

# Trabajo Fin de Grado

## ANEXOS

Autor:

**Pablo Gómez Soriano**

Director:

**José Manuel Franco Gimeno**

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA (EINA)

## ANEXO 1. DIAGRAMA DE GANTT DE LOS TRABAJOS A REALIZAR

Mediante los diagramas de Gantt vamos a temporalizar cómo se han ejecutado las tareas.

### ANEXO 1.1 Diagrama Gantt Trabajos en conjunto.

DESCRIPCION TRABAJOS	ABRIL				MAYO					JUNIO			
	\$14	\$15	\$16	\$17	\$18	\$19	\$20	\$21	\$22	\$23	\$24	\$25	\$26
Cambio de ubicación del horno retráctiladora y la panotec													
Desmontaje de la línea de bandas modulares junto a la Holzma													
Traslado y montaje del robot y mesas para el apilado de cajas													
Parada de la maquina cerradora de cajas y giro a toda la linea de embalado													
Montaje y programacion del nuevo robot yaskawa													
Desmontaje del taladro biesse													
Limpieza nave vulcano para guardar las bandas modulares de 10m y coger mesas Selco													
Preparacion mesas entrada y salida enfardadora													
Fabricacion dispensador de tapas base para que todos formatos anden por los rodillos													
Colocacion y cableado mesas motorizadas en el pulmon salida canteadoras													
Comienzo del montaje de la enfardadora (ARANCO Y MOVITEC)													
Puesta en marcha.Probar comunicaciones, formacion y aceptacion de todos los formatos													
Cambio de guias para instalar vagona elevadora a la salida canteadoras (Enguita)													
Recepcion material para la automatizacion de la alimentacion y recogida de tapas LM22													
Montaje de railes para el transfer móvil y modificaciones mesas (SEINTE)													
Montaje y puesta en marcha instalacion (SETIMETRASA)													

Tabla 4: diagrama Gantt trabajos en conjunto.

### ANEXO 1.2. Diagrama de Gantt mover línea de embalado.

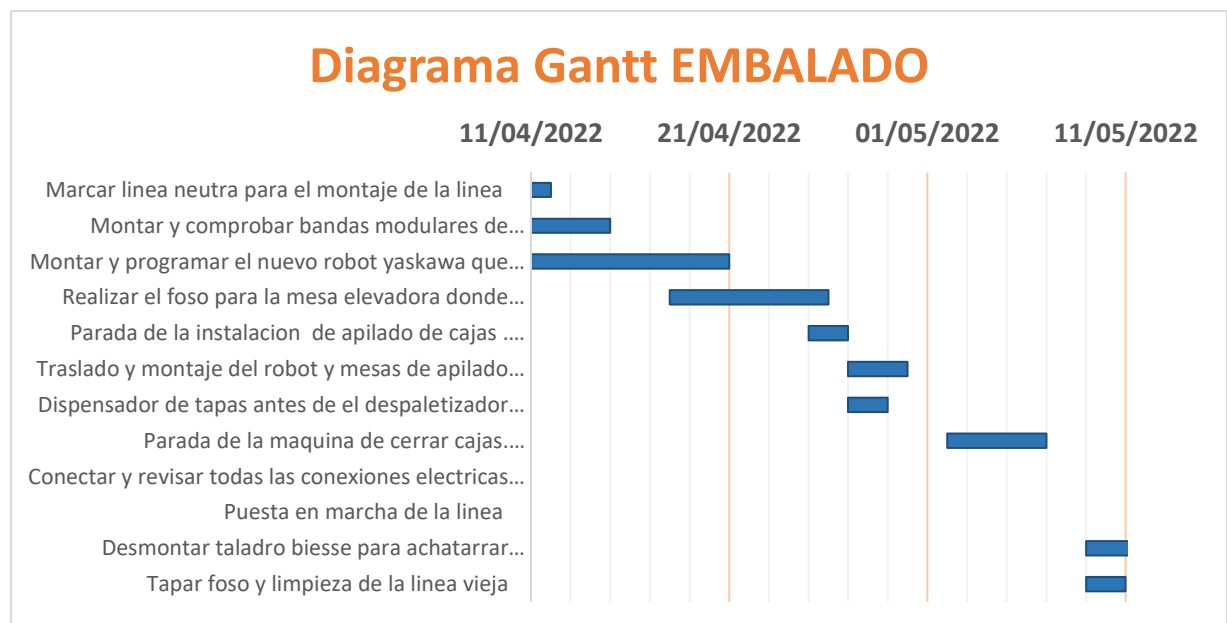


Tabla 5: diagrama Gantt embalado.

## ANEXO 2. ANALISIS DETALLADO DE LAS MEJORAS A REALIZAR.

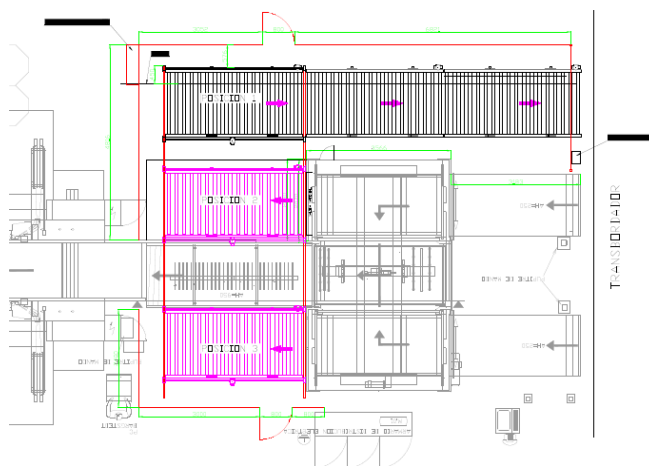
En este apartado quiero explicar de forma más concisa cada uno de los cambios a realizar, explicando partes y detalles más técnicos de cada instalación.

### ANEXO 2.1. Especificaciones instalación para la automatización de a la alimentación y recogida de tapas de la línea III de canteado..

En este apartado voy a mostrar las especificaciones de la instalación de alimentación y recogida de tapas de la Línea 3 de canteado.

En primer lugar, voy a empezar por la entrada de la línea que como he explicado anteriormente consiste en quitar la tapa del paquete que se queda tras des apilar todas las tablas que introduce en la línea.

En la ilustración podemos observar las mesas de rodillos introducidos así como el trasbordador móvil que desplaza la tabla para acumularlas y poder mejorar la autonomía de la línea.



*Ilustración 24. esquema automatización recogida tapas.*

Características y especificaciones de cada elemento de la instalación:

2 Uds. TRANSPORTADOR RODILLOS MOTORIZADO POR BUCLE DE CADENA

-Ancho útil: 1.520 mm.

- Longitud de transporte: 3.769 mm.

- Altura de transporte: 250 mm.

- Patas de apoyo con altura regulable.

- Velocidad de transporte: 12 m/min.

- Rodillo cincado D.80x3. Eje d.20 con RIM-10x20. Piñón Z-15 5/8" con FUNDA DE PVC, e.2 mm.

El hecho de que el rodillo vaya engomado de PVC es para proporcionar y mayor agarre de la tabla y que no resbale.

- Paso entre rodillos: 198,4 mm.
- Bastidor en acero al carbono. Pintado RAL 7000. Siguiendo las normas de la empresa as mesas de rodillos tiene que ser de color gris con el bastidor en naranja.
- Motor reductor SEW con transmisión indirecta. Hemos elegido dichos motores con variador para poder igualar la velocidad de la línea con la de la nueva instalación.
- Pisaderas con chapa lagrimada. Para que el operario y el personal de mantenimiento si tiene que entrar a la instalación tenga seguridad a la hora de pisar entre los rodillos y evitar accidentes como torceduras o atrapamientos.

1 Uds. CARRO TRANSFER CON TRANSPORTADOR RODILLOS MOTORIZADO POR BUCLE DE CADENA CON ELEVACION DE TIJERA.

- Transportador de rodillos: 1 Ud.
- Ancho útil: 1.520 mm.
- Longitud de transporte: 3.373 mm.
- Altura de transporte: 250 mm.
- Velocidad de transporte: 12 m/min.
- Rodillo cincado D.80x3. Eje d.20 con RIM-10x20. Piñón Z-15 5/8".
- Paso entre rodillos: 198,4 mm.
- Bastidor en acero al carbono. Pintado RAL a determinar.
- Motor reductor SEW con transmisión indirecta.
- La mesa dispone de una central hidraulica con un motor de de 1.5 Cv.
- Sin pisaderas con chapa lagrimada.
- Carro: 1ud.
- Longitud entre ejes: 3.373 mm.
- Ancho: 1.520 mm.
- Velocidad: 18 m/min.
- Motorización SEW con freno.
- Rail de rodadura cincado en pletina acero 50x25 mm y atornillado al suelo. aproximada 8.200 mm)
- 4 Ud. Ruedas vulcanizadas de diámetro 150 mm. De las cuales dos irán en el conducto cadena- piñón y las otras dos irán locas.

Pórtico con ruedas prensoras de guiado lineal, su funcionamiento es ayudar al apilado de las tablas, ayuda a que la tabla corra con más facilidad y resbale sobre la anterior. Hay veces que si el tablero no está me laminado y la base es en crudo puede no deslizar y este sistema es de gran ayuda para evitar este problema.

A continuación os muestro dos fotografías con el resultado final de la instalación:





*Ilustración 25: resultado tras la instalación de los caminos de rodillos*

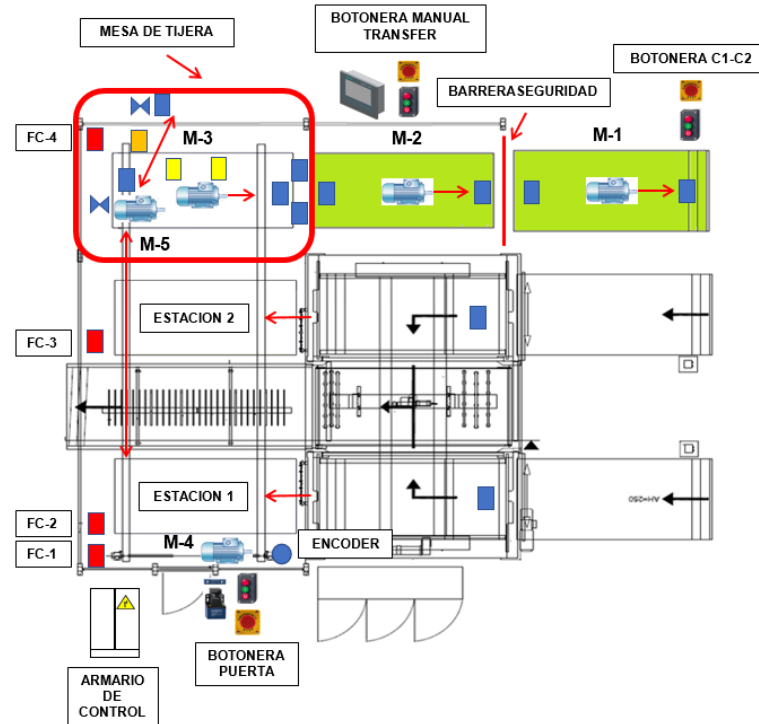


*Ilustración 26: pórtico con ruedas prensoras que ayuda a evacuar la tabla.*

Esto sería en cuanto a la parte mecánica de la instalación las características de las mesas.

Ahora vamos con la automatización para ello necesitaremos los siguientes materiales.

La solución propuesta para la automatización de la descarga de tapas es la siguiente:



*Ilustración 27: esquema automatización salida tapas.*

○ **Mesa de tijera.**

Para el control automático de los palet en la entrada de la línea 1 se hace preciso que la mesa 3 del transfer cuente con una tijera que permita la elevación para el apilado en la mesa 2 de los palet evacuados de la línea.

La mesa dispone de una central hidráulica con un motor de 1.5 Cv.

Se controlarán:

- Las electroválvulas.
  - Subir mesa.
  - Bajar mesa.
- La posición de la mesa.
  - Arriba.
  - Abajo.
- La presión de la central hidráulica.
- Control magnetotérmico.
- Marcha paro bomba.

La mesa dispondrá de:

- 2 sensores cruzados para detectar mesa en posición inferior.
- 1 sensor de presencia de palet.

- 2 sensores de control de altura de apilado en la mesa 2
- 1 motor de 1kw con convertidor de frecuencia.

○ **Botonera C1-C2**

Desde esta botonera se controlará los caminos de rodillos C1 y C2.

Esta botonera contara con una seta de emergencia y un rearme de seguridad.

○ **Pupitre transfer.**

Desde este pupitre se controlará el camino de rodillos C3, el transfer y la mesa elevadora de tijera.

El pupitre cuenta también una pantalla táctil de 7" desde la cual se visualiza el estado de toda la instalación y se puede ajustar la posición de carga del transfer para la estacion1 y para la estación 2.

También se controlarán todas las acciones manuales de la mesa transfer.

○ **Botonera puerta acceso.**

Desde esta botonera se realizará la solicitud de acceso para entrar a la instalación.

○ **Armario de control.**

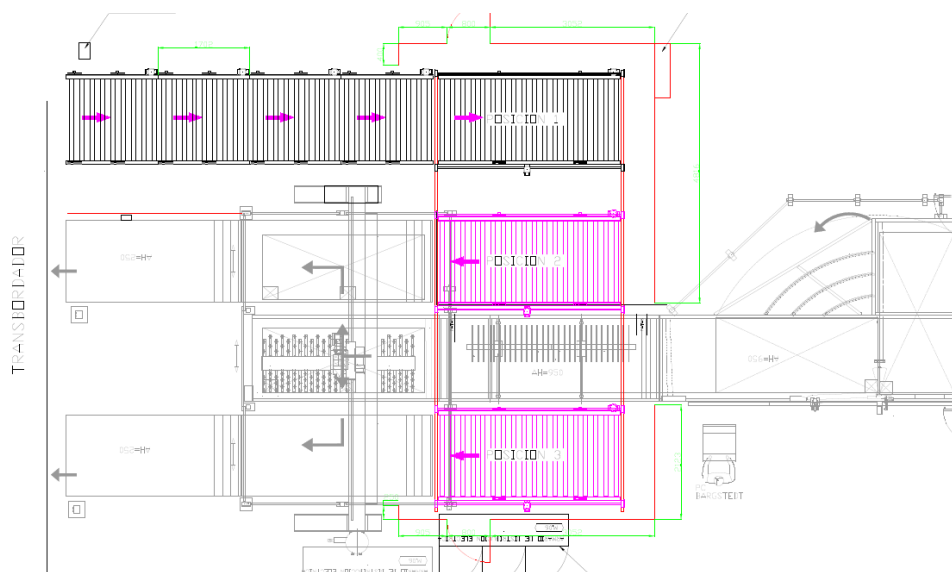
En el armario de control están ubicadas las protecciones generales, accionamientos de motores de los caminos de rodillos, el variador del transfer, las seguridades de la línea, el *PLC* de control de la instalación, una baliza luminosa de estado de la instalación. Etc.

○ **Barrera de seguridad en salida mesa 2 a mesa 1**

- Barrera de seguridad resolución personas, para impedir la entrada a la maquina por las mesas de evacuación de tableros.

- En el momento de la salida de un paquete de la mesa 1 a la mesa 2 se producirá un *mouting* en la barrera durante su evacuación.

En cuanto a la instalación de automatización de la salida de la línea es muy similar con la diferencia que no hay que apilar las tapas si no que el operario las posiciona en los caminos de rodillos y el transfer va distribuyendo ambos lados la tapa para que el robot des apilador comience a formar el paquete.



*Ilustración 28: esquema automatización alim. Pallet.*

Las características de las mesas son las siguientes:

2 Uds. TRANSPORTADOR RODILLOS MOTORIZADO POR BUCLE DE CADENA

- Ancho útil: 1.520 mm.
- Longitud de transporte: 3.600 mm.
- Altura de transporte: 250 mm.
- Patas de apoyo con altura regulable.
- Velocidad de transporte: 12 m/min.
- Rodillo cincado D.80x3. Eje d.20 con RIM-10x20. Piñón Z-15 5/8".
- Paso entre rodillos: 198,4 mm.
- Bastidor en acero al carbono. Pintado RAL a determinar.
- Motor reductor SEW con transmisión indirecta.

- Pisaderas con chapa lagrimada.

- Sin barandillas.

1 Uds. CARRO TRANSFER CON TRANSPORTADOR RODILLOS MOTORIZADO POR BUCLE DE CADENA

- Transportador de rodillos: 1 Ud.

o Ancho útil: 1.520 mm.

o Longitud de transporte: 3.373 mm.

o Altura de transporte: 250 mm.

o Velocidad de transporte: 12 m/min.

o Rodillo cincado D.80x3. Eje d.20 con RIM-10x20. Piñón Z-15 5/8".

o Paso entre rodillos: 198,4 mm.

o Bastidor en acero al carbono. Pintado RAL a determinar.

o Motor reductor SEW con transmisión indirecta.

o Sin pisaderas con chapa lagrimada.

- Carro: 1ud.

o Longitud entre ejes: 3.373 mm.

o Ancho: 1.520 mm.

o Velocidad: 18 m/min.

o Motorización SEW con freno.

o Rail de rodadura cincado en pletina acero 50x25 mm y atornillado al suelo 4 Ud. Ruedas vulcanizadas de diámetro . 150 mm.

o Topes mecánicos con *bumper* de caucho.

o Cadena porta cables en paralelo a la estructura.

A continuación muestro unas fotografías del antes y el después para aclarar dicha mejora:

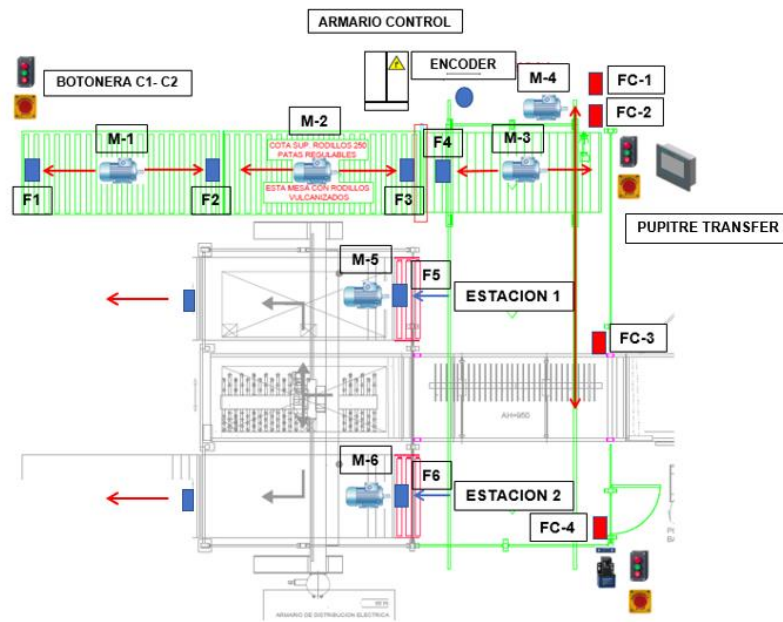


*Ilustración 29: alimentación de pallet mediante rodillos locos.*



*Ilustración 30: automatización entrada pallet línea.*

En cuanto a la automatización de la salida de la línea es la siguiente:



*Ilustración 31: esquema automatización Alim. pallet*

- **Botonera C1-C2**

Desde esta botonera se controlará los caminos de rodillos C1 y C2.

- **Pupitre transfer.**

Desde este pupitre se controlará el camino de rodillos C3 y el transfer.

- **Botonera puerta acceso.**

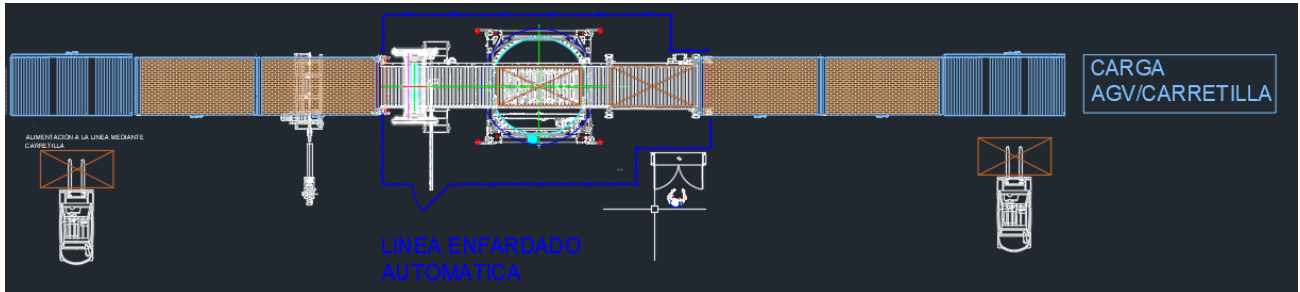
Desde esta botonera se realizará la solicitud de acceso para entrar a la instalación.

- **Armario de control.**

En el armario de control están ubicadas las protecciones generales, accionamientos de motores de los caminos de rodillos, el variador del transfer, las seguridades de la línea, el PLC de control de la instalación, una baliza luminosa de estado de la instalación. Etc.

## ANEXO 2.2 Especificaciones de la línea de enfardado automática.

### 2.2.1 Características de la línea:



*Ilustración 32: línea enfardado automática.*

Este proyecto se trata del montaje de una línea automática de enfardado. Consta de dos partes, por un lado, el área encerrada en el vallado azul, que la suministra Aranco (Proveedor de film de la empresa) y es donde va la enfardadora automática con sus respectivas mesas.

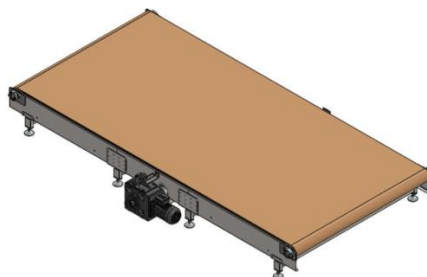
Y por otro lado las mesas en azul y marrón que son las que vamos a montar nosotros y las que tenemos que programar.

Estas mesas son reutilizadas de una línea que era ya existente en la fábrica y que actualmente estaba en desuso.

A continuación muestro las especificaciones de cada una de ellas:

La primera mesa es un uñero cuyas características son: dimensiones de 4000x1900x450mm con rodillos motorizados bidireccionales. Y unas dimensiones de rodillos  $D=89$  con un paso de 190mm. Motor reductor *Lenze* con variador de frecuencia i550 LENZE.

La segunda es una mesa de banda modular de dimensiones 4000x1900x450mm. Motor reductor *Lenze* con variador de frecuencia i550 LENZE.



*Ilustración 33: banda modular.*

Y la tercera mesa es una banda modular de las mismas características que la segunda.

En la última banda modular hemos instalado un lector de tarjetas de la marca Sick, el cual se encargará de leer el paquete que es y darle la información necesaria a la enfardadora para que pueda hacer un embalaje más eficaz.





*Ilustración 34: lector de tarjetas.*

La celda de enfardado tiene las siguientes características:

A la entrada una barrera anti intrusión de la marca SICK con una altura de 700mm. Para que si alguien intenta acceder la maquina se pare inmediatamente.

La primera mesa es un camino de rodillos motorizado de 2988x1300mm y con un D= 80 y paso entre rodillos 120mm. En este primer transportador va colocado el grupo chasis del cover a una altura de 4200mm. Como nuestro en la imagen.



*Ilustración 35: montaje cover independiente*

El **cover** se aplica para que la carga queda protegida y estanca en todas sus caras visibles. El sistema de aplicador del **cover** cuenta con su propia bobina de film situada junto al anillo giratorio de **enfardado**. Cuenta con un polispasto para cambiar la bobina del cover ya que es pesada y así se manipula de una mejor forma.

Seguido a este primer transportador de rodillos viene otro de 4541x1300mm el cual cuenta con una mesa elevadora con una carrera de 100mm que se introduce entre los rodillos para elevar los paquetes que vienen con tapa y poder hacer un mejor enfardado de la carga (Puede ajustar mas el embalaje ya que parte de más abajo).

Alrededor de este transportador es donde se sitúa el anillo de la maquina Saturn s6.



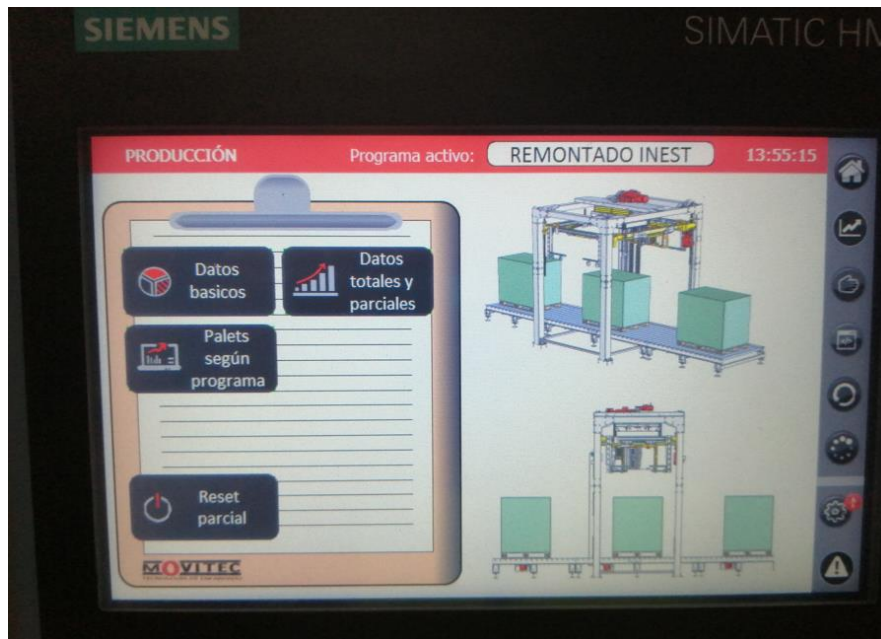
*Ilustración 36: montaje anillo enfardadora Saturn S6.*

Por último para acabar la celda de la enfardadora hay un camino de rodillos de 2988x1300mm que cuenta con una báscula. Una vez pasa por la báscula el paquete reduce la velocidad y hace un pequeño parón para que la medida sea más segura. Este dato aparece en la pantalla táctil que está ubicada en el cuadro eléctrico.

A la salida de la enfardadora tendremos otras dos mesas de banda modular de dimensiones 4000x1900x450mm. Con estas dos mesas lo que tendremos es un pequeño pulmón para que le tiempo a la carretilla para ir sacando los paquetes ya enfardados.

La última mesa será un uñero con rodillos motorizados con dimensiones 4000x1900x450mm. Y unas dimensiones de rodillos  $D=89$  con un paso de 190mm. Motor reductor *Lenze* con variador de frecuencia i550 LENZE.

La instalación cuenta con un cuadro eléctrico con pantalla táctil, la cual maneja toda la celda de la enfardadora.



*Ilustración 37: pantalla táctil manejo enfardadora.*

Desde esta pantalla se puede controlar todos los parámetros de la máquina que son los siguientes:

- Tipo de enfardado a asignar en función del paquete que entra. El lector de tarjetas colocado a la entrada de la enfardadora le dice a la maquina el tipo de paquete que es, y por lo tanto aplica un modo de enfardado. (Cuenta con hasta 20 tipos diferentes).
- Datos de producción relevantes. Como pueden ser el número de pallet/hora, el tiempo de enfardado, las vueltas de film que le ha dado al paquete.
- Manejo en manual de la maquina: Si algún paquete se atasca te permite el manejo de los rodillos en manual. También subir y bajar el anillo de la enfardadora.

### 2.2.2 Ahorro de film.

Una vez mostradas las características en detalle de la línea vamos a mostrar unos datos sobre el ahorro que se espera con la instalación de dicha línea.

Actualmente a la salida de las canteadoras le ponemos al paquete un film manual para que no coja suciedad ni se manche el tablero. Este proceso nos lo ahorraríamos ya que ahora el paquete saldrá de la línea de canteado y entrará directo a enfardar.

Salen 29.235 pallets/año x 46,80metros film/pallet [12 vueltas y perímetro de 3,9] → 1.368.215 metros film/año.

Este material es el que va a nuestro almacén de Picking.

Los paquetes que van directamente a cliente tienen que ser enfardados y flejados de una manera más segura, esto lo hacemos con unas máquinas semiautomáticas que se posicionan alrededor del paquete y van girando alrededor de él, seguido un operario tiene que flejarlo y ponerle las cantoneras necesarias. Aquí perdemos mucho tiempo ya que el paquete lo trae un carretillero y son dos operarios los que se encargan de enfardar y flejar el paquete para que pueda ir al muelle de carga ya.

Para esto se utiliza un film estándar con gasto:

43.580 pallets/año x 46,80 metros film/pallet [ 12 vueltas y perímetro 3,9] → 2.039.561 metros film/año.

**TOTAL: 3.407.776 metros film/año.**

**Las ventajas de la enfardadora automática son las siguientes:**

1. Con los films de última generación y varias mejoras tecnológicas en la calidad del rebobinado generamos reducción de la merma. La bobina se consume hasta el último metro. Ahorro total de la merma en torno a un 10%.
2. Al entrar los paquetes a esta línea de enfardado tenemos el control de cada paquete que se ha enfardado y este conocimiento al final supone ahorro. Estimamos que en torno a un 5%.

3. Mejora operativa por automatización  
72.815 (29.235+43.580) pallets/año x 2 minutos → 2.427,17 Horas  
2.427,17 horas x 13€/hora → 31.553 € Ahorro al año  
**Total Ahorro Productividad= 31.553 € al año.**

4. Ventaja Medioambiental  
Consumo actual manual: 9582 Kg al año  
Consumo actual automático Standard 12.961kg al año.  
Total: 22.543 Kg/año  
Con Film alto rendimiento estimamos → 6.816 Kg.  
• Ahorro 22.543 – 6.816 = 15.727 Kg. al año

• Ahorro 70 % de Kg. al año

• Al contar con un film de alto rendimiento no sería necesario flejar los paquetes para aportar mayor sujeción ya que el propio film daría la suficiente sujeción.

Es un tema muy importante ya que nuestro producto es con madera reciclada al 80% y el reducir el consumo de film y ayudar al medioambiente es una de nuestras prioridades a futuro.

## ANEXO 2.3 Características técnicas de los vehículos de guiado automático (AGV).

La mejora en el traslado de nuestro producto final nos ha llevado hacer un estudio sobre la viabilidad de estos vehículos. En este apartado se expondrán los diferentes tipos y se hará una estimación del número aproximado para cubrir la cadencia de paquetes a la hora actual.

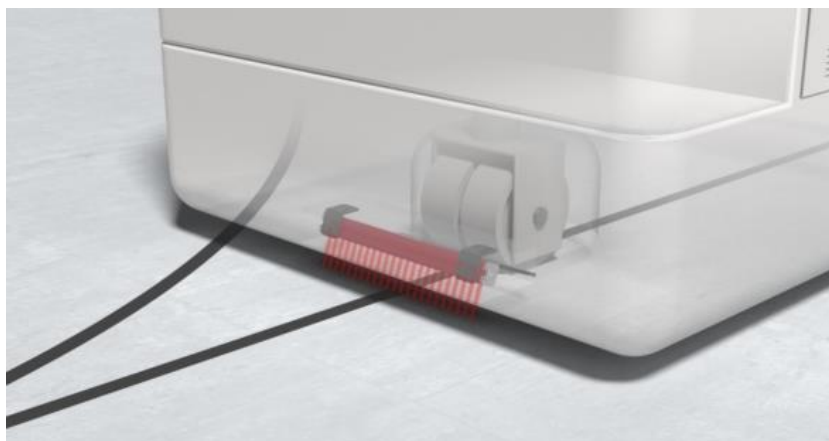
### 2.3.1 Tipos de AGV

En función del guiado pueden ser:

#### **-AGV mediante navegación magnética:**

Este tipo de orientación es la más ampliamente utilizada en los ambientes industriales. Se considera un sistema muy robusto, fácil de modificar, escalable y con un mantenimiento muy bajo.

Cada AGV necesita tener instalado un sensor magnético que hace que siga una banda o cordón magnéticos. La banda magnética se instala sobre el suelo (pegado) y el cordón magnético necesita estar incrustado en el suelo (necesita una pequeña zanja en el suelo). Los circuitos deben ser creados con la banda magnética o el cordón y el AGV seguirá el camino creado con estos elementos magnéticos. Durante el circuito el AGV realizará diferentes operaciones. Dichas operaciones están definidas por etiquetas RFID. Estas etiquetas son instaladas sobre el suelo (adheridas o incrustadas). Las etiquetas RFID son pequeñas fichas de plástico con una bobina interior.

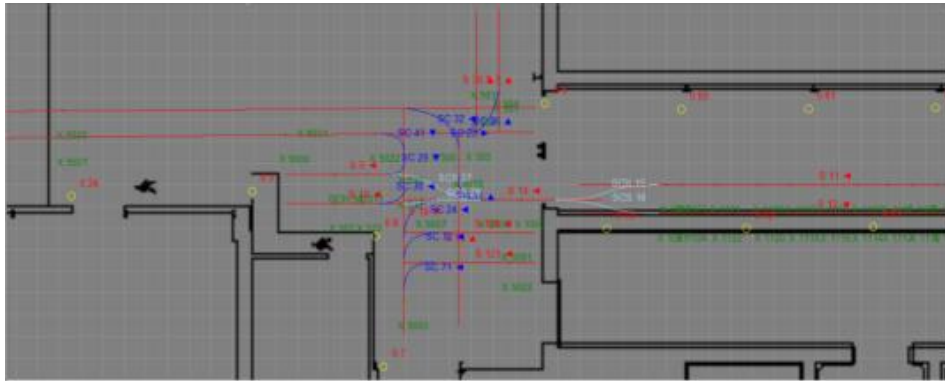


*Ilustración 38: Ejemplo de navegación magnética.*

#### **-AGV MEDIANTE SLAM O MAPPING:**

Sistema de Guiado por contorno, utilizando los escáneres Laser tanto para funciones de seguridad como para extraer mediciones del contorno para navegar, no siendo necesario hacer ningún tipo de actuación sobre el suelo y aportando máxima fiabilidad al sistema. El principio del funcionamiento es la grabación y mapeado de las zonas de paso de los AMRs tomando como referencia columnas, paredes, vallados para la localización del AMR.

Mediante herramientas de dibujo puedes generar trayectorias y hacer modificaciones para diseñar los layouts.



*Ilustración 39: Ejemplo de trazado de trayectorias.*

La precisión de este sistema de guiado es muy preciso, se pueden conseguir precisiones muy altas.

**-AGV de guiado GPS:** Para guiado en aplicaciones outdoor.

Los más utilizados en entornos industriales son el magnético y el de Slam. Para nuestro caso al ser una aplicación en línea recta y sin apenas desviaciones se plantea el guiado magnético. Más sencillo, y con el cual nosotros podremos hacer cualquier tipo de cambio de layout de manera interna.

También existen varios modelos en cuanto a su forma:

**-Tipo cabeza tractora:** Este tipo de AGV se utiliza para arrastrar cargas pesadas en largas distancias. Es una solución potente y segura. En nuestro caso la idea planteada sería una cabeza tractora que arrastrara carros de rodillos. Por ejemplo, que un carretillero cargara dichos carros y el AGV simplemente tuviera la función de llevarlos a su destino final. Es una opción interesante esta aunque lo que buscamos es ir un paso más allá y conseguir que la carga se cargue de forma automática.

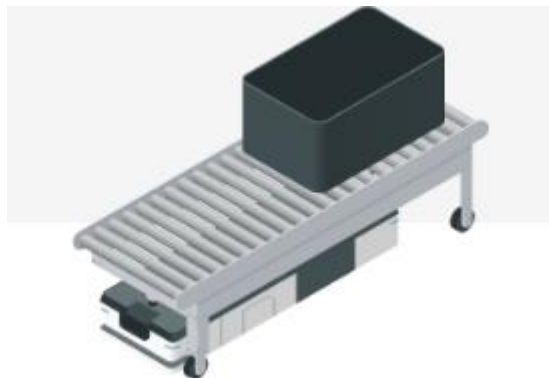


*Ilustración 40: Ejemplo AGV tipo tractora.*

-Tipo mousse: El sistema “mouse” es la forma más eficiente de transporte de los vehículos (es un vehículo más versátil que el tractora).

En nuestro caso particular, nos permitiría unificar con un mismo tipo de vehículo todos los movimientos de producto semielaborado y de producto terminado.

Con este AGV tipo mouse cabe la posibilidad de poder llevar hasta dos pallets tipo europeo, y un paquete cuando son medidas más largas de lo estándar. Este AGV lleva encima un carro con rodillos motorizados y se engancha con un pin, se posiciona por debajo del carro de rodillos y se une mediante el pin.



*Ilustración 41: Ejemplo AGV tipo mousse.*

### 2.3.2 Calculo del número de AGV

Para el cálculo del número de AGV, se tiene en cuenta el nº de pallets a la hora que puede producir la línea de enfardado. En nuestro caso tenemos una cadencia de 54 paquetes a la hora si se transportan de uno en uno, y 27 paquetes si se transportan de dos en dos.

Dimensionamiento de 1 en 1:

		Mov/hora		
Productividad		54,00		
Distancia media	m	260,00		
Velocidad Media	m/s	0,7		
Tiempo recorrido pasillo	s	371		
		371		
<b>Dimensionamiento</b>				
(Tiempo en segundos)	s	Min	T [h]	Consumo A
Carga en origen	40,0	0,7	0,011	-0,13
Desplazamiento	371,4	6,2	0,103	-1,24
Descarga en destino	40,0	0,7	0,011	-0,04
Desplazamiento a siguiente posición	371,4	6,2	0,103	-0,41
<b>Tiempo total</b>	<b>823</b>	<b>14</b>	<b>0,23</b>	<b>-1,83</b>
Tiempo Total AGV	822,9			
Tiempo Carga Recuperación batería [s]	70,0	1,2	0,02	1,94
% bloqueos + Esperas (%)	123,4	15%		0,12
<b>Tiempo Total AGV + Carga Batería + Bloqueos</b>	<b>1016,3</b>			
Productividad/AGV	3,54			
Productividad/hora necesaria	54,00			
<b>Nº de AGVs</b>	<b>15,24</b>			

Tabla 6: cálculo numero AGV llevando paquetes de 1 en 1.



Dimensionamiento de 2 en 2:

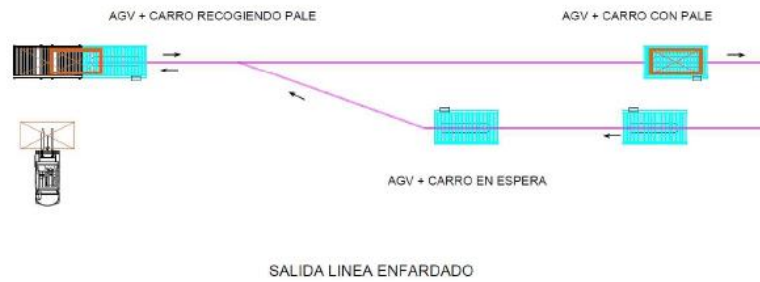
		Mov/hora		
<b>Productividad</b>		27,00		
Distancia media	m	260,00		
Velocidad Media	m/s	0,7		
Tiempo recorrido pasillo	s	371		
		371		
<b>Dimensionamiento</b>				
(Tiempo en segundos)	s	Min	T [h]	Consumo A
Carga en origen	40,0	0,7	0,011	-0,13
Desplazamiento	371,4	6,2	0,103	-1,24
Descarga en destino	40,0	0,7	0,011	-0,04
Desplazamiento a siguiente posición	371,4	6,2	0,103	-0,41
<b>Tiempo total</b>	<b>823</b>	<b>14</b>	<b>0,23</b>	<b>-1,83</b>
Tiempo Total AGV	822,9			
Tiempo Carga Recuperación batería [s]	70,0	1,2	0,02	1,94
% bloqueos + Esperas (%)	123,4	15%		0,12
<b>Tiempo Total AGV + Carga Batería + Bloqueos</b>	<b>1016,3</b>			
Productividad/AGV	3,54			
Productividad/hora necesaria	27,00			
<b>Nº de AGVs</b>	<b>7,62</b>			

Tabla 7: número de AGV llevando paquetes de 2 en 2.

Como observamos la diferencia de cargar dos paquetes a uno se nota a la hora de dimensionar el Nº final de AGV, por lo que intentaremos siempre que se puede cargar dos paquetes en el mismo vehículo.

La idea es hacer los carros a la dimensión de máxima longitud que son 3000mm.

El PLC de control del sistema sabrá en todo momento el paquete que carga con dimensiones y peso a la salida de la enfardadora por lo que si tiene la posibilidad de cargar dos tendrá la prioridad de esperar. El esquema de funcionamiento será como el que muestro en la imagen inferior.



*Ilustración 42: ejemplo funcionamiento AGV.*

Siempre tendremos un AGV esperando para que la salida de la línea no se vea nunca ocupada y pueda llegar a parar. De este modo tendremos un flujo continuo de los paquetes y se espera el poder aumentar la producción gracias a esta situación.

### 2.3.2 Tipo de carga de los AGV

Se plantean dos posibilidades de carga debido a que en nuestra fabrica se trabaja a 3 turnos y no se para la producción:

**Cambio manual de la batería.** Se dispone de un sistema de cambio rápido de batería con el fin de facilitar el proceso de extracción de la batería del chasis. La batería se encuentra en un cajón metálico con rodillos. La batería cuenta con un enchufe rápido y carro de transporte, lo que supone una acción sencilla de realizar para cualquier persona de mantenimiento de la planta.



*Ilustración 43: cambio manual de batería.*

**Carga Automática mediante contactos en el suelo:** Aprovechando los tiempos de espera en las paradas de espera previas a las paradas de carga y de entrega, es posible mantener el nivel de carga de la batería y poder por tanto trabajar a 3 turnos sin necesidad de realizar un cambio manual de la misma.



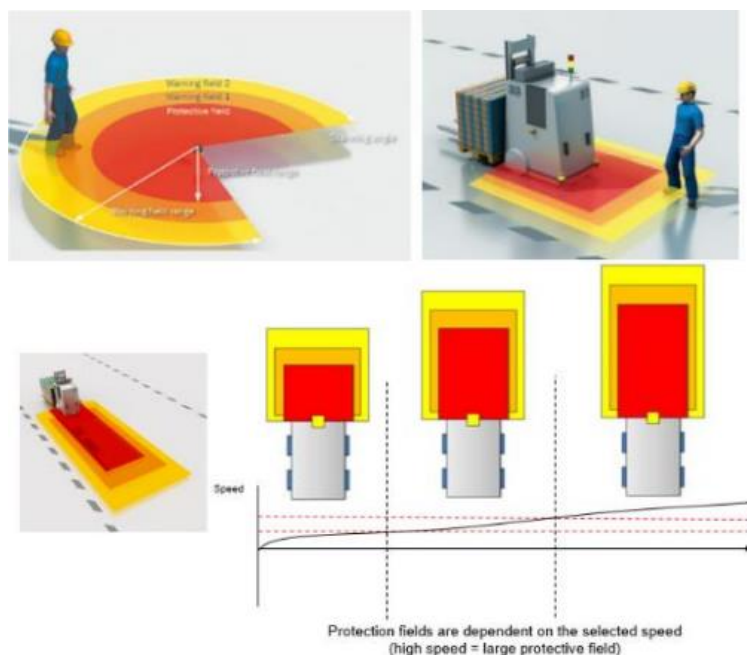
*Ilustración 44: ejemplo carga batería por contacto en el suelo.*

### 2.3.2 Seguridades de los AGV

Los sistemas de seguridad adoptados por los AGV son muy exsautivos, cuentan con escáneres laser de seguridad los cuales pueden agrandar el área de acción del láser al conducir a alta velocidad y reducirla al conducir más despacio, adapta la distancia de detección a la velocidad del AGV reduciendo la velocidad al detectar un obstáculo lejano y hacer una parada de emergencia cuando el obstáculo está demasiado cerca.

Es algo que nos preocupaba mucho ya que la seguridad de nuestros operarios es lo más importante. Al final de lo que se trata es que la zona del final de línea hasta el almacén quede libre para los AGV y así poder reducir los viajes de la carretilla por esa zona.

Actualmente contamos con 3 personas que se dedican a mover paquetes con la carretilla, el AGV aparte de agilizar el proceso de traslado es mucho más seguro. El perímetro quedará delimitado y la gente sabrá que recorrido lleva en todo momento, evitando accidentes y mejorando todo el proceso en conjunto.



*Ilustración 45: muestra de las seguridades de los AGV al encuentro con obstáculos o personas.*

### ANEXO 3. NUEVO ROBOT YASKAWA LÍNEA DE EMBALADO.

Este robot se ha comprado para colocarlo al principio de la línea de embalado. Su función será des apilar en una banda transportadora las piezas más pesadas que componen el kit del mueble. Por ejemplo los laterales o las traseras que suelen ser piezas más grandes.

Con ello lo que se busca es que el trabajador tenga una mayor ergonomía en una zona donde la carga de trabajo es muy elevada y se quiere que el operario trabaje a gusto.

Antes de darle la vuelta a la línea esta función la hacía un taladro, el cual con un carro de ventosas iba introduciendo las tablas sobre la línea. Al ser muy viejo, daba muchos problemas y hacia parar el ritmo de la cadena de embalaje, por lo que se decidió sustituir por un pequeño robot que hiciera dicha función.

El robot Yaskawa es el modelo MS80W con control DX100. la idea era montarlo y programarlo internamente aquí nosotros en la fábrica. De la parte eléctrica y programación se encargaría un compañero del taller eléctrico y yo me encargaría de la parte mecánica (Preparación mesas de uñero para depositar los paquetes y vallado de seguridad).

### 3.1 Partes del robot

Las partes del robot son las siguientes:

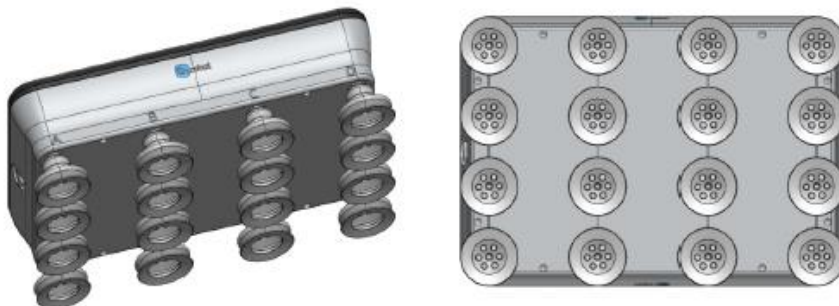
-**Cuerpo del robot:** El robot cuenta con 5 ejes de desplazamiento por lo que es muy versátil y es capaz de adquirir movimientos muy precisos.



*Ilustración 46: Llegada robot yaskawa al taller.*

-**Pinza de ventosas:** Esta pinza tiene la particularidad de que hace el vacío a través de una bomba de vacío eléctrica sin necesidad de bomba de vacío de aire comprimido para hacer el efecto Venturi.

Es capaz de levantar hasta 20 kg en aceleraciones bajas por lo que para esta aplicación nos viene muy bien (carga máxima que levanta de tablero son 15kg).



*Ilustración 46: pinza ventosas eléctrica para poner en la garra del robot.*

#### **- Celda del robot:**

El robot por seguridad tiene que estar en una celda vallado para su funcionamiento en automático.

La instalación consta de dos mesas de rodillos con uñero de dimensiones 4000x900x250mm. Donde el carretillero deposita los paquetes de tablero a desapilar.

Una banda transportadora que es la primera mesa de la línea. Y un camino de rodillos, el cual cuenta al final de su recorrido con una mesa elevadora que tiene como finalidad poner en altura la tabla para que el operario trabaje con mayor comodidad.

### **3.2 Funcionamiento y finalidad del robot.**

La idea era hacer un programa sencillo el cual fuera intuitivo tanto para operarios como para el personal de mantenimiento. Este tipo de robots se programan desde la consola que trae y no desde el PLC como otro tipo de máquinas.

Creamos una pantalla principal en la cual el operario tendrá que introducir el tipo de paquete a desapilar. Dimensiones de longitud, ancho y numero de tablas que contiene. Toda esta información es la que trae la etiqueta de cada paquete. También tendrá que decirle como quiere que desapile ya que hemos planteado 4 posiciones.

El primero se divide en dos mesas ya que hay paquetes que vienen dobles. De igual forma en la otra mesa de uñero también se ha planteado el tener dos posiciones.

Con esta pantalla el operario puede hacer el tipo de desapilado que más le interese. Hay kits de muebles que igual necesitan dos piezas de un lado y una de otra o a la inversa, así podemos elegir la mejor forma de hacer el kit.



*Ilustración 47: muestra de la pantalla principal de la consola del robot.*

La programación del robot yaskawa al principio nos resultó compleja ya que no habíamos tocado este tipo de robot anteriormente. A base de pruebas y estudiando el manual que traía vimos que la forma más sencilla de programar las mesas era por coordenadas.

Tu llevas al robot a la posición que quieres y la guardas en una variable. Entonces vas memorizando las posiciones que quieres que recorra para coger el objeto. Una vez que coges la primera tabla es cuestión de ir descontando. El programa del robot lo que hace es ir a la posición que le dices y baja con la ventosa haciendo vacío, cuando toca la tabla y la ventosa nos dice que ya tiene vacío va a la segunda posición guardada que es la banda transportadora, cuando llega a esta posición la ventosa deja de hacer vacío y la deposita en la banda transportadora, aquí el robot iría a por la segunda tabla.

Al haber memorizado la posición anterior hace el mismo proceso va al punto anterior y baja con vacío, cuando detecta otra tabla nos devuelve la señal y ya va a depositarla nuevamente en la banda que si la fotocélula le dice que está libre la deposita sino esperaría hasta dicha orden. Como tenemos varios modelos de tablas teníamos que hacer una función que nos sirviera para todas ya que la ventosa tiene que coger más o menos del centro de la pieza. Poniendo el valor máximo menos el valor introducido entre dos de ancho y longitud tenemos



siempre el robot centrado a la hora de coger la pieza. Para un mejor agarre de las piezas hay un tiempo de espera a la hora de hacer el vacío ya que si la pieza es más porosa o lleva agujeros le cuesta más agarrarla. Por lo que en la pantalla también aparece dicho tiempo de espera.

La botonera cuenta también con un botón de reset general que lo que hace es volver a empezar el programa por si ha habido algún tipo de fallo.

Cada vez que el operario introduce los paquetes hay que rearmar las barreras de seguridad y darle al botón macha.

La idea es con el tiempo mejorar la instalación y poner 4 mesas motorizadas en paralelo. Para poder alimentar desde fuera de la celda del robot y tener menos paradas a la hora de meter el paquete a desapilar.

Se espera que el nuevo robot pueda aumentar la producción de cajas en el embalado, ya que al producir menos paradas en la línea les llegara un mayor número de piezas a los operadores de la línea.

A continuación muestro unas imágenes del robot trabajando:



*Ilustración 48: nuevo robot yaskawa cogiendo tablas.*





*Ilustración 49: nuevo robot yaskawa desplazando la tabla.*



*Ilustración 50: nuevo robot yaskawa depositando la tabla en la banda.*

## ANEXO 4. PRESUPUESTO DE CADA MEJORA.

### ANEXO 4.1 Presupuesto automatización alim. y recogida de tapas.

<b>MEJORA DE LA LINEA DE CANTEADO III</b>		
<b>Alimentacion palet</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
Carro motorizado 3240x1520	9.650 €	9.650 €
h=250mm		
rodillos D=80x3 EJE D=20		
motorreductor sew con freno		
<b>Via rodillos motorizados</b>	5.440 €	5.440 €
3600x1520x250mm		
D=80x3 EJE D=20 paso 190mm		
Tansmision cadena piñon		
Motor reductor sew		
<b>Via rodillos motorizados</b>	6.095 €	6.095 €
3600x1520x250mm		
D=80x3 EJE D=20 paso 190mm		
Recubiertos PVC		
Tansmision cadena piñon		
Motor reductor sew		
Portes	800 €	800 €
		<b>21.985 €</b>
<b>Salida tapas</b>		
<b>Concepto</b>	<b>Precio</b>	<b>Importe</b>
Carro motorizado elevable 3390x1520	17.785 €	17.785 €
h=250mm		
rodillos D=80x3 EJE D=20		
Motor transfer SEW 1CV y centralita 1,5 CV		
<b>Via rodillos motorizados</b>	4.699 €	4.699 €
2960x1520x250mm		
D=80x3 EJE D=20 paso 190mm		
Tansmision cadena piñon		
Motor reductor sew		
<b>Via rodillos motorizados</b>	6.235 €	6.235 €
3710x1520x250mm		
D=80x3 EJE D=20 paso 190mm		
Recubiertos PVC		
Tansmision cadena piñon		
Motor reductor sew		
		<b>28.719 €</b>
<b>IMPORTE TOTAL PARTE MECANICA</b>		<b>50.704 €</b>

*Tabla 8: presupuesto parte mecánica mejora de la línea III.*

<b>Automatizacion Aliment Palet (Salida)</b>	
Armario de control	1
Botoneras	1
Instalacion y puesta en marcha	1
Programacion	1
Pruebas y puesta en marcha	1
<b>28.914 €</b>	
<b>Automatizacion Salida tabla (Entrada)</b>	
Armario de control	1
Botoneras pupitres, barreras seguridad	1
Instalacion y puesta en marcha	1
Programacion	1
Pruebas y puesta en marcha	1
<b>31.342 €</b>	
<b>IMPORTE TOTAL PARTE ELECTRICA</b>	<b>60.256 €</b>
<b>TOTAL INSTALACION</b>	<b>110960</b>

*Tabla 9: presupuesto parte eléctrica mejora de la línea III.*

#### ANEXO 4.2 Presupuesto montaje línea automática de enfardado.

LINEA DE ENFARDADO AUTOMATICA		
Concepto	precio	Importe
Lector de tarjetas SICK	3.000 €	3.000 €
Mover bandas modulares de la línea en desuso a la actual ( 2 Mecanicos durante 2 semanas)	4.500 €	4.500 €
Fabricar protecciones uñeros y centradores de paquetes	2.000 €	2.000 €
Material electrico	1.500 €	1.500 €
Cableado y puesta en marcha por parte de 2 personas electricas	2.500 €	2.500 €
<b>TOTAL INSTALACIÓN</b>		<b>13.500 €</b>

*Tabla 10: presupuesto montaje línea automática de enfardado.*

#### ANEXO 4.3 Presupuesto estudio implantacion de agv en la fábrica.

	Partidas	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL
1	AGV tipo OMNIDIRECCIONAL SLAM Mapping Navigation con Transportador de Rodillos, Peso Máximo transporte 1.600 Kg	16	49.900 €	798.400 €
2	Batería Litio 100Ah con cargador 100Ah, recarga en 1,5 horas	16	5.975 €	95.600 €
3	Contactos carga automática en SUELO (montaje mecánico y eléctrico no incluido)	16	960 €	15.360 €
4	Instalación Eléctrica para Cargadores	16	450 €	7.200 €
5	Generación de Trayectorias AGVs	1	18.900 €	18.900 €
6	Armarios de Control de Periferia PLC SIEMENS 1500 desde donde realizar el interface con las estaciones de carga y descarga	1	4.975 €	4.975 €
7	Sensores y leds de señalización	0	875 €	0 €
8	Software de Control y Gestión de Tráfico instalado en servidores del cliente. No son necesarias licencias	1	19.800 €	19.800 €
9	Dirección de proyectos, soporte puntual a SIEMENS, peso del proyecto a cargo de SIEMENS	1	20.500 €	20.500 €
10	Puesta en Marcha, Dietas y Desplazamientos	1	25.500 €	25.500 €
11	Transporte	1	4.750 €	4.750 €
	<b>TOTAL</b>			<b>1.010.985 €</b>

Tabla 11: presupuesto dimensionamiento de carga de 1 en 1.

	Partidas	Cantidad	Precio Unitario	TOTAL
1	AGV tipo OMNIDIRECCIONAL SLAM Mapping Navigation con Transportador de Rodillos, Peso Máximo transporte 1.600 Kg	8	49.900 €	399.200 €
2	Batería Litio 100Ah con cargador 100Ah, recarga en 1,5 horas	8	5.975 €	47.800 €
3	Contactos carga automática en SUELO (montaje mecánico y eléctrico no incluido)	8	960 €	7.680 €
4	Instalación Eléctrica para Cargadores	16	450 €	7.200 €
5	Generación de Trayectorias AGVs	1	18.900 €	18.900 €
6	Armarios de Control de Periferia PLC SIEMENS 1500 desde donde realizar el interface con las estaciones de carga y descarga	1	4.975 €	4.975 €
7	Sensores y leds de señalización	0	875 €	0 €
8	Software de Control y Gestión de Tráfico instalado en servidores del cliente. No son necesarias licencias	1	19.800 €	19.800 €
9	Dirección de proyectos, soporte puntual a SIEMENS, peso del proyecto a cargo de SIEMENS	1	20.500 €	20.500 €
10	Puesta en Marcha, Dietas y Desplazamientos	1	25.500 €	25.500 €
11	Transporte	1	4.750 €	4.750 €
	<b>TOTAL</b>			<b>556.305 €</b>

Tabla 12: presupuesto dimensionamiento de carga de 2 en 2.

#### ANEXO 4.4. Presupuesto de modificar y girar la actual línea de embalado.

MODIFICACIONES LINEA EMABALADO Y GIRO DE LA MISMA		
Concepto	precio	importe
Nuevo robot Yaskawa	18.200 €	18.200 €
Pinza robot electrica de ventosas	5.700 €	5.700 €
Automatización rodillos vagona salida canteadoras	15.000 €	15.000 €
Nueva banda transportadora	4.000 €	4.000 €
Reforma tuberia aire comprimido para alimentar a la línea	1.000 €	1.000 €
Mano de obra mecanica (4 personas 2 semanas)	13.000 €	13.000 €
Mano de obra electrica (3 electricos 2 semanas)	9.000 €	9.000 €
<b>TOTAL INSTALACIÓN</b>		<b>65.900 €</b>

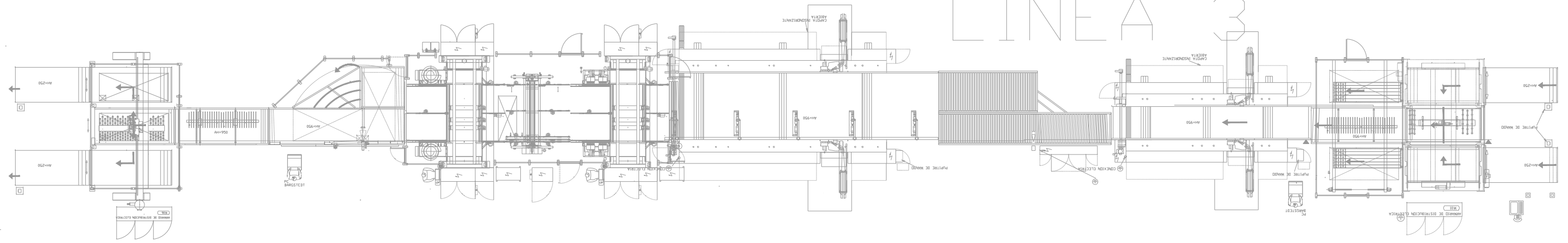
*Tabla 13: presupuesto modificar línea de embalado.*

#### ANEXO 5. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

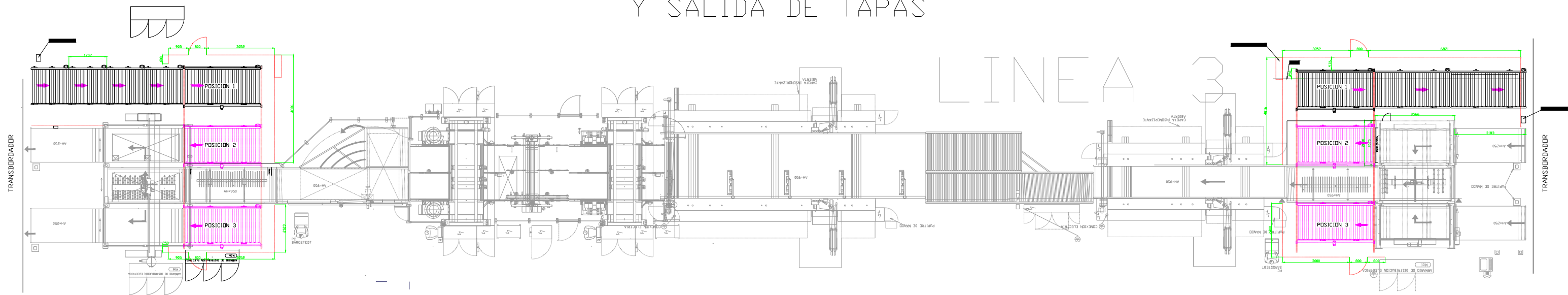
En este Anexo se muestran los planos de las mejoras realizadas y de la nueva distribución en planta.

1. Mejora en la línea III de canteado.
2. Línea de enfardado automática.
3. Distribución en planta sin aplicar cambios.
4. Distribución en planta con los cambios realizados.
5. Reforma embalado.
6. Diagrama relacional de espacios.
7. Cambio *Layout* caso ideal.

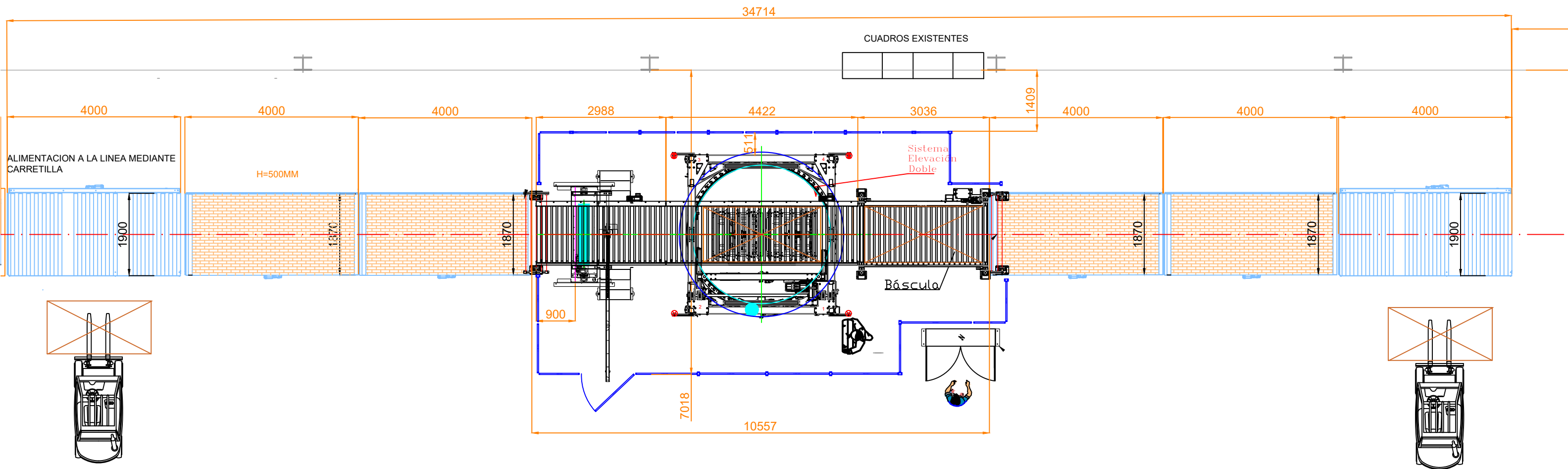
# LINEA 3



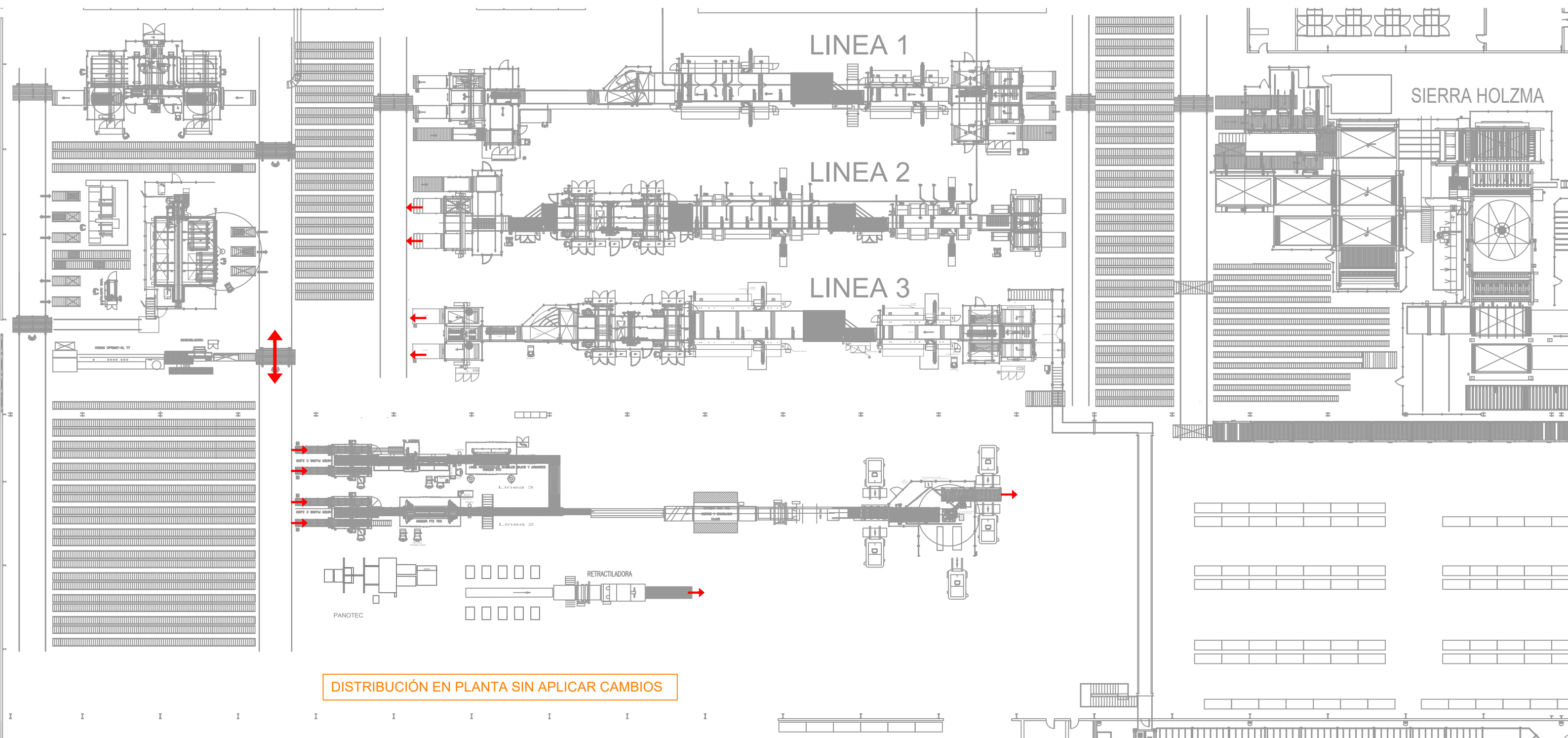
# LINEA 3



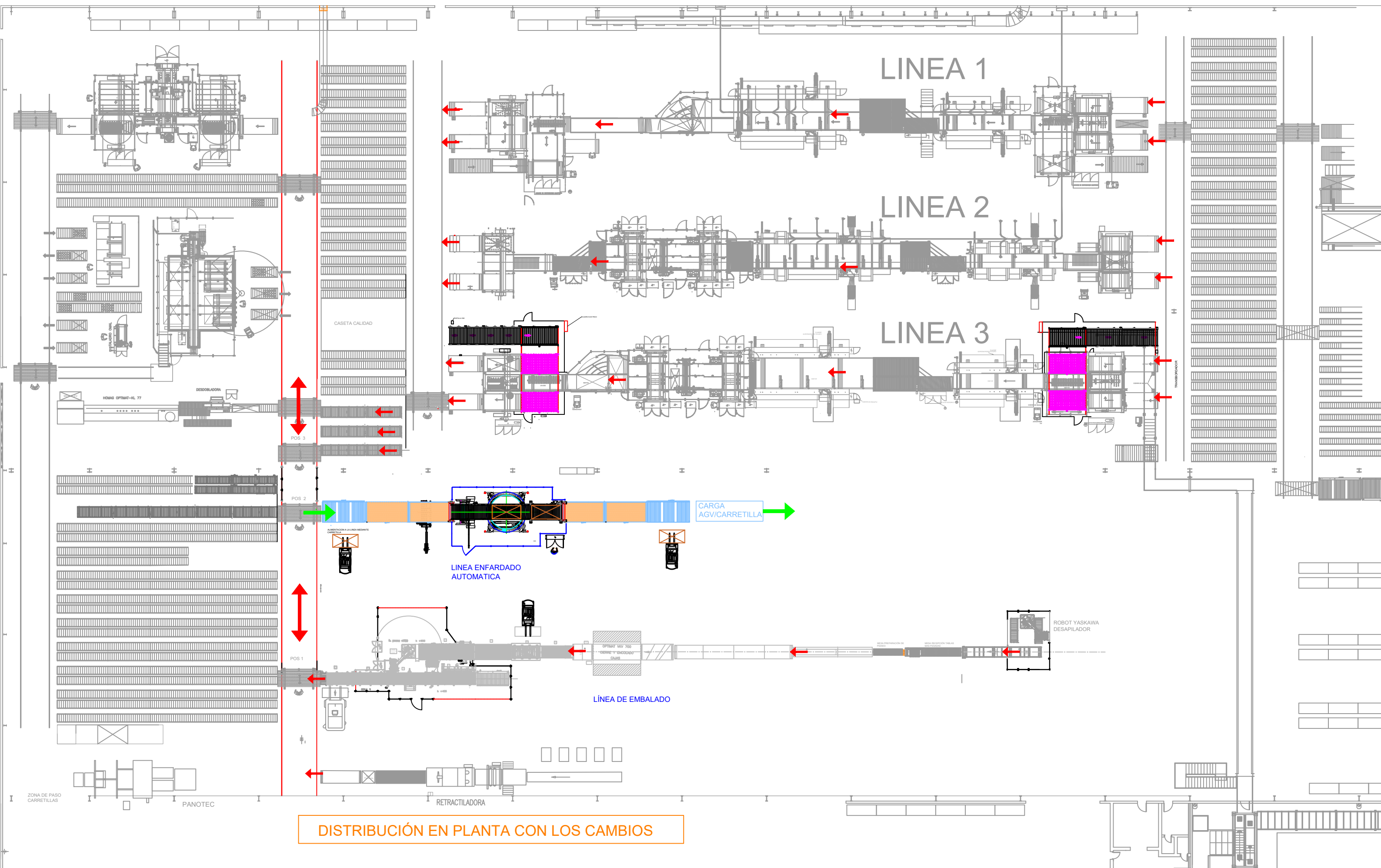
# LINEA ENFARDADO AUTOMATICA











DESDOBLADORA

MESA ELEV.

DIMA OPTIMAT-KL 77

## REFORMA EMBALADO

PUNTO DE RECOGIDA  
CANTEADORAS

CAMINO RODILLOS MOTORIZADO SALIDA AUXILIARES

The diagram shows a 1D lattice with sites labeled  $s, i, p$  from left to right. A red vertical line marks the central site  $i$ . A black double-headed arrow is positioned at site  $i$ , indicating a localized state or impurity. The lattice is represented by a series of horizontal lines with vertical segments at each site.

TIEMPO CARGA 0,7MIN  
TIEMPO DESPLAZAMIENTO 0,4 MIN  
TIEMPO DESCARGA 0,7MIN  
**TOTAL 1,8MIN DE POS 1 a POS 2**  
CADENCIA 30 paq/hora; 0,5  
paq/min

## ALIMENTACION A LA LINEA MEDIANTE CARRETILLA

ENTRADA ENFARDADORA

**VAGONA ELEVABLE MOTORIZADA**, LA CUAL TRABAJARA EN AUTOMÁTICO  
COMO ACTUALMENTE EL CUELLO DE BOTELLA ESTA EN LA SALIDA DEL EMBALADO  
DAREMOS PRIORIDAD A ESA POSICIÓN PARA QUE EL EMBALADO NO PARE.  
/ CON UNA VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO DE 12M/MIN Y ESCÁNER DE SEGURIDAD  
PODRÍA TRABAJAR SIN VALLADO DE SEGURIDAD  
PRECIO: 30.000euros  
AUTOMATIZACIÓN: 15.000 euros

The diagram shows a 1D lattice with sites labeled 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Site 1 is highlighted in red and labeled "POS 1". A black arrow points to site 1, and a red arrow points to site 2. The lattice is represented by a horizontal line with vertical segments at each site. The segments at sites 0, 1, and 2 are colored red, while the others are black. The segments at sites 1 and 2 are also colored blue. The segments at sites 0 and 1 are also colored green. The segments at sites 1 and 2 are also colored yellow. The segments at sites 2 and 3 are also colored orange. The segments at sites 3 and 4 are also colored pink. The segments at sites 4 and 5 are also colored light blue. The segments at sites 5 and 6 are also colored light green. The segments at sites 6 and 7 are also colored light yellow. The segments at sites 7 and 8 are also colored light orange. The segments at sites 8 and 9 are also colored light pink. The segments at sites 9 and 10 are also colored light blue.

TIEMPO CARGA 0,7MIN  
TIEMPO DESPLAZAMIENTO 1,1 MIN  
TIEMPO DESCARGA 0,7MIN  
**TOTAL 2,5MIN DE POS 1 a POS 2**

CADENCIA 24 paq/hora; 0,4  
paq/min

SALIDA EMBALADO

MESA APILADO CAJAS

DISPENSADOR DE PALET

LINEA ENFARDADO A

				≠
--	--	--	--	---

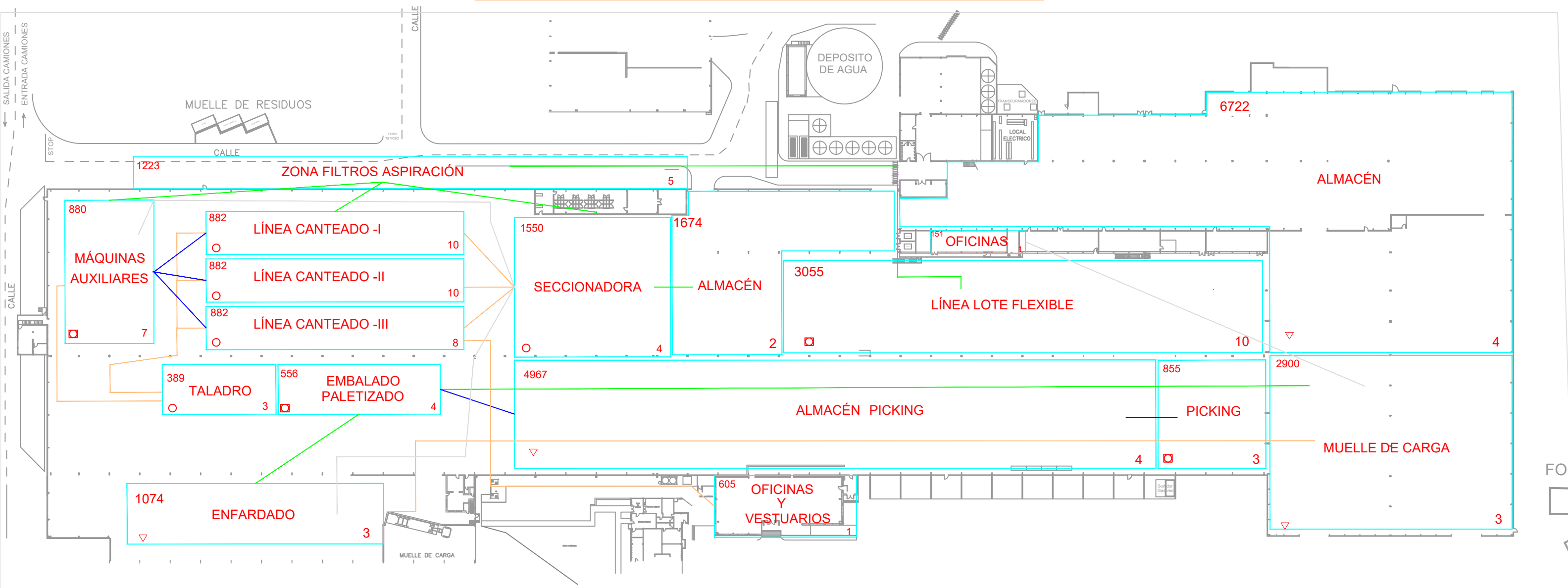
## EMBALADO

AT VKV 700

~~Y ENCOLADO~~

CAJAS

PLANO DIAGRAMA RELACIONAL DE ESPACIOS



## PLANO CAMBIO LAYOUT CASO IDEAL

