



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

AUTOMATIZACIÓN Y MEJORA DEL LAYOUT DE UNA FÁBRICA
DE MUEBLES

AUTOMATION AND IMPROVEMENT OF THE LAYOUT OF A
FURNITURE FACTORY

Autor:

Pablo Gómez Soriano

Director:

José Manuel Franco Gimeno

Titulación

Grado en Ingeniería Mecánica

ESCUELA DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA (EINA)

RESUMEN.

El presente Trabajo de Fin de Grado va a consistir en el estudio exhaustivo de una mejora del flujo de trabajo en nuestra sección de muebles y componentes de la fábrica maderera FINSA.

Comenzaré explicando el proceso de fabricación de nuestro tablero, y el porqué de todas estas mejoras, las cuales nos van a ayudar a crecer en producción y en seguridad para nuestros operarios.

Nuestra sección de muebles y componentes apenas lleva 15 años en funcionamiento, por lo que la capacidad de mejora y crecimiento es muy amplia.

La idea principal es que deje de ser un proceso tan manual, y se pueda automatizar la mayor parte del proceso, ya que nos encontramos inmersos en la edad digital y principalmente se busca la calidad del trabajo para nuestro personal.

En primer lugar, se va a automatizar la entrada y la salida de pallet a nuestras líneas de canteado, acción con lo que no aumentamos producción pero sí confort en el operario de la línea. Al hacer esta operación de manera manual, hemos podido observar, a largo plazo, problemas de salud para los trabajadores, traducidas en bajas laborales, y por consiguiente, costes adicionales al proceso.

En segundo lugar, se quiere robotizar la salida de las canteadoras con AGV inteligentes, sustituyendo a las carretillas, siendo éstos mucho más seguros y eficientes gracias a los sistemas que tienen incorporados, los cuales apenas cometen fallos.

En tercer lugar, y siendo el avance más significativo, es la creación de la nueva línea de embalado. Con esta nueva línea, ahorraremos una cantidad importante de film (tal y como veremos más adelante) suponiendo un ahorro en costes y una ayuda al medioambiente.

Calcularemos y haremos un diseño óptimo de los tres procesos en conjunto, ya que se trata de una cadena de montaje y los tres son igual de importantes para el resultado final. Realizaremos planos de mejora del *layout* de la fábrica con todas sus cotas generales, y mediante la metodología SLP (Systematic Layout Planning), realizaremos un estudio y mejora del *layout* de la misma.

A través de los planos relacionados con dichas mejoras y cambios, conseguiremos que el proyecto quede explicado de forma clara y concisa.

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO.....	4
2.1 Diagrama de flujo de fabricación de muebles y componentes.....	4
2.2 Tipo de layout.....	7
2.3 Desplazamiento de material.....	7
3. DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS A REALIZAR.....	8
3.1 Automatización de la alimentación y descarga de tapas de la línea III de canteado.....	8
3.1.1 Funcionamiento de la línea.....	8
3.2 Implantación de la línea de enfardado automática.....	11
3.3 Implantación AGV para el traslado del producto final.....	14
4. NUEVA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.....	17
4.1 Ayuda para la nueva distribución mediante la aplicación de la metodología SLP.....	17
4.1.1 Propuestas para la nueva distribución.....	20
5. PRESUPUESTO.....	25
6. CONCLUSIÓN.....	26
7. BIBLIOGRAFÍA.....	28
ANEXO 1. DIAGRAMA DE GANTT DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.....	29
ANEXO 1.1 Diagrama Gantt Trabajos en conjunto.....	29
ANEXO 1.2. Diagrama de Gantt mover línea de embalado.....	29
ANEXO 2. ANALISIS DETALLADO DE LAS MEJORAS A REALIZAR.....	30
ANEXO 2.1. Especificaciones instalación para la automatización de a la alimentación y recogida de tapas de la línea III de canteado.....	30
ANEXO 2.2 Especificaciones de la línea de enfardado automática.....	39
2.2.1 Características de la línea:.....	39
2.2.2 Ahorro de film.....	42
ANEXO 2.3 Características técnicas de los vehículos de guiado automático (AGV).....	44
2.3.1 Tipos de AGV.....	44
2.3.2 Calculo del número de AGV.....	47
2.3.2 Tipo de carga de los AGV.....	49
2.3.2 Seguridades de los AGV.....	50
ANEXO 3. NUEVO ROBOT YASKAWA LÍNEA DE EMBALADO.....	51
3.1 Partes del robot.....	52
3.2 Funcionamiento y finalidad del robot.....	53
ANEXO 4. PRESUPUESTO DE CADA MEJORA.....	57
ANEXO 4.1 Presupuesta automatización alim. y recogida de tapas.....	57

ANEXO 4.2 Presupuesto montaje línea automática de enfardado.	58
ANEXO 4.3 Presupuesto estudio implantacion de agv en la fábrica.	59
ANEXO 4.4. Presupuesto de modificar y girar la actual línea de embalado.	60
ANEXO 5. DOCUMENTACIÓN GRÁFICA	60

1. INTRODUCCIÓN.

La sociedad, las costumbres en el entorno laboral, los métodos de trabajo, las relaciones sociales y la tecnología, entre otras muchas cosas, están evolucionando significativamente. Ante estos nuevos retos, las empresas se ven obligadas a evolucionar, haciendo frente así a nuevos competidores y grandes cambios. ¿Y cómo pueden conseguirlo? Mejorando continuamente.

El presente proyecto trata sobre esta filosofía: **La Mejora Continua aplicada al Sector Industrial**. Dicho proyecto explicará el proceso productivo de una fábrica de muebles, así como su posterior estudio de mejora y optimización, con el fin de conseguir automatizar lo máximo posible el proceso, de manera que se consigan reducir los costes operativos y mejorar la ergonomía de los trabajadores.

Se ha centrado este estudio en la empresa FINSA (Financiera Maderera S.A), la cual inició su actividad en 1931 en un modesto aserradero en Portanxil (La Coruña, Galicia). Pero no es hasta 1937 cuando su fundador, D. Manuel García Cambón, dio forma empresarial al proyecto que años más tarde, en 1946, pasó a denominarse Financiera Maderera S.A (en adelante FINSA).

Actualmente, FINSA cuenta con una experiencia de más de 80 años en productos derivados de la madera, siendo una de las empresas europeas líderes en el sector, con unas ventas anuales de más de 700 millones de euros.

Uno de los grandes pilares de esta compañía es el servicio y orientación al cliente, con soluciones en madera que se adaptan a las necesidades reales del mercado. Para ello, es necesaria una materia prima de calidad, una tecnología de vanguardia, unos recursos humanos en constante formación, así como una red logística rápida y fiable. A su vez, un gran objetivo para FINSA es seguir una política medioambiental que garantice un desarrollo basado en la renovación de un recurso sostenible como es la madera, lo que ha conseguido que en los últimos años, la madera se haya convertido en una materia prima diferenciadora. Además, sirve a tiendas de grandes superficies por toda Europa, con una gran flexibilidad en los pedidos, y gestionando la mayor parte del transporte desde Cella directamente hasta las mismas tiendas.

Sus centros de producción se ubican en los siguientes puntos: Santiago de Compostela (donde se ubica la sede social), Padrón, Lugo, Ourense, Cella (Teruel), Nelas (Portugal) y Morcenx (Francia).

Dentro de Aragón, FINSA cuenta con una fábrica en Cella (Teruel) denominada FINSA Cella y constituida por dos centros productivos, los cuales se denominan Cella I y Cella II, ubicados en el mismo polígono industrial.



Ilustración 1: Centro productivo FINSA Cella. .

Los principales procesos industriales a los que se dedican son los siguientes:

- Producción de tablero aglomerado
- Recubrimiento de tableros por medio de papeles decorativos impregnados en melanina
- Fabricación de componentes de muebles y muebles de *kit* a partir de aglomerado.

A la hora de fabricar este tablero se emplea, mayoritariamente, madera reciclada y un aporte mínimo de madera de primer uso. El fin es aportar al mercado una mayor posibilidad de aplicación del tablero, cubriendo en melanina una fracción del tablero, aplicando conjuntamente presión y temperatura.

Dentro de la fábrica de Cella I, donde se va a realizar este proyecto, se dispone de maquinaria para el despiezado de tablero melaminado, así como la realización de las diferentes operaciones mecánicas básicas para la realización de componentes de muebles, los cuales pueden ser utilizados para su integración por terceros o para formar en sí mismo la totalidad de las piezas necesarias para componer un mueble.

El objetivo del trabajo propuesto es la automatización de varios procesos en la sección de muebles y componentes, y, por consiguiente, la nueva distribución en planta.

Para llevar a cabo esta tarea, se estudiará atentamente el proceso de producción, se analizarán todas las actividades que se llevan a cabo en la entidad (tanto las de producción como las auxiliares) y se propondrán mejoras.

Inicialmente, se ha detectado una ineficiencia en la línea número III de canteado, la cual se ocupa de aplicar el canto, mediante cola líquida, a cada pieza que entra en dicha línea. El problema detectado es el siguiente: al comienzo de la línea, el paquete entra mediante un camino de rodillos automático, y el carro de ventosas desapila el paquete para introducir cada tabla, de una en una, en la línea y ponerle el canto a cada pieza. El paquete viene con una base, la cual es un tablero que hace la función de no marcar la tabla inferior por el contacto con el camino de rodillos. Una vez termina de desapilar todo el paquete, esta base es expulsada mediante unos rodillos por gravedad, y es el mismo operario quien debe recogerla y apilarla manualmente. En la salida ocurre lo mismo, es el operario quien debe introducir manualmente la base en la que se va a formar el paquete de láminas.

Lo que se propone, ante esta situación, es automatizar ambos procesos mediante rodillos motorizados (los cuales serán explicados más adelante) para liberar al operario de esta tarea, consiguiendo de esta forma que se preste una mayor atención a la línea.

Otro problema detectado es el momento en el que salen los paquetes terminados de las líneas, los cuales se tienen que enfardar con film de forma manual, para protegerlos así de la suciedad y darle al paquete la estabilidad para poder transportarlos de forma segura.

Una vez le aplican esta capa al paquete, ya puede ser transportado a la zona de enfardado, en la cual terminan de prepararlo. Si es para cliente, le aplican fleje y lo enfardan de una forma más segura, y si es para consumo propio (composición de *kits* o *picking*) simplemente le dan más consistencia al film previamente puesto por los operarios.

Este último proceso se hace con unas máquinas semiautomáticas y actualmente esta zona es un cuello de botella acentuado.

Dado este problema, se ha decidido montar una línea automática de enfardado, que nos ayude a reducir los tiempos ociosos de este proceso y mejorar el flujo.

A raíz de la instalación de esta nueva línea, se debe modificar el *layout* , para ver cuál es la mejor ubicación de la misma, y observar los cambios que se deben realizar en esta zona (los cuales pueden hacerse a través de la aplicación de AutoCad, para estudiar dichas posibilidades).

Por último, otro tema a abordar en el siguiente proyecto será la introducción de AGVs (Vehículos de guiado automático) para llevar al almacén el producto final, consiguiendo así una mayor seguridad en la logística de la fábrica.

El proyecto presentará una propuesta ideal y otra real de la distribución en planta, donde se intentará aprovechar en la medida de lo posible los recursos disponibles en la empresa para que el coste económico sea el menor posible.

La finalidad de este proyecto es obtener una mayor eficacia en el trabajo y por tanto, mejorar la productividad de la empresa, proporcionando además unas mejores condiciones del entorno de trabajo de los operarios.

2. ANÁLISIS DEL PROCESO PRODUCTIVO.

En la fabricación de componentes para muebles y/o producto final en forma de mueble de *kit*, la materia prima principal es el tablero aglomerado recubierto, que se suministra en gran parte desde la propia fábrica de Cella, concretamente en Cella II.

2.1 Diagrama de flujo de fabricación de muebles y componentes.

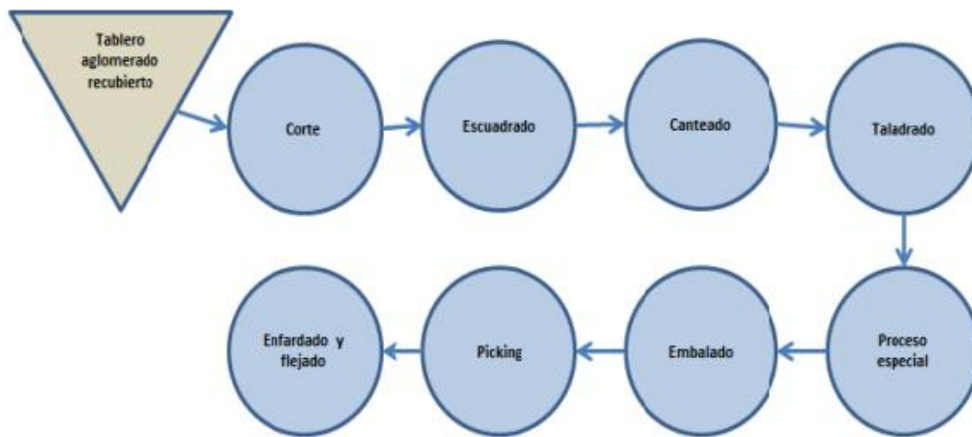


Ilustración 2: diagrama de flujo.

Para la fabricación de los muebles, a partir de las materias primas descritas anteriormente, es necesario realizar los siguientes subprocesos:

1. **Corte:** El primer proceso es el corte de tablero recubierto para realizar la primera transformación. Para ello, se realiza el despiezado en líneas de corte automáticas que cargan un paquete de tablero y descargan paquetes cortados.



Ilustración 3: ejemplo de subproceso de corte.

Escuadrado: Antes de realizar el canteado, es necesario realizar un corte de limpieza y escuadrado de la pieza. Este proceso se realiza sobre el tablero cortado con sobredimensión, y se mecaniza con herramientas de corte de precisión para conseguir paralelismo entre los lados del panel y obtener el formato final de la pieza.

2. **Canteado:** Consiste en aplicar en el canto del tablero cola termofusible a una temperatura de 180-200°C. Posteriormente, se aplica presión una vez colocado el canto sobre la cola dosificada en el tablero. Dependiendo del tipo de pieza, en este mismo proceso también se puede realizar el ranurado, incluso dependiendo de la línea, se puede obtener la pieza ya taladrada.



Ilustración 4: línea de canteado.

3. **Taladrado:** Perforaciones en caras y cantos para poder ensamblar los muebles y colocar los herrajes, realizadas con brocas de acero, metal duro o diamante.



Ilustración 5: subproceso de taladrado.

4. **Proceso especial:** Este proceso se lleva a cabo en algunas piezas, las cuales necesitan un proceso especial más para terminar el proceso de fabricación: colocar las espigas, realizar un fresado o una planimetría curva. Estos procesos se lleva a cabo en máquinas auxiliares.

5. **Embalado:** Se basa en embalar en una unidad los distintos componentes necesarios para montar una determinada referencia de mueble, así como proteger el conjunto de posibles daños posteriores y suciedad, facilitando la manipulación posterior hasta su uso final en el montaje. Además de incluir los componentes fabricados internamente, se incluyen etiquetas, herrajes y elementos de embalaje.

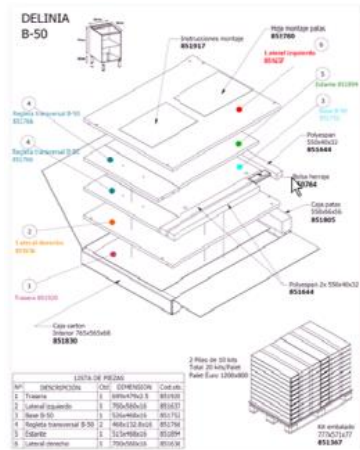


Ilustración 6: mesa de composición del kit de mueble.

6. **Picking:** Consiste en la preparación de pedidos por unidad, partiendo de una lista de artículos y ubicaciones a través de las cuales, el operador va recogiendo las unidades que especifica la lista para conformar el pedido. Dada la disparidad de productos que se pueden encontrar, la automatización de esta tarea puede ser muy costosa y difícil, por lo que acostumbra a ser una tarea intensiva.
7. **Enfardado y flejado:** Protección del material con envoltura de plástico y aplicación de fleje. De esta forma, se adecúan los pallets para almacenaje y transporte final.



Ilustración 7: forma de flejado.

2.2 Tipo de layout.

Respecto al **tipo de layout**, la empresa cuenta con una distribución por proceso, por función o por secciones, ya que las operaciones de un mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas en la misma zona o área, es decir, las operaciones similares y los equipos se agrupan de acuerdo con el proceso o la función que realizan. Esto queda reflejado en la zona de montaje, donde se dispone de diferentes herramientas y máquinas para un mismo objetivo. Algunas características de la distribución por proceso son:

- Elevado coste de la maquinaria y complejo desplazamiento, ya que requiere un trato especial. En el caso de FINSA Cella, mover las tres líneas de canteado sería muy costoso.
- Existen amplias variaciones en los tiempos requeridos para las diferentes operaciones, por lo tanto, resulta muy complicado conseguir un proceso secuencial equilibrado para la fabricación.
- La demanda de productos es intermitente, debido a la producción bajo pedido.

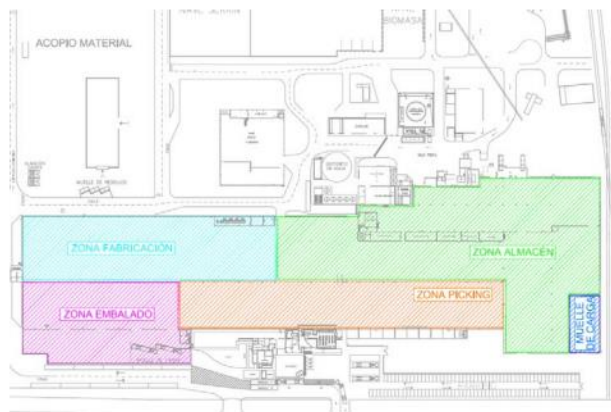


Ilustración 8: Plano del centro productivo de Cella I.

2.3 Desplazamiento de material.

Para realizar el *layout* de la planta, hay que tener en cuenta que las tareas de transporte y desplazamiento de material entre los puestos de trabajo no le agregan ningún valor al producto, y además, disminuye el tiempo productivo de un operador.

Se intenta acercar las operaciones que figuran contiguas en el diagrama de flujo para acortar distancias y tiempos muertos, y en el caso de ser posible, automatizar ese transporte, ya sea con caminos de rodillos motorizados o vehículos de guiado automático

3. DESCRIPCIÓN DE LAS MEJORAS A REALIZAR.

Identificados los problemas dentro de la fábrica, se adoptarán medidas destinadas a mejorar el proceso productivo, tanto del área de fabricación, la zona de embalado del producto final y su posterior transporte hasta el almacén de carga.

3.1 Automatización de la alimentación y descarga de tapas de la línea III de canteado.

La finalidad de esta instalación será recuperar el tablero que queda en la base del paquete que entra, de forma automática, en la canteadora, y de la misma forma, realizar un sistema de alimentación de pallet y tapas para el final de la línea.

3.1.1 Funcionamiento de la línea.

Desde la salida de la sierra, a la canteadora le llega el paquete a través de caminos de rodillos motorizados. La línea cuenta con dos entradas, y en el centro, se encuentra un pórtico con un carro de ventosas, que va desapilando una a una cada pieza, dejándolas en la línea para poder ponerle los cantos, y someterlo a varios procesos (entre ellos el taladrado o el ranurado).

La pieza se desplaza mediante rodillos por la línea, y a medida que avanza va pasando por los diferentes centros de trabajo (canteadora, taladro...) y por último, el desapilador de piezas terminadas, el cual es otro carro de ventosas similar al de la entrada.

El paquete lleva una base en la parte inferior para no marcar el último tablero, cuando el carro de ventosas desapila todas las tablas sobre la línea , se queda dicha base y hasta que no sale no deja entrar otro paquete. Actualmente está tabla base la expulsa por gravedad y el operario tiene que retirarla a mano de las dos entradas, ya que de no hacerlo, la línea puede parar.

En la salida de la línea tenemos un problema similar. Cuando la tabla ya ha pasado por todos los procesos de la línea y está terminada, llega a otro carro de ventosas que las coge y las apila formando un paquete de nuevo. Este paquete necesita llevar en la base una tabla o pallet para no marcar ningún tablero con los rodillos. Actualmente, el operario alimenta esta base en la línea por dos lados de forma manual. Mediante rodillos por gravedad posiciona el pallet, y mediante un palpador, le da la señal de entrada y lo posiciona para el desapilado.

Lo que se pretende conseguir con esta automatización es que el trabajador pueda prestar mayor atención al proceso, y estén más atentos a los posibles fallos que pueda haber en los subprocesos de la línea.

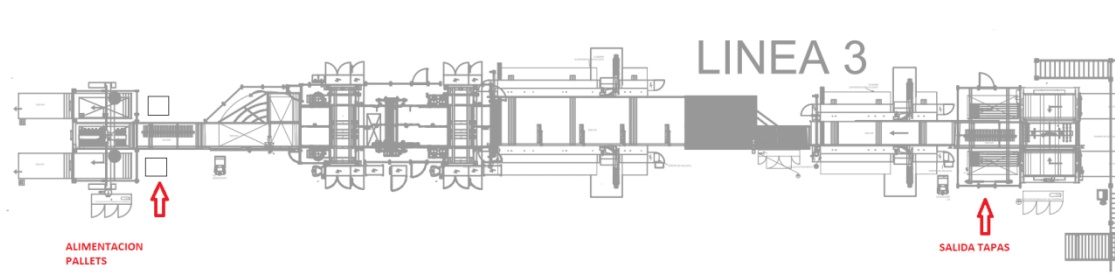


Ilustración 9: línea III antes de aplicar la mejora descrita.

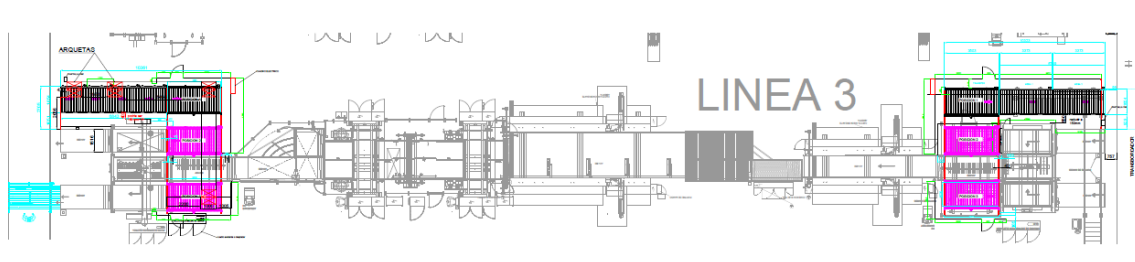


Ilustración 10: línea III tras aplicar la mejora descrita.

Desde la Oficina técnica de la fábrica, se adopta como solución, colocar dos mesas de rodillos motorizadas por las que se introducirán los pallets, y en el momento en el que el sistema dé la señal para alimentar un nuevo pallet, el transbordador móvil lo irá introduciendo al camino que le marque la ventosa que tiene libre. El transbordador se moverá de derecha a izquierda rodando sobre raíles (pletina calibrada de 30x10mm) y podrá ocupar tres posiciones diferentes: almacén de pallets, alimentación de pallet en la salida derecha y alimentación de pallet en la salida izquierda.

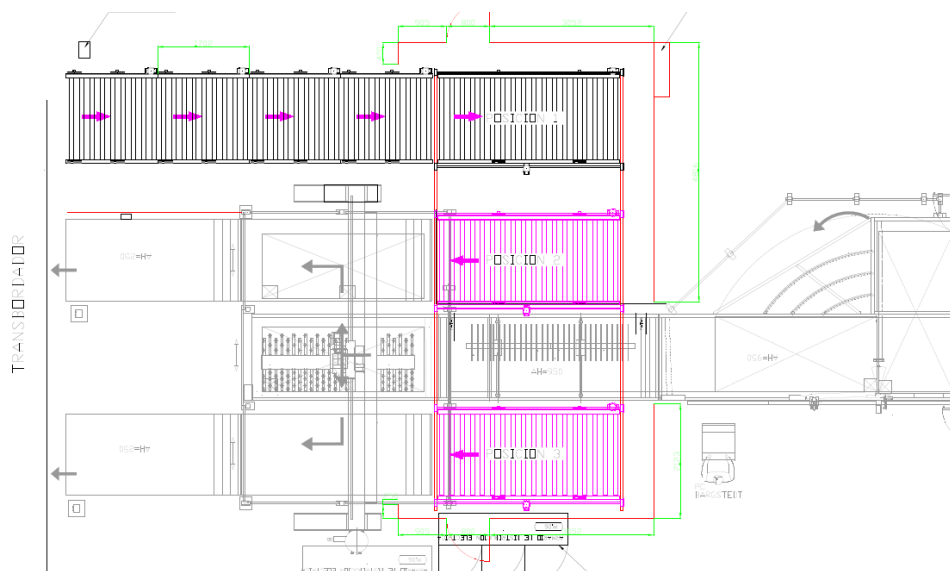


Ilustración 11: Automatización de la alimentación de pallet en la línea III.

Al comenzar el turno, el operario cargará los pallets/tapas por las mesas de rodillos, consiguiendo así una autonomía superior a las dos horas. Con esta nueva instalación, se

pretende mejorar la ergonomía del trabajador, ya que como podíamos observar, era una tarea incomoda de realizar y le quitaba tiempo para atender las necesidades de la línea.

Otra de las ventajas, es que ahora solo alimentas por uno de los extremos, ya que el transfer/transbordador lo lleva al otro. Anteriormente, había que dejar las bases en ambos lados y ocupaba un espacio innecesario, así como el tiempo que tardaba el operario en cambiar de lado. Al tener un pequeño pulmón en las mesas de rodillos, consigues una mayor eficiencia y que la línea no se pare.

En cuanto a la recogida de las tapas de la base, el mecanismo sería el mismo que para la alimentación de pallet: un transfer móvil que cuando salga la tabla la transfiera, y la saque por las mesas de rodillos motorizados. La diferencia es que las tapas hay que apilarlas, porque si salieran de una en una, tendríamos el mismo problema que ahora: el operario perdería mucho tiempo en cogerla y en almacenarla. Lo que se plantea es una mesa elevadora de tijera, que lee mediante una fotocélula la altura de la primera tabla, y posiciona la siguiente encima. Con esto logramos apilar las tapas base aproximadamente en un turno completo, logrando así liberar al operario de esta tarea.

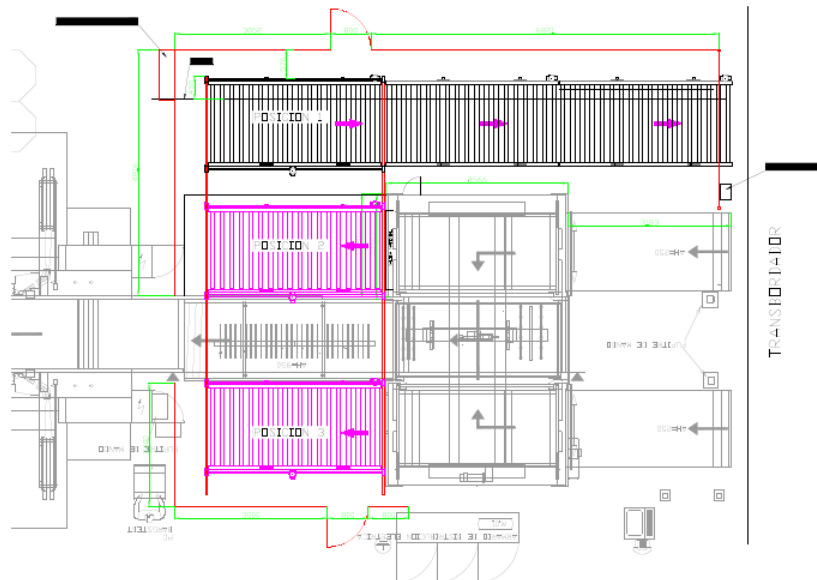


Ilustración 12: Automatización de la descarga de tapas en la línea III.

Realmente, esta instalación no añade valor al producto final, pero se considera muy necesaria para mejorar la ergonomía de los operadores de la línea, ya que “un trabajador contento, trabaja más y mejor”. En el anexo 2.1 adjunto fotografías del cambio y características más relevantes.

3.2 Implantación de la línea de enfardado automática.

La línea de enfardado supone un gran avance para el aumento de la producción. Actualmente, es un proceso semiautomático y por ello, se pierde gran parte del tiempo en el enfardado, y como consecuencia, en los paquetes que salen directos para el cliente. Además, su ubicación no es la más adecuada (más adelante se estudiará cuál es la mejor posición de la nueva línea para poder ahorrar el máximo tiempo posible). El enfardado, consiste en aplicar una capa de film de plástico sobre los paquetes para proteger a estos sobre todo de suciedad y otros daños que puedan sufrir en el traslado de los mismos.



Ilustración 13: salida línea de enfardado automática.

Para realizar el diseño de la enfardadora, a través de la aplicación *Obsydian* (Aplicación de uso interno que controla el número de piezas producidas y paquetes formados en cada turno) se observó el flujo de pallet a la hora que salían de las líneas de canteado, de las máquinas auxiliares y también, los paquetes de la zona de embalado.

En la casuística más rápida, los paquetes que salen de las canteadoras es igual a 30 paquetes por hora. De estos 30 paquetes por hora, entran a las máquinas auxiliares 10 paquetes, y el resto, va directamente a la línea de enfardado.

Por otro lado, la otra alimentación a la línea de enfardado vendrá del embalado: material ya en cajas que hay que enfardarlo para su salida directa al cliente (siendo en torno a 24 paquetes por hora). En total, entrarán a la línea un total de 54 paquetes por hora. Es importante tener claro el flujo de paquetes que entrarán, ya que determinará la ubicación de los mismos y el número de personas necesarias para el proceso.

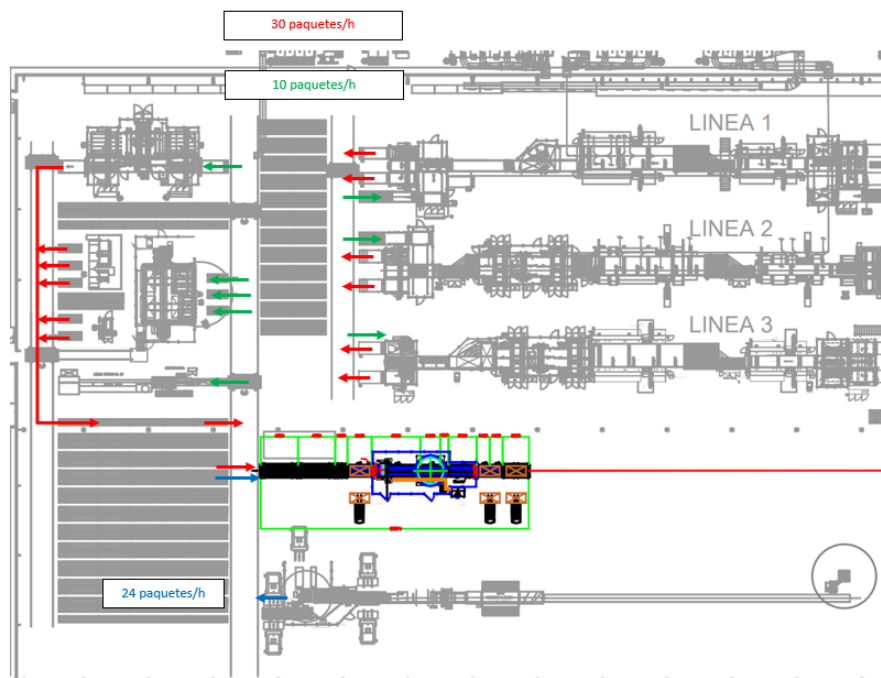


Ilustración 14: número de paquetes/hora por sección.

Para conocer el tipo de enfardado a realizar, se instalará un lector de tarjetas. Dicho lector, nos aportará la siguiente información: dimensiones del paquete y base en la que se transporta (como se ha comentado anteriormente, éste puede ir sobre una base de pallet o tapa). Cuando el paquete entre en la línea, el lector realizará un barrido e informará al PLC de la enfardadora del modelo que tiene que enfardar.

La enfardadora dispone de 20 tipos de enfardado, que se irán asignando a cada modelo de paquete, ya que cada cliente desea un tipo de embalaje. Cuando se trata de consumo interno, se realizará un modelo de enfardado diferente al utilizado para cliente. Este tipo de enfardado se diferencia, principalmente, en la tensión aplicada del film. En el caso de los clientes lleva una mayor tensión que cuando se trata de consumo interno, ya que durante el traslado de los paquetes en camión, la carga debe ser más estable.

Una vez aplicado el film en la enfardadora, el paquete sale por un camino de rodillos motorizados. En el último tramo, se dispone de una báscula de pesaje que indicará el peso del paquete y devolverá este dato al PLC. De esta forma, se conocerá el paquete que ha entrado con sus dimensiones y peso.

Con esta acción, se va a conseguir una mayor trazabilidad del producto y se va a tener más información de los paquetes que entren en la línea, y así, poder darles una mejor ubicación.

Tal y como se ha comentado anteriormente, esta zona era el cuello de botella en el diagrama de flujo. Con esta línea de enfardado automática, se tendrá constancia del tiempo real de enfardado de cada paquete, el cual nos ayudará a optimizar los tiempos en el embalaje y poder aumentar la producción.

Para determinar la mejor ubicación de la línea de enfardado automática, se tuvo en cuenta al personal de producción y a los operadores de dicha sección. Con la ayuda de la herramienta de dibujo AUTOCAD, se plantearon varias opciones, llegando a la conclusión de que la mejor

opción era situarla lo más próximo posible a la salida de las líneas de canteado. Actualmente, los operadores de la línea ponen una pequeña capa de film (manualmente) para proteger dicho paquete desde la salida hasta la zona de embalaje. Esta acción pretende ser eliminada con la nueva ubicación de la línea de enfardado para ahorrar costes.

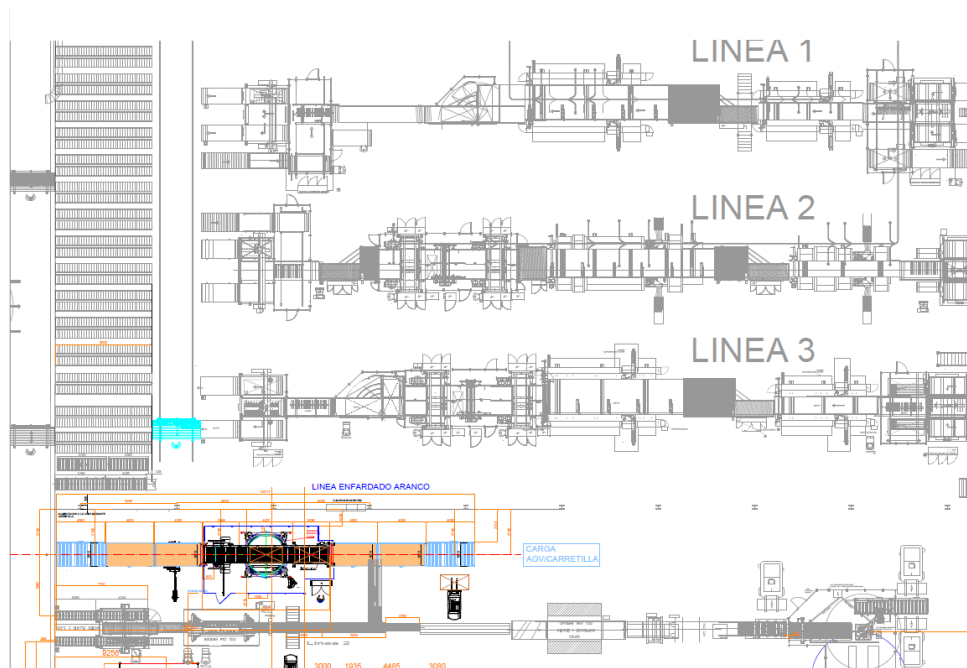


Ilustración 15: ubicación de la línea de enfardado automática.

La ubicación alternativa de la línea de enfardado automática condicionará la ubicación de otras máquinas presentes en esa zona, y que como consecuencia, se deben desplazar. Aunque sean necesarios dichos cambios, se considera la mejor opción debido a la proximidad con la zona de fabricación.

Se va a estudiar los cambios de estas máquinas con la nueva distribución en planta.

Con esta línea se quiere dar un paso más en el embalaje del producto y darle un mayor valor añadido, consiguiendo las siguientes ventajas:

- El transporte del producto se hará de forma más segura y al cliente le llegará en mejores condiciones, reduciendo así los tiempos ociosos presentes en esta zona.
- Se reducirá el consumo de film en torno a un 10%, ya que esta máquina consigue hacer un mayor preestiro del film respecto a las semiautomáticas con las que se contaba anteriormente. También, se reducirán costes debido a la eliminación de film aplicado a los paquetes que salen de las líneas.

Este acto es muy importante ya que el producto se fabrica con madera reciclada al 80%, y el reducir el consumo de plástico, junto con ayudar al medioambiente, son prioridades para la empresa.

3.3 Implantación AGV para el traslado del producto final.

En plena edad digital, es muy importante avanzar en el traslado del producto final, ya que esta acción no le aporta valor añadido.

La idea que se plantea es la siguiente: sustituir las carretillas por vehículos de guiado automático (AGV). Estos vehículos, tendrán que llevar los paquetes terminados desde la salida de la línea de enfardado hasta el almacén, pudiendo programar alguna parada intermedia (almacén de *picking*, recogida de material, etc).

Para ello, se ha estudiado la implantación en fábrica y sus diferentes posibilidades para poder dar el paso en esta mejora.

La fábrica cuenta con naves y pasillos muy amplios, ya que, anteriormente, se producía tablero aglomerado, quedando las naves sobredimensionadas para la actividad actual.

Para el traslado de material acabado, se habilitó uno de los pasillos de la nave para que no hubiera interferencia entre operadores caminando y carretilleros. Desde la salida de la línea de enfardado hasta el almacén hay una distancia de 260 metros en línea recta, donde los AGV no tendrán desviaciones ni obstáculos con los que encontrarse, favoreciendo así la situación. Si se consigue evitar la interacción con otros vehículos, se facilitará el trabajo y podrá alcanzar mayores velocidades en sus movimientos (rango de velocidad entre 0.05 y 1.5 metros/segundo).

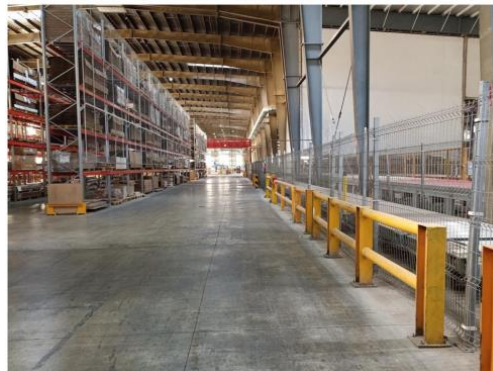


Ilustración 16: pasillo habilitado para carretillas/AGV.

Se pretende que los AGV se posicionen a la salida de la enfardadora, y sean capaces por sí mismos de cargar el paquete y trasladarlo, sin necesidad de que ningún operario lo manipule. Para ello, el vehículo contará, en su parte superior, con un camino de rodillos motorizado, que igualará en velocidad a los rodillos de la mesa de salida y hará la transferencia. La máquina se conectará con el PLC de la enfardadora y sabrá, en todo momento, el paquete que le han cargado, por lo que únicamente faltará analizar el flujo de paquetes para poder dimensionar el número de AGV.



Ilustración 17: ejemplo de AGV con rodillos.

En un primer estudio, se propone la creación de un sistema de calles en doble sentido, ya que el pasillo tiene un ancho de 14 metros (espacio más que suficiente para la interacción de dos AGV). Si un AGV se acerca a un cruce, se detendrá en caso de que esté ocupado, quedando a la espera de que el *software* controlador de tráfico, le dé permiso de acceso. Así, los cruces se gestionan de forma automática, sin intervención de operario alguno. Se contará con una parada intermedia para el producto semielaborado (el que se destina para hacer el *picking*) y una parada final para el producto destinado al cliente.

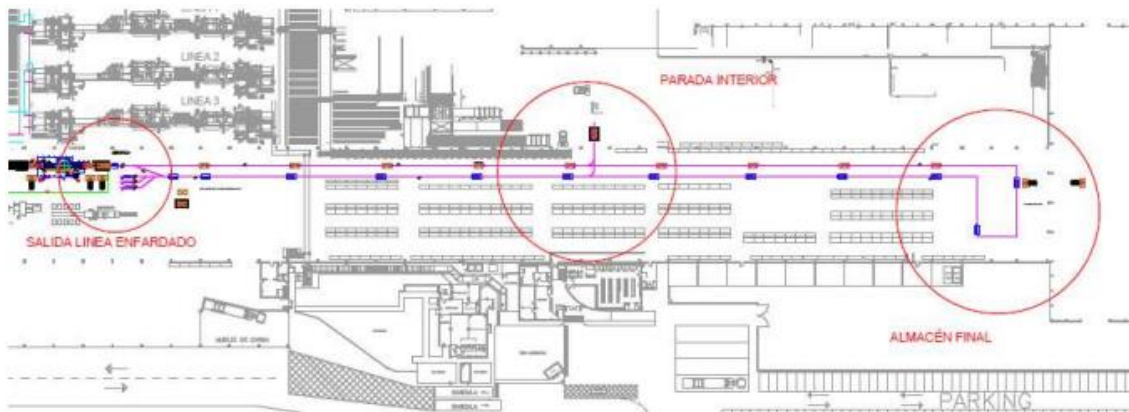


Ilustración 18: recorrido de AGV.

Una vez definido el recorrido, se debe estudiar el tipo de AGV que se quiere implantar para esta aplicación, existiendo los siguientes (que serán explicados con detalle en el apartado “anexos”):

- **Navegación magnética:** este tipo de navegación es la más utilizada en los ambientes industriales. Se trata de un sistema muy robusto, fácil de modificar y con bajo mantenimiento.
- **Navegación por *slam* o *mapping*:** se trata de un sistema de guiado por contorno, utilizando escáneres láser para extraer mediciones del contorno para navegar.
- **Navegación por GPS:** para guiado en aplicaciones *outdoor*.

Por último, se detallan las ventajas encontradas del sistema de AGV frente al sistema de transporte convencional:

- **Transporte de materiales más eficiente.** Al tener una comunicación entre el PLC de la enfardadora y el del sistema AGV, se tendrá una mayor trazabilidad del producto, sabiendo en cada momento la ubicación de cada paquete.
- **Reducción de coste del proceso.** El personal dedicado a esta actividad podría desempeñar otra función dentro de la empresa.
- **Optimización del tiempo.** Gracias a estos vehículos se tendría un flujo continuo, y por consiguiente, un aumento de la productividad.
- **Mayor seguridad,** reduciendo accidentes laborales y daños en las mercancías. Cuentan con escáneres láser de seguridad, los cuales hacen que adapte la velocidad del AGV en si detecta obstáculos, llegando a hacer una parada de emergencia si el obstáculo se encuentra demasiado cerca.

4. NUEVA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA.

Este capítulo se centra en mejorar la distribución en planta y ver cuáles son las mejores condiciones para mejorar el proceso de producción y manejo de producto final. La implantación de la línea de enfardado automática supone modificar la zona del actual embalado, por lo que se va a realizar un estudio de la relación existente entre las diferentes actividades del proceso productivo.

4.1 Ayuda para la nueva distribución mediante la aplicación de la metodología SLP.

Para ello, servirá de ayuda la metodología SLP (*Systematic Layout Planning*) desarrollada por Richard Muther en 1961, y que consiste en cuatro fases:

- **Fase I: Localización.** Al tratarse de una planta ya en funcionamiento, no se contempla el cambio de ubicación. Actualmente está bien ubicado, teniendo una posición geográfica competitiva.
- **Fase II: Distribución general del Conjunto.** Aquí se establece el patrón de flujo para el área que va a ser distribuida, y se indica también el tamaño, la relación, y la configuración de cada actividad principal, departamento o área, sin preocuparse todavía de la distribución en detalle.
- **Fase III. Plan de Distribución detallada.** Es la preparación en detalle del plan de distribución, e incluye la planificación del lugar donde van a ser colocadas la maquinaria o los equipos.
- **Fase IV. Instalación.** Esta última fase implica los movimientos físicos y ajustes necesarios conforme se van colocando los equipos y máquinas, para lograr la nueva distribución.

A continuación, se observa una figura que muestra de forma esquemática el proceso que se ha realizado para la obtención de las diferentes alternativas o propuestas, así como la selección de una de ellas:

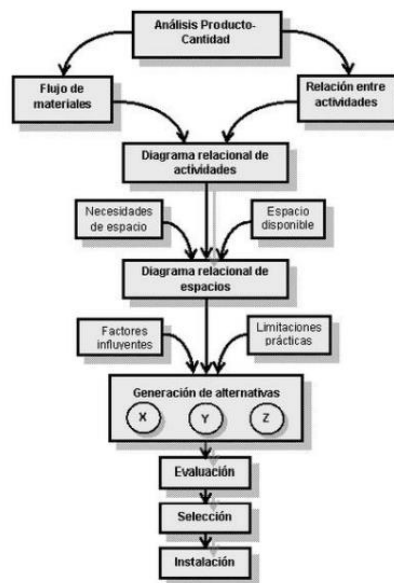
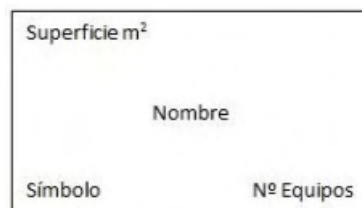


Ilustración 19: Proceso de elección para la nueva distribución en planta.

1. **Análisis Producto-Cantidad.** Analizar la cantidad que se va a producir.
2. **Análisis del recorrido de los productos.** Se trata de determinar la secuencia y la cantidad de los movimientos de los productos por las diferentes operaciones durante su procesado.
3. **Análisis de las relaciones entre actividades.** Una vez conocido el recorrido de los productos, se observan las interacciones existentes entre las diferentes actividades productivas.
4. **Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades.** Toda la información recolectada hasta el momento, es presentada en el Diagrama Relacional de Actividades.
5. **Desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios.** Este diagrama es similar al Diagrama Relacional de Actividades, pero en este caso, los símbolos distintivos de cada actividad son representados a escala.



6. **Evaluación de las alternativas de distribución.** El método empleado en este proyecto tendrá en cuenta las ventajas e inconvenientes de cada propuesta, siendo este el método más sencillo. Además, es un método que también tiene presente los costos que conlleva el proyecto, identificándolos como desventaja, y además permite evaluar según las condiciones y criterios establecidos.

Una vez explicado los pasos necesarios para llevar a cabo la Metodología SLP, se muestra la realización de dicho método para el caso estudiado en este proyecto.

La realización de la tabla de actividades indica la interacción que existe entre las diferentes operaciones y áreas de la planta. Estas interacciones se expresan un código de letras, siguiendo una escala que decrece con el orden de las cinco vocales: **A** (absolutamente necesaria), **E** (especialmente importante), **I** (importante), **O** (importancia ordinaria) y **U** (no importante). La indeseabilidad se representa por la letra **X**. Además del código que hace referencia a la relación de proximidad de las diferentes áreas u operaciones, se dispone de otro código (esta vez numérico) con el que justificaremos el motivo por cual esa relación de proximidad es necesaria.

CÓDIGO	RELACIÓN de PROXIMIDAD	MOTIVOS
A	Absolutamente Necesaria	1. Necesidad del Proceso
I	Importante	2. Intercambio de información
O	Ordinaria	3. Economía de Transporte
U	Sin Importancia	4. Peligros y Molestias
X	Rechazable	5. Higiene y Confort

Tabla 1: interacciones mediante código de letras.

Para realizar la tabla relacional de actividades y el diagrama relacional de espacios, se procede a identificar las diferentes áreas y operaciones que se encuentran en la planta:

- Oficina Principal
- Oficina Secundaria
- Vestuarios y aseos
- Zona de Recepción
- Almacén materia prima
- Almacén intermedio Material semielaborado
- Almacén para Producto Acabado
- Zona *Picking*
- Seccionado
- Canteado
- Maquinas auxiliares
- Taladrado
- Línea Lote Flexible
- Zona Filtros de Aspiración
- Enfardado
- Embalaje
- Muelle de Carga

ACTIVIDADES

	Oficina Principal	Oficina Secundaria	Vestuarios y aseos	Zona de Recepción	Almacén materia prima	Almacén intermedio Material	Almacén para Producto Acz	Zona Picking	Seccionado	Canteado	Maquinas auxiliares	Taladrado	Línea Lote Flexible	Zona Filtros de Aspiración	Enfardado	Embalaje	Muelle de Carga
Oficina Principal	.	U5	I5	I2	O2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U1	U2	U2	U2
Oficina Secundaria	.	.	I5	I2	O2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U1	U2	U2	U2
Vestuarios y aseos	.	.	.	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5	X5
Zona de Recepción	.	.	.	A2	O2	X5	O2	I3	U1	U1	U1	U1	U1	U1	U1	U1	U1
Almacén materia prima	O2	U5	O2	I1	I1	O1	O1	I1	U4	U5	U5	O1
Almacén intermedio Material semielaborado	O5	U2	I3	I3	I3	I3	I3	U5	U4	U3	U4
Almacén para Producto Acabado	O2	X5	X5	X5	X5	A3	X4	A3	A3	A3
Zona Picking	U5	U5	U5	U5	I1	X5	O1	I1	U5
Seccionado	A1	O1	O1	I1	I4	X1	X1	X2
Canteado	A1	A1	X1	I4	A3	I1	X2
Maquinas auxiliares	A1	U1	O4	I1	O1
Taladrado	U1	I4	O1	U1
Línea Lote Flexible	A1	I1	I3
Zona Filtros de Aspiración	A1	U5
Enfardado	A1
Embalaje
Muelle de Carga

Tabla 2: tabla relacional de actividades.

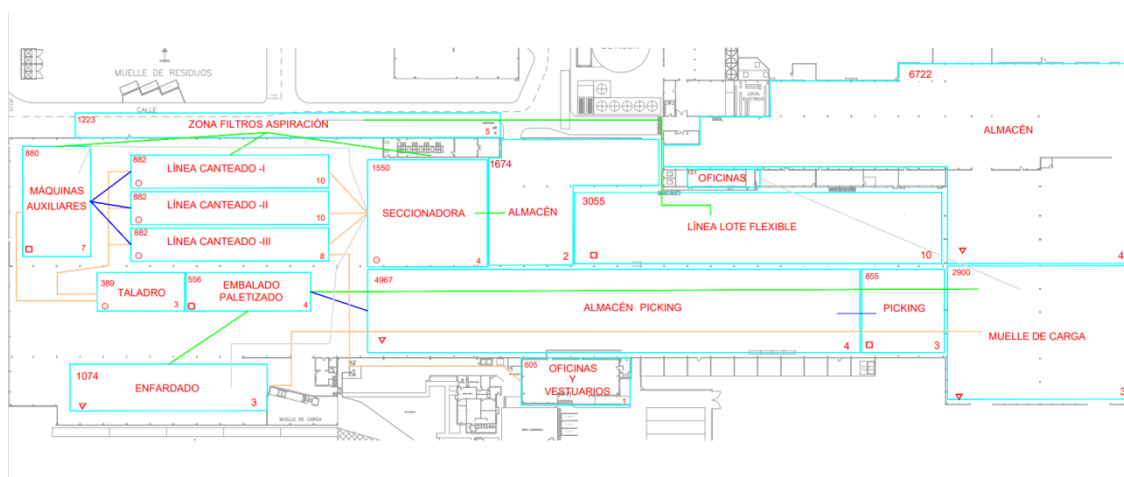


Ilustración 20: diagrama relacional de espacios.

Con la información incluida en este diagrama, se pueden proponer nuevas distribuciones en planta alternativas que den solución al problema. Se proponen dos casos: uno real (el cual se llevará a cabo) y otro ideal.

4.1.1 Propuestas para la nueva distribución.

Caso real cambio de layout:

Este caso se centra en la parte donde se ha detectado mayor cuello de botella en el proceso productivo: la zona de embalado y enfardado del producto.

Actualmente, los paquetes que salen de las líneas de canteado y se trasladan a la zona de enfardado se realizan de forma semi-manual.

El procedimiento es el siguiente: el paquete sale de la máquina de canteado ya formado, y se introduce mediante caminos de rodillos en una vagona, desplazada por un operario que,

subido en la misma, ubica el paquete (en el pulmón de salida o en un uñero ubicado al final de guiado para que el carretillero lo lleve a enfardar). Como se ha comentado anteriormente, tras el montaje de la enfardadora, el paquete no tendrá que salir hasta la actual zona de enfardado, si no que vamos a ubicarla junto a la salida de las canteadoras para recorrer el mínimo trayecto y así poder incrementar la productividad.

El montaje de la línea de enfardado automático supone modificar toda la zona del embalado. Dicha zona está compuesta por: una línea de embalado (donde los operarios componen los *kits* de muebles que van directamente para el cliente), un horno retractiladora (el cual embala tablas para clientes más exigentes con el tipo de embalaje) y una máquina denominada **Panotec**, encargada de realizar los pliegues a las cajas que a posteriori se usan para la composición de los *kits*. Este cambio se va a realizar en varias fases, ya que al trabajar bajo pedido, la fábrica de muebles trabaja las 24h del día los 365 días del año. **En un primer lugar, se va a desplazar la máquina Panotec y el horno** (ya que son máquinas más pequeñas) y seguido, la línea entera de embalado.

Debido a la ubicación de la enfardadora, lo más óptimo para aumentar la producción sería dar la vuelta a la línea de embalado, para que los paquetes formados por los *kits* salieran en el mismo sentido que comienza la línea de enfardado, porque de lo contrario, se necesitaría que el carretillero estuviera continuamente sacando los paquetes del final del embalado a la enfardadora, suponiendo posibles paros en ambas líneas.

Una vez identificados los cambios a realizar, se planifica el trabajo con el personal de producción, calculando los días aproximados que iba a costar y el personal necesario para ello.

Para mover el horno retractiladora y la Panotec, se cuenta con 2 personas eléctricas y 3 personas mecánicas, estimando el paro de ambas máquinas en dos días. Se planifica dicho paro con el personal y se ejecuta, siendo este pequeño cambio de ubicación, el inicio del gran cambio de nuestro *layout*.

El siguiente paso a realizar era dar la vuelta a la línea de embalado. Al ser una línea grande y no permitir grandes paros, los trabajos tuvieron que ser planificados con mayor exactitud, tal y como se puede ver en el diagrama de Gantt en el Anexo de la Enfardadora. A nivel personal, mi labor desde Oficina técnica, fue encargarme de todo lo relacionado con la obra civil y la parte mecánica.

La línea de embalado está formada por un taladro en desuso que actúa como desapilador de tablas. Con un carro de ventosas, introduce en la línea de embalado los laterales y las traseras (que suelen ser las tablas más pesadas). Éste debería ser retirado debido a los problemas de mantenimiento que supone, y montar en su lugar un robot nuevo.

Seguido, el puesto de preparación del pedido. En este lugar, los operarios componen el *kit* de mueble completo, y posteriormente, existen dos bandas transportadoras por donde van las cajas ya compuestas para entrar en la máquina plegadora de cajas, cuya función es pegar los bordes de la caja mediante cola líquida. Y por último, a la salida de la plegadora, existe una celda robotizada con un robot que actúa como apilador de cajas, donde se cuenta con un despaletizador que introduce un pallet a la línea y que el robot va apilando sobre él.

Con tantas máquinas y tan poco tiempo para poder parar la línea, se ha decidido mover, en primer lugar, la celda robotizada (suponiendo que apilaran a mano durante una semana) y después, el resto de la línea, para la cual hubo que parar una semana entera. Para este trabajo

se contó con 4 personas eléctricas y 4 personas mecánicas, así como camión grúa y otros medios de elevación para facilitar los trabajos.

Como trabajo previo personal, dibujé en CAD la mejor ubicación, y una vez decidido, marqué la línea neutra donde quería ubicar las máquinas. Para ello, se tomó referencia de los pilares, y con una cuerda larga marqué el centro. Seguidamente, enumeré cada máquina y fotografié cada una de ellas con sus respectivas distancias para que todo quedara de la misma forma en la que estaba. Se introdujeron varios cambios de mejora en la línea: el taladro des apilador fue sustituido por un robot *Yaskawa* similar al que se tenía anteriormente pero de menor dimensión, que será el que introduzca las tablas pesadas a la línea. También, se le instaló un vallado de seguridad con sus respectivas barreras de seguridad, ya que en este tipo de instalaciones es muy importante. Otra de las modificaciones fue la sustitución de una de las bandas por una de mayor dimensión (4,5 metros más) que hará ganar tiempo en la plegadora de cajas.

Tras dos semanas de mucho trabajo, se ha conseguido dar la vuelta a la línea, contando con el espacio suficiente para el montaje de la enfardadora automática, la gran protagonista de todos estos cambios.

Otro de los cambios a realizar antes de la llegada de la enfardadora era la automatización de caminos de rodillos de la salida de las canteadoras, y la sustitución de la vagona por una motorizada. Los caminos de rodillos locos fueron sustituidos por mesas motorizadas, comprando también una vagona con rodillos motorizados. Con esta inversión, se mejora la conexión entre la salida de todas las líneas y la enfardadora. La idea es que esta vagona se mueva automáticamente en un futuro, siendo el funcionamiento de la siguiente manera:

1. Salida de las canteadoras.
2. Salida de la línea embalado.
3. Entrada en la enfardadora.

Tal y como se muestra en el *layout*, sustituyendo alguna de las mesas de rodillos locos junto con una vagona motorizada, seremos capaces de automatizar las 3 posiciones y reducir en torno a 30% los tiempos ociosos con los que se contaba anteriormente. Para ello, hay que conectar la vagona y las mesas con un autómatas, y mediante las conexiones del PLC con nuestro sistema, se controlarán mejor los paquetes y se aumentará la trazabilidad del producto.

El objetivo era reducir los tiempos ociosos del embalado una línea que era inicialmente muy manual, y a su vez conectar la salida de las líneas de canteado con la enfardadora. Con estos cambios realizados, pronto se verá el retorno de la inversión y se espera un aumento de la producción.

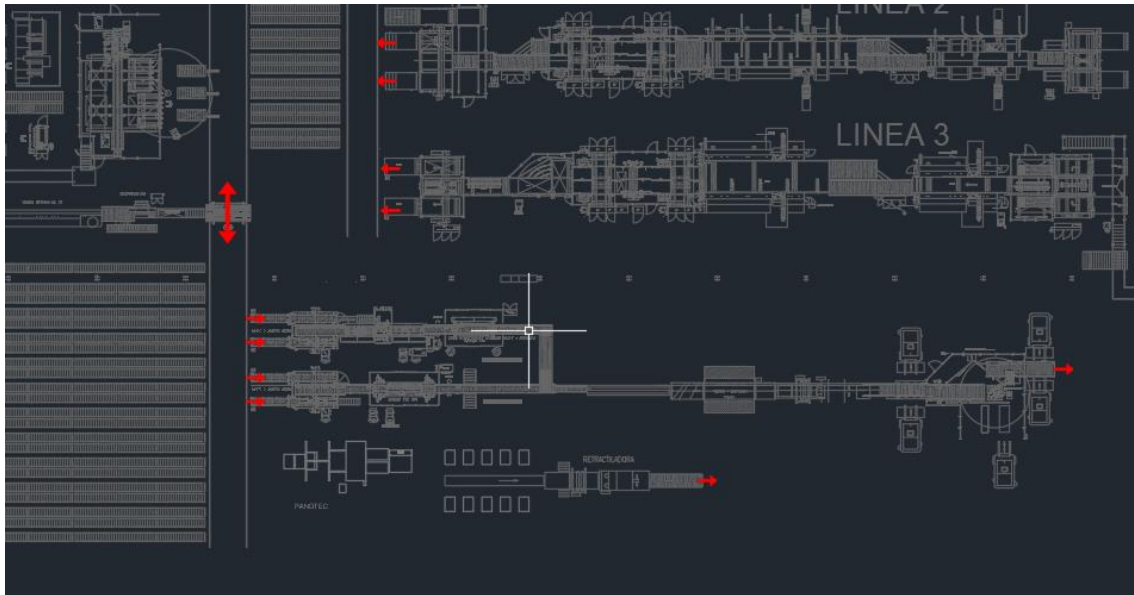


Ilustración 21. layout antes de los cambios.

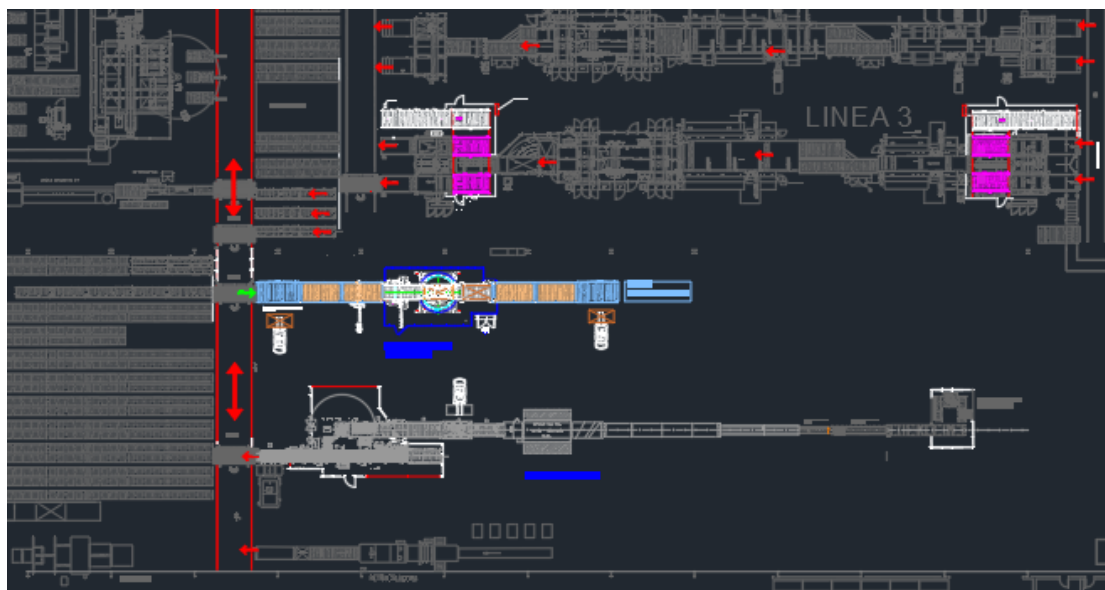


Ilustración 22: layout tras los cambios expuestos.

Caso ideal cambio de layout:

Este caso consistiría en reubicar todas las máquinas y buscarles la mejor ubicación para obtener un flujo de trabajo adecuado y más productivo.

Anteriormente, FINSA Cella 1 producía tablero aglomerado. Cuando pasó a ser una fábrica de muebles y componentes, se intentó aprovechar lo máximo las máquinas que había en ese momento. Por ejemplo, la sierra **Holzma** (la cual cortaba el tablero que salía de la prensa) se dejó en el mismo sitio, adecuándola para que pudiera cortar el tablero para hacer los muebles.

Partiendo de dicha sierra (que en la fabricación de muebles es el primer proceso) al dejarla en la misma ubicación y colocar las canteadoras tras ella, apenas hay espacio en la nave, por lo que el flujo tiene que adoptar forma de U para poder seguir con la continuidad del proceso.

El cambio propuesto es que el flujo siguiera una línea más o menos recta, sin desvíos, y poder aprovechar mejor la amplitud de las naves. La sierra se colocaría en el extremo derecho de la nave, dando la vuelta a las tres líneas de canteado, y seguidamente, vendría la línea de enfardado y el embalado. Con esto, los tiempos ociosos (presentes actualmente con la salida de material, que tiene que ser desplazado varias veces hasta que puede ser enfardado o embalado) se reducirían notablemente.

Tal y como se muestra en el plano, la ordenación completa de las máquinas favorece el proceso, el cual podría incrementar su productividad. El material crudo podría almacenarse en el antiguo muelle de carga, y el traslado a la sierra sería de pocos metros. El esquema sería como el actual: que a la salida de la sierra, una vagona motorizada abastezca a las líneas canteadoras, y una vez éstas saquen por la línea el producto ya canteado, que otra vagona o AGV lo introduzca en la línea de enfardado. La línea del lote flexible que es una línea que hace piezas y procesos más especiales la ubicaría en la nave contigua a las demás canteadora, ya que en la ubicación de antes quedaba muy alejada del proceso. Seguido de las cantedoras irían las maquinas auxiliares para terminar las piezas que requieren taladros o formas más especiales.

Y siguiendo el flujo en línea recta, nos encontraríamos con la zona de embalado y enfardado. En este caso lo que haría es poner dos enfardadoras una a la salida las líneas y otra a la salida del embalado. Con este cambio lo que hacemos es acercar el picking a la zona de embalado y unificar todas las zonas de creación de los kits de mueble.

Aumentaríamos producción debido a que reducimos muchísimo los trayectos de los carretilleros y el traslado de material con producto acabado.

El gran inconveniente es económico y de tiempo ya que supondría un gasto muy elevado el poder realizar todos los cambios de las maquinas, por eso nos hemos decantado por conservar la actual distribución con pequeñas modificaciones.

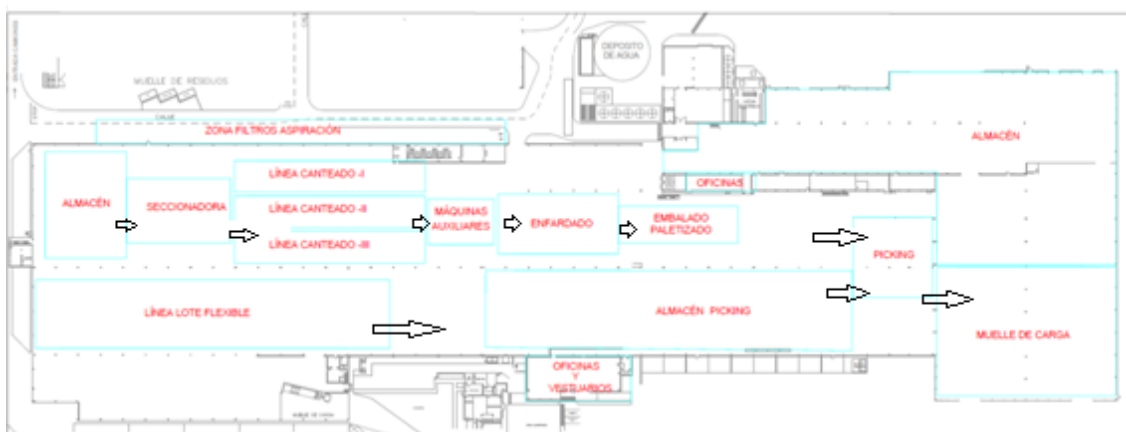


Ilustración 23: esquema nueva distribución caso ideal

5. PRESUPUESTO.

Este apartado será extrapolado al Anexo 4. Este anexo del trabajo lo dedicaremos describir de forma numérica el coste de las mejoras realizadas.

DESCRIPCIÓN	PRECIO
Mejora de la línea de canteado III	110.960 €
Línea de enfardado automática	13.500 €
Estudio implantación AGV	1.010.985 €
Giro actual línea de embalado	65.900 €
TOTAL	1.201.345 €

Tabla 3: resumen presupuesto de las mejoras.

6. CONCLUSIÓN.

En el Trabajo Fin de Grado ya presentado, he querido reflejar los cambios reales que me plantearon resolver en mi llegada a la empresa en la que trabajo actualmente (FINSA), en los que tuve que aportar mi capacidad como Ingeniero para llevarlos a cabo de la mejor forma posible.

En este estudio, lo primero que he tenido que hacer es analizar el proceso productivo, visualizar diariamente, durante un largo periodo de tiempo, el proceso, y observar las posibles mejoras a realizar.

Cuando entré en la empresa, me propusieron varias ideas que llevaban en mente hacer, y las cuales tendría que llevar a cabo. La primera fue la **automatización de la alimentación y salida de tapas en la Línea III de canteado**. Esta línea presentaba desventajas frente a las otras líneas, ya que es la más antigua y no incorpora este sistema. Mi labor fue observar las otras dos líneas que sí lo tenían instalado e intentar mejorarlo. Con ayuda de CAD, y tomando medidas in situ, fui haciendo bocetos de la instalación y pidiendo ofertas a empresas especializadas en caminos de rodillos. Cuando venían a la planta con los bocetos y la idea clara, les explicaba lo que quería. Cada empresa tenía su idea, y al final, mi labor fue decidir la más óptima para mejorar la línea con el menor gasto posible (esta idea final queda mostrada en el apartado 3.1 del trabajo).

Otro reto que se me propuso fue el **montaje y la ubicación de la línea de enfardado automática**. La enfardadora, según nuestro flujo, tenía que estar en la zona del embalado. El problema detectado es que en esta zona había muchas máquinas, y había que pensar en qué lugar podíamos sacarle mayor partido. Tras varias reuniones entre Oficina Técnica (donde me encuentro actualmente) y los técnicos de producción, decidimos la ubicación final. Con la llegada de esta línea de enfardado automática, teníamos que hacer una nueva distribución del embalado.

Tras varios meses de reuniones analizando las diferentes propuestas, decidimos mover el horno y la *Panotec* (dos máquinas poco utilizadas en el proceso) y darle la vuelta por completo a la línea de embalado para mejorar el flujo. Al principio parecía algo sencillo, pero al final resultó un proceso bastante complejo, donde surgieron varios imprevistos. Se trataba de mejorar lo que ya existía, por lo que nos centramos en las partes de la línea que más lo necesitaban: por ejemplo, el cambio de una de las bandas transportadoras por una 5 metros más larga, el robot *Yaskawa* para des apilar las piezas pesadas y la mesa de preparación de pedido. Disponíamos de poco tiempo para realizar el cambio (aproximadamente dos semanas) y finalmente tuvimos que recurrir a más mano de obra de la planteada en un principio.

Para este cambio involucramos significativamente al personal de la línea de embalado, haciéndoles partícipes de este proyecto, aportándonos su punto de vista sobre la nueva distribución, ya que ellos conocen mejor el funcionamiento de la línea, sirviéndonos de gran ayuda.

Creemos que esta nueva distribución tendrá muchos beneficios: mejorar el tiempo de producción aumentando la eficiencia del proceso, eliminar los movimientos innecesarios e ineficaces tanto de trabajadores como de material y, de cara a la mano de obra, se reduce el esfuerzo empleado ofreciendo unas mejores condiciones de trabajo.

La línea de futuro de este proyecto nos ofrece el crecimiento en la automatización de la logística del producto acabado. Este año hemos estado trabajando en aprender más acerca de los vehículos de guiado automático, y nos han planteado varias propuestas para la implantación en nuestro proceso. Lo cierto es que en el momento en el que nos encontramos, no vemos del todo viable el sustituir nuestras carretillas por AGV, aunque en un futuro es una opción interesante, por el que seguiremos trabajando en ello.

7. BIBLIOGRAFÍA

Distribución en planta:

http://wiki.monagas.udo.edu.ve/index.php/M%C3%A9todos_de_Distribuci%C3%B3n._Diagrama_de_Recorrido_y_SLP

<http://www.monografias.com/trabajos65/resolucion-distribucionplanta/resolucion-distribucion-planta2.shtml>

R.Muther, Distribución en planta, Barcelona (España): Hispano Europea.

Empresas caminos de rodillos:

<http://www.iriartemanutencion.com/es/>

<https://www.setimetrasa.com/>

<https://www.movitec-ws.com/>

Robot y pinza:

https://www.yaskawa.es/productos/robots?gclid=EAlaIQobChMlZrTv7vi9-AIVTviRCh0ZPQRYEAAAYASAAEgLRO_D_BwE

<https://onrobot.com/es/productos/vgc10>