



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

DISEÑO DEL ALMACÉN CENTRAL DE UN MAYORISTA
DE MATERIALES ELÉCTRICOS con más de 17.000 ítems

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Ingeniería Industrial (Acceso desde Grado
I. Mecánica)

AUTOR/A: Chaves Costa, José María

Tutor/a: Cardós Carboneras, Manuel Javier

CURSO ACADÉMICO: 2022/2023

ÍNDICE

1.	Introducción	9
1.1.	Objetivo del proyecto.....	9
1.2.	Alcance	9
2.	Fundamentos teóricos	11
2.1.	Clasificaciones de almacenes	11
2.2.	Análisis ABC.....	11
2.3.	Nivel de Stock	12
2.4.	Metodología de diseño	13
2.5.	Picking	14
3.	Categorías de productos	15
3.1.	Clasificación de productos	15
3.2.	Volúmenes de venta por familia	18
3.3.	Nivel de stock por familias	19
3.4.	Preparación de pedidos	20
3.5.	Formato logístico.....	22
3.6.	Perfil de inventario.....	24
3.7.	Análisis ABC.....	25
4.	Primera configuración	27

DISEÑO DEL ALMACÉN CENTRAL DE UN MAYORISTA DE MATERIALES ELÉCTRICOS DE 17.000 ÍTÉMS

4.1.	Introducción	27
4.2.	Perfil de inventario para la primera iteración.....	27
4.3.	Medios de almacenamiento.....	28
4.3.1.	No paletizables.....	28
4.3.1.1.	Categoría de alta rotación (A)	31
4.3.1.2.	Categoría de media rotación (B)	32
4.3.1.3.	Categoría de baja rotación (C).....	34
4.3.2.	Paletizables.....	35
4.3.3.	Medios de manutención	37
4.4.	Diseño primera configuración.....	39
4.5.	Análisis económico.....	40
4.6.	Conclusiones de la primera configuración	41
5.	Segunda Configuración	43
5.1.	Introducción	43
5.2.	Perfil de inventario para la segunda iteración	43
5.3.	Medios de almacenamiento.....	43
5.3.1.	No Paletizables	44
5.3.2.	Paletizables.....	44
5.4.	Medios de manutención	46
5.5.	Diseño segunda configuración	48

DISEÑO DEL ALMACÉN CENTRAL DE UN MAYORISTA DE MATERIALES ELÉCTRICOS DE 17.000 ÍTÉMS

5.6.	Análisis económico.....	49
5.7.	Conclusiones de la segunda iteración	50
6.	Tercera Configuración	51
6.1.	Introducción	51
6.2.	Perfil de inventario para la segunda iteración	51
6.3.	Medios de almacenamiento.....	51
6.3.1.	No Paletizables.....	52
6.3.2.	Paletizables.....	52
6.4.	Medios de manutención	52
6.5.	Diseño tercera configuración	54
6.6.	Análisis económico.....	55
6.7.	Conclusiones de la tercera iteración	56
7.	Flujo logístico.....	58
8.	Conclusión	59
	Bibliografía	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Familias de materiales eléctricos.....	15
Tabla 2. Datos de partida para referencias.....	15
Tabla 3. Datos de partida por día.....	16
Tabla 4. Ejemplos de materiales eléctricos para iluminación.....	16
Tabla 5. Ejemplos de materiales eléctricos para mecanismos.....	16
Tabla 6. Ejemplos de materiales eléctricos para elementos de protección.....	16
Tabla 7. Ejemplos de materiales eléctricos para automatismos.....	17
Tabla 8. Ejemplos de materiales eléctricos para iluminación exterior.....	17
Tabla 9. Ejemplos de materiales eléctricos para transformadores.....	17
Tabla 10. Ejemplos de materiales eléctricos para cables baja tensión.....	17
Tabla 11. Ejemplos de materiales eléctricos para cables de media tensión.....	18
Tabla 12. Ejemplos de materiales eléctricos para auxiliares.....	18
Tabla 13. Unidades de venta anuales por familias.....	18
Tabla 14. Volúmenes por referencias.....	19
Tabla 15. Stocks por familias.....	20
Tabla 15. Referencias paletizables.....	23
Tabla 16. Referencias no paletizables.....	23
Tabla 17. Cantidad de paletas mono-referencias y multi-referencias.....	24
Tabla 18. Stocks picking y de reserva.....	25

Tabla 19. Datos iniciales	27
Tabla 20. Perfil de inventario por referencias.....	28
Tabla 21. Tamaño de cajas	29
Tabla 22. Número de artículos no paletizables por tamaños	29
Tabla 23. Número de artículos no paletizables según las zonas y tamaños	30
Tabla 24. Medidas de los huecos	30
Tabla 25. Dimensiones para cajas tipo III	31
Tabla 26. Dimensiones picking para categoría A.....	31
Tabla 27. Dimensiones reserva para categoría A.....	32
Tabla 28. Dimensiones picking para categoría B.....	33
Tabla 29. Dimensiones reserva para categoría B	33
Tabla 30. Dimensiones picking para categoría C.....	34
Tabla 31. Dimensiones reserva para categoría C	35
Tabla 32. Dimensiones para paletas y huecos	35
Tabla 33. Dimensiones para paletas para la categoría A	36
Tabla 34. Dimensiones para paletas para la categoría B	36
Tabla 35. Dimensiones para paletas para la categoría C	37
Tabla 36. Producción necesaria para paletas.....	37
Tabla 37. Producción necesaria para cajas y unidades	38
Tabla 38. Medios de manutención.....	38

Tabla 39. Costes de instalación	40
Tabla 40. Costes de persona	40
Tabla 41. Mantenimiento de energía.....	41
Tabla 42. Resultado de costes e inversión de primera configuración	41
Tabla 43. Volumen para la zona de picking.....	44
Tabla 44. Volumen para la zona de reserva	44
Tabla 45. Distribución de referencias en relación a palet-hueco	44
Tabla 46. Dimensionamiento de zona de reserva para categoría A	45
Tabla 47. Dimensionamiento de zona de reserva para categoría B.....	46
Tabla 48. Dimensionamiento de zona de reserva para categoría C.....	46
Tabla 49. Costes de instalación	49
Tabla 50. Costes de personal	49
Tabla 51. Mantenimiento de energía.....	49
Tabla 52. Resultado de costes e inversión de la segunda configuración	50
Tabla 53. Volumen para la zona de picking.....	52
Tabla 54. Volumen para la zona de reserva	52
Tabla 55. Costes de instalación	55
Tabla 56. Costes de personal	55
Tabla 57. Mantenimiento de energía.....	55
Tabla 58. Resultado de costes e inversión de la segunda configuración	56

Tabla 59. Resumen de las configuraciones con respecto a los costes 57

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama ABC</i>	12
Figura 2. Nivel de existencias	13
<i>Figura 3. Líneas de pedido de palets</i>	20
<i>Figura 4. Líneas de pedido de cajas</i>	21
<i>Figura 5. Líneas de pedido de unidades</i>	21
<i>Figura 6. Gráfica ABC</i>	26
Figura 7. Primera configuración	39
<i>Figura 8. Segunda configuración</i>	48
Figura 9. Tercera configuración	54
Figura 10. Gráfico de coste e inversión	57

1. Introducción

1.1. Objetivo del proyecto

El proyecto tiene como objetivo el diseño de un almacén central de una empresa extremeña que suministra material eléctrico a diferentes comercios minoristas especializados en el sector de materiales eléctricos de Extremadura. Recientemente la empresa quiere ampliar su capacidad para satisfacer la demanda, por ello se va a diseñar un nuevo almacén, al cual se le harán diferentes modificaciones mediante iteraciones con los datos que nos han proporcionado.

La dificultad de este proyecto proviene del elevado número de iteraciones posibles, dando así infinidad de soluciones, sin embargo, se tienen que ajustar a los objetivos estratégicos y a los recursos disponibles por parte de la empresa, los cuales se detallan a continuación:

- Superficie del almacén: el almacén no podrá superar en ningún caso los 4000 m².
- Presupuesto: desde la dirección financiera se ha fijado un presupuesto al cual se debe ajustar, cuyo máximo ronda los 2.000.000 euros.
- Política de servicio: según la política de la empresa el plazo máximo de entrega establecido entre empresa – cliente, es de 4 días laborables, sin superar dicho plazo para no incurrir en retrasos.

1.2. Alcance

El trabajo que se lleva a cabo se centra en el diseño de un centro logístico que busca la solución óptima entre las diferentes configuraciones, todo ello, consensuado con el cliente. Para realizar dicho diseño, se analizan los datos de partida proporcionados por la empresa.

Posteriormente, para ayudarnos en el diseño del centro logístico, se tienen que analizar los siguientes elementos:

- Perfil de inventario.
- Análisis ABC.
- Formato logístico.

Estos tres puntos deben estudiarse antes de tomar cualquier decisión con respecto al diseño del almacén, en otras palabras, se estudia tanto los stocks, los volúmenes y ventas anuales para los diferentes artículos y sus referencias.

Continuando con los análisis de los datos iniciales, comenzamos con el diseño del centro logístico, teniendo en cuenta los puntos fuertes y débiles, como la distribución y el número de estanterías, así como también la introducción de un almacén automatizado.

Recordemos que el objetivo de este proyecto es la optimización del espacio y la reducción de costes para la empresa, como pueden ser la inversión para la construcción, el personal y la maquinaria.

Dado el elevado número de configuraciones y la no existencia de un método que nos permita encontrar la mejor solución posible, conseguimos una estructuración válida y cercana a la mejor solución posible. Esta solución se encontrará cuando no podamos realizar alteraciones en los medios de manutención y en la cifra de estanterías, disminuyendo así los costes totales (Marco 2022)

2. Fundamentos teóricos

En este apartado se van a detallar unos conceptos básicos, con el fin de aumentar el campo de visión y cumplir con el objetivo del proyecto definido por la dirección de la organización.

2.1. Clasificaciones de almacenes

Un almacén es un lugar o espacio físico para el almacenaje del producto final dentro de la cadena de suministro. Los almacenes son una infraestructura imprescindible para acumular las existencias en cualquier actividad de agentes de producción como agricultores, ganaderos, industriales, importadores, exportadores, comerciantes, etc. Atendiendo a los parámetros descritos anteriormente, se procede a una clasificación de un almacén según sus características:

- Según su relación con el flujo de producción: materias primas, productos intermedios, terminados, etc.
- Según su ubicación: cubierto, al aire libre, etc.
- Según el material a almacenar: bultos, granel, gases, etc.
- Según su grado de mecanización: convencionales, automáticos, etc.
- Según su localización: centrales, regionales, etc.
- Según su función logística: consolidación, ruptura, temporal, etc.

En este proyecto, nos encontramos con un almacén para productos terminados, se diseñará de tal manera que permita un mejor aprovechamiento del espacio, como los medios de manipulación y conseguir mayor control del producto almacenado. Además de poder dotar a la compañía de la preparación de pedidos con mayor facilidad, se logra ahorrar tiempo y reducirlos retrasos y los costes de almacenamiento y transporte.

2.2. Análisis ABC

El análisis ABC o ley de Pareto es una herramienta utilizada en una gran variedad de ámbitos.

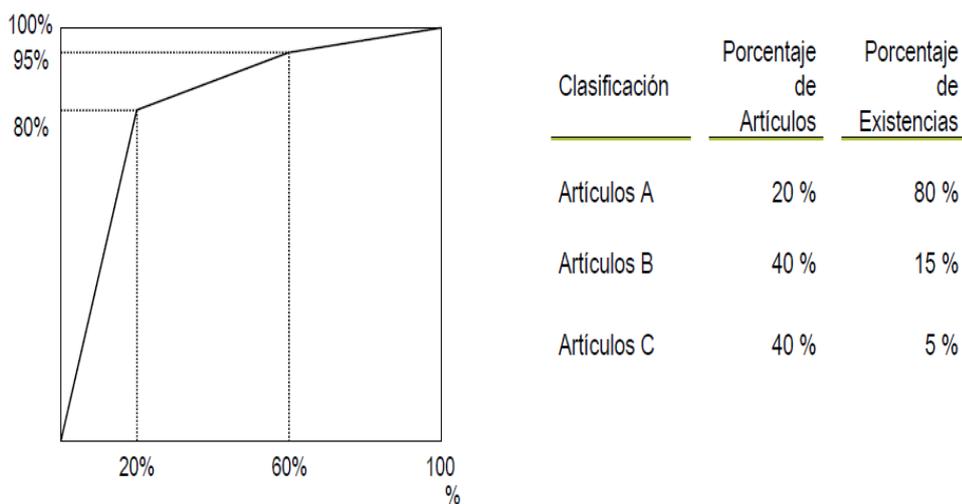
En nuestro caso, al tratarse de la gestión de un almacén, nos proporciona datos de las referencias con mayor y menor volumen de, de tal forma que aquellas con elevados volúmenes de ventas contengan mayor importancia en la toma de decisiones para la organización del almacén, asentadas cerca de la zona de preparación de pedidos.

La ley de Pareto nos permite realizar una clasificación de las diferentes que componen nuestro almacén, fraccionando nuestras familias de artículos en 3 niveles de ventas:

- Nivel A: engloba el 20% de las referencias y representan un 80% de las ventas totales.
- Nivel B: engloba el 40% de las referencias y representan un 15% de las ventas totales.
- Nivel C: engloba el 40% de las referencias y representan un 5% de las ventas totales.

Para entender mejor este concepto, se simbolizará de forma gráfica el análisis ABC, ver figura 1, de forma que visualmente se interpreten las relaciones entre las ventas y las referencias, entendiendo cuáles son los artículos que dan mayor valor a la compañía, pudiendo optimizar los recursos utilizados:

Figura 1. Diagrama ABC

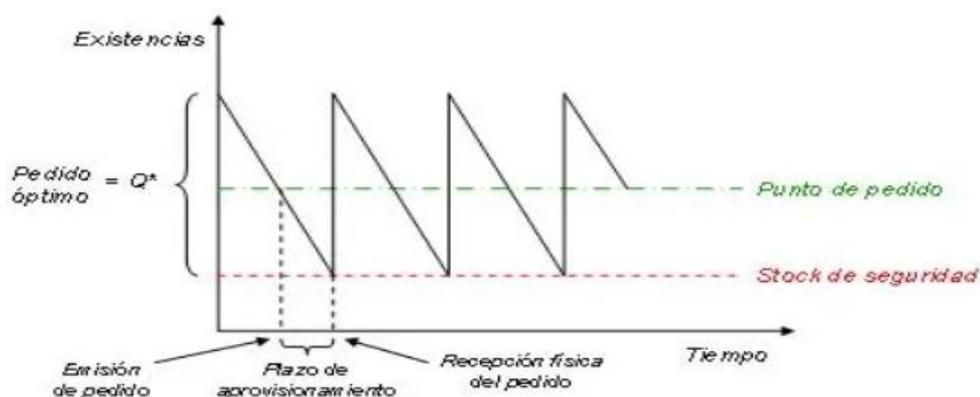


2.3. Nivel de Stock

Se puede definir el nivel de stock como la cantidad de existencias de un artículo disponibles en el almacén en un momento determinado. Se debe mantener un buen nivel de inventario para evitar roturas de stock. Al tener las provisiones justas, desencadenará una reacción en cadena que provoque que no se garantice el abastecimiento a los clientes en el periodo establecido por la empresa.

En la siguiente figura 2 tenemos un ejemplo del nivel de existencias con respecto al stock necesario:

Figura 2. Nivel de existencias



A partir de la definición, se puede obtener lo que llamamos stock máximo, que se define como la mayor cantidad de un artículo que se puede almacenar. El instante en el cual se lanza el pedido de material para no llegar a la rotura de stock se conoce como el punto de pedido, aunque suele haber un stock de seguridad para que esto no suceda.

Cuando las existencias no coinciden con las estimaciones, es necesario tener una pequeña reserva de material para no incurrir en rotura de stock.

Se puede apreciar que el punto de pedido se realiza antes de llegar a la rotura de stock, esto provoca a que los pedidos tienen un tiempo de entrega, llamado plazo de aprovisionamiento establecido anteriormente, por lo que una vez lanzado el pedido, hay que seguir atendiendo la demanda, lo que irá disminuyendo el stock almacenado.

2.4. Metodología de diseño

La configuración y distribución que se puede realizar en un almacén tiene infinitas soluciones, esto implica que sea imposible llegar a la óptima. Para obtener una distribución lo más optimizada posible, se utilizará la metodología iterativa. Esta metodología se basa en la realización repetida de iteraciones, reduciendo los costes y obteniendo mejores resultados del diseño.

En primer lugar, se diseñará un almacén con medios de almacenamiento y con una manutención más simple. Posteriormente se identificarán los puntos débiles, y gracias a la optimización de los espacio y costes, los convertiremos en fuertes.

Como se ha mencionado en el apartado anterior, el almacén no tendrá un diseño optimo, pero ofrecerá unas configuraciones que se adapten a las necesidades establecidas por la empresa y cercanas a la solución óptima.

2.5. Picking

El picking es la actividad de preparación de pedidos que se fundamenta en la recogida y combinación de cargas no unitarias para conformar el pedido de un cliente, (De Ceupe, sin fecha). Puede llevarse a cabo en casi cualquier tipo almacén. Se procederá a juntar los paquetes, piezas, material y artículos para una vez unidos, proceder a su entrega.

Este punto es de los más críticos y a la misma vez, más importantes a la hora de diseñar un almacén, basta con decir que, en una instalación mal proyectada, los costes del picking pueden superar el 60% de los costes de explotación. Reducir el impacto del picking al mínimo tolerable es un objetivo cuyo cumplimiento puede ser la diferencia entre una empresa competitiva y otra que no lo es.

3. Categorías de productos

Dentro del diseño de la infraestructura, los artículos se agrupan por categoría, de forma que sean homogénea, con el objetivo de simplificar la toma de decisiones en cuanto a la elección de los medios de almacenamiento, de manutención y de distribución en planta (layout). Grecher (2021)

Para poder identificar las categorías en la que se clasifican los artículos homogéneos, es necesario crear una base de datos, que se estudiará más adelante, se ha tenido en cuenta la clasificación por familia, actividad y modelo ABC.

3.1. Clasificación de productos

En función a la clasificación que previamente se ha descrito nos encontramos con 17030 referencias distintas, que se agruparan en 8 familias diferentes según la tabla 1:

Tabla 1. Familias de materiales eléctricos

Familia	DESCRIPCIÓN
A	iluminación
B	mecanismos
C	elementos de protección
D	automatismos
E	iluminación exterior
F	transformadores
G	cable baja tensión
H	cable media tensión
I	auxiliares

Aunque las referencias se pueden agrupar por familias, la empresa nos ha proporcionado para cada una de las 17031 referencias los siguientes datos en la tabla 2 y 3:

Tabla 2. Datos de partida para referencias

coste (€/ud)	venta (uds/año)	volumen (l/ud)	plazo aprovisionamiento (días)	stock mínimo (semanas)	stock máximo (semanas)
--------------	-----------------	----------------	--------------------------------	------------------------	------------------------

Tabla 3. Datos de partida por día

día	líneas de pedido			Cantidades pedidas		
	Palets	Cajas	Unidades	Palets	Cajas	Unidades

Para optimizar el espacio, se debe tener en cuenta cada uno de los diferentes materiales. A continuación, en las tablas 4 a la 12:

Tabla 4. Ejemplos de materiales eléctricos para iluminación

A (iluminación)
Bombillas bajo consumo
Lámpara PI
Tubos fluorescentes
Halógenas
Incandescentes
Focos
Flexo pinza
Flexo sobremesa

Tabla 5. Ejemplos de materiales eléctricos para mecanismos

B (mecanismos)
Pulsador
Interruptor
Base 1 enchufe
Base 2 enchufe
Base 3 enchufe
Armario eléctrico

Tabla 6. Ejemplos de materiales eléctricos para elementos de protección

C (elementos de protección)
Fusibles
Interruptor magneto técnico (PIA)
Interruptor diferencial
Toma de tierra
Pararrayos
Relé térmico

Tabla 7. Ejemplos de materiales eléctricos para automatismos

D (automatismos)
Termostatos
Presostatos
Sensor de presencia
Detectores de niveles líquidos

Tabla 8. Ejemplos de materiales eléctricos para iluminación exterior

E (iluminación exterior)
Lámpara de pie exterior
Lámpara de techo exterior
Luces de terrazas
Balizas
Sobremuros
Focos exteriores
Faroles exteriores

Tabla 9. Ejemplos de materiales eléctricos para transformadores

F (transformadores)
Transformadores reversibles
Transformadores Caril DIN
Transformadores de Impedancia
Transformadores electrónicos
Transformadores toroidales
Transformadores trifásicos
Transformadores tri-monofásicos

Tabla 10. Ejemplos de materiales eléctricos para cables baja tensión

G (cable baja tensión)
Cables para paneles
Cables de potencia
Cables armados
Cables de goma
Cables resistentes al fuego
Cables de aluminio
Cables de control

Tabla 11. Ejemplos de materiales eléctricos para cables de media tensión.

H (cable media tensión)
RHZ1
HEPRZ1
MV-90
RHVhMVh

Tabla 12. Ejemplos de materiales eléctricos para auxiliares.

I (auxiliares)
Adaptador
Clavija bipolar
Base enchufe
Gewiss manguito
Gewiss curva
Pilas
Tornillos

3.2. Volúmenes de venta por familia

De acuerdo con las ventas anuales, logramos observar en la tabla 13, los productos que han salido de nuestro almacén, se clasificarán en las familias que se han desarrollado anteriormente. Se ha realizado una tabla 13, con las unidades de venta anuales por familias:

Tabla 13. Unidades de venta anuales por familias

Familia	DESCRIPCIÓN	Ventas anuales (uds./año)
A	iluminación	7343
B	mecanismos	13399
C	elementos de protección	43479
D	automatismos	21550
E	iluminación exterior	207297
F	transformadores	92719
G	cable baja tensión	3228400
H	cable media tensión	1283463
I	auxiliares	19687
TOTAL		4917337

Prosiguiendo con los datos más importantes, a partir de la tabla anterior, exponemos la siguiente tabla 14 más detallada, mencionando el número de referencias por familia, volumen, y las ventas semanales y anuales:

Tabla 14. Volúmenes por referencias

Familia	DESCRIPCIÓN	Número referencia por familia	Volumen de ventas anual (m ³ /año)	Volumen de ventas semanal (m ³ /s)
A	iluminación	1150	1,426	0,027
B	mecanismos	1046	2,814	0,054
C	elementos de protección	2268	214,105	4,117
D	automatismos	2812	6,6320	0,127
E	iluminación exterior	1527	11655,608	224,146
F	transformadores	1564	6329,296	121,717
G	cable baja tensión	2020	16,754	0,322
H	cable media tensión	1746	6,662	0,128
I	auxiliares	2897	4,107	0,079
TOTAL		17030	18237,405	350,719

Como conclusión, tras un análisis de las tablas que se han presentado anteriormente, se deduce que las familias con mayor volumen de ventas anuales es la familia de iluminaria exterior (E) y la que presenta un volumen de ventas anuales menor es la de iluminación general (A).

3.3. Nivel de stock por familias

Sobre la base de los valores de stock máximo y mínimo, cabe destacar la importancia de cantidad de stock que se tienen en almacenamiento, interpretamos la siguiente tabla 15, donde se aportarán datos de las partidas semanales y anuales.

Para conocer el volumen de stock que se presenta por familias, se calculará tras la multiplicación de los datos semanales de stock por el volumen en solitario de cada familia.

Para definir el stock medio, se corresponde con la media entre valores de cada una de las familias clasificadas, representando así, en la tabla 15, los múltiples tipos de stock que hay.

Para conseguir calcular los m³ que se figuran para cada familia, se deduce por los datos de partida de stock semanalmente y su volumen en solitario. El stock medio es la media aritmética entre ambos valores.

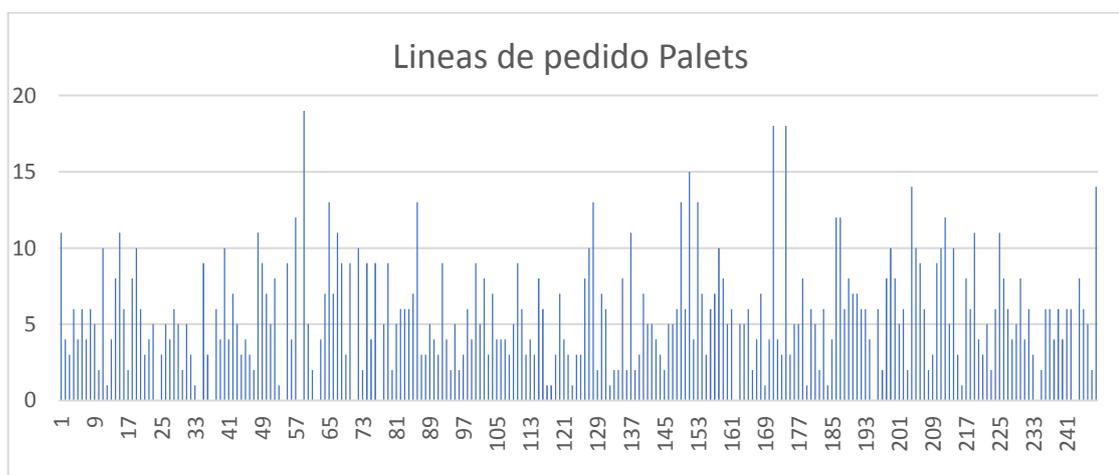
Tabla 15. Stocks por familias

Familia	DESCRIPCIÓN	Stock mínimo (m ³)	Stock máximo (m ³)	Stock medio (m ³)
A	iluminación	0,106	0,214	0,160
B	mecanismos	0,267	0,484	0,375
C	elementos de protección	25,112	41,350	33,231
D	automatismos	0,520	0,993	0,756
E	iluminación exterior	1344,001	2247,398	1795,699
F	transformadores	978,646	1490,365	1234,506
G	cable baja tensión	2,242	3,561	2,902
H	cable media tensión	0,832	1,437	1,134
I	auxiliares	0,573	0,862	0,718
TOTAL		2352,303	3786,667	3069,485

3.4. Preparación de pedidos

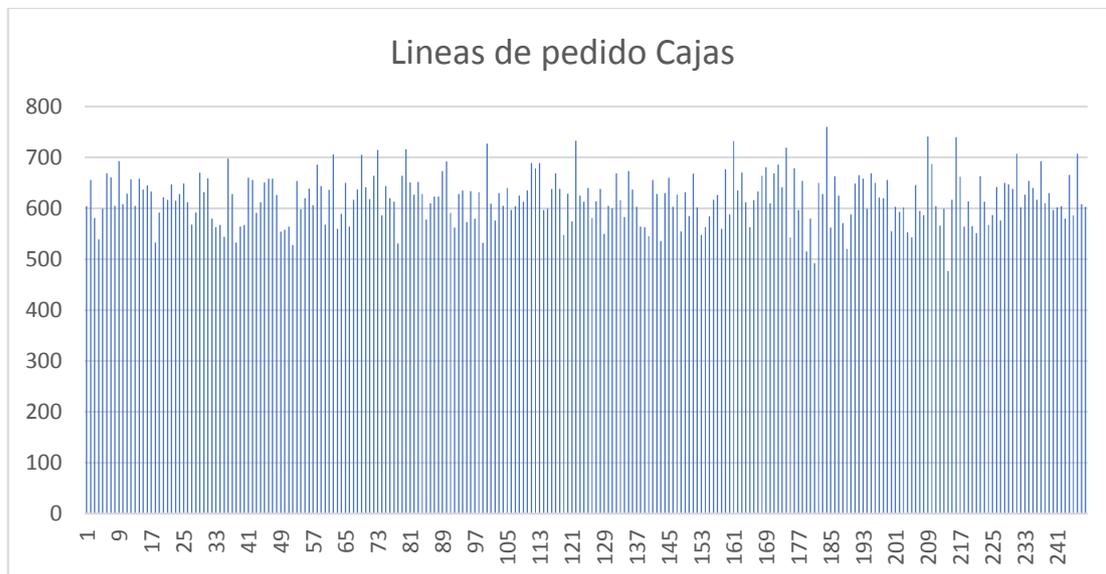
En relación a los pedidos, los podemos clasificar en palets, cajas y en unidades. En el siguiente apartado desglosaremos las líneas de pedidos correspondiente a las peticiones obtenidas. La siguiente figura 3 representan las líneas de pedido (LP) en paletas que se han realizado durante el periodo de un año:

Figura 3. Líneas de pedido de palets



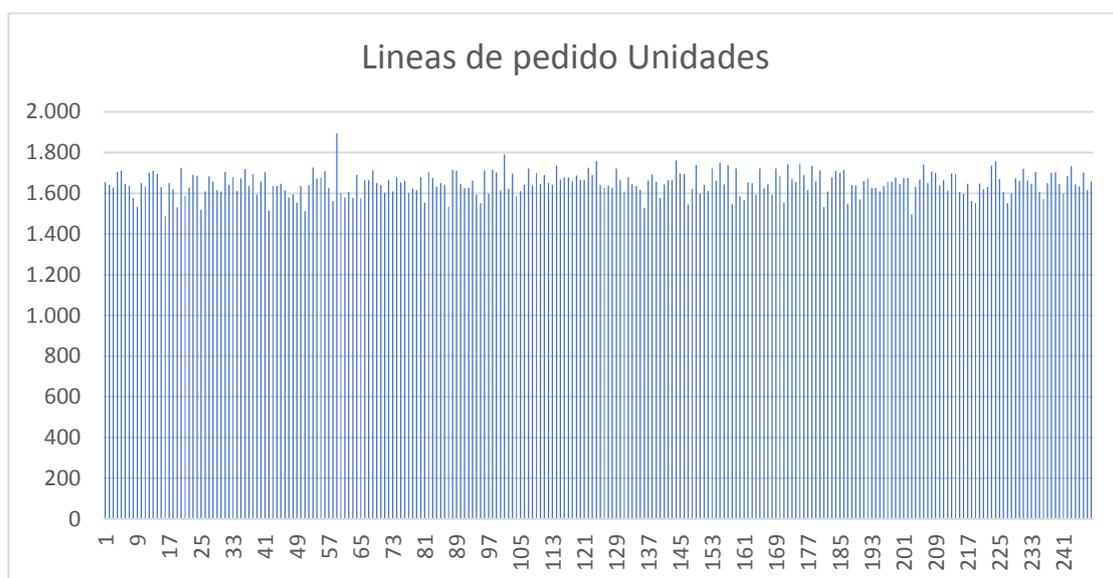
Para continuar en la figura 4, se presentarán las líneas de pedido (LP) en cajas que se han exportado a lo largo de un año:

Figura 4. Líneas de pedido de cajas



Para concluir, en la siguiente figura 5 se muestran las líneas de pedido (LP) en unidades que se han comercializado en un periodo de un año:

Figura 5. Líneas de pedido de unidades



Tras haber realizado una clasificación de las ventas dependiendo de la demanda que se tenga en la industria, expondremos las siguientes conclusiones.

- Para empezar, tenemos que el máximo de paletas en un día corresponde a 19 paletas al año. Se puede apreciar en la gráfica que existe un periodo de tiempo de 11 días que no existe ninguna paleta.
- En las cajas nos encontramos con un máximo de 760 y un mínimo de 477 cajas.
- Por último, para las unidades, le pertenece un mínimo de 1488 unidades y un máximo de 1894 en un periodo de un día.

Parte de los objetivos del diseño de este estudio es calcular la cantidad de las líneas de pedidos para paletas, cajas y unidades, así como la realización de una alta satisfacción hacia la demanda del cliente, teniendo un plazo establecido de 4 días de entrega. Para ello hay que definir los medios de manutención capaces de preparar estos tres tipos de formato se desarrollarán más adelante.

3.5. Formato logístico

Siguiendo con el desarrollo de aspectos importantes en el diseño y configuración de un almacén, es teniendo en cuenta la cantidad de material que puede ser suministrada por los proveedores. Debemos tener en cuenta el formato de los diferentes artículos que se almacenan.

Para conocer el formato logístico que es suministrado por los proveedores, hay que tener en consideración el volumen del artículo. Para ello, simplemente se calcula la diferencia entre el stock máximo y mínimo de cada referencia semanalmente, permitiendo conocer las unidades exportadas por el proveedor y multiplicar el volumen unitario de cada uno en metros cúbicos.

Se ha decidido establecer en $1,152 \text{ m}^3$ el volumen de paleta completa y $0,5 \text{ m}^3$ el volumen de media paleta. Esto sirve para establecer un límite entre las paletas mono-referencia y multi-referencia, este volumen debe ser mayor a $0,5 \text{ m}^3$, que corresponde a la mono-referencia, mientras que, si el volumen es inferior a $0,5 \text{ m}^3$, le pertenecerá a la multi-referencia con el objetivo de minimizar costes.

Siguiendo los pasos anteriores, en la presenta tabla 16, representamos un breve resumen de las referencias:

Tabla 15. Referencias paletizables.

Familia	Referencia	Volumen (m ³ /ud)	Volumen venta anual (m ³ /año)	Volumen de pedido (m ³)
E	19	0,105	9,345	1,400
E	20	0,032	22,943	1,910
E	71	0,011	7,564	0,881
E	88	0,105	81,06	6,747
E	120	0,105	117,285	3,905
E	161	0,105	30,03	1,000
E	230	0,105	63,105	2,101
E	273	0,105	8,085	0,808
E	369	0,105	30,45	1,014
E	373	0,105	15,435	0,514
E	505	0,105	18,06	0,601
E	610	0,105	8,925	1,486
E	637	0,094	38,585	4,50
...

Acto seguido, en la tabla 16 se muestra el número de referencias servidas según el formato logístico:

Tabla 16. Referencias no paletizables

Familia	Referencia	Volumen (m ³ /ud)	Volumen venta anual (m ³ /año)	Volumen de pedido (m ³)
E	26	0,0065	1,566	0,052
E	32	0,0205	1,66	0,055
E	38	0,0003	0,012	0,001
E	44	0,000005	0,009	0,0003
E	57	0,0466	0,19	0,025
E	65	0,0051	1,91	0,064
E	97	0,105	0,21	0,014
E	108	0,105	2,94	0,098
E	109	0,105	2,52	0,084
E	121	8,08E-05	0,0006	3,22E-05
E	142	0,105	1,89	0,063
E	148	0,0644	1,67	0,085
E	163	0,0081	1,85	0,124
...

Como puede observarse, según el número de referencias paletizables con formato mono-referencias es muy pequeño (591) en relación con el total (17030).

Tabla 17. Cantidad de paletas mono-referencias y multi-referencia

Formato	Cantidad
Mono-referencia	591
Multi-referencia	16439

Llegados a este punto, la mayoría de las paletas serán multi-referencia, el proveedor que suministre más de un artículo y cuyo volumen no alcance a llenar media paleta, lo deberá completar con unidades de otra referencia para la optimización de los gastos. Esto supone un aumento de tiempo de mano de obra para cargar, descargar y almacenar los artículos.

3.6. Perfil de inventario

Dentro de un almacén, se debe realizar una diferenciación entre la zona de picking y la zona de reserva teniendo en cuenta el stock máximo y mínimo de picking y de reserva respectivamente. De igual manera ambos deben tener una cantidad de unidades extra que se pueda almacenar para evitar la rotura.

Para proseguir con el diseño, es necesario saber el volumen aproximado de los almacenamientos de cada uno de los artículos. Los datos de partida vienen expresados semanalmente, lo que nos llevará a conocer los m³ necesarios.

- Stock mínimo de picking: representa la cantidad mínima. Para simplificar los cálculos, se determina que el stock mínimo viene determinado por 0 para cualquier referencia, ya que siempre existirá un stock mínimo de reserva, por tanto, siempre habrá en el almacén algunas referencias de stock.
- Stock máximo de picking: Se calcula a partir volumen de cada referencia en m³ y el tiempo de reposición. Se dispone del volumen de cada artículo por el contrario el del tiempo de reposición no. Este depende del análisis ABC. Para las referencias clasificadas como rango A tiene un tiempo de reposición de 1 día, para los de tipo B de 3 días y para los de tipos C de 5 días.

- Stock mínimo de reserva: representa la cantidad que se necesita para hacer frente a la demanda, por lo que se calcula por la diferencia del stock mínimo de cada referencia y stock máximo.
- Stock máximo de reserva.

Para realizar una mejor comprensión de lo mencionado en los párrafos anteriores, se presenta la siguiente tabla 18, donde se adjuntan las diferentes familias con los stocks máximos y mínimos de picking y de reserva:

Tabla 18. Stocks picking y de reserva

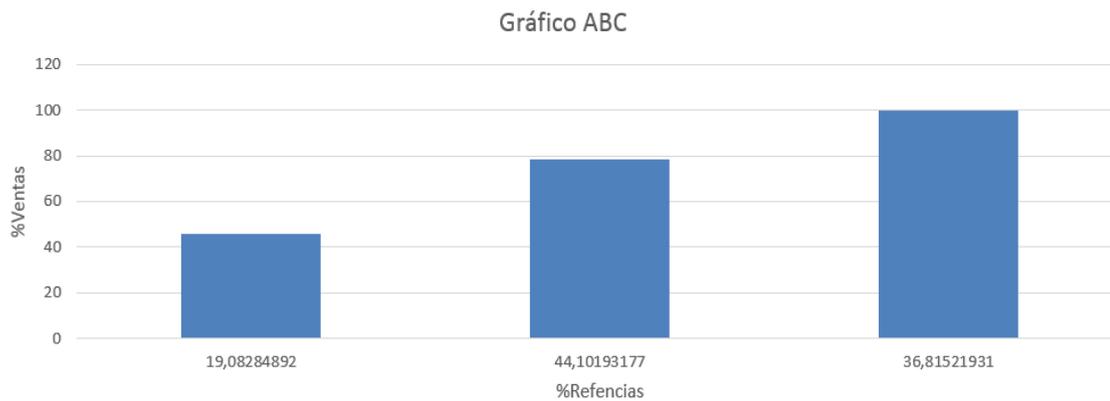
Familia	DESCRIPCION	Stock min Picking (m ³)	Stock máx Piking (m ³)	Stock Reserva Min (m ³)	Stock Reserva Máx (m ³)
A	iluminación	0	0,019	0,106	0,214
B	mecanismos	0	0,038	0,267	0,484
C	elementos de protección	0	2,932	25,112	41,350
D	automatismos	0	0,090	0,520	0,993
E	iluminación exterior	0	159,379	1344,001	2247,398
F	transformadores	0	86,702	978,646	1490,365
G	cable baja tensión	0	0,229	2,242	3,561
H	cable media tensión	0	0,091	0,832	1,437
I	auxiliares	0	0,056	0,574	0,862
TOTAL		0	249,541	2352,303	3786,667

3.7. Análisis ABC

En el punto 2.2 se ha hablado sobre lo que es el análisis ABC o ley de Pareto, en este apartado se detallan que, para los 3 tipos de referencias, cuanto tanto por ciento de las referencias suponen el tanto por ciento de las ventas.

En la figura 1 se puede observar cuando la configuración ABC se encuentra en un estado ideal, pero siguiendo con nuestro diseño, en nuestro caso, nos encontramos con la siguiente distribución, ver figura 6:

Figura 6. Gráfica ABC



Como se puede observar en la figura 6 se obtiene la siguiente representación:

- Artículos A: el 19,08% de las referencias suponen el 45,73% de las ventas
- Artículos B: el 44,10% de las referencias suponen el 32,52% de las ventas
- Artículos C: el 36,81% de las referencias suponen el 21,75% de las ventas

4. Primera configuración

4.1. Introducción

Una vez definido el perfil de inventario de nuestro almacén y tras haber analizado los puntos anteriores, procedemos a la toma de decisiones para la elección de los medios de almacenamiento para el diseño del almacén.

En primer lugar, para la primera iteración, se ha decidido utilizar un almacén convencional ya existente, la inversión será pequeña y se utilizarán paletas como cajas convencionales, sin medios de manutención automáticos. En este caso la tarea de los operarios será fundamental y se buscará que sus tareas sean los más sencillas posibles.

4.2. Perfil de inventario para la primera iteración.

Para la realización del inventario, se debe calcular el volumen de almacenamiento, diferenciando entre las referencias que son paletizables y las que no paletizables para que sea más factible el poder realizar un análisis en profundidad y conseguir mejorar este primer diseño.

Para el cálculo del perfil de inventario se utiliza el análisis ABC. En la siguiente tabla 19, se muestran los datos para realizar los primeros cálculos y posteriormente realizar el análisis:

Tabla 19. Datos iniciales

Familia	Ref.	Coste (€/ud)	Venta (uds/año)	Volumen (l/ud)	Plazo aprov. (días)	Stock mínimo (semanas)	Stock máximo (semanas)
D	16	27,05	1	0,04	11	9	11
C	3224	23,51	17	0,97	26	3	15
D	4162	4,19	1	0,72	13	3	9
I	5188	0,04	1	0,04	11	8	14
E	7275	359,92	87	82,43	10	8	10
B	9459	0,13	37	0,12	22	3	10
F	10360	426,33	1	105,00	17	12	15
C	12084	2,67	19	5,95	21	4	12
E	14760	148,49	22	0,18	6	5	7
C	16593	3,33	11	0,01	25	4	6

Para la obtener el volumen (m³) de las ventas anuales, debemos dividir entre 1000 el volumen por unidad puesto que está en l/ud y multiplicar las unidades vendidas de cada referencia este valor. Gracias a estos cálculos podremos comenzar.

Para encontrarlo se estima a partir del stock mínimo de los datos de partida, las ventas semanales y el volumen unitario. Para el stock máximo se ha hecho lo mismo, sustituyendo el mínimo por el stock máximo. Se necesita el volumen de pedido en m³ para cada referencia entre el volumen correspondiente a una paleta, en este caso es (1,1x0,8x1,2). Las referencias serán paletizables si el volumen es superior a 0,5 m, sin embargo, cuando sea inferior será no paletizables.

Tabla 20. Perfil de inventario por referencias

Familia	Referencia	Volumen (m ³ /ud)	Volumen venta anual (m ³ /año)	Volumen de pedido (m ³)
E	19	0,105	9,345	1,400
E	26	0,006	1,566	0,052
E	57	0,046	0,186	0,024
E	97	0,105	0,21	0,013
E	120	0,105	117,285	3,905
E	161	0,105	30,03	0,999
E	163	0,008	1,854	0,123
E	273	0,105	8,085	0,807
E	369	0,105	30,45	1,0138
...

Una vez que se ha calculado todos los datos necesarios, se observa si tenemos las referencias paletizables o no paletizables, ya se puede determinar las dimensiones de picking y reserva.

4.3. Medios de almacenamiento

4.3.1. No paletizables

Las diferentes referencias que corresponden a los artículos almacenados serán preparados en cajas atendiendo a su volumen máximo, teniendo en cuenta, que cada caja habrá una referencia, no se almacenará en una sola caja dos referencias, aunque por espacio lo permita. Según la normativa ISO 3394 (medida externa), citada en (*LegisComex. Sistema de Inteligencia Comercial.*, sin fecha) dicta las dimensiones de las cajas tipo master, los palets o plataformas y de las cargas paletizadas.

A continuación, se adjunta una tabla 21 con las medidas de las cajas que se utilizarán:

Tabla 21. Tamaño de cajas

Tipo	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m ³)
Tipo I	0,6	0,4	0,4	0,096
Tipo II	0,3	0,2	0,2	0,012

Cabe destacar que las cajas tipo II son la mitad de tipo I, todo ello para que se puedan apilar de forma más sencilla. En segundo lugar, según su volumen unitario: se van a clasificar las categorías A, B y C:

Tabla 22. Número de artículos no paletizables por tamaños

Categoría	$X > 0,096 \text{ m}^3$	$0,012 \text{ m}^3 < X < 0,096 \text{ m}^3$	$X < 0,012 \text{ m}^3$
A	572	448	1658
B	762	403	5583
C	491	753	4535

Observando los datos presentes en la tabla anterior, podemos concluir que, no todos los artículos caben en todas las cajas. Esta tabla es meramente informativa y nos indique si una unidad de un artículo cabe en las medidas de las cajas.

Esto ocurre en los 1825 artículos, que no optan a utilizar las cajas tipo I, por lo que es necesario el uso de otras u otro tipo de distribución para el aprovechamiento de las dimensiones en concordancia al volumen del artículo.

Conociendo la definición de perfil de inventario y los volúmenes de las cajas, nos centraremos en el diseño de las estanterías y los huecos para cada categoría. Para maximizar la superficie que se ha diseñado, se opta por dividirla en 2 huecos que llevaran cajas con diferentes volúmenes.

El primer espacio será para cajas con un volumen de $0,096 \text{ m}^3$ y el segundo espacio será para las que contengan un volumen de $0,012 \text{ m}^3$. Por esto es importante saber el tamaño de las cajas donde guardar los artículos.

Tabla 23. Número de artículos no paletizables según las zonas y tamaños

	Zona Picking		Zona Reserva	
	$X > 0,012 \text{ m}^3$	$X \leq 0,012 \text{ m}^3$	$X > 0,012 \text{ m}^3$	$X \leq 0,012 \text{ m}^3$
A	1020	2230	1181	2069
B	1165	6345	1178	6332
C	1244	5026	1065	5205

Aquellas referencias que superan el stock de 0,012 metros cúbicos se van a almacenar en los huecos correspondientes de ese volumen, es decir, no habrá combinaciones de huecos para una misma referencia. Las dimensiones de los huecos son las siguientes:

Tabla 24. Medidas de los huecos

Huecos	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m ³)
Tipo I	0,7	0,5	0,5	0,175
Tipo II	0,4	0,3	0,3	0,036

Una vez determinadas las medidas y las características de las diferentes categorías se pueden comenzar con el diseño de las estanterías. Las estanterías tendrán una altura máxima de 10 metros, esto se debe a que las carretillas pueden alcanzar una altura máxima de 12 m y unos pasillos de 2 m.

En cuanto a la última medida las estanterías van a tener un ancho de 2 m, independientemente del tipo de hueco, por si en algún momento se quiere hacer alguna modificación en la distribución de los artículos.

Por último, para poder realizar el análisis solo se tendrán en cuenta la rotación de las diferentes categorías, es decir, si pertenecen a las categorías A, B y C, y el volumen de stock de stock referenciado a su volumen de hueco.

4.3.1.1. Categoría de alta rotación (A)Picking:

Para dimensionar el volumen de estanterías necesarias se hace a partir de las cajas que se deben almacenar, en este caso se tienen 61 referencias con categoría tipo A que no caben en las dimensiones de las cajas tipo I, se tienen que almacenar en unas cajas especiales con las siguientes dimensiones de la tabla 25:

Tabla 25. Dimensiones para cajas tipo III

	Ancho (m)	Largo (m)	Alto (m)	Volumen (m ³)
Cajas	1,2	0,8	0,8	0,768
Huecos	1,3	0,9	0,9	1,053

Para estas 61 referencias se tienen 61 huecos, que se corresponde con un volumen de 64,23 m³ que van en cajas especiales.

Para diseñar la zona de picking de la categoría A, hacen falta 384 huecos de tipo I y 2714 huecos de tipo II. El volumen que ocupan los huecos tipo I es de 67,2 m³, mientras que los huecos tipo II es de 97,7 m³, sumando ambos volúmenes obtenemos 164,9 m³. Se debe poner un margen de seguridad del 15%, este margen de seguridad es debido a las variaciones de stocks que pueden surgir a lo largo del día.

A continuación, dimensionamos la zona de picking para la categoría A:

Tabla 26. Dimensiones picking para categoría A

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	1,4
Largo zona (m)	13,54
Superficie (m ²)	18,96
Baldas (m ³)	189,63

Reserva:

Las 104 referencias con categoría tipo A que no caben en las dimensiones de las cajas tipo I, se tienen que almacenar en unas cajas especiales con las siguientes dimensiones de la tabla 25. Se tiene unos 104 huecos para estas referencias que van en cajas especiales 109 m³.

Para diseñar la zona de reserva de la categoría A, hacen falta 319 huecos de tipo I y 2069 huecos de tipo II. El volumen que ocupan los huecos tipo I es de 55,9 m³, mientras que los huecos tipo II es de 130,4 m³, sumando ambos volúmenes obtenemos 186,3 metros cúbicos. Se debe poner un margen de seguridad del 15%, este margen de seguridad es debido a las variaciones de stocks que pueden surgir a lo largo del día, este margen se va a poner tanto en picking como en reserva.

A continuación, dimensionamos la zona de reserva para la categoría A:

Tabla 27. Dimensiones reserva para categoría A

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	1,4
Largo zona (m)	15,3
Superficie (m ²)	21,41
Baldas (m ³)	214,25

4.3.1.2. Categoría de media rotación (B)

Picking:

Las 76 referencias con categoría tipo B que no caben en las dimensiones de las cajas tipo I, se tienen que almacenar en unas cajas especiales con las dimensiones de la tabla 25:

Se tienen 76 huecos que van en cajas especiales 80,03 m³, esto se debe a las grandes dimensiones de las diferentes diferencias, como se ha visto en las imágenes anteriormente.

Para diseñar la zona de picking de la categoría B, hacen falta 376 huecos de tipo I y 6862 huecos de tipo II. El volumen que ocupan los huecos tipo I es de 65,8 m³, mientras que los huecos tipo II es de 247,03 m³, sumando ambos volúmenes obtenemos 312,83 m³. Hay que incluir el margen de seguridad.

A continuación, dimensionamos la zona de picking para la categoría B:

Tabla 28. Dimensiones picking para categoría B

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	1,4
Largo zona (m)	26,7
Superficie (m ²)	35,98
Baldas (m ³)	359,76

Reserva:

Las 83 referencias con categoría tipo B que no caben en las dimensiones de las cajas tipo I, se tienen que almacenar en unas cajas especiales con las dimensiones de la tabla 25.

Se tiene un volumen de 87,4 m³ para los 83 huecos que no caben en las dimensiones de las cajas convencionales.

Para diseñar la zona de reserva de la categoría B, hacen falta 489 huecos de tipo I y 6332 huecos de tipo II. El volumen que ocupan los huecos tipo I es de 85, m³, mientras que los huecos tipo II es de 228 m³, sumando ambos volúmenes obtenemos 313 m³. Hay que incluir el margen de seguridad. A continuación, dimensionamos la zona de reserva para la categoría B:

Tabla 29. Dimensiones reserva para categoría B

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	1,4
Largo zona (m)	25,71
Superficie (m ²)	36
Baldas (m ³)	359,95

4.3.1.3. Categoría de baja rotación (C)Picking:

Las 53 referencias con categoría tipo C que no caben en las dimensiones de las cajas tipo I, se tienen que almacenar en unas cajas especiales con las dimensiones tabla 25.

Se tiene un volumen de 55,81 m³ para los 53 huecos que no caben en las dimensiones de las cajas convencionales.

Para diseñar la zona de picking de la categoría C, hacen falta 178 huecos de tipo I y 5900 huecos de tipo II. El volumen que ocupan los huecos tipo I es de 31,15 m³, mientras que los huecos tipo II es de 212,4 m³, sumando ambos volúmenes obtenemos 243,55 m³. Se incluye el margen de seguridad.

A continuación, dimensionamos la zona de picking para la categoría C:

Tabla 30. Dimensiones picking para categoría C

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	1,4
Largo zona (m)	20,01
Superficie (m ²)	28,01
Baldas (m ³)	280,08

Reserva:

Las 95 referencias con categoría tipo C que no caben en las dimensiones de las cajas tipo I, se tienen que almacenar en unas cajas especiales con las dimensiones tabla 25.

Se tienen 95 huecos que ocupan volumen de 100 m³ que van en cajas especiales

Para diseñar la zona de reserva de la categoría C, hacen falta 681 huecos de tipo I y 5205 huecos de tipo II. El volumen que ocupan los huecos tipo I es de 119,2 m³, mientras que los huecos tipo II es de 187,4 m³, sumando ambos volúmenes obtenemos 306,6 m³. Se incluye el margen de seguridad.

A continuación, dimensionamos la zona de reserva para la categoría C:

Tabla 31. Dimensiones reserva para categoría C

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	1,4
Largo zona (m)	25,19
Superficie (m ²)	35,53
Baldas (m ³)	352,59

4.3.2. Paletizables

Hay que tener en cuenta que para las referencias paletizables tipo A y B se van a distribuir en estantería de doble hueco, con las siguientes medidas:

Tabla 32. Dimensiones para paletas y huecos

Palet		Hueco	
Alto zona (m)	0,8	Alto zona (m)	1,7
Ancho zona (m)	1,2	Ancho zona (m)	1,3
Largo zona (m)	1,2	Largo zona (m)	1,3
Volumen (m ³)	1,152	Volumen (m ³)	2,873

Picking:

Para las referencias que son paletizables, para la parte de picking, se tienen que almacenar 15 artículos de tipo A, 60 artículos de tipo B y 43 artículos de tipo C.

Comenzamos con los artículos tipo A, se tienen que almacenar 15 huecos, lo cual corresponde con un estante de 1,27 m de largo.

Para los artículos tipo B, se tienen que almacenar 60 huecos, lo cual corresponde con un estante de 5,07 m de largo.

Por último, los artículos tipo C, se tienen que almacenar 43 huecos, lo cual corresponde con un estante de 3,63 m de largo.

En estos casos se ha puesto lo mínimo, que es lo que ocuparía un palet.

Reserva:

Para las referencias que son paletizables, para la parte de reserva, se tienen que almacenar 560 referencias de tipo A, 440 referencias de tipo B y 184 referencias tipo C. Hay que tener en cuenta el margen de seguridad del 15%.

Comenzamos con los huecos tipo A, se tienen que almacenar 560 artículos, lo cual corresponde con 2040 huecos.

Se dimensiona la zona de reserva paletizables para la categoría A:

Tabla 33. Dimensiones para paletas para la categoría A

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	3,4
Largo zona (m)	198,24
Superficie (m ²)	674,01
Baldas (m ³)	6740,06

Para las referencias tipo B, se tienen que almacenar 440 artículos, lo cual corresponde con 1169 huecos.

Se dimensiona la zona de reserva paletizables para la categoría B:

Tabla 34. Dimensiones para paletas para la categoría B

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	3,4
Largo zona (m)	45,53
Superficie (m ²)	154,82
Baldas (m ³)	1548,18

Por último, los huecos tipo C, se tienen que almacenar 184 artículos, lo cual corresponde con 477 huecos.

Se dimensiona la zona de reserva paletizables para la categoría C:

Tabla 35. Dimensiones para paletas para la categoría C

Alto zona (m)	10
Ancho zona (m)	0,9
Largo zona (m)	70,22
Superficie (m ²)	63,32
Baldas (m ³)	631,93

4.3.3. Medios de manutención

Según las instrucciones de la dirección, se requieren ciertos recursos para la adecuada operación del almacén de la empresa. Determinando la jornada laboral a 8h al día, repartidas 4h en la recepción y reabastecimiento de material en horario de mañana y en preparación de pedidos y 4h en la expedición en horario de tarde. Se ha hecho una investigación para conocer qué cantidad de líneas de pedido es necesario mover por hora para servir a los clientes dentro de los 4 días de plazo máximo de servicio.

Transporte de paletas:

Para las líneas de pedido de las paletas, el pedido máximo en un día es de 19. Se calcula la productividad necesaria para servir en los 4 días establecidos el mayor número de paletas pedidas.

Para una productividad de 5 líneas de pedido/día solo es válida si no se producen retrasos y regresan pedidos no servidos del día anterior. Para las unidades que no son, se estiman 26 paletas, teniendo una productividad de 7 líneas de pedido por día.

Para este apartado se ha estimado los medios de manutención expuestas en la tabla 36. En función de las líneas de pedido necesarias:

Tabla 36. Producción necesaria para paletas

Prod. Nec. LP/día	Total LP/hora
7	2

Cajas y unidades:

Para las líneas de pedido para cajas y unidades el pedido máximo en un día es de 760 cajas y 1894 unidades. Se calcula cual sería la productividad necesaria para servir en 4 días con el mayor número de LP de cajas y unidades pedidas, en este caso 664 LP/día, unas 166 LP/hora.

Según la productividad necesaria para cajas y unidades se han elegido, conforme a la tabla 37:

Tabla 37. Producción necesaria para cajas y unidades

Prod. Nec. LP/día cajas	Prod. Nec. LP/día unidades	Prod. Nec. LP/día total	Total LP/hora
760	1894	2654	664

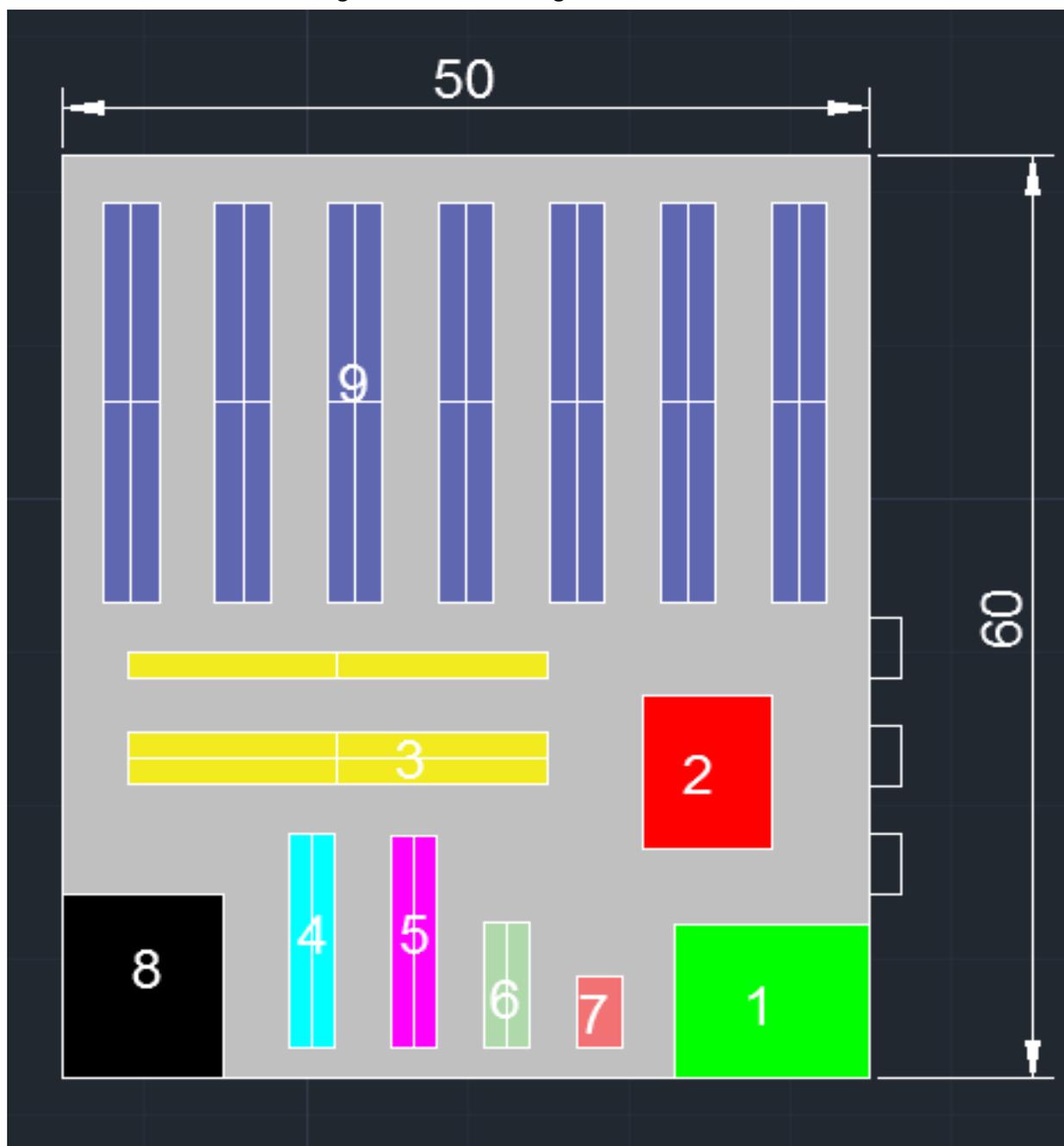
Por último, se ve una tabla 38, con las líneas de pedido que se realizan diariamente se determinan el número de medios de manutención tanto paletas como unidades y cajas:

Tabla 38. Medios de manutención

Medios de manutención	Unidades	Lineas de pedido por hora de operario	Lineas de pedido necesarias por hora de operario
Carretilla contrapesada	1	22	2
Carretilla recoge-pedidos en altura	9	720	664
Total		6502	5978

4.4. Diseño primera configuración.

Figura 7. Primera configuración



Leyenda:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Zona oficina | 5. Picking referencias tipo B |
| 2. Zona de expedición | 6. Picking referencias tipo C |
| 3. Reserva no paletizables | 7. Picking artículos para cajas tipo III |
| 4. Picking referencias tipo A | 8. Zona maquinaria |
| | 9. Zona reserva |

4.5. Análisis económico

Para el análisis económico del almacén, se analizarán las diferentes instalaciones y equipos, personal necesario, mantenimiento, etc. En la tabla 39, 40 y 41, se presentan los costes tanto de la instalación como del personal para la realización del almacén.

Tabla 39. Costes de instalación

	Unidades (ud)	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Vida útil (años)	Amortización (€/año)	Coste anual (€)
Superficie de nave	3000	500	1.500.000	25	60000	60000
Estructura de nave	1	20000	20.000	10	2000	2000
Sistema de seguridad	1	12000	12.000			12000
Servicios (agua, luz, wifi...)	3000	30	90.000			90.000
Almacenamiento	1150	28	32.200	10	3220	3.220
Medios de manutención			27.250			27.250
Hardware y software	1	250000	250.000	8	31250	31.250
Cajas	38745	2	77.490	10	7749	7.749
Total			2.008.940			233.469

Tabla 40. Costes de persona

Personal	Cantidad	Coste por persona (€/pers)	Total (€/año)
Jefe de almacén	1	40000	40.000
Administrativos	2	27000	54.000
Operarios	8	20000	160.000
Total			254.000

Tabla 41. Mantenimiento de energía

Concepto	Coste (€/año)
Equipamiento móvil	4.000
Mantenimiento	5.000
Coste energético	52.250
Total	61.250

Para poder comenzar a la construcción o desarrollo del proyecto, es necesario realizar un avance de los costes y de la inversión, por ello, en la tabla 42, se presenta el resultado de lo que cuesta realizar la primera configuración.

Tabla 42. Resultado de costes e inversión de primera configuración

Inversión total (€)	2.324.190
Coste anual (€/año)	548.719

4.6. Conclusiones de la primera configuración

Con ayuda de los datos calculados con anterioridad, podemos sacar como conclusión que el coste de la superficie del almacén es superior a lo que se tenía preestablecido.

Esto ocasionado por el elevado número de estanterías colocadas en la primera configuración, para poder liquidar los artículos del almacenaje

A partir del coste de inversión anual, permite cuantificar las decisiones tomadas anteriormente sobre el almacén. La inversión total es de 2.324.190 € y a largo plazo, el pago anual tendrá un coste de 548.719 €.

Aunque da la impresión de que es un coste elevado, no es posible determinar si las decisiones que se han ido sosteniendo son las óptimas. Para poder afirmarlo, es necesario

llevar a cabo varias configuraciones con la finalidad de comparar resultados y mejorar las configuraciones.

Para proseguir con las siguientes configuraciones en el diseño del almacén se buscará otras opciones de cambio, pongamos el caso de agrupar las paletas, reducir la cantidad de pasillos, disminuir el personal y ajustar el tamaño de los huecos al formato logístico, utilizando otro tipo de estanterías.

Para rectificar las decisiones que se han tomado, con visión de futuro, se centrarán en modificar los costes de superficie, mano de obra, de manutención, etc, para que se disminuya la superficie de almacenaje.

5. Segunda Configuración

5.1. Introducción

Para dar principio a la primera configuración, se ha utilizado medios y estanterías convencionales y se utiliza maquinaria estándar (*Machineseeker.es - Motor de búsqueda para máquinas de segunda mano*, sin fecha). El análisis de los costes forma parte de la superficie requerida para el almacén, así como la cantidad de personal. Para tener una mejora en esta situación, hay que tener presente el objetivo del proyecto. Para continuar con la siguiente configuración, hay que reconstruir un parte de la superficie. Se procederá a automatizar una parte, mediante el uso de los mini-loads y trans-elevadores de 20m. (Junghheinrich AG, sin fecha y Ractem, 2021)

5.2. Perfil de inventario para la segunda iteración

Con el fin de crear la segunda iteración, se tiene que los volúmenes estimados en los apartados descritos en el punto 4, son los que serán aprovechados para esta configuración nueva, utilizando tanto las referencias sean o no paletizables.

Por tanto, para la segunda iteración, se opta por utilizar paletas de doble hueco para la zona de reserva para las referencias cuyo formato logístico sea mono-referencia.

5.3. Medios de almacenamiento

Para esta segunda oportunidad, es necesario recordar que las decisiones tomadas con anterioridad deben ser mejoradas, para así, crear una iteración óptima. Para la poner en marcha la primera resolución, se tiene que aumentar la altura a 20 m de almacenaje como máximo. Esta propuesta se basa en los huecos de las paletas, cuya medida es de 1,3 m ampliada a 15 paletas por estantería.

En cuanto a los huecos para las referencias no paletizables se apilan conforme a 40 cajas, dado que la altura para las referencias no paletizables son de 0,5 m. Por otra parte, en cuanto al ancho de los huecos se mantiene con 0,7 m, por esta razón, las estanterías tienen 1,4 m de profundidad.

En tanto que para las referencias paletizables se tiene un ancho de 0,8 m, al utilizar estanterías de doble hueco y cuya anchura para las estanterías será de 3,4 m.

Se mantienen las dimensiones de cajas, paletas y huecos de la primera configuración, solamente se cambiará las dimensiones de las estanterías para las referencias tipo C paletizables y se emplean las estanterías de doble hueco para la zona de reserva.

5.3.1. No Paletizables

Para el almacenamiento de referencias no paletizables, se unificarán las partes de picking y de reserva, todo ello con el objetivo de reducir los costes utilizando el mini-load. (Ractem, 2021) A continuación, se especifica el volumen necesario para la zona de picking, tabla 43, y para la zona de reserva, tabla 44, que posteriormente se unirán

Tabla 43. Volumen para la zona de picking

Suma volumen stock medio (m ³)	Volumen de hueco (m ³)	Huecos totales	Volumen necesario (m ³)
161,939	0,175	6960	1218

Tabla 44. Volumen para la zona de reserva

Suma volumen stock medio (m ³)	Volumen de hueco (m ³)	Huecos totales	Volumen necesario (m ³)
102,692	0,175	4414	772,45

5.3.2. Paletizables

Hay que tener en cuenta que para las referencias paletizables se van a distribuir en estantería de doble hueco, con las siguientes medidas en la tabla 45:

Tabla 45. Distribución de referencias en relación a palet-hueco

Palet		Hueco	
Alto zona (m)	0,8	Alto zona (m)	1,7
Ancho zona (m)	1,2	Ancho zona (m)	1,3
Largo zona (m)	1,2	Largo zona (m)	1,3
Volumen (m ³)	1,152	Volumen (m ³)	2,873

Picking:

Para la zona de picking, las referencias que son paletizables, se almacenan 15 artículos de tipo A, 60 artículos de tipo B y 43 artículos de tipo C. Estas medidas están contempladas como mínimas ya que es lo que ocupa un palet.

A continuación, describiremos la longitud de los estantes:

- Comenzamos con los artículos tipo A, se tienen que almacenar 15 artículos, lo cual corresponde con un estante de 0,9 m de largo.
- Para los artículos tipo B, se tienen que almacenar 60 artículos, lo cual corresponde con un estante de 0,9 m de largo.
- Por último, los artículos tipo C, se tienen que almacenar 43 artículos, lo cual corresponde con un estante de 0,9 m de largo.

Reserva:

Para las referencias que son paletizables, para la parte de reserva, se tienen que almacenar 560 artículos de tipo A, 440 artículos de tipo B y 184 artículos tipo C.

Comenzamos con los huecos tipo A, se tienen que almacenar 560 artículos, lo cual corresponde con 2040 huecos. Para para la categoría A se dimensiona la zona de reserva paletizables se presenta en la tabla 46:

Tabla 46. Dimensionamiento de zona de reserva para categoría A

Alto zona (m)	20
Ancho zona (m)	3,4
Largo zona (m)	86,19
Superficie (m ²)	293,05
Baldas (m ³)	5860,92

Para las referencias tipo B, se tienen que almacenar 440 artículos, lo cual corresponde con 1169 huecos. Se dimensiona la zona de reserva paletizables para la categoría B, presentes en la tala 47:

Tabla 47. Dimensionamiento de zona de reserva para categoría B

Alto zona (m)	20
Ancho zona (m)	3,4
Largo zona (m)	19,8
Superficie (m ²)	67,31
Baldas (m ³)	1346,24

Por último, los huecos tipo C, se tienen que almacenar 184 artículos, lo cual corresponde con 477 huecos. Se dimensiona la zona de reserva paletizables para la categoría C, desarrolladas en la tabla 48:

Tabla 48. Dimensionamiento de zona de reserva para categoría C

Alto zona (m)	20
Ancho zona (m)	3,4
Largo zona (m)	8,08
Superficie (m ²)	27,48
Baldas (m ³)	549,5

5.4. Medios de manutención

Para la selección de los medios de manutención para la segunda configuración, comenzamos por optar entre dos opciones, los medios convencionales, igual a la configuración 1 para paletas, y automáticos.

Por un lado, los medios de manutención automáticos serán de tipo mini-load. (DAIFUKU, 2023)

Estos son un sistema de almacenamiento automatizado tanto para cajas como bandejas, se integran en las estanterías, en el que los trans-elevadores llegan hasta la mercancía y un programa de gestión y coordina este proceso.

Este sistema de almacenaje automático sirve para cajas cuya manipulación sea considerada robotizada a partir de mercancías relativamente pequeñas que llegan de forma directa a los operarios.

Como remate final, para realizar una mejora de la primera conformación la parte principales la superficie dado su elevado coste. Una de las propuestas ya desarrolladas anteriormente es la introducción de medios de manutención automáticos, que son capaces de realizar las tareas en los pasillos pequeños, minimizando dicha superficie. En la zona de mini-load considera la gestión aleatoria para minimizar los huecos.

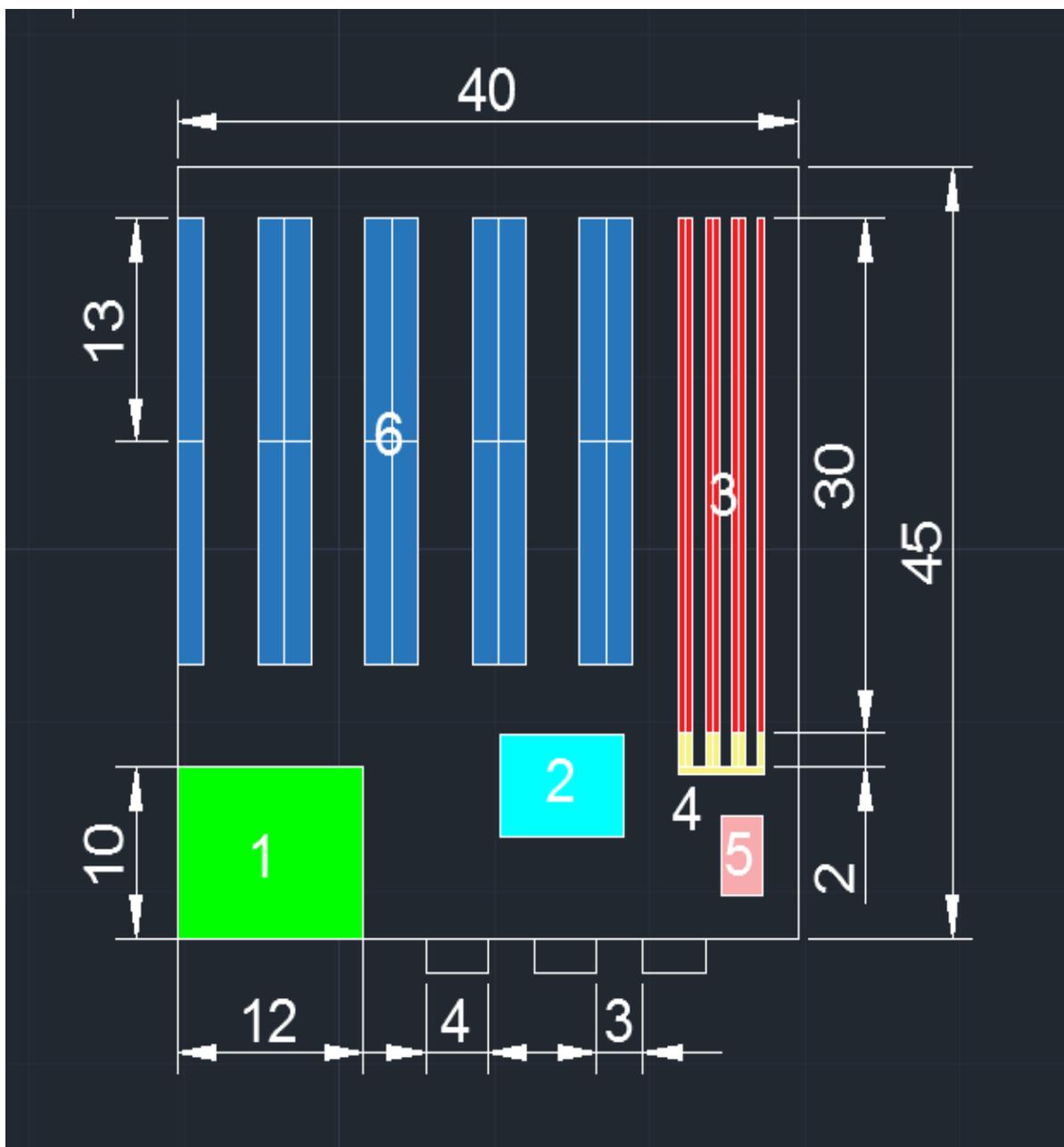
Las ventajas del mini-load son las siguientes:

- Rapidez en el picking: la automatización de este sistema es capaz de enviar la mercancía desde varios puntos simultáneos, ayuda a disminuir los tiempos de preparación de pedidos y que el trabajo sea continuo.
- Alta densidad de almacenaje: permite aprovechar el espacio con mayor calidad, ya que se puede llegar a una altura considerable. También se tiene la disminución de la anchura ya que no es de obligado cumplimiento el paso de la maquinaria y el personal.
- Reducción de errores
- Aumento de productividad
- Seguridad: este proyecto se trata de un sistema de “producto a hombre” donde el operario no se desplaza y no se expone a posibles accidentes laborales derivados de al derrumbe de las mercancías o de atropellos.

Por último, para facilitar el trabajo manual será necesario una paleta manual, que se aprovecha para el desplazamiento de pedidos, desde la zona de preparación hasta la zona de carga. También como maquinaria complementaria, se utiliza las carretillas.

5.5. Diseño segunda configuración

Figura 8. Segunda configuración



Leyenda:

- | | |
|--|--|
| 1. Zona oficina | 4. Miniload no paletizable |
| 2. Zona de expedición | 5. Picking artículos para cajas tipo III |
| 3. Estanterías para artículos no paletizable | 6. Zona reserva |

5.6. Análisis económico

Para el análisis económico del almacén en la segunda iteración, en la tabla 49, 50 y 51, se analizarán las diferentes instalaciones y equipos, personal necesario, mantenimiento, ...

Tabla 49. Costes de instalación

	Unidades (uds)	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Vida útil (años)	Amortización (€/año)	Coste anual (€)
Superficie de nave	1.800	500	900.000	25	36.000	36.000
Estructura de nave	1	20.000	20.000	10	2.000	2.000
Sistema de seguridad	1	12.000	12.000			12.000
Servicios (agua, luz, wifi...)	1.800	30	54.000			54.000
Almacenamiento	1.150	28	32.200	10	3.220	3.220
Medios de mantenimiento			300.000	10		30.000
Hardware y software	1	250.000	250.000	8	31.250	31.250
Cajas	22.420	2	44.840	10	4.484	4.484
Total			1.613.040			172.954

Tabla 50. Costes de personal

Personal	Cantidad	Coste por persona (€/pers.)	Coste (€/año)
Jefe de almacén	1	40.000	40.000
Administrativo	2	27.000	54.000
Operario	4	20.000	80.000
Total			174.000

Tabla 51. Mantenimiento de energía

Concepto	Coste (€/año)
Equipamiento móvil	4.000
Mantenimiento	100.000
Coste energético	47.750
Total	151.750

Para dar comienzo a la reconstrucción de la segunda configuración del proyecto, es necesario la realización de un avance de los costes e inversión con respecto a la primera configuración, por ello, en la tabla 52, se presenta el resultado de esos cálculos:

Tabla 52. Resultado de costes e inversión de la segunda configuración

Inversión total (€)	1.938.790
Coste anual (€/año)	498.704

5.7. Conclusiones de la segunda iteración

Para concluir, la obtención de los costes e inversión, permiten conocer la admisión de las decisiones tomadas con respecto a la primera configuración. El resultado obtenido es una reducción de costes con una diferencia respecto a la primera configuración de 385.400€ anuales, lo que el total es 1.938.790€.

Esta reducción de los costes se debe principalmente al reducir la superficie de la nave y a la misma vez influye en los gastos generales y de energía.

Según lo mencionado anteriormente, gracias al uso de los sistemas automatizados se ha notado un incremento de los costes de los medios de manutención, ya que como inconveniente es que los sistemas tradicionales son más caros. Aunque como ventaja, este incremento se compensa con la reducción de los tiempos, aumentos de productividad, reducción de errores, la seguridad, etc.

Para concluir, otro aspecto a tener en cuenta es que gracias a las automatizaciones de los sistemas crea una necesidad de personal más especializado. Esto conlleva a tener especial cuidado, con formación necesaria para las maquinarias ya que cualquier accidente podría ocasionar unos costes que no se encuentran reflejados en el análisis, tanto a nivel económico como a nivel de imagen.

6. Tercera Configuración

6.1. Introducción

Para dar principio a la primera configuración, se ha utilizado medios y estanterías convencionales y se utiliza maquinaria estándar (*Machineseeker.es - Motor de búsqueda para máquinas de segunda mano*, sin fecha). En la segunda configuración se procede a automatizar una parte, mediante el uso de los mini-loads y trans-elevadores de 20m. (Jungheinrich AG, sin fecha y Ractem, 2021). En esta tercera configuración se utiliza mini-loads tanto para picking como para reserva, cabe destacar que para esta nueva configuración se usa gestión aleatoria utilizando cualquier hueco disponible.

6.2. Perfil de inventario para la segunda iteración

Con el fin de crear la tercera iteración, se tiene que los volúmenes estimados en los apartados descritos en el punto 4, son los que serán aprovechados para esta configuración nueva, utilizando tanto las referencias sean o no paletizables.

Por tanto, para la tercera iteración, se opta por utilizar mini-loads para ambas zonas, picking y reserva, para las referencias cuyo formato logístico sea paletizables. En la segunda configuración se ha usado el mini-load solo para las referencias no paletizables.

6.3. Medios de almacenamiento

Para esta segunda oportunidad, es necesario recordar que las decisiones tomadas con anterioridad deben ser mejoradas, para así, crear una iteración óptima. Para la poner en marcha la primera resolución, se tiene que aumentar la altura a 20 m de almacenaje como máximo. Esta propuesta se basa en los huecos de las paletas, cuya medida es de 1,3 m ampliada a 15 paletas por estantería.

En cuanto a los huecos para las referencias no paletizables se apilan conforme a 40 cajas, dado que la altura para las referencias no paletizables son de 0,5 m. Por otra parte, en cuanto al ancho de los huecos se mantiene con 0,7 m, por esta razón, las estanterías tienen 1,4 m de profundidad.

En tanto que para las referencias paletizables se tiene un ancho de 0,8 m, al utilizar estanterías de doble hueco y cuya anchura para las estanterías será de 3,4 m.

Se mantienen las dimensiones de cajas, paletas y huecos de la primera configuración, solamente se cambiará las dimensiones de las estanterías para las referencias tipo C paletizables y se emplean las estanterías de doble hueco para la zona de reserva.

6.3.1. No Paletizables

No hay cambio con resto al apartado anterior, punto 5.3.1.

6.3.2. Paletizables

Para el almacenamiento de referencias no paletizables, se unificarán las partes de picking y de reserva, todo ello con el objetivo de reducir los costes utilizando el mini-load. (Ractem, 2021) A continuación, se especifica el volumen necesario para la zona de picking, tabla 53, y para la zona de reserva, tabla 54, que posteriormente se unirán.

Tabla 53. Volumen para la zona de picking

Suma volumen stock medio (m3)	Volumen de hueco (m3)	Huecos totales	Volumen necesario (m3)
384,825575	1,2	447	536,4

Tabla 54. Volumen para la zona de reserva

Suma volumen stock medio (m3)	Volumen de hueco (m3)	Huecos totales	Volumen necesario (m3)
2971,501166	1,2	3309	3970,8

6.4. Medios de manutención

Para la selección de los medios de manutención para la tercera configuración, se tiene medios automáticos de tipo mini-load. (DAIFUKU, 2023)

Además de una pequeña zona en el que las referencias no caben en cajas convencionales, sino que se almacenan en cajas tipo III. Las cajas tipo III se ha visto en la primera configuración.

Estos son un sistema de almacenamiento automatizado tanto para cajas como bandejas, se integran en las estanterías, en el que los trans-elevadores llegan hasta la mercancía y un programa de gestión y coordina este proceso.

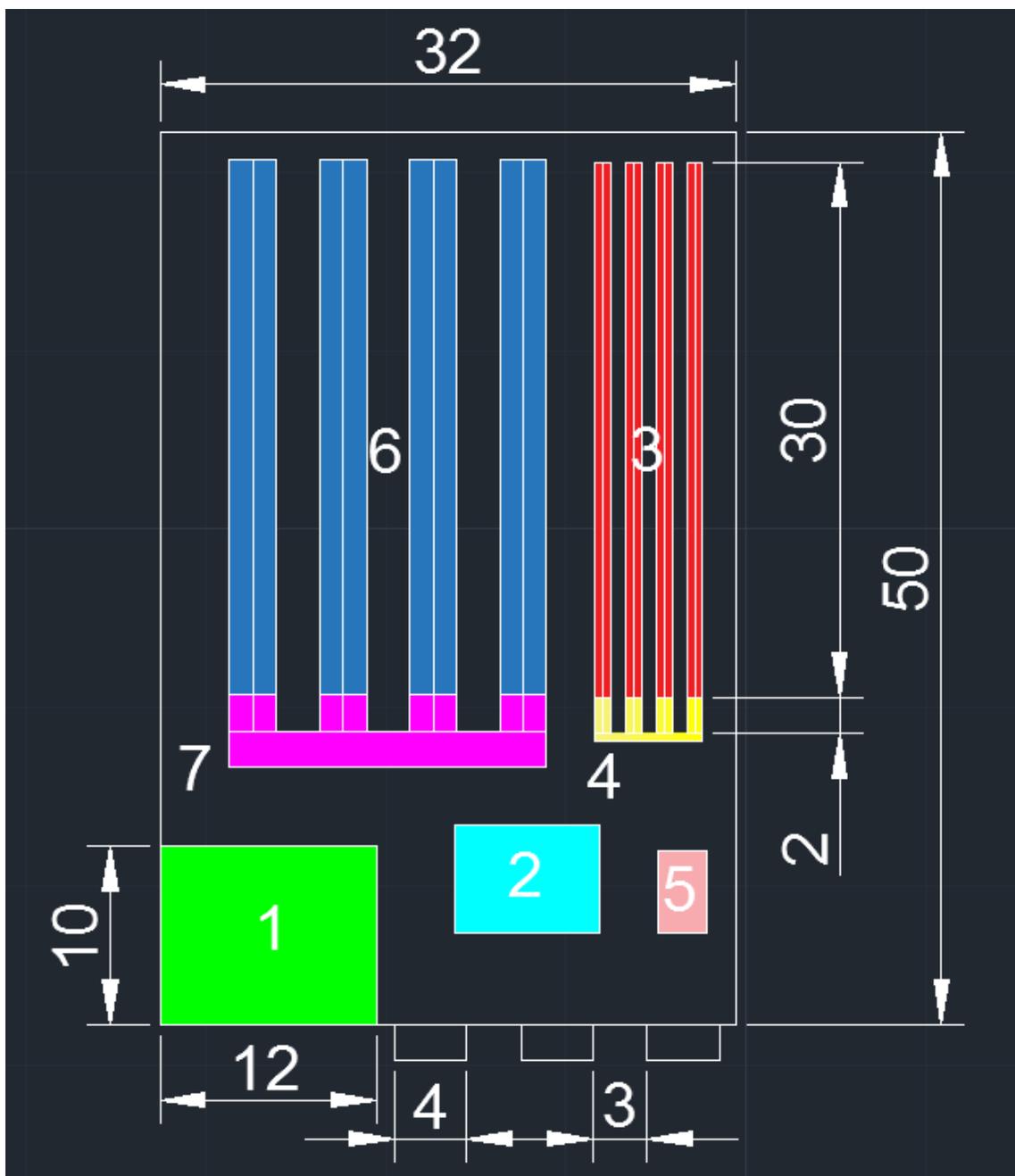
Como remate final, para realizar una mejora de la segunda configuración la parte principales la superficie dado su elevado coste. Una de las propuestas ya desarrolladas anteriormente es la introducción de medios de manutención automáticos, que son capaces de realizar las tareas en los pasillos pequeños, minimizando dicha superficie. En la zona de mini-load considera la gestión aleatoria para minimizar los huecos.

Las ventajas que proporcionan el mini-load se han visto en el apartado 5.4.

Por último, para facilitar el trabajo manual será necesario una paleta manual, que se aprovecha para el desplazamiento de pedidos, desde la zona de preparación hasta la zona de carga. También como maquinaria complementaria, se utiliza las carretillas.

6.5. Diseño tercera configuración

Figura 9. Tercera configuración



Leyenda:

- | | |
|--|---|
| 1. Zona oficina | 4. Miniload no paletizable |
| 2. Zona de expedición | 5. Picking artículos para cajas tipo III |
| 3. Estanterías para artículos no paletizable | 6. Estantería para artículos paletizables |
| 7. Miniload paletizable | |

6.6. Análisis económico

Para el análisis económico del almacén en la segunda iteración, en la tabla 55, 56 y 57, se analizarán las diferentes instalaciones y equipos, personal necesario, mantenimiento, ...

Tabla 55. Costes de instalación

	Unidades (uds)	Precio unitario (€/ud)	Inversión (€)	Vida útil (años)	Amortización (€/año)	Coste anual (€)
Superficie de nave	1.600	500	800.000	25	32.000	32.000
Estructura de nave	1	18.000	18.000	10	1.800	1.800
Sistema de seguridad	1	10.000	10.000			10.000
Servicios (agua, luz, wifi...)	1.600	30	48.000			48.000
Almacenamiento	300	28	8.400	10	840	840
Medios de manutención			300.000	10		30.000
Hardware y software	1	250.000	250.000	8	31.250	31.250
Cajas	20.170	2	40.340	10	4.034	4.034
Total			1.474.740			157.924

Tabla 56. Costes de personal

Personal	Cantidad	Coste por persona (€/pers)	Coste (€/año)
Jefe de almacén	1	40.000	40.000
Administrativo	2	27.000	54.000
Operario	2	20.000	40.000
Total			134.000

Tabla 57. Mantenimiento de energía

Concepto	Coste (€/año)
Equipamiento móvil	4.000
Mantenimiento	100.000
Coste energético	47.750
Total	151.750

Para la reconstrucción de la segunda configuración del proyecto, es necesario la realización de un avance de los costes e inversión con respecto a la primera configuración, por ello, en la tabla 58, se presenta el resultado de esos cálculos:

Tabla 58. Resultado de costes e inversión de la segunda configuración

Inversión total (€)	1.760.490
Coste anual (€/año)	443.674

6.7. Conclusiones de la tercera iteración

Anteriormente descrita en la tabla 58, se contemplan si las decisiones tomadas para el diseño de la tercera iteración son acertadas con respecto a la primera y a la segunda. Se puede observar que hay una mejora con respecto a la segunda iteración de 178.300€. La inversión total que hará la empresa será de 1.760.490€.

Esta reducción de costes se debe principalmente a la reducir de la extensión de la nave, junto con los gastos generales y de energía. Un pequeño cambio en la superficie de la nave puede tener un gran impacto en los costes.

Según se ha expuesto previamente, el uso de sistemas automatizados ha provocado una disminución en los costes. Esto conlleva que, al utilizar maquinaria automatizada en lugar de la tradicional, aumento el precio inicial, ya que, de cara al futuro, esta inversión será compensada con la reducción de tiempo, aumento de productividad, reducción de errores, seguridad, etc.

Otro aspecto a tener en cuenta es que gracias a las automatizaciones de los sistemas crea una necesidad de personal más especializado. Esto conlleva a tener especial cuidado, con formación necesaria para las maquinarias ya que cualquier accidente podría ocasionar unos costes que no se encuentran reflejados en el análisis, tanto a nivel económico como a nivel de imagen.

Como conclusión, se recomienda a dirección que se opte por la tercera configuración dado que es la configuración que menor inversión y menor costes operativos tiene, en la tabla 58 se hace un resumen de las tres configuraciones:

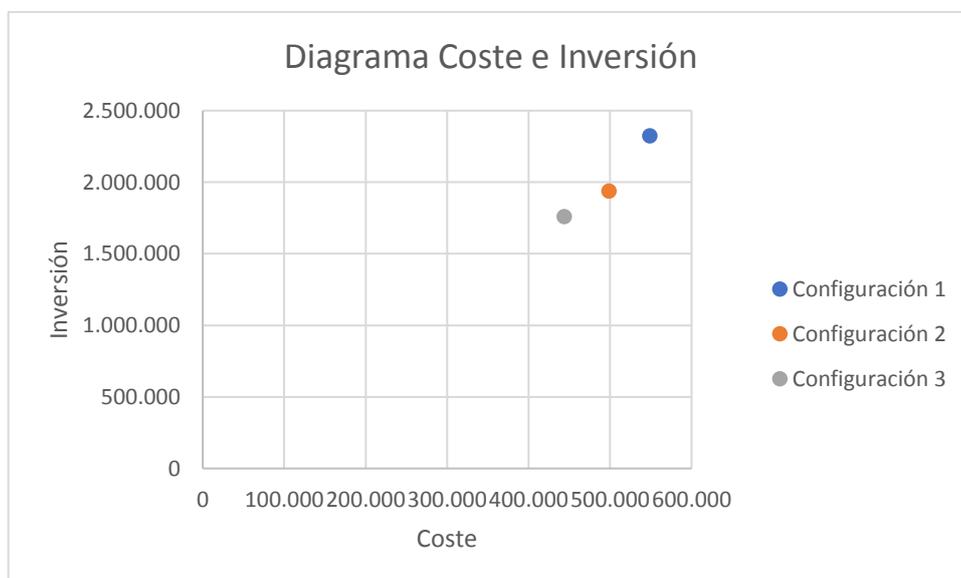
Tabla 59. Resumen de las configuraciones con respecto a los costes

	Primera configuración		Segunda configuración		Tercera configuración	
	Unidades	Coste de inversión (€)	Unidades	Coste de inversión (€)	Unidades	Coste de inversión (€)
Superficie de nave (m ²)	3.000	60.000	1.800	36.000	1.600	32.000
Servicios generales		90.000		54.000		48.000
Medios de mantenimiento		27.250		300.000		300.000
Salario		254.000		174.000		134.000
Inversión total		2.324.190		1.938.790		1.760.490
Coste anual		548.719		498.704		443.674

En la tabla 59 se comprueba que a medida que se iban haciendo mejoras el coste total de las configuraciones disminuía.

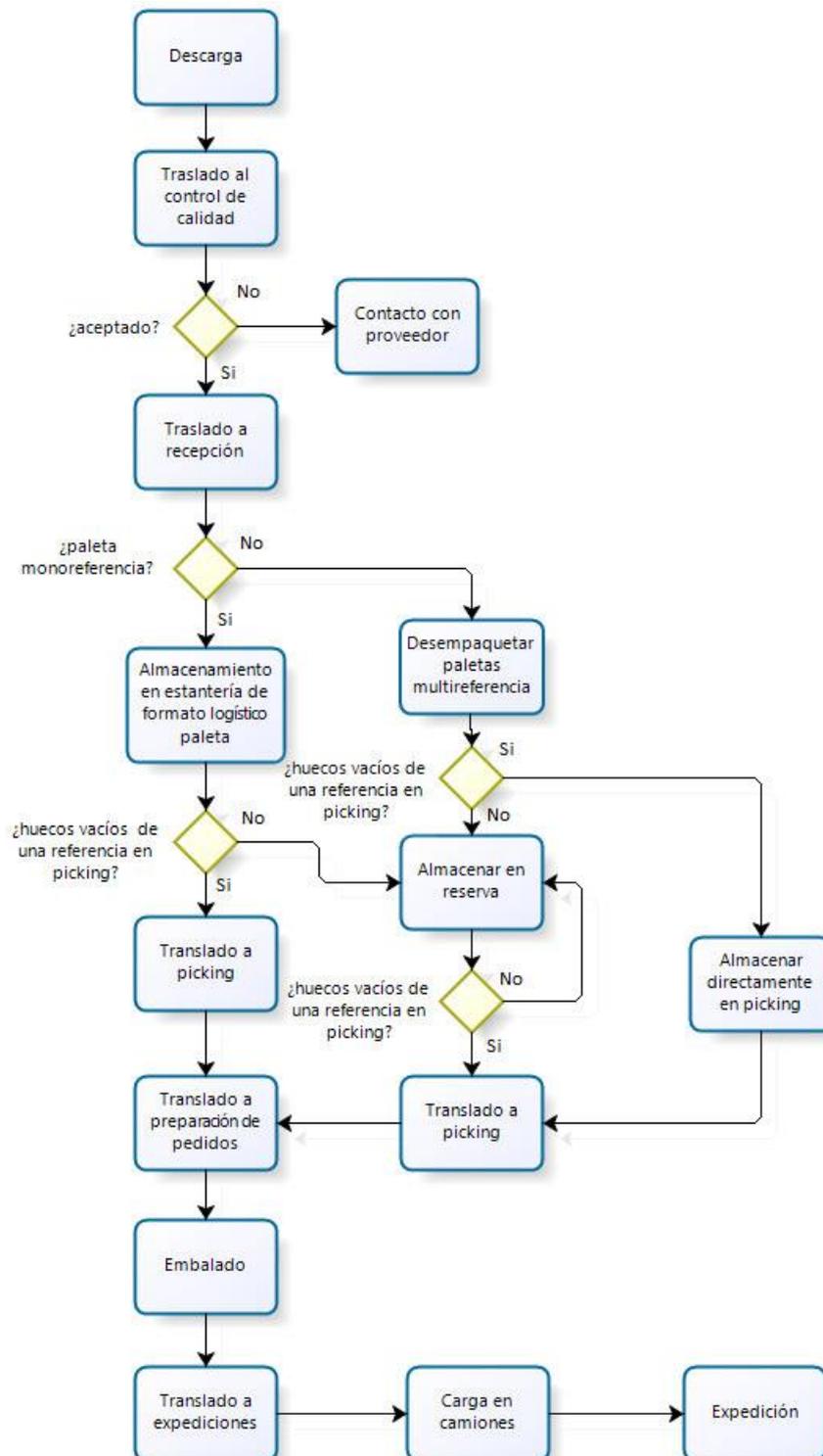
Por último, en la figura 10, tenemos una representación gráfica de los costes e inversión de cada iteración, donde la primera iteración es la peor de todas debido a las decisiones tomadas partiendo desde cero. Se observa que la segunda configuración presenta una mejora notable de los costes e inversión respecto a la primera configuración, esto se debe a las mejoras implementadas respecto a la primera configuración. La tercera configuración, donde solo tenemos medios automáticos, presenta una mejora respecto a la segunda iteración.

Figura 10. Gráfico de coste e inversión



7. Flujo logístico

Para concluir, a continuación, se presenta un diagrama de flujo con el proceso de control de trazabilidad de un artículo, desde su entrada hasta su salida y finalmente, entregado al cliente.



8. Conclusión

Para este cierre de proyecto, a continuación, se expondrán las ideas obtenidas y el resultado de la creación y diseño de un almacén de material eléctrico al por mayor.

Para comenzar, podemos decir que los almacenes han evolucionado a lo largo de los años, pasando de ser lugares de almacenamiento de productos a la creación de un centro logístico enfocado al servicio de los clientes. Estos centros tienen un impacto fundamental en el éxito de las empresas, estando localizadas de manera ecoeficientes.

Los objetivos del diseño, y layout de los almacenes tiene relación con la velocidad de la preparación de los pedidos, la exactitud y la organización de las existencias, todos ellos relacionado para conseguir los objetivos de la organización.

Este trabajo se centra en la elaboración de un almacén logístico para materiales eléctricos, cumpliendo las especificaciones iniciales marcadas por la junta directiva de la empresa.

Se ha realizado un estudio de tres posibles configuraciones, en cada una de ellas, se han tomado las decisiones pertinentes, en busca de una mejora, con el objetivo de minimizar los costes de inversión. En la tabla 58, se podía observar las diferencias entre las configuraciones de manera resumida.

Contemplando la anterior tabla, se observa que el coste de inversión de la tercera configuración es inferior, excepto para los medios de manutención que contienen una elevada inversión inicial para la automatización del almacén por el mini-load.

Se puede afirmar que la maquinaria, llamada mini-load, ha mejorado en positivo todos los aspectos de la inversión generando una disminución de la superficie del almacén, los costes de agua y luz y finalmente la mano obra.

Para concluir, se propone que la mejor configuración es la tercera, no solo por la disminución del coste de la inversión total, que disminuye 563.700€ respecto a la primera configuración, la cual superaba la inversión impuesta por la dirección, y 178.300€ respecto a la segunda configuración, además la automatización del almacén mejora en tiempos, precisión y seguridad.

Bibliografía

DAIFUKU, 2023. *Unit Load Automated Storage & Retrieval System (Unit Load AS/RS)*. [En línea]

Available at: <https://www.daifuku.com/solution/intralogistics/products/automated-warehouse/unitload-asrs/>

Navarro Navarro, H. J. & Cardós Carboneras, M. J. (2011) *Diseño de un almacén central de distribución de suministros industriales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Ractem (2021) *¿Qué es un sistema Miniload?* Disponible en:

<https://www.ractem.es/blog/es-sistema-miniload>

Querol Soler, J. (2015) *DISEÑO DEL ALMACÉN CENTRAL DE UN MAYORISTA DE ARTÍCULOS DE BAZAR*. Universitat Politècnica de València.

LegisComex. Sistema de Inteligencia Comercial. (sin fecha). Disponible en:

https://www.legiscomex.com/documentos/procesoexpo_paso7#.

De Ceupe, B. (sin fecha) «¿Qué es el Picking? Concepto, fases y tipos», *Ceupe*

[Preprint]. Disponible en: <https://www.ceupe.com/blog/picking.html>

Grecher (2021) «¿Cómo Hacer Un Layout? 1 octubre. Disponible en:

<https://uncomohacer.com/como-hacer-un-layout/>

Marco, J.A. (2022) «Los Procesos Operativos Fundamentales del Almacén», *Logística*

Hoy - IMF Smart Education [Preprint]. Disponible en: <https://blogs.imf->

<formacion.com/blog/logistica/logistica/procesos-operativos-almacen/>

ESTANDARIZACIÓN Y EFICIENCIA DE ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO

Y MUELLES DE LOGÍSTICA DE SALIDA DE HWI - PDF Descargar libre (sin

fecha). Disponible en: <https://docplayer.es/50905899-Estandarizacion-y->

<eficiencia-de-almacen-de-producto-terminado-y-muelles-de-logistica-de-salida->

[de-hwi.html](#). (cita textual para texto: (ESTANDARIZACIÓN Y EFICIENCIA DE ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO Y MUELLES DE LOGÍSTICA DE SALIDA DE HWI - PDF Descargar libre, sin fecha))

Sistema de recuperación y almacenamiento automatizado Miniload (Miniload AS/RS) /

Sistema automatizado de almacenamiento y recuperación (AS/RS) / Productos /

Intralogistics / Soluciones / DAIFUKU (sin fecha). Disponible en:

<https://www.daifuku.com/es/solution/intralogistics/products/automated-warehouse/miniload-asrs/>.

Machineseeker.es - Motor de búsqueda para máquinas de segunda mano (sin fecha).

Disponible en:

https://www.machineseeker.es/main/search/index?manufacturer=Mecalux&landing=Mecalux&landing2=Mecalux&msclkid=845b8effdf3a12ab19f4ea67744fff3c&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=6_Suche_ES_Hersteller_Keywords_neu&utm_term=Mecalux&utm_content=Mecalux

Jungheinrich AG (sin fecha) Apiladores eléctricos de compra y alquiler / Jungheinrich.

Disponible en: [https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-](https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-nuevas/transpaletas/apiladores-electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apiladores)

[nuevas/transpaletas/apiladores-](https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-nuevas/transpaletas/apiladores-electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apiladores)

[electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&](https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-nuevas/transpaletas/apiladores-electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apiladores)

[utm_medium=cpc&utm_campaign=es-](https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-nuevas/transpaletas/apiladores-electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apiladores)

[ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7](https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-nuevas/transpaletas/apiladores-electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apiladores)

[C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apil](https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-nuevas/transpaletas/apiladores-electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apiladores)

[adores.](https://www.jungheinrich.es/productos/carretillas-nuevas/transpaletas/apiladores-electricos?msclkid=378cb2e2db3b11c9a2bdd67a77a48824&utm_source=bing&utm_medium=cpc&utm_campaign=es-ES%20%7C%20SEARCH%20%7C%20Electric%20Pallet%20Stackers%20%7C%20Generic%20%7C%20NonBrand&utm_term=apilador&utm_content=Apiladores)

DISEÑO DEL ALMACÉN CENTRAL DE UN MAYORISTA DE MATERIALES ELÉCTRICOS DE 17.000 ÍTEMS

Hualpa Zúñiga, A. M. & Suarez Roldan, C. (2013) Ubicación y dimensionamiento como parámetros en el diseño de almacenes: revisión del estado de arte. *Ingeniería*. 18 (1),.

Querol Soler, J. (2015) *DISEÑO DEL ALMACÉN CENTRAL DE UN MAYORISTA DE ARTÍCULOS DE BAZAR*. Universitat Politècnica de València.

Navarro Navarro, H. J. & Cardós Carboneras, M. J. (2011) *Diseño de un almacén central de distribución de suministros industriales*. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.