

I.- PRINCIPIOS DEL DISEÑO DE ALMACENES

2.- PRINCIPIOS BÁSICOS DEL ALMACENAJE Y CLASIFICACIÓN DE LOS ALMACENES

En este apartado se va a centrar en definir los principios que se deben tener en cuenta a la hora de gestionar un almacén en primer lugar, y a continuación se pasará a hacer una clasificación de los tipos de almacenes que se pueden encontrar.

A la hora de gestionar un almacén, se debe tener presente una serie de principios básicos que garanticen un óptimo funcionamiento del mismo:

- En primer lugar se debe atender a la coordinación: se debe tener en cuenta que el almacén no es un ente aislado del resto empresa, sino que forma parte de la misma. En este sentido, la función de almacenaje debe estar coordinada con las funciones de aprovisionamiento, producción y distribución, entre otras, adoptando los principios de la logística integral.

- En segundo lugar se debe tener en cuenta el principio del equilibrio: un almacén debe cuidar esencialmente dos aspectos primordiales, como son el nivel de servicio, por una parte, y el nivel de inventario, por otro lado. Muchas veces, cuando se trata de optimizar una de las variables, el servicio o el inventario puede que se esté perjudicando a la otra, por lo que se debe tratar de buscar un equilibrio entre ambas.

- El tercer principio al que se debe prestar atención es al de minimizar. Al estudiarlo se debe igualmente prestar especial atención al espacio empleado, a las

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

manipulaciones, y a los riesgos. Analizando cada uno de estos apartados de forma individual:

- El espacio empleado, es decir, el espacio físico disponible para almacenar los productos. Este espacio debe ser aprovechado al máximo, de tal forma que la relación de los productos almacenados con respecto al espacio empleado sea máxima.
- Las manipulaciones, es decir, los recorridos y los movimientos que se pueden dar en el almacén. Cuando se habla de recorridos y de movimientos estos se refieren a los producidos tanto por las personas como por los productos. Estos recorridos y movimientos deberán ser simplificados y reducidos en la medida de lo posible. Esta reducción ayudará a eliminar, o por lo menos reducir, operaciones que no aportan valor añadido pero sí mucho coste.
- Los riesgos: no hace falta incidir demasiado en recalcar que todo almacén debe prever los riesgos tanto para su personal como para sus productos e instalaciones.
- El último principio de almacenaje que se debe tener en cuenta es el de la flexibilidad. De acuerdo con este principio, en el momento de diseñar un almacén, es recomendable tener siempre en cuenta las posibles necesidades de evolución que vaya a tener en un futuro, para así poder ir adaptándolo a las nuevas situaciones que puedan ir surgiendo.

Una vez que se han definido los principios básicos que deben regir el funcionamiento de un almacén, se pasará a analizar los distintos tipos de almacenes que podemos encontrar. Estos tipos se pueden clasificar atendiendo a diferentes factores

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

tales como la naturaleza de los artículos almacenados, o a la función logística que desempeñan los propios almacenes.

- Si se clasifican los almacenes de acuerdo a la naturaleza de los artículos almacenados se pueden encontrar almacenes de materias primas, de productos semielaborados, de productos terminados, de piezas de recambio, de materiales auxiliares...
- Si la clasificación se hace atendiendo a la función logística que desempeñan los almacenes se pueden distinguir cuatro tipos diferentes de almacenes: los almacenes de fábrica, los almacenes reguladores, los de las delegaciones y por último, las plataformas de tránsito.
 - o En primer lugar los de almacenes de fábrica, que son aquellos que se encuentran en las propias instalaciones de la fábrica y en los cuales se recibe el producto y se almacena hasta que es despachado.
 - o En segundo lugar se puede hablar de los almacenes reguladores, que son aquellos que suelen estar cerca de las plantas de fabricación, pero no dentro de las instalaciones de la propia fábrica, y que sirven para regular el flujo de productos según las necesidades del mercado.
 - o Otro tipo de almacén que se puede distinguir atendiendo a este criterio es el almacén de las delegaciones, que son almacenes con un carácter local que se encargan de dar servicio a una zona geográfica concreta.
 - o Por último se pueden destacar las plataformas de tránsito que son

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

espacios logísticos en los que la mercancía no se establece de forma permanente, sino que los productos transitan a través de las plataformas (denominadas con el anglicismo cross-docking), permaneciendo en ellas el menor tiempo posible. Este tipo de almacén se suele utilizar para operaciones de consolidación (plataformas de consolidación) y desconsolidación (plataformas de distribución) de cargas, siempre con el objetivo de optimizar el flujo logístico de los productos y de la ocupación de los camiones. En este tipo de almacenes se considera que es ideal que el producto se consolide y desconsolide tal y como llegue, y que salga a continuación sin llegar a ser guardado en el interior del almacén.

3.- ZONAS DE UN ALMACÉN

En este apartado se va a estudiar las zonas que se pueden encontrar en un almacén. No obstante, antes de comenzar con la descripción de cada una de estas zonas, es interesante recordar que no todos los almacenes tienen la misma distribución, sino que cada uno, en función de las necesidades que tengan que cubrir, las características de los productos que deban almacenar, las posibilidades de espacio, etc... tendrán una morfología u otra. Sin embargo, una vez dicho esto, sí se debe tener en cuenta que la inmensa mayoría de los almacenes presentan una serie de aspectos, funciones y zonas que son comunes entre ellos. Estas zonas, las cuales son las más importantes y que se encuentran en casi cualquier almacén son:

- Los muelles de entrada. Los muelles de entrada son aquellas zonas destinadas al posicionamiento de los camiones (en el transporte terrestre por carretera) para proceder a la descarga de la mercancía.
- Zona de recepción, de control e inspección. Normalmente es usual encontrar estas tres zonas físicamente en el mismo lugar. En ellas se procede a recibir la mercancía y ésta es inspeccionada tanto cuantitativa como cualitativamente. En el caso de que algo no esté conforme a los pedidos realizados o bien a las condiciones establecidas, será en esta zona donde se rechacen los productos. En caso contrario, es decir, en el caso en el que los productos respondan a las condiciones establecidas, se les dará el visto bueno y se les será asignada una ubicación dentro del almacén.
- Zona de almacenamiento. Esta es la zona destinada a acoger a los

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

productos que están a la espera de que sean solicitados por los sucesivos eslabones de la cadena logística. Normalmente los productos estarán almacenados en estanterías, aunque no siempre ocurre así. Esta zona es, además, la de mayor extensión dentro del almacén.

- Zona de picking. La zona de picking es una zona reservada para tener una pequeña cantidad de productos de cada referencia para así poder servirlos más rápidamente. Esta zona suele estar colocada al lado de la zona de embalaje y preparación de pedidos para minimizar los desplazamientos y los costes asociados a ellos.
- Zona de embalaje y preparación de pedidos. Una vez que los productos hayan sido solicitados, es en esta zona donde se procederá a acondicionarlos para su distribución. En concreto, en esta zona se realizarán operaciones tales como el envasado, embalado, etiquetaje, paletización o retractilado de los productos.
- Zona de expedición. Esta es la zona que está destinada a las operaciones inmediatamente anteriores al despacho de los productos. Algunas operaciones típicas de esta zona podrían ser la consolidación de las unidades de manipulación en los elementos de transporte, el pesaje de los mismos o la preparación de la documentación pertinente para el transporte de las mercancías.
- Muelles de salida. Los muelles de salida son aquellas zonas destinadas al posicionamiento de los camiones (en el transporte terrestre por carretera) para proceder a la carga de la mercancía.
- Zonas auxiliares. En todo almacén existen zonas que no son puramente

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

logísticas, pero que sin las cuales el almacén no podría funcionar correctamente. Dentro de estas zonas auxiliares se pueden encontrar las oficinas, los servicios, los vestuarios, el cuarto de mantenimiento, cuartos para los cargadores de baterías o materiales auxiliares como aceites y combustibles, etc...

4.- UNIDADES DE MANIPULACIÓN

La unidad de manipulación es uno de los conceptos más importantes para la gestión de un almacén. Para comprender de qué se trata es necesario comprender primero que se entiende por manipulación. Manipulación es cualquier tipo de operación o movimiento físico soportado por los productos en el almacén. Algunas de las manipulaciones más frecuentes son:

- Descarga de la mercancía.
- Paletización.
- Desplazamiento a la zona de almacenes.
- Almacenaje/Desalmacenaje.
- Desplazamiento a la zona de picking.
- Picking/Reposición.
- Desplazamiento a la zona de preparación.
- Embalaje, etiquetaje, pesaje.
- Traslado a la zona de expedición.
- Agrupamiento de destinos.
- Carga de las mercancías.
- Expedición.

Una vez aclarado qué se entiende por manipulación se puede definir la unidad de manipulación. Se denomina unidad de manipulación al conjunto de mercancías que

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

se agrupan con el fin de facilitar su manejo, transporte o almacenamiento dentro del almacén. Entre las unidades de manipulación que se pueden encontrar, la más empleada es el pallet (Figura 1).

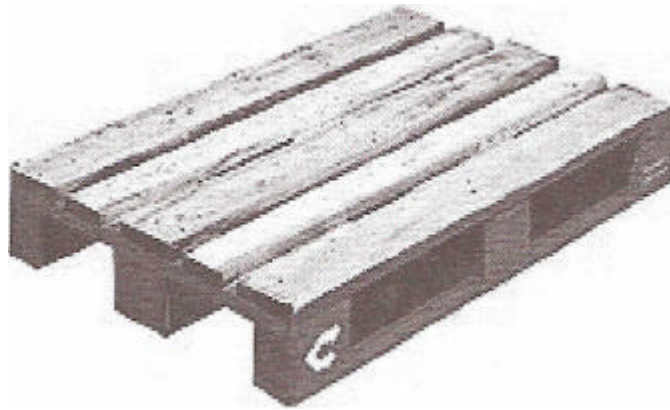


Figura 1: Pallet

El pallet es una plataforma constituida por dos pisos, que a su vez se hayan unidos por largueros. Esta unidad puede ser manipulada por carretillas elevadoras de horquillas o transpaletas y va a permitir el agrupamiento de las mercancías sobre su superficie, constituyendo así una unidad de carga.

Aunque existen diferentes tipos y modalidades de pallets (los de dos entradas, los de cuatro entradas, los reversibles y los no reversibles, los de diferentes materiales tales como madera, plástico...), el más extendido en la Unión Europea es el denominado «pallet europeo» o «europallet», cuyas medidas son de 1.200 mm de largo y 800 mm de ancho. Su utilización está muy extendida sobre todo en algunos sectores, permitiendo, gracias a su uso generalizado, beneficios tales como la normalización del transporte o la maximización de la ocupación del espacio de almacenaje.

5.- SISTEMAS DE ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN

Como ya se ha expuesto anteriormente, cada almacén puede ser único y diferente a todos los demás, en función de las necesidades que tengan que cubrir, las características de los productos que deban almacenar, las posibilidades de espacio, etc... Es por este motivo por el que se van a analizar las diferentes combinaciones de sistemas de almacenaje, elementos de manipulación y métodos organizativos disponibles para gestionar un almacén. Se tratará, por lo tanto, de describir cada uno de los sistemas y elementos que pueden ser utilizados en los diferentes almacenes, indicando en cada caso las ventajas e los inconvenientes que pueda acarrear su utilización.

Para comenzar se va a distinguir los distintos tipos de almacenaje. Los sistemas de almacenaje se pueden clasificar:

- según el tipo de manipulación
- según la organización de las mercancías

A continuación se van a analizar cada una de estas clasificaciones.

5.1.- ALMACENAJE SEGÚN EL TIPO DE MANIPULACIÓN

Según el tipo de manipulación se pueden encontrar almacenamientos en bloque y almacenamientos con estanterías, que a su vez se subdividen en estanterías convencionales, compactas, móviles, dinámicas y almacenamiento automático.

5.1.1.- ALMACENAMIENTO EN BLOQUE

Los sistemas de almacenamiento en bloque o sistemas de almacenamiento en apilado tienen como característica fundamental la no utilización de ningún tipo de estructura de estanterías, diferenciándolas como ya se verá del almacenamiento en estanterías que como su nombre indica se caracteriza por la utilización de las mismas. Por lo tanto, en este tipo de almacenamiento las unidades de manipulación (pallets, cajas...), o sencillamente los productos, se apilarán unos encima de otros (Figura 2).



Figura 2: Almacenamiento en bloque

Este sistema de almacenamiento presenta las siguientes ventajas:

- Ahorro de espacio: las unidades de manipulación pueden ser almacenadas formando bloques compactos, lo cual significa que no se almacena aire entre ellas, aprovechando al máximo el espacio disponible. Idealmente se aprovecha todo el volumen del almacén.
- Ahorro en infraestructuras: el simple hecho de no utilizar estanterías

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

puede suponer un ahorro sustancial para la empresa. Para utilizar este tipo de almacenamiento sólo es necesario disponer de espacio suficiente para albergar los productos a almacenar.

De igual manera, este sistema de almacenamiento también presenta algunos inconvenientes:

- La altura que pueden alcanzar los productos o unidades de manipulación almacenados puede verse limitada por el peso que pueda soportar la base de la pila o por la estabilidad de la misma. Éste es un aspecto muy a tener en cuenta ya que podemos dañar los productos de la parte inferior de la pila pudiendo originar grandes pérdidas económicas.
- El orden de ubicación de los productos en el almacén hace inviable la gestión First In First Out (FIFO) del mismo. Lógicamente, los primeros productos que entraron en el almacén son aquellos que se encuentran en las posiciones más bajas de la pila, por lo que si se quisiera que fueran los primeros en salir, se tendrían que apartar todos los productos que están apilados encima de ellos. Por tanto, se concluye que este sistema no es válido para el almacenaje de productos perecederos.

Debido a las ventajas e inconvenientes principales que tiene este sistema de almacenamiento, parece lógico que el almacenamiento en bloque sea utilizado para productos tales como lavadoras, frigoríficos, bloques de metal, baldosas, etc... En general y a modo de resumen se podría decir que este sistema de almacenamiento es válido para todo tipo de productos cuyo almacenamiento no esté limitado por su peso o

por una necesidad de gestión FIFO.

5.1.2.- ALMACENAMIENTO CON ESTANTERÍAS

Como su propio nombre indica, la característica fundamental del sistema de almacenamiento con estanterías es que está basado en estanterías y que depende de la utilización de éstas para la ubicación de las unidades de manipulación (Figura 3).



Figura 3: Estanterías

Entre los diferentes tipos de estanterías que se pueden utilizar en un almacén, se pueden encontrar las siguientes:

- Estanterías ligeras: este tipo de estanterías son adecuadas para el almacenamiento de productos y/o de unidades de manipulación poco pesados, y cuyo nivel de utilización es elevada en sectores tales como la ferretería o el editorial.
- Estanterías de cargas largas: este tipo de estanterías, también conocidas

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

como cantilever (Figura 4), está diseñado para el almacenamiento de productos con formas alargadas, como pueden ser barras, tubos, maderas, perfiles, etc.



Figura 4: Estanterías cantilever

- Estanterías especiales: dentro de este apartado se podrían incluir cualquier tipo de estantería cuya tipología no concuerde con las demás clasificaciones, es decir que no sean estanterías ligeras, de carga alargada o estanterías para pallets. Así, por ejemplo, se pueden denominar como estanterías especiales a aquellas que estén diseñadas y preparadas para dar cabida a productos y unidades de manipulación de pesos y/o tamaños fuera de lo común.
- Estanterías para pallets: éstas son estanterías diseñadas para ubicar pallets y son, sin duda, las más utilizadas por las empresas por los motivos que ya se expusieron en el apartado dedicado a las unidades de manipulación. Por este motivo se va a realizar una clasificación más exhaustiva de este tipo de estanterías. En los siguientes apartados se va a analizar la paletización

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

convencional, la compacta, la móvil, la dinámica y el almacenamiento automático.

5.1.2.1.- Paletización convencional

La característica principal del sistema de almacenamiento basado en estanterías convencionales consiste en que en su disposición en planta se entremezclan estanterías y pasillos, es decir, cada estantería dispone de su pasillo de acceso a los productos. Es un sistema comparable a un supermercado, en el que un individuo puede circular por unos pasillos encontrándose a ambos lados estanterías fijas en la que están colocados los productos.

Este sistema de almacenamiento presenta las siguientes ventajas:

- Altura alcanzable: si se compara con el sistema de almacenamiento en bloque comentado anteriormente, es posible que este sistema permita alcanzar una mayor altura de almacenamiento, ya que aunque se pierda algo de espacio entre hueco y hueco, son las estanterías, y no los productos, los que soportan el peso de las alturas superiores. Por este motivo los productos no sufren más o menos por estar colocados a una u otra altura.
- Accesibilidad: la existencia de pasillos entre las estanterías permite un acceso total a los productos. De esta forma, un flujo FIFO de los mismos resultaría totalmente factible. Simplemente bastaría con tener un registro de entradas para poder sacar del almacén el producto que más tiempo lleva dentro del mismo.
- Almacenamiento de cualquier tipo de productos: al poder acceder al

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

producto que lleva más tiempo en el almacén (FIFO), se pueden almacenar cualquier tipo de productos sin tener que limitarse a productos imperecederos como ocurría en el tipo de almacenamiento en bloque.

Este sistema de almacenamiento también presenta algunos inconvenientes entre los que se destacan:

- El mayor inconveniente de este sistema de almacenamiento es el espacio que se pierde con los pasillos, por lo que el aprovechamiento del mismo no resulta óptimo. Por ello, es importante tratar de aumentar el espacio aprovechado subiendo alturas y estrechando pasillos en la medida de lo posible.

Este sistema de almacenamiento, que es el más utilizado por las empresas que manipulan sus productos en pallets, es aconsejable para almacenar una gran cantidad de referencias con poco volumen de stock.

5.1.2.2.- Paletización compacta

La característica principal de este método de almacenamiento es que no existen pasillos entre las estanterías (Figura 5) como ocurriera en el sistema de paletización convencional. De esta forma, el bloque compacto de estanterías se compone de varias profundidades, por lo que a la hora de acceder a los productos, las carretillas deberán ser capaces de penetrar en el interior de las estanterías. Dentro de las estanterías compactas se pueden diferenciar fundamentalmente dos tipos distintos, el sistema drive-in y el sistema drive-through:

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

- Sistemas drive-in: en este sistema las carretillas sólo pueden acceder a los productos almacenados desde la parte frontal del bloque compacto de las estanterías, ya que normalmente la parte posterior está apoyada en la pared para aprovechar al máximo el espacio disponible. En consecuencia, el flujo lógico de los productos será LIFO (*Last In First Out*), ya que los productos más cercanos al punto de acceso de las carretillas son los que han sido ubicados en último lugar. Para llevar a cabo una política de salidas distinta, como por ejemplo la FIFO, se tendrían que sacar todos los productos almacenados para poder alcanzar el que entró en primer lugar.

- Sistemas drive-through: en este sistema las carretillas pueden acceder a los productos tanto desde la parte frontal como desde la parte posterior del bloque compacto de las estanterías. En consecuencia, este sistema permite un flujo FIFO (*First In First Out*) de los productos.

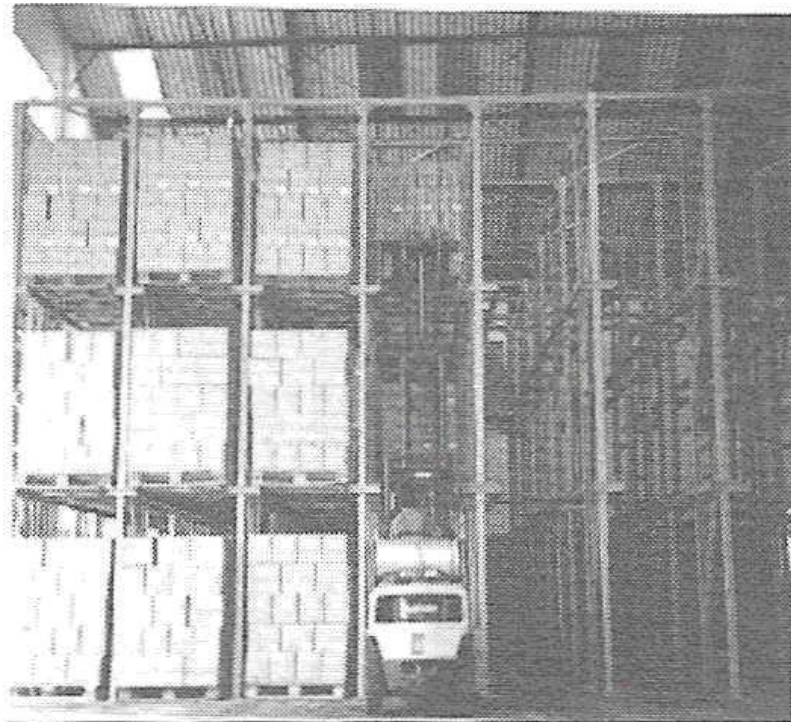


Figura 5: Estanterías compactas

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

Las ventajas de este sistema de almacenamiento son:

- La principal ventaja de este tipo de almacenamiento es que se aprovecha todo el volumen de almacenamiento, ya que no se pierde espacio en los pasillos, puesto que éstos son eliminados.

Los inconvenientes de este sistema de almacenamiento son:

- A diferencia de la paletización convencional, las estanterías compactas no permiten una accesibilidad directa a todos los productos y los pallets almacenados. En caso de querer manipular un pallet que se encuentra, por ejemplo, en la profundidad 3, habría que apartar previamente los pallets que obstruyen el camino hacia el mismo.
- Por esta razón el flujo de productos más operativo en un sistema de almacenamiento de tipo drive-in es el LIFO, por lo que se podría citar como inconveniente la limitación del sistema para funcionar en un flujo FIFO.

La utilización de este sistema de almacenamiento resulta conveniente cuando se dispone de gran cantidad de stock/pallets por referencia, ya que se recomienda no mezclar diferentes referencias en cada calle de la estantería. Es decir, conviene que cada calle esté ocupada por una misma referencia, para que de esta forma, aunque no se tenga acceso directo a todos los pallets, se pueda acceder directamente a todas las referencias almacenadas. En caso de tener varias referencias en una calle a una misma altura se tendría un problema similar al ya hemos comentado que existe para operar con sistema FIFO en una estantería de tipo drive-in.

5.1.2.3.- Paletización móvil

La paletización móvil parte de un sistema de almacenamiento compacto, con la diferencia de que en este caso se pueden abrir pasillos entre las estanterías para acceder directamente a cualquier tipo de producto. Las estanterías se deslizan sobre unos raíles, lo cual permite crear pasillos entre todas y cada una de las estanterías. Este pasillo que se crea debe de tener la anchura suficiente para que las carretillas puedan operar con comodidad dentro del mismo (Figura 6).



Figura 6: Estanterías móviles

El sistema de almacenamiento basado en estanterías móviles combina las ventajas de la paletización convencional y de la paletización compacta:

- Permite un óptimo aprovechamiento del espacio, ya que, en esencia, se trata de un sistema de almacenamiento compacto, es decir, sin pasillos, con el ahorro de espacio que ello conlleva.
- Precisamente su aspecto diferencial, la capacidad de apertura eventual de

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

pasillos, ofrece como beneficio el poder tener acceso directo a todos los productos, con lo que ofrece la posibilidad de trabajar indistintamente con un sistema LIFO o con uno FIFO.

No obstante este sistema de almacenamiento también presenta algunos inconvenientes entre los que se pueden destacar:

- El proceso de apertura y cierre de los pasillos es bastante lento. Se pierde mucho tiempo, lo que origina pérdidas económicas ya que se necesita más personal o más horas de trabajo para realizar el proceso de entrada y salida de materiales del almacén.
- El precio de las estanterías y el sistema, en comparación con la paletización convencional y la compacta, resulta económicamente menos viable. El hecho de que las estanterías sean móviles origina un mayor gasto inicial (raíles) y un mayor gasto de mantenimiento.

El sistema de paletización móvil es bastante utilizado en los almacenes de temperatura controlada y las cámaras frigoríficas, donde el m² resulta especialmente caro. También, y por esa misma razón, podría ser utilizado en zonas de escasez de terreno para la implantación del almacén.

5.1.2.4.- Paletización dinámica

En el sistema de almacenamiento basado en estanterías dinámicas se introduce el pallet por un extremo de la estantería y ésta se desliza, normalmente por gravedad, al otro extremo de la estantería (Figura 7). Se podría decir que se trata de un sistema de almacenamiento compacto drive-through con movimiento/manipulación de pallets

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

automático (por gravedad). La característica principal de las estanterías dinámicas es que los dos extremos de la misma no se encuentran a la misma altura, es decir, las estanterías están ligeramente inclinadas. En este sentido, resulta fundamental definir exactamente el grado de inclinación de las estanterías para garantizar el movimiento de los pallets, así como disponer de un sistema de frenado de pallets fiable que evite el posible deterioro de la carga al chocar la carga introducida con otra ya almacenada anteriormente.

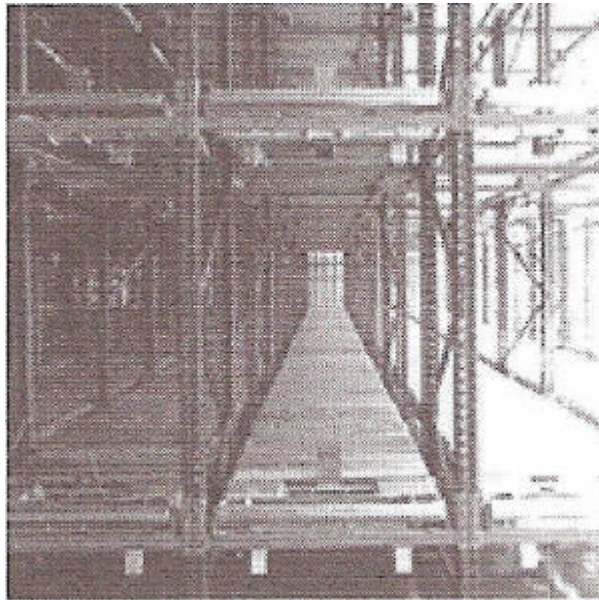


Figura 7: Estanterías dinámicas

Las ventajas que este sistema de almacenamiento presenta son las siguientes:

- Existe un gran ahorro en cuanto a manipulación de pallets, ya que éstos se desplazan por sí solos a lo largo de las estanterías por gravedad.
- Tratándose de un bloque compacto de estanterías, se aprovecha el espacio de una forma adecuada, aunque la altura de las estanterías puede presentar limitaciones.
- El sistema permite, o mejor dicho obliga, a que los productos transiten por el

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

almacén en un flujo FIFO.

En cuanto a los inconvenientes que este sistema de almacenamiento presenta podemos destacar:

- El mayor inconveniente de este sistema de almacenamiento radica en su elevado precio de mercado, que supera incluso al sistema de paletización móvil.

La paletización dinámica puede resultar una buena solución para aquellos productos que requieran un flujo FIFO estricto, como pueden ser los productos perecederos.

5.1.2.5.- Almacenamiento automático

Una última opción de los sistemas de almacenaje es que el proceso de almacenaje y manipulación de los productos se haga de forma automatizada. Existen multitud de sistemas automáticos aplicables en la gestión de un almacén. Como ejemplos más representativos tenemos:

- Sistemas rotativos horizontales (carruseles).
- Sistemas rotativos verticales (paternoster).
- Transelevadores para pequeñas cargas (mini-load).
- Transelevadores para pallets.

5.2.- ALMACENAJE SEGÚN LA ORGANIZACIÓN DE LAS MERCANCÍAS

Una vez vista la clasificación según el tipo de manipulación se va a analizar la clasificación según el tipo de organización de las mercancías. Estas se pueden organizar de una manera ordenada o de una manera caótica.

5.2.1.- ALMACENAJE ORDENADO

El almacenaje ordenado, también conocido como almacenaje a hueco fijo, supone que cada referencia tiene una ubicación fija y predeterminada en el almacén. De esta forma, la referencia A tendrá su propia dirección en el almacén, y no será ubicada en ningún otro lugar, así como ninguna otra referencia será almacenada en las ubicaciones correspondientes a la referencia A.

Entre las ventajas de este sistema de almacenamiento destacamos:

- El control de los productos en el almacén será sencillo, ya que cada referencia ocupa en todo momento una misma ubicación. El personal del almacén podrá así memorizar la ubicación fija de cada producto y al conocer esta ubicación no se pierde tiempo en buscar donde se encuentra cada producto.
- Los huecos del almacén podrán ser adaptados a las características físicas de cada producto (tamaño, peso...), ya que siempre serán los mismos productos los que las ocupen. Esto permite tener distintos tipos de estanterías dentro de un mismo

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

almacén que se adapten mejor a las mercancías existentes en el mismo.

También se pueden encontrar algunos inconvenientes en este sistema de almacenamiento:

- Los almacenes deben ser diseñados a capacidad máxima, es decir, si cada referencia tiene asignados una serie de huecos en el almacén, se deberá prever que los huecos asignados a cada referencia sean un número suficiente como para dar cabida a las mismas cuando se encuentren a su stock máximo. Esto origina que siempre existan una gran cantidad de huecos vacíos en el almacén con el consiguiente desperdicio de espacio y, por tanto, de dinero. Es por este motivo que este tipo de almacenaje no es muy utilizado.

5.2.2.- ALMACENAJE CAÓTICO

El almacenaje caótico, también conocido como almacenaje a hueco libre, supone que a cada referencia le será asignada una ubicación variable en cada caso, en función de los espacios disponibles en cada momento. Así, cada referencia no tiene asignada una ubicación fija y predeterminada para siempre, sino que ésta puede ir variando en función del estado de ocupación que presente el almacén en cada momento.

Ente las ventajas de este sistema de almacenamiento se pueden resaltar:

- El almacén puede ser diseñado a capacidad media. La experiencia demuestra que en ningún caso se dispondrá en el almacén de todos los stocks a su nivel máximo. Cuando unas referencias presenten niveles de inventario máximos, otras estarán a niveles bajos, otras a niveles medios, etc... De esta forma, resulta posible diseñar los

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

almacenes teniendo en cuenta el nivel de stock promedio disponible en el mismo.

Por esta razón se aprovecha el espacio mucho mejor.

Inconvenientes de este sistema de almacenamiento:

- El hecho de que cada producto no posea un hueco fijo dentro del almacén origina dificultades para controlar las existencias. Es más difícil saber si hay existencias de un producto ya que este puede encontrarse en cualquier parte del almacén. Por ello, en el caso del almacenaje caótico o a hueco libre, normalmente resulta necesario disponer de un soporte informático que sea capaz de gestionar la ubicación y garantizar el control de los productos en el almacén.

6.- ELEMENTOS DE MANIPULACIÓN

Como es lógico pensar, la totalidad de los productos que se encuentran dentro de un almacén no se manipulan manualmente. La mayoría, debido a su tamaño o a su peso, necesitan ser manipulados con la ayuda de algún tipo de maquinaria. Algunos de los elementos que se utilizan en los almacenes para manipular los productos son la transpaleta manual, la transpaleta eléctrica, los apiladores, las carretillas contrapesadas, las carretillas retráctiles, las carretillas trilaterales, el traselevador, y el AGV (*Automated Guided Vehicle*):

6.1.- TRANSPALETA MANUAL

La transpaleta manual es uno de los elementos más simples pero a su vez más utilizados en un almacén (figura 8). Su función se puede desglosar básicamente en dos tareas principales:

- Carga/descarga de medios de transporte: se utilizan sobre todo para la carga y descarga de furgonetas y camiones de pequeño tonelaje, los cuales no podrían soportar el peso de las carretillas elevadoras en su interior.
- Transporte: tratándose de un medio de manipulación manual, su uso queda limitado al transporte de unidades de manipulación poco pesadas y en distancias reducidas.



Figura 8: Transpaleta manual

6.2.- TRANSPALETA ELÉCTRICA

La diferencia fundamental entre la transpaleta manual y la eléctrica es que éstas están dotadas de un motor eléctrico, normalmente situado encima de la rueda trasera, que permite automatizar los movimientos de traslación y elevación.

Entre los diferentes modelos de transpaletas eléctricas disponibles en el mercado, se podría hacer una primera distinción entre:

- Transpaletas eléctricas de conductor a pie (figura 9), en las que el operario acompaña caminando a la transpaleta.
- Transpaletas eléctricas de conductor montado, las cuales disponen de una pequeña plataforma que permite al operario montarse en ella y desplazarse sin tener que caminar.

Las funciones y tareas que desempeña una transpaleta eléctrica vienen a ser las mismas que las de una transpaleta manual, extendiéndose su utilización a la

manipulación de mayores pesos a lo largo de recorridos más largos.

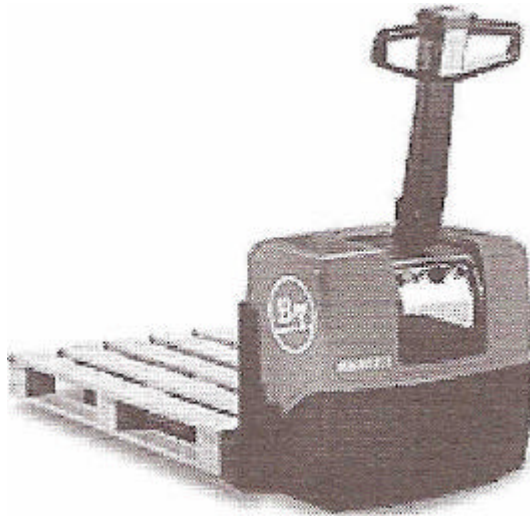


Figura 9: Transpaleta eléctrica

6.3.- APILADORES

Los apiladores (figura 10) constituyen una evolución de las transpaletas. Al igual que en el caso anterior, se podría diferenciar entre apiladores de conductor a pie y apiladores de conductor montado, así como entre apiladores manuales y eléctricos. Su principal aspecto diferencial con respecto a las transpaletas es su mayor capacidad de elevación, que permite colocar los productos unos encima de otros.

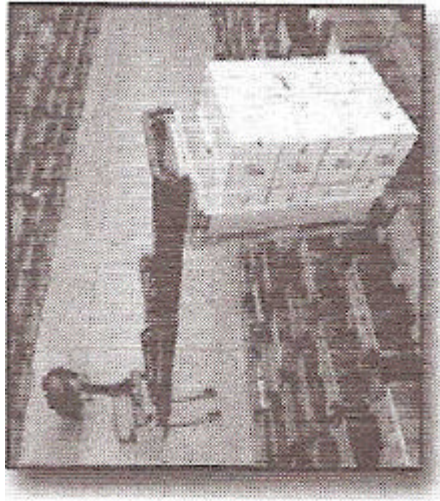


Figura 10: Apilador

6.4.- CARRETILLA CONTRAPESADA

La característica principal de la carretilla contrapesada es su capacidad para manipular pesos elevados. Para ello, dispone de un contrapeso en la parte posterior, de tal forma que pueda manipular grandes pesos sin volcar. Uno de los problemas que tiene este tipo de carretillas es que la capacidad de elevación de una carretilla contrapesada es bastante limitada, llegando en condiciones normales hasta los 5 ó 6 metros de altura en la manipulación de pallets.

Otro de los inconvenientes de las carretillas contrapesadas (figura 11) es que la anchura de pasillo que necesitan para maniobrar entre las estanterías es considerable, rondando los 3,5 ó 4 metros.



Figura 11: Carretilla contrapesada

6.5.- CARRETILLA RETRÁCTIL

La característica principal de una carretilla retráctil (figura 12) es que sus horquillas o «cuernos» se pueden extender o contraer de forma frontal lo cual permite, entre otras cosas, llevar a cabo trabajos delicados con una mayor precisión.

La capacidad de elevación de las carretillas retráctiles supera fácilmente los 6 metros, llegando incluso hasta los 10 metros, por lo que ofrecen unas grandes posibilidades de utilización en cuanto a altura aprovechable.

En lo que respecta a la anchura de pasillos que requieren para maniobrar entre estanterías, la capacidad de extracción y contracción de las horquillas les permite moverse sin problemas en pasillos de entre 2,5 y 3 metros.

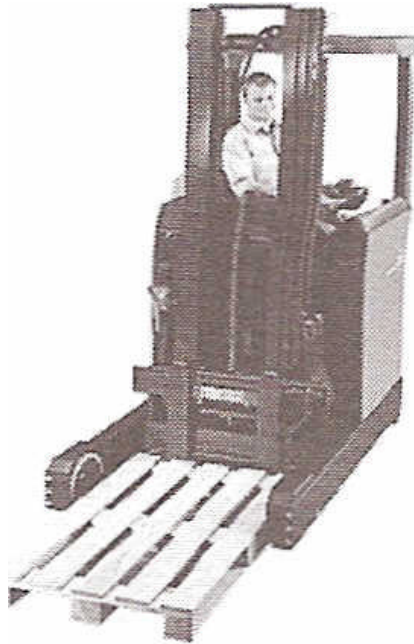


Figura 12: Carretilla retráctil

6.6.- CARRETILLA TRILATERAL

La característica principal de una carretilla trilateral (figura 13) consiste en su capacidad para manipular cargas desde la izquierda, desde la derecha y desde la parte frontal de la carretilla sin tener que maniobrar, ya que son las horquillas las que se desplazan en distintas posiciones.

La capacidad de elevación de este tipo de carretillas puede alcanzar los 12 ó 14 metros de altura.

Al no tener que maniobrar en el interior de los pasillos, la anchura de pasillo que necesitan queda limitada a la anchura de la propia máquina o la carga que manipula, no excediendo normalmente los 2 metros.

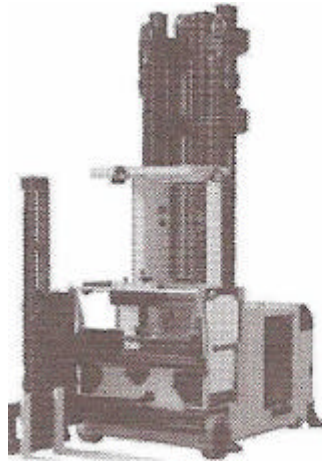


Figura 13: Carretilla trilateral

6.7.- TRANSELEVADOR

Los transelevadores (figura 14) son sistemas automáticos para la manipulación de cargas, los cuales, en una primera clasificación, pueden ser diferenciados entre:

- Transelevadores, cuando manipulan pallets.
- Mini-loads, cuando manipulan pequeñas cajas o contenedores.

Las ventajas que puede ofrecer un sistema automático de manipulación de cargas como éste pueden ser numerosas. Entre estas se pueden encontrar:

- Rapidez de movimientos, lo cual puede reducir los tiempos de respuesta a clientes.
- Mayor fiabilidad o, lo que es lo mismo, disminución de errores en la manipulación de productos.
- Reducción de costes de personal, debido a la eliminación de la intervención humana en las operaciones.
- Aprovechamiento máximo del espacio físico del almacén, ya que la capacidad

de elevación de los transelevadores parece ilimitada, y la anchura de pasillo que requiere cada robot ronda los 1,2 metros.



Figura 14: Transelevador

6.8.- AGV

Los AGV (*Automated Guided Vehicle*) o vehículos de guiado automático, también conocidos como carros filo guiados o vehículos de carga inteligente, están dotados de una serie de sensores electromagnéticos capaces de seguir el rastro que produce un cable enterrado en el suelo, de tal forma que siguen unas rutas prefijadas de forma automática.

Actualmente, además del sistema del cable enterrado, existen otras tecnologías más avanzadas que permiten guiar la ruta de los AGV (figura 15). Su función consiste

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

fundamentalmente en transportar cargas entre diferentes zonas de un almacén o planta de fabricación.

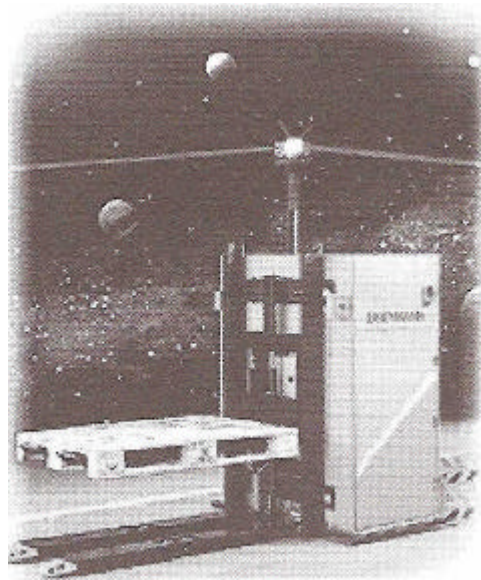


Figura 15: AGV

7.- UBICACIÓN DE LAS MERCANCÍAS EN EL ALMACÉN

Una vez que el almacén ha sido diseñado, organizado y provisto de las infraestructuras necesarias, resulta conveniente decidir la manera de ubicar los productos gestionados por la empresa en el mismo.

La disposición de los productos en sus lugares de almacenaje debe hacerse teniendo en cuenta los factores que condicionan el funcionamiento óptimo del almacén, como pueden ser:

- Máxima utilización del espacio disponible. La organización de la ubicación de los productos en el almacén deberá garantizar el mejor aprovechamiento posible del espacio físico de almacenamiento.
- Mínimos costes de manipulación. La ubicación de los productos en el almacén deberá permitir reducir al máximo las manipulaciones soportadas por los mismos.
- Mínimos recorridos del personal operario. La distribución de los productos en el almacén deberá permitir reducir al máximo los recorridos realizados por los operarios para acceder a los mismos.
- Compatibilidad/Complementariedad. A la hora de ubicar los productos en el almacén, deberá tenerse muy en cuenta cuáles de ellos pueden resultar incompatibles en su almacenamiento (productos alimenticios y productos químicos, por ejemplo) y para cuáles puede ser aconsejable un almacenamiento común y mutuamente cercano (referencias que coinciden en los mismos pedidos).

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

- Máxima seguridad. El sistema de ubicación de los productos en el almacén deberá garantizar la máxima seguridad en el recinto, tanto para el personal operativo, como para las propias mercancías y las instalaciones.

La ubicación dentro de un almacén se realiza teniendo en cuenta la distancia que hay que recorrer para acceder a la posición donde queremos almacenar las mercancías. Obviamente las referencias más utilizadas, es decir, las que más movimientos realizan dentro del almacén deben de estar colocadas en las zonas de más fácil y rápido acceso, para así evitar pérdidas de tiempo absurdas yendo a buscar o a depositar la carga.

Para llevar a cabo la asignación de los distintos huecos del almacén a cada referencia se realiza un sencillo cálculo teniendo en cuenta la frecuencia de llegada de cada producto y la distancia a recorrer.

Se parte de la base de que se conoce el número de huecos necesario para cada una de las referencias, que se denotará por “ S_j ”. Asimismo es necesario saber el número de entradas y salidas de cada producto en un período de tiempo, “ T_j ”, el porcentaje de entradas y salidas por cada una de las puertas del almacén, “ P_i ”, y la distancia de cada puerta a cada una de las estanterías.

Una vez definidos los datos que se necesitan para poder llevar a cabo la asignación de huecos, se detalla el procedimiento de cálculo:

1.- Ordenar las referencias de forma:

$$(T1/S1) > (T2/S2) > (T3/S3) \dots$$

2.- Para cada hueco del almacén calcular:

$$f = P_i D_{ik}$$

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

3.- Asignar el producto 1 a las S1 posiciones de menor f, el 2 a las siguientes S2 posiciones y así hasta asignar todas la referencias.

Con esta forma de proceder se consigue ubicar las distintas referencias de una manera eficiente. Con ayuda de estas distancias que han sido calculadas, se puede estimar el número de carretillas que necesitamos para manejar el material. Para ello se va a calcular la distancia total a recorrer por las carretillas en el interior del almacén en un período de tiempo. La distancia promedio a recorrer a cada posición “k” en ese período de tiempo depende de un coeficiente “n” que refleja el hecho de que la carretilla pueda entrar o salir vacía (n=2), o bien que siempre entre y salga llena (n=1). Como puede observarse de los valores que puede tomar este parámetro, la optimización del uso de la carretilla puede reducir a la mitad la distancia promedio a recorrer dentro del almacén, que puede expresarse como:

$$d_k = dT_k \cdot n \cdot \frac{n^{\circ} \text{ pallets}}{\text{posición}} \cdot \text{Tasa rotación}_k$$

Donde:

d_k : distancia a la posición k

dT_k : distancia por trayecto (entrada y salida) a la posición k

n : coeficiente = $\begin{cases} 2 \text{ si ciclo simple} \\ 1 \text{ si ciclo doble} \end{cases}$

Tasa rotación_k : tasa de rotación del elemento almacenado en la posición k

Una vez que se ha calculado la distancia a recorrer a cada una de las posiciones, la distancia total no es más que la suma de las distancias a cada una de las “m” posiciones:

$$D = \sum_{k=1}^m d_k$$

Dividiendo esta distancia por la velocidad media de la carretilla se obtiene el tiempo

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

total invertido en desplazamientos dentro de la zona de reserva.

Por otro lado es posible calcular la capacidad de trabajo de una carretilla en función del tiempo trabajado en el mismo período de tiempo.

Haciendo el cociente entre el tiempo total invertido en los desplazamientos y la capacidad de trabajo de una carretilla obtenemos el número de carretillas necesarias para poder transportar todas las mercancías.

8.- CLASIFICACIÓN ABC DE LAS REFERENCIAS

Un economista italiano llamado Vilfredo Pareto (1848-1923), en una de las muchas investigaciones en las que participó, se dio cuenta que la distribución de la riqueza y la renta en la sociedad no era para nada equitativa. En este sentido, dedujo que aproximadamente el 80% de la riqueza de la sociedad estaba en manos del 20% de la población, y el restante 20% de la renta se la repartía el 80% de la población.

Con el tiempo, se fueron dando cuenta que esta misma lógica se daba en muchos aspectos de la vida y resultaba aplicable a multitud de situaciones, con lo que fue bautizada como la Ley de Pareto, también conocida como la Regla 80-20 (figura 16).

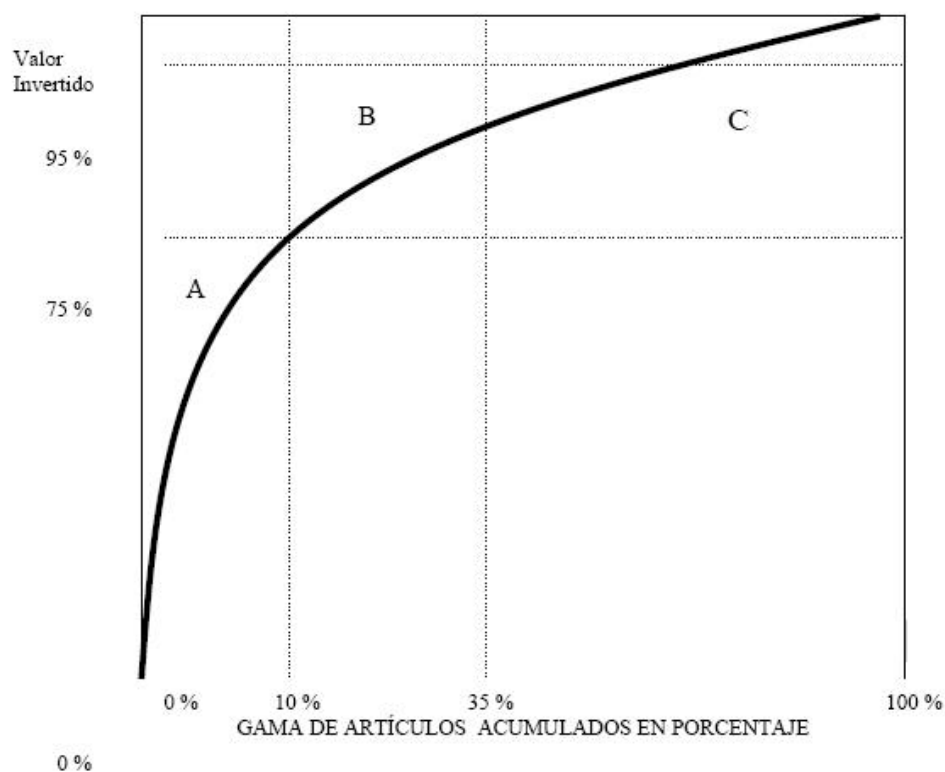


Figura 16: Diagrama de Pareto

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

La clasificación ABC, basada en la Ley de Pareto, resulta muy útil, entre otras cosas, para tomar decisiones sobre la ubicación de los productos en el almacén. En este sentido, es posible la aplicación de la clasificación ABC atendiendo a diferentes criterios, como por ejemplo:

- Clasificación ABC en función del volumen de stock.
- Clasificación ABC en función de líneas de pedido recibidas.

Pasos para llevar a cabo una clasificación ABC de referencias

1. Ordenar todas las referencias de mayor a menor en función del criterio seleccionado. Es decir, si se desea calcular un ABC en función del volumen de stock, se deberán clasificar las referencias, de mayor a menor, atendiendo a este criterio.
2. Atendiendo al criterio seleccionado para la selección ABC, calcular el porcentaje de cada referencia sobre la suma total.
3. Calcular los acumulados de los porcentajes calculados en el paso anterior.
4. Establecer la clasificación ABC.

8.1.- CLASIFICACIÓN ABC EN FUNCIÓN DEL VOLUMEN DE STOCK

La clasificación ABC en función del volumen de stock de cada referencia, permite vislumbrar cuáles son aquellas pocas referencias que acumulan un porcentaje elevado del volumen total del stock gestionado en el almacén, así como cuáles son aquellas muchas referencias que acumulan un porcentaje reducido del volumen total.

De este modo, y a modo de referencia, se podría establecer como:

- Referencias A: aquellas que suponiendo un 20% de las referencias totales del almacén, acumulan un 80% del volumen total del stock.
- Referencias B: aquellas que suponiendo un 30% de las referencias totales del almacén, acumulan un 15% del volumen total del stock.
- Referencias C: aquellas que suponiendo un 50% de las referencias totales del almacén, acumulan un 5% del volumen total del stock.

8.2.- CLASIFICACIÓN ABC EN FUNCIÓN DE LAS LÍNEAS DE PEDIDO RECIBIDAS

La clasificación ABC en función de las líneas de pedido recibidas por cada referencia, permite vislumbrar cuáles son aquellas pocas referencias que soportan un porcentaje elevado de las manipulaciones (picking, preparación de pedidos) en el almacén, así como cuáles son aquellas muchas referencias que soportan un porcentaje reducido de las manipulaciones totales.

Cabe destacar que en este caso, para tener claro cuáles son las referencias que soportan un mayor número de manipulaciones, resulta conveniente centrar el análisis en los datos de las líneas de pedido recibidas por cada referencia y no, como se hace en algunos casos, en el dato de las ventas por cada referencia.

Supongamos el caso de dos referencias (A y B), de las cuales se venden 5.000 unidades al año de cada una. Se podría dar el siguiente caso:

- La referencia A es solicitada en dos pedidos de 2.000 y 3.000 unidades (dos líneas de pedido), por lo que solamente serán dos manipulaciones (preparaciones de pedido) a realizar a lo largo de todo el año.

Proyecto Fin de Carrera.
Diseño de un almacén a partir de datos de demanda e inventario.
Memoria
Emilio Hidalgo Casati

- La referencia B es solicitada por los clientes en mil pedidos de cinco unidades cada una de ellas (mil líneas de pedido), por lo que los operarios del almacén deberán llevar a cabo el picking y la preparación de pedidos de esta referencia mil veces a lo largo del año.

Por lo tanto, se puede observar que ante dos referencias con el mismo volumen de ventas, las manipulaciones soportadas por cada una de ellas pueden variar en gran medida.

De este modo, y a modo de referencia, podríamos establecer como:

- Referencias A: aquellas que, suponiendo un 20% de las referencias totales del almacén, acumulan un 80% de las líneas de pedido recibidas.
- Referencias B: aquellas que, suponiendo un 30% de las referencias totales del almacén, acumulan un 15% de las líneas de pedido recibidas.
- Referencias C: aquellas que, suponiendo un 50% de las referencias totales del almacén, acumulan un 5% de las líneas de pedido recibidas.

Como puede observarse, en un principio parece una pérdida de espacio, tiempo y por consiguiente de dinero gestionar las referencias C. Sin embargo el hecho de poder suministrar esas referencias puede suponer una diferenciación con respecto a posibles competidores. El hecho de ser el único almacén que distribuye un producto puede ocasionar que aunque este producto por si sólo no sea rentable, haga que los pocos compradores de este producto realicen el resto de compras en el mismo almacén. Los productos tipo C pueden realizar un efecto llamada sobre los posibles clientes.