



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA EN ORGANIZACIÓN INDUSTRIAL

ANÁLISIS Y REDISEÑO DEL ALMACÉN DE UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

AUTORA: ANNA ALBERO IBÁÑEZ

TUTORA: MARÍA JOSÉ VERDECHO SÁEZ

Curso Académico: 2015-16

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO	1
1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	1
1.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO.....	2
CAPÍTULO 2. LA EMPRESA	3
2.1 ORIGEN.....	3
2.2 ORGANIZACIÓN.....	4
2.3 PRODUCTOS.....	5
2.4 PROCESO PRODUCTIVO	6
2.5 EL ALMACÉN.....	8
2.5.1 Tipología	8
2.5.2 Funciones	8
2.5.3 Zonas	8
CAPÍTULO 3. DISEÑO Y GESTIÓN DE ALMACENES.....	10
3.1 INTRODUCCIÓN.....	10
3.2 CRITERIOS DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE CARGA.....	10
3.3 EQUIPOS DE MANUTENCIÓN	10
3.4 SISTEMAS DE ALMACENAJE	12
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL	16
4.1 INTRODUCCIÓN.....	16
4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA Y LOS ASPECTOS A MEJORAR	16
4.2.1 Problema 1. Cruce de los equipos de manutención entre sí y entre peatones	16
4.2.2 Problema 2. Distancia de los pasillos insuficiente.....	20
4.2.3 Problema 3. Insuficiente capacidad de almacenamiento	23
4.2.4 Problema 4. Manipulación elevada e innecesaria de los materiales	25
4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES MEJORAS.....	26
4.3.1 Propuesta de mejora al Problema 1.....	26
4.3.2 Propuesta de mejora al Problema 2.....	27
4.3.3 Propuesta de mejora al Problema 3.....	27
4.3.4 Propuesta de mejora al Problema 4.....	28

4.4	JUSTIFICACIÓN DE LAS MEJORAS A DESARROLLAR	29
4.5	PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	30
4.5.1	Solución al Problema 1 mediante Flat Storage	31
4.5.2	Solución al Problema 2 mediante Flat Storage	32
4.5.3	Solución al Problema 3 mediante Flat Storage	32
4.5.4	Solución al Problema 3 mediante Flat Storage	33
CAPÍTULO 5. REDISEÑO DEL ALMACÉN DE UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS		35
5.1	INTRODUCCIÓN.....	35
5.2	DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO	35
5.3	ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS DE LOS MATERIALES. ANÁLISIS FMR	37
5.4	ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN Y DEL EMBALAJE DE LOS MATERIALES	40
5.5	ANÁLISIS DEL FLUJO FÍSICO.....	42
5.5.1	Flujo Físico Externo.....	42
5.5.2	Flujo Físico Interno	45
5.6	ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO NECESARIA	58
5.6.1	Cálculo del stock máximo por referencia.....	58
5.6.2	Cálculo de la capacidad de almacenamiento	59
5.7	HERRAMIENTA DE DECISIÓN	63
5.8	DISEÑO DEL NUEVO LAY-OUT Y FLUJOS	66
CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO		69
6.1	PRESUPUESTO.....	69
6.2	ESTUDIO DE RENTABILIDAD.....	71
CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES		73
CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA.....		74
CAPÍTULO 9. ANEXOS.....		75
9.1	HERRAMIENTA DE DECISIÓN	75

ÍNDICE FIGURAS

Figura 1. Interruptor diferencial Schneider (Acti iID)	4
Figura 2. Organigrama de la empresa	4
Figura 3. Composición general de un interruptor diferencial	6
Figura 4. Proceso productivo.....	7
Figura 5. Almacén de Schneider Electric Meliana	9
Figura 6. Transpaleta eléctrica con conductor de pie	11
Figura 7. Apilador con hombre montado sentado	11
Figura 8. Tractor de arrastre	12
Figura 9. Carro para paquetes.....	12
Figura 10. Estantería convencional	13
Figura 11. Estanterías convencionales para pallets	13
Figura 12. Estantería de paletización con picking dinámico	14
Figura 13. Roldanas	14
Figura 14. Estantería dinámica en uso	15
Figura 15. Flat Storage.....	15
Figura 16. Configuración inicial del almacén con interferencias de flujos.....	17
Figura 17. Flujo inicial seguido por los Apiladores en el almacén.....	18
Figura 18. Flujo inicial seguido por el “Tren 1” en el almacén	19
Figura 19. Flujo inicial seguido por el “Tren 2” en el almacén	19
Figura 20. Flujo inicial seguido por el “Tren 2” en el almacén	20
Figura 21. Normas de seguridad para peatones y vehículos propulsados.....	22
Figura 22. Estantería dinámica para picking con desaprovechamiento de la capacidad.....	23
Figura 23. Materiales ocupando zonas no destinadas a almacenaje.....	24
Figura 24. Parámetros de la ubicación de picking.....	25
Figura 25. Flat Storage. Carros con material sobre raíles	30
Figura 26. Flat Storage. Extremos del carril y sistema de frenado.....	31
Figura 27. FIFO en Flat Storage	33
Figura 28. Diagrama de Gantt del proyecto	36
Figura 29. Caja de cartón 400x300mm.....	40
Figura 30. Cubetas verdes a la salida de Máquinas Especiales	40
Figura 31. Cubeta gris 400x300x175mm a la salida de Subcontratación.....	41

Figura 32. Carros Flat Storage de dimensiones 400x600mm	41
Figura 33. Configuración carro Flat Storage con embalaje de dimensiones 400x300mm.....	41
Figura 34. Cubeta para Flat Storage a la salida de Máquinas Especiales	42
Figura 35. Configuración carro Flat Storage con embalaje de dimensiones 200x300mm.....	42
Figura 36. Flujo físico externo de Schneider Electric Meliana	44
Figura 37. Flujo físico interno	47
Figura 38. Dollys elevator	51
Figura 39. Esquema flujo físico interno.....	57
Figura 40. Proceso de obtención de número de carros/huecos	60
Figura 41. Transacción mm02 (SAP). Unidades por pallet	62
Figura 42. Vista de la herramienta de decisión.....	65
Figura 43. Nuevo lay-out y flujos.....	67

ÍNDICE TABLAS

Tabla 1. Comparativa de las Líneas de Producción de Schneider Electric Meliana	5
Tabla 2. Problema, objetivo y mejora propuesta.....	29
Tabla 3. Tabla para la realización del análisis FMR	38
Tabla 4. Tabla dinámica para la realización del análisis FMR.....	38
Tabla 5. Tabla de Decisión – Justificación “Análisis FMR”	39
Tabla 6. Tabla comparativa Ventas de Schneider Electric Meliana a Clientes.....	44
Tabla 7. Tabla comparativa tasas horarias Schneider Electric Meliana – Subcontratistas	46
Tabla 8. Clasificación según Flujo Físico Interno con Sistema de almacenaje elegido	49
Tabla 9. Cumplimiento mejoras Caso 1.....	50
Tabla 10. Cumplimiento mejoras Caso 6.....	53
Tabla 11. Cumplimiento mejoras Caso 9.....	55
Tabla 12. Cálculos de obtención de la capacidad del carro	61
Tabla 13. Número de ubicaciones vs. Número de carros clasificado por flujo físico interno	61
Tabla 14. Número de referencias vs. Número de huecos clasificado por flujo físico interno	62
Tabla 15. Resumen de los análisis para implantación de las referencias en Flat Storage	64
Tabla 16. Recopilación datos Flat Storage para diseño del lay-out	66
Tabla 17. Recopilación datos Estanterías para diseño del lay-out.....	66

AGRADECIMIENTOS

Quiero aprovechar la ocasión para agradecer el apoyo de mi familia en todo mi trayecto universitario pero, más en concreto, a mi padre por aportar siempre su pensamiento más crítico y, a la vez, científico.

Asimismo no puedo olvidar en este momento a mis compañeros y amigos, pieza clave en todo mi recorrido.

Dar las gracias también a mi tutora por aconsejarme tanto profesionalmente como personalmente y ayudarme en todo lo posible.

Por último, agradecer la oportunidad que me dio la Universidad Politécnica de Valencia al abrirme sus puertas y a sus profesores por enseñarme tanto.

RESUMEN

El presente Trabajo Final de Grado se desarrolla en la empresa de fabricación de componentes eléctricos Schneider Electric Meliana y se basa en el análisis y rediseño de su almacén.

La necesidad de llevar a cabo este proyecto surge por el riesgo de seguridad que existe inicialmente en el almacén de la empresa debido al cruce entre los equipos de manutención utilizados y entre éstos y los peatones. Además, otras ineficiencias presentes en el almacén apoyan la propuesta del presente Trabajo: distancia de los pasillos insuficiente, insuficiente capacidad de almacenamiento y manipulación elevada e innecesaria de los materiales.

Esta situación ha desencadenado la necesidad de realizar una propuesta de rediseño del almacén que elimine la problemática inicial, la cual consiste en la implantación de un sistema de almacenamiento plano y compacto llamado Flat Storage. En él, los materiales se colocan sobre carros guiados por raíles.

Con tal de proceder a su implantación, se realizan varios análisis de los materiales desde diferentes puntos de vista: movimientos, composición, embalaje y flujo físico. A partir de los análisis, se ha comprobado la factibilidad del Flat Storage en el almacén de la empresa y se ha procedido a diseñar una herramienta de decisión seguida del nuevo lay-out y los nuevos flujos.

Finalmente, se presentan el análisis económico del proyecto y las conclusiones del mismo.

Palabras Clave: Almacén, Análisis, Rediseño.

RESUM

El present Treball Fi de Grau es desenvolupa en l'empresa de fabricació de components elèctrics Schneider Electric Meliana i es basa en l'anàlisi i redisseny del seu magatzem.

La necessitat de dur a terme aquest projecte sorgeix pel risc de seguretat que existeix inicialment en el magatzem de l'empresa degut a l'encreuament entre els equips de manteniment utilitzats i entre aquests i els vianants. A més a més, altres ineficiències presents en el magatzem recolzen la proposta del present Treball: distància dels corredors insuficient, insuficient capacitat d'emmagatzemament i manipulació elevada i innecessària dels materials.

Aquesta situació ha desencadenat la necessitat de realitzar una proposta de redisseny del magatzem que elimine la problemàtica inicial, la qual consisteix en la implantació d'un sistema d'emmagatzemament pla i compacte anomenat Flat Storage. En ell, els materials es col·loquen sobre carros guiats per carrils.

Per procedir a la seua implantació, es realitzen diferents anàlisis dels materials des dels següents punts de vista: moviments, composició, embalatge i flux físic. A partir dels anàlisis, s'ha comprovat la factibilitat del Flat Storage en el magatzem de l'empresa i s'ha procedit a dissenyar una ferramenta de decisió seguida del nou lay-out i els nous fluxos.

Finalment, es presenten l'anàlisi econòmic del projecte i les conclusions del mateix.

Paraules Clau: Magatzem, Anàlisi, Redisseny.

ABSTRACT

This final undergraduate project is developed within the electrical manufacturing company Schneider Electric Meliana and it is based on the analysis and redesign of its warehouse.

The need to carry out this project arises from the security risk that initially exists in the company warehouse due to the overlap between the handling equipment used and between it and the pedestrians. In addition, other inefficiencies in the warehouse support the proposal of this work: the insufficient distance corridors, insufficient storage capacity and, high and unnecessary handling of materials.

This situation has triggered the need for a store redesign proposal that eliminates the initial problem, involving the implementation of a system of flat and compact storage called Flat Storage. In it, the materials are placed on carriages guided by rails.

In order to implement it, several analysis of materials have been made from different perspectives: movement, composition, packaging and physical flow. From the analysis, the feasibility of Flat Storage in the warehouse company has been proved. Then, a tool for decision making and a new lay-out with the new flows have been developed.

Finally, the economic analysis of the project and the conclusions are presented.

Keywords: Warehouse, Analysis, Redesign.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 OBJETIVO DEL PROYECTO

El presente Trabajo Final de Grado tiene como objetivo el rediseño del almacén de una empresa de fabricación de componentes eléctricos con el fin de eliminar el riesgo de seguridad existente entre los equipos de mantenimiento utilizados y entre éstos y los peatones.

El trabajo se centra, por tanto, en el análisis de los factores que ocasionan la problemática inicial y en la implantación de un nuevo sistema de almacenamiento llamado Flat Storage que, además de eliminar el problema de la seguridad, brindará mejoras complementarias en relación con otras ineficiencias del almacén.

Con intención de llegar a tal fin, se realizará un estudio exhaustivo y detallado desde diferentes perspectivas y, analizados sus resultados, se procede a su implantación.

Los objetivos concretos a alcanzar son los siguientes:

- En primer lugar, analizar la situación de partida de la empresa. Para ello, se estudiará la problemática con la que cuenta la empresa y se plantearán y justificarán las mejoras asociadas a cada problema. Además, se presentará la solución que lleva consigo la resolución de la problemática.
- En segundo lugar, realizar la planificación del proyecto.
- En tercer lugar, elaborar una propuesta de diseño de la solución anteriormente presentada. Para ello, se desarrollarán varios análisis desde diferentes puntos de vista con tal de realizar una correcta implantación del proyecto. También se diseñará el nuevo layout con los flujos.
- En cuarto lugar, realizar el análisis económico del proyecto mediante el presupuesto y el estudio de rentabilidad.
- Finalmente, extraer las conclusiones del proyecto.

1.2 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La realización de este proyecto tiene una doble justificación: académica y profesional.

La justificación académica del presente trabajo se basa en el requisito de su elaboración para obtener el título de Grado en Ingeniería de Organización Industrial. Además, permite poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del Grado, más en concreto los de la asignatura Diseño y Gestión de Almacenes.

Desde el punto de vista profesional, este proyecto surge de las necesidades de la empresa en la cual se ha desarrollado. La empresa tiene como objetivos maximizar la seguridad y minimizar sus costes con la complacencia que ello ocasiona tanto a sus trabajadores como a la Dirección de la empresa.

1.3 ESTRUCTURA DEL PROYECTO

En el Capítulo 2 se describe la empresa en la cual se ha llevado a cabo el proyecto de rediseño del almacén. Para ello, se trata su origen, organización, productos, proceso productivo y algunos aspectos relacionados con el almacén.

En el Capítulo 3 se describen las bases teóricas que toman relevancia en el presente Trabajo Final de Grado.

En el Capítulo 4 se analiza la situación inicial describiendo la problemática existente y formulando y justificando aquellas mejoras que la eliminarían. Además, se justifica la solución por la que se opta.

En el Capítulo 5 se desarrolla la solución adoptada. En este capítulo tienen lugar diferentes análisis que evidencian el uso de la solución propuesta y se diseña el nuevo lay-out del almacén.

En el capítulo 6 se presenta el análisis económico del proyecto.

Finalmente, se exponen las conclusiones.

CAPÍTULO 2. LA EMPRESA

2.1 ORIGEN

Siguiendo la página web de la empresa www.schneider-electric.com, Schneider Electric es una compañía europea que opera a nivel mundial. Fue creada en el año 1836 y sus principales mercados eran el acero, la industria pesada, los ferrocarriles y la construcción naval. En 1870, con la caída del Segundo Imperio y las continuas huelgas, la compañía entró en periodo de decadencia y decidió dedicarse a la fabricación de armas. A principios del siglo XX y después de jugar un papel importante en la victoria de Francia en 1918, Schneider amplió su actividad a la fabricación de motores eléctricos, equipos para centrales eléctricas y locomotoras eléctricas y adquirió empresas como Telemecanique en 1988, Square D en 1991, Merlin Gerin en 1992 y Lexel en 1999. En medio de estas adquisiciones, más en concreto en 1994, Schneider Electric surgió en España con la fusión de Merlin Gerin y Telemecánica. Un año después lo hizo en Meliana, tras comprar Merlin Gerin la fábrica del grupo suizo Gardy (hasta 1860 propiedad del empresario Miquel Nollà Bruixet, fundador de la industria Mosaicos Nollà) e iniciarse las actividades de productos destinados a la protección para la baja tensión. El Grupo cambió su nombre a Schneider Electric para reforzar su posicionamiento como especialista en el sector eléctrico.

Se puede afirmar que, desde 1836 hasta hoy, Schneider Electric se ha transformado en el especialista global en gestión de la energía. De la industria del metal y del acero, la maquinaria pesada y la construcción de barcos, Schneider Electric evolucionó hacia la electricidad y la automatización industrial. Después de más de 170 años de historia, Schneider Electric es hoy capaz de ofrecer soluciones globales que ayudan a maximizar el rendimiento de la energía.

Schneider Electric España tiene su sede corporativa en la ciudad de Barcelona, dentro del distrito de la Innovación 22@ y cuenta con 9 centros de producción con más de 139.000 m² desde los que se diseña, se desarrolla y se produce el amplio catálogo de productos, servicios y soluciones que Schneider Electric presenta al mercado eléctrico. Además, cuenta con un centro logístico, ubicado en Sant Boi de Llobregat (Barcelona), de 33.000 m², que distribuye a la zona ibérica y a más de 50 países y 6 direcciones regionales y 49 delegaciones comerciales que abarcan cualquier punto de la geografía española, con el objetivo de estar siempre cerca de los clientes.

Schneider Electric Meliana es uno de sus 9 centros de producción. Actualmente cuenta con una superficie de 44.207 m², unos 320 trabajadores fijos aproximadamente y factura 90 millones de euros anuales. Es considerada como referente a nivel de innovación dentro del grupo Schneider Electric. Pertenece al mercado de baja tensión mundial especializado en interruptores diferenciales de baja tensión e interruptores magnetotérmicos siendo su producto estrella el primero. Además, cuenta con una fábrica local dedicada al montaje de bandejas para conductores eléctricos.

El interruptor diferencial es un dispositivo de protección contra descargas eléctricas o fugas de corriente. Éste, ante cualquier fallo, lo detecta y desconecta el circuito general de forma que se elimina el peligro de electrocución para las personas (Alcalde, 2010).

A continuación, en la Figura 1, se puede observar un ejemplo de interruptor diferencial.



Figura 1. Interruptor diferencial Schneider (Acti iID)
(Fuente: Schneider Electric (2016))

2.2 ORGANIZACIÓN

El organigrama de la empresa se muestra en la Figura 2. Cada cuadro representa un departamento y entre paréntesis se muestra el número de personas que en él trabajan.

En la empresa existen 8 departamentos, gestionados y controlados por la Dirección. Cada uno de ellos realiza una función diferente pero relacionada con las demás con el fin de conseguir conjuntamente los objetivos de la empresa.

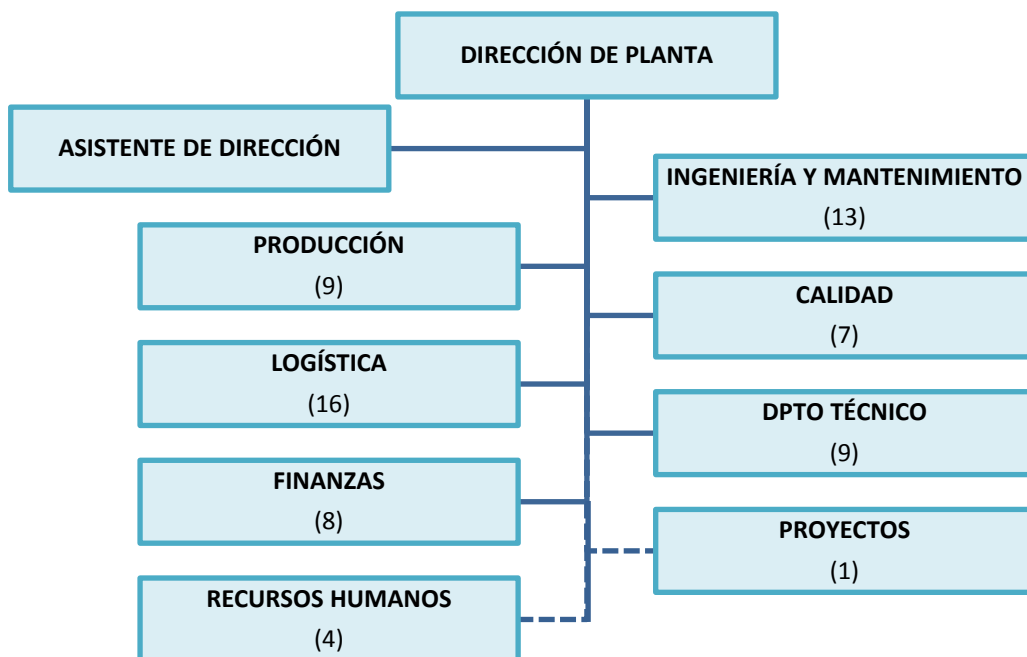


Figura 2. Organigrama de la empresa
(Fuente: Elaboración propia)

2.3 PRODUCTOS

Los productos que se fabrican en Schneider Electric Meliana son clasificados en dos categorías: *LifeSpace* y *Final Distribution*. En la primera se incluyen las bandejas de conductores eléctricos, fabricadas en un recinto independiente del taller. Su proceso de elaboración cuenta con una parte manual y otra automática y van destinadas principalmente al mercado nacional. Los componentes eléctricos de baja tensión son los que se engloban en la categoría *Final Distribution* y en ellos se centra la principal actividad de la empresa. Éstos son fabricados en las líneas de producción del taller y, según la línea, el producto final es diferente. A continuación, en la Tabla 1, se muestra la línea de producción y la descripción del producto obtenido en cada una de ellas, su surgimiento, su volumen anual y sus principales clientes.

Línea	Producto obtenido	Surgimiento	Volumen anual (kilo productos)	Cliente*
ID	Interruptores diferenciales bipolares y tetrapolares	Más de 20 años	2.000 Declive	
IDTIM	Interruptores diferenciales bipolares y tetrapolares	Surge como mejora a la línea ID	1.900 Auge	
SURYA	Interruptores diferenciales bipolares y tetrapolares biconectables	Surge para completar la línea IDTIM en Europa del Norte		
RCBO	Disyuntores (combinaciones de diferenciales y magnetotérmicos)		1.700	Residencias
QPN	Disyuntores adaptables	Surge como mejora al producto del RCBO	280	Únicamente industrias
TELETIM	Aparatos de telecomando En caso de fallo de instalaciones sin supervisión o aisladas, restablecer la conexión Control a distancia	Productos nuevos Pertencen a la familia de ELECTRÓNICOS	48	
PACTIM	Control remoto			
AFDD	Prevención de incendios			

*Todos los productos abarcan el mercado mundial, por lo que sólo se indicará cliente en los casos excepcionales.

*Tabla 1. Comparativa de las Líneas de Producción de Schneider Electric Meliana
(Fuente: Elaboración propia)*

Además de los productos *LifeSpace* y los *Final Distribution*, se debe añadir que existe otra sección en la planta llamada *Máquinas Especiales* donde se fabrican muchos de los materiales necesarios para el montaje de los componentes eléctricos como, por ejemplo, bobinados o circuitos eléctricos.

2.4 PROCESO PRODUCTIVO

En este punto se va a describir el proceso que se sigue desde que se recibe la materia prima en la planta hasta que se conforma el producto acabado pero, antes de ello, se explica con más detalle en qué consiste un interruptor diferencial.

El interruptor diferencial (producto acabado) está formado por el kit y por la cerradura, el *relé* y el *capot* (recubrimiento de plástico superior del kit). A su vez, el kit o subconjunto se compone, con algunas variaciones según el producto acabado del cual forma parte, de un *toro núcleo*, unas *bornas*, un *árbol* (cuyo material es plástico), una resistencia, un *zócalo* (recubrimiento de plástico inferior del kit sobre el cual se apoyan el resto de piezas) e hilos. En la Figura 4 que aparece a continuación se puede ver el proceso explicado.

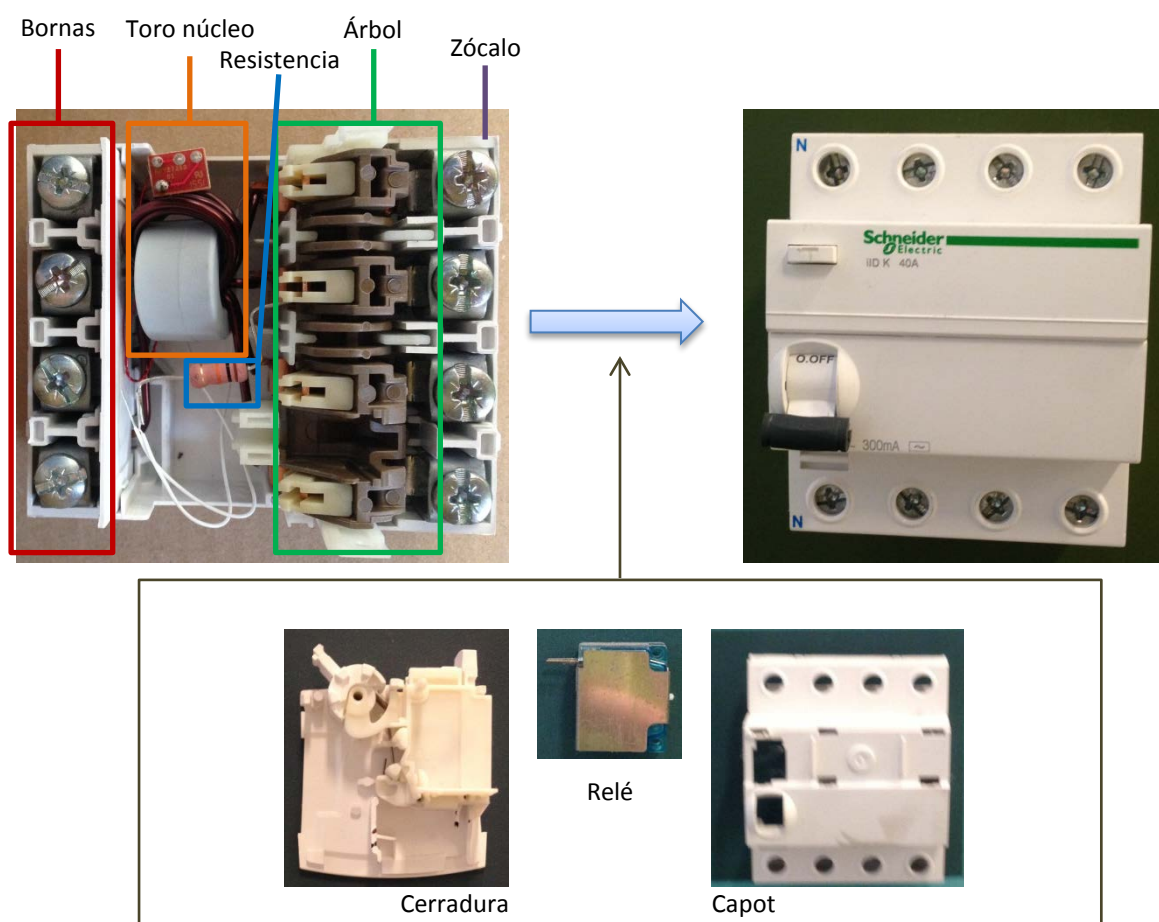


Figura 3. Composición general de un interruptor diferencial
(Fuente: Elaboración propia)

Una vez explicado en qué consiste un interruptor diferencial, se pasará a describir el proceso productivo desde que entra la materia prima al almacén de la empresa hasta que se obtiene el producto acabado. Es el siguiente:

1. Fabricación de los componentes del kit (*toro núcleo*, *bornas* y soldado de la resistencia con el hilo). Este proceso se realiza en *Máquinas Especiales*. Una vez completado, los componentes se ubican en el almacén.
2. Ensamblado de los componentes del kit, el *árbol* y el *zócalo*, dando como resultado el kit. El ensamblado se lleva a cabo bien en las células de las empresas subcontratadas o en las del taller, dependiendo del producto final que se desee obtener. En el caso de realizarse en las empresas subcontratadas, el producto se destinará al almacén de la empresa hasta ser requerido por el taller. Si el kit se ensambla en taller, el proceso productivo sigue sin ser necesario el almacenamiento del producto en el almacén. Éste se queda en las estanterías del taller hasta que exista algún pedido que lo requiera.
3. Ensamblaje del kit con la cerradura, el *relé* y el *capot*, lo que conforma el producto acabado (PT). Siempre se lleva a cabo en las líneas del taller.
4. Controles de calidad para evitar cualquier desperfecto en el interruptor.
5. Identificación del aparato con un código único con tal de no perder la trazabilidad.
6. Paso por el láser para grabar las características del interruptor y por tampografía para marcar el logo de la empresa.
7. Introducción del pestillo.
8. Embalaje y etiquetado.
9. Transporte a la zona de expediciones, donde a su vez el producto se introduce en una caja de cartón de mayores dimensiones que también se identifica. Por último se consolida con los distintos pedidos del mismo cliente, se carga al camión y se envía.

Como materia prima se tendrá, por tanto, todo aquello que conforma los componentes del kit y que irá destinado a *Máquinas Especiales* con el fin de fabricar los componentes en sí, las piezas de plástico, el *relé* y los embalajes de cartón.

En la Figura 5 se muestra el proceso productivo descrito.

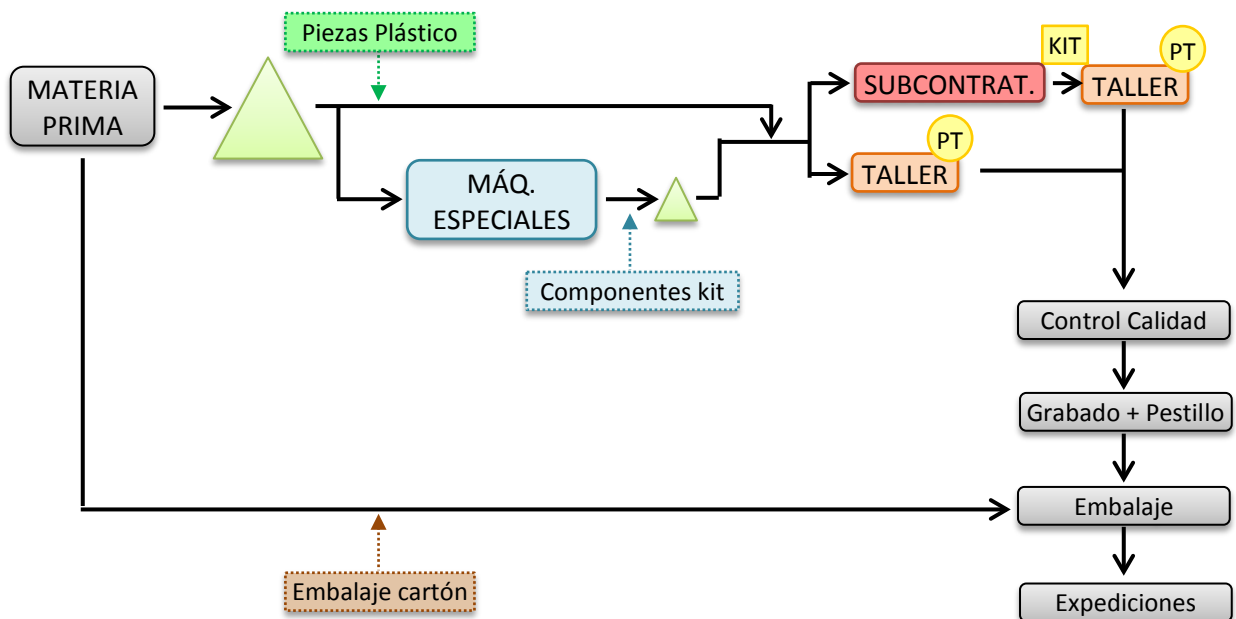


Figura 4. Proceso productivo
(Fuente: Elaboración propia)

2.5 EL ALMACÉN

2.5.1 Tipología

El almacén de Schneider Electric Meliana abarca diferentes tipologías dependiendo del material que en él se encuentra. Así, se podría clasificar como:

- Almacén de materia prima, ya que existen materiales destinados a ser transformados para formar parte del producto acabado. Serían todos los componentes que se dirigen a *Máquinas Especiales*, las piezas de plástico (*zócalo*, *capot* y cerradura) y los embalajes de cartón.
- Almacén de materiales en curso de fabricación, más en concreto:
 - o Entre la salida de *Máquinas Especiales* y la entrada en subcontratación o en taller.
 - o Entre la entrada del kit en el almacén (si se ha dirigido a subcontratación) y la entrada en taller.

Lo que sí queda claro es que no existe producto acabado en el almacén. Esto se explica por el hecho de que la empresa sólo transforma el kit en producto acabado en el caso de existir pedido de cliente. Mientras no se realicen pedidos a la empresa, el kit permanecerá en el almacén si proviene de subcontratación o en taller si es allí donde se ha ensamblado.

Una vez se obtiene el producto acabado, como éste ha sido fabricado porque ha sido demandado, directamente se envía al cliente.

2.5.2 Funciones

Las funciones que se llevan a cabo en el almacén de la empresa son, a grandes rasgos, las siguientes:

- Descarga y recepción. Consiste en descargar la mercancía del camión cuando ésta llega a la empresa.
- Clasificación y ubicación. Una vez el material es descargado y situado en la zona de entrada de mercancía, éste es clasificado y colocado en su correcta ubicación.
- Suministro a taller. Cuando el material es demandado por el taller, éste se recoge de su ubicación y, mediante un tren MPH, se transporta hasta el taller.
- Reaprovisionamiento. Función que consiste en traspasar los materiales desde la zona de reserva a la de picking una vez se ha llegado a una determinada cantidad.
- Preparación de pedidos. Se basa en recorrer todas las ubicaciones de los materiales que forman parte del pedido, cogerlos y agruparlos, de forma que se recopilen, en un mismo lugar, las cantidades de los distintos materiales que forman parte de un pedido.
- Transporte a zona de expediciones. El producto acabado es llevado hasta la zona de expediciones con tal de quedar preparado para ser enviado al cliente.

2.5.3 Zonas

En este apartado se procederá a pintar las zonas del almacén sobre un plano con el fin de visualizarlas de forma más clara. Éstas se muestran en la Figura 6.

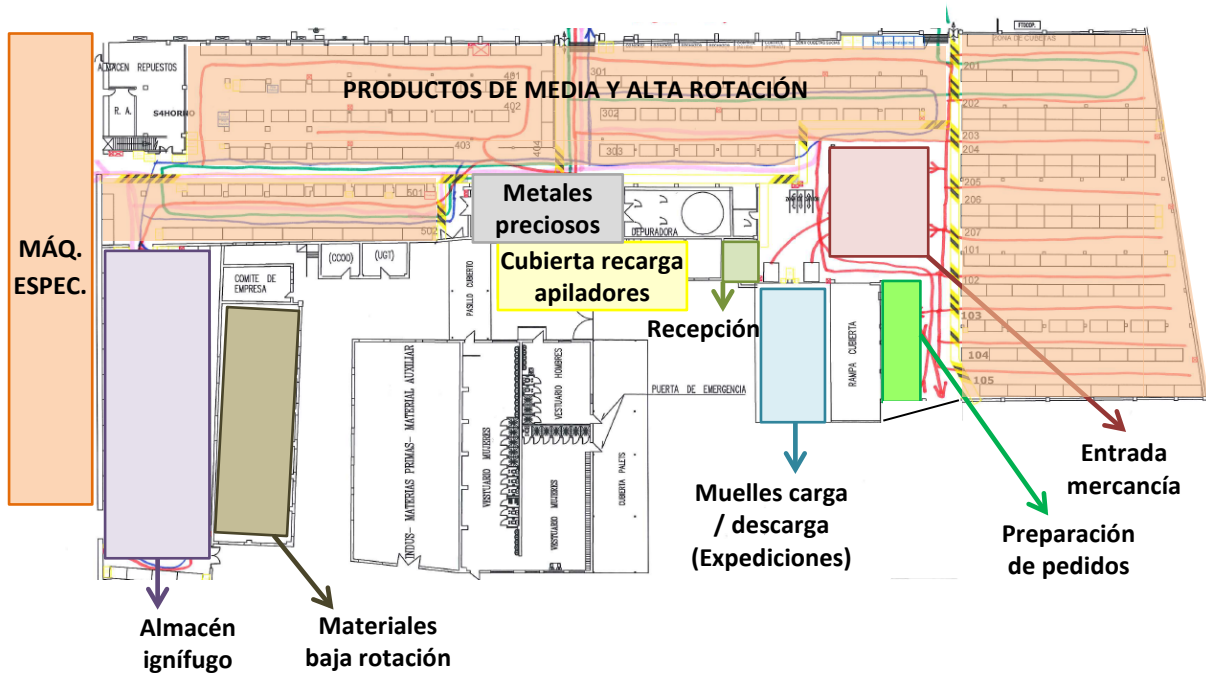


Figura 5. Almacén de Schneider Electric Meliana
(Fuente: Elaboración propia)

CAPÍTULO 3. DISEÑO Y GESTIÓN DE ALMACENES

3.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo se tratarán aquellos conceptos teóricos que toman relevancia en el presente Trabajo Final de Grado.

En primer lugar, se describen los distintos criterios de ubicación de la unidad de carga, los cuales condicionan la forma de trabajar y la capacidad efectiva.

En segundo lugar, se definen los equipos de manutención con los que cuenta el almacén de la empresa objeto de estudio. Además, se presenta una imagen de cada uno de ellos para comprender en qué consisten.

Por último, se exponen los sistemas de almacenaje que existen actualmente en el almacén de la empresa y los que se implantarán tras el rediseño del mismo.

3.2 CRITERIOS DE UBICACIÓN DE LA UNIDAD DE CARGA

Siguiendo a Pérez (1996) existen tres modos de determinar la posición de cada unidad de carga: ubicación específica o fija, ubicación aleatoria y ubicación mixta.

En la **ubicación específica o fija**, a cada referencia se le asigna una posición o un número de ubicaciones determinado de antemano. La gran ventaja de este método es la facilidad para localizar las referencias. Las personas que trabajan en el almacén saben dónde está cada una de ellas sin tener que recurrir a ayudas informáticas. La gran desventaja al usar este criterio es la pérdida de capacidad efectiva, que es muy inferior a la física (número de ubicaciones).

En la **ubicación aleatoria**, a la que también se le conoce como caótica, libre o variada, la mercancía se ubica en cualquier hueco vacío disponible, siguiendo una lógica previamente establecida y parametrizada (programada) en el SGA. Generalmente se tiene en cuenta la clasificación ABC de los productos. El sistema, que tiene todos los datos introducidos, incluyendo los huecos vacíos, indica al operario dónde se ha de colocar la mercancía o dónde se halla ésta. Además de la perfecta gestión que supone, la ubicación caótica permite que la capacidad efectiva del almacén se acerque mucho a la capacidad física, pudiendo superar el 92% de ésta.

Por último, la **ubicación mixta** o semialeatoria, es la que se usa con más frecuencia y combina el sistema específico y el aleatorio, asignando cada uno de ellos en función del tipo de producto o de la operación que se deba realizar. Así, la ubicación específica se utiliza para productos de alto consumo, que generalmente están cerca de los muelles o zonas de picking, mientras que la aleatoria se deja para el resto de los productos y zonas de reserva.

3.3 EQUIPOS DE MANUTENCIÓN

Como afirman Pau et al. (1998), los equipos de manutención que se seleccionan para realizar estas actividades plantean sus propias exigencias particulares, tanto en lo que se refiere al tipo de carga a manipular como al sistema de almacenamiento. Al mismo tiempo, el tipo de carga a

manipular y el sistema de almacenamiento determinan el tipo de equipo de manutención que puede utilizarse.

La gran variedad de almacenes y operativas conlleva una amplia gama de equipos de manutención. A continuación se explican aquellos que toman importancia en el proyecto.

- **Transpaletas eléctricas con conductor de pie.** Según Pérez (1996), la transpaleta en general es el medio más simple y más utilizado en los almacenes modernos. Es un equipo de transporte, no de elevación, que se maneja de forma manual en la mayoría de los casos. Estas máquinas se pueden emplear para realizar múltiples trabajos tales como la carga y descarga de camiones, el traslado en distancias cortas de paletas y contenedores, o servir como medios auxiliares de apoyo en las operaciones de picking. También se usan como elementos auxiliares para la alimentación de zonas de toma.

En el caso de la transpaleta eléctrica con conductor, ésta dispone de motores, tanto para facilitar su desplazamiento, como para levantar ligeramente la paleta del suelo. El operario va subido en una plataforma abatible. En la Figura 6 se puede observar un ejemplo de este tipo de equipo.



*Figura 6. Transpaleta eléctrica con conductor de pie
(Fuente: Toyota-forklifts (2016))*

- **Apiladores con hombre montado sentado.** Como describe Pérez (1996), el apilador es una transpaleta eléctrica dotada de un elemento de elevación. Al igual que las transpaletas, los apiladores son máquinas versátiles. La altura de elevación no supera los 6 metros y la capacidad de carga puede estar entre 1.350 kg y 1.600 kg. Un ejemplo de este tipo se muestra en la Figura 7.



*Figura 7. Apilador con hombre montado sentado
(Fuente: Toyota-forklifts (2016))*

- **Tractor de arrastre.** Siguiendo a Pérez (1996), el tractor de arrastre es una carretilla de excelente maniobrabilidad con remolque tipo carro flexible. Las mercancías se pueden depositar directamente en los carros para un transporte de materiales eficaz y ergonómico. Este medio es adecuado para la recogida y el transporte de mercancías entre almacenes e instalaciones de producción, especialmente en operaciones "justo a tiempo".

Existe una amplia gama de carros, entre ellos los carros para paquetes, equipados sin puertas o puertas abatibles y capaces de transportar cargas entre 300 kg y 500 kg. La longitud estándar puede variar entre 1000 mm y 1600 mm y el ancho del carro está disponible entre 520 mm y 800 mm.

En la Figura 8 se puede observar el tractor de arrastre y en la Figura 9 el carro para paquetes.



Figura 8. Tractor de arrastre



Figura 9. Carro para paquetes

(Fuente: Logismarket (2016))

3.4 SISTEMAS DE ALMACENAJE

Una ubicación adecuada de las mercancías permite rentabilizar el espacio destinado para almacenaje, realizar las actividades de colocación y extracción de forma fluida y eficaz y conservar los productos almacenados en perfectas condiciones. Cada empresa utiliza el que más se adapta a sus necesidades (Escudero, 2015).

A continuación se tratan aquellos que toman relevancia en el presente trabajo, todos ellos catalogados como sistemas de "hombre a producto" ya que el operario encargado de hacer el picking ha de desplazarse por el almacén hasta la ubicación en la que se encuentra cada una de las unidades que debe recoger de cada una de las líneas que debe preparar.

Los sistemas son:

- **Estanterías convencionales.** Según Pérez (1996), las estanterías convencionales facilitan el acceso directo a las cajas y unidades sueltas. Están formadas por puntales verticales y estantes y su uso está muy extendido entre los pequeños almacenes de material variado y de reducidas o medianas dimensiones. Sus principales ventajas son su simplicidad, su versatilidad y el bajo coste inicial que representa su instalación.

Dado que el acceso a la carga se realiza manualmente por parte de los operarios, estas estanterías no suelen construirse con una altura superior a los 2,5 metros.

El mayor inconveniente en este tipo de estanterías es el poco aprovechamiento de la superficie y la altura disponible.

En la Figura 10 se muestra un ejemplo de este tipo de estanterías.



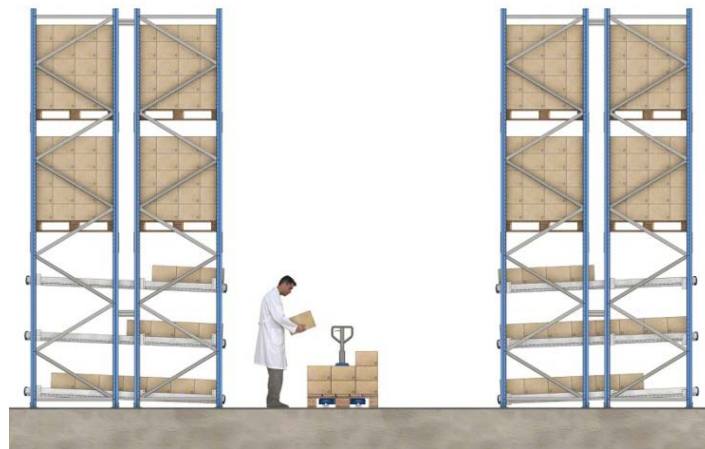
*Figura 10. Estantería convencional
(Fuente: Mecalux (2016))*

- **Estanterías convencionales para pallets.** En Pérez (1996), este es el sistema más universal para el almacenaje de cargas pesadas, con acceso directo y unitario a cada pallet. El sistema consiste en un conjunto de estanterías y pasillos de almacenaje dispuestos estratégicamente en un almacén o nave industrial para almacenar de forma segura y organizada el máximo número de unidades de carga aprovechando el espacio disponible. Permite, además, el acceso directo a cada pallet o contenedor con la única ayuda de una carretilla. En la Figura 11 se puede ver en qué consisten este tipo de estanterías.



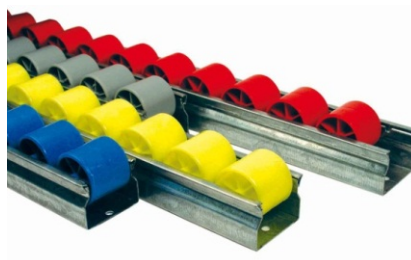
*Figura 11. Estanterías convencionales para pallets
(Fuente: Mecalux (2016))*

- **Estanterías dinámicas.** En Pérez (1996), estas estanterías son apropiadas para la gestión de referencias con un alto volumen de rotación, gran cantidad de unidades y de reducidas dimensiones. Estas estructuras disponen de unas plataformas, ligeramente inclinadas, dotadas de roldanas o rodillos. La mercancía se deposita en el extremo más elevado de la plataforma y se desliza por gravedad hasta el extremo contrario, el cual da al pasillo de salida. Todas las cajas que se posicionan en una única fila contienen la misma referencia. Estas estanterías aportan una gran agilidad en la preparación de pedidos. Además, se pueden combinar con las de paletización, ya sea para extraer pedidos de paletas completas o para almacenar aquellas con las que se alimentan los canales de picking. En la Figura 12 se puede observar una posible configuración de estas estanterías, concretamente la estantería de paletización con picking dinámico.



*Figura 12. Estantería de paletización con picking dinámico
(Fuente: Mecalux (2016))*

Con tal de visualizar en qué consisten las roldanas y lograr imaginar una situación real se adjuntan dos figuras. La Figura 13 muestra las roldanas y la Figura 14 una estantería dinámica en uso.



*Figura 13. Roldanas
(Fuente: Logismarket (2016))*



*Figura 14. Estantería dinámica en uso
(Fuente: Noegasystems (2016))*

- **Flat Storage.** Flat Storage es un sistema de almacenamiento plano y compacto en el cual el material es colocado sobre unos carros que van guiados por raíles. Algunas de las ventajas que ofrece son: FIFO, control visual del stock, reducción del trabajo de los operarios de almacén, seguridad del operario, eliminación de la zona de reserva, una ubicación por referencia, etc. El principal inconveniente es la sensibilidad que ofrece tras cambios en las necesidades de stock. En la Figura 15 se puede observar este sistema de almacenaje.



*Figura 15. Flat Storage
(Fuente: Schneider Electric (2016))*

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN INICIAL

4.1 INTRODUCCIÓN

El objetivo de este capítulo es analizar la situación inicial del almacén de Schneider Electric Meliana.

En primer lugar, se describen aquellos problemas que llevan a plantearse el hecho de rediseñar el almacén. Aunque existe más de uno y se explican todos, uno de ellos tiene más importancia por ser el impulsor del proyecto.

Seguidamente, se procede a describir las mejoras que se podrían llevar a cabo con el fin de eliminar la problemática explicada en el apartado anterior. Para ello, se nombra el problema al cual se hace referencia, se expone el objetivo al cual se pretende llegar para hacer desaparecer la problemática y se plantea la posible mejora asociada con tal de lograr el objetivo y eliminar, por tanto, la situación inicial cargada de inconvenientes.

A continuación, se justifican aquellas mejoras que se pretenden desarrollar en el presente proyecto. Mediante un esquema visual y simple, resultado de los apartados anteriores, y con un presupuesto adecuado, se demuestra que se pueden llevar a cabo todas las mejoras y, por lo tanto, se puede resolver la problemática completa con la que cuenta inicialmente el almacén de la empresa objeto de estudio.

Por último, se presenta el nuevo modo de almacenamiento, el cual lleva consigo la resolución de la problemática.

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA Y LOS ASPECTOS A MEJORAR

A continuación se describen los problemas por los que surge la necesidad de rediseño del almacén mostrando aquellos aspectos que se podrían mejorar con tal de eliminar la problemática inicial.

4.2.1 Problema 1. Cruce de los equipos de mantenimiento entre sí y entre peatones

Este es el principal problema por el cual surge la necesidad de rediseñar el almacén. Eliminar el riesgo de seguridad debido a la interferencia entre transpaletas eléctricas, apiladores eléctricos, tractores de arrastre con carros y peatones será, por tanto, el objetivo primordial de este proyecto.

Inicialmente, el almacén de la empresa cuenta con la configuración que se puede apreciar en la Figura 16, en la cual el color rojo representa el flujo seguido por el apilador, el rosa por la transpaleta y el resto por los tres trenes distintos con los que cuenta la empresa:

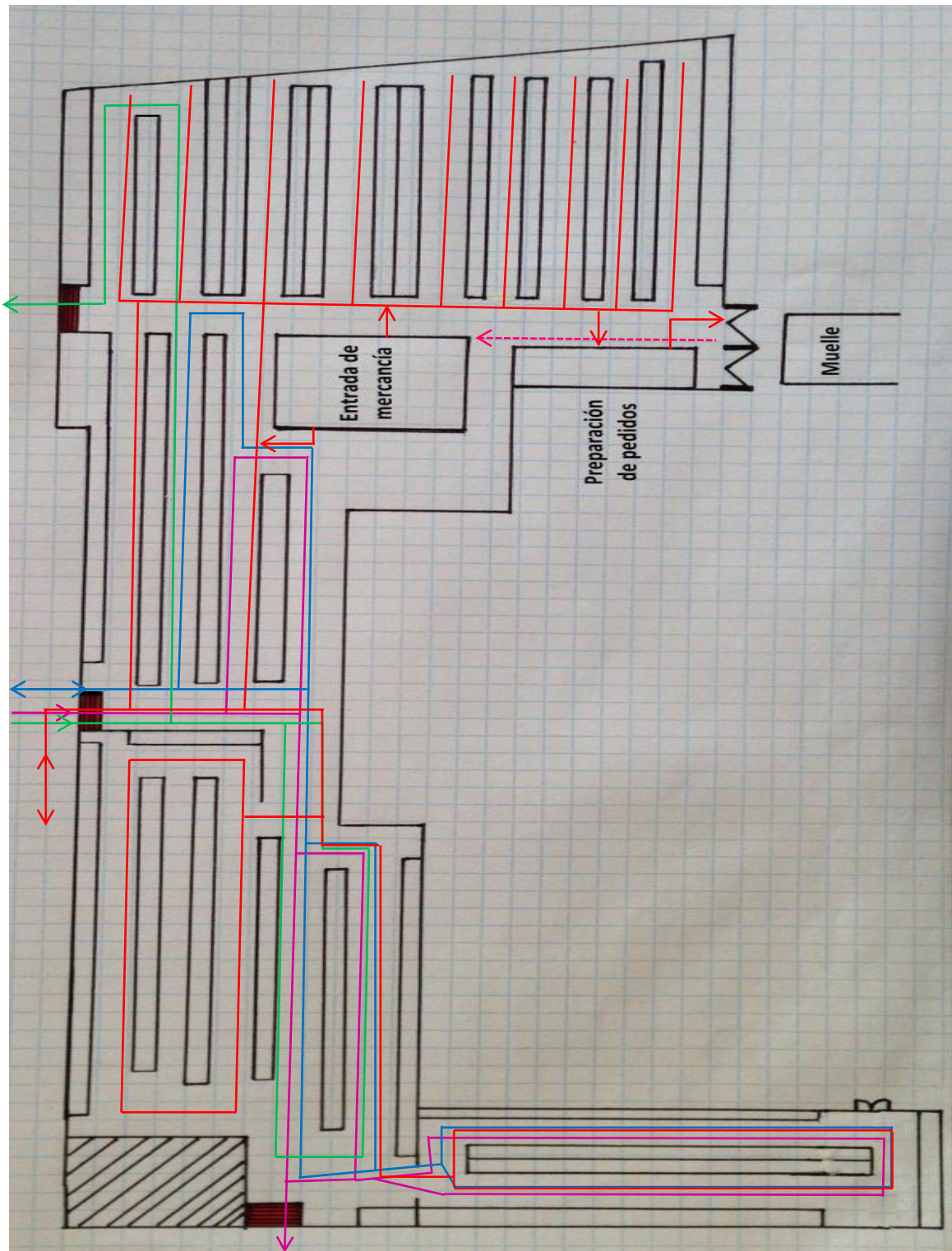


Figura 16. Configuración inicial del almacén con interferencias de flujos
(Fuente: Elaboración propia)

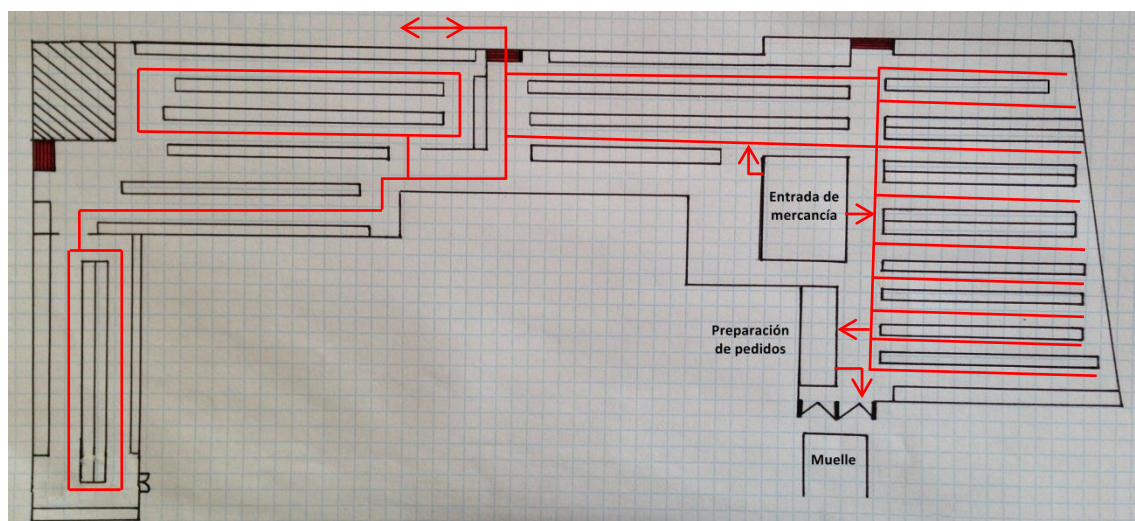
Como se puede observar, los diferentes flujos interfieren entre sí, poniendo a los operarios en peligro por posibles roces, choques, frenazos o maniobras de retroceso entre otros.

Este peligro resulta evidente si se consulta el indicador de accidentes en el almacén debido a dicha interferencia, siendo éste de 1,12 accidentes/mes.

Con tal de comprender la inevitabilidad del cruce, se va a explicar la función de cada elemento de mantenimiento y la necesidad de acceder a aquellas zonas en las cuales se produce la interferencia.

Transpaleta. Este elemento es el encargado de descargar la mercancía del camión procedente del proveedor. Su movimiento queda restringido, por tanto, al área comprendida entre el muelle y la zona de entrada de mercancía. Schneider Meliana sólo cuenta con una transpaleta.

Apilador. Tal y como se puede ver en la Figura 17, en la cual se representa únicamente el flujo de este elemento, el apilador accede a numerosas zonas recorriéndose prácticamente todo el almacén. En la empresa se cuenta con tres apiladores y a cada uno se le asigna una zona.



*Figura 17. Flujo inicial seguido por los Apiladores en el almacén
(Fuente: Elaboración propia)*

Cuando la transpaleta deja la mercancía en la zona de entrada, son los apiladores los encargados de clasificarla y ubicarla. En la mayoría de las veces, la mercancía, que se recibe en pallets completos, es destinada a una ubicación de reserva, la cual se sitúa en altura. Es necesario, por tanto, el apilador para clasificar y ubicar el material. Además, otra función esencial es la de reaprovisionamiento. Un material tiene ubicación de picking y ubicación de reserva. Cuando en la de picking se llega a una determinada cantidad, desde la ubicación de reserva se baja la diferencia hasta llenar la ubicación de picking. Para realizar el traslado del material es necesario el apilador, ya que se tiene que operar en altura.

Tren 1. Este tren es el encargado de suministrar los *kits* a los talleres. Su función se basa en ir recorriendo las ubicaciones, parar en aquellas en las que se encuentra el material demandado por el taller, contar la cantidad que éste requiere y cargarla al carro. Una vez la vuelta completada (que aparece en la Figura 18), éste va hasta el taller y reparte como corresponde.

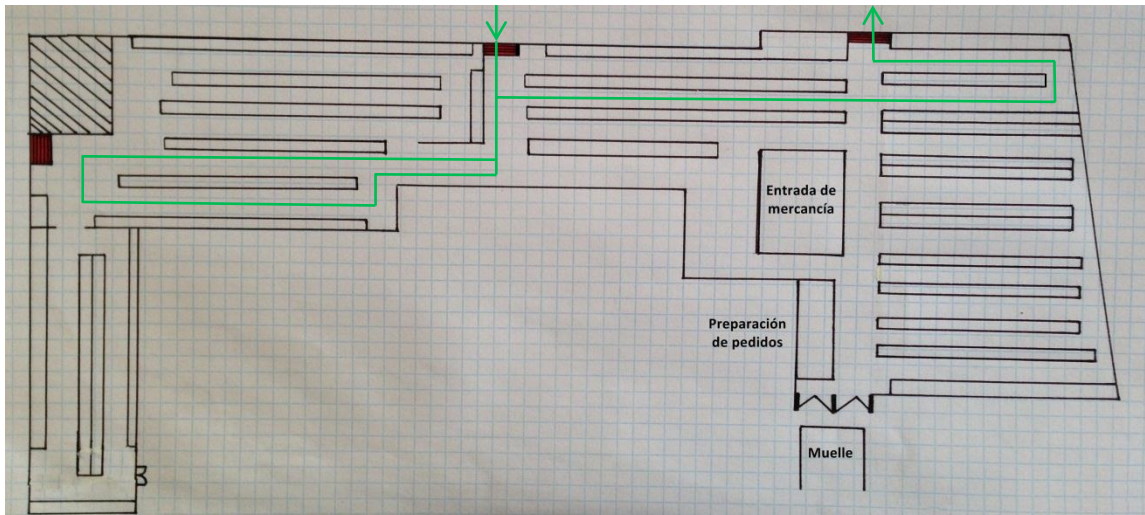


Figura 18. Flujo inicial seguido por el "Tren 1" en el almacén
(Fuente: Elaboración propia)

Tren 2. El Tren 2 es el encargado de suministrar el material exclusivamente a *Máquinas Especiales*. Como material se incluyen los necesarios para fabricar los componentes eléctricos (como por ejemplo hilo de cobre) y el cartón, ya que en algunos casos la materia resultante de la fabricación en *Máquinas Especiales* es destinada a clientes. Además, este tren también se encarga de recoger el material fabricado en este sector, el cual se ubica en el almacén a la espera de ser demandado por taller o por subcontratación. A continuación, en la Figura 19, se puede observar el flujo que sigue este tren.

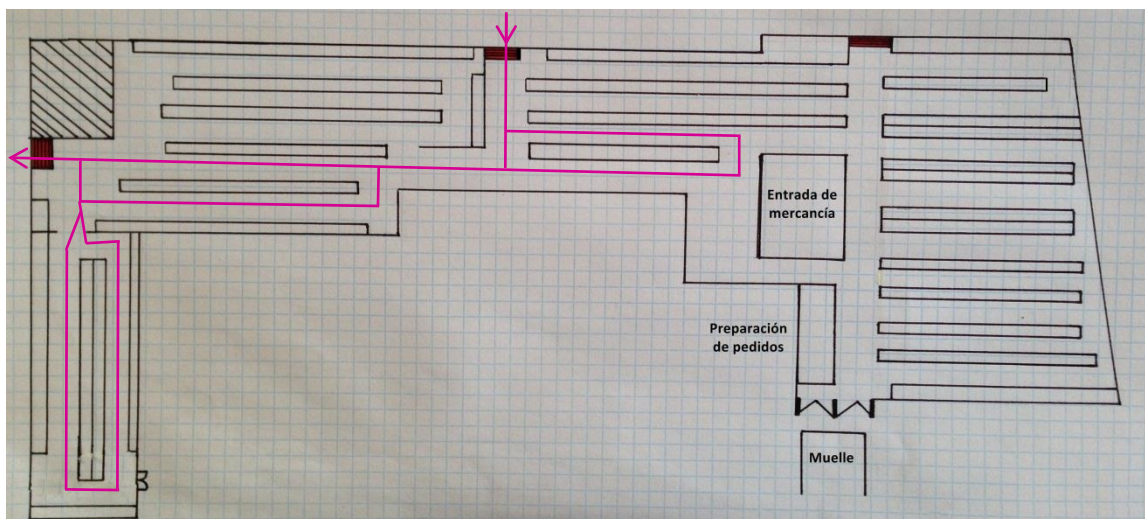
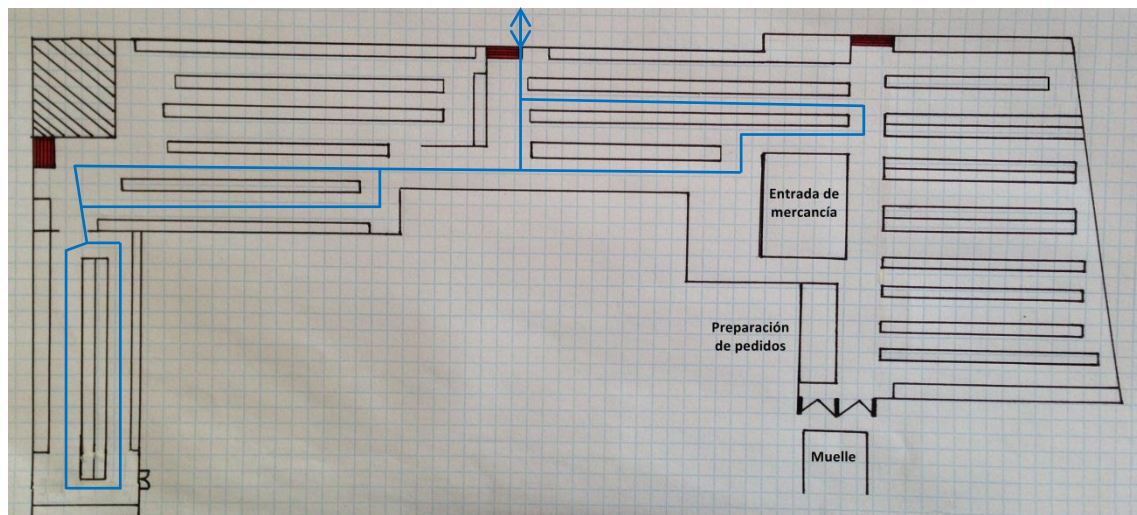


Figura 19. Flujo inicial seguido por el "Tren 2" en el almacén
(Fuente: Elaboración propia)

Tren 3. Este tren suministra todo aquel material a excepción de los *kits* que se requieren en el taller para el ensamblaje del producto acabado. También sirve los embalajes de cartón. En la Figura 20 se puede apreciar el recorrido que sigue.



*Figura 20. Flujo inicial seguido por el "Tren 2" en el almacén
(Fuente: Elaboración propia)*

Si se superponen los cinco flujos es cuando se observa claramente la convivencia de los tres equipos de mantenimiento diferentes en un mismo espacio.

Además de esto, se encuentran los operarios a pie, que para realizar cualquier función del tipo "acceder a una ubicación a verificar si la cantidad informática de un determinado material (la que muestra el ERP de la empresa) coincide con la física", "recoger un material que ha ocasionado problemas de calidad", "actualizar las identificaciones"... tienen que desplazarse por pasillos no delimitados ni señalizados, por lo que además de interferir con los distintos equipos de mantenimiento, no disponen de un espacio reservado por el cual desplazarse sin preocupaciones ni peligros de atropello. No existen pasillos habilitados de uso exclusivo para peatones.

En definitiva, con el nuevo diseño del almacén se persigue la seguridad de los trabajadores haciendo desaparecer las interferencias equipo de mantenimiento – equipo de mantenimiento y equipo de mantenimiento – operario.

4.2.2 Problema 2. Distancia de los pasillos insuficiente

El problema enunciado anteriormente podría ser derivado, en parte, del que se va a explicar a continuación.

En la situación inicial del almacén, la distancia de los pasillos, entendiendo como pasillo la longitud entre dos estanterías enfrentadas, no respeta las normas de seguridad de la empresa. Ésta es inferior por lo que resultan complicadas y en ocasiones peligrosas las maniobras de los apiladores al realizar las operaciones de reaprovisionamiento (paso del material de la ubicación de reserva a la de picking). Además, dentro de los pasillos, la anchura de éstos imposibilita el cruce que se produciría entre los distintos equipos de mantenimiento, ocasionando los efectos nombrados en el problema anterior (choques, retrocesos, frenazos).

Existirán pues dos opciones con tal de eliminar este problema: aumentar la distancia entre estanterías o evitar el cruce entre elementos de mantenimiento, el cual resolvería también la

primera parte del punto explicado anteriormente “Cruce de los equipos de manutención entre sí y entre peatones”.

Este es un aspecto a mejorar que se dirige, también, a garantizar la seguridad para el trabajador.

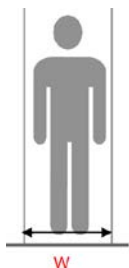
Dentro de este segundo problema, se ha hecho referencia a las normas de seguridad de la empresa referidas a distancias en el almacén, las cuales se tendrán que cumplir en el nuevo diseño de éste. Se muestran a continuación en la Figura 21.

GUÍA DE LA ERGONOMÍA FÍSICA. PEATONES Y VEHÍCULOS PROPULSADOS

RECOMENDACIONES

- El tráfico de peatones y de vehículos motorizados deberá estar claramente marcados con pintura de tráfico o material ribete (Código de colores de MSF estándar SPS-0184EN)
- Asegurar que las superficies del suelo estén niveladas y bien mantenidas para ayudar a mantener la carga del vehículo equilibrada
- Mantener los pasillos y vías de circulación libres de obstáculos
- Asegurar que todos los pasillos están iluminados adecuadamente
- Dejar espacio suficiente para que los vehículos puedan ir hacia atrás y darse la vuelta cuando sea necesario
- Proveer de espejos convexos fijos en las intersecciones y esquinas ciegas

PASO EXCLUSIVO DE PEATONES



- **Sentido único**
W = 800 mm
- **Doble sentido**
W = 1.500 mm
- **Paso ocasional**
(ej: mantenimiento)
W = 600 mm

CARRETILLA ELÉCTRICA



- **Sentido único**
Pasillo = 1,50 m

APILADOR ELÉCTRICO



- **Sentido único**
Dimensión más ancha entre el apilador o la carga + 1 m
- **Doble sentido**
2 x Dimensión más ancha entre el apilador o la carga + 1,4 m
- **Entre estanterías**
Longitud del cuerpo del apilador + 1 m

TRENES



- **Picking de un lado**
Pasillo = Dimensión más ancha entre el tren y la carga + 0,8 m
- **Picking de dos lados**
Pasillo = Dimensión más ancha entre el tren y la carga + 1,6 m



Las personas deben mantener una distancia mínima de 1 metro de cualquier vehículo industrial motorizado que esté en movimiento, de 3 metros cuando las horquillas estén elevadas con carga o por encima de 1,5 metros.

*Figura 21. Normas de seguridad para peatones y vehículos propulsados
(Fuente: Schneider Electric (2016))*

4.2.3 Problema 3. Insuficiente capacidad de almacenamiento

Este problema proviene de los cambios en la demanda de los componentes a lo largo del tiempo. La capacidad de almacenamiento era la misma hace diez años que ahora y, sin embargo, existe material sin ubicación disponible por la plena ocupación de éstas.

Esto se debe a que, aunque los movimientos de los componentes se han visto modificados, no ha ocurrido lo mismo con el dimensionamiento del espacio de almacenamiento para cada material. Por ejemplo, si antes para un material del cual se consumían 100 unidades/mes se había asignado una ubicación de picking correspondiente a material de consumo elevado, ahora que se consumen 10 unidades/mes se le sigue asignando esta ubicación. Un material con stock igual a 2 cajas está ocupando una ubicación con capacidad igual a 6 cajas.

En la Figura 22 se puede observar como una estantería dinámica para picking está prácticamente vacía. Este es un claro ejemplo del desaprovechamiento del espacio disponible y del incorrecto dimensionamiento de la capacidad asignada a cada material.



Figura 22. Estantería dinámica para picking con desaprovechamiento de la capacidad (Fuente: Schneider Electric (2016))

Este hecho ocasiona diversos problemas como son:

- Almacenamiento de materiales en zonas no destinadas a almacenar mercancías, como por ejemplo pasillos. Un ejemplo de esto se puede apreciar en la Figura 23, la cual se muestra a continuación.



*Figura 23. Materiales ocupando zonas no destinadas a almacenaje
(Fuente: Schneider Electric (2016))*

- El FIFO (First In, First Out) no es respetado por no tener conocimiento de qué entrega llegó antes ya que el material sin ubicación disponible queda repartido por el almacén sin criterio alguno.
- Sobrestock de aquellas referencias con consumo elevado sin capacidad de almacenaje suficiente. Si un material no tiene ubicación asignada, la cantidad recibida no se introduce en el sistema (ERP SAP). Entonces, al consultar el stock disponible de este material, el sistema muestra cantidades no reales e inferiores a las que verdaderamente se tiene. Esto genera una necesidad y, las personas encargadas de la gestión de los materiales, crean pedidos que se reciben en el almacén antes o después según el plazo de entrega del proveedor. Se produce, por tanto, sobrestock.
- Diferencias de inventario físico e informático, por lo explicado en el punto anterior. Esto en ocasiones genera falsas roturas de stock ya que físicamente hay stock disponible para suministrar bien sea a taller o a subcontratación pero informáticamente no.
- Desconocimiento del sitio en el cual se ha dejado el material, que a su vez genera pérdida de productividad al aumentar el tiempo invertido en buscar el material que se sabe que entró en el almacén pero no dónde se ubicó, por no tener en el momento de entrada ubicaciones disponibles.
- Elevados transportes urgentes. El gestor piensa que el material no ha llegado desde el proveedor (el sistema no lo muestra) entonces ve la necesidad de solicitar un transporte urgente ya que sin este material el taller pararía de funcionar.

Como se ha visto, el insuficiente espacio de almacenamiento genera muchos problemas. Será necesario, por lo tanto, revisar los movimientos de todos los materiales que se encuentran en el almacén y, conforme a este indicador, dimensionar el espacio que cada material requiere así

como enviar directamente los materiales de consumo nulo (sin movimientos) en un plazo determinado al almacén de materiales de baja rotación, para estudiar si es posible su obsolescencia.

4.2.4 Problema 4. Manipulación elevada e innecesaria de los materiales

Eliminar todo aquel proceso que sin generar valor se perpetúa en la empresa es siempre un objetivo que está presente en cualquier organización. En este caso y tratando de los procesos que tienen lugar en el almacén de Schneider Meliana, se observa con facilidad que los movimientos de materiales desde el área de reserva a la de picking, lo que se conoce como reaprovisionamiento, es el proceso que más tiempo requiere para el operario, sin añadir valor al producto.

Todos los materiales de alta rotación cuentan con su ubicación fija de picking y, además, con más de una ubicación de reserva. Estos materiales tienen asociados, para la ubicación de picking, distintos parámetros los cuales se van a explicar a continuación con el fin de entender en qué consiste el proceso de reaprovisionamiento:

- Cantidad de ubicación mínima. Número de unidades (si se divide por la cantidad de redondeo se obtienen las cajas) que indican la necesidad de traspasar material desde el área de reserva.
- Cantidad de ubicación máxima. Número de unidades que, cuando se traspasa el material desde reserva, deben haber en la ubicación de picking. Esta cantidad siempre será aquella que ocupe toda la ubicación de picking.
- Cantidad de reposición. Número de unidades que deben ser traspasadas desde reserva hasta la ubicación de picking. Este valor es la diferencia entre “Cantidad de ubicación máxima” y “Cantidad de ubicación mínima”.

En la Figura 24 se puede ver un ejemplo de los conceptos explicados.

Modificar material GHR24220 AA (Materia prima)

Datos adicionales Niveles organización Verif.datos imagen

Gestión almacenes 1 Gestión almacenes 2 Gestión de calidad Cont...

Material: GHR24220 AA TORO ENSAMBLADO 1A VTdG S EstRev 04

Centro: AS02 MELIANA

Nº alm.: 021 Meliana (Materias primas)

Tp.almacén: 001 Principal

Datos paletización

Ctd.MAC	UM	TUA
1. 5.940	UN	P0
2.		
3.		

Stock en ubicación

Ubicación	107040301	Área de picking	
Ctd.ubicación máxima	540	Ctd.de manipulación	
Ctd.ubicación mínima	180	Ctd.reposición	360
Cantidad redondeo	90		

Figura 24. Parámetros de la ubicación de picking
(Fuente: Schneider Electric (2016))

En el caso anterior, en la ubicación de picking cabrían 6 cajas. Cuando se consumieran 4, es decir, quedarán 2 cajas en la ubicación, inmediatamente se pasarían 4 cajas desde el área de reserva. Esto es lo que se conoce como proceso de reaprovisionamiento.

Una vez explicado en qué consiste este proceso se pasa a comentar la problemática que a éste se asocia.

La mayoría de los materiales que se almacenan en Schneider Meliana son de alta rotación, lo que conlleva que éstos tengan su propia ubicación de picking y una o más de una ubicación de reserva, asignada por el ERP de la empresa (SAP) siguiendo una lógica previamente establecida y parametrizada. Debido a que estos materiales tienen un elevado consumo, los movimientos de reaprovisionamiento siempre están presentes. De hecho, existen tres operarios (uno por cada turno de 7,5 horas) que se dedican exclusivamente a realizar esta tarea que, como ya se ha señalado anteriormente, no genera valor ya que con la manipulación del material que ello genera el material sigue contando con las mismas propiedades o características. Además, en ocasiones, al reaprovisionar se ha dañado el material por caídas de éste al suelo. Por lo tanto, además de ser un proceso que no añade ningún valor, existe la posibilidad de daño del material y el coste de tres operarios que, en caso de no existir este proceso, desaparecerían.

Conviene replantearse la situación y, ya que se va a rediseñar el almacén, pensar en alguna forma de eliminar el desperdicio que supone la manipulación innecesaria de los materiales.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LAS POSIBLES MEJORAS

En este apartado se procede a proponer las mejoras para cada problema explicado en el apartado anterior. Para ello, se nombra el problema al cual se hace referencia, se expone el objetivo al cual se pretende llegar para hacer desaparecer la problemática y se plantea la posible mejora asociada con tal de lograr el objetivo y eliminar, por tanto, la situación inicial cargada de inconvenientes.

4.3.1 Propuesta de mejora al Problema 1

El problema 1 es el de “Cruce de los equipos de manutención entre sí y entre peatones”.

Dado este problema, el objetivo que se persigue es eliminar las interferencias equipo de manutención – equipo de manutención y equipo de manutención – operario con tal de hacer desaparecer el riesgo de seguridad existente.

La mejora que se propone con tal de resolver este problema es la separación de los flujos que inicialmente interfieren mediante las siguientes acciones:

- Creación de un área exclusiva para cada tren. Cada tren tiene una tarea diferenciada asignada, por lo que resulta evidente el hecho de separar los recorridos entre éstos mediante la agrupación de cada tipo de material en una zona distinta según el tren que lo transporte. Ahora bien, para que solamente exista el paso del tren sin interferencia del apilador es necesario que, por todos aquellos pasillos en los cuales deba circular el tren, no existan ubicaciones de reserva, es decir, solamente exista picking. La función de reaprovisionamiento, al menos en esta área, debería desaparecer. Esta acción consistiría, en definitiva, en conceder una zona de uso exclusivo a cada tren únicamente con ubicaciones de picking.

- Creación de un área exclusiva para apiladores. Puede ser necesaria la existencia de ubicaciones de reserva en el almacén por distintos motivos y éstas, de forma general, se sitúan en las baldas más altas de las estanterías dinámicas, por lo que los apiladores son esenciales tanto para ubicar los materiales como para realizar sus funciones de reaprovisionamiento. En este caso, se procedería a destinar una zona del almacén en la cual sólo operaran estos equipos de manutención. Cabe destacar que el uso de apiladores lleva consigo la existencia de estanterías lo que implica la presencia de pasillos entre éstas. Se deberá tener en cuenta, por tanto, que la distancia de los pasillos cumpla con las normas de seguridad de la empresa.
- Habilitación de pasillos de uso exclusivo para peatones. Esta acción consiste en crear pasillos en el almacén por los cuales el operario se pueda desplazar sin riesgo de atropello. En caso de cruce con algún equipo de manutención, quedará la opción de colocar barreras físicas que impedirán que, si existe un equipo de manutención trabajando en la zona, el operario espere a que éste termine y las barreras sean retiradas para pasar, o sencillamente, opte por otro camino.

4.3.2 Propuesta de mejora al Problema 2

El problema 2 es el de “Distancia de los pasillos insuficiente”.

El objetivo al cual se pretende llegar con la mejora que se adopte es el cumplimiento de las normas de seguridad de la empresa, que lleva consigo la reducción de los riesgos de seguridad para el operario, mediante la modificación de la configuración inicial del almacén.

Como ya se ha señalado al explicar este problema, existen dos opciones con tal de solucionar la ineficiencia causada por la anchura insuficiente de los pasillos. Éstas son:

- Aumentar la anchura de los pasillos, entendiendo como pasillo la longitud entre dos estanterías enfrentadas. Si se opera de esta forma, la capacidad de almacenamiento, como es lógico, se verá reducida. Aumentar la superficie de los pasillos conlleva reducir la superficie ocupada por las estanterías, que al fin y al cabo significa reducir el número de estanterías.
- Eliminar el cruce entre equipos de manutención. Si circula exclusivamente un elemento de manutención determinado por un pasillo, es decir, si no conviven en un mismo pasillo dos equipos de manutención, las distancias entre estanterías se pueden conservar, ya que cumplen con las normas de seguridad de la empresa garantizando la seguridad para el trabajador. Esta acción se llevaría a cabo de la forma que se ha explicado en la mejora propuesta del primer problema.

4.3.3 Propuesta de mejora al Problema 3

El problema 3 es el de “Insuficiente capacidad de almacenamiento”.

En la mejora del mismo se pretende mejorar la capacidad de almacenamiento de forma que todo material tenga ubicación y no se desencadenen las ineficiencias que se han explicado al analizar este problema: materiales en zonas no destinadas a almacenaje, FIFO no respetado, sobrestock

de referencias de alta rotación, diferencias de inventario, desconocimiento del sitio que ocupa un determinado material y elevados transportes urgentes.

Es indispensable en este punto realizar un estudio exhaustivo de cada material, en el cual se analice su consumo en los últimos seis meses y sus previsiones para los próximos seis meses con tal de adaptar el espacio de almacenamiento destinado a cada material, así como la forma de almacenamiento: tipo de ubicación (picking, reserva o mixta), sistema de almacenamiento (tipo de estantería o almacenamiento sin estanterías), zona del almacén o almacén de baja rotación...

Con tal de analizar cada material se procedería a realizar una clasificación FMR de éstos, la cual se explica a continuación:

- Material tipo F (Frecuente). Material con más de un movimiento por semana.
- Material tipo M (Medio). Material con más de un movimiento al mes pero menos de uno por semana.
- Material tipo R (Raro). Material con menos de un movimiento al mes.

Una vez realizada la clasificación, se pasaría a tomar acciones. Un material tipo F no requerirá el mismo tipo de ubicación, ni el mismo modo de almacenamiento, ni la misma capacidad de almacenamiento ni la misma zona en el almacén que un material tipo R, ya que el primero se mueve prácticamente todos los días (alta rotación) y éste último apenas tiene movimiento (baja rotación).

En definitiva, esta mejora consistiría en adecuar la capacidad asignada en el almacén para cada material según el movimiento que éste tenga además de tratar de optimizar el espacio de almacenamiento dejando al menos un 15% de huecos libres.

4.3.4 Propuesta de mejora al Problema 4

El problema 4 es el de “Manipulación elevada e innecesaria de los materiales”.

El objetivo que se persigue es eliminar o, en su defecto, reducir el número de operaciones de reaprovisionamiento que, además de no añadir valor al producto, suponen un gran coste para el almacén.

La propuesta de mejora trata de encontrar un modo de almacenamiento en el cual no esté presente el concepto “ubicación de reserva”. La mejora que se propone consiste en buscar un modo de almacenamiento en el que única y exclusivamente existan ubicaciones de picking, es decir, sólo una ubicación por material, la cual será dimensionada según el stock máximo que se desee almacenar.

Si para cada material sólo existe una ubicación y esta es de picking, desaparece la función de reaprovisionamiento, la cual lleva consigo el equipo de manutención conocido como apilador, que a su vez simplifica el problema 1 y 2 por la consideración de un flujo menos en el rediseño del almacén.

4.4 JUSTIFICACIÓN DE LAS MEJORAS A DESARROLLAR

Llegados a este punto, cabe recordar el principal objetivo del presente trabajo y la razón por la cual surge la necesidad de rediseño del almacén con tal de priorizar las mejoras y tratar de implantar, en primer lugar, aquellas que solucionen la problemática principal.

La necesidad de rediseño surge por el riesgo de seguridad existente debido a la interferencia entre transpaletas eléctricas, apiladores eléctricos, tractores de arrastre con carros y peatones. Eliminar la coexistencia de los distintos flujos será, por tanto, el primer objetivo a perseguir con las mejoras que se adopten.

En la Tabla 2 aparece cada problema con su objetivo y su mejora propuesta, resaltando en color verde el problema promotor del proyecto.

PROBLEMA	OBJETIVO	MEJORA PROPUESTA
1 Cruce de los equipos de manutención entre sí y entre peatones	Eliminar interferencias	Separar los flujos mediante un área exclusiva por equipo de manutención y otra para peatones
2 Distancia de los pasillos insuficiente	Cumplir con las normas de seguridad de la empresa en cuanto a distancia de los pasillos	Aumentar la anchura de los pasillos o eliminar el cruce entre elementos de manutención
3 Insuficiente capacidad de almacenamiento	Mejorar la capacidad de almacenamiento de forma que todo material tenga ubicación	Análisis exhaustivo de cada material y asignación adecuada de ubicación, sistema, zona...
4 Manipulación elevada e innecesaria de los materiales	Eliminar (o reducir) la frecuencia de reaprovisionamiento	Almacenamiento únicamente de picking

*Tabla 2. Problema, objetivo y mejora propuesta
(Fuente: Elaboración propia)*

Partiendo de la tabla anterior, resultado de unificar y resumir los puntos de este capítulo, se puede deducir lo siguiente:

- El problema 1 tiene que ser resuelto y, por tanto, la mejora asignada a este problema implantada.
- Si se adapta la mejora correspondiente al problema 1, desaparece el problema 2.
- Dedicar un área exclusiva a cada elemento de manutención (mejora del problema 1) implica crear una zona, al menos, únicamente de picking, ya que los trenes sólo operan con ubicaciones de este tipo. Parece que se resolvería el problema 4; no se eliminaría la frecuencia de reaprovisionamiento pero sí se reduciría notablemente.
- La mejora 1 lleva consigo la implantación de un nuevo modo de almacenamiento por lo que, ya que se lleva a cabo una inversión, se dimensionará el número de ubicaciones de forma que todo material tenga ubicación y, además, exista un porcentaje de ubicaciones libres. Así pues, la mejora 3 también se desarrollará. Cabe destacar que el problema 3

daba lugar a otros problemas: materiales en zonas no destinadas a almacenaje, FIFO no respetado, sobrestock de referencias de alta rotación, diferencias de inventario, desconocimiento del sitio que ocupa un determinado material y elevados transportes urgentes. Será importante su resolución.

Con todo ello y con un presupuesto de 230.000€, se resolverá la problemática completa con la que cuenta inicialmente el almacén de la empresa objeto de estudio mediante el desarrollo de las mejoras propuestas (la mejora referente al problema 4 no se desarrollará en toda su extensión como se verá en capítulos posteriores).

4.5 PRESENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Una vez explicada la problemática y las mejoras a desarrollar, es cuando surge la cuestión: ¿existe algún sistema de almacenaje capaz de resolver, con la restricción de presupuesto y el cumplimiento de las mejoras dictadas, las ineficiencias existentes?

La respuesta resulta afirmativa y la solución que cumple con ello es el Flat Storage.

A continuación se procederá a explicar con detalle en qué consiste este sistema de almacenamiento así como sus ventajas con tal de demostrar que, efectivamente, brinda las mejoras que se han considerado oportunas en este trabajo resolviendo la problemática inicial del almacén de Schneider Electric Meliana.

El Flat Storage es un sistema de almacenamiento plano y compacto en el cual los materiales se colocan sobre carros guiados por raíles, como se muestra en la Figura 25:



*Figura 25. Flat Storage. Carros con material sobre raíles
(Fuente: Schneider Electric (2016))*

Un carril equivale a una ubicación y existe flexibilidad a la hora de elegir la longitud del carril o, lo que es lo mismo, el número de carros por carril. Así pues, y dependiendo del stock que se desee tener de cada referencia, se podrá elegir la longitud de cada carril. Además, como ya se ha dicho, en este sistema sólo existe una ubicación por referencia, por lo que ésta será de picking. Este es uno de los principales principios del Flat Storage.

El modo de operar es el siguiente:

- El material, al llegar del proveedor/subcontratación en pallet, se traspasa a los carros (manipulación del material sin valor añadido, por lo que este punto se verá mejorado con la implantación en el Capítulo 5).
- Cuando el material ya está colocado sobre el carro, se ubica en el carril que corresponda por el extremo de “reaprovisionar” y se empuja. Al empujarlo, el carro llega al otro extremo del carril (extremo de abastecimiento) y se frena gracias al sistema de frenado que se integra al carril. A continuación, en la Figura 26, se pueden ver los dos extremos del carril, señalando cuál es cada uno, y el sistema de frenado.



Figura 26. Flat Storage. Extremos del carril y sistema de frenado
Fuente: (Schneider Electric (2016))

- Una vez el material es demandado por el taller, el tren es el encargado de recogerlo bien sea a carro completo (que se engancharía al tren), a cajas completas o a unidades sueltas.

Llegados a este punto, en el cual ya se ha definido el Flat Storage y explicado su modo de funcionamiento, se pasará a justificar la elección de este sistema de almacenamiento a partir de las soluciones que ofrece a cada problema (los descritos en el apartado 4.2). Se verá que la solución a la problemática conjunta es correspondida con la brindada por el sistema de almacenamiento Flat Storage.

4.5.1 Solución al Problema 1 mediante Flat Storage

Como bien se ha señalado en capítulos anteriores, este es el problema promotor del proyecto. Por lo tanto, es imprescindible comprobar si con el nuevo sistema de almacenamiento éste queda resuelto.

Con el Flat Storage, desaparece la interferencia entre apilador – tren ya que la zona del almacén equipada con el sistema de almacenamiento Flat Storage es una **zona exclusiva para trenes**. Esto ocurre porque, al desaparecer las ubicaciones de reserva y tener las de picking al alcance (en lo que se refiere a altura; tipo de almacenaje plano), no son necesarios los apiladores. Éstos sólo se utilizarán en el área no ocupada por Flat Storage (en caso de existir). Esta área estaría equipada con estanterías dinámicas de picking con ubicaciones de reserva en la parte superior.

Como resulta lógico y con tal de eliminar también el cruce entre trenes distintos, al diseñar el nuevo lay-out se destinará una **zona del Flat Storage a cada tren**.

Además, el alto aprovechamiento de la superficie que aporta este tipo de almacenamiento, permitirá la creación de pasillos de uso exclusivo para peatones sin suponer este hecho la búsqueda de espacio adicional para almacenar.

4.5.2 Solución al Problema 2 mediante Flat Storage

Al eliminarse el cruce de los equipos de manutención entre sí y entre peatones, las distancias de los pasillos tendrán que ser menores que si se conservara la configuración inicial del almacén. Así pues, al rediseñar el almacén, se tendrá en cuenta la anchura de los pasillos dictada por las normas de seguridad de la empresa, las cuales son:

- Paso exclusivo peatones sentido único: 800mm
- Paso exclusivo peatones doble sentido: 1.500mm
- Apilador (zona no Flat) sentido único: 800mm (carga) + 1.000mm
- Tren (zona Flat) con picking de un lado: 1.000mm (ancho tren) + 800mm

4.5.3 Solución al Problema 3 mediante Flat Storage

Un estudio exhaustivo de los materiales es independiente al sistema de almacenamiento que se implante.

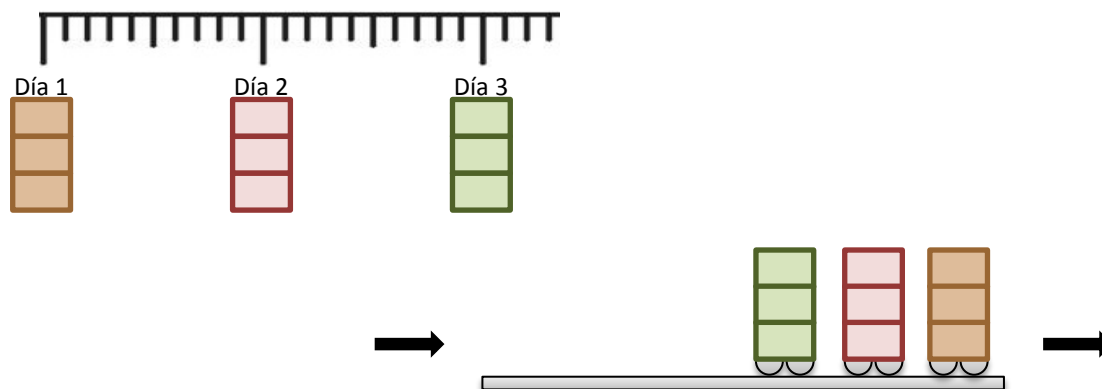
No obstante, tal y como se ha explicado al describir este problema, existen subproblemas que se derivan de éste y que, mediante la implantación del Flat Storage, pueden ser eliminados. Los subproblemas eran los siguientes:

- Materiales en zonas no destinadas a almacenaje
- FIFO no respetado
- Sobrestock de referencias de alta rotación
- Diferencias de inventario
- Desconocimiento del sitio que ocupa un determinado material
- Elevados transportes urgentes

La solución que el Flat Storage ofrece es la que se explica a continuación.

Un material sólo tiene asignada una ubicación (de picking). Este hecho origina, por una parte, el cumplimiento del FIFO y, por la otra, una limitación de la cantidad máxima de stock.

El FIFO es respetado ya que éste viene “obligado”. Una referencia se ubica en una línea por lo que, según el modo de operar descrito anteriormente, lo primero que entra es lo primero que sale. En la Figura 27 se puede ver de forma sencilla la imposición del FIFO con el Flat Storage.



*Figura 27. FIFO en Flat Storage
(Fuente: Elaboración propia)*

La limitación en la cantidad máxima de stock viene dada por el hecho de tener una y sólo una ubicación por referencia, lo que hace que se dimensione cada ubicación para un stock máximo adecuado y no desorbitado, evitando tener sobrestock y materiales almacenados en zonas no aptas para ello. Además, “una referencia = una línea” permite detectar visualmente el sobrestock y las pre-rupturas en caso de que los hubiese.

Asimismo, si el stock máximo se dimensiona correctamente y cada material tiene su ubicación fija, no existe riesgo de desconocer dónde se encuentra un determinado material, encontrar diferencias en inventario ni realizar transportes urgentes de forma innecesaria.

No hay que olvidar que el problema general es la capacidad de almacenamiento insuficiente. Además de las ventajas que se acaban de enunciar, en este sistema de almacenaje se aprovecha más la superficie de almacenamiento, ya que se puede considerar un modo de almacenamiento compacto en lo que a aprovechamiento de espacio se refiere.

Tal y como se ha explicado, el sistema de almacenamiento Flat Storage ayuda a resolver las ineficiencias que existen inicialmente en el almacén debidas a una insuficiente capacidad de almacenamiento. Ahora bien, cabe añadir que el sistema de almacenamiento no resuelve por sí solo esta problemática pero sí es un medio oportuno que ayuda de forma significativa.

4.5.4 Solución al Problema 3 mediante Flat Storage

Dado que la mayoría de los materiales que existen en el almacén de la empresa son de alta rotación, si se utiliza un sistema de almacenamiento de estanterías dinámicas de picking con baldas superiores de reserva, es necesario disponer de, además de una ubicación de picking fija por material, una o más ubicaciones de reserva.

Esto ocasiona altas frecuencias de reaprovisionamiento, una operación que, como se ha dicho en apartados anteriores, no añade valor al producto, supone un alto coste y en ocasiones resulta peligrosa por probabilidad de daño del material.

Con el nuevo sistema de almacenamiento esta operación desaparece por completo. Al no existir ubicaciones de reserva, no se halla el hecho de tener que traspasar material hasta la ubicación de picking. Volviendo al principio del Flat Storage: “una referencia = una línea”. Y, además, al alcance del operario sin ningún equipo de manipulación para obtener el material.

CAPÍTULO 5. REDISEÑO DEL ALMACÉN DE UNA EMPRESA DE FABRICACIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

5.1 INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha explicado en el apartado 4.5 del presente trabajo, el sistema de almacenamiento Flat Storage brinda las mejoras necesarias para hacer desaparecer la problemática inicial del almacén de Schneider Electric Meliana.

Hasta ahora, se ha explicado este sistema de almacenamiento de forma descriptiva. Sin embargo, con tal de comprobar si tiene cabida en el almacén de la empresa, resulta imprescindible realizar varios estudios desde diferentes puntos de vista.

En este capítulo se procede, en primer lugar, a la realización de un diagrama de Gantt con el fin de exponer el tiempo de dedicación previsto para cada actividad o análisis posterior. Una vez planificadas las tareas, se procede a la realización de las mismas, es decir, al análisis por separado todos aquellos aspectos que resultan significantes para una correcta implantación del Flat Storage con tal de, al final, decidir qué materiales son aptos para almacenarse en este sistema y cuáles requieren de otro tipo de almacenamiento.

Ya elegidos los materiales a implantar en el Flat Storage se realiza el diseño del lay-out para su posterior implantación.

5.2 DIAGRAMA DE GANTT DEL PROYECTO

Como afirma Fernando (2005), el diagrama de Gantt consiste en una representación gráfica de la extensión de las actividades del proyecto sobre dos ejes: en el eje vertical se disponen las tareas del proyecto y en el horizontal se representa el tiempo. Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado. La posición de cada bloque en el diagrama indica los instantes de inicio y finalización de las tareas a que corresponden.

A continuación, en la Figura 28, se va a representar el diagrama de Gantt del presente Trabajo Final de Grado.

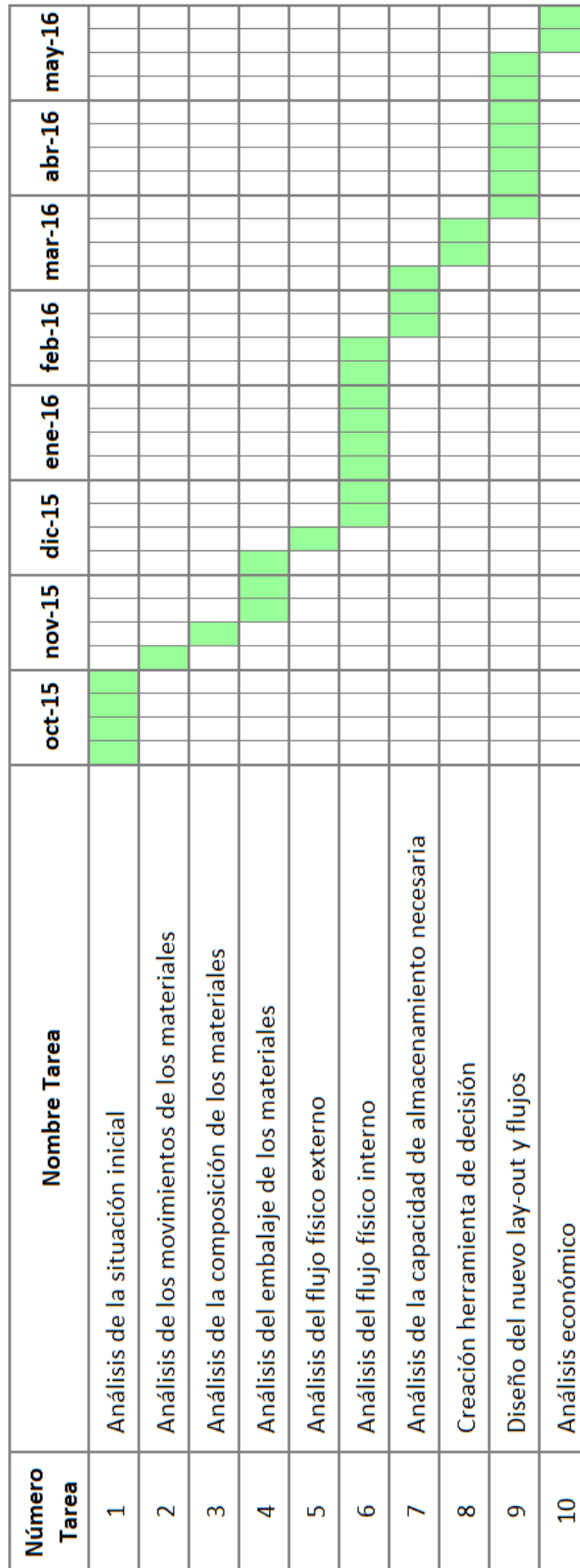


Figura 28. Diagrama de Gantt del proyecto
(Fuente: Elaboración propia)

5.3 ANÁLISIS DE LOS MOVIMIENTOS DE LOS MATERIALES. ANÁLISIS FMR

En este punto se van a analizar los movimientos de los materiales con tal de tomar las oportunas decisiones de ubicación. Se estudian los movimientos ya que, tal y como se ha explicado en el capítulo 2, el almacén de la empresa no es de producto acabado por lo que un análisis de las ventas no serviría para tomar decisiones acerca del almacén. Así pues, se entenderá como movimiento todo aquel traspaso de material que, teniendo como origen el almacén, se dirija a cualquier otra empresa (subcontratación y empresas del grupo) o a taller.

De esta forma, se procede a analizar los movimientos de los materiales que inicialmente se encuentran en el almacén. De acuerdo a éstos se clasificarán de la siguiente forma:

- Material tipo F (Frecuente). Material con más de un movimiento por semana.
- Material tipo M (Medio). Material con más de un movimiento al mes pero menos de uno por semana.
- Material tipo R (Raro). Material con menos de un movimiento al mes.

Parece complicado realizar esta clasificación, pero con el ERP de la empresa es casi instantáneo, ya que basta con obtener los movimientos que se han realizado en el almacén (con la transacción *IX03*), hacer un conteo de movimientos por semana y movimientos por mes y añadir la condición que impone el análisis FMR. A continuación, en la Tabla 3, se puede observar un ejemplo de la forma de proceder para obtener esta clasificación.

Con la extracción de SAP se obtiene la columna “Material” y la columna “Movimientos”. Seguidamente, se escribe el número de semana y el número de mes con las funciones del Excel:

- Número de semana: NUM.DE.SEMANA (número_serie; [tipo_devuelto])
- Número de mes: MES (núm_de_serie)

Material	Movimientos	Número de semana	Número de mes
R30182	04/12/2015	49	12
R30182	08/12/2015	50	12
R30182	10/12/2015	50	12
R30182	16/12/2015	51	12
R30182	23/12/2015	52	12
R30182	28/12/2015	53	12
R30182	04/01/2016	2	1
R30182	07/01/2016	2	1
R30182	12/01/2016	3	1
R30182	15/01/2016	3	1
R30182	20/01/2016	4	1
R30182	25/01/2016	5	1
R30182	29/01/2016	5	1
R30182	04/02/2016	6	2
R30182	09/02/2016	7	2
R30182	12/02/2016	7	2
R30182	17/02/2016	8	2
R30182	19/02/2016	8	2
R30182	25/02/2016	9	2
R30182	02/03/2016	10	3
R30182	08/03/2016	11	3
R30182	14/03/2016	12	3
R30182	17/03/2016	12	3
R30182	23/03/2016	13	3
R30182	29/03/2016	14	3
R30182	04/04/2016	15	4
R30182	10/04/2016	16	4
R30182	14/04/2016	16	4
R30182	20/04/2016	17	4
R30182	26/04/2016	18	4
R30182	02/05/2016	19	5
R30182	06/05/2016	19	5

*Tabla 3. Tabla para la realización del análisis FMR
(Fuente: Elaboración propia)*

Una vez se tienen completadas las dos últimas columnas, se realizaría una tabla dinámica como la que se muestra en la Tabla 4.

Cuenta de Movimientos	Número de semana																							Total
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	49	50	51	52	53	
R30182	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	32
(en blanco)																								
Total general	2	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	32

*Tabla 4. Tabla dinámica para la realización del análisis FMR
(Fuente: Elaboración propia)*

En este ejemplo en concreto el material se mueve, al menos, una vez a la semana, por lo que sería clasificado como F directamente sin necesidad de realizar la misma tabla anterior con el número de mes.

Cabe añadir que llevar a cabo este procedimiento material a material resultaría muy costoso, por lo que desde SAP se realizaría una extracción masiva de tantos materiales como se deseara, se extraería a Excel, se realizarían las funciones, se crearían las tablas dinámicas y se impondrían las condiciones:

- Si cuenta de movimientos \geq cuenta del número de semanas \rightarrow F
- Si cuenta de movimientos $<$ cuenta del número de semanas \rightarrow M ó R
 - o Si cuenta de mes \geq cuenta del número de mes \rightarrow M
 - o Si cuenta de mes $<$ cuenta del número de mes \rightarrow R

De esta forma se conseguiría tener la clasificación FMR de cada material, necesaria para decidir qué tipo de almacenamiento es más adecuado para cada uno de ellos.

En la siguiente tabla se pueden apreciar los resultados del análisis en la empresa, así como la decisión tomada *a priori* y su justificación.

Tipo de material	Número de Referencias	Decisión	Justificación
F	305	Flat Storage	En principio y sin considerar ningún punto de vista adicional, las referencias tipo F (que suponen un 78% del total) serían implantadas en Flat Storage por las ventajas ya descritas que supone este tipo de almacenamiento.
M	37	Flat Storage	Suponen un 9% del total. También irían en Flat Storage pero en este caso, al tener menos movimientos, dentro de la zona del Flat se situarían en las áreas menos ventajosas en cuanto a ubicación dando prioridad a las referencias tipo F.
R	53	Estanterías compactas Almacén baja rotación	Estos materiales (13% del total) tienen menos de un movimiento al mes, por lo que, en caso de disponer de capacidad de almacenamiento, se optaría por ubicarlos en estanterías convencionales (poco volumen almacenado). Si la capacidad de almacenamiento quedara ajustada con las referencias tipo F y M, entonces estos materiales serían ubicados en el almacén de baja rotación de la empresa, más alejado del taller y, por lo tanto, menos accesible.

*Tabla 5. Tabla de Decisión – Justificación “Análisis FMR”
(Fuente: Elaboración propia)*

En definitiva y teniendo sólo en cuenta el punto de vista analizado, el cual se basa en los movimientos de los materiales, un **87%** de los materiales presentes en el almacén de la empresa se destinarían al sistema de almacenamiento Flat Storage.

5.4 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN Y DEL EMBALAJE DE LOS MATERIALES

En primer lugar, se analizará la composición de la materia prima con tal de decidir la zona del almacén en la cual se ubicará.

En lo referente a este tema, sólo se ha de tener en cuenta la materia prima compuesta de cartón, es decir, los embalajes de cartón. Éstos se han de ubicar, por seguridad, en el almacén ignífugo de la empresa ya que son materiales combustibles. El almacén de materiales ignífugos, que forma parte del almacén de la empresa aunque está a una esquina apartado, no se va a modificar en este proyecto, por lo que no se va a barajar la posibilidad de implantar los embalajes de cartón en el nuevo sistema de almacenamiento. Los embalajes de cartón suponen 100 referencias.

A continuación, se pasará a tratar los embalajes, cajas o envolturas con que se protege a los materiales que van a ser transportados y almacenados.

Inicialmente existen diferentes embalajes según qué material se considere. Existen las siguientes opciones:

- Materia prima proveniente de proveedor. En este caso el embalaje consiste en una caja de cartón de dimensiones 400x300 milímetros con altura variable según material y proveedor. En la Figura 29 se puede apreciar un ejemplo de este tipo de embalaje.



*Figura 29. Caja de cartón 400x300mm
(Fuente: Ratioform (2016))*

- Materiales salientes de Máquinas Especiales. Éstos materiales, una vez fabricados en Máquinas Especiales, se depositan en cubetas verdes de dimensiones 200x300x175mm como las de la Figura 30.



*Figura 30. Cubetas verdes a la salida de Máquinas Especiales
(Fuente: Schneider Electric (2016))*

- Kits provenientes de Subcontratación Local o Low Cost. Los kits a la salida de Subcontratación se depositan en cubetas grises como las de la Figura 31. Éstas son de dimensiones 400x300x175 milímetros.



Figura 31. Cubeta gris 400x300x175mm a la salida de Subcontratación (Fuente: Plastipol (2016))

Una vez descritos los distintos embalajes existentes, se procede a analizar si éstos son compatibles con los carros del sistema de almacenamiento Flat Storage. Los carros son de dimensiones 400x600 milímetros, como el de la Figura 32.

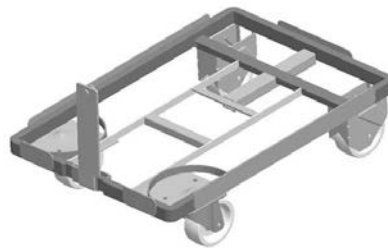


Figura 32. Carros Flat Storage de dimensiones 400x600mm (Fuente: Leansolutions (2016))

La compatibilidad existe en los siguientes casos:

- Cajas de cartón de 400x300mm. Esta configuración admite dos cajas por cada altura del carro, como se aprecia en la Figura 33.

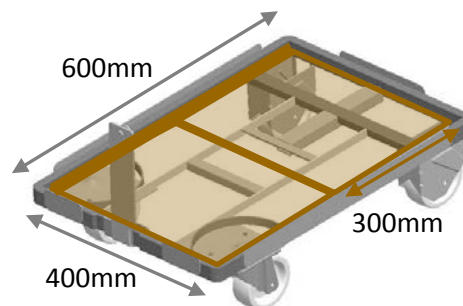


Figura 33. Configuración carro Flat Storage con embalaje de dimensiones 400x300mm (Fuente: Elaboración propia)

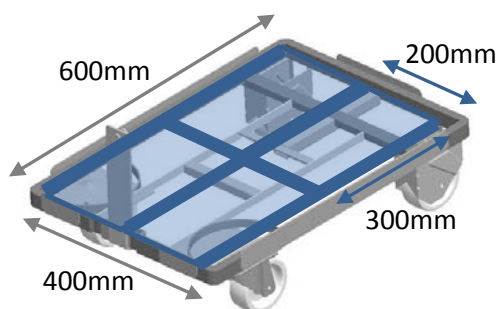
- Cubetas de plástico gris de 400x300x175mm, con la misma configuración que en el caso anterior.

En el caso de las cubetas verdes, sí existe compatibilidad en cuanto a dimensiones, pero la forma de éstas con la apertura delantera genera inestabilidad a la hora de transportar estas cubetas en los carros. Es por ello que, si estos materiales a partir de los otros análisis son aptos para ir en Flat, se procederá al cambio del embalaje con tal de que esto no resulte ningún inconveniente. El nuevo embalaje tendrá las mismas dimensiones que el utilizado hasta el momento pero sin la apertura, tal y como se muestra en la Figura 34.



*Figura 34. Cubeta para Flat Storage a la salida de Máquinas Especiales
(Fuente: Rajapack (2016))*

De esta forma se colocarían cuatro cubetas por altura, como se muestra en la Figura 35.



*Figura 35. Configuración carro Flat Storage con embalaje de dimensiones 200x300mm
(Fuente: Elaboración propia)*

En definitiva, todos los tipos de embalaje, con el cambio descrito introducido, se pueden transportar mediante los carros del sistema de almacenamiento Flat Storage.

5.5 ANÁLISIS DEL FLUJO FÍSICO

En este apartado se procederá a explicar el flujo físico externo e interno que siguen los materiales de la empresa.

5.5.1 Flujo Físico Externo

El flujo físico externo se describirá sólo a título informativo (no influye en la determinación del modo de almacenamiento de los materiales) pero es necesario explicarlo para entender ciertos aspectos del Flujo Físico Interno.

Se entiende como flujo físico externo, aquel recorrido que sigue el material de puertas para fuera de la empresa, tanto aguas arriba, lo que se conoce como *upstream*, como aguas abajo o *downstream*.

FLUJO UPSTREAM

Schneider Electric Meliana tiene tres tipos de proveedores distintos. Éstos son:

- **Proveedores nacionales.** Proveedores independientes del Grupo Schneider situados en España. Estos proveedores se caracterizan por tener un coste de transporte y un tiempo de servicio menor que los demás gracias a la proximidad entre plantas.
- **Proveedores internacionales.** Grupo de proveedores también independientes del Grupo Schneider pero situados fuera del territorio nacional. Al estar ubicados fuera de España, abastecen a la planta con menor frecuencia y mayor volumen. Schneider recurre a los proveedores internacionales porque éstos son capaces de suministrar materiales de mayor calidad, más económicos (incluso con el coste que supone el transporte) o materiales que los proveedores nacionales no fabrican.
- **Proveedores del Grupo Schneider.** También son llamados *Proveedores Intragrup o Filiales*. Son proveedores con empresas fuera de España que pertenecen al Grupo Schneider. Éstos fabrican componentes *Schneider* que en la planta de Meliana se utilizan para realizar el producto final. Una vez Schneider Electric Meliana realiza los pedidos a los distintos proveedores, éstos los preparan y los envían a una plataforma común donde se agrupan. Una vez agrupados según el pedido, se envían a la planta de Meliana. La frecuencia de envíos es de dos camiones por semana.

FLUJO DOWNSTREAM

Desde el punto de vista de los clientes, se pueden hacer dos grandes clasificaciones:

- **Cientes del Grupo Schneider, Intragrup o Filiales.** Schneider Electric Meliana actúa como Proveedor *Intragrup* de estas empresas, situadas en territorio internacional. Desde Meliana se envían piezas (y no producto acabado) a estas empresas y, una vez allí, éstas las utilizan para fabricar otros productos diferentes a los de Meliana pero conservando la marca *Schneider*. Estas empresas se sitúan en Bélgica, India, Asia y Argentina. Existe una plataforma entre la planta y Schneider Electric Bélgica para reunir los diferentes pedidos provenientes de Meliana y otras fábricas *intragrup*, agruparlos y enviarlos.
- **Centros de distribución.** Se encuentran en Sant Boi (Barcelona), Ceelog (Hungría), Evreux (Francia) y Venaria (Italia). En el caso de los Centros de Distribución, Schneider Electric Meliana sirve el producto acabado para que cada centro ya lo distribuya al cliente final. Existe plataforma entre la planta y todos los Centros de Distribución a excepción de Sant Boi.

El porcentaje de las ventas de Schneider Electric Meliana a cada uno de sus clientes se puede apreciar en la Tabla 6.

		VENTAS (%)
CLIENTES INTRAGRUP	S.E. Bélgica	1
	S. India	71
	S. Argentina	27
	S.E. Asia	1
CENTROS DE DISTRIBUCIÓN	Sant Boi	26
	Evreux	56
	Ceelog	14
	Venaria	4

Tabla 6. Tabla comparativa Ventas de Schneider Electric Meliana a Clientes
(Fuente: Elaboración propia)

Una vez descritos ambos flujos, se adjunta la Figura 36 con tal de apreciar de forma simple el flujo físico externo completo.

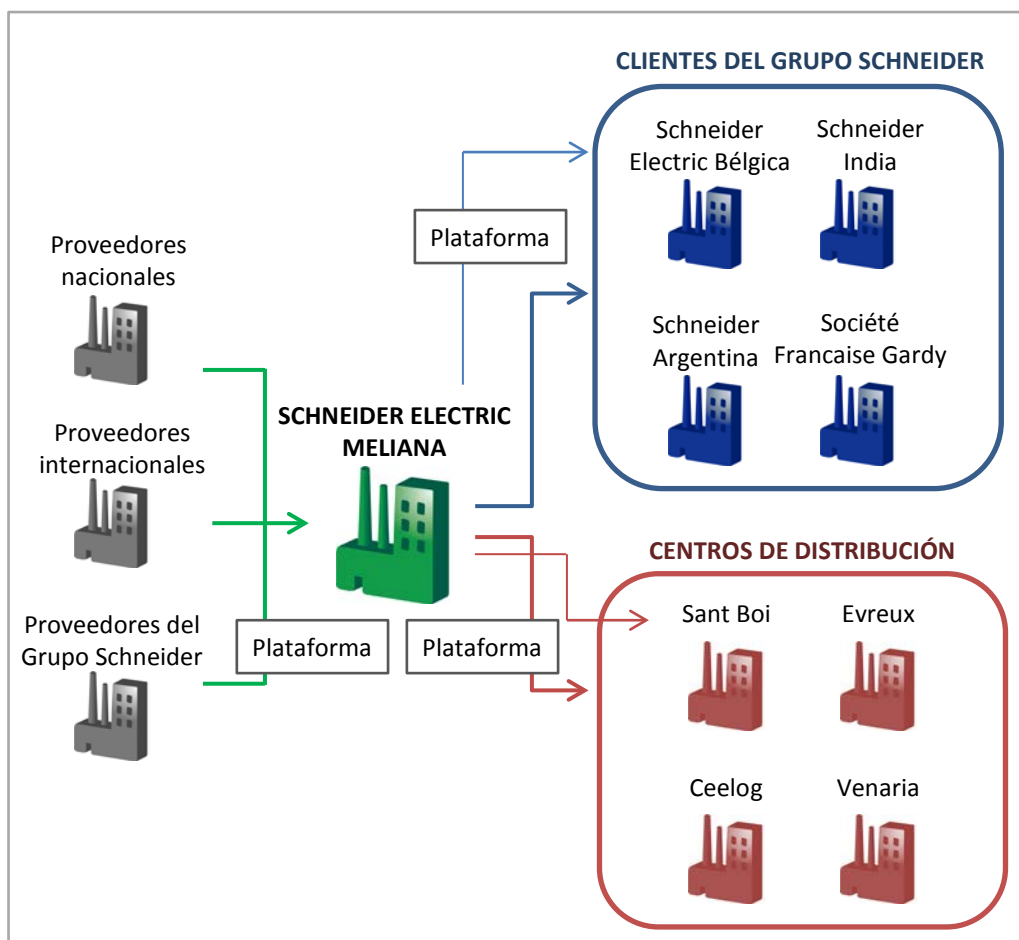


Figura 36. Flujo físico externo de Schneider Electric Meliana
(Fuente: Elaboración propia)

5.5.2 Flujo Físico Interno

El flujo físico interno sí que tiene relevancia para el estudio del modo de almacenamiento de cada material.

Se entiende como flujo físico interno el recorrido que sigue el material desde que llega a la empresa desde los proveedores hasta que es expedido para ser enviado al cliente.

Cuando el material se recepciona, éste es ubicado en el almacén. A partir de este momento puede seguir diferentes rutas o caminos. Son los siguientes:

Almacén – Clientes del Grupo

La materia prima, conforme llega al almacén y se ubica, es enviada directamente a empresas *Intragrup*. La materia prima no se somete a ningún proceso de manipulación. Schneider Electric Meliana actúa, en este caso, como un Centro de Distribución.

Almacén – Máquinas Especiales – Almacén – Clientes del Grupo

En este caso se envía el material fabricado en *Máquinas Especiales* a empresas *Intragrup*. Estas empresas utilizan el material para confeccionar su producto acabado.

Almacén – Máquinas Especiales – Almacén – Subcontratación Local – Almacén – Taller – Centro de Distribución (DC)

El material fabricado en *Máquinas Especiales*, la materia prima necesaria para realizar el ensamblado del kit (piezas de plástico: *árbol* y *zócalo*) y las cubetas de plástico que compra la empresa para su transporte, es enviado a empresas subcontratadas de Schneider, las cuales ensamblan las piezas con el fin de obtener los subconjuntos o kits que manda a Schneider. Una vez Schneider los recibe, éstos se almacenan para posteriormente pasar a la línea correspondiente del taller donde ya se fabrica el producto acabado para enviar a los Centros de Distribución.

Los kits que se realizan en las empresas subcontratadas de Schneider son aquellos que más mano de obra requieren, ya que ésta es más barata.

Almacén – Máquinas Especiales – Almacén – Subcontratación Low Cost – Almacén – Taller – Centro de Distribución (DC)

Se procede de la misma forma que en el caso anterior pero, en éste, las empresas se sitúan en Túnez, por lo que al ser el trayecto más largo, el material tratado tiene un volumen mayor.

En cuanto a los subcontratistas, ya se ha señalado que a Schneider le resulta más económico externalizar el montaje de algunos *kits* que fabricarlos en interno por el coste de la mano de obra. En la Tabla 7 se aprecia la comparativa del coste de la mano de obra.

		TASA HORARIA (€/h)
SCHNEIDER ELECTRIC MELIANA	-	20
SUBCONTRATACIÓN LOCAL	Empresa A	8,02
	Empresa B	7,32
	Empresa C	7,37
	Empresa D	10,23
SUBCONTRATACIÓN LOW COST	Empresa E	3,70
	Empresa F	3,45

Tabla 7. Tabla comparativa tasas horarias Schneider Electric Meliana – Subcontratistas
(Fuente: Elaboración propia)

Almacén – Máquinas Especiales – Almacén – Subcontratación (local o low cost) – Almacén – Clientes del Grupo

Mismo proceso que el caso anterior con la diferencia de que el kit es enviado a Clientes del Grupo.

Almacén – Máquinas Especiales – Almacén – Taller – Centro de Distribución (DC)

Los componentes eléctricos fabricados en Máquinas Especiales y todas aquellas piezas que se requieren para el ensamblado del producto acabado pasan a la línea correspondiente del taller en la que conforme avanza va confeccionándose el producto acabado para enviar a los Centros de Distribución.

Una vez explicadas todas las alternativas de flujo interno existentes en Schneider Electric Meliana, se recuerda la composición del interruptor diferencial y se añade un diagrama de flujo en el cual aparecen también las diferentes rutas que sigue el material pero de forma más esquemática y con información adicional.

Composición del interruptor diferencial

Bornas Toro núcleo Resistencia	+	Árbol Zócalo	=	KIT ; KIT	+	Cerradura Relé Capot	=	PRODUCTO TERMINADO
FABRICADO EN MÁQ. ESPECIALES		MP DEL PROVEEDOR				MP DEL PROVEEDOR		

Diagrama de flujo (en la siguiente página)

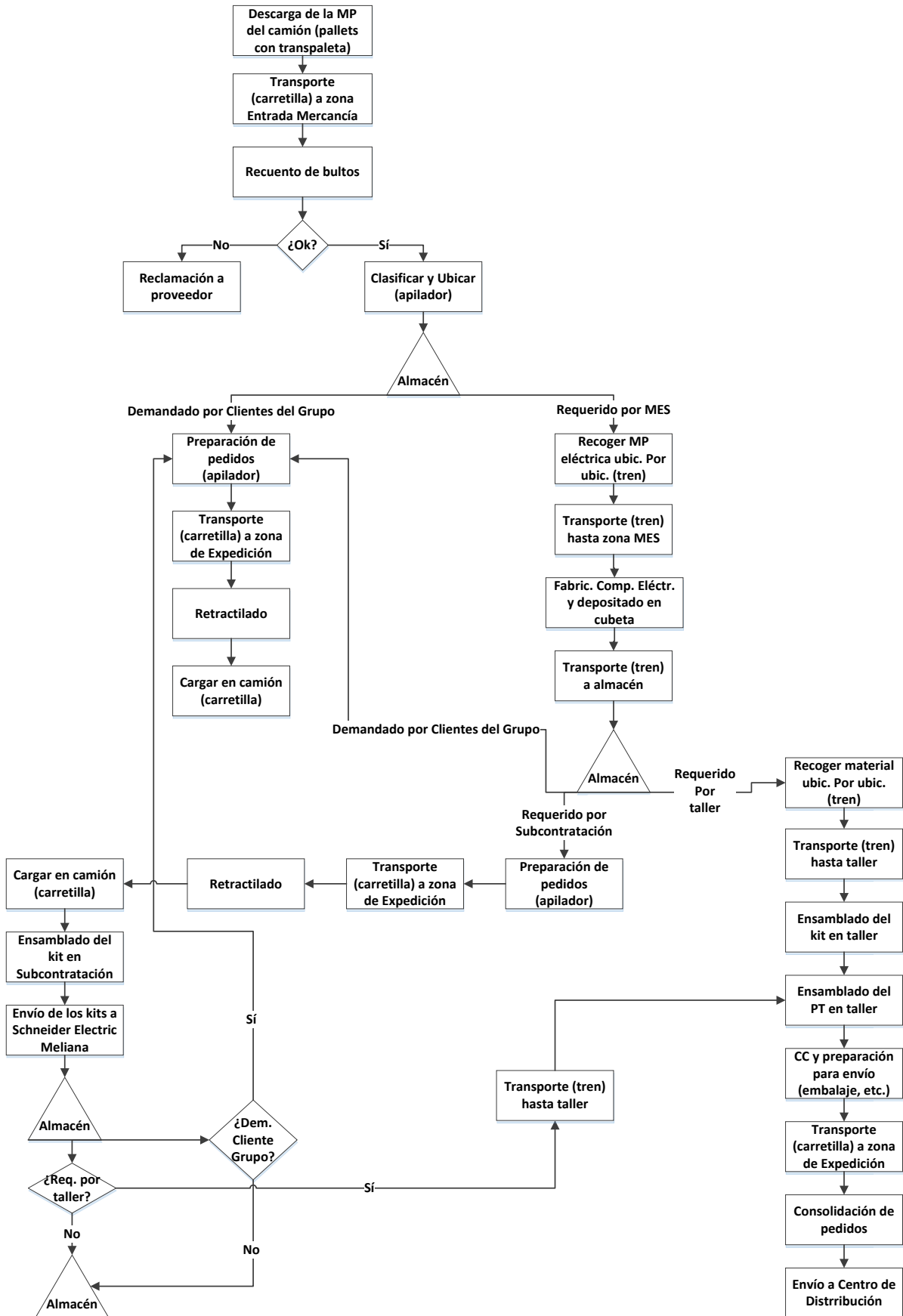


Figura 37. Flujo físico interno (Fuente: Elaboración propia)

Cuando la materia prima es recibida en el almacén de la empresa, ésta se descarga del camión mediante la transpaleta (la mercancía siempre va en pallet) y es transportada hasta la zona de Entrada de Mercancía. A continuación, el operario cuenta los bultos y si se corresponden con el pedido deja la mercancía en la misma zona a la espera de ser ubicada por otro operario mediante el apilador. Éste último, cuando se le da la orden, ubica la mercancía en el lugar que indique el ERP de la empresa (SAP), el cual actúa de la siguiente forma:

- Pallet multireferencia y cantidad en ubicación < cantidad mínima.
Ubica referencia por referencia llenando la ubicación de picking de cada material y ubicando el resto (si lo hay) en la ubicación de reserva.
- Pallet multireferencia y cantidad en ubicación > cantidad mínima.
Ubica referencia por referencia en ubicación de reserva.
- Pallet monoreferencia y cantidad en ubicación < cantidad mínima.
Ubica la referencia llenando la ubicación de picking y ubicando el resto (si lo hay) en la ubicación de reserva.
- Pallet monoreferencia y cantidad en ubicación > cantidad mínima.
Ubica el bulto (todo el pallet de la misma referencia) en ubicación de reserva.

Una vez la mercancía se encuentra en su ubicación pueden darse dos posibilidades:

1. Que sea demandada por Clientes del Grupo. En este caso se procede a la preparación de pedidos, al transporte hasta la zona de expediciones, al retractilado de la mercancía y a la carga de ésta en el camión. El material no sufre modificaciones.
2. Que sea requerido por Máquinas Especiales. En este caso el tren es el encargado de recoger ubicación por ubicación el material requerido por Máquinas Especiales para la fabricación de componentes eléctricos. El tren lo transporta hasta Máquinas Especiales. Allí fabrican los componentes, los depositan en las cubetas verdes y nuevamente el tren los transporta hasta el almacén. En este caso el material que se transporta va a caja completa.

En este punto ya se encuentran en el almacén todos los materiales que se necesitan para el ensamblado del kit. Existen tres opciones:

1. Material demandado por Clientes del Grupo (igual que en el caso 1 anterior pero con posibilidad de demandar el material fabricado en Máquinas Especiales).
2. Material requerido por Subcontratación. Se preparan los pedidos, se transportan hasta zona de expediciones, se retractilan y se cargan en el camión para ser enviados a las empresas subcontratadas. Allí ensamblarán el kit, que será destinado al almacén de Schneider Electric Meliana hasta que sea requerido por el taller para ensamblar el producto terminado y enviarlo a los Centros de Distribución. Los kits también pueden ser demandados por los Clientes del Grupo.
El material es introducido en cubetas grises para ser transportado desde Subcontratación hasta la empresa.
3. Material requerido por taller. En este caso el tren recoge el material ubicación por ubicación y lo transporta hasta las líneas del taller en las cuales se ensambla el producto terminado. Seguidamente se transporta hasta expediciones para ser enviado a los Centros de Distribución.

Ya explicado el flujo físico interno, es cuando se procede a tomar decisiones sobre qué materiales son, desde este punto de vista, adecuados para implantar en el nuevo sistema de almacenaje Flat Storage. Para ello se realiza la Tabla 8, en la cual aparece un resumen de cada posible caso con la decisión correspondiente. Seguidamente, se justifica la misma (en la mayoría de los casos queda justificado por el cumplimiento de las mejoras, pero en este apartado se desea justificarlo también según el flujo físico interno).

Cabe recordar que, del apartado 5.2, se ha obtenido que el número de referencias a analizar es de **342** (tipo F y M).

	CLASIFICACIÓN SEGÚN FLUJO FÍSICO INTERNO		NÚMERO DE REFERENCIAS	SISTEMA DE ALMACENAJE	
	ORIGEN	DESTINO		FLAT STORAGE	PICKING – RESERVA TRADICIONAL
1	Proveedor genérico	Clientes del Grupo	12 (exclusivas)		x
2	Proveedor genérico	Taller	106	x	
3	Proveedor genérico	Subcontratación Local	76*	x	
4	Proveedor genérico	Subcontratación LC	40 (exclusivas)		x
5	Proveedor genérico	Máquinas Especiales	62 (exclusivas)	x	
6	Máquinas Especiales	Clientes del Grupo	30 (exclusivas)		x
7	Máquinas Especiales	Taller	32	x	
8	Máquinas Especiales	Subcontratación Local	24**	x	
9	Máquinas Especiales	Subcontratación LC	8 (exclusivas)		x
10	Subcontratación	Clientes del Grupo	7 (exclusivas)		x
11	Subcontratación	Taller	45	x	

Tabla 8. Clasificación según Flujo Físico Interno con Sistema de almacenaje elegido (Fuente: Elaboración propia)

NOTAS:

* Las 164 referencias provenientes del proveedor que se envían a Subcontratación Local también se envían a taller.

** Las 53 referencias provenientes de Máquinas Especiales que se envían a Subcontratación Local también se envían a taller.

NOTA: Los números en color rojo indican las cantidades que se suman con tal de obtener el número de referencias totales (342).

A continuación se describe cada caso de la tabla anterior. Para cada uno se muestra el sistema de almacenaje que se desea implantar seguido de su justificación y de la comprobación del cumplimiento de las mejoras.

CASO 1. Proveedor genérico – Clientes del Grupo

Estos materiales se almacenan en Schneider Electric Meliana y no se mueven hasta que algún Cliente del Grupo los pide. Schneider actúa en este caso como un Centro de Distribución. Además, el tamaño de lote (tanto del proveedor como de Schneider) corresponde a 1 pallet, por lo que siempre se transporta a pallet entero.

Sistema de almacenaje

El sistema de almacenaje elegido es el de estanterías convencionales para pallets. Sería de tipo “picking – reserva tradicional” aunque en este caso no se ocupa ubicación de reserva.

Justificación

No procede utilizar el sistema de almacenamiento Flat Storage para este tipo de materiales ya que el material conforme llega se envía. Éste no es manipulado en absoluto. Sería un error utilizar tiempo traspasando estos materiales de pallet a carro para hacer la operación inversa sin haber modificado ninguna característica del material.

Lo más acertado en este caso es almacenar el material tal y como es entregado por parte del proveedor (un pallet completo por referencia) para que, cuando éste sea demandado por los Clientes del Grupo, simplemente se tenga que bajar el pallet y transportarlo hasta la zona de expediciones.

Por lo tanto, se ha considerado que el sistema de almacenamiento más adecuado es el de estanterías convencionales para pallets. Se necesitará un apilador.

Mejoras

PROBLEMA	MEJORA PROPUESTA	¿SE CUMPLE?
1 Cruce de los equipos de manutención entre sí y entre peatones	Separar los flujos mediante un área exclusiva por equipo de manutención y otra para peatones	Sí. Almacenamiento en área exclusiva apiladores
2 Distancia de los pasillos insuficiente	Aumentar la anchura de los pasillos o eliminar el cruce entre elementos de manutención	Sí. Derivado del cumplimiento de la mejora 1
3 Insuficiente capacidad de almacenamiento	Análisis exhaustivo de cada material y asignación adecuada de ubicación, sistema, zona...	Sí, pocas referencias y ≈ almacenamiento compacto
4 Manipulación elevada e innecesaria de los materiales	Almacenamiento únicamente de picking	Sí, no hay traspasos de reserva a picking

Tabla 9. Cumplimiento mejoras Caso 1
(Fuente: Elaboración propia)

CASO 2. Proveedor genérico – Taller

Los materiales que se incluyen en este caso son los siguientes: *árbol, zócalo, cerradura, relé y capot.*

Sistema de almacenaje

En el Caso 2 el sistema de almacenaje a implantar es el Flat Storage.

Justificación

El material es destinado a taller, por lo que resulta interesante el Flat Storage. De esta forma, el carro sobre el cual se encuentra el material (en el sistema de almacenamiento Flat Storage) será enganchado directamente al tren sin necesidad de ir cogiendo las cajas para depositarlas en los carros del tren.

Nota. Se negocia con proveedores (nacionales) con tal de que éstos integren el flujo de los carros en sus entregas a Schneider. De esta forma, el material no tiene que ser traspasado de pallets a carros. Se genera un flujo totalmente directo y sin manipulaciones. Con proveedores internacionales no se puede integrar el flujo con carros por desestabilidad de la carga en el trayecto. En este caso se traspasará el material de pallet a carro. Con tal de resultar esta operación ergonómica, el traspaso se realiza mediante el equipo que aparece en la Figura 38, llamado *Dollys elevator*.



*Figura 38. Dollys elevator
(Fuente: Schneider Electric (2016))*

El funcionamiento de este equipo es el siguiente: se introduce el carro en el equipo de forma que quede estable. Seguidamente se pulsa el botón de ascenso y el carro es elevado hasta la altura deseada pudiéndolo parar en el momento que se requiera. Mientras el carro realiza el movimiento de ascenso, el operario va traspasando el material desde el pallet, que también estará a altura ergonómica por estar en el apilador pudiendo el operario dejarlo a su altura adecuada. Una vez el material traspasado, se pulsa el botón de descenso y el carro queda a nivel de suelo listo para ser colocado en su correspondiente ubicación.

Mejoras

Todas se cumplen. Ver explicación en el punto 4.5 Presentación de la solución.

CASO 3. Proveedor genérico – Subcontratación Local

Materiales que se incluyen en este caso: *árbol* y *zócalo*.

Sistema de almacenaje

En el Caso 3 el sistema de almacenaje a implantar es el Flat Storage.

Justificación

El material es destinado a subcontratación y, una vez ensamblado el kit, es devuelto a la empresa. Como en el caso 2 resulta interesante el Flat Storage por la posibilidad de crear un flujo directo con carros “almacén empresa – subcontratación local – almacén empresa”.

Nota. Se acuerda con los proveedores (nacionales) la integración de los carros en sus entregas a Schneider. De esta forma, el material no tiene que ser traspasado de pallets a carros. Con proveedores internacionales no se puede integrar el flujo con carros por desestabilidad de la carga en el trayecto. En este caso se traspasará el material de pallet a carro mediante el *Dollys elevator*.

Mejoras

Todas se cumplen. Ver explicación en el punto 4.5 Presentación de la solución.

CASO 4. Proveedor genérico – Subcontratación Low Cost

Materiales que se incluyen en este caso: *árbol* y *zócalo*.

Sistema de almacenaje

El sistema de almacenaje elegido es el de estanterías convencionales para pallets. Sería de tipo “picking – reserva tradicional” aunque en este caso no se ocupa ubicación de reserva.

Justificación

Referencias exclusivas. Estas 112 referencias, al llegar del proveedor, se almacenan hasta ser demandadas por Subcontratación Low Cost (Túnez). El tamaño de lote corresponde a 1 pallet, por lo que la unidad de carga será al menos 1 pallet y siempre múltiplo de éste.

No procede utilizar el sistema de almacenamiento Flat Storage. No tendría sentido colocar los materiales en carros a la llegada desde el proveedor porque después se tendría que invertir tiempo traspasando estos materiales de carro a pallet para ser enviados (se tienen que transportar en pallet para evitar desestabilidad de la carga en el transporte).

Lo más acertado en este caso es almacenar el material en pallets para que, cuando éste sea demandado por Subcontratación Low Cost, simplemente se tenga que bajar el pallet y transportarlo hasta la zona de expediciones.

Mejoras

Ídem caso 1.

CASO 5. Proveedor genérico – Máquinas Especiales

Sistema de almacenaje

En el Caso 5 el sistema de almacenaje a implantar es el Flat Storage.

Justificación

Flujo directo.

Nota. Se negocia con proveedores (nacionales) con tal de que éstos integren el flujo de los carros en sus entregas a Schneider. Con proveedores internacionales no se puede integrar el flujo con carros por desestabilidad de la carga en el trayecto por lo que se traspasará el material de pallet a carro con el *Dollys elevator*.

Mejoras

Todas se cumplen. Ver explicación en el punto 4.5 Presentación de la solución.

CASO 6. Máquinas Especiales – Clientes del Grupo

Referencias exclusivas. Estas 69 referencias, al salir de Máquinas Especiales, se almacenan hasta ser demandadas por los Clientes del Grupo. El tamaño de lote corresponde a 1 pallet, por lo que la unidad de carga será al menos 1 pallet y siempre múltiplo de éste.

Sistema de almacenaje

El sistema de almacenaje elegido es el de estanterías convencionales para pallets. Sería de tipo “picking – reserva tradicional” aunque en este caso no se ocupa ubicación de reserva.

Justificación

No procede utilizar el sistema de almacenamiento Flat Storage para este tipo de materiales ya que el material conforme sale de Máquinas Especiales, se almacena y se envía a los clientes. No tendría sentido colocar los materiales en carros a la salida de Máquinas Especiales porque después se tendría que invertir tiempo traspasando estos materiales de carro a pallet para ser enviados.

Lo más acertado en este caso es almacenar el material en pallets para que, cuando éste sea demandado por los Clientes del Grupo, simplemente se tenga que bajar el pallet y transportarlo hasta la zona de expediciones.

Por lo tanto, se ha considerado que el sistema de almacenamiento más adecuado es el de estanterías convencionales para pallets. Se necesitará un apilador.

Mejoras

PROBLEMA	MEJORA PROPUESTA	¿SE CUMPLE?
1 Cruce de los equipos de mantenimiento entre sí y entre peatones	Separar los flujos mediante un área exclusiva por equipo de mantenimiento y otra para peatones	Sí. Almacenamiento en área exclusiva apiladores
2 Distancia de los pasillos insuficiente	Aumentar la anchura de los pasillos o eliminar el cruce entre elementos de mantenimiento	Sí. Derivado del cumplimiento de la mejora 1
3 Insuficiente capacidad de almacenamiento	Análisis exhaustivo de cada material y asignación adecuada de ubicación, sistema, zona...	Sí, pocas referencias y ≈ almacenamiento compacto
4 Manipulación elevada e innecesaria de los materiales	Almacenamiento únicamente de picking	Sí, no hay traspasos de reserva a picking

*Tabla 10. Cumplimiento mejoras Caso 6
(Fuente: Elaboración propia)*

CASO 7. Máquinas Especiales – Taller

Sistema de almacenaje

En el Caso 7 el sistema de almacenaje a implantar es el Flat Storage.

Justificación

El material es destinado a taller, por lo que resulta interesante el Flat Storage. De esta forma, el carro sobre el cual se encuentra el material (en el sistema de almacenamiento Flat Storage) será enganchado directamente al tren sin necesidad de ir cogiendo las cajas para depositarlas en los carros del tren.

Además, el material que entra a Máquinas Especiales ya va en carros.

Mejoras

Todas se cumplen. Ver explicación en el punto 4.5 Presentación de la solución.

CASO 8. Máquinas Especiales – Subcontratación Local

Sistema de almacenaje

En el Caso 8 el sistema de almacenaje a implantar es el Flat Storage.

Justificación

El material es destinado a subcontratación y, una vez ensamblado el kit, es devuelto a la empresa. Flujo directo con carros “máquinas especiales – almacén empresa – subcontratación local – almacén empresa”.

Mejoras

Todas se cumplen. Ver explicación en el punto 4.5 Presentación de la solución.

CASO 9. Máquinas Especiales – Subcontratación Low Cost

Referencias exclusivas. Estas 15 referencias, al salir de Máquinas Especiales, se almacenan hasta ser demandadas Subcontratación Low Cost. El tamaño de lote corresponde a 1 pallet, por lo que la unidad de carga será al menos 1 pallet y siempre múltiplo de éste.

Sistema de almacenaje

El sistema de almacenaje elegido es el de estanterías convencionales para pallets. Sería de tipo “picking – reserva tradicional” aunque en este caso no se ocupa ubicación de reserva.

Justificación

No procede utilizar el sistema de almacenamiento Flat Storage para este tipo de materiales ya que el material conforme sale de Máquinas Especiales, se almacena y se envía a Túnez. No tendría sentido colocar los materiales en carros a la salida de Máquinas Especiales porque después se tendría que invertir tiempo traspasando estos materiales de carro a pallet para ser enviados (se tienen que transportar en pallet para evitar desestabilidad en la carga).

Lo más acertado en este caso es almacenar el material en pallets para que, cuando éste sea demandado por Subcontratación, simplemente se tenga que bajar el pallet y transportarlo hasta la zona de expediciones.

Por lo tanto, se ha considerado que el sistema de almacenamiento más adecuado es el de estanterías convencionales para pallets. Se necesitará un apilador.

Mejoras

PROBLEMA	MEJORA PROPUESTA	¿SE CUMPLE?
1 Cruce de los equipos de manutención entre sí y entre peatones	Separar los flujos mediante un área exclusiva por equipo de manutención y otra para peatones	Sí. Almacenamiento en área exclusiva apiladores
2 Distancia de los pasillos insuficiente	Aumentar la anchura de los pasillos o eliminar el cruce entre elementos de manutención	Sí. Derivado del cumplimiento de la mejora 1
3 Insuficiente capacidad de almacenamiento	Análisis exhaustivo de cada material y asignación adecuada de ubicación, sistema, zona...	Sí, pocas referencias y ≈ almacenamiento compacto
4 Manipulación elevada e innecesaria de los materiales	Almacenamiento únicamente de picking	Sí, no hay traspasos de reserva a picking

*Tabla 11. Cumplimiento mejoras Caso 9
(Fuente: Elaboración propia)*

CASO 10. Subcontratación – Clientes del Grupo

Referencias exclusivas. Estas 13 referencias, al salir de Subcontratación, se almacenan hasta ser demandadas por los Clientes del Grupo. El tamaño de lote corresponde a 1 pallet, por lo que la unidad de carga será al menos 1 pallet y siempre múltiplo de éste.

Sistema de almacenaje

El sistema de almacenaje elegido es el de estanterías convencionales para pallets. Sería de tipo “picking – reserva tradicional” aunque en este caso no se ocupa ubicación de reserva.

Justificación

Ídem caso 9.

Mejoras

Ídem caso 9.

CASO 11. Subcontratación – Taller

Sistema de almacenaje

En el Caso 11 el sistema de almacenaje a implantar es el Flat Storage.

Justificación

Flujo directo con carros. Si proviene de Túnez se hará traspaso de pallet a carro.

Mejoras

Todas se cumplen. Ver explicación en el punto 4.5 Presentación de la solución.

Una vez analizado cada caso a fondo, decidido su sistema de almacenaje y justificada su decisión, se procede a realizar un esquema final con tal de recoger de forma sintetizada la información necesaria para seguir con posteriores análisis. Este esquema se muestra en la Figura 39.

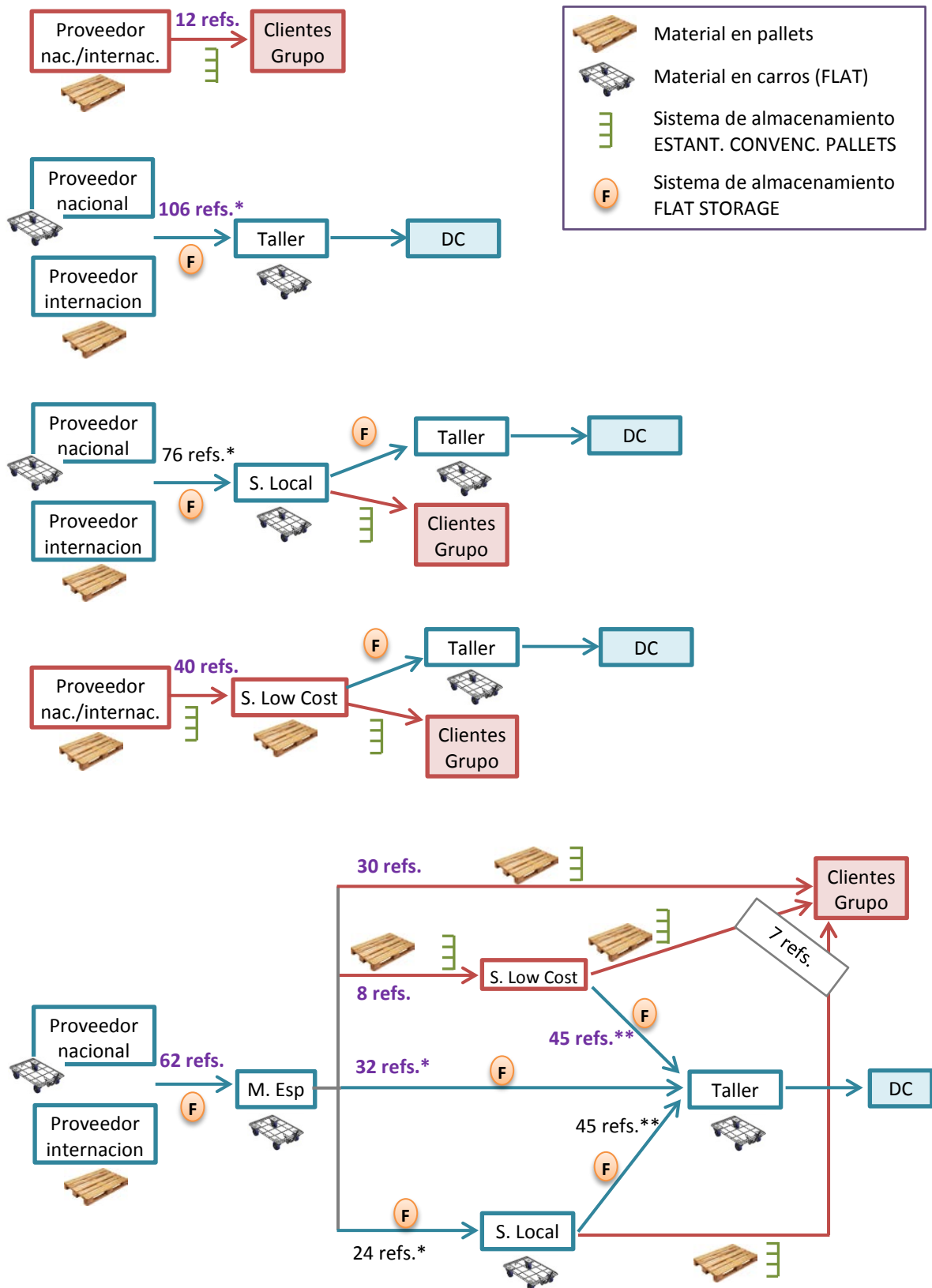


Figura 39. Esquema flujo físico interno
(Fuente: Elaboración propia)

NOTAS

- Las letras en color morado indican que son referencias exclusivas.
- Los cuadros con relleno indican que son clientes finales de Schneider Electric Meliana.
- *Las referencias dirigidas a Subcontratación Local (provenientes de Proveedor o de Máquinas Especiales) son también dirigidas a Taller.
- **45 kits ensamblados por Subcontratación Local y Subcontratación Low Cost que son dirigidos a taller.

En definitiva, de las 342 referencias F y M obtenidas del apartado anterior que no son cartones, **245** se almacenarán en carros mediante el sistema Flat Storage. Esto supone que un **72%** de las referencias se implantarán en el nuevo sistema, cifra importante si se tienen en cuenta las ventajas que éste brinda.

5.6 ANÁLISIS DE LA CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO NECESARIA

Calcular la capacidad de almacenamiento necesaria que se requiere para cada sistema de almacenamiento (estanterías convencionales para pallets o Flat Storage) implica calcular el stock que se precisa tener de cada referencia. Como todas las ubicaciones son de picking, es decir, son fijas, el stock a dimensionar será el máximo. Ahora bien, ¿cómo elegir el stock máximo de cada referencia? Esta es la cuestión que se resuelve en este apartado para, a partir de ella, obtener el número de ubicaciones que se tendrán que tener en cuenta al diseñar el nuevo layout.

Así, en este capítulo se procede a:

1. Calcular el stock máximo por referencia.
2. Calcular la capacidad de almacenamiento en
 - Carros por carril en el caso de materiales con sistema de almacenamiento “Flat Storage”.
 - Huecos en el caso de materiales con sistema de almacenamiento “Estanterías convencionales para pallets”.

5.6.1 Cálculo del stock máximo por referencia

El stock máximo para cada referencia se obtendrá mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Stock máximo} = \text{SS} + \text{Tamaño de lote real recibido}$$

en que cada término significa:

- Stock de Seguridad (SS). Material en inventario que sirve como protección ante una demanda mayor o una tardanza en las entregas. Este término es definido por los gestores de cada referencia, por lo que se asumirá su valor como correcto. La forma de obtenerlo de forma masiva para todos los materiales es a partir de una transacción de SAP (*zm96*) que extrae el SS desde otra transacción en la cual están todos los datos definidos para cada material. Ésta es la *mm02*.
- Tamaño de lote real recibido. Este término se refiere a la cantidad que se pide normalmente de cada material y, como es lógico, es la cantidad que se da de entrada en el almacén y requiere de ubicación. Ésta siempre será mayor o igual al tamaño de lote

mínimo definido para cada material. Para obtener este dato, se extraen desde SAP (transacción *mb51*, existe opción de extracción en masivo) las entradas diarias de cada material en los últimos seis meses y se obtiene aquel valor que más se ha repetido. Éste será el tamaño de lote real recibido.

Cabe destacar que, en este punto, se analiza también el máximo y la media de las entradas pero que, en la mayoría de los casos, el valor seleccionado es el más repetido.

Este es un término que, además, revisan los gestionadores de cada material.

El sentido de la fórmula es el siguiente:

- El Stock de Seguridad es una cantidad que en condiciones ideales siempre se encontraría en el almacén, por lo que se tiene que dimensionar tomando esta cantidad como base fija.
- La cantidad de las entradas (basada en históricos) supone garantizar el espacio adicional que se requiere para ubicar todo aquel material que se pide.

De esta forma se obtiene el stock máximo que servirá para la capacidad de almacenamiento necesaria para cada referencia.

5.6.2 Cálculo de la capacidad de almacenamiento

El proceso a seguir para obtener el número carros/huecos por referencia es el que se muestra en la Figura 40.

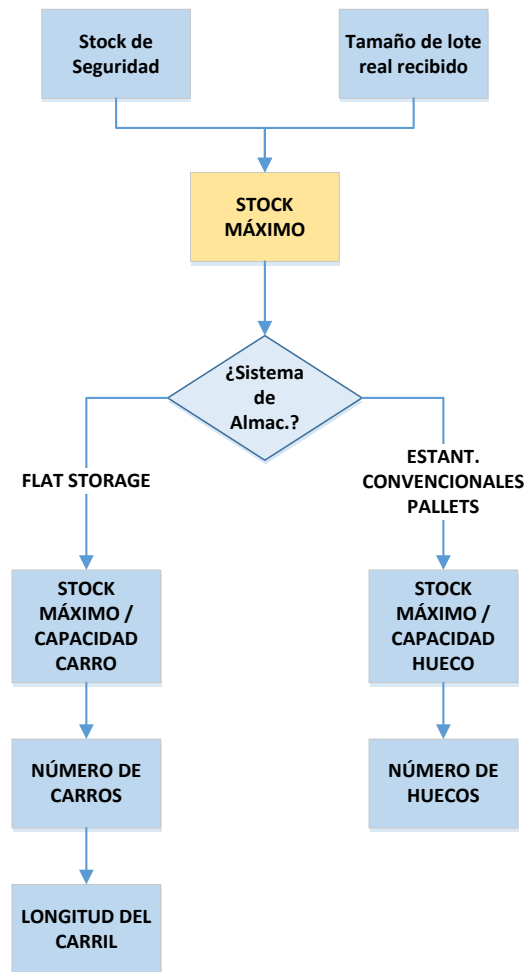


Figura 40. Proceso de obtención de número de carros/huecos
(Fuente: Elaboración propia)

Ahora bien, tanto la capacidad del carro como la capacidad del hueco variará en función de la referencia que se trate, bien por el embalaje de ésta, por las unidades que van en cada caja, por ambas cosas o por las unidades que van en cada pallet. Esto se calcula según la explicación que sigue para cada modo de almacenamiento. Se añade el apartado “Resultados obtenidos” con tal de mostrar la capacidad de almacenamiento requerida.

Materiales con sistema de almacenamiento “Flat Storage”

La capacidad del carro se obtendrá como se indica en la siguiente tabla (Tabla 12):

Dimensiones embalaje (mm)			Cajas por carro	Unidades por carro → Capacidad carro	Comentarios
Largo	Ancho	Alto			
400	300	H	$(1.180/h) \times 2^*$	2.360 x 2 x Precontada	Altura variable 2 cajas por altura
400	300	175	$(1.180/175) \times 2 = 13,49 = 12^*$	12 x Precontada	Altura fija: 175mm 2 cajas por altura
200	300	175	$(1.180/175) \times 4 = 26,97 = 26$	26 x Precontada	Altura fija: 175mm 4 cajas por altura

*Tabla 12. Cálculos de obtención de la capacidad del carro
(Fuente: Elaboración propia)*

NOTA. Precontada se refiere al número de unidades por caja. Se extrae de SAP (zm96; igual que SS).

NOTA. 1.180mm es la altura máxima de la carga sin tener en cuenta la altura del carro.

*Las cajas por carro tiene que ser un número par, por razones de estabilidad.

Así pues, para obtener el número de carros se dividirá el *stock máximo* obtenido anteriormente entre la *capacidad carro*.

Resultados obtenidos

El número de carros por ubicación que se obtiene tras aplicar la sistemática explicada es de 3, 4, 5, 6, 8, 10 y 12. Así pues, habrá carriles o ubicaciones de 3 carros, otros de 4 y así sucesivamente. El número de ubicaciones y por lo tanto de referencias (una ubicación equivale a una referencia) que se requieren según el número de carros aparece en la Tabla 13 que se muestra a continuación. Además, éstas se han clasificado según el Flujo Físico Interno en vista de facilitar el diseño del nuevo layout.

Flujo Físico Interno	Número de carros							Total
	3	4	5	6	8	10	12	
Proveedor genérico → Taller / Subcontratación Local	41					27	38	106
Proveedor genérico → Máquinas Especiales	31			31				62
Máquinas Especiales → Taller / Subcontratación Local	16			16				32
Subcontratación → Taller	9	6	2		16		12	45
Total	97	6	2	47	16	27	50	245

*Tabla 13. Número de ubicaciones vs. Número de carros clasificado por flujo físico interno
(Fuente: Elaboración propia)*

La tabla anterior se lee de la siguiente manera: De las 106 referencias enviadas desde el proveedor y que se dirigen a taller o a subcontratación local, 41 requieren ubicaciones con capacidad igual a 3 carros, 27 con capacidad de 10 carros y 38 con capacidad de 12.

Materiales con sistema de almacenamiento “Esteras convencionales para pallets”

La capacidad el hueco es de un pallet, por lo que se deberá dividir el *stock máximo* obtenido en el apartado anterior por el número de unidades por pallet de cada referencia. El número de unidades por pallet se puede extraer de la transacción de SAP *zm96* que tira de la *mm02* como se puede apreciar en la Figura 41.

The screenshot shows the SAP 'Modificar material' screen for material GHR24220 AA. The 'Datos paletización' section is highlighted with a red box and contains the following data:

	Ctd.MAC	UM	TUA
1.	5.940	UN	P0
2.			
3.			

Figura 41. Transacción mm02 (SAP). Unidades por pallet
(Fuente: Schneider Electric (2016))

Según este ejemplo, un pallet de la referencia GHR24220 AA viene con 5.940 unidades.

Tal y como se ha explicado se calcularía el número de huecos necesarios para cada referencia.

Resultados obtenidos

El número de huecos por referencia que se obtiene tras aplicar la sistemática explicada es de 1, 2 y 3. Así pues, habrá referencias que ocupen 1 hueco, otras que ocupen 2 y otras que ocupen 3. En la siguiente tabla (Tabla 14) se puede apreciar el número de referencias que requieren los huecos dichos. Además, las referencias se han clasificado según el Flujo Físico Interno en vista de facilitar el diseño del nuevo layout.

Flujo Físico Interno	Nº Referencias	Número de huecos			
		1	2	3	Total huecos
Proveedor genérico → Clientes del Grupo	12		6	6	30
Proveedor genérico → Subcontratación Low Cost	40	1	16	23	101
Subcontratación → Clientes del Grupo	7		6	1	15
Máquinas Especiales → Clientes del Grupo	30		12	18	78
Máquinas Especiales → Subcontratación Low Cost	8			8	24
Total	97	1	40	56	248

Tabla 14. Número de referencias vs. Número de huecos clasificado por flujo físico interno
(Fuente: Elaboración propia)

La tabla anterior se lee de la siguiente manera: *De las 12 referencias enviadas desde el proveedor y que se dirigen a clientes del grupo, 6 requieren ubicación con capacidad igual a 2 huecos y 6 con capacidad de 3 huecos. El número total de huecos necesarios es de 248.*

La capacidad de almacenamiento necesaria total ya se ha calculado y, además, se ha clasificado según el flujo físico interno. En capítulos posteriores se procederá a la creación de una herramienta de decisión que agilice el trabajo y al diseño del nuevo lay-out y flujos.

5.7 HERRAMIENTA DE DECISIÓN

Llegados a este punto, se sabe:

- Cómo decidir el sistema de almacenamiento para cada referencia.
- De qué forma dimensionar la capacidad requerida para cada referencia.

Aunque los resultados obtenidos tras el estudio ya se han mostrado en cada apartado, resulta conveniente indicar la forma en la que se ha llegado a ellos sin tener que ir analizando por separado cada referencia.

La necesidad de recopilar y tener en cuenta todos los datos incita a la creación de una herramienta sencilla que, según los datos asociados a cada referencia, indique tanto el sistema de almacenamiento por referencia como la capacidad requerida.

Para ello, se decide crear un *Excel* (ver Anexos) en el que aparecen varios conceptos, todos ellos vistos a lo largo del presente Trabajo Final de Grado.

Cabe resaltar que en la herramienta de decisión no se han tenido en cuenta ni los cartones ni las referencias tipo R. En la siguiente tabla (Tabla 15) aparece un resumen de los análisis anteriores resaltando en azul las referencias que se han decidido colocar en la herramienta, que son aquellas que interesa considerar para el diseño del lay-out.

Número de Referencias Total	495	
Embalaje no apto para Flat Storage	0	
Referencias a considerar Flat Storage	495	
Materia prima con composición no apta para Flat Storage	100	Los cartones se almacenarán en el almacén de materiales ignífugos, el cual no se va a modificar.
Referencias a considerar Flat Storage	395	
Referencias tipo R	53	Si existe capacidad de almacenamiento, se ubicarán en estanterías convencionales (poco volumen almacenado). Si la capacidad de almacenamiento queda ajustada con las referencias tipo F y M, se ubicarán en el almacén de baja rotación de la empresa.
Referencias a considerar Flat Storage	342	
Referencias con flujo interno no apto para Flat Storage	97	Se almacenarán en estanterías convencionales para pallets que se situarán en un área exclusiva y separada del Flat Storage a la cual sólo tendrá acceso el apilador.
Referencias a considerar Flat Storage	245	

*Tabla 15. Resumen de los análisis para implantación de las referencias en Flat Storage
(Fuente: Elaboración propia)*

En la página siguiente (Figura 42) se puede ver el aspecto de la herramienta descrita. Con tal de comprender sus campos, se explicará de forma breve el significado de los colores asociados a cada columna.

Las columnas en color azul indican que los datos han sido extraídos directamente del ERP de la empresa (SAP). Dentro de esta clasificación se engloban los conceptos: referencia, descripción, precontada (unidades por caja), stock de seguridad, tamaño de lote real recibido y unidades por pallet. En color naranja se muestran aquellos atributos del material que, a partir de distintos análisis anteriores, se han recopilado. Estos son: clasificación FMR, dimensiones del embalaje y origen y destino referidos al flujo físico interno. Las columnas en color verde (stock máximo y sistema de almacenamiento) han sido calculadas automáticamente mediante fórmulas del Excel a partir de los datos previos. El resto de columnas también han sido calculadas automáticamente; las de color amarillo si la herramienta indicaba que el material llevaba asociado el sistema de almacenamiento Flat Storage y las de color rosa si indicaba estanterías convencionales para pallets.

Referencia	Descripción	Mov.	Embalaje			Flujo Físico Interno		Prec.	SS	TL	STOCK MÁXIMO	SISTEMA DE ALM.	FLAT STORAGE			ESTANTERÍAS CONVENCIONALES	
			Largo	Ancho	Alto	Origen	Destino						Cajas/ Carro	Uds./ Carro	Núm. carros	Uds./ Pallet	Núm. huecos
BBV15797	KIT ID C60 AD2 - 4P 30MA AC 25-40A	F	400	300	175	Subcontrat.	Taller	120	3.018	1.286	4.304	FS	12	1440	3		
WVH63300SI	KIT TdG 63A 300mA SI SNOWBALL	F	400	300	175	Subcontrat.	CI Grupo	36	180	360	540	E				360	2
51002520A	ASS. CONTACTO+TRENZA+COLECTOR	F	200	300	175	Máq. Espec.	Taller/S.Local	25	1.195	488	1.683	FS	24	600	3		
BBV42897	TORO BOBINADO PRIMARIO R1 REMINI AD1	F	200	300	175	Máq. Espec.	CI Grupo	50	600	500	1.100	E				500	3
S1A43252	Conexión INA ID D 2.8mm	F	200	300	175	Máq. Espec.	S.Low Cost	75	975	750	1.725	E				750	3
3527911A	CONEXION PRIMARIO NEUTRO CI09	F	400	300	180	Proveedor	Máq. Espec.	75	3.175	2.145	5.320	FS	12	900	6		
S1A65063	POLE P1 10A C	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	120	14.000	3.123	17.123	FS	12	1440	12		
Z12286	ICP C60 1P 15A 4,5kA	F	400	300	185	Proveedor	CI Grupo	54	648	540	1.188	E				540	3
AAV68340	Sous Ens Pole 32 courbe C 4500	F	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	72	504	720	1.224	E				720	2

- Extracción de SAP
- Recopilación datos apartados anteriores
- Cálculo automático
- Cálculo automático caso Flat Storage
- Cálculo automático caso Estanterías

Figura 42. Vista de la herramienta de decisión (Fuente: Elaboración propia)

5.8 DISEÑO DEL NUEVO LAY-OUT Y FLUJOS

En este apartado se procede a diseñar el nuevo lay-out del almacén teniendo la herramienta descrita en el apartado anterior presente, ya que ésta indica el sistema de almacenamiento para cada material, la capacidad necesaria para su almacenamiento y el flujo interno que sigue. Este último resulta importante si se quieren clasificar los materiales de forma razonada para minimizar las distancias recorridas por el operario.

Así pues y a partir de la herramienta, se crean dos tablas dinámicas. La primera para la recopilación de los datos necesarios para diseñar la parte del almacén dirigida a Flat y la segunda para las estanterías. Las tablas (Tabla 16 y Tabla 17) se muestran a continuación:

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO		Flat Storage							
Cuenta de Referencia	Número de Carros								
Origen → Destino		3	4	5	6	8	10	12	Total general
Máq. Especiales		16			16				32
Taller/S.Local		16			16				32
Proveedor		72			31		27	38	168
Máq. Especiales		31			31				62
Taller/S.Local		41					27	38	106
Subcontratación		9	6	2		16		12	45
Taller		9	6	2		16		12	45
Total general		97	6	2	47	16	27	50	245

Tabla 16. Recopilación datos Flat Storage para diseño del lay-out
(Fuente: Elaboración propia)

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO		Estanterías	
Origen → Destino		Suma de Número de huecos	
Máq. Especiales		102	
Clientes Grupo		78	
S.Low Cost		24	
Proveedor		132	
Clientes Grupo		30	
S.Low Cost		102	
Subcontratación		15	
Clientes Grupo		15	
Total general		249	

Tabla 17. Recopilación datos Estanterías para diseño del lay-out
(Fuente: Elaboración propia)

A partir de esta información, se diseña tanto el lay-out como los flujos de los equipos de mantenimiento y de los peatones. El nuevo plano aparece en la página siguiente:

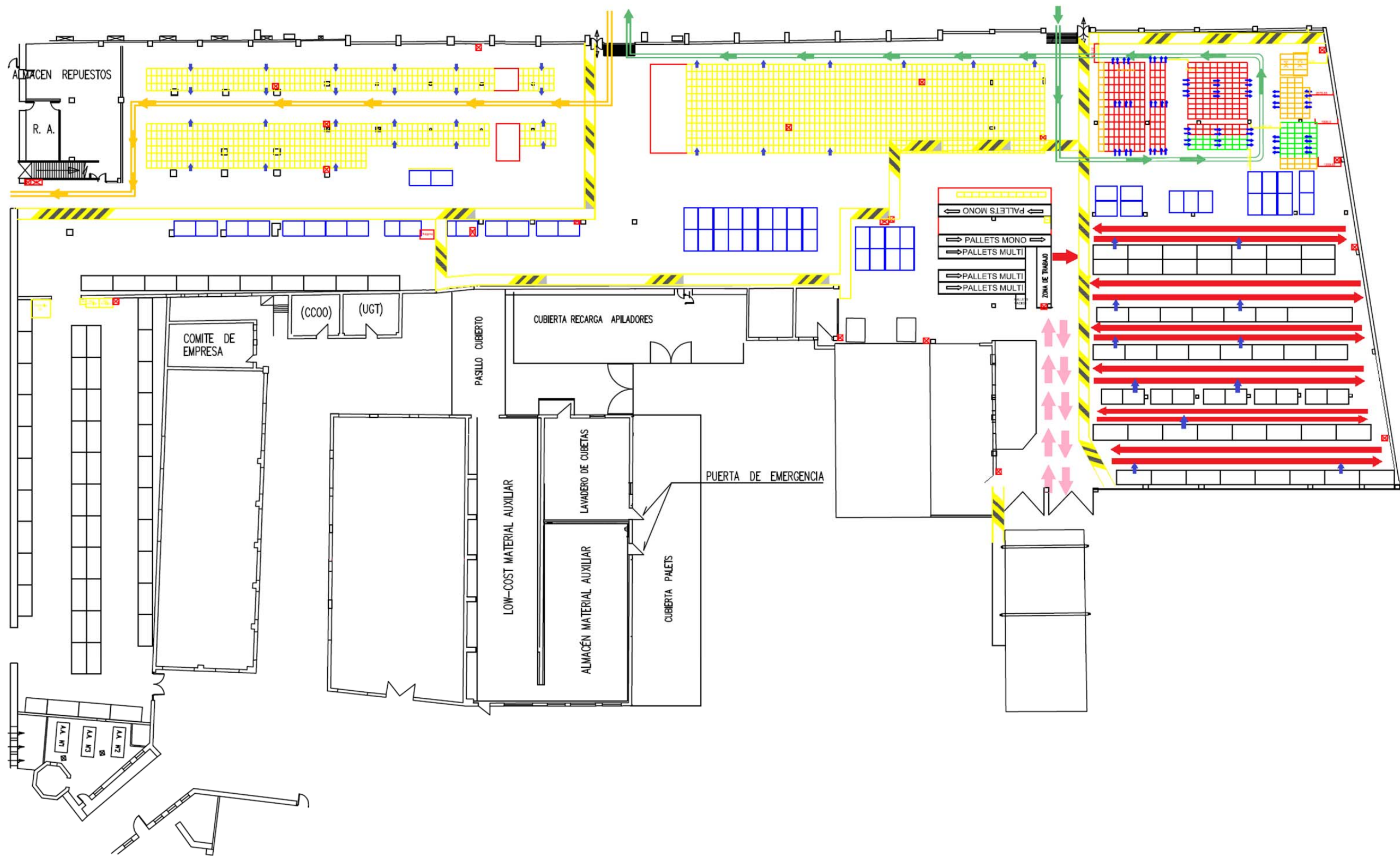


Figura 43. Nuevo lay-out y flujos
(Fuente: Elaboración propia)

Con el nuevo lay-out se puede apreciar que desaparece la problemática principal por la que surgía la necesidad de rediseño: cruce de los equipos de mantenimiento entre sí y entre peatones.

Tal y como se encuentra la configuración del almacén después del rediseño:

- **Transpaleta.** Flujo pintado en color rosa. Este elemento es el encargado de descargar la mercancía del camión procedente del proveedor. Su movimiento queda restringido, por tanto, al área comprendida entre el muelle y la zona de entrada de mercancía.
- **Apilador.** Flujo pintado de rojo. Queda restringido su movimiento a las zonas de estanterías convencionales para pallets.
- **Tren 1.** Flujo pintado de verde. Recorre sólo la zona destinada a Flat Storage. Éste será el encargado de suministrar los kits provenientes de subcontratación a los talleres así como las piezas de los proveedores.
- **Tren 2.** Flujo pintado de naranja. Tren exclusivo para el área de Máquinas Especiales, tanto para suministrarle material como para recoger el que allí fabrican.

Las interferencias han desaparecido y, además, las distancias de los pasillos ya cumplen con la normativa.

También se puede apreciar que se han creado pasillos exclusivos para peatones. El cruce entre los elementos de mantenimiento y los peatones es inevitable, pero con tal de dar alguna solución se han puesto unas barreras físicas. Cada vez que el elemento de mantenimiento tiene que pasar por el pasillo de peatones, tendrá como obligación poner la barrera. Cuando pase, la quitará.

CAPÍTULO 6. ANÁLISIS ECONÓMICO

6.1 PRESUPUESTO

PERSONAL DE LA EMPRESA

Este proyecto fue llevado a cabo por varias personas de la empresa entre ellos el metodista, el jefe del almacén, el responsable de riesgos y la becaria.

El precio de la hora trabajada es igual para todos a excepción de la becaria.

Precio hora trabajada metodista, jefe de almacén y responsable de riesgos

$$\text{Horas trabajadas al año} = \left[52 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} - 4 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} (\text{vacaciones}) \right] \cdot 40 \frac{\text{horas}}{\text{semana}} = 1.920 \text{ horas/año}$$

$$\text{Salario bruto anual} = 30.000 \text{ €/año}$$

$$\text{Precio hora trabajada} = \frac{30.000}{1.920} = 15,625 \text{ €/hora}$$

Precio hora trabajada becaria

$$\text{Horas trabajadas al día} = 6 \text{ horas/día}$$

$$\text{Horas trabajadas al mes} = 6 \frac{\text{horas}}{\text{día}} \cdot 20 \frac{\text{días}}{\text{mes}} = 120 \text{ horas/mes}$$

$$\text{Salario bruto mensual} = 600 \text{ €/mes}$$

$$\text{Precio hora trabajada} = \frac{600}{120} = 5 \text{ €/hora}$$

Cantidad	Cargo	€/hora	Número de horas	€ totales
1	Metodista	15,625	1.920	30.000
1	Almacén	15,625	960	15.000
1	Riesgos	15,625	240	3.750
1	Becaria	5	1.200	6.000

TOTAL € PERSONAL 54.750

MATERIAL

En material se incluye todo aquello necesario para montar la zona del Flat Storage.

No aparecen las estanterías ya que éstas ya existían, por lo que no se han adquirido.

Concepto	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Raíles	963.000mm	0,022472	21.640,536
Inicios/Finales Raíl	245	21,934	5.373,83
Frenos	245	49,65	12.164,25
Carros 400x600mm	1.605	64,80	104.004
Dollys Elevator	1	5.015	5.015
Cubetas Grises	768	2,71	2.081,28
TOTAL € MATERIAL			150.278,896

Raíles. Kits de 5 unidades de 2.400mm → 280,9€ → 0,022472€/mm

Inicios/Finales Raíl. Kit de principio/final de 10 unidades (5 de entrada, 5 de salida) → 109,67€ → 21,934€/par

OTROS

En esta categoría se incluyen los conceptos de transporte del material, de desmontaje de estanterías, de montaje de raíles...

Concepto	Precio total
Transporte	3.535
Desmontaje estanterías	5.808
Montaje raíles	6.982
TOTAL € OTROS	
16.325	

PRESUPUESTO TOTAL

CATEGORÍA	IMPORTE (€)
PERSONAL	54.750
MATERIAL	150.279
OTROS	16.325
TOTAL	221.354

6.2 ESTUDIO DE RENTABILIDAD

CÁLCULO DEL VAN

	2016	2017	2018	2019	2020
RETORNOS/BENEFICIOS					
Beneficios por salarios	153.600	230.400	230.400	230.400	230.400
Total Retornos/Beneficios	153.600	230.400	230.400	230.400	230.400
GASTOS					
Amortización contable	33.000	33.000	33.000	33.000	33.000
Total Gastos	33.000	33.000	33.000	33.000	33.000
INGRESOS ANTES DE IMPUESTOS	120.600	120.600	120.600	120.600	120.600
BENEFICIO NETO (k=30%)	84.420	84.420	84.420	84.420	84.420

Tipo de interés = 10,8%

Un trabajador le cuesta a la empresa:

$$\frac{20 \text{ €}}{\text{h}} \cdot \frac{8 \text{ h}}{\text{d}} \cdot \frac{5 \text{ d}}{\text{semana}} \cdot \frac{48 \text{ semanas}}{\text{año}} = 76.800 \text{ €/año}$$

El rediseño del almacén lleva consigo una reducción de la plantilla cifrada en 2 personas.

$$\text{VAN} = -221.354 + \frac{84.420}{1 + 0,108} + \frac{84.420}{(1 + 0,108)^2} + \frac{84.420}{(1 + 0,108)^3} + \frac{84.420}{(1 + 0,108)^4} + \frac{84.420}{(1 + 0,108)^5}$$

$$\text{VAN} = 92.230 \text{ €}$$

El VAN es mayor que 0, por lo que el valor actualizado de los cobros y pagos futuros de la inversión, a la tasa de descuento elegida, generará beneficios.

CÁLCULO DE LA TIR

$$-221.354 + \frac{84.420}{1 + r} + \frac{84.420}{(1 + r)^2} + \frac{84.420}{(1 + r)^3} + \frac{84.420}{(1 + r)^4} + \frac{84.420}{(1 + r)^5} = 0$$

$$\text{TIR} = 26,25\%$$

Inversión efectuable por tener una TIR superior a la rentabilidad que se exige a la inversión “k” (r>k).

CÁLCULO DEL PAY-BACK

	0	1	2	3	4	5
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Flujo de caja	-221.354	84.420	84.420	84.420	84.420	84.420
Flujo acumulado	-221.354	-136.934	-52.514	31.906	116.326	200.746

$$\text{Periodo de Payback} = 2 + \frac{52.514}{84.420}$$

Periodo de Payback = 2,6 años

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

El presente Trabajo Final de Grado ha sido realizado en la empresa Schneider Electric Meliana y se ha basado en el análisis y rediseño de su almacén.

El trabajo se ha dirigido, fundamentalmente, a eliminar el riesgo de seguridad existente con la configuración inicial del almacén debido al cruce de los diferentes equipos de manutención entre sí y entre peatones.

Antes de abordar la problemática, se ha realizado una contextualización de la empresa Schneider Electric Meliana describiendo su origen, organización, productos, proceso productivo y almacén. Se ha de señalar que el almacén ha sido el foco principal de este trabajo. Desde los orígenes de la empresa sólo se han realizado en él pequeñas modificaciones, llegando al punto de no poder adaptarse a las necesidades actuales tanto de seguridad como de capacidad.

Con tal de solucionar el problema promotor del proyecto, se ha optado por la implantación del Flat Storage, un sistema de almacenamiento plano y compacto en el cual los materiales se colocan sobre carros guiados por raíles. Tal sistema de almacenamiento, también ha resuelto el resto de ineficiencias del almacén: distancia de los pasillos insuficiente, insuficiente capacidad de almacenamiento y manipulación elevada e innecesaria de los materiales.

Para proceder a su implantación ha sido necesario realizar varios análisis desde diferentes puntos de vista. En primer lugar, se ha analizado los movimientos de los materiales con el fin de tener en cuenta sólo aquellos materiales con rotación alta o media, enviando los de baja rotación (con menos de un movimiento al mes) a un almacén menos accesible. Seguidamente, se ha analizado la composición y el embalaje de los materiales. En lo referente a composición, se ha descartado la materia prima de cartón (embalajes), ya que ésta tiene que estar ubicada en el almacén de materiales ignífugos. Se han tenido que considerar también las dimensiones del embalaje por las restricciones que imponen los carros. El último análisis ha sido el del flujo físico, sobretudo el interno, ya que según el origen y el destino de los materiales ha convenido crear un flujo directo con carros o no. Es a partir de este último análisis cuando ha surgido la conveniencia de mantener parte de las estanterías convencionales.

Así pues, se ha decidido crear una zona exclusiva de Flat Storage y otra de estanterías convencionales para pallets. Con tal de decidir qué materiales se destinan a cada zona se ha creado una herramienta de decisión que además ha mostrado la capacidad de almacenamiento necesaria para cada material y su flujo interno, el cual ha servido como base para agrupar los materiales.

Con la herramienta presente, se ha procedido a diseñar el nuevo lay-out y los nuevos flujos, colocando un 72% de las referencias en Flat Storage y el resto en estanterías convencionales para pallets, haciendo desaparecer la problemática promotora del proyecto además de eliminar las otras ineficiencias del almacén que se daban con la configuración inicial.

CAPÍTULO 8. BIBLIOGRAFÍA

- Alcalde San Miguel, P. (2010). **Electrotecnia**. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Escudero Serrano, M.J. (2015). **Técnicas de almacén**. Madrid, España: Ediciones Paraninfo, S.A.
- Fernando Díaz, L. (2005). **Análisis y planeamiento**. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia
- Leansolutions (2016). **Carros flat Storage de dimensiones 400x600mm**. Consultado el 12 de Junio de 2016 en <http://www.leansolutions.es>
- Logismarket (2016). **Carro para paquetes**. Consultado el 26 de Mayo de 2016 en <https://www.logismarket.es>
- Logismarket (2016). **Roldanas**. Consultado el 27 de Mayo de 2016 en <https://www.logismarket.es>
- Logismarket (2016). **Tractor de arrastre**. Consultado el 26 de Mayo de 2016 en <https://www.logismarket.es>
- Mecalux (2016). **Estantería convencional**. Consultado el 27 de Mayo de 2016 en <https://www.mecalux.es>
- Mecalux (2016). **Estanterías convencionales para pallets**. Consultado el 27 de Mayo de 2016 en <https://www.mecalux.es>
- Mecalux (2016). **Estanterías de paletización con picking dinámico**. Consultado el 27 de Mayo de 2016 en <https://www.mecalux.es>
- Noegasystems (2016). **Estantería dinámica en uso**. Consultado el 27 de Mayo de 2016 en www.noegasystems.com
- Pau Cos, J. et al. (1998). **Manual de logística integral**. Madrid, España: Díaz de Santos, S.A.
- Pérez Herrero, M. (1996). **Manual técnico del almacenaje**. Madrid, España: Hoyo-Herreros.
- Plastipol (2016). **Cubeta gris 400x300x175mm**. Consultado el 5 de Junio de 2016 en <https://www.plastipol.com>
- Rajapack (2016). **Cubeta para Flat Storage a la salida de Máquinas Especiales**. Consultado el 16 de Junio de 2016 en <http://www.rajapack.es>
- Ratioform (2016). **Caja de cartón 400x300mm**. Consultado el 5 de Junio de 2016 en <https://www.ratioform.es>
- Schneider Electric (2016). **Interruptor diferencial Schneider (Acti IID)**. Consultado el 10 de Mayo de 2016 en <http://www.schneiderelectric.es>
- Toyota-Forklifts (2016). **Apilador con hombre montado sentado**. Consultado el 23 de Mayo de 2016 en <http://www.toyota-forklifts.es>
- Toyota-Forklifts (2016). **Transpaleta eléctrica con conductor de pie**. Consultado el 23 de Mayo de 2016 en <http://www.toyota-forklifts.es>

CAPÍTULO 9. ANEXOS

9.1 HERRAMIENTA DE DECISIÓN

HERRAMIENTA DE DECISIÓN PARA EL REDISEÑO DEL ALMACÉN

	Extracción de SAP
	Recopilación datos apartados anteriores
	Cálculo automático
	Cálculo automático caso Flat Storage
	Cálculo automático caso Estanterías

Referencia	Descripción	Movimientos	Embalaje			Flujo Físico Interno		Precontada	SS	TL	STOCK MÁXIMO	SISTEMA DE ALMACENAMIENTO	FLAT STORAGE			ESTANTERÍAS CONVENCIONALES	
		FMR	Largo	Ancho	Alto	Origen	Destino						Cajas/ Carro	Unidades/ Carro	Número de carros	Unidades/ Pallet	Número de huecos
BBV15833	KIT ID C60 AD8 - 4P 300MA AC 25-40A	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	3.759	3.422	7.181	Flat Storage	12	648	12		
BBV15797	KIT ID C60 AD2 - 4P 30MA AC 25-40A	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	120	3.018	1.286	4.304	Flat Storage	12	1440	3		
R30792	KIT ID PABL-BIC4P 40-63A 100mA AC REMINI	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	90	1.818	1.405	3.223	Flat Storage	12	1080	3		
EAV68914	KIT ID C60 AD1 - 2P 30MA AC 25-40A NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	72	2.196	4.540	6.736	Flat Storage	12	864	8		
PBR10981NBT	KIT 40-030mA A ELOGE Avis POLO BLA NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	120	2.640	1.654	4.294	Flat Storage	12	1440	3		
BR10925NBT	KIT ID36mm 25/40A 30mA A DOM BIC B R NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	5.340	2.400	7.740	Flat Storage	12	648	12		
BBV15821	KIT ID C60 AD7 - 2P 300MA AC 25-40A	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	1.968	5.693	7.661	Flat Storage	12	648	12		
BBV15790	KIT ID C60 AD1 - 2P 30MA AC 25-40A	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	90	3.193	4.668	7.861	Flat Storage	12	1080	8		
B30298	KIT ID PABLO-BIC4P 40A 300mA AC REM ACT9	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	90	4.706	2.926	7.632	Flat Storage	12	1080	8		
BR30192NBT	KIT ID PAB-BIC4P 25-40A 30mA AC RESI9NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	120	2.756	2.387	5.143	Flat Storage	12	1440	4		
R30492NBT	KIT ID PABLO-BIC.4P 63A 30mA AC NA NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	1.599	5.590	7.189	Flat Storage	12	648	12		
R30210	KIT ID72 25-40A 300mA AC REMINI	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	36	1.555	1.540	3.095	Flat Storage	12	432	8		
R30925NBT	KIT ID72mm 25/40A 030mA A HANS ACA NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	120	681	6.303	6.984	Flat Storage	12	1440	5		
R10382NBT	KIT ID36 63A 030mA A ACA ELOGEavis R NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	887	6.433	7.320	Flat Storage	12	648	12		
EAV68926	KIT SURYA CSP2-4P 30MA A 25-40A NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	90	796	1.969	2.765	Flat Storage	12	1080	3		
BR10192NBT	KIT ID PAB-BIC2P 25-40A 30mA AC RESI9NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	36	1.540	1.568	3.108	Flat Storage	12	432	8		
BR10196NBT	KIT ID DOM-BIC. 2P 40A 30mA AC REM B NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	2.148	3.014	5.162	Flat Storage	12	648	8		
BR30196NBT	KIT ID PAB-BIC 4P 25-40A 30mA AC ACT9NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	90	1.857	881	2.738	Flat Storage	12	1080	3		
BR30925NBT	KIT ID72mm 25/40A 030mA A DOMBIC B R NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	1.890	5.707	7.597	Flat Storage	12	648	12		
PBR10180NBT	KIT ID'clíc 25-40A 030mA AC ELORE PB NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	120	2.349	3.277	5.626	Flat Storage	12	1440	4		
R10190NBT	KIT ID 2P 25-40A 030mA AC PAB2 REM NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	1.057	3.630	4.687	Flat Storage	12	648	8		
R10925NBT	KIT ID BI 25/40A 030mA A HANS R CSP NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	2.567	2.414	4.981	Flat Storage	12	648	8		
R30192NBT	KIT ID PAB-BIC4P 25-40A 30mA AC NA R NBT	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	120	501	2.671	3.172	Flat Storage	12	1440	3		
B30425	KIT ID72mm 63A 30mA A HANS ACACIA BLANCO	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	24	554	2.756	3.310	Flat Storage	12	288	12		
C10171	KIT ID36mm 25-40A 030mA RSA (SIN CE)	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	72	549	5.558	6.107	Flat Storage	12	864	8		
C10196	KIT ID DOM-BIC. 2P 40A 30mA AC CER.NEGRA	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	72	3.808	2.996	6.804	Flat Storage	12	864	8		
C10198	KIT ID PABLO-BIC. 2P 25-40A 30mA AC azul	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	2.345	4.885	7.230	Flat Storage	12	648	12		
C10200	KIT ID36mm 25-40A 300mA AC DOMESTICO	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	36	1.509	1.744	3.253	Flat Storage	12	432	8		
C10296	KIT ID DOM-BIC.2P 40A 300mA AC CER.NEGRA	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	3.034	4.231	7.265	Flat Storage	12	648	12		
C10298	KIT ID PABLO-BIC. 2P 40A 300mA AC azul	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	90	3.745	4.539	8.284	Flat Storage	12	1080	8		
C10316	KIT ID36mm 63A 030mA A "Un=400v" ACACIA	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	1.371	3.806	5.177	Flat Storage	12	648	8		
C10336	KIT ID36MM 80/100A 30MA A 400V "ACACIA"	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	54	4.870	2.502	7.372	Flat Storage	12	648	12		
C10430	KIT ID36 100A 300mA AC	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	24	376	397	773	Flat Storage	12	288	3		
C10592	KIT ID PABLO-BIC. 2P 40A 500mA AC "NA"	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	36	2.840	2.193	5.033	Flat Storage	12	432	12		
C10610	KIT ID36 63-80A 500mA AC	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	120	659	4.604	5.263	Flat Storage	12	1440	4		
C10895	KIT ID 2P 40A 100mA AC (PROTEC)	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	36	2.033	1.124	3.157	Flat Storage	12	432	8		
C10998	KIT ID PABLO-BIC. 2P 40A 30mA A "LK"	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	72	4.754	2.131	6.885	Flat Storage	12	864	8		
C11055	KIT ID36mm 25-40A 300mA A (HELIOS)	F	400	300	175	Subcontratación	Taller	36	453	748	1.201	Flat Storage	12	432	3		

S1A65111	S/CNeutro tornillo +borna+ IP flap	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	54	5.000	967	5.967	Flat Storage	12	648	10
AAV68356	Sous Ens Pole 25 courbe C 4500	M	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	120	6.000	11.003	17.003	Flat Storage	12	1440	12
S1A65061	POLE P1 6A C	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	5.000	1.145	6.145	Flat Storage	12	648	10
S1A81168	POLO BLANCO 20A C AUXILIARIZABLE	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	72	1.504	437	1.941	Flat Storage	12	864	3
S1B32309	WHITE POLE 6A/C WITH AUXILIARY	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	90	8.400	4.073	12.473	Flat Storage	12	1080	12
BBV54987	Sous Ens Pole 4500A 10A/C DOM	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	72	4.800	1.887	6.687	Flat Storage	10	720	10
EAV49757	POLO BLANCO 25A C NO AUXILIARIZABLE	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	36	720	254	974	Flat Storage	12	432	3
EAV49759	POLO BLANCO 40A C NO AUXILIARIZABLE	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	4.040	901	4.941	Flat Storage	12	432	12
EAV50071	QPN 4500A 16A/C FOR A9N21222 - 3P+N	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	3.765	2.508	6.273	Flat Storage	12	648	10
EAV50072	QPN 4500A 20A/C FOR A9N21223 - 3P+N	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	72	1.384	562	1.946	Flat Storage	12	864	3
EAV50073	QPN 4500A 25A/C FOR A9N21224 - 3P+N	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	72	7.000	3.350	10.350	Flat Storage	12	864	12
EAV50074	QPN 4500A 32A/C FOR A9N21225 - 3P+N	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	72	5.043	3.148	8.191	Flat Storage	10	720	12
EAV50075	QPN 4500A 40A/C FOR A9N21226 - 3P+N	M	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	54	4.132	2.079	6.211	Flat Storage	12	648	10
EAV50100	QPN 4500A 20A/C FOR A9N21229 - 3P+N	M	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	90	1.700	1.009	2.709	Flat Storage	12	1080	3
EAV50102	QPN 4500A 25A/C FOR A9N21230 - 3P+N	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	1.000	654	1.654	Flat Storage	12	648	3
S1A65075	POLE P1 40A C	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	1.044	395	1.439	Flat Storage	12	648	3
NHA81688	Sous Ens Pole 6 courbe C 6000	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	504	456	960	Flat Storage	12	432	3
Z11888	ICP C60 1P 35A 6kA	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	54	3.600	2.833	6.433	Flat Storage	10	540	12
Z11889	ICP C60 1P 3,5A 6kA	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	36	2.900	1.355	4.255	Flat Storage	12	432	10
Z11891	ICP C60 1P 7,5A 6kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	120	2.068	852	2.920	Flat Storage	12	1440	3
Z11892	C60N CIRCUIT BREAKER 1P 10A 6000A	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	801	400	1.201	Flat Storage	12	432	3
Z11901	ICP C60 1P 63A 6kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	687	415	1.102	Flat Storage	12	432	3
Z11911	C60N CIRCUIT BREAKER 1P+N 10A 6000A	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	72	1.475	354	1.829	Flat Storage	12	864	3
Z11913	C60N CIRCUIT BREAKER 1P+N 20A 6000A	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	36	2.320	1.980	4.300	Flat Storage	10	360	12
Z11914	C60N CIRCUIT BREAKER 1P+N 25A 6000A	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	24	1.800	891	2.691	Flat Storage	12	288	10
Z11929	ICP C60 2P 1,5A 6kA	M	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	24	473	296	769	Flat Storage	12	288	3
Z11931	ICP C60 2P 3,5A 6kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	72	6.500	3.123	9.623	Flat Storage	12	864	12
Z11934	C60N CIRCUIT BREAKER 2P 10A 6000A	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	650	237	887	Flat Storage	12	432	3
Z11935	C60N CIRCUIT BREAKER 2P 15A 6000A	M	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	522	355	877	Flat Storage	12	432	3
Z11948	ICP C60 3P 1,5A 6kA	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	54	3.100	2.166	5.266	Flat Storage	10	540	10
Z11949	ICP C60 3P 3A 6kA	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	120	10.000	6.600	16.600	Flat Storage	12	1440	12
Z12281UFD	ICP UFD 1P 3A 4.5KA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	120	8.000	8.500	16.500	Flat Storage	12	1440	12
Z12284	ICP C60 1P 7,5A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	24	2.100	713	2.813	Flat Storage	12	288	10
Z12287	ICP C60 1P 20A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	1.052	590	1.642	Flat Storage	12	648	3
Z12288	ICP C60 1P 25A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	600	300	900	Flat Storage	12	432	3
Z12289	ICP C60 1P 30A 4,5kA	M	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	90	1.800	502	2.302	Flat Storage	10	900	3
Z12290	ICP C60 1P 35A 4,5kA	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	54	1.008	598	1.606	Flat Storage	12	648	3
Z12291	ICP C60 1P 40A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	1.059	549	1.608	Flat Storage	12	648	3
Z12295	ICP C60 1P+N 1,5A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	974	686	1.660	Flat Storage	12	648	3
Z12296	ICP C60 1P+N 3A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	24	1.118	1.756	2.874	Flat Storage	12	288	10
Z12297	ICP C60 1P+N 3,5A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	3.186	1.056	4.242	Flat Storage	12	432	10
Z12299	ICP C60 1P+N 7,5A 4,5kA	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	24	1.852	982	2.834	Flat Storage	10	240	12
Z12300	ICP C60 1P+N 10A 4,5kA	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	120	7.000	9.399	16.399	Flat Storage	12	1440	12
Z12302	ICP C60 1P+N 20A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	72	1.900	394	2.294	Flat Storage	12	864	3
Z12304	ICP C60 1P+N 30A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	3.250	1.067	4.317	Flat Storage	12	432	10
Z12305	ICP C60 1P+N 35A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	120	3.000	1.000	4.000	Flat Storage	12	1440	3
Z12306	ICP C60 1P+N 40A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	780	550	1.330	Flat Storage	12	648	3
Z12311	ICP C60 2P 3A 4,5kA	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	36	600	369	969	Flat Storage	10	360	3
Z12312	ICP C60 2P 3,5A 4,5kA	F	400	300	180	Proveedor	Taller/S.Local	90	7.000	5.440	12.440	Flat Storage	12	1080	12
Z12313	ICP C60 2P 5A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	24	1.700	951	2.651	Flat Storage	12	288	10
Z12314	ICP C60 2P 7,5A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	692	529	1.221	Flat Storage	12	432	3
Z12317	ICP C60 2P 20A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	54	4.000	2.234	6.234	Flat Storage	12	648	10
Z12319	ICP C60 2P 30A 4,5kA	F	400	300	175	Proveedor	Taller/S.Local	36	3.100	1.170	4.270	Flat Storage	12	432	10
Z12320	ICP C60 2P 35A 4,5kA	F	400	300	200	Proveedor	Taller/S.Local	120	1.800	1.200	3.000	Flat Storage	10	1200	3

HRB67402A	DPN N VIGI 40A/C FOR A9D33740BA - 3P+N	F	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	120	1.680	1.200	2.880	Estanterías				1200	3
HRB67505A	DPN N VIGI 6A/B FOR A9D56706BA - 3P+N	F	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	120	1.800	1.200	3.000	Estanterías				1200	3
HRB67506	DPN N VIGI 10A/B FOR A9D56710 - 3P+N	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	36	576	360	936	Estanterías				360	3
HRB67509A	DPN N VIGI 20A/B FOR A9D56720BA - 3P+N	F	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	36	612	360	972	Estanterías				360	3
HRB67511A	DPN N VIGI 32A/B FOR A9D56732BA - 3P+N	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	72	360	720	1.080	Estanterías				720	2
HRB67512A	DPN N VIGI 40A/B FOR A9D56740BA - 3P+N	F	400	300	175	Proveedor	S.Low Cost	36	216	360	576	Estanterías				360	2
AAV68340	Sous Ens Pole 32 courbe C 4500	F	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	72	504	720	1.224	Estanterías				720	2
AAV68370	Sous Ens Pole 10 courbe C 3000	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	54	432	540	972	Estanterías				540	2
AAV68017	Sous Ens Pole 25 courbe B 6000	F	400	300	175	Proveedor	S.Low Cost	54	486	540	1.026	Estanterías				540	2
BBV24602	Sous Ens Pole 25 courbe C 4500	F	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	72	1.008	720	1.728	Estanterías				720	3
AAV67866	Sous Ens Pole 04 courbe B 6000	F	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	90	1.350	900	2.250	Estanterías				900	3
AAV68018	Sous Ens Pole 32 courbe B 6000	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	120	1.920	1.200	3.120	Estanterías				1200	3
BBV24593	Sous Ens Pole 25 courbe B 4500	F	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	120	2.040	1.200	3.240	Estanterías				1200	3
BBV24626	Sous Ens Pole 20 courbe B 4500	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	36	180	360	540	Estanterías				360	2
BBV24584	Sous Ens Pole 10 courbe B 450	F	400	300	175	Proveedor	S.Low Cost	36	216	360	576	Estanterías				360	2
BBV24613	Sous Ens Pole 16 courbe B 4500	F	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	72	504	720	1.224	Estanterías				720	2
S1B32295	Grey Pole 6A/C no Auxiliary	M	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	36	288	360	648	Estanterías				360	2
BBV24589	Sous Ens Pole 16 courbe C 4500	F	400	300	175	Proveedor	S.Low Cost	72	648	720	1.368	Estanterías				720	2
BBV24619	Sous Ens Pole 16 courbe C 4500 10mA	F	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	54	540	540	1.080	Estanterías				540	2
AAV68382	Sous Ens Pole 40 courbe C 4500	M	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	54	594	540	1.134	Estanterías				540	3
S1B32296	Grey Pole 6A/B no auxiliary	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	72	864	720	1.584	Estanterías				720	3
BBV24631	Sous Ens Pole 20 courbe C 4500	F	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	90	1.170	900	2.070	Estanterías				900	3
BBV24604	Sous Ens Pole 32 courbe B 4500	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	120	2.040	1.200	3.240	Estanterías				1200	3
51002431D1	ASS. ABTBS+RES.ASS.+TOR.BOB.C3	F	400	300	175	Proveedor	S.Low Cost	120	1.440	1.200	2.640	Estanterías				1200	3
51002434E	ASS. BORN.SORT.+RES.ASS.+TOR.BOB. C3	M	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	36	468	360	828	Estanterías				360	3
51002535D	ASS. BORN.SORT.+RES.ASS.+TOR.BOB. C1	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	36	504	360	864	Estanterías				360	3
51002583ESN	ASS. ABTBS+TOR.BOB+RES. C3-F11 HANS	F	400	300	175	Proveedor	S.Low Cost	72	1.080	720	1.800	Estanterías				720	3
CACHE VIS 2P	ENS.CACHE VIS+VERROU ID36mm	F	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	36	576	360	936	Estanterías				360	3
VB36300SI	VIGI 36 300MA SI	F	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	72	1.224	720	1.944	Estanterías				720	3
VB36300SITRI	VIGI 36 300MA SI TRI	M	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	54	270	540	810	Estanterías				540	2
VB3630A	VIGI 36 30MA A	F	400	300	175	Proveedor	S.Low Cost	54	324	540	864	Estanterías				540	2
VB3630ATRI	VIGI 36mm 30MA A TRI	M	400	300	210	Proveedor	S.Low Cost	72	504	720	1.224	Estanterías				720	2
VH54300A	VIGI 54 300mA CLASE A	F	400	300	170	Proveedor	S.Low Cost	90	720	900	1.620	Estanterías				900	2
S1A58525	Pole 6kA 20A/C without aux CLIPSAL	F	400	300	185	Proveedor	S.Low Cost	120	1.080	1.200	2.280	Estanterías				1200	2