: Matriz de decisión normalizada del flejado

Finalmente, multiplicando los valores de la Matriz de decisión por los porcentajes de cada criterio, obtenemos los valores finales que nos ayudarán a la hora de decidir la solución:

Flejado manual → 0,120

Flejadora semiautomática → 0,641

Flejadora automática → 0,880

1.5 Descarga y apilamiento de puertas

Procedimiento y resultados idénticos al apartado 1.1 *Introducción de las hojas*.

ANEXO III: ESTUDIO ECONÓMICO

ÍNDICE DEL ESTUDIO ECONÓMICO

1. Introducción	89
2. Instalación inicial	89
2.1 Costes	89
2.2 Ganancias	89
3. Instalación propuesta	90
3.1 Costes	90
3.2 Ganancias	91
4. Estudio de la rentabilidad	92
4.1 Beneficio	92
5. Conclusión	92

1. Introducción

En el presente anexo se pretende estudiar la viabilidad económica del proyecto, es decir, comprobar el tiempo de recuperación de la inversión realizada para llevar a cabo el proyecto. Como se ha establecido anteriormente en la memoria, el tiempo de recuperación deberá ser inferior a 2 años, por lo que se considerará que el proyecto es viable si cumple dicha condición.

En este documento solo se tendrá en cuenta los gastos relacionados con la instalación de estudio y no de toda la planta, ya que se realizará como comparación entre la situación inicial y la situación propuesta.

2. Instalación inicial

2.1 Costes

- Coste de personal

Se necesitan dos operarios para realizar todo el montaje de la puerta encima de la mesa y uno para el manejo de la carretilla elevadora para llevar hojas de puerta y retirar puertas block.

Personal	Cantidad	Horas al día	Días laborables al año	Salario	Total
Operario	3	8	220	10,5 €/hora	55.440 €

Tabla 19: Costes de personal de la instalación inicial

2.2 Ganancias

- Puertas al día

Se supone una producción de una puerta block cada 7 minutos aproximadamente, con lo que obtenemos unas 68 puertas al día, y un precio estimado de venta de 180 € por cada puerta block.

Puertas producidas al día	Días laborables	Precio de cada puerta	Total
68	220	180 €	2.692.800 €

Tabla 20: Ganancias de la instalación inicial3. Instalación propuesta

3. Instalación propuesta

3.1 Costes

- Inversión inicial

La inversión inicial del proyecto es de 180.000 € cómo se puede observar en el apartado *Presupuesto*.

- Coste de personal

Para el correcto funcionamiento de la línea se necesitarán tres operarios: dos al cargo de los herrajes y el banco de montaje, y a cargo de la carretilla elevadora que traerá hojas (entrada de la línea) y retirará puertas block (salida de la línea).

Personal	Cantidad	Horas al día	Días laborables al año	Salario	Total
Operario	3	8	220	10,5 €/hora	55.440 €

Tabla 21: Costes de personal de la instalación propuesta

- Potencia consumida

La potencia total de la línea será de 20 kW. Se calculará el coste de la potencia consumida teniendo en cuenta la tarifa PVPC, regulada por el estado.

Potencia total	Días en funcionamiento	Precio	Total
20 kW	220	0,12197 €/KWh	12.880,03 €

Tabla 22: Costes de potencia de la instalación propuesta

- Paradas por fallo

En este apartado haremos una suposición de los posibles gastos que podría acarrear una avería en el equipo. Se estimará que el equipo falla unas cinco veces por año

Averías anuales	Costes por pérdida de producción al día	Ganancias por ahorro de electricidad al día	Total
5	12.960 €	19,51 €	64.704,25 €

Tabla 23: Costes de parada de la instalación propuesta

- Costes de mantenimiento y repuestos

Se hará también una estimación del coste de una posible reparación y de los repuestos necesarios para esta. Se tendrá en cuenta el salario de los operarios de Folch Famayco contratados y una estimación del precio de los repuestos.

Personal	Cantidad	Horas de reparación	Reparaciones al año	Salario	Total
Técnico de Folch Famayco	4	4	5	40 €/hora	1.920 €

Tabla 24: Costes de personal de mantenimiento de la instalación propuesta

Los costes de repuestos anuales se estimarán como un 10% de la inversión inicial, es decir, 18.000 €.

3.2 Ganancias

- Puertas al día

La línea a pleno rendimiento es capaz de producir una puerta block en 5 minutos, lo que se traduce en 96 puertas cada día. Si tenemos en cuenta la calibración del equipo al inicio y el apagado de cada equipo, la cantidad de puertas por día oscilará alrededor de las 84 (7 horas a pleno rendimiento).

Puertas producidas al día	Días laborables	Precio de cada puerta	Total
84	220	180 €	3.326.400 €

Tabla 25: Ganancias de la instalación propuesta

4. Estudio de la rentabilidad

4.1 Beneficio

Primero de todo, cabe remarcar que el beneficio calculado no será real, ya que no se está teniendo en cuenta todo el proceso de producción de una puerta block completa (compra de material base, fabricación de la hoja y el marco, herrajes...) Esto se debe a que este es un estudio comparativo entre las dos instalaciones.

A continuación, se calculará el beneficio bruto y neto de ambas instalaciones, suponiendo un valor aproximado para los impuestos del 25% del beneficio bruto:

Instalación inicial → Manual

Beneficio bruto	2.692.800 €
Beneficio neto	2.019.600 €

Tabla 26: Beneficios bruto y neto de la instalación inicial

Instalación actual → Línea de block

Beneficio bruto	3.172.175,72 €
Beneficio neto	2.379.131,79 €

Tabla 27: Beneficios bruto y neto de la instalación propuesta

Comparación de beneficio y período de retorno

Con la nueva instalación obtenemos un beneficio de 359.531,79 € anuales, lo que quiere decir que se recuperará la inversión en menos de un año. Para saber el tiempo exacto, se calcula el Período de retorno (PR):

$$PR = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Beneficio promedio anual}} = 0,501 \text{ años} \\ \simeq 6 \text{ meses}$$

5. Conclusión

Como podemos observar el proyecto posee un periodo de retorno inferior a los dos años, por lo que cumple con los requisitos de diseño estipulados en la *Memoria*. Por ello, podemos concluir que el proyecto será viable económicamente.

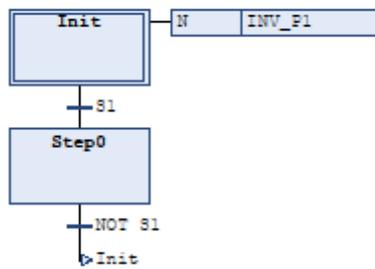
ANEXO IV: CÓDIGO DE LA MONITORIZACIÓN

ÍNDICE DEL CÓDIGO DE LA MONITORIZACIÓN

1. P1	98
2. P2	99
3. P3	100
4. P4	101
5. P5	102
6. P6	103
7. P_Contador	104
8. P_Timer	105

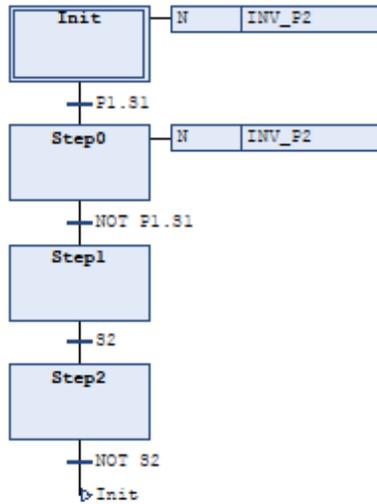
POU: P1

```
1 PROGRAM P1
2 VAR
3   S1 : BOOL ;
4   INV_P1 : BOOL ;
5   MOV_X : BYTE ;
6   Texto_P1 : WORD ;
7 END_VAR
8
```



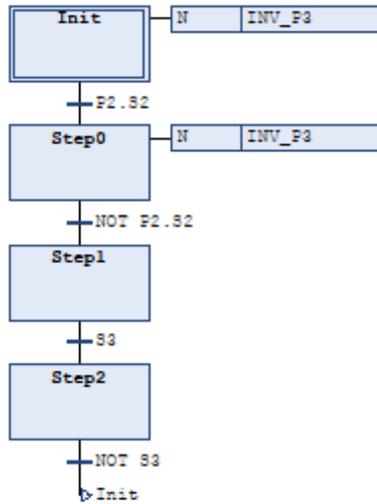
POU: P2

```
1 PROGRAM P2
2 VAR
3     S2 : BOOL ;
4     INV_P2 : BOOL ;
5 END_VAR
6
```



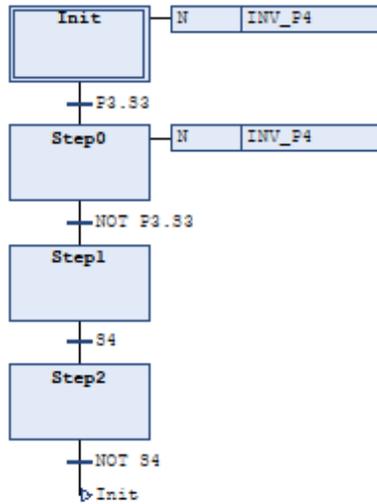
POU: P3

```
1 PROGRAM P3
2 VAR
3   S3 : BOOL ;
4   INV_P3 : BOOL ;
5 END_VAR
6
```



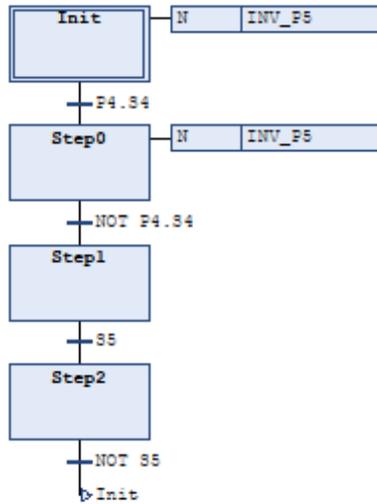
POU: P4

```
1 PROGRAM P4
2 VAR
3   S4 : BOOL ;
4   INV_P4 : BOOL ;
5 END_VAR
6
```



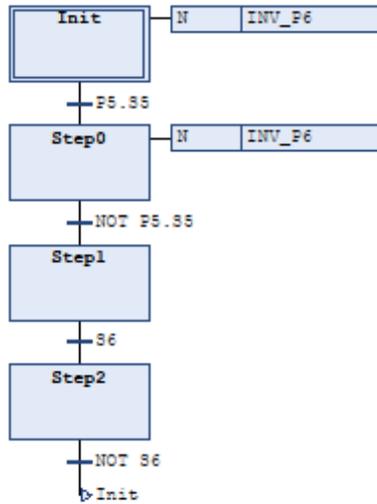
POU: P5

```
1 PROGRAM P5
2 VAR
3   S5 : BOOL ;
4   INV_P5 : BOOL ;
5 END_VAR
6
```



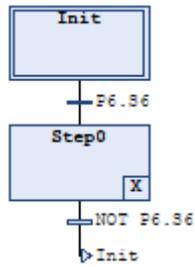
POU: P6

```
1 PROGRAM P6
2 VAR
3   S6 : BOOL ;
4   INV_P6 : BOOL ;
5 END_VAR
6
```



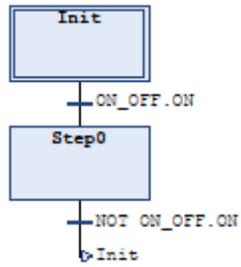
POU: Contador_puertas

```
1 PROGRAM Contador_puertas
2 VAR
3 Counter : INT ;
4 END_VAR
5
```



POU: Timer

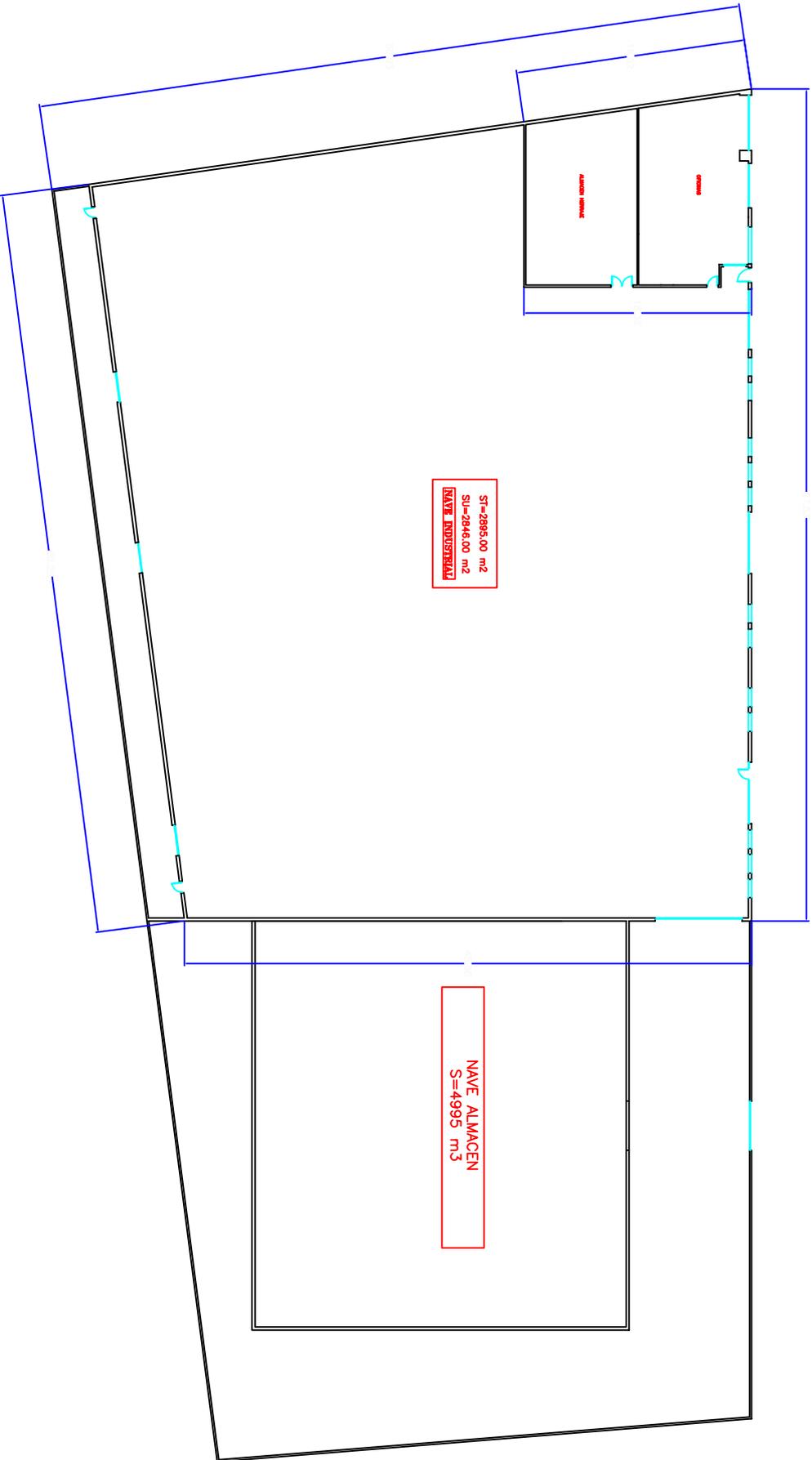
```
1 PROGRAM Timer
2 VAR
3 END_VAR
4
```



PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

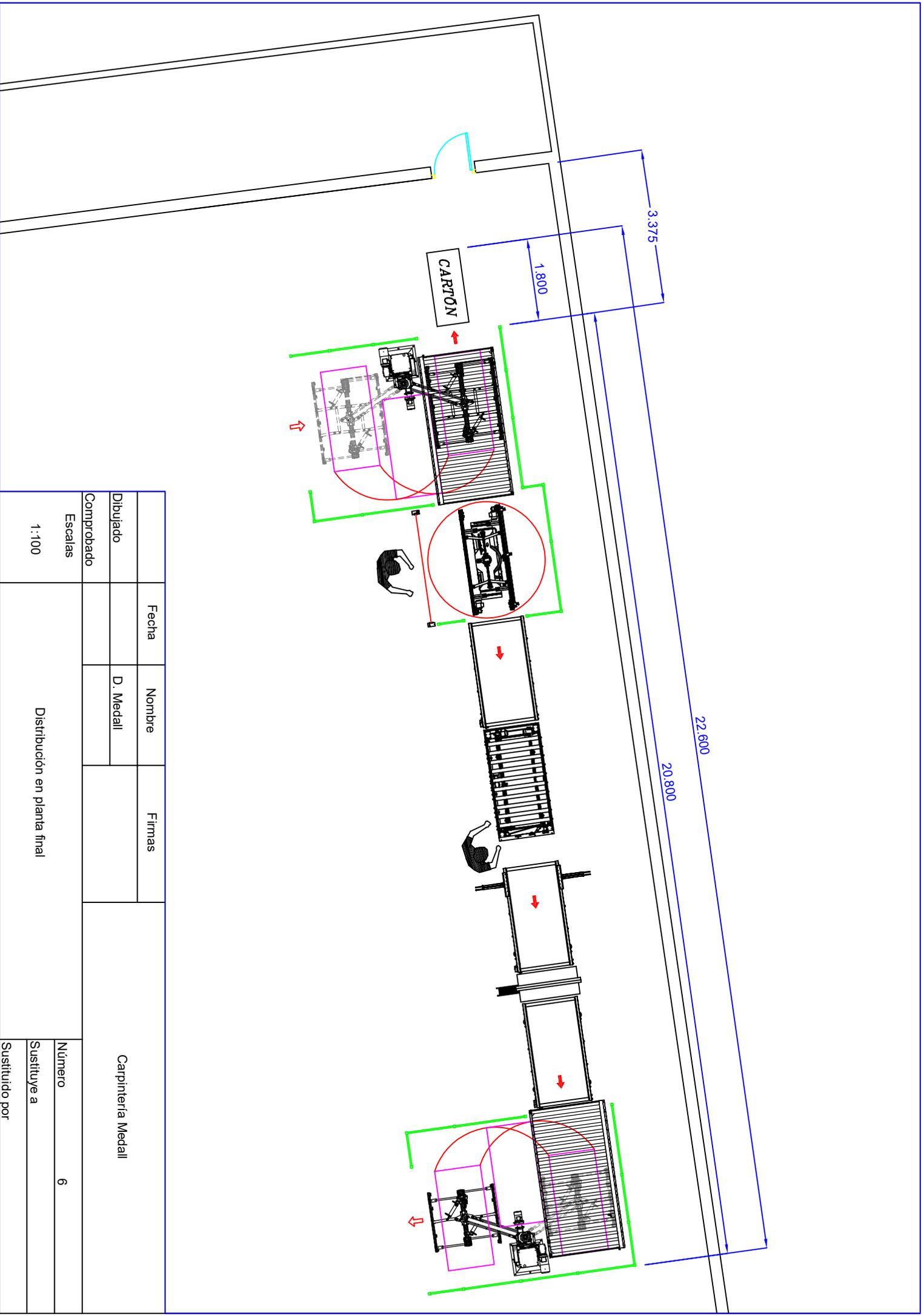
1. Dimensiones de la fábrica	109
2. Distribución en planta inicial	111
3. Distribución en planta 1	113
4. Distribución en planta 2	115
5. Distribución en planta 3	117
6. Distribución en planta final	119



ST-2895.00 m2
 SU-2846.00 m2
 NAVE INDUSTRIAL

NAVE ALMACEN
 S=4995 m3

	Fecha	Nombre	Firmas	Carpintería Medall
Dibujado	21/09/2018	D. Medall		
Comprobado				
Escalas	Dimensiones de la fábrica			
1:500	Número			1
	Sustituye a			
	Sustituido por			



	Fecha	Nombre	Firmas	
Dibujado		D. Medall		
Comprobado				
Escalas	Distribución en planta final			
1:100				
			Número	6
			Sustituye a	
			Sustituido por	

Carpintería Medall

PLIEGO DE CONDICIONES

ÍNDICE DEL PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objetivo	125
2. Condiciones generales	125
2.1. Normativa de aplicación	125
2.2 Condiciones legales y administrativas	126
2.2.1 Contratista	126
2.2.2 Formalización de contratos	126
2.2.3 Responsabilidad del contratista	126
2.2.4 Accidentes de trabajo y daños a terceros	127
2.3 Condiciones facultativas	128
2.2.1 Autoridad del director de obra	128
2.2.2 Requisitos mínimos	128
2.2.3 Subcontratos	128
2.2.4 Comienzo de obra	128
2.2.5 Omisiones	129
2.2.6 Responsabilidades	129
2.4 Condiciones económicas	130
2.4.1 Pagos	130
2.4.2 Definición de los precios y mediciones	130
2.4.3 Revisión de precios	130
2.3.3. Adjudicación y cláusulas del contrato	130
2.3.4. Rescisiones de contrato	130
2.3.5. Liquidación en caso de rescisión	131
2.3.6 Fianza	131
2.3.7 Obras mal ejecutadas	131
3. Condiciones técnicas	132
3.1 Condiciones de materiales y equipos	132
3.1.1 Equipos	132
3.1.2 Cargador/Apilador monocolumna MFP-T-2200	132
3.1.2 Transfer para colocar pernios y cerradura Mod. PCS-04	133
3.1.3 Banco de montaje automático Mod. BMA-2200	133
3.1.4 Cintas de transporte	134
3.1.5 Máquina flejadora automática	135
3.1.6 Garantía	135
3.2 Condiciones de ejecución	136
3.2.1 Montaje de la línea	136
3.2.2 Duración del montaje y pruebas	136
3.2.3 Indemnización por el retraso en los trabajos	136
3.2.4 Producción y capacidad de la línea	136

1. Objetivo

El pliego de condiciones que se incluye a continuación, de aplicación en el siguiente proyecto, será recoger el conjunto de normas, especificaciones e instrucciones que se deben respetar en la ejecución del proyecto tanto por la empresa ejecutora del proyecto como por la empresa en la que se realiza el mismo.

Además, se establecerán las normativas que debe cumplir la maquinaria instalada en la línea de producción, así como las condiciones de puesta en obra, fabricación y toda la normativa legal que sea necesaria para su adecuada ejecución.

2. Condiciones generales

2.1. Normativa de aplicación

- Instrucciones del Instituto Nacional de Racionalización y Normalización (Normas UNE).
- Legislación sobre seguridad e higiene en el lugar de trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL).
- RD 39/1997, de 17 de enero de Prevención de Riesgos laborales.
- RD 486/1997, de 14 de abril de Seguridad en el Lugar de Trabajo.
- RD 1435/1992, de 27 de noviembre de la Seguridad de Máquinas.
- RD 614/2001, de 8 de junio de la Protección de riesgos eléctricos.
- RD 773/1997, de 30 de mayo para la utilización de equipos de protección individual.
- La normativa interna de la empresa.

Si en algún ámbito, alguna de las normas coincidieran, se aplicará la que sea más restrictiva.

2.2 Condiciones legales y administrativas

2.2.1 Contratista

Pueden ser contratistas de las obras los españoles y extranjeros que se hallen en posesión de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y a las sociedades y compañías legalmente constituidas y reconocidas en España.

Exceptuados:

- Los que se hallen procesados criminalmente.
- Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
- Los que estuviesen apremiados como deudores o de los caudales públicos en concepto de seguros contribuyentes.
- Los que, en contratos anteriores con la Administración, hubieran faltado reconocidamente a sus compromisos.

2.2.2 Formalización de contratos

Los contratos se formalizarán mediante documento privado en general, que podrá elevarse a elección de escritura pública a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. Será de cuenta del adjudicatario todos los gastos que ocasionen la extensión del documento en que se consigne la contrata.

2.2.3 Responsabilidad del contratista

El Contratista es responsable de la ejecución de las obras en condiciones establecidas en el contrato y en los documentos que componen el Proyecto (la Memoria no tendrá consideración de documento del Proyecto). Como consecuencia de ello, vendrá obligado a la demolición y reconstrucción de todo lo mal ejecutado, sin que pueda servir de excusa el que el Director de Construcción haya examinado y reconocido la construcción durante las obras, ni el que hayan sido abonadas en liquidaciones parciales.

El contratista queda obligado a cumplir todo lo estipulado en todas las leyes de reglamento de carácter oficial, así como a las demás leyes y disposiciones vigentes que sean de aplicación durante los trabajos.

2.2.4 Accidentes de trabajo y daños a terceros

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, con motivo y en ejercicio de los trabajos para la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a lo dispuesto en la legislación vigente, siendo en todo caso único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la propiedad, por responsabilidades de cualquier aspecto.

El Contratista está obligado a adoptar las medidas de seguridad que las disposiciones vigentes preceptúan, para evitar en lo posible accidentes a obreros o a los viandantes, no sólo en los andamios, sino en todos los lugares peligrosos de la obra, huecos de escalera, etc.

De los accidentes y perjuicios de todo género que, por no cumplir el Contratista lo legislado sobre la materia, pudieran acaecer o sobrevenir, será éste el único responsable, o sus representantes de la obra, ya que se considera que en los precios contratados están incluidos todos los gastos y precios para cumplimentar debidamente dichas disposiciones legales.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran tanto en la edificación donde se efectúen las obras, como en las auxiliares. Será, por tanto, de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y cuando a ello hubiera lugar, de todos los daños y perjuicios que puedan causar las operaciones de ejecución de las obras.

2.3 Condiciones facultativas

2.2.1 Autoridad del director de obra

La figura del director estará encarnada por una persona capaz de interpretar y hacer ejecutar correctamente el contenido del proyecto, pudiendo ser el mismo proyectista. El director de la obra, resolverá cualquier cuestión que surja referente a la calidad de los materiales empleados, interpretación de planos, especificaciones, y en general, todos los problemas que se planteen durante la ejecución de los trabajos referentes al presente proyecto.

2.2.2 Requisitos mínimos

El operario encargado del montaje del proyecto debe tener un título igual, equivalente, o superior a los nombrados a continuación:

- Técnico superior de mantenimiento.
- Técnico superior de mantenimiento electromecánico de maquinaria.
- Técnico superior de mecatrónica industrial.
- Técnico superior de desarrollo de proyectos.

2.2.3 Subcontratos

Ninguna parte de la obra podrá ser subcontratada sin el consentimiento previo del director de obra. Las solicitudes para ceder cualquier parte del contrato deberán formularse por escrito y acompañarse con un documento que acredite que la organización que ha de encargarse de los trabajos que han de ser objeto de subcontrato está particularmente capacitada y equipada para su ejecución. La aceptación del subcontrato no relevará a la actual empresa encargada de la ejecución del proyecto de su responsabilidad contractual.

2.2.4 Comienzo de obra

La obra comienza con la Orden de Inicio de las Obras contenida en el Acta de Comprobación de Replanteo o, en su caso, en el Acta de Levantamiento de Suspensión de las Obras. Comprende este periodo la construcción de las obras civiles, la fabricación y adquisición de los materiales necesarios y el montaje de los mismos en obra, los trabajos de ajuste y comprobación de la obra civil y de la estructura.

2.2.5 Omisiones

Las omisiones en los cálculos y pliego de condiciones, o descripciones erróneas de los detalles fundamentales de la modificación, siendo estos indispensables para conseguir el objetivo propuesto en los citados documentos, eximirá a los ejecutores del proyecto de la obligación de ejecutar los trabajos omitidos o erróneamente descritos, siendo el director de la obra, el máximo responsable de la subsanación inmediata de dichos errores. De la misma forma, el ejecutor de la obra deberá aplicar las instrucciones técnicas recogidas en el presente proyecto, exigiendo al proyectista de cualquier responsabilidad que pudiera derivarse del incumplimiento de alguna de ellas.

2.2.6 Responsabilidades

El proyectista queda responsabilizado de todos los daños que pudieran darse de un mal diseño o fallo de producción.

2.4 Condiciones económicas

2.4.1 Pagos

Los pagos se efectuarán por la empresa en los plazos previamente establecidos en el contrato y su importe dependerá de que el director técnico del proyecto certifique que se ha realizado el proyecto según lo establecido.

2.4.2 Definición de los precios y mediciones

Los precios comprenden, en general y salvo indicación alguna de lo contrario, todos los materiales, su transporte, mano de obra, operaciones y medios auxiliares necesarios para terminar completamente cada unidad con arreglo a las prescripciones de este Pliego y a las de una buena construcción.

2.4.3 Revisión de precios

En el contrato se estipulará si el cliente tiene derecho a revisión de precios y la manera de aplicarlos. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del director técnico según criterios oficiales.

2.3.3. Adjudicación y cláusulas del contrato

Los contratos se adjudicarán, en general, de forma privada. El cuerpo de estos documentos contará con una cláusula en la que se exprese terminantemente que el contratista está conforme con el pliego de condiciones particulares que ha de regir su trabajo.

2.3.4. Rescisiones de contrato

Se considerarán causas suficientes de rescisión del contrato las que a continuación se señalan:

- Muerte o incapacidad del contratista.
- Quiebra del mismo.
- Las alteraciones del contrato por las siguientes causas:
 - La modificación del proyecto en forma tal que presente alteraciones fundamentales del mismo, a juicio de la dirección técnica, y en cualquier caso siempre que la variación de presupuesto de ejecución como consecuencia de estas variaciones, represente más o menos el 25 % del importe total de aquel.
 - El no dar comienzo la contrata a los trabajos dentro del plazo señalado en las condiciones particulares del presente proyecto.
 - El abandono de la ejecución sin causa justificada a juicio de la dirección técnica.
 - La mala fe en la ejecución de los trabajos a juicio de la dirección técnica.

2.3.5. Liquidación en caso de rescisión

En caso de querer rescindir el contrato por cualquiera de las dos partes, la empresa o la subcontrata, se abonará a la empresa el proyecto y el material adquirido para el desarrollo. Si se produce la rescisión del contrato, esto llevará implícito la retención de la fianza para los gastos de diseño y derivados del trabajo realizado hasta el momento.

2.3.6 Fianza

En el contrato se deberá fijar la fianza que la empresa debe disponer como garantía del cumplimiento del propio contrato. De no encontrarse estipulada la fianza en el contrato, se adoptará como garantía un 50% del coste total del proyecto.

2.3.7 Obras mal ejecutadas

Si el Director de las Obras estima que las unidades de obra defectuosas y que no cumplen estrictamente las condiciones del Contrato, son, sin embargo, admisibles, puede proponer a su Superioridad la aceptación de las mismas con la consiguiente rebaja de los precios. El Contratista queda obligado a rebajar los precios rebajados fijados por la Administración, a no ser que prefiera demoler y reconstruir las unidades defectuosas con arreglo a las Condiciones del Contrato.

3. Condiciones técnicas

3.1 Condiciones de materiales y equipos

3.1.1 Equipos

Todas las partes de las que, en contacto con los productos, serán de superficie lisa y fácilmente limpiable. Del mismo modo, el exterior de la maquinaria deberá estar esmaltado o cubierto de material inalterable y sin ángulos entrantes que pudieran dificultar o impedir una limpieza correcta.

Todos los equipos que cuenten con elementos móviles deberán estar provistos de los debidos dispositivos de protección para el manejo del operador.

3.1.2 Cargador/Apilador monocolumna MFP-T-2200

Este equipo es conforme a los requisitos esenciales de las Directivas:

D/89/392CEE, D/73/23/CEE, D89/336/CEE

Y es conforme a las normas básicas:

EN-292-1, EN 292-2, EN 294, EN 418, EN-60204/01

El cargador admite piezas de geometría variable pero comprendidas dentro de las tolerancias que se detallan a continuación:

- Geometría:
 - Longitud máxima de la pieza: 2200 mm
 - Ancho útil: 925 mm
- Capacidad de carga
 - Carga máxima: 80 kg por capa

La lubricación de las partes móviles es fundamental para un correcto funcionamiento. Se debe lubricar periódicamente las cadenas, cojinetes y partes deslizantes de la máquina. En ningún caso este periodo debe ser superior a las 500 h de funcionamiento.

Si, en caso de rebasar alguna de estas características, se ocasionara un fallo en el funcionamiento o la rotura de la máquina, la empresa contratada no se hace responsable.

3.1.2 Transfer para colocar pernios y cerradura Mod. PCS-04

Este equipo es conforme a los requisitos esenciales de las Directivas:

D/89/392CEE, D91/368/CEE, D93/44/CEE, D93/68/CEE

Y es conforme a las normas básicas:

EN-292-1, EN 292-2, EN 294, EN 418, EN-60204/01

La lubricación de las partes móviles es fundamental para un correcto funcionamiento. Se debe lubricar periódicamente las cadenas, cojinetes y partes deslizantes de la máquina. En ningún caso este periodo debe ser superior a las 300 h de funcionamiento.

Debido a las vibraciones de la máquina, es posible que algunos elementos de sujeción de los detectores se aflojen y hagan que la posición de los mismos varíe. Se recomienda su apriete cada 200 h de funcionamiento.

Si, en caso de rebasar alguna de estas características, se ocasionara un fallo en el funcionamiento o la rotura de la máquina, la empresa contratada no se hace responsable.

3.1.3 Banco de montaje automático Mod. BMA-2200

Este equipo es conforme a los requisitos esenciales de las Directivas:

D/89/392CEE, D91/368/CEE, D93/44/CEE, D93/68/CEE

Y es conforme a las normas básicas:

EN-292-1, EN 292-2, EN 294, EN 418, EN-60204/01, EN 50081-2, EN 50082-2

La lubricación de las partes móviles es fundamental para un correcto funcionamiento. Se debe lubricar periódicamente las cadenas, cojinetes y partes deslizantes de la máquina. En ningún caso este periodo debe ser superior a las 500 h de funcionamiento.

Las cadenas se deben tensar cada vez que la tensión de las mismas difiera de la tensión de reglaje en la que se suministra la máquina. La primera revisión se realizará a las 200 h de funcionamiento. En ningún caso este periodo debe ser superior a las 1000 h de funcionamiento.

Debido a las vibraciones de la máquina, es posible que algunos elementos de sujeción de los detectores se aflojen y hagan que la posición de los mismos varíe. Se recomienda su apriete cada 200 h de funcionamiento.

Si, en caso de rebasar alguna de estas características, se ocasionara un fallo en el funcionamiento o la rotura de la máquina, la empresa contratada no se hace responsable.

3.1.4 Cintas de transporte

Este equipo es conforme a los requisitos esenciales de las Directivas:

D/89/392CEE, D91/368/CEE, D93/44/CEE, D93/68/CEE

Y es conforme a las normas básicas:

EN-292-1, EN 292-2, EN 294, EN 418, EN-60204/01, EN 50081-2, EN 50082-2

Las cintas transportadoras soportan puertas de las siguientes características:

- Geometría:
 - Longitud máxima de la pieza: 2200 mm
 - Ancho útil: 1000 mm

- Capacidad de carga
 - Carga máxima: 100 kg por capa

El material a transportar no debe ser abrasivo ni contener objetos cortantes o incisivos que puedan dañar las cintas de las bandas.

La lubricación de las partes móviles es fundamental para un correcto funcionamiento. Se debe lubricar periódicamente las cadenas, cojinetes y partes deslizantes de la máquina. En ningún caso este periodo debe ser superior a las 500 h de funcionamiento.

Debido a las vibraciones de la máquina o golpes accidentales, es posible que algunos elementos de sujeción de los detectores se aflojen y/o se giren y hagan que la posición de los mismos varíe. Se recomienda su apriete cada 200 h de funcionamiento.

Si, en caso de rebasar alguna de estas características, se ocasionara un fallo en el funcionamiento o la rotura de la máquina, la empresa contratada no se hace responsable.

3.1.5 Máquina flejadora automática

Este equipo es conforme a los requisitos esenciales de las Directivas:

D98/37/CE, D73/23/CEE, D93/68/CEE, D89/336/CEE, D92/31/CEE, D98/13/CE

Y es conforme a las normas básicas:

EN-292-1, EN 292-2, EN 294, EN 418, EN-60204/01, EN 349

Se debe en todo momento seguir las instrucciones especificadas en el manual de uso de la máquina y no modificar su estructura original. Antes de realizar cualquier ajuste, se debe desconectar la máquina. El incumplimiento de esta norma puede causar daños a la persona que los efectúe.

En caso de que el incumplimiento de estas normas, ocasionara un fallo o rotura en la máquina, la empresa contratada no se hace responsable.

3.1.6 Garantía

La empresa contratada garantiza la maquinaria detallada en este apartado por un periodo de doce meses a partir de su fecha de adquisición, en partes eléctricas y mecánicas.

Esta garantía es válida en cuanto a defectos de fabricación que pudieran observarse o fallos que pudieran producirse dentro del periodo que esta comprende.

La garantía no cubre roturas o desperfectos producidos por tratos inadecuados o accidentales como las piezas que lógicamente sufren un desgaste por su utilización normal.

3.2 Condiciones de ejecución

3.2.1 Montaje de la línea

El montaje de la instalación se realizará conforme a lo establecido en los diferentes apartados de este proyecto y siguiendo las órdenes del ingeniero técnico director.

3.2.2 Duración del montaje y pruebas

El montaje de la línea se realizará la segunda semana de septiembre del presente año. El montaje completo y prueba de los equipos se realizará en un periodo de siete días, tiempo que se ha determinado de acuerdo con las capacidades del contratista y los requerimientos de la empresa.

Este tiempo se podrá prorrogar en dos días a partir del último día estipulado en la firma del contrato, quedando los gastos de personal a cargo del contratista.

3.2.3 Indemnización por el retraso en los trabajos

Si, por motivos ajenos a la empresa, la ejecución del proyecto se retrasara más de los tres días, el director técnico tendrá la opción de establecer multas al contratista, de acuerdo con las condiciones establecidas en el contrato firmado por ambas partes.

3.2.4 Producción y capacidad de la línea

La línea de producción se ha diseñado para un funcionamiento aproximado de ocho horas al día, doscientos veinte días al año aproximadamente. La maquinaria puede producir una media de noventa y seis puertas a la hora a pleno rendimiento.

Cualquier modificación en el producto de aporte o en los equipos que pueda tener como consecuencia un sobreesfuerzo del equipo, eximirá de toda responsabilidad al proyectista.

MEDICIONES

ÍNDICE DE MEDICIONES

1. Introducción	141
2. Maquinaria	141

1. Introducción

En el presente anexo se pretende definir y determinar cada una de las unidades que forma parte del proyecto. Se describirá cada máquina junto con sus dimensiones, potencia consumida y número de unidades adquiridas para la realización del proyecto

2. Maquinaria

Elemento	Descripción	Medidas [Ancho x Largo x Alto]	Potencia consumida	Cantidad [Unidad]
Cargador/Apilador Automático Mod. PP-T-2200	Consiste en una monocolumna con un brazo, adyacente a un transfer de rodillos.	[2327 x 3260 x 3914] mm	2,60 kW	2
Máquina para colocar herrajes Mod. PCS-04	Transfer de cintas regulables que tiene una función de rotación de 180°.	[1300 x 2300 x 1280] mm	2 kW	1
Cinta transportadora	Transfer motorizado.	[1200 x 2300 x 950] mm	0,37 kW	2
Banco de montaje Mod. BMA-2200	Se trata de un transfer de rodillos con unos tapones elevadores de goma.	[1200 x 2450 x 950] mm	1,10 kW	1
Cinta transportadora con guías	Transfer motorizado autocentrante por medio de unas guías laterales.	[1200 x 2300 x 950] mm	0,49 kW	1
Flejadora automática	Máquina flejadora que funciona de forma autónoma.	[600 x 1590 x 1525] mm	1 kW	1

Tabla 28: Mediciones de la maquinaria adquirida

PRESUPUESTO

ÍNDICE DEL PRESUPUESTO

1. Introducción	147
2. Costes de maquinaria	147
3. Costes de personal	147
4. Resumen del presupuesto	148

1. Introducción

En el siguiente anexo se pretende definir y determinar cada una de las unidades que forma parte del proyecto, así como determinar el coste económico de cada una de ellas. Se dividirá en los siguientes dos apartados diferenciados:

- Costes de maquinaria
- Costes de personal

Los costes indirectos como el consumo energético y la aspiración no se tendrán en cuenta en este apartado, al ser indirectos.

2. Costes de maquinaria

Elemento	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Precio total
Cargador/Apilador Automático Mod. PP-T-2200	2	Unidad	52.500 €	105.000 €
Máquina para colocar herrajes Mod. PCS-04	1	Unidad	38.000 €	38.000 €
Cinta transportadora	2	Unidad	2.000€	4.000€
Banco de montaje Mod. BMA-2200	1	Unidad	16.800 €	14.800 €
Cinta transportadora con guías	1	Unidad	3.000 €	3.000 €
Flejadora automática	1	Unidad	7.000 €	7.000 €

Tabla 29: Costes de maquinaria

3. Costes de personal

Elemento	Cantidad	Unidades	Precio unitario	Precio total
Personal externo de la empresa Folch- Famayco (2)	160	Horas totales	38,75 €	6200€

Tabla 30: Costes de personal

4. Resumen del presupuesto

Finalmente, se presenta un resumen del presupuesto de cada apartado, así como el coste de la inversión inicial a realizar.

Elementos	Coste total
Costes de maquinaria	173.800 €
Costes de personal	6.200 €
	180.000 €

Tabla 31: Resumen del presupuesto

El presupuesto del presente proyecto es de:

CIENTO OCHENTA MIL EUROS #180.000#
