



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

Curso Académico:





AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecer a mi tutor el Doctor Manuel Javier Cardós Carboneras por el apoyo constante durante todo el desarrollo de este Trabajo de Fin de Grado, puesto que sin él este proyecto no hubiese sido posible.

A mi familia por darme la oportunidad de estudiar en la Universidad Politècnica de València y su apoyo a lo largo de todo el camino. Por último, a mi pareja y a mis compañeros de máster.

RESUMEN

El sector de la distribución alimentaria en España es uno de los que más crecimiento ha experimentado en el canal digital a raíz de la crisis del coronavirus en 2020. A pesar de esto, las ventas a través de Internet son menos rentables que las que se producen en las tiendas físicas.

Por esto, para conseguir un desarrollo sostenible en el canal on-line será necesario contar con una operativa logística eficiente. En este trabajo se busca diseñar el centro de distribución de una empresa de e-commerce de alimentación tratando de proponer distintas alternativas que se compararán para seleccionar la que mejores rendimientos proporcione.

La propuesta se desarrolla en torno a un centro de distribución que permitiría la instalación de los medios de almacenamiento y manutención necesarios que ofrezcan buenos resultados tanto a nivel económico como a nivel de *lead time*.

En primer lugar, se detalla y caracteriza la situación en que se encuentra el sector de la distribución alimentaria para contextualizar el problema. Se aportan datos de volumen de ventas, información sobre los consumidores, próximas tendencias y principales áreas de mejora.

Seguidamente, se realiza un análisis teórico sobre los principales aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar un almacén como la clasificación de los productos, los tipos de medios de manutención y almacenamiento que existen y los costes logísticos asociados que permitirán elaborar el análisis económico y financiero.

Además, se elaboran propuestas con distintas configuraciones del almacén detallando los medios de manutención y almacenamiento que se utilizarían en cada caso. Los distintos planteamientos se harán teniendo en cuenta los datos simulados propios de una empresa del sector de comercio electrónico de alimentación.

Finalmente, se compararán para discernir entre aquella opción que proporcione los mejores resultados globales a través del cálculo económico y financiero y a través de datos de productividad.

ABSTRACT

The groceries retail sector in Spain is one of the sectors that has experienced the greatest growth in the digital channel in the wake of the coronavirus crisis in 2020. Despite this, sales through the Internet are less profitable than those produced in stores.

Therefore, in order to achieve sustainable development in the online channel, it will be necessary to have an efficient logistics operation. In this work, the aim is to design the distribution centre of a food e-commerce retailer company, proposing different alternatives that will be compared in order to select the one that performs the best.

The proposal is developed around a distribution centre that would allow the installation of the necessary storage and handling means that offer good results both economically and in terms of lead time.

First of all, the situation of the grocery retail sector is detailed and characterised in order to contextualise the problem. Data on sales volume, consumer information, upcoming trends and main areas for improvement are provided.

Next, a theoretical analysis is carried out on the main aspects that must be taken into account when designing a warehouse, such as the classification of products, the types of handling and storage means that exist and the associated logistics costs that will allow the economic and financial analysis to be carried out.

In addition, proposals are drawn up with different warehouse configurations detailing the means of handling and storage that would be used in each case. The different approaches will be made taking into account the simulated data of a company in the grocery retail sector.

Lastly, they will be compared in order to discern the option that provides the best overall results through economic and financial calculations and through productivity data.

RESUM

El sector de la distribució alimentària a Espanya és un dels quals més creixement ha experimentat en el canal digital arran de la crisi del coronavirus en 2020. Malgrat això, les vendes a través d'Internet són menys rendibles que les que es produeixen a les botigues físiques.

Per això, per a aconseguir un desenvolupament sostenible en el canal en línia serà necessari comptar amb una operativa logística eficient. En aquest treball es busca dissenyar el centre de distribució d'una empresa de comerç electrònic d'alimentació tractant de proposar diferents alternatives que es compararan per a seleccionar la que millors rendiments proporcione.

La proposta es desenvolupa entorn d'un centre de distribució que permetria la instal·lació dels mitjans d'emmagatzematge i mantenició necessaris que oferisquen bons resultats tant a nivell econòmic com a nivell de *lead time*.

En primer lloc, es detalla i caracteritza la situació en què es troba el sector de la distribució alimentària per a contextualitzar el problema. S'aporten dades de volum de vendes, informació sobre els consumidors, pròximes tendències i principals àrees de millora.

Seguidament, es realitza una anàlisi teòrica sobre els principals aspectes que s'han de tindre en compte a l'hora de dissenyar un magatzem com la classificació dels productes, els tipus de mitjans de mantenició i emmagatzematge que existeixen i els costos logístics associats que permetran elaborar l'anàlisi econòmica i financera.

A més, s'elaboren propostes amb diferents configuracions del magatzem detallant els mitjans de mantenició i emmagatzematge que s'utilitzarien en cada cas. Els diferents plantejaments es faran tenint en compte les dades simulades pròpies d'una empresa del sector de comerç electrònic d'alimentació.

Finalment, es compararan per a discernir entre aquella opció que proporcione els millors resultats globals a través del càlcul econòmic i financer i a través de dades de productivitat.

ÍNDICE

| | |
|--|-----|
| Resumen..... | III |
| Abstract..... | IV |
| Resum..... | V |
| Capítulo 1: Introducción..... | 16 |
| 1.1. Objeto del proyecto | 16 |
| 1.2. Alcance del proyecto | 16 |
| 1.3. Introducción al problema | 17 |
| Capítulo 2: Motivación | 22 |
| Capítulo 3: Objetivos..... | 23 |
| Capítulo 4: Aproximación al ecommerce | 24 |
| 4.1. Comercio electrónico | 24 |
| 4.1.1. Clasificación del comercio electrónico | 25 |
| 4.2. E-Logistics | 29 |
| 4.2.1. Last mile | 29 |
| 4.2.2. Preparación de pedidos o picking | 30 |
| 4.2.3. El impacto del comercio electrónico en la logística | 30 |
| 4.3. Caracterización del sector de la distribución alimentaria | 32 |
| 4.3.1. Datos de consumo | 33 |
| 4.3.2. Perfil de los usuarios en España | 38 |
| 4.3.3. Requisitos y causas de insatisfacción en los consumidores | 39 |
| Capítulo 5: Antecedentes teóricos..... | 41 |
| 5.1. Diseño de un almacén | 41 |
| 5.1.1. Almacenes: actividades y objetivos..... | 42 |
| 5.1.2. Gestión de huecos | 46 |
| 5.1.3. Separación reserva y picking | 48 |
| 5.2. Clasificación ABC de los productos..... | 49 |
| 5.3. Perfil de inventario | 52 |
| 5.4. Aspectos relevantes en la preparación de pedidos | 53 |
| 5.5. Medios de almacenamiento..... | 54 |
| 5.5.1. Almacén o carrusel vertical | 55 |



| | | |
|---|---|-----|
| 5.5.2. | Almacén o carrusel horizontal..... | 56 |
| 5.5.3. | Estanterías móviles para palets Movirack..... | 57 |
| 5.5.4. | Sistema Pallet Shuttle..... | 58 |
| 5.5.5. | Almacén automático para palets | 60 |
| 5.5.6. | Almacén automático para cajas | 61 |
| Capítulo 6: Análisis de la problemática..... | | 65 |
| Capítulo 7: Propuesta y desarrollo..... | | 71 |
| 7.1. | Escenario 1 – Preparación en tienda..... | 72 |
| 7.1.1. | Distribución en tienda tradicional..... | 75 |
| 7.1.2. | Tiempo de preparación de pedidos | 76 |
| 7.1.3. | Costes de la configuración | 76 |
| 7.2. | Escenario 2 – Dark Store | 78 |
| 7.2.1. | Distribución <i>Dark Store</i> | 80 |
| 7.2.2. | Tiempo de preparación de pedidos | 80 |
| 7.2.3. | Costes de la configuración | 81 |
| 7.3. | Escenario 3 – Propuesta modelo automatizado | 84 |
| 7.3.1. | Dimensionamiento medios de almacenamiento | 84 |
| 7.3.2. | Distribución en planta preliminar | 87 |
| 7.3.3. | Medios de manutención | 88 |
| 7.3.4. | Tiempo de preparación de pedidos | 93 |
| 7.3.5. | Dimensionamiento medios de manutención..... | 95 |
| 7.3.6. | Distribución en planta – Layout | 101 |
| 7.3.7. | Coste de la configuración | 102 |
| Capítulo 8: Análisis económico y financiero | | 105 |
| 8.1. | Presupuesto..... | 105 |
| 8.2. | Viabilidad del proyecto | 106 |
| 8.2.1. | Payback..... | 107 |
| 8.2.2. | VAN y TIR..... | 108 |
| Capítulo 9: Elección de alternativa..... | | 111 |
| Capítulo 10: Conclusiones..... | | 113 |
| Anexo I – Cálculo cargas salariales de un empleado..... | | 115 |
| Bibliografía | | 117 |



I. ÍNDICE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Evolución trimestral del volumen de negocio del comercio electrónico y variación interanual. Fuente: (CNMC, 2021) | 17 |
| Figura 2. Cuota del comercio electrónico del gran consumo en valor. Fuente: (CESCE, 2019) | 18 |
| Figura 3. Costes por etapa de la cadena de suministro. Fuente: (Capgemini Research Institute, 2019) | 20 |
| Figura 4. Evolución trimestral del volumen de negocio del comercio electrónico y variación interanual para la rama de Hipermercados, Supermercados y Tiendas de alimentación. Fuente: (CNMC, 2021) | 29 |
| Figura 5. Cadena de suministro tradicional. Fuente: (Pérez Pérez & Martínez Sánchez, 2002) | 31 |
| Figura 6. Porcentaje de usuarios que utiliza internet para hacer una compra. Fuente: (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019) | 33 |
| Figura 7. Porcentaje de consumidores que recibe entregas de alimentación más de una vez por semana. Fuente: (Capgemini Research Institute, 2019)..... | 34 |
| Figura 8. Probabilidad de comprar alimentos en línea en el próximo año. Fuente: (PwC, 2018) | 35 |
| Figura 9. Porcentaje de gasto medio en las compras en línea por rango. Fuente: (Puelles, et al., 2019)..... | 37 |
| Figura 10. Distribución de internautas por perfil sociodemográfico. Fuente: (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019) | 39 |
| Figura 11. Plazo razonable que consideran los internautas compradores (%). Fuente. (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019) | 40 |
| Figura 12. Servicios más valorados por los consumidores en porcentaje. Fuente: (PwC, 2018) | 41 |
| Figura 13. Flujos y zonas del almacén. Fuente: (Garcia-Sabater, 2020) | 45 |
| Figura 14. Análisis ABC de clases. Fuente: (Cardós Carboneras, 2021) | 47 |
| Figura 15. Dos formas comunes de implementación de la gestión de existencias según ABC. Fuente: (de Koster, et al., 2006)..... | 47 |
| Figura 16. Desconsolidación de la unidad de carga. Fuente: (Garcia-Sabater, 2020) | 48 |
| Figura 17. Separación vertical u horizontal entre picking y reserva. Fuente: (Garcia-Sabater, 2020) | 49 |
| Figura 18. Análisis ABC. Fuente: (Cardós Carboneras, 2021) | 50 |
| Figura 19. Análisis ABC productos ambiente. Fuente: elaboración propia..... | 51 |

| | |
|---|----|
| Figura 20. Anàlisis ABC productes refrigerats. Font: elaboració pròpia | 51 |
| Figura 21. Anàlisis ABC productes congelats. Font: elaboració pròpia..... | 52 |
| Figura 22. Evolució de stocks. Font: (Cardós Carboneras, 2021)..... | 53 |
| Figura 23. Característiques tècniques de dimensions del carrusel vertical. Font: (Athos E-Health Solutions, 2021)..... | 55 |
| Figura 24. Característiques tècniques del carrusel vertical. Font: (Modula, 2021) | 55 |
| Figura 25. Almacén vertical automatitzat. Font: (TIBA Group, 2021) | 56 |
| Figura 26. Configuracions del almacén horitzontal. Font: (Modula, 2020)..... | 57 |
| Figura 27. Carrusel horitzontal. Font: (Modula, 2020)..... | 57 |
| Figura 28. Estanteries mòbils per palets Movirack. Font: (Mecalux ESMENA, 2021) | 58 |
| Figura 29. Sistema pallet shuttle. Font: (Mecalux ESMENA, 2021) | 59 |
| Figura 30. Representació sistema pallet shuttle. Font: (Mecalux ESMENA, 2021)..... | 60 |
| Figura 31. Sistema automàtic per palets. Font: (AR-Racking, 2021)..... | 61 |
| Figura 32. Opcions caixes eurobox de mecalux per transelevador. Font: (Mecalux ESMENA, 2021)..... | 63 |
| Figura 33. Resum de les opcions de caixes considerades: Font: elaboració pròpia | 63 |
| Figura 34. Nombre de caixes per zona. Font: elaboració pròpia..... | 64 |
| Figura 35. Percentatge d'ocupació de les caixes. Font: elaboració pròpia..... | 64 |
| Figura 36. Costes totals per tipus de caixa i zona. Font: elaboració pròpia..... | 64 |
| Figura 37. Preferència de ubicació en la que realitzar el picking online. Font: (Capgemini Research Institute, 2019) | 65 |
| Figura 38. Estratègies de preparació de pèdidos online i entrega. Font: (Ferreira das Neves Salgado, 2015) | 68 |
| Figura 39. Percentatge d'hores per tasca. Font: (MWPVL International INC, 2013) | 69 |
| Figura 40. Percentatge de distribució de costos operatius anuals en un centre de distribució. Font: (Habazin, et al., 2016) | 69 |
| Figura 41. Emplada preparant un pèdido online de Consum. Font: (Consum, 2021)... | 73 |
| Figura 42. Distribució en planta d'un supermercat de Catalunya. Font: elaboració pròpia | 75 |
| Figura 43. Preparació de pèdidos en la colmena de Mercadona. Font: (Zaragozá, 2019) | 78 |
| Figura 44. Distribució en planta d'una Dark Store de Mercadona. Font: elaboració pròpia | 80 |
| Figura 45. Colmena de Mercadona. Font: (El Mercantil, 2020)..... | 83 |

| | |
|---|-----|
| Figura 46. Disposición del transelevador con las estanterías. Fuente: elaboración propia .. | 86 |
| Figura 47. Layout preliminar del almacén de distribución propuesto. Fuente: elaboración propia | 88 |
| Figura 48. Cajas para picking. Fuente: (Raja Pack, 2021) | 90 |
| Figura 49. Jaulas para transporte de cajas a playa de expedición. Fuente: (Raja Pack, 2021) | 91 |
| Figura 50. Base rodante para eurobox. Fuente: (Bauhaus, 2021) | 91 |
| Figura 51. Ejemeplo almacén automático con cinta de rodillos para extracción de cajas. Fuente: (Mecalux ESMENA, 2021) | 92 |
| Figura 52. Ilustración de los puestos de picking en la zona ambiente. Fuente: elaboración propia | 93 |
| Figura 53. Nº de días por rango de cantidad de cajas pedidas diariamente. Fuente: elaboración propia | 96 |
| Figura 54. Disposición de cajas en europalet. Fuente: (Onpallet, 2021) | 98 |
| Figura 55. Layout del centro de distribución propuesto en el tercer escenario. Fuente: elaboración propia | 101 |

II. ÍNDICE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Porcentaje de personas que han comprado productos de alimentación. Fuente: (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019) 36 | 36 |
| Tabla 2. Productos por orden de peso en ventas-valor para ambos canales de compra. Fuente: (IRI, 2019) | 37 |
| Tabla 3. Representación por rango de edad. Fuente: (Netquest & AECOC, 2019)..... | 38 |
| Tabla 4. Diferencias entre almacén y centro de distribución. Fuente: (Logística y Abastecimiento, 2021) | 45 |
| Tabla 5. Análisis ABC de los productos utilizados en el estudio. Fuente: elaboración propia | 50 |
| Tabla 6. Distribución de probabilidad de equivalencia entre líneas de pedido y unidades. Fuente: (Pazour & Meller, 2008)..... | 54 |
| Tabla 7. Resumen de características de los medios de almacenamiento considerados. Fuente: elaboración propia | 61 |
| Tabla 8. Perfil logístico de entrada al almacén por categoría. Fuente: elaboración propia . | 62 |
| Tabla 9. Resultados del análisis de los distintos escenarios. Fuente: (MWPVL International, 2021) | 70 |
| Tabla 10. Cálculo líneas de pedido por día en una dark store. Fuente: elaboración propia . | 72 |
| Tabla 11. Productividad por tarea. Fuente: (MWPVL International, 2021) | 74 |
| Tabla 12. Cálculo de tiempos necesarios para picking en tienda tradicional. Fuente: elaboración propia | 76 |
| Tabla 13. Coste imputable por línea de pedido. Fuente: elaboración propia | 77 |
| Tabla 14. Cálculo del coste de los medios de mantenimiento por tienda. Fuente: elaboración propia | 77 |
| Tabla 15. Costes de mano de obra anuales. Fuente: elaboración propia..... | 77 |
| Tabla 16. Resumen de costes totales para la primera configuración. Fuente: elaboración propia | 78 |
| Tabla 17. Cálculo de tiempos segundo escenario. Fuente: elaboración propia | 81 |
| Tabla 18. Cálculo personal necesario por turno. Fuente: elaboración propia..... | 82 |
| Tabla 19. COSTES TOTALES DE MANO DE OBRA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 82 |
| Tabla 20. Cálculo costes totales de equipos de mantenimiento. Fuente: elaboración propia . | 82 |
| Tabla 21. Inversión en instalaciones segunda configuración. Fuente: elaboración propia ... | 82 |
| Tabla 22. Inversión en sistemas de almacenaje segunda configuración. Fuente: elaboración propia | 83 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 23. cOSTE POR LÍNEA DE PEDIDO EN EL SEGUNDO ESCENARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA | 83 |
| Tabla 24. Resumen de inversiones para el segundo escenario. Fuente: elaboración propia | 84 |
| Tabla 25. Resumen de resultados obtenidos. Fuente: elaboración propia | 85 |
| Tabla 26. Resultados para cada zona del almacén | 85 |
| Tabla 27. Cálculo número de transelevadores. Fuente: elaboración propia | 86 |
| Tabla 28. Dimensionamiento estantería primera iteración. Fuente: elaboración propia | 86 |
| Tabla 29. Dimensionamiento estantería segunda iteración. Fuente: elaboración propia | 87 |
| Tabla 30. Comparación entre los distintos medios de manutención. Fuente: elaboración propia | 89 |
| Tabla 31. Resumen medios de manutención necesarios. Fuente: elaboración propia | 91 |
| Tabla 32. Resumen productividad sistemas de manutención. Fuente: elaboración propia . | 93 |
| Tabla 33. Cálculo de tiempos de tareas de recepción y colocación de mercancía. Fuente: elaboración propia | 94 |
| Tabla 34. Cálculo tiempo de preparación de pedidos por categoría. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA | 95 |
| Tabla 35. Datos sobre pedidos de gran consumo on-line. Fuente: (Netquest - AECOC, 2020) | 96 |
| Tabla 36. Número de palets y cajas recibidos diariamente. Fuente: elaboración propia | 97 |
| Tabla 37. Cálculo número de transpaletas necesarias..... | 98 |
| Tabla 38. Media de pedidos, cajas y unidades diarias. Fuente: elaboración propia | 98 |
| Tabla 39. Resumen de cantidades por medio de manutención. Fuente: elaboración propia | 100 |
| Tabla 40. Cálculo de costos de sistema de almacenaje: Fuente: elaboración propia..... | 102 |
| Tabla 41. Cálculo de los costes de medios de manutención. Fuente: elaboración propia.. | 103 |
| Tabla 42. Cálculo operarios necesarios por zona. Fuente: elaboración propia | 103 |
| Tabla 43. Resumen costes de mano de obra tercera configuración. Fuente: elaboración propia | 104 |
| Tabla 44. Inversión total de las instalaciones. Fuente: elaboración propia..... | 105 |
| Tabla 45. Cálculo del coste por línea de pedido. Fuente: elaboración propia..... | 105 |
| Tabla 46. Resumen de costes para el tercer escenario. Fuente: elaboración propia | 105 |
| Tabla 47. presupuesto tercera configuración. Fuente: elaboración propia | 106 |
| Tabla 48. Inversión realizada en cada escenario por concepto. Fuente: elaboración propia | 107 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 49. Inversión por escenario ajustada y por concepto. Fuente: elaboracion propia .. | 107 |
| Tabla 50. DFC por vida útil del elemento. Fuente: Cardós Carboneras, 2021 | 108 |
| Tabla 51. Costes de cada configuración. Fuente: elaboración propia | 108 |
| Tabla 52. Cálculo del payback. Fuente: elaboración propia | 108 |
| Tabla 53. Cálculo de los flujos de caja anuales. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA..... | 109 |
| Tabla 54. Resumen VAN y TIR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA | 110 |
| Tabla 55. Resumen de tiempo de preparación por línea de pedido por configuración. Fuente: elaboración propia | 111 |
| Tabla 56. Cálculo de cargas sociales para la empresa por operario. Fuente: (Mercadona, 2020) | 115 |
| Tabla 57. Cálculo horas productivas anuales. Fuente: elaboración propia | 115 |
| Tabla 58. Otros costes asumidos por la empresa. Fuente: (Mercadona, 2020) | 116 |
| Tabla 59. Cálculo del coste total y por hora por operario para la empresa. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA | 116 |



III. ÍNDICE ECUACIONES

| | |
|---|-----|
| Ecuación 1. Stock mínimo en m3 | 52 |
| Ecuación 2. Cálculo pedido a proveedor en m3..... | 53 |
| Ecuación 3. Cálculo de cajas necesarias..... | 63 |
| Ecuación 4. Cálculo de % de ocupación por hueco..... | 64 |
| Ecuación 5. Regla del 85% para medios de manutención. | 77 |
| Ecuación 6. Cálculo de la utilización de los huecos del almacén | 85 |
| Ecuación 7. Cálculo de ocupación media de huecos..... | 85 |
| Ecuación 8. Cálculo del ancho de estantería..... | 87 |
| Ecuación 9. Número de unidades por caja..... | 98 |
| Ecuación 10. Cálculo del ancho de estantería..... | 99 |
| Ecuación 11. Cálculo del payback | 108 |
| Ecuación 12. Cálculo de la amortización de la instalación..... | 109 |
| Ecuación 13. Valor Actual Neto (VAN) | 109 |
| Ecuación 14. Tasa Interna de Retorno (TIR)..... | 109 |

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

Este apartado pretende introducir al lector en la problemática que rodea el presente estudio aportando datos actuales de tendencias, volumen de negocio y cuotas de mercado con respecto al sector de la distribución alimentaria dentro del comercio electrónico. Además, se muestran algunas de las principales áreas de mejora existentes actualmente que tienen relación con el sector logístico y se aclara la motivación que acompaña el análisis realizado en este trabajo.

1.1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente trabajo es analizar y evaluar distintas configuraciones para un almacén destinado a acoger pedidos on-line en una empresa del sector de la distribución alimentaria. Finalmente, se seleccionará una de las alternativas en función de las ventajas y mejoras que aporte a la operativa actual especialmente en el proceso de *picking*.

Para poder alcanzar el objetivo de este TFM, el análisis de las alternativas incluirá tanto el estudio de aspectos económicos como técnicos de manera que la selección final sea la más acertada. Los aspectos económicos se basarán en los costes asociados a una operativa interna en un almacén como los costes de personal o los asociados a los sistemas de almacenamiento y manipulación. Los aspectos técnicos versarán sobre datos específicos de los sistemas de almacenamiento escogidos y la productividad de los operarios asociada.

1.2. ALCANCE DEL PROYECTO

El estudio va a comenzar analizando la situación actual de la preparación de pedidos recibidos a través del canal electrónico en empresas tipo supermercados. Esto permitirá destacar los principales aspectos negativos que serán contrastados con referencias proporcionadas por distintos autores en sus análisis.

A partir de aquí, se identificarán las principales áreas de mejora en las que se centrará este estudio y se propondrán distintas mejoras para finalmente seleccionar la que mejores resultados aporte.

Para realizar la propuesta de configuración del almacén se realizará un análisis de productos lo que permitirá clasificarlos en los sistemas de almacenamiento más adecuados a cada categoría. Posteriormente, para el dimensionado del almacén será necesario conocer el perfil de inventario de cada una de las referencias consideradas y el formato logístico en que se colocan en estantería.

Con el dimensionado del almacén se podrán considerar distintas alternativas de medios de manutención y se calculará el número necesario de cada uno de los tipos considerados. Seguidamente se estudian distintas distribuciones internas en el almacén en función del flujo que se desee. Finalmente se realiza un análisis económico sobre cada una de las posibilidades planteadas que aporte más información sobre la viabilidad en términos monetarios.

1.3. INTRODUCCIÓN AL PROBLEMA

El e-commerce ha crecido sustancialmente, hasta el punto en que en 2018 se estimaba un 10% de las ventas de retail en todo el mundo (PwC, 2018). El tipo de comercio electrónico en el que operan las empresas de distribución alimentaria se trata del Business to Customer (B2C) que se explicará en los próximos apartados.

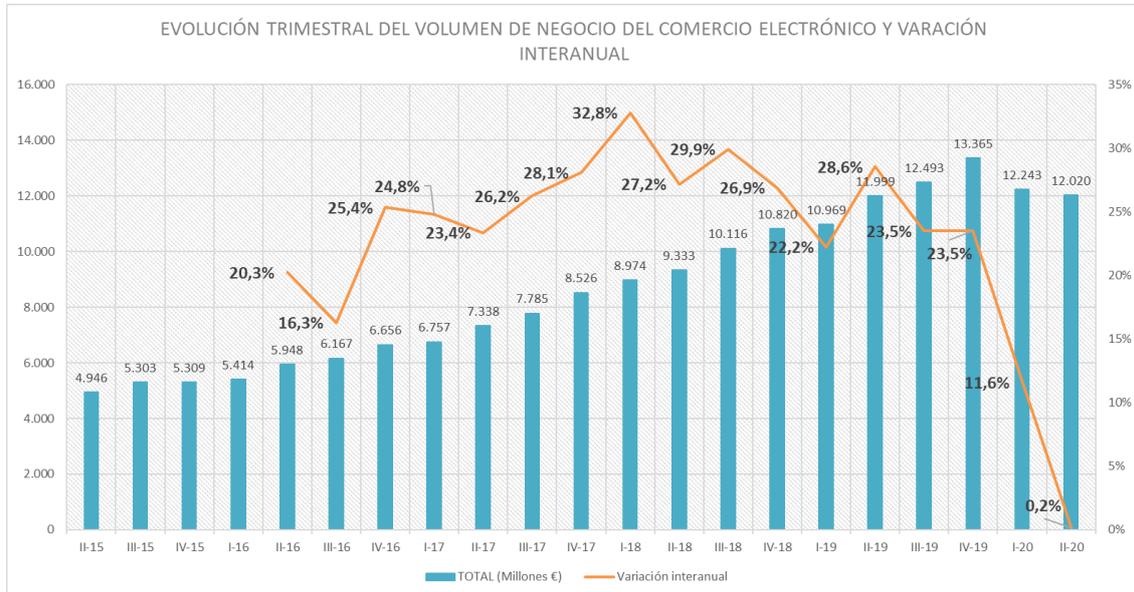


FIGURA 1. EVOLUCIÓN TRIMESTRAL DEL VOLUMEN DE NEGOCIO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO Y VARIACIÓN INTERANUAL. FUENTE: (CNMC, 2021)

Para este tipo de e-commerce, según un estudio conducido por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI), la tendencia del comercio electrónico B2C en 2018 continuó siendo creciente y alcanzó en España un nivel de negocio de más de 40.000 millones de euros. Esto supone un crecimiento del 32,4% con respecto al año anterior (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019). Sin embargo, a raíz de la pandemia la facturación en retail en España ha disminuido con respecto a los trimestres anteriores.

Sin embargo, con la creciente importancia del comercio electrónico en todos los sectores, se ha fomentado la competitividad entre los implicados. Se necesitan nuevas ventajas competitivas para aumentar la cuota de mercado (*market share*) o mantenerla y poder hacer frente a los desafíos existentes en el entorno de cada sector. Es por ello por lo que las compañías buscan innovar en sus procesos a lo largo de toda la cadena de suministro con el fin de reducir costes y poder fidelizar a sus consumidores ofreciéndoles experiencias mejoradas.

Actualmente, se busca conseguir flexibilidad y agilidad ante la incertidumbre y las constantes variaciones en la demanda, lo que se traduce en buscar una mejora de todo el sistema productivo.

El sector de la distribución alimentaria refleja dicha innovación, puesto que las empresas están realizando esfuerzos para adaptarse a las nuevas tendencias y hábitos de compra de los consumidores buscando mantener su cuota de mercado. Lo han hecho dándole más importancia a los productos perecederos y comenzando su estrategia digital. Además, para conseguir mantener su *market share*, las compañías han sufrido una guerra de precios liderada por Mercadona y otras empresas como Lidl, Aldi o DIA que siguen la estrategia del *hard-discount*.

Como se ha mencionado, es importante conocer los nuevos hábitos de los consumidores junto con sus características. Según Kantar Worldpanel el consumidor ahora es más digitalizado, posee más información y es más exigente. Concretamente, tomando los datos del Barómetro del Comercio Electrónico en España (2018), el 19% de los compradores on-line compran alimentos frescos y bebidas por internet (Food Retail, 2019)

A pesar de que el comercio electrónico de la alimentación es el sector que menos ha crecido frente a otros como el de la tecnología, la moda o los viajes, éste ha aumentado exponencialmente en los últimos años, llegando hasta el 1,9% en 2019 de volumen de ventas on-line con respecto al total. El canal on-line no amenaza con sustituir a la compra tradicional, sin embargo, este tipo de compra se prevé que continuará expandiéndose en los próximos años (CESCE, 2015).

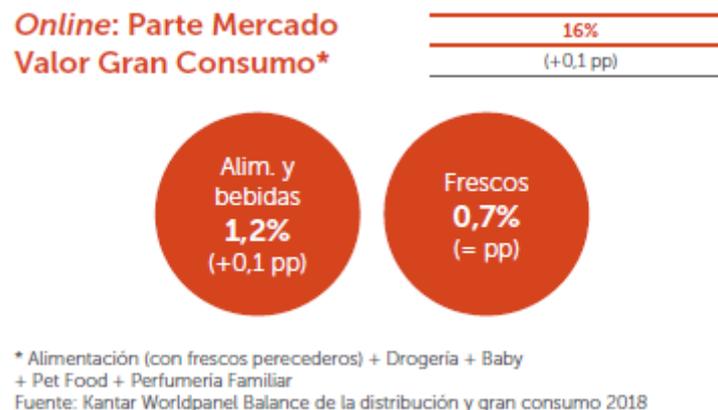


FIGURA 2. CUOTA DEL COMERCIO ELECTRÓNICO DEL GRAN CONSUMO EN VALOR. FUENTE: (CESCE, 2019)

En vistas de la previsión del crecimiento de las ventas en línea es importante ver cuáles son las áreas de mejora en este sector. Se ha investigado en cuanto a cuáles son las partes que más costes y desafíos suponen para las empresas de la distribución alimentaria, que ofrecen el servicio de venta en línea, con la finalidad de seleccionar una y proponer mejoras. Concretamente para los sectores relacionados con la alimentación y los bienes de consumo se identifican varios desafíos o puntos que son más complejos:

- **Logística de distribución directa.** Supone un inconveniente tanto para el cliente como para los distribuidores. En el caso de los clientes significa elevados gastos de envío y en

el caso de los distribuidores implica asumir grandes costes de entrega en el hogar (CESCE, 2015). Concretamente, el 59% de los consumidores de la venta on-line están insatisfechos debido a los elevados costes de envío que han de pagar.

Por otro lado, según la información analizada, el 99% de los encuestados considera que las ventas on-line ofrecen menor rentabilidad que aquellas hechas en tienda física, específicamente un 19% menos de rentabilidad. Esta disminución es debida a los elevados costes de mano de obra y logísticos en los que se incurre, especialmente en la última milla. Además, los expertos encuestados afirmaron que esto podría cambiar si estas órdenes se procesaran en los centros de distribución consiguiendo así una reducción de inventarios, flexibilidad en el *lead time* y mayor frecuencia de entregas (Capgemini Research Institute, 2019)

- **La venta de productos frescos** continúa siendo un desafío puesto que los consumidores desconfían de comprar estos productos. El 61% que compra on-line y recoge en tienda física prefiere adquirir los productos perecederos una vez acude al establecimiento para recoger su pedido (Capgemini Research Institute, 2019)

Además, para los operadores logísticos y los distribuidores también presenta inconvenientes ya que estos productos han de ser transportados y entregados en un período corto de tiempo para evitar que se deterioren.

- **Almacenamiento de productos** en el sector de la alimentación. A menudo requieren condiciones específicas de almacenamiento, entre ellas, la temperatura y/o la humedad en el ambiente, lo que hace que se complique la fase de manutención.
- **Última milla (*last mile delivery*):** se trata de la última fase del proceso en la cual los productos son distribuidos a cada cliente. Según un estudio de Capgemini Research Institute “The last mile delivery challenge, 2019” el 41% de los costes de toda la cadena de suministro corresponden con esta etapa (Figura 3). Es el punto más relevante de todo el proceso puesto que determina en gran medida la satisfacción del cliente. Se necesita que las entregas lleguen a tiempo y en las condiciones de calidad requeridas. Sin embargo, esto no siempre es posible debido a que a menudo las ventanas horarias que se ofrecen al cliente son demasiado amplias y frecuentemente la compra no es entregada porque el usuario no se encuentra en el punto de entrega.

Por otro lado, según el mismo estudio de Capgemini, el 47% de los usuarios está insatisfecho ya que no tiene la posibilidad de elegir entrega en el mismo día (*same-day delivery*)

PORCENTAJE DE COSTE POR ACTIVIDAD

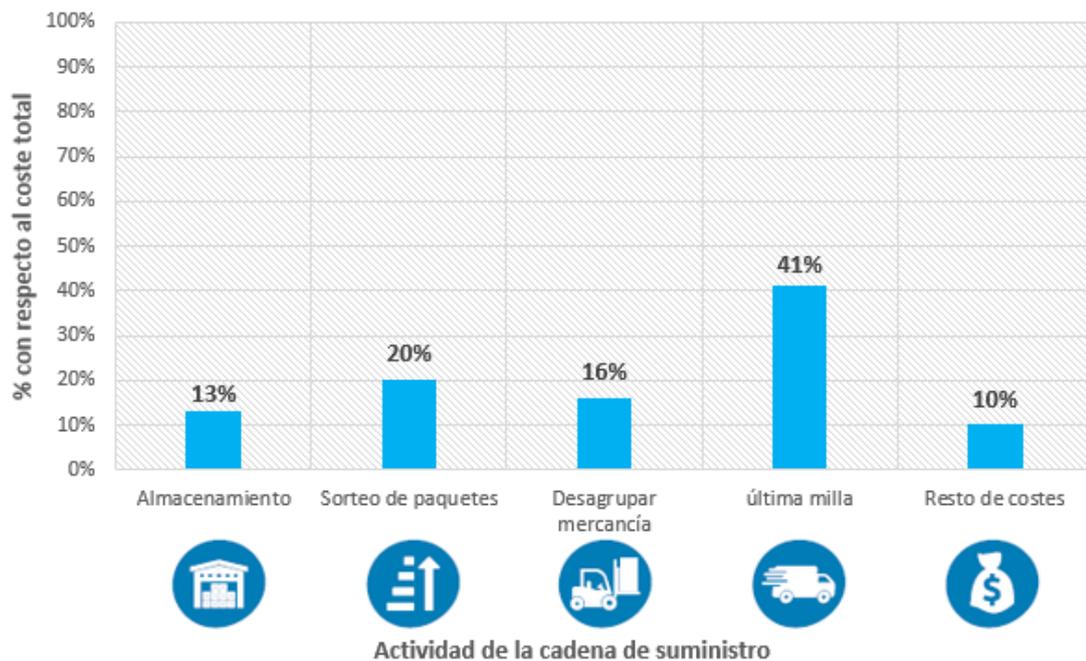


FIGURA 3. COSTES POR ETAPA DE LA CADENA DE SUMINISTRO. FUENTE: (CAPGEMINI RESEARCH INSTITUTE, 2019)

Como se puede observar, la logística juega un papel muy importante para cumplir con las expectativas del comprador y conseguir un determinado nivel de servicio. Como se ha dicho en el primer punto, los gastos de envío que tienen los consumidores y el coste que asumen los distribuidores al transportar la mercancía hacia los hogares son demasiado elevados (CESCE, 2015).

Teniendo en cuenta esta información, es notable que, junto con la problemática de la última milla, la optimización de preparación de pedidos recibidos a través del canal on-line también puede contribuir a la reducción de costes totales y, por tanto, obtener mayor beneficio de la transacción. Se recomienda procesar las órdenes en centros de distribución o almacenes para poder conseguir reducción de inventarios, más flexibilidad en el lead time y mayor frecuencia de entregas. Para conseguir esto, se va a mostrar tres propuestas de preparación de pedidos donde dos se basan en casos reales y la última de ellas utiliza medios automatizados que permiten conseguir una solución escalable.

El uso de estos medios va a hacer que la productividad de los operarios aumente ya que serán capaces de procesar un mayor número de líneas de pedido en el mismo período de tiempo. También comportará la eliminación de desplazamientos innecesarios y, en consecuencia, reducirá el coste para la compañía ya que se necesitará menor número de operarios realizando la tarea de picking. Como consecuencia, el lead time necesario se rebajará y se podrá ofrecer a los clientes una ventana horaria de entrega más ajustada.

Estas afirmaciones se cuantificarán en los próximos apartados con datos concretos obtenidos tanto empíricamente como de otros estudios ya realizados por otros investigadores. Para medir el impacto en términos monetarios, se mostrará un presupuesto con los costes asociados al nuevo planteamiento y se comparará con el coste que supone el modo de operación actual.

Estos sistemas de almacenamiento y manutención, que se comentarán más adelante, son utilizados en otros sectores. Para ilustrar en qué consiste esta tecnología se utilizarán ejemplos concretos en los que la automatización haya sido protagonista.

Posteriormente, se va a mostrar el estado del sector de la distribución alimentaria en España y las diferencias que presenta frente a otros países europeos que están más avanzados. El objetivo de esto es ver la magnitud del margen de mejora que se tiene en el sector para poder proponer la aplicación de las técnicas, la tecnología y la estrategia adaptadas a nuestras condiciones. Una vez se haya conseguido esto, se realizarán los cálculos necesarios para cuantificar el coste para la empresa de un operario y con ello estimar el ahorro que se conseguiría con la agilización del proceso.

Teniendo en cuenta todo lo expuesto en este punto, queda clara la motivación que acompaña a la realización de este análisis. Existe una problemática actual que es la de continuar siendo competitivo en un mercado tan dinámico y turbulento mediante la innovación en procesos, tecnología y estrategia. Consiguiendo mantener el ritmo de las exigencias de los consumidores y alineando los objetivos de la empresa con los deseos de los clientes, se podrá obtener la ventaja competitiva necesaria para sostener la cuota de mercado o, incluso, aumentarla. Esto se debe a que los clientes aumentan su lealtad hacia las empresas si estas cumplen con sus demandas

En resumen, se va a tratar de proponer la utilización de la tecnología avanzada que ya usan otros sectores en España, como sustituta del enfoque convencional actual. La finalidad será mostrar el impacto conseguido con la automatización de la preparación de pedidos en una empresa del sector de la distribución alimentaria.

CAPÍTULO 2: MOTIVACIÓN

La creciente importancia del comercio electrónico y, por consiguiente, el crecimiento de las ventas ha hecho que el *retail* sea mucho más complejo y competitivo que antes. Por eso, la mayoría de las compañías han tratado de diferenciarse buscando nuevas oportunidades de venta en nuevos segmentos de clientes. Se han desarrollado canales on-line para complementar o sustituir la operativa en las tiendas físicas y así ofrecer un mejor servicio al cliente.

De entre los sectores más relevantes del *retail*, el sector de la distribución alimentaria es aquel que menos ha crecido en los últimos años como se verá en los próximos apartados. Es por esto por lo que resulta interesante analizar cuáles son las posibles áreas de mejora de manera que se consiga optimizar el proceso. Así, se conseguirá también reducir los costes y aumentar el beneficio final.

Sin embargo, a pesar de que no es el que más crece, soportó un crecimiento de más del 130% en volumen de negocio del comercio electrónico en el segundo trimestre de 2020 con respecto al mismo periodo del año anterior en España. Esto manifiesta la ascendente importancia que tiene este canal de ventas que cada vez menos resulta una opción para las empresas que quieran mantener su competitividad en esta área.

Se ha identificado el proceso de la preparación de pedidos como uno de los más ineficientes, ya que se realiza completamente de forma manual y esto incrementa el tiempo total necesario para entregar las órdenes de los clientes. De esta forma, las razones para centrarse en esta temática se detallan a continuación.

En primer lugar, se desea plantear una solución para un caso real desde el punto de vista teórico. Se parte del estudio de todos los aspectos relevantes que tener en cuenta a la hora de diseñar un almacén, en este caso de distribución. De esta forma, se ponen de relieve las principales áreas de mejora según la operativa actual de preparación de pedidos en una empresa de distribución alimentaria y se proponen alternativas para, finalmente, decantarse por una de ellas.

La segunda razón que apoya la decisión de desarrollarlo es el interés por la mejora continua en el entorno empresarial. Por eso, se propone la adopción de la tecnología como parte de uno de los procesos más relevantes dentro de la cadena de suministro en la medida en que lo convierta en uno más eficiente y eficaz.

Por último, la motivación de la realización de este trabajo de fin de grado surge por la intención de aplicar los conocimientos aprendidos en el Máster en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro que estén relacionados con la temática de este. Entre ellos están conceptos relacionados con la logística de aprovisionamiento y distribución, así como de diseño de almacenes.

CAPÍTULO 3: OBJETIVOS

Este proyecto se centra en el desarrollo de tres escenarios que representan la operativa completa de preparación de pedidos online en empresas del sector de la distribución alimentaria, donde cada uno de ellos atiende a unos parámetros de volumen de ventas y productividad distintos. Con estas representaciones se pretende comparar distintas situaciones de una forma equitativa que permitan discernir entre aquella opción que sea más atractiva desde el punto de vista económico.

Además del objetivo principal se definen otros secundarios que también posibilitarán llegar a las conclusiones:

- Exponer la situación del comercio electrónico en el sector de los bienes de consumo en España y otros países referentes mediante datos concretos de consumo y tecnológicos, con el objetivo de identificar las posibles áreas de mejora para aplicarlas en España.
- Definir los conceptos logísticos más relevantes relacionados con la preparación de pedidos y el comercio electrónico en una empresa de distribución de bienes de consumo, para establecer un marco de referencia.
- Caracterizar a los consumidores de bienes de consumo a través del canal digital.
- Analizar posibles clasificaciones de productos y seleccionar la más adecuada para el sector estudiado.
- Seleccionar los medios de manutención y almacenamiento más apropiados para la gestión interna del centro de distribución.
- Representar distintos escenarios aplicables a la preparación de pedidos en el sector de la distribución alimentaria y la venta por Internet.
- Elaborar un análisis económico y financiero para cada configuración del almacén considerada y que permita guiar en la decisión final de la elección de una de ellas.

Con el cumplimiento del objetivo principal y los secundarios se busca comparar todos los escenarios de una forma equitativa y analizar en última instancia la adecuación de cada uno de ellos dependiendo de las características de la empresa de la que se trate.

CAPÍTULO 4: APROXIMACIÓN AL ECOMMERCE

La finalidad de este capítulo es aportar información y analizar algunos de los aspectos más relevantes para este estudio. Entre ellos, se va a considerar el comercio electrónico y el impacto que tiene en la logística. También se va a caracterizar el sector de la distribución alimentaria, lo cual ayudará a determinar las tendencias y rasgos de los clientes que adquieren productos de gran consumo a través de Internet.

El siguiente punto versará sobre el diseño de almacenes que proporcionará una visión sobre las pautas y puntos que se deben cubrir a la hora de abordar este proceso y tomar decisiones acertadas. En este mismo apartado también se comentará el marco en el que se mueven los almacenes de distribución alimentaria y cómo operan actualmente.

Finalmente, algunas posibles áreas de mejora en cuanto a la optimización de la operativa en almacenes de distribución del sector analizado darán pie el siguiente capítulo en el que se desarrollará en mayor profundidad la problemática que concierne este trabajo.

4.1. COMERCIO ELECTRÓNICO

En este apartado se busca aportar definiciones del comercio electrónico para mostrar distintas visiones por parte de múltiples autores existentes y que han tratado sobre este tema. Mokhtarian (2004) define el comercio electrónico como “el uso de internet o de intranets para conducir actividades comerciales de varios tipos y que se pueden dividir en dos grandes segmentos (business-to-business (B2B) y business-to-customer (B2C))”, que se comentarán en el próximo apartado. Otra definición es la dada por Das et al. (2018) como el comercio realizado a través de redes informáticas de carácter privado o público. Según (Gómez Gómez, et al., 2004) el comercio electrónico es “cualquier transacción o intercambio de información comercial basada en la transmisión de datos sobre redes de comunicación como internet”. Por último, la Organización Mundial del Comercio (OMC, s.f.) expone que el *ecommerce* es la “producción, distribución, comercialización, venta o entrega de bienes y servicios por medios electrónicos”.

En rigor el *Comercio Electrónico completo* (atributo usado por la **Asociación Española de Comercio Electrónico**) se refiere exclusivamente al caso en que las transacciones comerciales y no solo el intercambio de información se realice **en línea (on-line)**. A pesar de todo la entrega de productos o servicios vendidos, salvo en el caso que se pueda distribuir por la red (software, juegos, música, películas, etc.), sigue siendo una cuestión perteneciente al mundo físico. La posibilidad que ofrece el comercio electrónico de hacer pedidos instantáneamente ha generado una expectativa similar en el consumidor respecto a la rapidez de entrega de esos pedidos con la consiguiente exigencia en su logística de expedición y entrega con su consiguiente presión sobre el tiempo (y calidad de entrega).

El *ecommerce* ha crecido sustancialmente, hasta el punto en que en 2018 se estimaba un 10% de las ventas de retail en todo el mundo (PwC, 2018). Sin embargo, las compras en tiendas tradicionales se han mantenido e incluso han supuesto un canal clave en *supply chain*.

Concretamente, las ventas en estos comercios se han incrementado del 40% en 2016 al 44% en 2018 (PwC, 2018).

En el apartado Clasificación del comercio electrónico se muestra el incremento en volumen de negocio para la rama de actividad relativa a este trabajo, es decir, la rama de los hipermercados, supermercados y otras tiendas de alimentación. El comercio electrónico en este sector está cobrando más importancia y por eso es importante que todas las empresas de bienes de servicio desarrollen una estrategia digital y optimicen sus procesos para poder seguir creciendo. En este apartado se trata de mostrar la clasificación del *ecommerce* explicando aquellos modelos más comunes como son el B2B, el B2C o el C2C. Como punto de partida se ha tomado el artículo publicado por Oltra (2003) en el *V Congreso de Ingeniería de Organización*.

4.1.1. CLASIFICACIÓN DEL COMERCIO ELECTRÓNICO

Hay dos tipos principales, siendo el primero de ellos el Comercio electrónico entre Empresas (**B2B, Business to Business**). Incluye un amplio rango de transacciones entre compañías, que incluyen desde ventas al por mayor hasta adquisiciones de servicios, recursos, tecnología, componentes de productos por parte de la compañía. También, puede incluir transacciones financieras entre compañías como seguros, créditos comerciales y otros activos financieros (Oltra Gutiérrez, 2003).

Otro aspecto interesante en relación con este tipo de comercio es que gracias a los intermediarios se reducen los costes. Esto es debido a que se consolidan distintos mercados que condensan información y ofrecen diversidad de bienes y servicios, de manera que los compradores obtienen la economía en costes al comprar a un único vendedor en vez de contactar con varios proveedores.

Además, se puede clasificar, dentro del comercio B2B, entre portales horizontales o verticales. Los primeros son aquellos que permiten buscar y clasificar el contenido existente en la red y son válidos tanto para B2B como para B2C (Business to Customer). Pueden abarcar distintos sectores como por ejemplo la música, las finanzas, deportes, alimentación, etc. Los portales verticales son similares a los horizontales, pero se limitan al B2B (Oltra Gutiérrez, 2003). Según Shaw et al. (2002) el modelo B2B en el *ecommerce* mejora la coordinación entre empresas y resulta en transacciones que ahorran costes y en oportunidades competitivas para la organización compradora. Algunas de las ganancias en productividad que se esperan del B2B son:

- Aumento en eficiencia gracias a la automatización de las transacciones
- Ventajas económicas de nuevos intermediarios en el mercado
- Consolidación de la demanda y aprovisionamiento a través de intercambios organizados
- Cambios en el alcance de la integración vertical de las compañías

El segundo tipo de Comercio Electrónico es el dirigido al Cliente final o Consumidor (**B2C, Business to Consumer**) que a menudo actúa como líder del B2B, de manera que este tipo de comercio se ve forzado a operar online porque los clientes prefieren una experiencia similar a la que se consigue con B2C, según un estudio conducido por McKinsey en colaboración con Google y la universidad alemana de Logística Kühne (McKinsey & Company, 2018). Se define como sitio web B2C aquél que a través del World Wide Web permite que los clientes puedan adquirir un producto o un servicio. Incluye páginas de venta online establecidos por las tiendas tradicionales o mercados virtuales.

Mokhtarian (2004) define el B2C como el segmento de *ecommerce* que se centra en un conjunto de actividades (compras) que son llevadas a cabo por el consumidor. Se usan las TIC (Tecnologías de la Información y de la Comunicación) para obtener información o adquirir bienes de consumo y se basa en internet. La misma autora definió las potenciales ventajas de este segmento del *ecommerce*, entre ellas:

- **Selección ilimitada de productos:** no se tiene la restricción de tener todo el stock en una localización física como serían las tiendas tradicionales, sino que el cliente puede disponer de todo el inventario existente *online*.
- **Precios de venta más bajos y costes de búsqueda menores:** los *retailers* a menudo ofrecen precios más bajos que aquellos que comercian a través de tiendas físicas, debido a los inferiores costes que tiene el comprador y menores costes de entrada al mercado y de operación para el vendedor (Brynjolfsson & Smith, 2000)
- **Información:** se permite almacenar toda la información que existe disponible de manera que existe la posibilidad de comparar distintos productos gracias a esta misma herramienta. Esta actividad es llevada a cabo por muchas compañías que actúan como plataforma.
- **Personalización:** las TIC permiten la personalización masiva de la información e incluso de los productos. Se diseñan a medida en función de la demografía y otras características (Hof et al. 1998)
- **Conveniencia:** desaparece la limitación temporal y espacial puesto que todas las actividades que se pueden realizar dentro del B2C están disponibles “24/7”.
- **Velocidad:** el cliente puede visitar numerosas tiendas virtuales en un tiempo mucho menor que si tuviese que visitarlas físicamente (Brynjolfsson & Smith, 2000)

Por otro lado, A. Gómez Gómez et al. (2004) definen el B2C como “el comercio electrónico destinado a vender productos y servicios al consumidor final”. Además, diferencian entre dos tipos de empresas que venden a través de este modelo de *ecommerce*: minoristas y fabricantes.

También se pueden encontrar, en Internet, otros modelos que han encontrado en la Red una forma de desarrollarse plenamente como por ejemplo **C2C (Consumer to Consumer)**, por el que los consumidores compran y venden a otro consumidor a través de Internet. Habitualmente se usan plataformas para facilitar la transacción puesto que ambos clientes pueden encontrarse geográficamente separados o, incluso, pueden encontrar productos que difícilmente se

encuentran en otra parte. Algunas de las compañías que más se benefician de este tipo de comercio electrónico son Ebay, Etsy, Amazon o Airbnb.

Aunque no es el modelo más usado, el C2C ha crecido en los últimos años gracias a los bajos costes que suponen las transacciones por internet al eliminar la figura del intermediario. Este modelo presenta algunas ventajas y desventajas. En primer lugar, presenta múltiples ventajas para los clientes como son (Libai, et al., 2010):

- Compraventa fácil entre usuarios.
- Permite la entrada al mercado sin barreras.
- Se pueden encontrar bienes escasos o que no se encuentran en otros lugares.
- Permite la conexión entre distintas zonas geográficas.

Sin embargo, este modelo también presenta inconvenientes:

- Falta de control de calidad.
- Inexistencia de garantías de pago.
- Posibilidad de fraude.

C2B (consumer to business) se trata del modelo en el que los negocios se benefician del deseo de los consumidores de contribuir con datos o campañas de marketing, al mismo tiempo que el cliente se ve favorecido por flexibilidad, pago directo, productos o servicios gratis o a precio reducido.

Este tipo de comercio se usa por ejemplo para promocionar artículos a través de los consumidores. Los productos se anuncian en redes sociales de manera que los clientes se lucran gracias a las visitas recibidas en la publicación al mismo tiempo que la compañía se promociona. Actualmente, existe poca regulación sobre este tipo de transacciones en cuanto a cómo se realizan los pagos. Sin embargo, gracias a métodos de pago como Paypal o Google Wallet se facilita esta acción. Para que las empresas tengan éxito en este segmento de negocio es importante que entiendan cómo funciona el Marketplace y, que se comprometan a adoptar las nuevas tecnologías como un método para alcanzar a los clientes de una forma fácil (Arline, 2018).

Además de estos modelos que son los más comunes (B2B, B2C, C2C, C2B) existen otros como son:

- **Business to Administration (B2A)**: se trata del comercio entre las empresas y la administración pública en internet.
- **Customer to Administration (C2A)**: donde encontramos las transacciones entre los usuarios y las administraciones. Un ejemplo relacionado con este modelo son los envíos por parte de los clientes de documentos relacionados con la Seguridad Social.

- **Peer to Peer (P2P)**: es similar al C2C, pero difiere en que en este caso no existe una transacción monetaria.
- **Business to Employee (B2E)**: permite a las empresas ofrecer productos o servicios a sus clientes a precios más reducidos. De esta forma la compañía consigue comercializar y fidelizar a sus trabajadores.

También se utiliza a modo de plataforma para impartir formación o para gestionar planes de carrera, nóminas y cambios en las mismas. (Gómez Gómez, et al., 2004).

El modelo más usado en el Comercio Electrónico es el **B2C** puesto que se trata de uno de los medios más efectivos en cuanto a marketing y comercio se refiere. En 1999 se comerciaron productos por valor de 20 billones de dólares usando este modelo, año en el que se esperaba que para 2004 se incrementara este valor hasta los 184 billones de dólares (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019).

Concretamente, según un estudio conducido por el Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información (ONTSI), la tendencia del comercio electrónico B2C en 2018 continuó siendo creciente y alcanzó en España un nivel de negocio de más de 40.000 millones de euros. Por eso, el B2C se ha convertido en un aspecto clave y relevante en los marketplaces, puesto que hasta 17 millones de consumidores los utilizaron para realizar sus compras a marcas y compañías (ONTSI, 2020).

Este trabajo se centra en el tipo de comercio electrónico B2C, donde los clientes realizan un pedido a la distribuidora de alimentación y esta es la que lo prepara y se encarga de transportarlo hasta el cliente. Para justificar la importancia creciente del comercio electrónico en este sector se ha añadido la Figura 4. Se observa la tendencia creciente del volumen de negocio del *ecommerce* junto con la variación interanual. En general, se puede ver que la variación interanual, es decir, la variación con respecto al mismo trimestre del año anterior ha sido siempre positiva. Significa, por tanto, que esta rama de actividad continúa creciendo y probablemente lo seguirá haciendo en los próximos periodos.

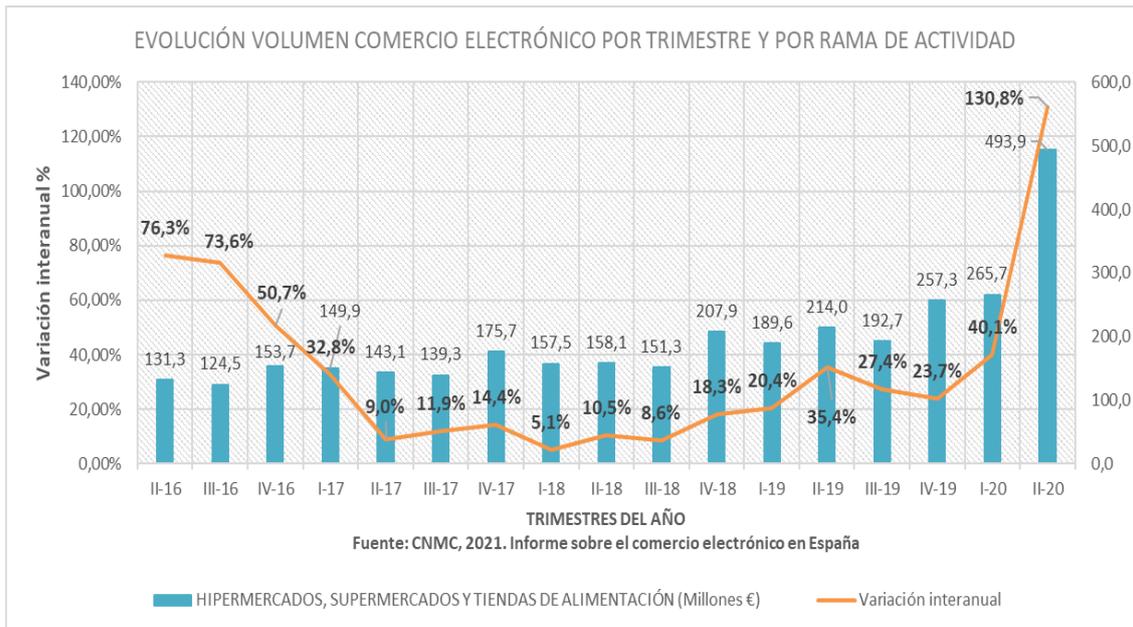


FIGURA 4. EVOLUCIÓN TRIMESTRAL DEL VOLUMEN DE NEGOCIO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO Y VARIACIÓN INTERANUAL PARA LA RAMA DE HIPERMERCADOS, SUPERMERCADOS Y TIENDAS DE ALIMENTACIÓN. FUENTE: (CNMC, 2021)

Es destacable además del continuo crecimiento, el inesperado crecimiento del comercio electrónico provocado por la pandemia en el segundo trimestre de 2020. Los usuarios aprovecharon la comodidad de las compras a través de Internet para adquirir sus productos de alimentación durante este período, lo que se refleja en el incremento del 130,8% con respecto al mismo período del año anterior, llegando hasta un volumen de negocio de 493,9 millones de €. Esta cifra representa casi el doble del volumen que se tuvo durante los 3 primeros meses del mismo año.

4.2. E-LOGISTICS

En el presente trabajo se utilizan múltiples términos relacionados con la logística. Para familiarizar al lector se van a definir brevemente aquellos más relevantes como son la última milla o la preparación de pedidos o *picking*. Por último, se hablará sobre la transformación que soportará la cadena de suministro debido al impacto del comercio electrónico, así como las consecuencias e implicaciones que supone.

El término E-logistics hace referencia a los procedimientos de planificación, control de bienes, flujos de información y de capital a lo largo de toda la cadena de suministro a través de redes privadas como Internet o una intranet. Abarca desde las órdenes de pedido de clientes (B2C o B2B) hasta el rastreo de los pedidos y las funciones de atención al cliente, y se encarga de conectar todas las actividades industriales y productivas (ten Hompel & Schmidt, 2007).

4.2.1. LAST MILE

El Last Mile Delivery según AECOC (Netquest & AECOC, 2019) se trata de “la entrega de bienes o servicios adquiridos por el consumidor en el momento y lugar que este decida”. Se trata de la fase de la cadena de suministro que más coste supone y que presenta mayor cantidad de ineficiencias. Además, el 60% de los desafíos relacionados con el *ecommerce* tienen su origen en la última milla (Hübner, et al., 2016). El coste de este proceso supone el 41% del total coste de la cadena de suministro y se caracteriza por distintos factores: modo de entrega, plazo de entrega, zona de entrega y devoluciones.

4.2.2. PREPARACIÓN DE PEDIDOS O PICKING

El *picking* se trata de la “operación de carga de artículos desde su lugar de almacenamiento para completar un pedido”. Para diseñar la preparación de pedidos se han de tener en cuenta tres aspectos: la localización, el grado de automatización y el grado de integración.

En cuanto a la localización los *retailers* han de decidir si se va a realizar la preparación de pedido en la tienda física o si se hará en alguno de sus almacenes. Esto dependerá de las características del vendedor y del entorno en el que opera, teniendo en cuenta el comportamiento que tienen los usuarios. En concreto, la decisión se puede ver alterada en función de la densidad de población y de las preferencias de entrega. Por ejemplo, en el caso de Tesco (Reino Unido), operan a través de centros de distribución regionales. Sin embargo, también cuentan con un almacén central más automatizado y cerca de la ciudad con la finalidad de condensar grandes volúmenes y poder abastecer a la mayoría de la población en la región.

En el caso de la elección del grado de automatización vendrá en parte determinado por la ubicación en la que se realice la preparación de pedidos. En las tiendas físicas es más complicado utilizar un proceso automatizado, mientras que en un centro de distribución se puede elegir si se quiere un proceso manual, semi automático o completamente automático. La elección de uno u otro vendrá determinada por la inversión y los costes operativos en los que se incurrirá. Por último, en cuanto a la integración del *picking* se tendrá en cuenta la dificultad de controlar los stocks simultáneamente para el canal online y el físico.

4.2.3. EL IMPACTO DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN LA LOGÍSTICA

La logística ha tenido que hacer frente a los cambios producidos por el comercio electrónico. Se ha variado el comportamiento de los clientes y también aspectos relacionados con la logística de distribución. En primer lugar, ha provocado que las entregas ya no se realicen en paquetes o palets homogéneos, sino que actualmente con frecuencia se distribuyen unidades sueltas de cada producto (Pérez Pérez & Martínez Sánchez, 2002). Además, ahora son los clientes quienes suelen elegir el lugar e, incluso a veces, la franja horaria en la que desean que les sea entregado su pedido. Por esto, los operadores logísticos y las distribuidoras pierden los beneficios que les comportaba la consolidación de cargas. Se han de hacer múltiples entregas de unidades sueltas, lo cual complica la gestión de las rutas de entrega y de las existencias, así como también incrementa los costes.

Tradicionalmente la cadena de suministro o *supply chain* se representa según el diagrama de la Figura 8. Se utiliza la figura de los intermediarios para poder entregar el producto al cliente final. Sin embargo, cuantos más puntos intermedios tenga que atravesar el producto que no añaden valor al mismo, menor será la eficiencia total del canal de distribución.

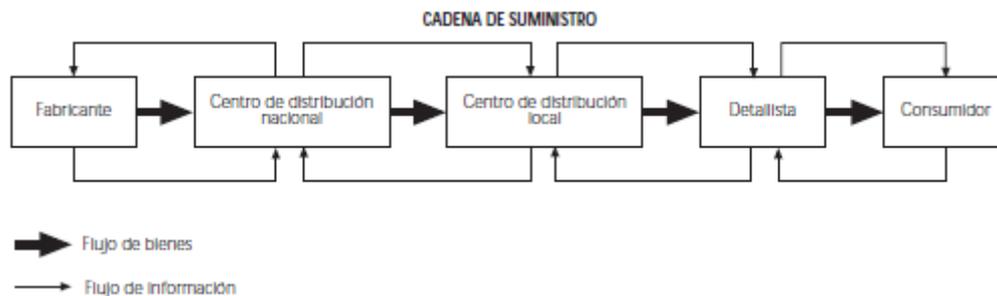


FIGURA 5. CADENA DE SUMINISTRO TRADICIONAL. FUENTE: (PÉREZ PÉREZ & MARTÍNEZ SÁNCHEZ, 2002)

Para evitar las ineficiencias existen varias posibilidades para transportar los productos y hacerlos llegar al cliente final. En primer lugar, los operadores logísticos pueden entregar los pedidos desde los centros de distribución regionales a los clientes, sin necesidad de utilizar el *retailer* o detallista. También, se puede evitar tanto el detallista como el centro de distribución regional, entregando el producto al cliente desde el almacén central. Por último, se podría utilizar la distribución directa desde el fabricante hasta el consumidor.

Todas estas variantes provocan que la gestión de la cadena de suministro cambie, ya que la información no se transmite de la misma forma y los productos tampoco son entregados según la forma tradicional. En el caso del sector de la alimentación, una de las implicaciones del comercio electrónico y las ventas on-line ha sido la necesidad de adquirir vehículos de reparto específicos, debido a las características de los productos.

Por otro lado, uno de los mayores impactos que ha producido el comercio electrónico ha sido el crecimiento en las devoluciones de compras realizadas a través de la *web*. Según un estudio conducido por Narvar el 48% de los usuarios encuestados había realizado una devolución en el último año, y el 40% realizó compras excesivas con la expectativa de devolver parte de los ítems pedidos. En el ámbito de la logística esto implica que los *retailers* han de ofrecer devoluciones gratuitas y en una ventana de tiempo amplia (más de 30 días) con el fin de atender las necesidades de los usuarios. Al 29% de los clientes le preocupa que su devolución se pierda en el proceso de logística inversa y, además, el 21% encuentra frustrante buscar el estado en que se encuentra su devolución (Narvar, 2017).

Por esto, para los operadores logísticos es importante proveer a los clientes de la información necesaria sobre sus devoluciones en todo momento, para poder aliviar sus preocupaciones. Conlleva, por tanto, una complicación extra a nivel de gestión y control de la información que los detallistas han de saber manejar. Las categorías que más frecuentemente se devuelven son la ropa (43%), productos electrónicos (12%), productos para el hogar (12%) y zapatos (11%).

(Narvar, 2017). Sin embargo, este no es uno de los principales para el sector de la alimentación donde menos del 1% de los productos son devueltos (Hübner, et al., 2016).

En general algunas de las consecuencias que ha provocado el comercio en línea son las siguientes (Gómez Gómez, et al., 2004):

- Menor consolidación del transporte de mercancías, como consecuencia de las entregas individuales.
- Creación de almacenes o plataformas de consolidación o desconsolidación de mercancía para permitir una mayor eficiencia en la distribución y el transporte.
- Riesgo en la repetición del proceso de entrega, debido a la posibilidad que el destinatario no se encuentre en el punto de entrega. Esto se traduciría en un incremento de los costes para la distribuidora.
- Incremento en la frecuencia de las compras. La comodidad del comercio electrónico puede resultar en que los clientes compren más frecuentemente dividiendo el volumen de sus compras. Por eso, se harían entregas de paquetes de menor volumen.
- Incremento en la cantidad de devoluciones. Los principales motivos por los que los clientes devuelven sus pedidos son que cuando el cliente lo recibe no cumple con sus expectativas (64.2%), se ha recibido un producto distinto al pedido (70%) o bien estaba dañado (80,2%) (Kunst, 2019)

Esto llevará, de forma generalizada, a un incremento en los desplazamientos totales tanto por parte de los usuarios como de los operadores logísticos. En el caso de los clientes, aumentarán sus viajes, por ejemplo, si han de desplazarse hasta un punto de entrega. En el caso de los operadores logísticos, debido a la menor consolidación de carga y el incremento en la frecuencia de compras, los desplazamientos incrementarán.

Teniendo en consideración todos los impactos producidos, la gestión de la cadena de suministro será distinta. Será necesario el uso de las nuevas tecnologías, la innovación y la integración de la información para poder hacer frente a todas estas variaciones, consiguiendo así ventaja comparativa con respecto a los demás *players* (Institut Cerdà, 2020)

En el caso del sector de la distribución alimentaria, el comercio electrónico afecta a múltiples decisiones que se han de tomar. Entre ellas, decisiones en relación con la preparación de pedidos (dónde se hará, con qué grado de automatización, etc.), el tipo de flota de transporte a utilizar o los modos de entrega que se pueden ofrecer al cliente (Pérez Pérez & Martínez Sánchez, 2002)

4.3. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR DE LA DISTRIBUCIÓN ALIMENTARIA

La caracterización del sector de la distribución alimentaria se va a realizar a partir de datos tanto sobre algunos países relevantes en esta materia como sobre España. Así, se podrá elaborar

una comparación entre ellos para extraer posibles conclusiones en relación con el posible margen de mejora y de crecimiento que podría tener España.

En primer lugar, se mostrarán los datos de consumo para detallar cuáles son las tendencias habituales de los clientes que compran en línea y/o en tienda física. Los datos incluyen qué productos son más habituales en las cestas y cuánto gastan los usuarios de media por pedido. Esto permitirá hacer una simulación más acertada de lo que sería una preparación de pedido hecha a través del canal digital y hacer una toma de datos más acertada.

Seguidamente, se caracterizará el perfil de los usuarios que utilizan el comercio electrónico para hacer sus compras con la finalidad de ver cuál es el segmento de clientes más relevante. Por último, se hablará sobre cuáles son los principales deseos y qué motivos causan insatisfacción en los consumidores cuando realizan una compra on-line. Con esto se busca resaltar las fundamentales áreas de mejora en las que valdría la pena focalizarse y relacionarlas con la motivación de este trabajo.

4.3.1. DATOS DE CONSUMO

España aún se encuentra lejos de ser uno de los principales países que usa Internet para hacer pedidos de bienes y servicios. En la Figura 6 se ve qué lugar ocupa con respecto a aquellos más desarrollados. Los datos representan el porcentaje sobre la población que ha utilizado internet en los últimos 12 meses.

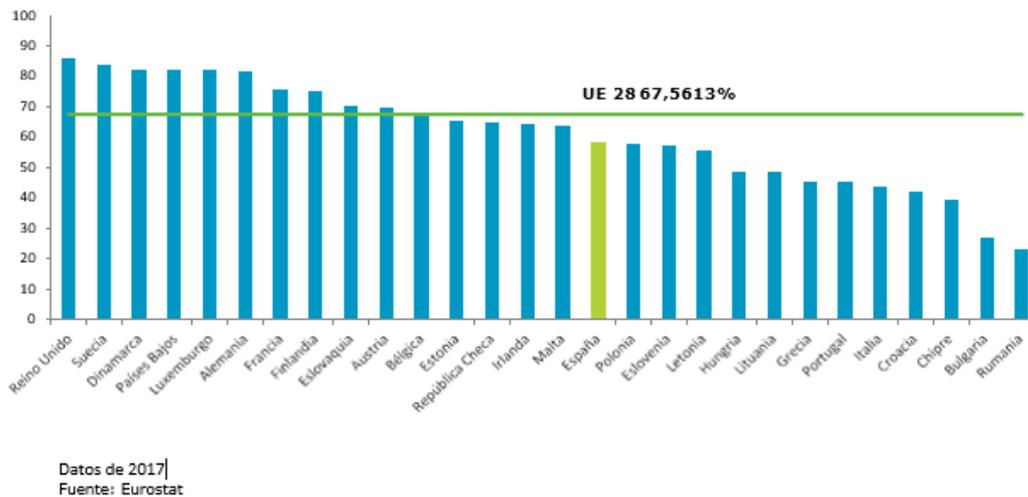


FIGURA 6. PORCENTAJE DE USUARIOS QUE UTILIZA INTERNET PARA HACER UNA COMPRA. FUENTE: (OBSERVATORIO NACIONAL DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN, 2019)

En España, los usuarios con esta característica son el 59% frente a la media de la Unión Europea que representa aproximadamente el 68%. El sector de la alimentación es el más rezagado en España en términos de comercio electrónico, puesto que su crecimiento ha sido

más lento comparado con otros sectores como el de la moda o el del turismo. Representa aproximadamente entre el 0,8% y el 1% de la facturación de las empresas del sector (ABC, 2017). Dentro de la Unión Europea, España ocupa de los últimos puestos junto con Italia y Alemania (0,5%), mientras que Reino Unido y Francia lideran el ranking con un 4,9% y un 5% respectivamente (CESCE, 2015)

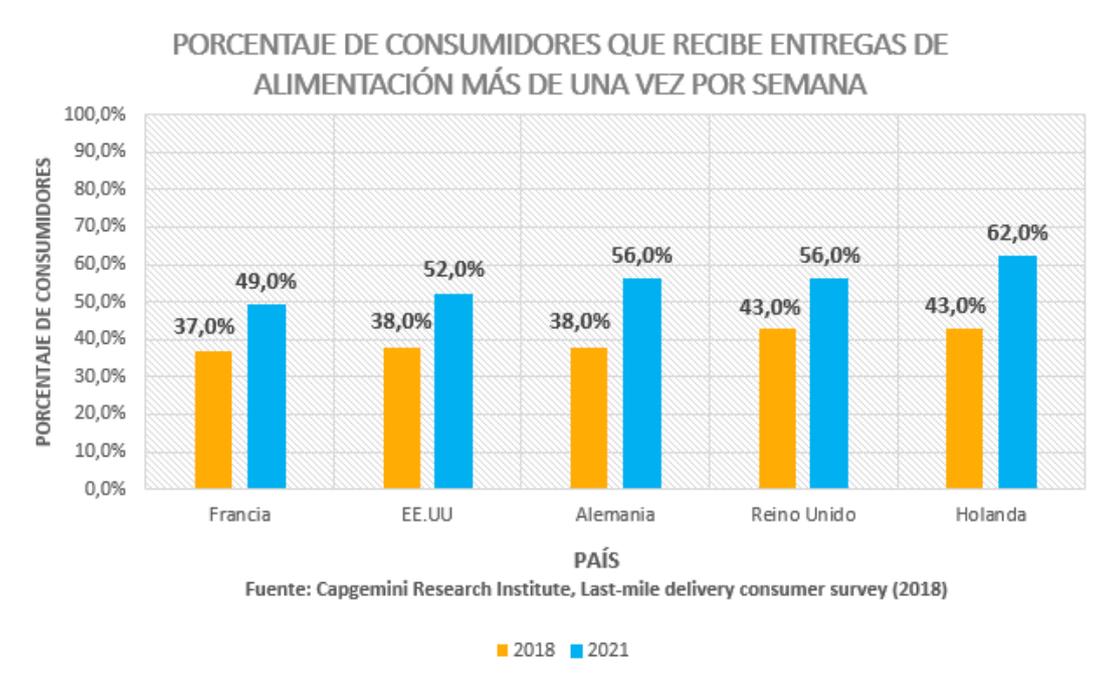


FIGURA 7. PORCENTAJE DE CONSUMIDORES QUE RECIBE ENTREGAS DE ALIMENTACIÓN MÁS DE UNA VEZ POR SEMANA. FUENTE: (CAPGEMINI RESEARCH INSTITUTE, 2019)

Según una investigación conducida por Capgemini en 2018 la media de personas en porcentaje que pide productos de alimentación al menos una vez a la semana es del 40%, y se espera que aumente hasta el 55% en 2021 (Figura 7). Aunque evoluciona más lentamente que otros sectores, sigue creciendo cada año. En 2014 el 10,4% de los consumidores realizaron una compra a través de la red, lo cual implica un incremento del 1% con respecto al año anterior (CESCE, 2015). En la Figura 8 puede ver la probabilidad de comprar alimentos a través de internet por países:

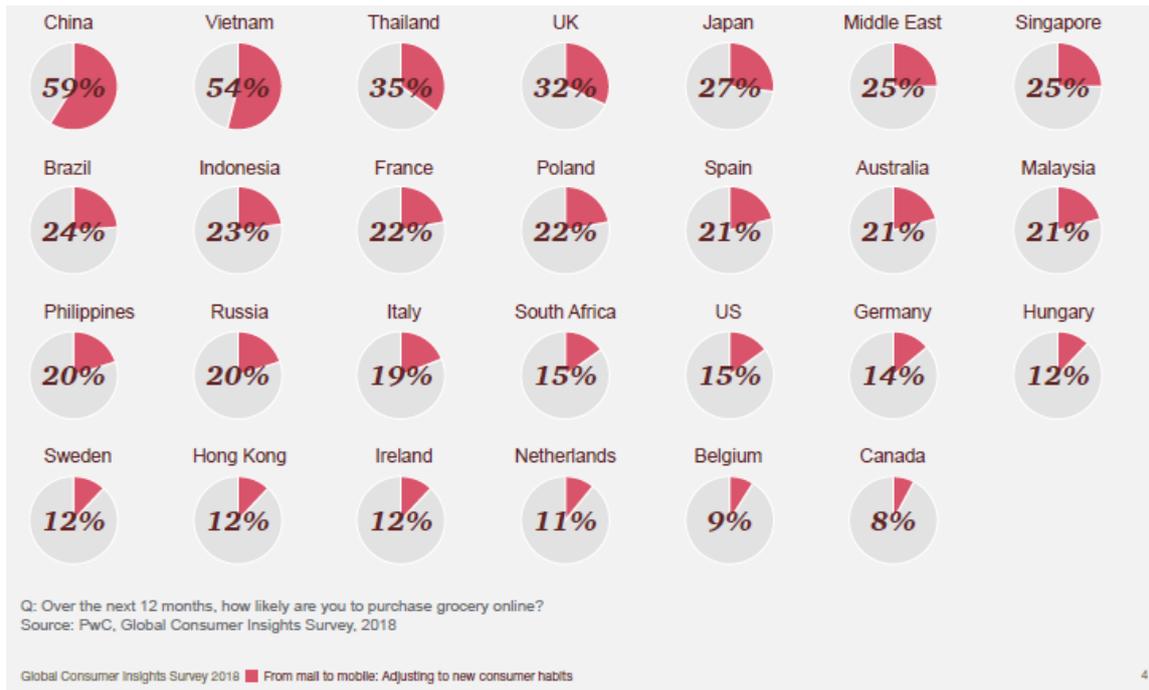


FIGURA 8. PROBABILIDAD DE COMPRAR ALIMENTOS EN LÍNEA EN EL PRÓXIMO AÑO. FUENTE: (PWC, 2018)

Como se ve, los países que más adoptado tienen la compra de bienes de consumo a través de los canales on-line son principalmente asiáticos (China, Vietnam, Tailandia, Japón, Singapur, etc.). Sin embargo, en el caso de occidente la probabilidad de realizar una compra de comida a través de internet es mucho menor en comparación con oriente, donde Reino Unido (32%) y Francia (22%) encabezan la lista.

Sin embargo, durante los meses de confinamiento de marzo y mayo de 2020 los productos de alimentación se encontraron entre los más comprados, donde el 30,5% de los usuarios adquirieron este tipo de ítem. (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2020)

En España, de los usuarios que realizaron un pedido a través del canal digital en 2017 el 19% adquirió productos de alimentación (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019). Si se analiza por Comunidad Autónoma, la Comunidad Valenciana (Tabla 1) se encuentra ligeramente por debajo de la media española, representando un 18% las compras de productos alimentarios con respecto del total.

TABLA 1. PORCENTAJE DE PERSONAS QUE HAN COMPRADO PRODUCTOS DE ALIMENTACIÓN. FUENTE: (OBSERVATORIO NACIONAL DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN, 2019)

| Comunidades Autónomas | 2018 (%) |
|------------------------------|-----------------|
| Madrid (Comunidad de) | 28,1 |
| Cataluña | 23,9 |
| País Vasco | 22,3 |
| Ceuta | 20,5 |
| Castilla-La Mancha | 19,5 |
| Aragón | 18,3 |
| Comunidad Valenciana | 18 |
| Navarra (Comunidad Foral de) | 17,8 |
| Cantabria | 17,6 |
| Rioja (La) | 16,8 |
| Castilla y León | 15,8 |
| Galicia | 14,9 |
| Andalucía | 14,7 |
| Asturias (Principado de) | 13,5 |
| Baleares (Illes) | 13,5 |
| Murcia (Región de) | 13,4 |
| Extremadura | 12,5 |
| Canarias | 10,9 |
| Melilla | 3,8 |
| España | 19,4 |

Esta comunidad se encuentra entre las 10 primeras en cuanto a compras de alimentación a través del comercio electrónico, lo cual significa que es una de las más relevantes en la península. Por tanto, en este trabajo se realizará el análisis del sector centrándose en las compañías distribuidoras de alimentación de esta misma comunidad autónoma; las más relevantes son Mercadona, El Corte Inglés, Consum, entre otras.

Por otro lado, para determinar cuál es el gasto medio que realizan los usuarios que compran exclusivamente alimentos en línea y poder realizar correctamente las simulaciones, se han tomado datos del informe elaborado por ASEDAS (Asociación Española de Distribuidores Autoservicios y Supermercados, 2019), del informe sobre comercio electrónico de CESCE (2015) y, por último, de Netquest y AECOC (2019). Según CESCE (2015) los usuarios gastan de más del doble de media en una compra a través de Internet (70€) que en una compra en tienda física (30€). Por otro lado, el estudio realizado por ASEDAS, determinó que el 64% de los usuarios realizó compras superiores a 50€. En la Figura 12 se ve la cuota para cada rango de gasto medio.

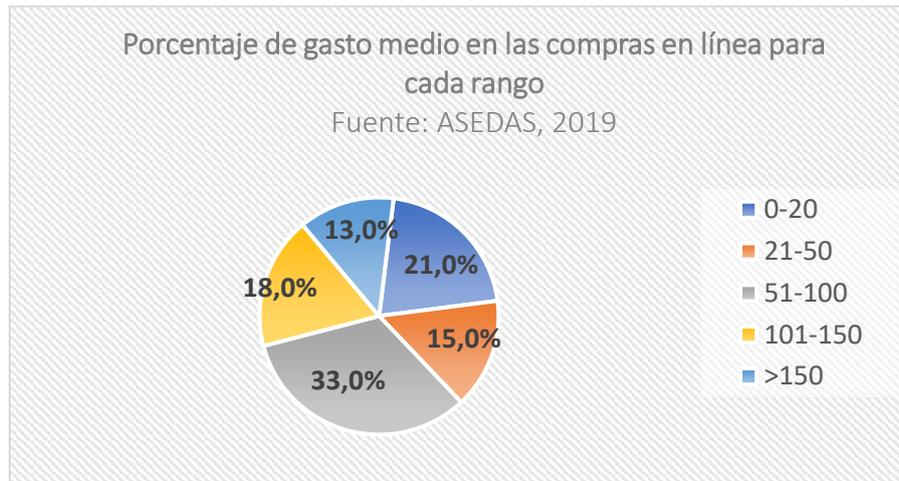


FIGURA 9. PORCENTAJE DE GASTO MEDIO EN LAS COMPRAS EN LÍNEA POR RANGO. FUENTE: (PUELLES, ET AL., 2019)

Según Netrica y AECOC (2019), en el segundo semestre de 2019, el coste medio de los productos de gran consumo incluidos en la cesta on-line es de 100,49€. Además, en cada acto de compra, se adquiere de media 20,6 unidades de productos de gran consumo. En el mismo período, se adquirieron de media 36,7 unidades por compra de comida. Además de estos dos estudios mencionados, ONTSI (2020) determinó que los usuarios realizan una media de 9 compras anualmente y se gastan un total de 646,6€ en el mismo período. De esta manera, se puede determinar que en cada compra incurren en un gasto de 70,28€ de media, dato que se asemeja más a lo estimado por CESCE en 2015.

Por otro lado, en la Tabla 2, se muestran los productos que más peso tienen en las ventas en el canal físico y el digital.

TABLA 2. PRODUCTOS POR ORDEN DE PESO EN VENTAS-VALOR PARA AMBOS CANALES DE COMPRA. FUENTE: (IRI, 2019)

| TIENDA ONLINE | | TIENDA FÍSICA | |
|-----------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|
| Producto | Peso en ventas valor | Producto | Peso en ventas valor |
| Leche larga conserva | 4,00% | Carne | 7,10% |
| Fragancia femenina | 3,40% | Fruta | 4,70% |
| Cremas/Geles | 3,30% | Verdura y hortalizas | 3,90% |
| Pañales | 2,90% | Leche larga conserva | 2,90% |
| Carne | 2,80% | Cervezas | 2,80% |
| Cerveza | 2,60% | Pescado fresco | 2,40% |
| Agua sin gas | 2,10% | Yogures frescos sólidos | 1,90% |
| Verduras y hortalizas | 1,90% | Fiambre | 1,50% |

De la tabla se puede extraer que los productos frescos (fruta, verdura, pescado, fiambre) aún no ocupan un lugar destacado en la tienda on-line, sino que predominan los productos secos e incluso aquellos que no son productos de alimentación (fragancias, cremas, pañales). Esto es debido a que los clientes no confían en que otra persona seleccione este tipo de productos por ellos y que les lleguen en buen estado. De hecho, el 61% de los usuarios que recoge su pedido

on-line en la tienda, seleccionan personalmente los productos frescos al llegar (Capgemini Research Institute, 2019). Además, también son complicados de ofrecer en el canal digital para las compañías, debido a sus características especiales de color, olor y estado (CESCE, 2019)

4.3.2. PERFIL DE LOS USUARIOS EN ESPAÑA

En general no existe gran diferencia entre género a la hora de hacer compras de alimentación on-line. El 22,2% de los hombres y el 25,3% de las mujeres compraron productos de alimentación, bebidas y/o productos de limpieza del hogar durante 2019 (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2020). Como es lógico, la mayoría de las compras de estos productos están concentradas en los rangos de edad de entre 25 a 44 años. Además, la clase social predominante es la media-alta que vive en áreas metropolitanas o zonas urbanas de más de 100.000 habitantes (Capgemini Research Institute, 2019)

TABLA 3. REPRESENTACIÓN POR RANGO DE EDAD. FUENTE: (NETQUEST & AECOC, 2019)

| Rango edad | Población en Internet | Compradores on-line de la categoría (productos GC) |
|--------------|-----------------------|--|
| 15-24 | 14% | 5% |
| 25-34 | 16% | 24% |
| 35-44 | 26% | 27% |
| Rango edad | Población en Internet | Compradores on-line de la categoría (productos GC) |
| 45-54 | 23% | 22% |
| 55-64 | 15% | 15% |
| 65-74 | 6% | 15% |
| Total | 100% | 100% |

Los datos comentados en este apartado se condensan en la Tabla 3 en la que se diferencia entre los internautas, los compradores y los no compradores dentro de los internautas. Resaltado remarcados en rojo se encuentran las cifras que mayor peso tienen. La razón principal que tienen los usuarios de entre 30-50 años para realizar compras de alimentación a través de Internet es la de la falta de tiempo. El canal digital les aporta comodidad y conveniencia, puesto que está disponible en todo momento para ellos. En general, los impulsores principales del comercio electrónico B2C son los precios (65,4%), la rapidez y el ahorro de tiempo (65,4%) y la comodidad (57,7%), entre otros (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019).

| | | INTERNAUTAS | COMPRADORES | NO COMPRADORES |
|-------------------------------|---|-------------|-------------|----------------|
| SEXO | Hombres | 49,6 | 48,0 | 53,7 |
| | Mujeres | 50,4 | 52,0 | 46,3 |
| EDAD | 16-24 años | 9,4 | 9,9 | 8,3 |
| | 25-34 años | 12,6 | 13,8 | 9,6 |
| | 35-44 años | 19,9 | 21,9 | 14,7 |
| | 45-54 años | 22,0 | 23,0 | 19,6 |
| | 55-64 años | 20,2 | 19,3 | 22,5 |
| | 65-74 años | 15,8 | 12,1 | 25,4 |
| TAMAÑO DE HABITAT | Menos de 10.000 | 21,6 | 21,0 | 23,0 |
| | 10.001 a 20.000 | 11,0 | 11,2 | 10,5 |
| | 20.001 a 50.000 | 14,8 | 15,2 | 13,6 |
| | 50.001 a 100.000 | 11,8 | 13,1 | 8,5 |
| | Más de 100.000 y capitales de provincia | 40,9 | 39,5 | 44,4 |
| NIVEL DE ESTUDIOS | Sin estudios | 1,2 | 0,5 | 3,2 |
| | Primaria | 4,3 | 3,5 | 6,4 |
| | Secundaria (ESO) | 3,9 | 2,8 | 6,7 |
| | Secundaria (Bachillerato) | 21,8 | 19,8 | 26,8 |
| | Formación profesional | 21,9 | 23,0 | 19,1 |
| | Estudios superiores | 47,0 | 50,5 | 37,8 |
| NIVEL DE INGRESOS EN EL HOGAR | Menos de 900 euros | 13 | 8,6 | 24,3 |
| | Entre 900 y 1.599 euros | 26,2 | 25,5 | 27,9 |
| | Entre 1.600 y 2.499 euros | 28,2 | 29,1 | 25,9 |
| | Entre 2.500 y 2.999 euros | 15,0 | 17,0 | 10,0 |
| | 3.000 euros o más | 17,6 | 19,8 | 11,9 |
| OCUPACIÓN | Estudiante | 8,1 | 8,4 | 7,3 |
| | Ocupado/a por cuenta ajena | 41,7 | 45,7 | 31,3 |
| | Ocupado/a por cuenta propia | 9,6 | 10,0 | 8,7 |
| | Labores del hogar | 7,1 | 7,5 | 5,9 |
| | Parado/a | 12,9 | 12,0 | 15,4 |
| | Jubilado/a | 20,6 | 16,4 | 31,4 |

Base: total internautas.
Fuente: encuesta online internautas, ONTSI.

FIGURA 10. DISTRIBUCIÓN DE INTERNAUTAS POR PERFIL SOCIODEMOGRÁFICO. FUENTE: (OBSERVATORIO NACIONAL DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN, 2019)

4.3.3. REQUISITOS Y CAUSAS DE INSATISFACCIÓN EN LOS CONSUMIDORES

En este apartado se van a comentar los principales deseos que tienen los consumidores a la hora de hacer compras on-line, así como aquellas causas que les provocan insatisfacción una vez recibido su pedido. En primer lugar, lo primordial para los internautas compradores sería tener envíos gratuitos (78,7%), entregas flexibles (62,5%), el tiempo de entrega (58,4%), poder seguir el paquete en todo momento (57,6%) (ONTSI, 2019).

En cuanto al tiempo de entrega, si se analiza en mayor profundidad, se muestra que el plazo de entrega que la mayoría de los consumidores consideran razonable es de hasta 3 días como máximo (49,8%). En la Figura 8, se representa el porcentaje que representa cada uno.

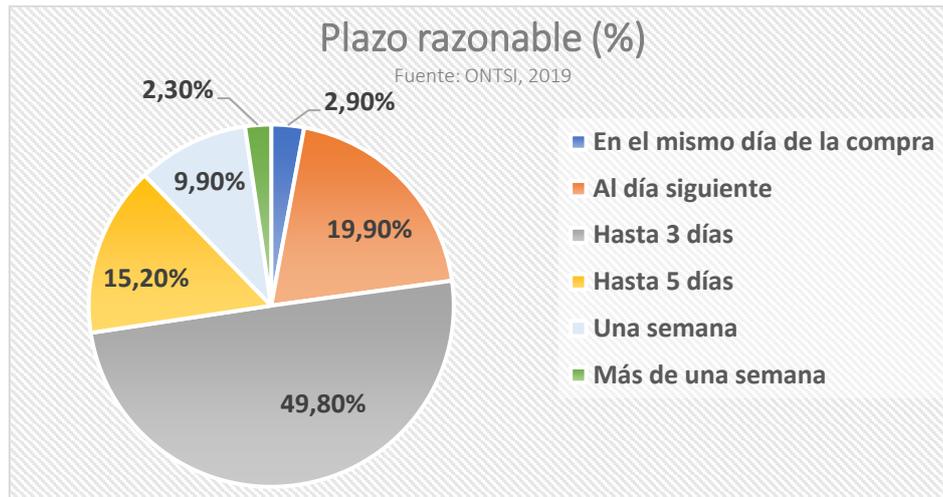


FIGURA 11. PLAZO RAZONABLE QUE CONSIDERAN LOS INTERNAUTAS COMPRADORES (%). FUENTE. (OBSERVATORIO NACIONAL DE LAS TELECOMUNICACIONES Y DE LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN, 2019)

PwC realizó un informe en 2018 (PwC, 2018) en el que se preguntó a los consumidores qué servicios valorarían más de los detallistas si no tuviesen ningún coste extra. Si se extrapolan estos resultados al sector de la distribución alimentaria, los más relevantes serían las entregas en el mismo día y las entregas en una franja horaria determinada. El no disponer de entregas en el mismo día supone la insatisfacción del 47% de los clientes

Por otro lado, existen otras causas que frenan el crecimiento del comercio electrónico o bien generan descontento entre los usuarios. Los aspectos que los encuestados consideran como mejorables o muy mejorables son: gastos de envío (75,4%), los precios (70,1%), ofertas y promociones (69,3%), condiciones, garantía de cambio y devolución (67,1%) y el uso de los datos personales (66,3%) (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019)

Además, frecuentemente se experimentan problemas con las entregas (24,4%), de los cuales los principales inconvenientes son los retrasos (38,4%), los pedidos no recibidos (35,1%) y la llegada de los ítems dañados (25,5%) (Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019)

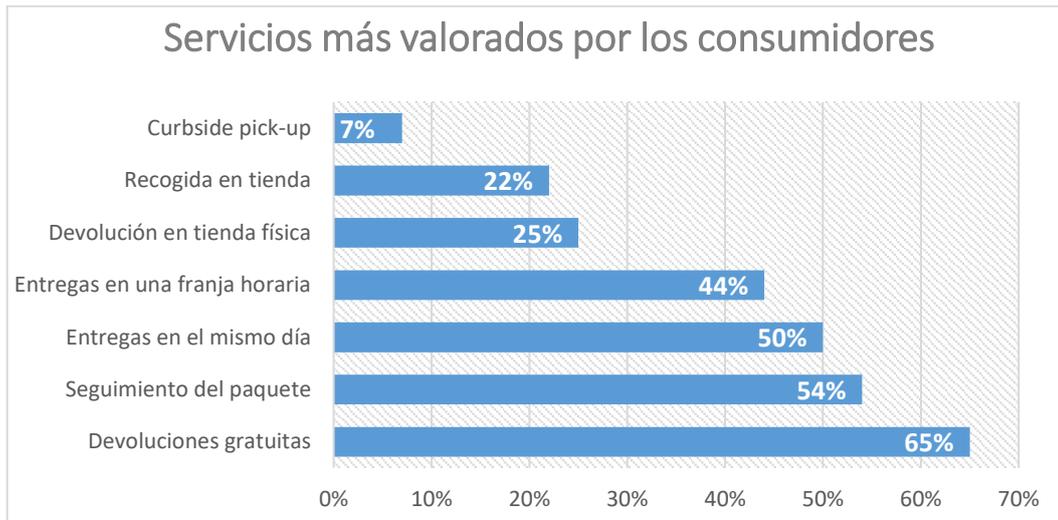


FIGURA 12. SERVICIOS MÁS VALORADOS POR LOS CONSUMIDORES EN PORCENTAJE. FUENTE: (PWC, 2018)

Por último, según el análisis de Capgemini (2019) las principales razones por las que los clientes no recomendarían el proceso de entrega de los detallistas son, en primer lugar, el elevado coste de entrega (59%), a continuación, la imposibilidad de conseguir entrega en el mismo día (47%), y por último la llegada tarde de los pedidos (45%).

En general se puede determinar que los puntos más importantes para los clientes son tanto entregas como devoluciones gratuitas, poder disponer de entregas en el mismo día o al día siguiente, flexibilidad en la entrega pudiendo elegir la franja horaria y, además, tener la posibilidad de realizar un seguimiento constante del paquete.

En el sector de la distribución alimentaria todos estas características de envío tienen mucho peso para los clientes, en especial las entregas en franja horaria y las entregas gratuitas. Las razones que apoyan este hecho son que, a menudo, las personas que hacen la compra a través del canal digital lo hacen puesto que este método es más cómodo y conveniente para ellos. Este método les permite acoplarse a su disponibilidad y evitar desplazamientos a la tienda física.

CAPÍTULO 5: ANTECEDENTES TEÓRICOS

5.1. DISEÑO DE UN ALMACÉN

Este apartado detalla los principales aspectos que ha de cubrir el diseño de almacenes, de manera que permita realizar las propuestas de las distintas configuraciones que se explicarán en el Capítulo 7: Propuesta y desarrollo.

En cada uno de los subapartados se finaliza explicando los cálculos que se han realizado para definir las características de almacenamiento de las referencias del almacén de la empresa de e-commerce de alimentación.

5.1.1. ALMACENES: ACTIVIDADES Y OBJETIVOS

El almacenamiento forma parte de la cadena de suministro completa e incluye actividades más allá del puro almacenaje de mercancías. Se trata de una parte que puede ser o no imprescindible, dependiendo de las necesidades y requisitos de los productos que se manejen. A menudo, los almacenes se convierten en centros de cross-docking donde la mercancía no es almacenada, sino que se recibe y se desconsolida para formar los pedidos a clientes y ser enviada.

Tradicionalmente los almacenes se asocian con elevados costes y actividades que no añaden valor. Sin embargo, con una buena planificación y un buen diseño los almacenes se pueden convertir en un eslabón estratégico de la cadena de suministro. La planificación se debe centrar en todas las actividades que se realizan en el almacén como la recepción, colocación de mercancía, *picking* y envío de pedidos.

Existen múltiples razones que apoyan la existencia de estas instalaciones en algunas empresas (Emmett, 2005). Entre ellas:

- **Optimizar el desempeño de la cadena logística:** los clientes desean poder adquirir productos de forma inmediata por lo que a menudo las compañías han de mantener algunas referencias en stock. De esta manera, se aseguran de que este producto va a poder estar disponible en un corto plazo de tiempo para que los consumidores lo puedan comprar
- **Asegurar la productividad:** en las cadenas de suministro productivas se ha de mantener un stock de seguridad para hacer frente a posibles eventos imprevistos, como aumentos repentinos en la demanda o averías en la línea de producción.
- **Reducir costes de transporte:** se busca conseguir tarifas de transporte fijas que no dependan del volumen transportado, de manera que se consigue optimizar la carga de los transportes utilizándola al máximo.
- **Equilibrar las cantidades pedidas con las enviadas:** muchas empresas aún trabajan bajo un sistema de producción *push* en la que se busca la optimización de los lotes de fabricación. A pesar de esto, en el proceso de fabricación existen irregularidades que hacen que el producto intermedio se tenga que almacenar hasta poder continuar su proceso de fabricación.
Además, empresas de fabricación de productos alimenticios pueden tener pasos intermedios en los que se requiere el almacenamiento, como procesos de enfriado, por ejemplo.

Por esto, aunque los centros logísticos no añaden valor al producto desde el punto de vista del cliente, es importante analizar las actividades que se llevan a cabo en ellos para poder buscar la óptima utilización de los recursos y la minimización de costes.

Las actividades principales llevadas a cabo en un almacén logístico son las que se detallan a continuación (Flamarique, 2019):

1. Recepción

En el momento en que se reciben los materiales se procede a descargar el camión, realizar un control de calidad para ver si las cantidades, las referencias y la calidad de la mercancía es la adecuada. Una vez hecho esto se actualiza el nivel de stock para las SKUs recibidas.

2. Ubicación

En este punto la mercancía ya ha entrado en el almacén y es posible que requiera un reacondicionamiento de la unidad logística si la unidad de almacenamiento difiere de la unidad de recepción. Por ejemplo, es posible que se reciban productos en pallets, pero que el almacenaje se realice en cajas.

Este proceso incluye además el traslado, localización de la ubicación, verificación y colocación del producto en su hueco (Errasti, 2011)

3. Almacenaje

Se trata de mantener las mercancías ubicadas de forma controlada según sus características durante un período de tiempo.

En el caso de los productos de alimentación el almacenamiento no será por tiempos prolongados especialmente en aquellos productos perecederos.

4. Reaprovisionamiento

En los almacenes en que existen varias zonas divididas (p. ej., zona e palets y cajas) y otra zona de preparación de pedidos será necesario reaprovisionar aquellas ubicaciones entre ambas zonas para evitar faltas de material

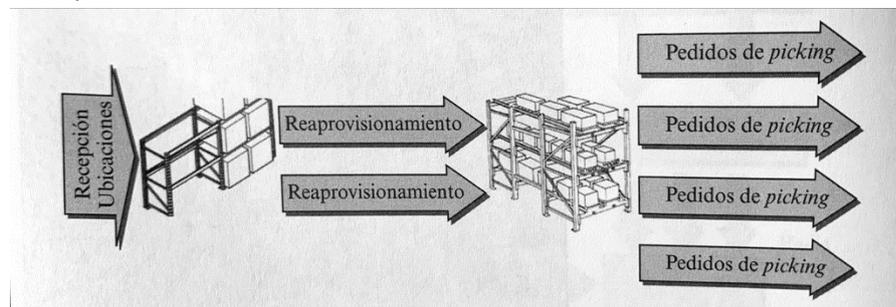


ILUSTRACIÓN 1. ESQUEMA DE LA ZONA DE PICKING DE CAJAS Y REAPROVISIONAMIENTO DESDE ZONA DE ALMACÉN.

FUENTE: (Errasti, 2011)

5. Preparación de pedidos (picking)

Abarca las tareas que se hacen posteriormente a la petición de una serie de mercancías y que llegan hasta el momento en que el pedido está preparado para ser expedido.

Algunos autores incluyen aquí las tareas de acondicionamiento del material (Errasti, 2011) aunque otros autores lo incluyen en el apartado de expedición de pedidos (Flamarique, 2019)

Existen distintas maneras de llevar a cabo el proceso de preparación de pedidos dependiendo por ejemplo de la clasificación de productos.

Si se tiene una clasificación de productos tipo ABC, que se comentará en el apartado 5.2 se puede aplicar el siguiente criterio:

- Los productos tipo A a menudo ni siquiera se almacenan sino que se realiza lo que se denomina *cross-docking* y se realiza un *picking* por línea de pedido (Emmett, 2005)
- Los productos tipo B se toman de las estanterías realizando un *picking* por zonas
- Los productos tipo C se toman también de su ubicación de almacenaje y se puede utilizar lo que se denomina *belt picking*

6. Carga y expedición de pedidos (*shipping*)

Consolida las operaciones que facilitan el transporte de mercancías e incluye las siguientes tareas:

- Acondicionamiento de los productos
- Preparación de documentación
- Carga de la mercancía en el medio de transporte

7. Retornos

Incluyen los retornos de los embalajes para que cuando se haya realizado la recepción y la ubicación de la mercancía se pueda reutilizar o enviar a su destino correspondiente si se dispone de ellos por un alquiler.

También incluye las devoluciones de material así como su recepción, control y verificación, registro de incidencias, etc. (Errasti, 2011)

Además de estas actividades se deben realizar otras muchas que apoyan la operativa diaria en estos centros. Algunos ejemplos podrían ser la planificación de la demanda, gestión de la capacidad o planificación de stocks, entre otras.

En la siguiente figura se observa el flujo y las distintas zonas que existen normalmente en los almacenes:

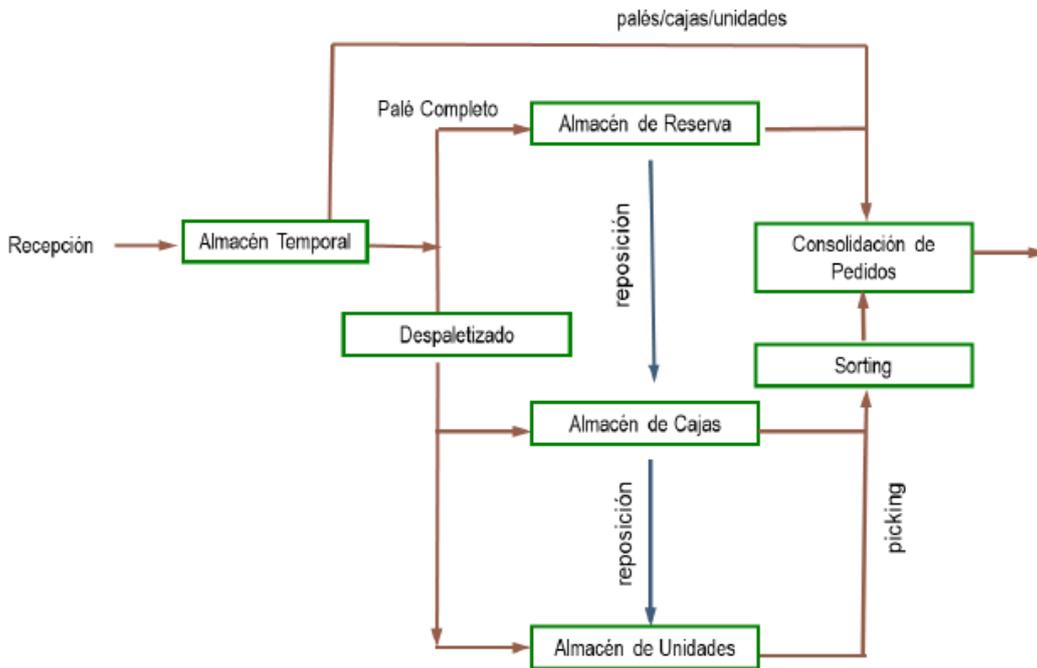


FIGURA 13. FLUJOS Y ZONAS DEL ALMACÉN. FUENTE: (GARCIA-SABATER, 2020)

El almacén temporal corresponde con la zona en la cual se depositan los materiales una vez recibidos para poder realizar una comprobación de la exactitud del pedido así como su adecuada calidad.

Van den Berg y Zijm (1999) clasificaron los almacenes en tres tipos distintos: centros de distribución, almacenes ligados a producción de materiales y almacenes de 3PL (third-Party-Logistics).

En el caso de este estudio interesará centrarse más en los centros de distribución que serían aquellos en los que productos de distintos proveedores se consolidan y, a veces, se ensamblan para ser entregados a una determinada cantidad de clientes. Los centros de distribución se diferencian de los almacenes en distintos aspectos como su función principal, su “cost driver”, los ciclos de pedidos, el tipo de flujo de material.

TABLA 4. DIFERENCIAS ENTRE ALMACÉN Y CENTRO DE DISTRIBUCIÓN. FUENTE: (LOGÍSTICA Y ABASTECIMIENTO, 2021)

| | Almacén | Centro de Distribución |
|---------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Función principal | Busca gestionar el almacenaje | Gestiona el flujo de los materiales |
| Cost Driver | Espacio ocupado por las instalaciones | Mano de obra (picking) |
| Ciclo de pedido | Meses o semanas | Días u horas |
| Flujo del material | Pull | Push |

Mientras que el principal coste para un almacén es el espacio que ocupan sus materiales y, por tanto, el coste de sus instalaciones, en un centro de distribución el principal coste viene

dado por el proceso de preparación de pedidos o *picking* tal y como se puede ver en la Figura 39.

5.1.2. GESTIÓN DE HUECOS

Uno de los aspectos más relevantes en el diseño de almacenes es la política de gestión de huecos que se seleccione así como la clasificación interna de estos productos. La política de gestión de huecos permite determinar en qué ubicación del almacén se colocará una unidad del formato logístico de un determinado producto (Yu & de Koster, 2013). Esto tiene un gran impacto en los tiempos de desplazamiento que tendrán que hacer los empleados para ubicar o extraer los productos de las estanterías.

Van den Berg y Zijm (1999) mencionan tres políticas de gestión de huecos de almacenaje distintas, mientras que de Koster et al. (2006) mencionan 5.

En primer lugar se explica la **ubicación aleatoria** que hace que cada uno de los pallets o cajas que entren en el centro de distribución son depositados en un hueco libre que ha sido seleccionado de forma totalmente aleatoria y con igual probabilidad. Este tipo de sistema según de Koster et al. (2006) permite tener un mayor ratio de utilización del espacio, pero también provoca mayores distancias de desplazamiento.

Este tipo de sistemas es útil si se utiliza un sistema de gestión de almacenes que indique a los empleados en qué hueco se debe depositar la mercancía. Si no es así, se tendría un sistema que los autores denominan como “**ubicación en el hueco más cercano**”.

Por otro lado, también se explica la **gestión de huecos de tipo fija** donde cada hueco tiene su propio artículo asignado.

Además, se explica otro tipo de gestión de hueco basado en las ventas de una referencia. Así, los productos que más se venden se colocan en los puntos de más fácil acceso, mientras que los que menor rotación tienen se ubican al final del almacén. Una política de este tipo es la que se gestiona a través del índice COI, siendo esto un ratio que divide el espacio que necesita un ítem entre la cantidad de viajes que son necesarios para satisfacer la demanda del producto en cada periodo (de Koster, et al., 2006)

Por último, el **almacenaje por clases** también conocido como **clasificación ABC** de los productos, condensa algunos de los conceptos de las políticas mencionadas anteriormente. Mediante este sistema los productos se clasifican según el método de Pareto de forma que la clase A incluye entre el 5-20% del total de las referencias en el almacén y contribuye al 80-85% de las ventas. Los siguientes productos con más ventas serían los productos tipo B y por último estarían los productos tipo C que suponen el 5% de las ventas y el 40-50% de las referencias almacenadas.

En la siguiente figura se observa la representación de un análisis ABC típico con el eje horizontal representando el porcentaje acumulado de referencias y el eje vertical el porcentaje acumulado de existencias o de ventas, según lo que se considere más importante en cada situación.

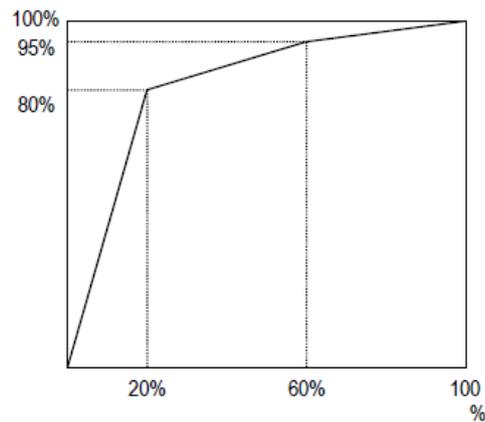


FIGURA 14. ANÁLISIS ABC DE CLASES. FUENTE: (CARDÓS CARBONERAS, 2021)

Con la clasificación de clases se divide el almacén en distintas áreas donde en cada una de ellas la gestión de los huecos es aleatoria. Se proponen distintas configuraciones del layout con este sistema:

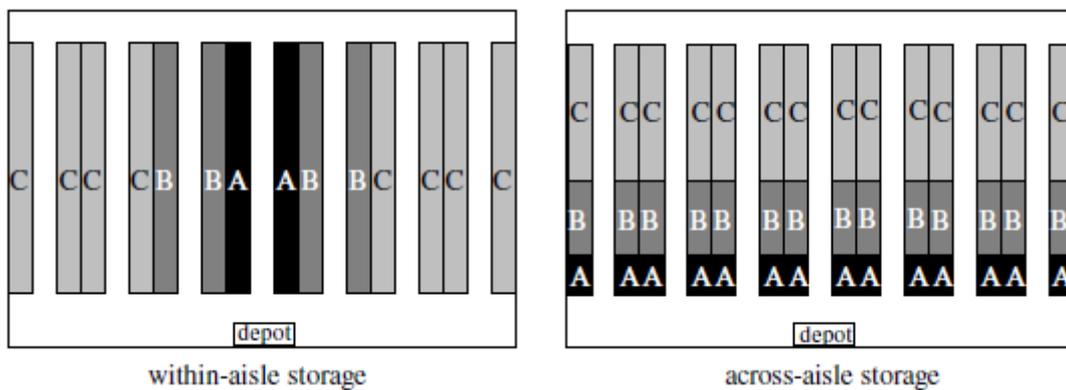


FIGURA 15. DOS FORMAS COMUNES DE IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN DE EXISTENCIAS SEGÚN ABC. FUENTE: (DE KOSTER, ET AL., 2006)

Debido a que la elección de la política de gestión de hueco impacta en el layout final que tendrá el almacén, los costes y la productividad que se puedan conseguir (Emmett, 2005), se utilizarán distintas políticas en las configuraciones del almacén que se proponen en el Capítulo 7: Propuesta y desarrollo.

Otro de los aspectos que se tienen que considerar en el diseño de almacenes es la disciplina de entrada y salida de la mercancía en los huecos. La decisión o la necesidad de elegir un método u otro vendrá dado por las características de la mercancía que se comercialice.

Se pueden identificar dos metodologías principales: FIFO y LIFO. En el método FIFO (First-In First Out) los productos de una referencia que entraron antes en el almacén serán aquellos que serán los primeros en extraerse de su ubicación para preparación de pedidos.

Por otro lado, la estrategia LIFO (Last-In First-Out) implicaría lo contrario a la FIFO, siendo la última unidad de carga en entrar al almacén la primera que sería extraída. Esta última

metodología se utiliza en industrias en las que el producto que se vende no tiene una expiración u obsolescencia corta. (Transeop, 2021)

Sin embargo, en este trabajo el producto que se comercializa es de alimentación por lo que será imprescindible utilizar un sistema FIFO que evite que los productos se deterioren y expiren antes de su fecha de caducidad. (ten Hompel & Schmidt, 2007)

5.1.3. SEPARACIÓN RESERVA Y PICKING

En el apartado 0 se ha explicado el proceso seguido para calcular el perfil de inventario (stock máximo, mínimo y medio) de cada ítem almacenado en el centro de distribución de la empresa de e-commerce de alimentación.

Sin embargo, en un almacén existen varias zonas de almacenamiento (Garcia-Sabater, 2020):

- Almacén temporal
- Almacén de reserva
- Almacén de picking

El almacén temporal se ha explicado en el apartado 5.1.1 por lo que se definen en mayor profundidad los almacenes de reserva y picking.

La distinción entre estas dos zonas nace de la naturaleza de las tareas que se llevan a cabo en cada una de ellas. Mientras que la zona de reserva está destinada al almacenaje, la zona de picking es la zona dedicada a preparar los pedidos. Por tanto, estas dos áreas utilizarán medios de mantenimiento y almacenamiento y personal distinto (Garcia-Sabater, 2020).

Si parte de la mercancía se recibe en formato pallet es probable que durante el proceso se deba desconsolidar para preparar pedidos en el cual solo se pide una caja o incluso una o varias unidades.

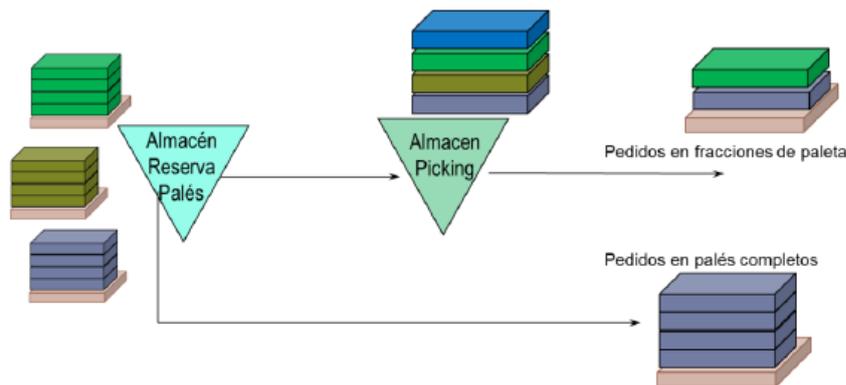


FIGURA 16. DESCONSOLIDACIÓN DE LA UNIDAD DE CARGA. FUENTE: (GARCIA-SABATER, 2020)

Además, como es lógico, la división de ambas zonas dentro del almacén permite tener una operativa más eficiente puesto que cada una de estas áreas tiene una finalidad distinta. Si la división es adecuada y se selecciona un lote de transferencia correcto, se consigue un número menor de movimientos totales desde cada zona justificando de nuevo la división.

Existen varias formas distintas de dividir ambas áreas. Por un lado, está la separación vertical mediante la cual el producto asociado a reserva se coloca en la parte superior de las estanterías, mientras que la carga de picking se coloca en las zonas inferiores para facilitar su acceso.

Cuando se trabaja con un volumen medio o alto de referencias se suele utilizar el método de separación horizontal, en la cual existen dos zonas diferenciadas dentro del almacén: zona de picking y zona de reserva.



FIGURA 17. SEPARACIÓN VERTICAL U HORIZONTAL ENTRE PICKING Y RESERVA. FUENTE: (GARCIA-SABATER, 2020)

Sin embargo, se utilizan medios de almacenamiento automatizados mediante los cuales, las estanterías accionadas por un Sistema de Gestión de Almacenes (SGA), extraen las paletas o cajas que serán depositadas en un tren de rodillos para ser trasladados al área de picking. De esta manera, no se considera la separación entre reserva y picking ya que el total del volumen almacenado estará en el sistema seleccionado.

5.2. CLASIFICACIÓN ABC DE LOS PRODUCTOS

La política de clasificación de inventarios ABC se ha explicado en el apartado 0, y en este apartado se va a aplicar a los datos de los productos con los cuales se trabaja en este estudio. El resultado será relevante para realizar los cálculos de diseño del almacén relacionados sobre todo con el dimensionamiento tanto de los medios de manutención como de almacenamiento.

Se considera un total de 2.203 referencias asociadas cada una de ellas a un volumen de ventas anuales en unidades al año. Estas referencias se van a clasificar en una categoría u otra dependiendo del volumen de ventas que representen anualmente.

Para ello en primer lugar se ha dividido los artículos según las condiciones de conservación que requieren puesto que los medios de almacenamiento que se utilizan en cada caso son distintos. Por ejemplo, los productos congelados o refrigerados necesitan sistemas de almacenaje que guarden las condiciones de temperatura y humedad adecuadas, mientras que los productos tipo ambiente no requieren esas características del entorno.

Una vez divididos los artículos se procede a realizar la división en función de las unidades vendidas. Los resultados de la clasificación son los que se pueden observar en las siguientes tablas:

TABLA 5. ANÁLISIS ABC DE LOS PRODUCTOS UTILIZADOS EN EL ESTUDIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Familia | Clasificación | Nº de referencias | % Volumen ventas |
|--------------|---------------|-------------------|------------------|
| Ambiente | A | 222 | 80% |
| | B | 337 | 17,5% |
| | C | 615 | 2,5% |
| | TOTAL | 1.174 | 100% |
| Refrigerados | A | 280 | 60% |
| | B | 371 | 35% |
| | C | 244 | 5% |
| | TOTAL | 895 | 100% |
| Congelados | A | 32 | 70% |
| | B | 47 | 27% |
| | C | 65 | 3% |
| | TOTAL | 144 | 100% |

Para llegar a los resultados obtenidos en la se ha iterado con los valores del volumen de ventas (unidades/año) de manera que la distribución entre el porcentaje de referencias de cada categoría y el porcentaje en volumen de ventas fuesen lo más similares posibles a la distribución tradicional.

| Clasificación | Porcentaje de Artículos | Porcentaje de Existencias |
|---------------|-------------------------|---------------------------|
| Artículos A | 20 % | 80 % |
| Artículos B | 40 % | 15 % |
| Artículos C | 40 % | 5 % |

FIGURA 18. ANÁLISIS ABC. FUENTE: (CARDÓS CARBONERAS, 2021)

A continuación se muestran las gráficas elaboradas que ilustran el análisis ABC realizado para cada una de las familias de productos.

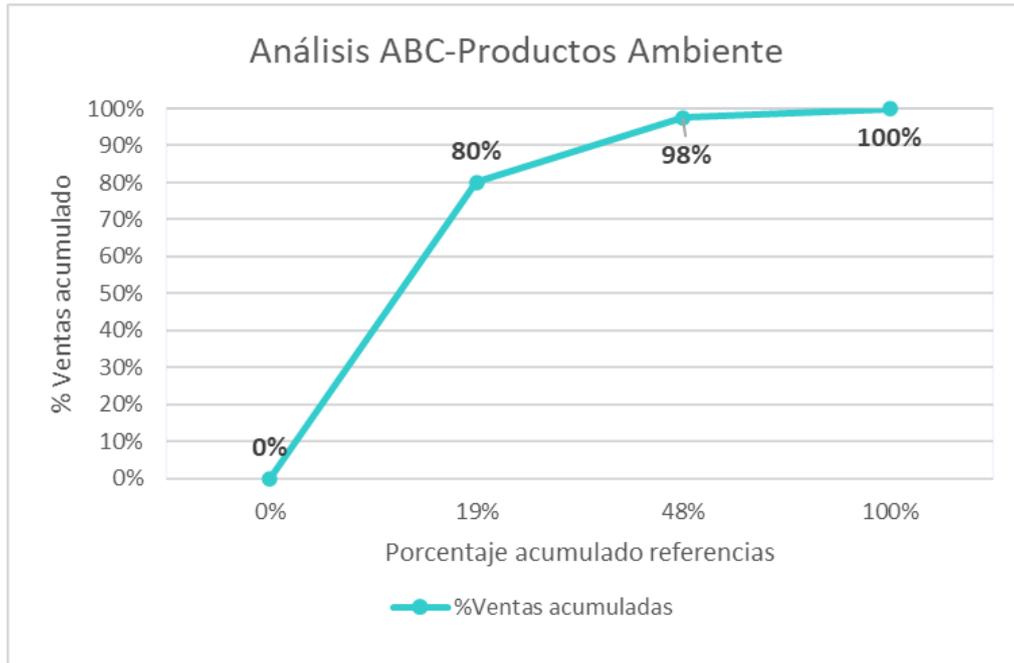


FIGURA 19. ANÁLISIS ABC PRODUCTOS AMBIENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

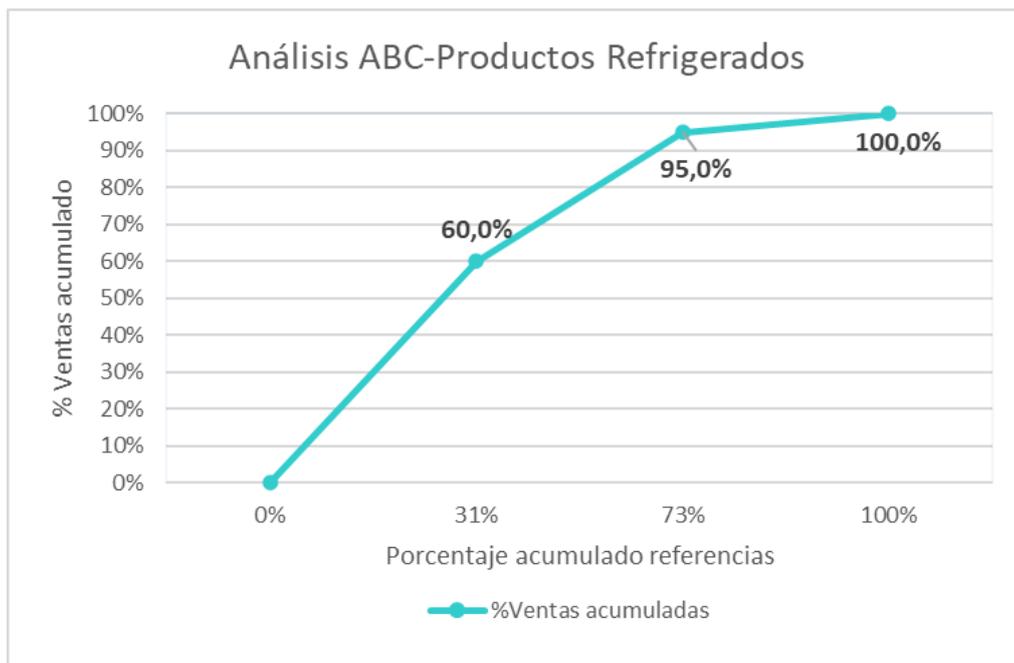


FIGURA 20. ANÁLISIS ABC PRODUCTOS REFRIGERADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

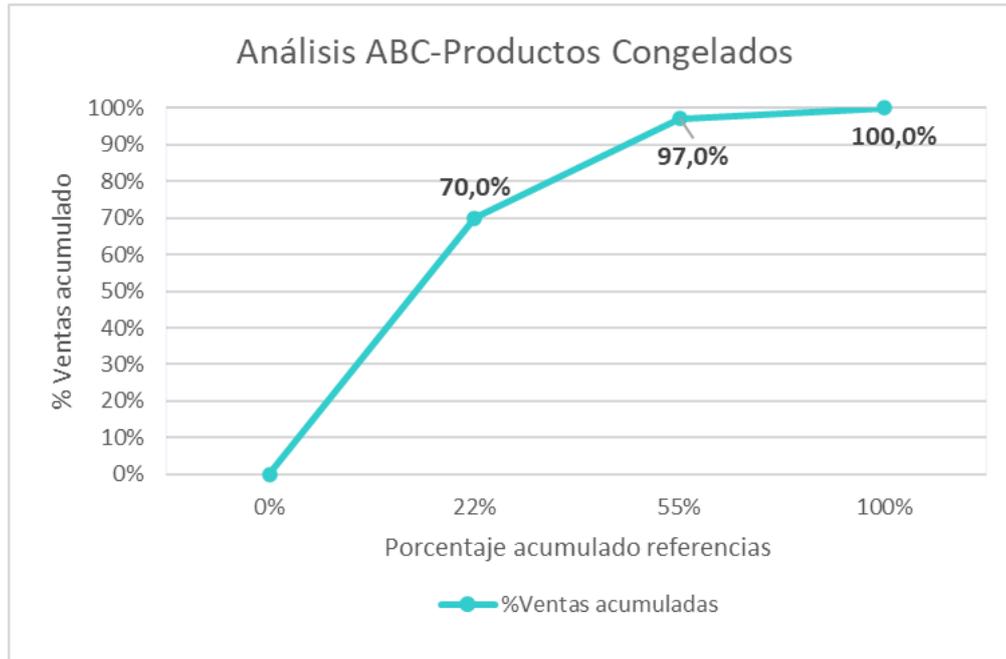


FIGURA 21. ANÁLISIS ABC PRODUCTOS CONGELADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

5.3. PERFIL DE INVENTARIO

Además del método de gestión de inventarios y de la política de gestión de huecos es necesario averiguar el perfil de inventario de cada una de las referencias para poder determinar cuál será el formato logístico de entrada de la mercancía al almacén. Con este dato, se pueden diseñar y proponer unos sistemas de almacenamiento y manutención adecuados a las características del formato de almacenamiento.

En este caso los productos que entran al almacén son alimentarios por lo que también se deberán considerar las condiciones del entorno que necesiten. Es decir, en el almacén dispondremos de tres tipos de productos: secos, frescos y congelados.

Por tanto, no se podrán utilizar los mismos sistemas para las distintas categorías puesto que cada una de ellas requiere una temperatura de su entorno distinta.

A continuación se explica cómo se ha realizado el cálculo del perfil de inventario para cada referencia.

En primer lugar, cada ítem tiene su propio nivel de stock mínimo y máximo definidos en semanas, los cuales establecen los límites entre los cuales se ha de encontrar la cantidad de stock disponible en el almacén. Este dato se transforma a m³ para conocer los límites en el almacén en términos de carga según la siguiente ecuación:

$$Stock\ mínimo\ (m3) = Stock\ mínimo\ (semanas) * Ventas\ semanales\ \left(\frac{m3}{semana}\right)$$

ECUACIÓN 1. STOCK MÍNIMO EN M3

De forma análoga se calcula el stock máximo en m³. Con esto, ya se tiene el perfil de inventario para cada referencia en m³ que permite averiguar cuál es la cantidad que se ha de pedir al proveedor y, por ende, el formato que tendrá esa comanda al entrar en el centro de distribución.

En este análisis se considera que la demanda es de tipo determinista y será constante a lo largo del tiempo. Por tanto, la evolución de los stocks de cada referencia se puede representar según lo siguiente:

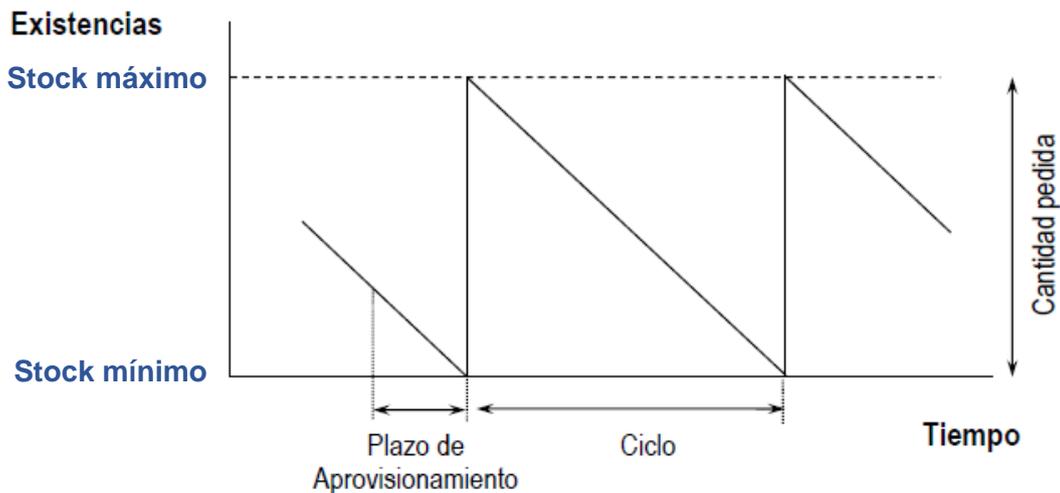


FIGURA 22. EVOLUCIÓN DE STOCKS. FUENTE: (CARDÓS CARBONERAS, 2021)

La figura muestra cómo evolucionan los stocks desde que llega el pedido del proveedor (stock máximo) hasta que va disminuyendo por el consumo de las existencias hasta llegar al stock mínimo. Es en ese momento cuando debe llegar el pedido realizado al proveedor para llegar de nuevo al stock máximo.

Como consecuencia, para calcular el pedido al proveedor se utiliza la :

$$\text{Pedido a proveedor (m3)} = \text{Stock máximo (m3)} - \text{Stock mínimo (m3)}$$

ECUACIÓN 2. CÁLCULO PEDIDO A PROVEEDOR EN M3

El cálculo del pedido a proveedor deriva en averiguar el formato logístico de entrada a nuestro almacén. El criterio seguido es el siguiente:

- Si el pedido a proveedor en palets es menor que 0,5 se considera que se recibe el producto en cajas
- Si el pedido a proveedor en pales es mayor o igual que 0,5 se considera que se recibe en pallets

Con estos cálculos se ha definido el perfil de inventario en m³ general de todas las referencias y en el siguiente apartado se define el perfil de inventario en las zonas de reserva y picking.

5.4. ASPECTOS RELEVANTES EN LA PREPARACIÓN DE PEDIDOS

En este estudio se pretende representar tres estrategias distintas de preparación de pedidos: preparación en tienda, preparación desde dark store y preparación desde centro automatizado. Para ello, se debe utilizar una escala equitativa entre ellas que permita la comparación más adecuada. Por tanto, se quiere representar el coste imputable por línea de pedido en cada uno de estos escenarios.

La simulación de datos realistas requiere conocer parámetros relacionados con la preparación de pedidos a través del canal online. Con la finalidad de unificar y homogeneizar la información se han buscado referencias bibliográficas que permitan establecer una equivalencia entre líneas de pedido y unidades por pedido.

Una línea de pedido se corresponde con las distintas SKUs recogidas en un pedido (Abbas, 2018). Por otro lado, las unidades es la cantidad pedida de cada una de esas SKUs. Por tanto, para realizar la equivalencia se va a tomar como referencia lo propuesto por Pazour (2008), que propone una distribución de probabilidad según lo siguiente:

TABLA 6. DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD DE EQUIVALENCIA ENTRE LÍNEAS DE PEDIDO Y UNIDADES. FUENTE: (PAZOUR & MELLER, 2008)

| | | |
|------|-------|------------------|
| | 0,500 | X = 1 ítem/línea |
| | 0,250 | X = 2 ítem/línea |
| P(X) | 0,130 | X = 3 ítem/línea |
| | 0,070 | X = 4 ítem/línea |
| | 0,035 | X = 5 ítem/línea |
| | 0,015 | X = 6 ítem/línea |

Por tanto, con esta distribución de probabilidad se puede establecer que una línea de pedido se corresponde con 1,44 unidades. Esto servirá en los próximos capítulos para poder utilizar la misma escala y realizar la comparativa adecuadamente.

5.5. MEDIOS DE ALMACENAMIENTO

Este apartado pretende definir los medios de almacenamiento que se utilizan en cada una de las categorías de productos. Cada familia existente tiene una cantidad de palets y cajas que almacenar distinta y unas condiciones de ambiente diferentes.

Por tanto, los productos refrigerados y congelados deben almacenarse en cámaras frigoríficas que garanticen las condiciones de higiene, temperatura y humedad adecuadas. Este tipo de almacenaje supone un elevado coste energético por lo que, tanto el almacenaje como el picking, se realizará dentro de las cámaras frigoríficas mediante sistemas automatizados (Polypal Storage Systems, 2021)

Es importante sobre todo en estas áreas que el espacio se aproveche al máximo para minimizar el gasto y el consumo energético por lo que se utilizan sistemas de alta densidad.

Los productos almacenados a temperatura ambiente se ubican también en estanterías automatizadas, pero no tienen por qué estar en cámaras frigoríficas. Este tipo de ítems cuentan con un abanico más amplio y menos restrictivo de opciones en cuanto a los posibles sistemas que se pueden utilizar.

A continuación se va a comentar los principales sistemas identificados y se seleccionan aquellos que se consideren más adecuados en cada zona del centro de distribución:

5.5.1. ALMACÉN O CARRUSEL VERTICAL

Son módulos de almacenamiento pensados para gestionar stocks y aprovechar el espacio en vertical. La tecnología que utilizan se denomina tipo “ascensor”, mediante la cual unos engranajes en formato de cinta transportadora junto con una plataforma elevadora acceden a los compartimentos del bloque y recogen la mercancía solicitada.

Se utilizan en almacenes que tengan una rotación constante y alto volumen de mercancías, siendo apto para casi todo tipo de mercancías e industrias con pedidos de largas series con pocas unidades (TIBA Group, 2021)

Estos sistemas se clasifican en aquellos que son producto-hombre, de forma que los trabajadores no han de desplazarse, sino que lo hace el producto. Además, existe la posibilidad de regular la temperatura interna de estos sistemas.

En la siguiente figura se puede ver cuáles serían las dimensiones y la cantidad de bandejas que sería necesario almacenar en función del número de referencias y la altura que se deba tener:

| Altura | Superficie ocupada m ² | Capacidad lineal en m. | Nº de bandejas | Nº de cajones | Nº de referencias |
|----------|-----------------------------------|------------------------|----------------|---------------|-------------------|
| 2700 mm. | 2,7 | 48 | 26 | de 26 a 52 | 15.392 |
| 3000 mm. | 2,7 | 64 | 30 | de 30 a 60 | 17.760 |
| 3500 mm. | 2,7 | 72 | 36 | de 36 a 72 | 21.312 |
| 4000 mm. | 2,7 | 78 | 44 | de 44 a 88 | 26.048 |
| 4500 mm. | 2,7 | 104 | 50 | de 50 a 100 | 29.600 |

FIGURA 23. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE DIMENSIONES DEL CARRUSEL VERTICAL. FUENTE: (ATHOS E-HEALTH SOLUTIONS, 2021)

| CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS | |
|---|---|
| ALTURA de 3.300 mm a 16.100 mm | VELOCIDAD hasta 120 ciclos/hora (según la configuración) |
| INCREMENTO EN ALTURA 200 mm | INTERFAZ OPERADOR consola industrial con pantalla táctil de 10,4" (Copilot) |
| CAPILARIDAD DE PASO 25 mm | NÚMERO DE BAHÍAS hasta 3, incluso en altura y en el mismo lado |
| ANCHO BANDEJA de 1.500 mm a 4.100 mm | TIPO DE BAHÍAS interna o externa con nivel de carga simple o doble |
| PROFUNDIDAD BANDEJA 654 mm y 857 mm | <ul style="list-style-type: none"> • Mínimo consumo de energía • Control automático del peso al regreso del cajón • Gestión dinámica de las alturas de carga • Estructura portante de acero galvanizado • Transmisión mediante correa dentada Eagle reforzada de acero • Sistema de guía del elevador con 6 ruedas de HDPE por lado • Gestión de las bandejas por capacidad diferenciada |
| CAPACIDAD BRUTA TOTAL de 35.000 kg a 90.000 kg según los modelos y las configuraciones | |
| ALTURA MÁXIMA DEL MATERIAL ALMACENABLE 695 mm (bahía S) / 895 mm (bahía M) / 1.295 mm (bahía XL) | |

FIGURA 24. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CARRUSEL VERTICAL. FUENTE: (MODULA, 2021)



FIGURA 25. ALMACÉN VERTICAL AUTOMATIZADO. FUENTE: (TIBA GROUP, 2021)

5.5.2. ALMACÉN O CARRUSEL HORIZONTAL

Otra opción es el carrusel horizontal que se trata de un almacén rotativo apto para productos de pequeño o medio volumen. Este sistema permite ser atendido por una persona, facilitando así la preparación de pedidos. Además, se trata de un sistema de alta densidad que permite un mejor aprovechamiento del espacio.

Se suele recomendar para empresas en las que se trabaje con un gran número de referencias distintas y en las que se tenga que atender numerosos pedidos.

Esta solución de almacenaje se suele utilizar para productos de media rotación (B) o baja rotación (C), debido a que su extracción no es tan rápida como se necesitaría en productos de alta rotación (A) (Cardós Carboneras, 2021)

En cuanto a las capacidades de almacenamiento, cada contenedor aguanta hasta aproximadamente 550 kg y cada caja de acero soporta hasta 110 kg. Además, puede almacenar desde 11 hasta 90 contenedores con alturas desde 2m hasta 2,4m.

Se pueden conseguir distintas configuraciones en función de la cantidad de carruseles que se instalen conjuntamente. Esto permite minimizar los tiempos muertos de los operarios puesto que mientras está haciendo picking de un carrusel, el siguiente se está posicionando para el siguiente pick (Modula, 2020)



FIGURA 26. CONFIGURACIONES DEL ALMACÉN HORIZONTAL. FUENTE: (MODULA, 2020)

En cuanto a la productividad, este sistema permite conseguir hacer picking de hasta 550 líneas de pedido por hora y por empleado.

Por otro lado, la fiabilidad del sistema es menor en comparación con otros sistemas automatizados, siendo la del carrusel del 99,90%. Finalmente, presenta otro inconveniente puesto que para ser repuesto necesita que la preparación de pedidos esté parada, lo cual requiere un buen conocimiento de los flujos de rotación de mercancías, complicando así la gestión (MWPVL International Inc., 2013).



Main Benefits

FIGURA 27. CARRUSEL HORIZONTAL. FUENTE: (MODULA, 2020)

5.5.3. ESTANTERÍAS MÓVILES PARA PALETS MOVIRACK

Se trata de un sistema con cierto grado de automatización puesto que las estanterías convencionales se ubican sobre bases móviles que permiten compactar el almacén. Estas bases móviles se desplazan horizontalmente sobre carriles empotrados en el suelo.

El operario puede seleccionar a qué base desea acceder y la estantería se desplaza dejando accesible solo el pasillo de trabajo necesario.

La principal ventaja de este sistema es la optimización del espacio, aumentando la capacidad de almacenaje entre un 80% y un 120% y con el consiguiente ahorro energético en las cámaras

frigoríficas. Además, el sistema es adaptable a otros sistemas automatizados o convencionales de los que se disponga y a cualquier tipo de mercancía.

Sobre todo son aptas para cámaras frigoríficas y de congelación con baja o media altura y para aquellos almacenes que cuenten con múltiples referencias y los productos tengan media o baja rotación (Mecalux ESMENA, 2021)



FIGURA 28. ESTANTERÍAS MÓVILES PARA PALETS MOVIRACK. FUENTE: (MECALUX ESMENA, 2021)

5.5.4. SISTEMA PALLET SHUTTLE

Este sistema utiliza un carro móvil que ejecuta los desplazamientos dentro de las estanterías de forma automática y se puede conseguir una configuración automática o semi automática según lo que se desee.

Si se utiliza la modalidad automática, se necesitan transelevadores o lanzaderas en cada nivel que trasladen la mercancía al canal correspondiente. Cuando llega ahí el carro móvil lo introduce en estos canales de almacenaje.

Una característica importante es que se pueden utilizar en cámaras frigoríficas de media y gran altura con muchas referencias. Además, este sistema es mucho más ágil y rápido que el sistema que utiliza bases móviles.

Es relevante mencionar que los pallet Shuttle son sistemas de extracción de mercancía que son una opción en el uso de transelevadores. La elección de este medio dependerá de los

requerimientos de cada instalación y se parametrizará para obtener los mejores resultados posibles (Mecalux ESMENA, 2021).

Entre las principales características que consideran se encuentra la velocidad de extracción deseada y la profundidad de las horquillas. Por tanto, en función de lo que se necesite se utilizarán sistemas de simple, doble o en su caso de triple profundidad.

Las prestaciones de este sistema son mejores que las que se consiguen con horquillas de simple, doble o triple profundidad:

- Velocidad de traslación: 90m/min en vacío y 45 m/min cargado
- Utilizan baterías de litio que permiten su funcionamiento hasta 10 horas
- Sensores para detectar y manipular palets
- Soporta palets de hasta 1.000 kg

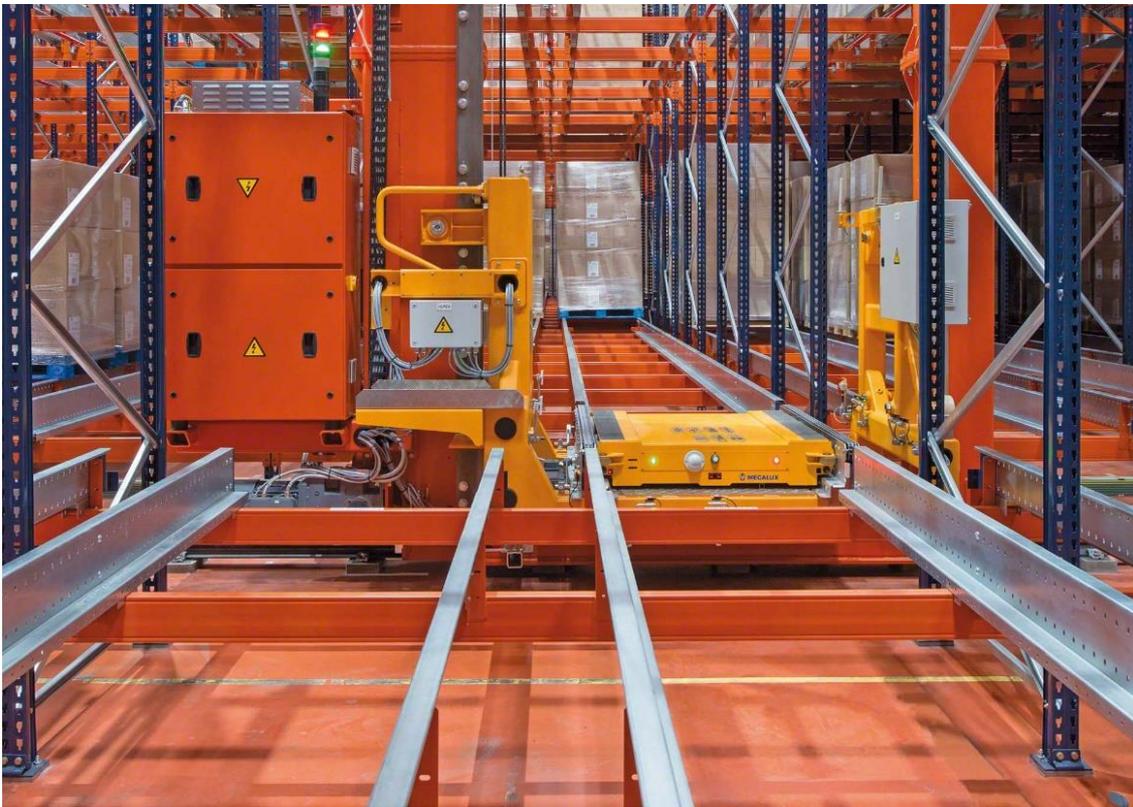


FIGURA 29. SISTEMA PALLET SHUTTLE. FUENTE: (MECALUX ESMENA, 2021)

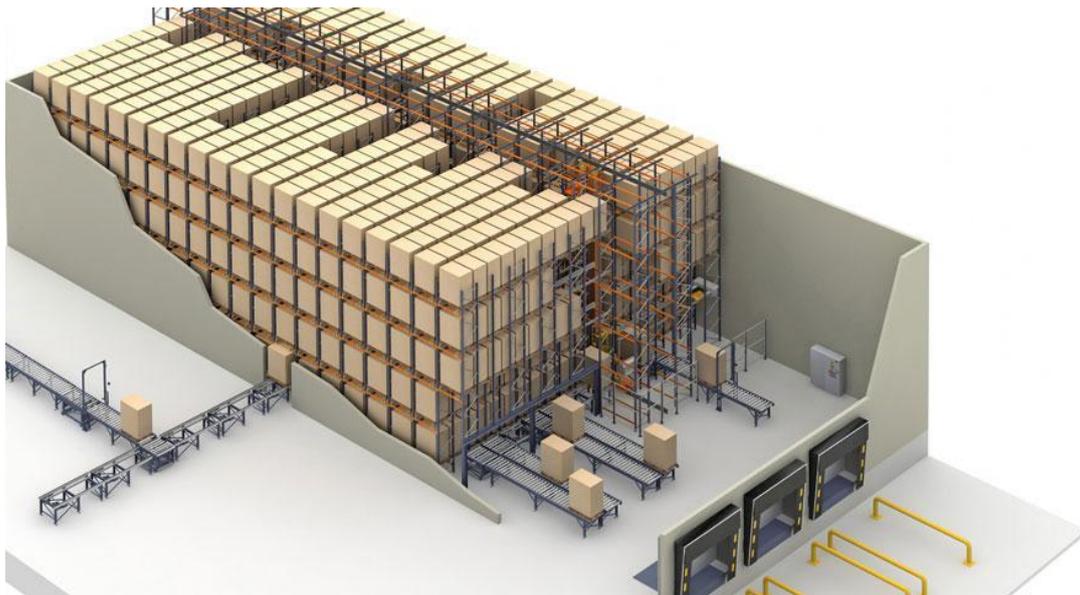


FIGURA 30. REPRESENTACIÓN SISTEMA PALLET SHUTTLE. FUENTE: (MECALUX ESMENA, 2021)

5.5.5. ALMACÉN AUTOMÁTICO PARA PALETS

Es un sistema que utiliza estanterías convencionales de una o doble profundidad y funciona con la ayuda de un transelevador que mueve la mercancía por el interior y hacia el exterior. Se permite cumplir con los requisitos de rotación y de trazabilidad de las referencias, aspecto importante en el sector de la alimentación (Mecalux ESMENA, 2021)

Se trata de un almacenaje de alta densidad que, igual que los anteriores sistemas mencionados, permite optimizar la utilización del espacio y minimizar el gasto energético. Los transelevadores aportan, además gran capacidad de respuesta gracias a su velocidad tanto horizontalmente como verticalmente.

La velocidad puede ser de hasta 220m/min en horizontal y de 54/56 m/min en vertical según si va cargado o no, respectivamente. Además, pueden alcanzar hasta los 45 metros de altura y sirven para almacenes de entre -30°C de temperatura hasta los +40°C (Mecalux ESMENA, 2021). Cabe mencionar que las características técnicas de los medios de manutención o almacenamiento siempre dependen del proveedor contratado. En este caso se ha detallado lo descrito por la empresa Mecalux ESMENA. Sin embargo, la empresa SSI Schäfer afirma que sus transelevadores pueden llegar hasta los 240 m/min en horizontal y hasta los 90m/min en velocidad vertical (SSI Schäfer, 2021)



FIGURA 31. SISTEMA AUTOMÁTICO PARA PALETS. FUENTE: (AR-RACKING, 2021)

5.5.6. ALMACÉN AUTOMÁTICO PARA CAJAS

Sigue la misma lógica que los almacenes automáticos para palets en cuanto a estanterías que se utilizan y demás características. La diferencia es que en este tipo de medios de almacenamiento se utilizan transelevadores Miniload, apto para formatos logístico como las cajas o las bandejas.

A continuación se detalla recogen en una tabla las principales características de los medios de almacenamiento explicados anteriormente. Estos aspectos servirán para seleccionar el sistema más apto para cada una de las áreas que habrá en el almacén.

TABLA 7. RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MEDIOS DE ALMACENAMIENTO CONSIDERADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Sistema | Características | Velocidad | Inversión requerida |
|----------------------------|---|------------------------------------|---------------------|
| Carrusel vertical | <ul style="list-style-type: none"> - Ahorro de entre 80-120% espacio - Hasta 15 m de altura dependiendo del proveedor - Carga de bandejas desde 130 a 250 kg - No apto para artículos de muy alta rotación (tipo A) | Hasta 120 ciclos/h | 30.000€ |
| Carrusel horizontal | <ul style="list-style-type: none"> - Ahorro de espacio - Hasta 2,4m de altura - Cajas con hasta 110 kg - Artículos tipo B y C | 550 líneas de pedido/operario-hora | 40.000€ |

| | | | |
|-------------------------------|--|--|---|
| Transelevador | - Altura de hasta 45m - Altura mínima 9m | Traslación 220 m/min Elevación (m/min): 54/56 (con carga/sin carga) | Transelevador de palets: 250.000€-300.000€ Miniload hasta 10m de alto: 150.000€ + 15€/ubicación + 10€/contenedor |
| Estanterías base móvil | - Permiten aprovechar el espacio mejor (hasta 80%) - Es apto para cámaras frigoríficas - La rotación de stocks es difícil controlar - Adecuadas para artículos de baja rotación | Velocidad lenta en comparación con los anteriores medios Velocidad de apertura: 36 segundos | 100 €/ubicación |

La elección del medio de almacenaje tiene en cuenta factores como el coste, la productividad que puede aportar, la adaptabilidad con otros sistemas disponibles, el aprovechamiento del espacio, la trazabilidad de los stocks y el perfil de los pedidos a los clientes.

En cuanto al último aspecto mencionado, se tiene que la totalidad de los pedidos realizados por clientes se hace en formato de caja o, incluso, unidades. Además, investigando en profundidad se observa que casi el 85% de la mercancía entra al almacén en formato de caja, mientras que el 15% de las referencias lo hace en palet. En la siguiente tabla se muestran los datos del formato logístico de entrada al almacén por categoría de producto:

TABLA 8. PERFOL LOGÍSTICO DE ENTRADA AL ALMACÉN POR CATEGORÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Productos Ambiente | Productos refrigerados | Productos congelados |
|-------------------------|--------------------|------------------------|----------------------|
| Nº ref en cajas | 1044 | 744 | 125 |
| Nº ref en palets | 130 | 151 | 19 |
| % Ref en cajas | 89% | 83% | 87% |
| % Ref en palets | 11% | 17% | 13% |

Puesto que los sistemas de almacenaje considerados son automatizados y requieren un elevado desembolso inicial se busca unificar al menos por zona de almacenaje. Tal y como se ha comentado previamente, las zonas de almacenaje se identifican con las distintas categorías consideradas en este estudio y las temperaturas requeridas en cada una de ellas.

Como consecuencia, aquellas referencias que entren al almacén en formato logístico de palet se dividirán en unidades logísticas más pequeñas, es decir, en cajas. Con esto se pretende tener medios de almacenaje con un único formato logístico.

Una vez tomada esta decisión, se procede a seleccionar el medio de almacenaje. El sistema que mejores rendimientos presenta y mejor adaptabilidad con otros sistemas disponibles en la empresa es el Miniload. Este sistema, a pesar de su coste presenta numerosas ventajas:

- Permite adaptarse a distintos formatos logísticos (cajas o palets)
- Se puede acoplar a un sistema de almacenaje de doble profundidad

- Alta velocidad de extracción de mercancía
- Apto para distintos ambientes (temperaturas)

Es por estos motivos que se va a utilizar un sistema accionado por transelevadores adaptado a estanterías convencionales de cajas.

Las cajas son seleccionadas de entre las opciones propuestas por la empresa Mecalux para transelevadores de cajas. En la siguiente figura se muestran las distintas alternativas existentes de entre las cuales se han seleccionado solo tres:

| DATOS TÉCNICOS / Cajas Eurobox de Mecalux | | | | | | | | |
|---|---------|--------|---------|----------|-------|-------|-----|-----|
| Modelo | | Altura | Anchura | Longitud | G | F | P1 | P2 |
| CME | 640x420 | 420 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | 417 | - |
| | 640x320 | 320 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | 317 | - |
| | 640x240 | 240 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | 237 | - |
| | 640x170 | 170 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | 167 | - |
| | 640x120 | 120 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | 117 | - |
| CME reforzado | 640x420 | 420 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | - | 400 |
| | 640x320 | 320 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | - | 300 |
| | 640x240 | 240 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | - | 220 |
| | 640x170 | 170 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | - | 150 |
| | 640x120 | 120 | 600 | 400 | 568,5 | 368,5 | - | 100 |

Cotas en mm

FIGURA 32. OPCIONES CAJAS EUROBOX DE MECALUX PARA TRANSELEVADOR. FUENTE: (MECALUX ESMENA, 2021)

De las opciones disponibles se consideran las tres primeras:

| | Alto (m) | Ancho (m) | Largo (m) | Volumen (m3) | Precio (€/ud) |
|---------------|----------|-----------|-----------|--------------|---------------|
| TIPO 1 | 0,417 | 0,3685 | 0,5685 | 0,087 | 30,00 € |
| TIPO 2 | 0,317 | 0,3685 | 0,5685 | 0,066 | 20,00 € |
| TIPO 3 | 0,237 | 0,3685 | 0,5685 | 0,050 | 15,00 € |

FIGURA 33. RESUMEN DE LAS OPCIONES DE CAJAS CONSIDERADAS: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Hay que destacar de la figura interior que se han considerado las medidas interiores para calcular el volumen disponible en cada caja. Para seleccionar una de las tres opciones y utilizarla en el sistema de almacenaje se han realizado varios cálculos.

En primer lugar, se calcula la cantidad de cajas que serán necesarias para cada uno de los tres modelos y en cada una de las tres zonas que tiene el almacén. Este cálculo se hace dividiendo el inventario medio por referencia, que será el volumen que se ubicará en las estanterías, entre el volumen interior disponible en la caja.

$$Cajas\ necesarias = \frac{Inventario\ medio\ por\ referencia\ (m^3)}{Volumen\ disponible\ por\ caja\ (m^3)}$$

ECUACIÓN 3. CÁLCULO DE CAJAS NECESARIAS

Los resultados de los cálculos se resumen en la siguiente tabla:

| Zona | TIPO 1 | TIPO 2 | TIPO 3 |
|---------------------|--------|--------|--------|
| Ambiente | 23.846 | 31.089 | 41.273 |
| Refrigerados | 6.285 | 8.098 | 10.660 |
| Congelados | 1.088 | 1.394 | 1.826 |

FIGURA 34. NÚMERO DE CAJAS POR ZONA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A continuación se han realizado los segundos cálculos que ha sido comprobar la ocupación de las cajas, es decir, el porcentaje del volumen llenado con mercancía. Para hacer esto simplemente se han llevado a cabo las operaciones mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Inventario medio por referencia}(m^3)}{N^{\circ} \text{ cajas por referencia} * \text{Volumen disponible}}$$

ECUACIÓN 4. CÁLCULO DE % DE OCUPACIÓN POR HUECO

| Zona | TIPO 1 | TIPO 2 | TIPO 3 |
|---------------------|--------|--------|------------|
| Ambiente | 40% | 43% | 46% |
| Refrigerados | 69% | 72% | 75% |
| Congelados | 47% | 50% | 53% |

FIGURA 35. PORCENTAJE DE OCUPACIÓN DE LAS CAJAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por último, se ha calculado el coste total que supondría la compra de la totalidad de las cajas:

| Zona | TIPO 1 | TIPO 2 | TIPO 3 |
|---------------------|-----------|-----------|-----------|
| Ambiente | 715.380 € | 621.780 € | 619.095 € |
| Refrigerados | 188.550 € | 161.960 € | 159.900 € |
| Congelados | 32.640 € | 27.880 € | 27.390 € |

FIGURA 36. COSTES TOTALES POR TIPO DE CAJA Y ZONA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En general el tipo de caja que mejores resultados ofrece es el tipo 3 que se corresponde con la caja de dimensiones 600x400x240mm. En el apartado Dimensionamiento medios de almacenamiento se calcula el área necesaria para ubicar los transelevadores y estanterías así como el número de ubicaciones totales para cada una de las zonas.

CAPÍTULO 6: ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA

En este apartado se va a desarrollar en profundidad la problemática que se encuentra en el sector de la distribución alimentaria mostrando datos recopilados de distintos estudios. En el apartado 4.3.3 se ha expuesto los aspectos relacionados con el proceso de compra on-line que los consumidores consideran más relevantes. El 50% de los usuarios valora la entrega en el mismo día como uno de los más importantes (Figura 12) y el 20% considera las entregas al día siguiente el plazo razonable de llegada del pedido (Figura 11).

El análisis de la actuación de las empresas en la última milla se va a realizar centrado en aquellas entregas que están destinadas a ser entregadas en el mismo día de la compra o entrega en dos horas. Además, el centro del estudio será la etapa de preparación de pedidos y las características que lo definen (localización, grado de automatización e integración) (Hübner, et al., 2016)

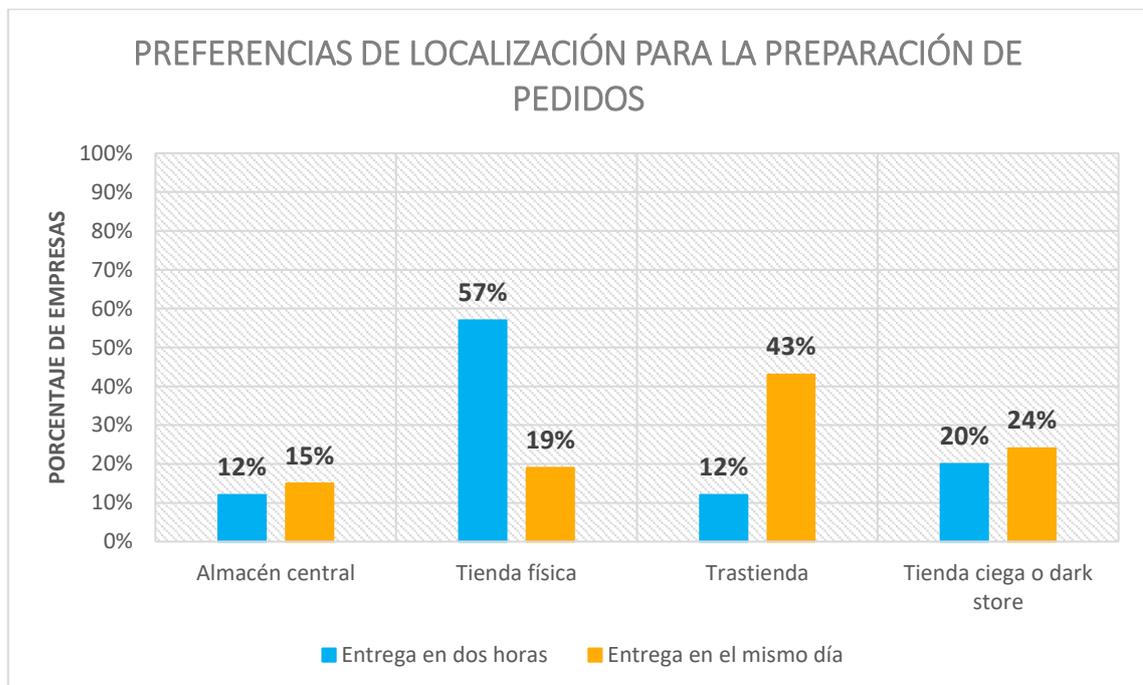


FIGURA 37. PREFERENCIA DE UBICACIÓN EN LA QUE REALIZAR EL PICKING ONLINE. FUENTE: (CAPGEMINI RESEARCH INSTITUTE, 2019)

De la Figura 37 se desprende que la mayoría de las empresas que ofrecen servicio de entrega en dos horas, preparan las entregas desde las tiendas tradicionales (57%), mientras que para las entregas en el mismo día el 43% lo hace desde la trastienda. Además, el menor porcentaje se encuentra en las preparaciones a través de los almacenes centrales.

Sin embargo, una operativa unificada de la cadena de suministro para los pedidos on-line y la distribución a tienda podría reducir los costes gracias a la menor inversión en inventario,

plazos de entrega más flexible y mayor frecuencia de entrega, según el estudio de Capgemini (2019).

Hübner et al. (2016) explican que realizar el *picking* en tienda puede ser una buena opción para un distribuidor que quiera adentrarse en la omnicanalidad. Esto es debido a que de esta manera pueden ofrecer una amplia gama de productos sin necesidad de invertir en nuevas infraestructuras. A pesar de esto, el espacio disponible en la tienda física supone una restricción para las ventas en línea y entorpece las compras de los consumidores tradicionales. Por otro lado, la disposición de las tiendas está diseñada con la finalidad de mostrar los productos, y no para la optimización de rutas para la preparación de pedidos. A esta metodología le acompañan también problemas de posibles roturas de stock ya que los clientes continúan comprando en línea, mientras que otros lo hacen en tienda, lo cual hace complicada la gestión de inventario.

Por el contrario, la preparación de envíos en el almacén central permite evitar estos problemas puesto que la distribución de éste es la correcta y se puede abarcar un mayor volumen de entregas. El aspecto negativo de este modo es el aumento en la inversión necesaria y la dificultad añadida para manejar el proceso entero, por lo que esta estrategia solo sería apta para aquellas empresas que cuentan con la experiencia necesaria en el manejo del canal de ventas online.

Más allá de esas dos alternativas, existe también la preparación de pedidos a través de las *dark stores* o tiendas oscuras, que se trata de instalaciones destinadas únicamente a la preparación de pedidos de comercio electrónico con un aspecto parecido al que tienen las tiendas físicas. Habitualmente están localizados en la cercanía de los núcleos urbanos para poder dar una mejor respuesta a la demanda. Este es el caso de la empresa Mercadona que implantó el uso de sus colmenas para la preparación de pedidos online. Estas colmenas no cuentan con medios de almacenamiento automatizado que agilizarían el *picking* de los productos, sino que se utilizan medios convencionales.

Como se ve en la Figura 37, esta opción es la segunda alternativa para los detallistas en pedidos que se entregan en dos horas o en el mismo día. Se trata de un servicio ágil y eficiente gracias al Sistema de Gestión de Almacenes (SGA) que permite optimizar parte del proceso, como por ejemplo las rutas de los transportistas. Aporta las ventajas de operar en un almacén central gracias a la posibilidad de automatización y la operativa 24/7, pero estando más cerca de los clientes finales.

En relación con la automatización del *picking* A. Hübner et al. (2016) afirman que existen varios grados. En primer lugar, si el *picking* se realiza en tienda la automatización es complicada puesto que habría que adaptar los comercios a la tecnología, lo cual no es siempre posible. En estos casos el proceso es manual, mientras que si se realiza en almacenes está la posibilidad de elegir el grado de automatización que se desee: manual, semiautomático o automático.

Para determinar el nivel de automatización habría que fijarse en la inversión y los costes operativos. Sin embargo, aumentar la velocidad a la que se puede realizar la preparación de pedidos con la tecnología, puede llevar a ahorrar en costes operativos y en costes unitarios por preparación. La productividad que se puede conseguir con un procedimiento automatizado es de entre 150 y 300 líneas de pedido por hora, mientras que en el manual en tienda estaría entre 80 y 120 por hora (A. Hübner et al, 2016).

Existen ya varios detallistas del sector de la alimentación que se han decantado por la automatización del *picking* y por la descentralización de las tiendas físicas de este proceso. Entre ellos destacan Walmart, Tesco, Carrefour y, en territorio español, Mercadona. En el caso de Mercadona la inversión de hasta 12 millones se ha realizado en varias “colmenas”, que en realidad se trata de *dark stores*, tal y como se ha comentado previamente (Mecalux, 2020). Carrefour ha optado por la misma opción formando una alianza con una *start up* colombiana con el fin de abrir estas tiendas ciegas. En última instancia, todas estas compañías buscan innovar, diferenciarse y ofrecer un mejor nivel de servicio a los clientes finales. Además, queda clara la importancia de realizar este tipo de remodelaciones si las compañías quieren mantener su cuota de mercado o incluso incrementarla. Sin embargo, aún prima la preparación de pedidos de forma manual en las tiendas físicas de los *retailers* como es el caso de la cooperativa Consum.

En la siguiente figura se representan las cuatro estrategias existentes dependiendo de dónde se preparen los pedidos y de qué forma se realizan las entregas. Las entregas indirectas se refieren a aquellos casos en que es el cliente quien recoge la orden o es un operador logístico quien la envía.

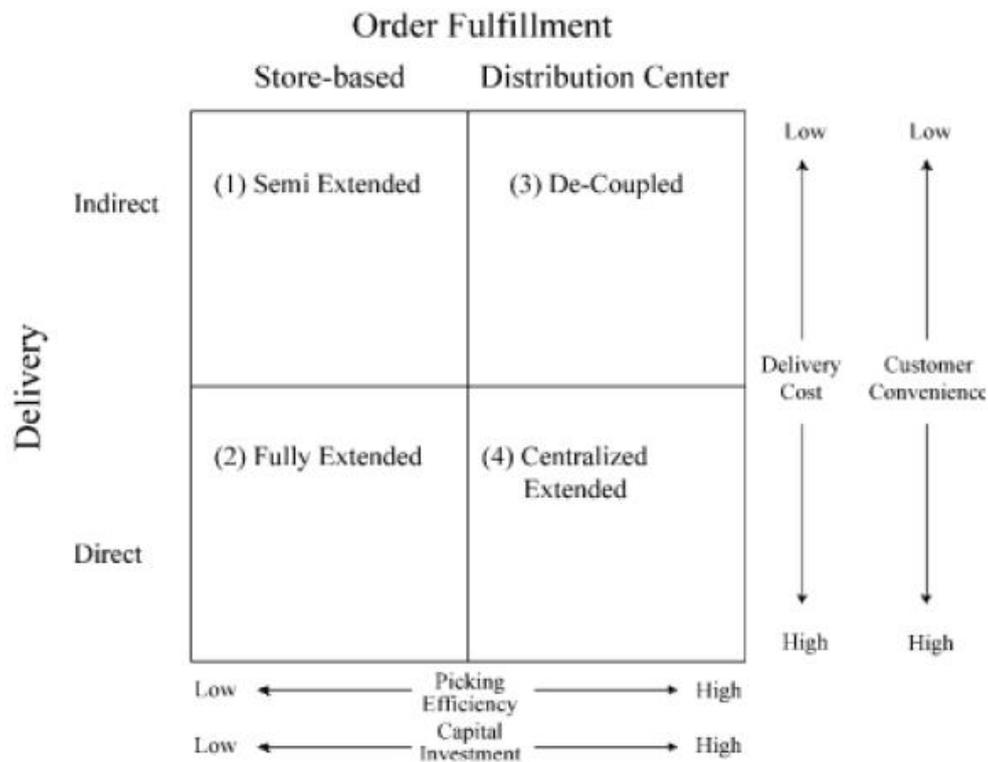


FIGURA 38. ESTRATEGIAS DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS ONLINE Y ENTREGA. FUENTE: (FERREIRA DAS NEVES SALGADO, 2015)

Tal y como se ve, la estrategia que mejores resultados aporta en cuanto a eficiencia en picking y conveniencia para los clientes es un modelo centralizado en el cual los pedidos se gestionan en un centro de distribución dedicado a esta operativa. Por el contrario, los pedidos preparados en tienda resultan en una baja productividad en picking y baja conveniencia para los clientes cuando son ellos quienes han de recoger los pedidos.

Otros de los motivos que animan a fijarse en la optimización de la tarea de *picking* son los costes y el tiempo que supone este proceso en comparación con los demás. La preparación de pedidos a menudo se encuentra entre el 50 y el 55% del total de los costes de la mano de obra y, por tanto, del tiempo necesario para completar la función.

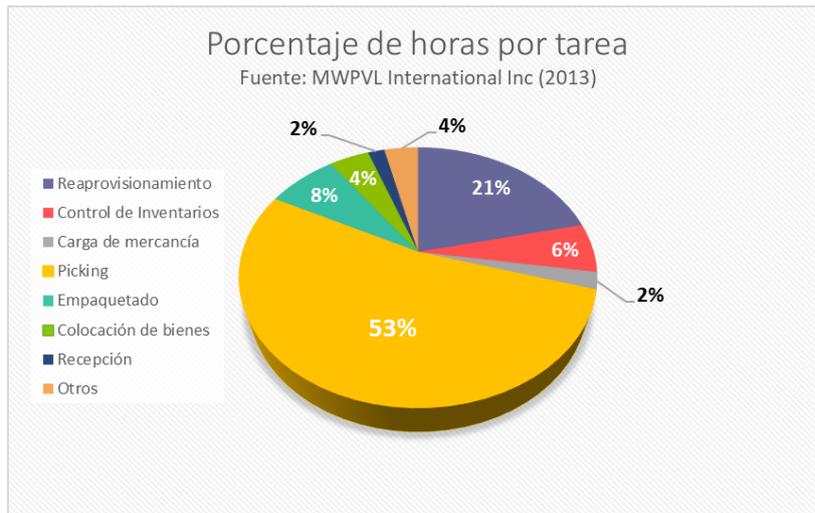


FIGURA 39. PORCENTAJE DE HORAS POR TAREA. FUENTE: (MWPVL INTERNATIONAL INC, 2013)

Como se ve la tarea de *picking* junto con la de reaprovisionamiento son las que más tiempo ocupan de entre todas las tareas que se llevan a cabo en un almacén central. Serán también aquellas que mayor coste supongan para la empresa (Figura 21).

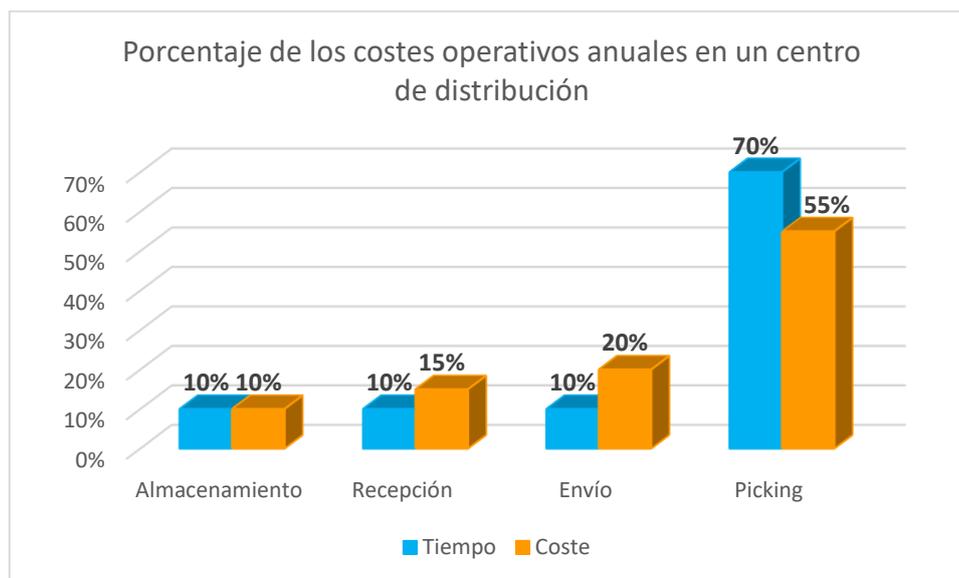


FIGURA 40. PORCENTAJE DE DISTRIBUCIÓN DE COSTES OPERATIVOS ANUALES EN UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN. FUENTE: (HABAZIN, ET AL., 2016)

De la Figura 40 también se desprende el gran peso que tiene el proceso de picking en los costes operativos en un centro de distribución en comparación con el resto de los procedimientos.

Cabe destacar también el estudio elaborado por la consultora MWPVL especializada en cadena de suministro, logística y distribución en el cual comparan el coste derivado de distintos modos de servir órdenes de pedidos online en el sector de la alimentación. Su análisis se basa en 5 escenarios diferentes que se detallan a continuación:

- a) Venta de pedidos on-line preparados en tienda y entregados en el domicilio del consumidor

- b) Venta online de pedido preparado en un centro de microfulfillment equivalente a la trastienda de un supermercado automatizada. La entrega se realiza a través de un operador logístico en el domicilio del cliente
- c) Los pedidos se preparan en una *dark store* de forma manual y se entregan en domicilio a través de un operador logístico
- d) Preparación de pedido en un centro de distribución de forma manual y entregada mediante operador logístico en domicilio del cliente.
- e) Preparación de pedido en un centro de distribución de forma automatizada y entregada mediante operador logístico en domicilio del cliente.

Se suponen los siguientes datos:

- Coste de mano de obra en almacén: 28€/hora
- Coste de mano de obra en el supermercado: 16€/hora
- Coste de mano de obra en la distribución: 20€/hora

Los resultados obtenidos del análisis se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 9. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LOS DISTINTOS ESCENARIOS. FUENTE: (MWPVL INTERNATIONAL, 2021)

| Escenario | Tiempo de preparación (min) | Tiempo por unidad (s/ud) | Coste MO por unidad |
|-----------|-----------------------------|--------------------------|---------------------|
| a | 1.369 | 114 | 0,65 € |
| b | 764 | 64 | 0,35 € |
| c | 912 | 76 | 0,41 € |
| d | 966 | 80 | 0,54 € |
| e | 707 | 59 | 0,37 € |

Tal y como se puede observar, los escenarios que mejores resultados arrojan tanto en tiempo de preparación de pedidos como en coste de mano de obra por unidad del pedido preparado son el b y el e. Ambos utilizan medios automatizados y se alejan de la operativa tradicional de preparar pedidos en tiendas físicas.

Por tanto, en vista de la información extraída en este apartado y teniendo en cuenta la importancia de optimizar la preparación de pedidos, con la consiguiente reducción de costes y de plazos de entrega, el objetivo final de este estudio es proponer una estrategia alternativa a la tradicional que consiga cumplimentar al máximo estos objetivos.

CAPÍTULO 7: PROPUESTA Y DESARROLLO

Este capítulo es central para esta memoria. Se pretende mostrar las tres configuraciones básicas detallando la operativa que concierne a cada una de ellas y que permite compararlas en última instancia. La finalidad será por tanto averiguar cuál ofrece los mejores resultados en comparación.

Para ello se realiza una clasificación de los productos y se determina su perfil de inventario. Además, con el objetivo de que la comparación entre los tres escenarios sea lo más equitativa posible, se va a calcular el coste imputable a cada línea de pedido en cada uno de ellos utilizando la equivalencia entre unidades y línea de pedido calculada en el apartado 5.4.

Todo esto permite realizar los cálculos necesarios para dimensionar los almacenes y averiguar aspectos técnicos y económicos relevantes para la comparativa final.

En primer lugar, se ha simulado el número de unidades y cajas vendidas por día durante el periodo de un año, por lo que se tiene datos para 248 días laborables. Además se considera la información publicada por AECOC y Netquest (2019) que se ha comentado en el apartado 4.3.1 sobre el número de unidades por pedido, el coste por compra medio de los usuarios y la frecuencia de compra al año, así como la equivalencia entre línea de pedido y unidades.

Uno de los aspectos más relevantes para realizar la simulación de datos correctamente es la facturación anual de una distribuidora de alimentación que prepara pedidos por internet a través de sus supermercados. Por tanto, se ha tomado como referencia la empresa Consum Cooperativa y, tomando el dato de su última memoria anual publicada, se sabe que se factura aproximadamente 3.300 millones de € al año. Teniendo en cuenta el número de tiendas de que dispone la compañía se calcula que cada tienda factura del orden de 6,2 millones de € en el período anual. Además, se sabe que las ventas online para una empresa del sector rondan el 4% del total (Galeano, 2021).

En segundo lugar, se define el escenario de preparación de pedidos desde una tienda oscura o *dark store*. Un ejemplo de esta operativa es la empresa Mercadona que ya dispone de 3 colmenas en la Península. En concreto, la “colmena” de Valencia, tal y como la empresa ha denominado a estos almacenes, sirve a un total de 182 códigos postales en los cuales la empresa tiene un total de 156 tiendas físicas. Estos últimos datos también son relevantes para realizar la correspondencia entre los distintos escenarios. La facturación achacable a una *dark store* de Mercadona en la zona de la Comunidad Valenciana a fecha de 2019 es de aproximadamente 30.8 millones de €/año.

Se sabe que la empresa facturó 46.1 millones de € durante el período de 2019 en el que disponía de la colmena de Vara de Quart y de la de la Zona Franca en Barcelona a partir de junio de 2019 (Galeano, 2021). Es por esto por lo que se asume que el porcentaje de facturación de la zona de Valencia es del 67% mientras que la facturación de la zona de Barcelona será del 33%, obteniendo los 30.8 millones de €/año mencionados en el párrafo anterior.

En cuanto al volumen de pedidos procesados durante ese período se ha podido constatar que fue de 332.900 (Galeano, 2021) lo que permite calcular el volumen de líneas de pedido por día que prepara una *dark store*:

TABLA 10. CÁLCULO LÍNEAS DE PEDIDO POR DÍA EN UNA DARK STORE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Datos 2019 |
|---------------------------|---------------|
| Facturación online | 30.800.000 € |
| Volumen de pedidos anual | 223.043 |
| €/pedido | 138,48 € |
| €/unidad (Netquest&AECOC) | 4,88 € |
| Ud/pedido | 28,4 |
| LP/pedido | 19,7 |
| Pedidos diarios | 899 |
| Líneas de pedido/día | 17.753 |

El cálculo del número de líneas de pedido por pedido se ha realizado utilizando la equivalencia de 1,44 unidades por línea de pedido y la cantidad de unidades por pedido. Finalmente, con el volumen de pedidos diarios y el número de líneas de pedido por pedido se obtiene el dato del número de líneas de pedido diarios que debe procesar una tienda oscura.

Por último, la tercera propuesta mostrada es la del centro de distribución automatizado para el cual se ha simulado que facturaría aproximadamente 112 millones de € por año. Esto, por tanto, cubriría un total de 3,7 *dark stores* como la descrita que deben preparar una media diaria de 59.298 líneas de pedido

7.1. ESCENARIO 1 – PREPARACIÓN EN TIENDA

En este punto se detalla la primera configuración considerada que servirá para realizar la comparación de las tres opciones desarrolladas. Este primer escenario representa la preparación de pedidos desde el punto de vista de la operativa tradicional, es decir, el picking de unidades desde el supermercado.

De esta manera, los clientes piden a través de la página web o una aplicación del distribuidor su orden para que le sea transportada hasta su domicilio. Cuando se recibe la orden, son los propios empleados del supermercado quienes preparan este pedido utilizando medios tradicionales como PDA, escáneres de códigos de barras colocados en los dedos y carros recogepedidos de doble altura.



FIGURA 41. EMPLEADA PREPARANDO UN PEDIDO ONLINE DE CONSUM. FUENTE: (CONSUM, 2021)

Para poder ilustrar en mayor profundidad cómo funciona la operativa se incluyen los apartados de Distribución en tienda tradicional para aportar una visión del layout que debe recorrer un empleado preparando un pedido, de manera que se pueda comparar con las otras dos configuraciones explicadas. Por último, el apartado Costes de la configuración también ofrece más información sobre la alternativa descrita y sirve para realizar una comparativa final y seleccionar la que se considere más adecuada.

Para mostrar la distribución en tienda se ha utilizado como referencia un supermercado importante en la provincia de Cataluña cuya superficie es de 3.300 m² aproximadamente. El desarrollo de la distribución interior de la parcela se ha realizado gracias al propio conocimiento de la autora del presente trabajo.

Por otro lado, los datos utilizados como el número de pedidos diarios, la composición de los pedidos (unidades y cajas) o los datos de ventas anuales han sido simulados atendiendo a parámetros típicos del sector. En primer lugar, tomando los datos de la empresa Consum que se han mencionado en la introducción del capítulo se estima que una tienda convencional prepara del orden de 2.640 líneas de pedido diariamente.

A partir de esta información se desarrollan los cálculos para obtener el número de empleados necesarios, el tiempo empleado en la preparación de pedidos y el número de medios de manutención necesitados.

En cuanto a la productividad en la preparación de pedidos en tienda la empresa MWPVL (2021) propone los siguientes ratios:

TABLA 11. PRODUCTIVIDAD POR TAREA. FUENTE: (MWPVL INTERNATIONAL, 2021)

| Tarea | Productividad |
|-----------------------------|---------------------------|
| Picking artículos | 80 líneas de pedido/hora |
| Escaneo de productos | 800 líneas de pedido/hora |
| Carga en vehículo | 3 pedidos en 4 minutos |

Además, Hübner (2016) propone que el picking de artículos de forma manual puede permitir conseguir una tasa de actividad de entre 80 y 120 líneas de pedido por hora.

7.1.1. DISTRIBUCIÓN EN TIENDA TRADICIONAL

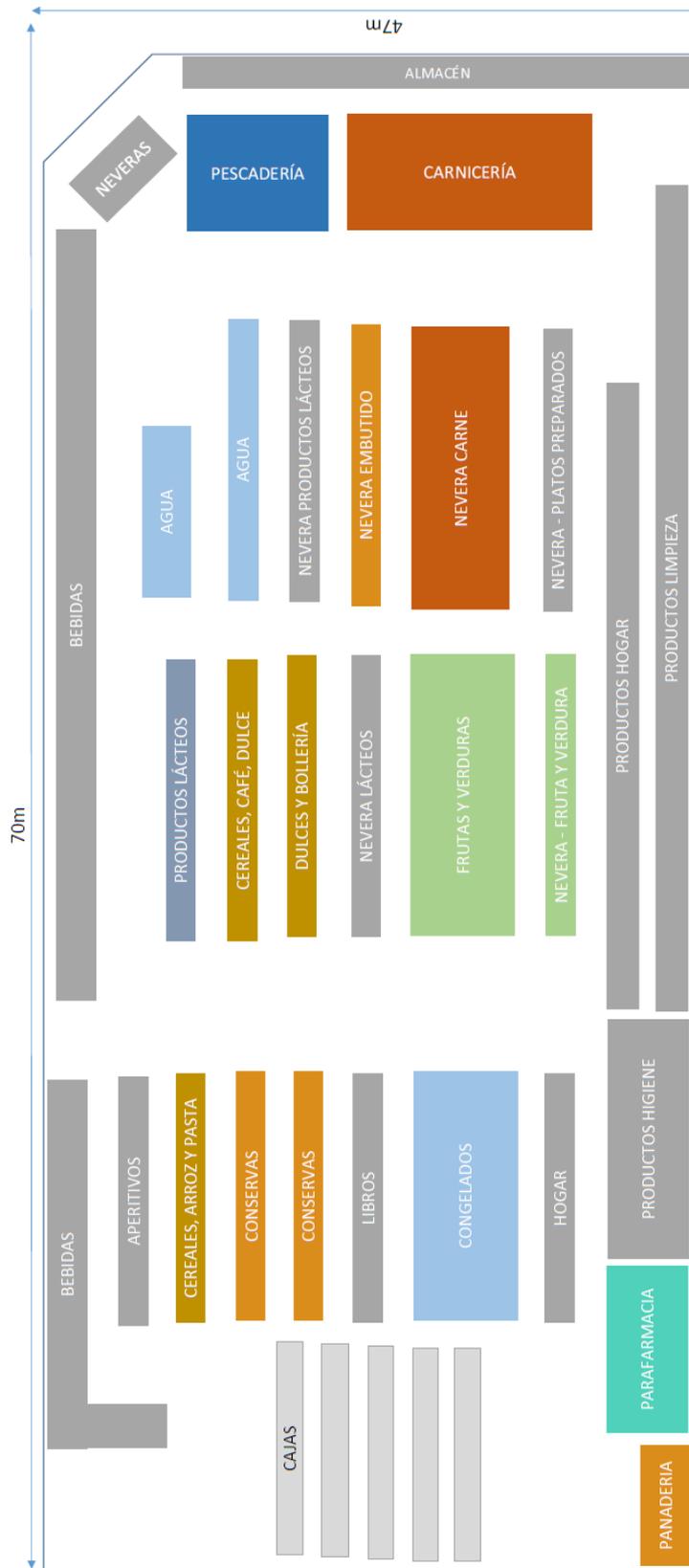


FIGURA 42. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UN SUPERMERCADO DE CATALUÑA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

7.1.2. TIEMPO DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS

En este apartado se van a elaborar los cálculos necesarios para obtener el tiempo que es necesario para preparar un pedido on-line. Para ello, se tienen en consideración las distintas tareas que se llevan a cabo en el proceso. Las tareas que se consideran son las siguientes:

- Picking de artículos
- Escaneo de artículos
- Carga en vehículo de transporte

No se considera la recepción de la mercancía en la tienda ni la reposición de la mercancía en los estantes puesto que se realiza para las ventas ordinarias y el coste marginal de recibir más mercancía es mínimo.

Al comienzo de este apartado se han mostrado las productividades habituales para estas tareas mencionadas (Tabla 11). Con esto y la información de la cantidad de unidades y de pedidos que se reciben en un día se procede a calcular el tiempo que debe ser dedicado a cada pedido y en total:

TABLA 12. CÁLCULO DE TIEMPOS NECESARIOS PARA PICKING EN TIENDA TRADICIONAL. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Actividad | Ratio (LPH) | LP | Tiempo por día (h) | Tiempo por LP (s) |
|--------------------|-------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Picking artículos | 80 | 2.640 | 33,00 | 45,0 |
| Escaneo referencia | 800 | 2.640 | 3,30 | 4,5 |
| Carga en vehículo | 1125 | 2.640 | 2,35 | 3,2 |
| | | Total (h) | 38,65 | 52,70 |

Los cálculos del número de horas totales por día se obtienen de dividir el número de líneas de pedido que procesar entre el ratio de productividad en líneas por hora (LPH). Además, se calcula el tiempo requerido por línea de pedido dividiendo el tiempo por día entre la cantidad total de líneas de pedido.

Finalmente, el tiempo por día es de 38,65 horas por lo que se necesita más de un operario. Los trabajadores realizan 7,5 horas productivas en su jornada por lo que como mínimo se necesitan **6 operarios** dedicados a tareas de preparación de pedidos por Internet.

7.1.3. COSTES DE LA CONFIGURACIÓN

Una vez se ha obtenido el tiempo necesario para preparar todos los pedidos en tienda, se ha mostrado el layout y se sabe cuántos trabajadores se necesitan por tienda se pasa a calcular los costes de esta configuración. Una parte relevante de los costes de esta alternativa son los costes que tiene la mano de obra, por lo que se va a realizar detalladamente el cálculo del coste por hora que tiene un empleado para una empresa de distribución alimentaria basándose en datos del sector (Anexo I – Cálculo cargas salariales de un empleado).

Conociendo el coste de la mano de obra por hora se puede averiguar los costes por línea de pedido puesto que ya se ha calculado los segundos dedicados a cada una de ellas en el apartado anterior:

TABLA 13. COSTE IMPUTABLE POR LÍNEA DE PEDIDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Actividad | Tiempo por LP (s) | Coste por hora por op. | Coste por LP (€/LP) |
|--------------------|-------------------|------------------------|---------------------|
| Picking artículos | 45,0 | 15,55 € | 0,19 € |
| Escaneo referencia | 4,5 | 15,55 € | 0,02 € |
| Carga en vehículo | 3,2 | 15,55 € | 0,01 € |
| | 52,70 | | 0,23 € |

Por otro lado, cada operario necesita unos equipos determinados que, en concreto, son los siguientes:

- PDA
- Escáner de QR o código de barras para dedo
- Carro recoge pedidos

La PDA tiene un coste de aproximadamente 376€ (Identiplus, 2021), el escáner de dedo 75€ (Dingyu, 2021) y el carro recoge pedidos aproximadamente 200€ (Cardós Carboneras, 2021). El número de estos equipos que es necesario tener disponible viene dado por el número de operarios que habrá trabajando durante el día simultáneamente de manera que, como mínimo, se debe tener 6 unidades de cada uno.

Sin embargo, es importante considerar la regla del 85% para la utilización de los medios de mantenimiento que se explica en mayor profundidad en el apartado Dimensionamiento medios de almacenamiento. La regla se define según la siguiente ecuación:

$$\frac{N^{\circ} \text{ medios utilizados}}{N^{\circ} \text{ medios disponibles}} \leq 85\%$$

ECUACIÓN 5. REGLA DEL 85% PARA MEDIOS DE MANUTENCIÓN.

Atendiendo a la anterior ecuación, se obtiene que como mínimo debería haber 8 dispositivos disponibles en tienda de los tres que se han comentado anteriormente. Con toda esta información se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 14. CÁLCULO DEL COSTE DE LOS MEDIOS DE MANUTENCIÓN POR TIENDA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Equipos | Coste unitario | Unidades necesarias | Coste total por tienda |
|----------------------|----------------|---------------------|------------------------|
| PDA | 376,00 € | 8 | 3.008,00 € |
| Escaner QR dedo | 75,00 € | 8 | 600,00 € |
| Carro recoge pedidos | 200,00 € | 8 | 1.600,00 € |
| | | | 5.208,00 € |

Por último, el coste de la mano de obra por tienda anualmente se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 15. COSTES DE MANO DE OBRA ANUALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Cantidad | Coste horario | Coste total por empleado | Coste total |
|----------|---------------|--------------------------|------------------|
| 6 | 15,55 € | 23.783 € | 142.698 € |

En resumen, los costes de equipos de mantenimiento y de mano de obra por día para la primera configuración desarrollada se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 16. RESUMEN DE COSTES TOTALES PARA LA PRIMERA CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Coste total |
|----------------------|-------------|
| Equipos | 5.208,00 € |
| Mano de obra (€/año) | 142.698 € |

7.2. ESCENARIO 2 – DARK STORE

En este apartado se expone la segunda configuración que se corresponde con la operativa que utiliza actualmente empresas como Mercadona o Carrefour. Estas distribuidoras preparan sus pedidos online en lo que se conoce como “dark store”.

Una *dark store* o tienda ciega simula la distribución de una tienda física, pero está destinada a picking de pedidos y elimina el factor cliente físico puesto que solo son los empleados quienes están preparando las órdenes. Por tanto, se trata de centros de distribución enfocados principalmente hacia el comercio electrónico de productos de alimentación (Mecalux ESMENA, 2020).

De esta manera, la operativa se rige por un sistema de gestión de almacenes (SGA) que genera las rutas que cada empleado debe seguir para optimizar lo máximo posible los desplazamientos. Además, los empleados disponen normalmente de una Tablet y un carro para picking con totes en los que van depositando los productos que cogen de las estanterías. En el caso de la empresa Mercadona se sabe que utilizan carretillas recogepedidos donde transportan entre 6 y 8 cajas para hacer picking de productos secos.



FIGURA 43. PREPARACIÓN DE PEDIDOS EN LA COLMENA DE MERCADONA. FUENTE: (ZARAGOZÁ, 2019)

El almacén además está dividido en varias zonas: zona de productos secos colocados en estanterías, zona de neveras de congelados, zona de neveras de productos frescos, zona de



pescadería y carnicería y panadería. En la parte frontal del almacén se dispone de un espacio para consolidación de pedidos que serán expedidos en furgonetas.

La productividad conseguida con este sistema se conoce que es superior a la esperada en una tienda física puesto que las rutas están más optimizadas y se elimina el factor cliente. En concreto, el ratio de preparación de pedidos es de 10 minutos por pedido (Delgado, 2019).

Por otro lado, el layout del almacén se ha elaborado a partir de la información disponible en artículos de periódico y otras fuentes online.

Además de estos aspectos considerados es necesario tener un orden de magnitud definido sobre la cantidad de líneas de pedido que se preparan diariamente en una tienda ciega de media y la cantidad de tiendas físicas a las que cubre. Esto es muy importante a la hora de realizar los cálculos en cuanto a dimensionamiento de medios de manutención y necesidades de personal.

Por tanto, se toma como referencia el caso de la empresa Mercadona y se utilizan los datos recogidos en la Tabla 10 para realizar los cálculos pertinentes.

7.2.1. DISTRIBUCIÓN *DARK STORE*

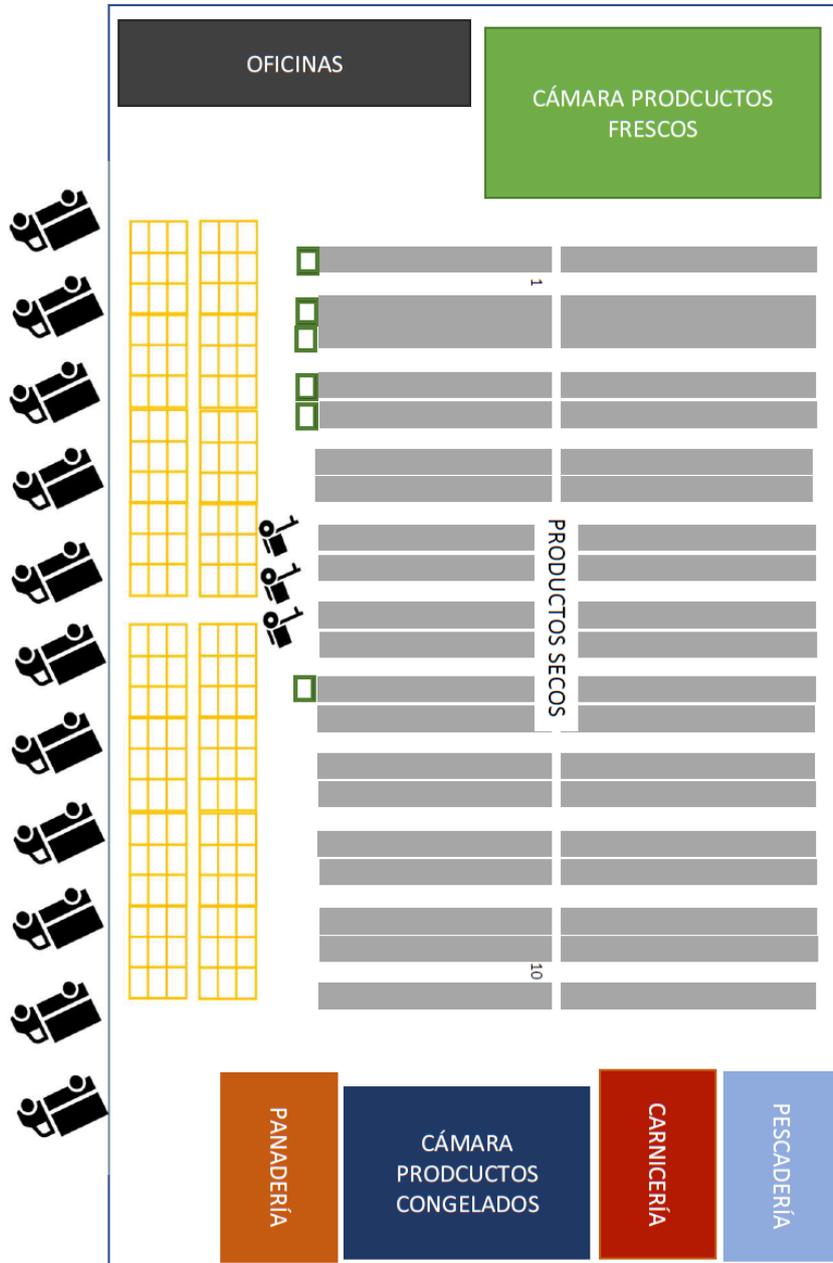


FIGURA 44. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UNA DARK STORE DE MERCADONA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

7.2.2. TIEMPO DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS

En este apartado se desarrollan los cálculos necesarios para obtener el tiempo que es necesario para preparar un pedido on-line. Para ello, se tienen en consideración las distintas tareas que se llevan a cabo en el proceso que son similares a las descritas en la primera configuración. Las tareas son las siguientes:

- Recepción de mercancía
- Colocación en estantería de ítems
- Picking de artículos y escaneo de referencias
- Carga en vehículo de transporte

Para estimar el tiempo necesario en recepción de mercancía y colocación de ítems en baldas se utilizan los datos simulados para un centro de distribución con las características comentadas al inicio del apartado. Se estima que en el caso más desfavorable se deben descargar un total de 459 palets a la entrada utilizando carretillas eléctricas cuya productividad en descarga es de 25 palets por hora.

Además, la reposición de unidades o cajas se estima que representa el 25% del tiempo que se tarda en realizar picking de unidades (Cardós Carboneras, 2021). Por tanto, primero se calculará el tiempo dedicado a picking cuya productividad se estima en 160 líneas de pedido por hora ya que se preparan pedidos de forma agrupada.

Finalmente, para la tarea de carga en vehículo se utiliza el mismo ratio que se ha estimado en el primer escenario: 1.125 líneas por hora. Con esta información se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 17. CÁLCULO DE TIEMPOS SEGUNDO ESCENARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Actividad | Productividad (LPH) | LP | Tiempo (h) | Segundos/LP |
|---------------------------------|---------------------|--------------|---------------|--------------|
| Descarga de palets (h) | | 17.753 | 6 | 1,22 |
| Reposición de estanterías | | 17.753 | 27,74 | 5,63 |
| Tiempo picking | 160 | 17.753 | 110,96 | 22,50 |
| Carga en vehículo de transporte | 1125 | 17.753 | 15,78 | 3,20 |
| | | Total | 160,48 | 32,54 |

7.2.3. COSTES DE LA CONFIGURACIÓN

Una vez se ha obtenido el tiempo necesario para preparar todos los pedidos en el almacén, se ha mostrado el layout se pasa a calcular los costes de esta configuración. En esta configuración no se va a tomar el coste por hora por empleado para la empresa que se ha desarrollado en la primera alternativa, sino que se toma como referencia el coste por hora propuesto por MWPVL (2021). El coste de mano de obra en almacén es de 29,50€/hora según la fuente mencionada.

En primer lugar, se calcula la cantidad de personal necesaria en un centro de distribución de estas características en el que se trabaja a jornada nocturna. Concretamente, para el caso de Mercadona, se sabe que se comienza a preparar los pedidos a partir de las 22h y este proceso dura hasta las 7 de la mañana cuando empiezan a expedirse los camiones. Este periodo de tiempo es de 9 horas. Sin embargo, también se debe realizar tareas de reposición de mercancía en estanterías entre otras.

Por tanto, se va a suponer que se trabaja con dos turnos:

- Turno de tarde: de 15h a 23h

- Turno de noche: de 22h a 7h

En este caso, se calcula por separado el personal necesario del primer turno en el que se realizan tareas de descarga de palets y reposición, entre otras. Seguidamente, se hará lo mismo para las tareas de picking y carga en vehículo que se realizan en el siguiente turno.

TABLA 18. CÁLCULO PERSONAL NECESARIO POR TURNO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | |
|-------------------------|-----------|
| Personal Turno 1 | 5 |
| Personal Turno 2 | 17 |
| Personal total | 22 |

Además, se calcula el coste que supone la mano de obra:

TABLA 19. COSTES TOTALES DE MANO DE OBRA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Empleados | Cantidad | Salario anual | Costes anuales |
|------------------------------|-----------------|----------------------|-----------------------|
| Almaceneros | 22 | 24.012 € | 528.264 € |
| Responsables de turno | 2 | 40.000 € | 80.000 € |
| Mantenimiento | 6 | 40.000 € | 240.000 € |
| | | | 848.264 € |

El salario anual de un almacenero se ha supuesto que es de 18.000€ brutos anualmente por lo que los costes que supone para la empresa ascienden a 24.000€, aproximadamente.

Para estimar los costes derivados de los medios de mantenimiento necesarios se debe tener en cuenta la cantidad de personal que trabaja en el segundo turno, es decir, 17 personas. Por tanto, si se tiene en cuenta la regla del 85% de los medios de mantenimiento se estima que se necesitará tener disponibles al menos 20 unidades de cada sistema utilizado. Por tanto, teniendo en cuenta el coste unitario y la cantidad necesaria para cada uno de ellos se obtienen los siguientes resultados:

TABLA 20. CÁLCULO COSTES TOTALES DE EQUIPOS DE MANUTENCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Coste equipos | Coste unitario | Unidades | Costo |
|--|-----------------------|-----------------|------------------|
| Carretilla Recogepedidos Nivel Bajo | 11.000 € | 20 | 220.000 € |
| Tablet | 200 € | 20 | 4.000 € |
| PDA escáner código de barras | 376 € | 20 | 7.520 € |
| | | | 231.520 € |

Por último, los costes del edificio y de las estanterías también ha de ser considerado. En este caso una empresa como Mercadona utiliza un almacén de aproximadamente 13.000 m² con una altura de entre 12 y 16 metros. Suponiendo un coste por m² construido de 470€ (Cardós Carboneras, 2021) se obtiene lo siguiente:

TABLA 21. INVERSIÓN EN INSTALACIONES SEGUNDA CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Dimensión (m²) | €/m² | Inversión |
|----------------------|----------------------------------|------------------------|--------------------|
| Almacén (altura<16m) | 13.000 | 470 € | 6.110.000 € |

En cuanto a las estanterías se sabe que se utilizan estanterías dinámicas para cajas y que cuenta con aproximadamente 300 módulos de 4 alturas divididas en 4 ubicaciones cada una. El coste de cada una de estas ubicaciones es de unos 30€ (Cardós Carboneras, 2020). Por consiguiente, los cálculos realizados muestran la inversión realizada en equipos de almacenaje:

TABLA 22. INVERSIÓN EN SISTEMAS DE ALMACENAJE SEGUNDA CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Cantidad (ubicaciones) | €/ubicación | Inversión |
|---------------------|------------------------|-------------|------------------|
| Estantería dinámica | 4.800 | 30 € | 144.000 € |



FIGURA 45. COLMENA DE MERCADONA. FUENTE: (EL MERCANTIL, 2020)

Por último, se añade el cálculo del coste de mano de obra por línea de pedido. El cálculo de tiempos se ha realizado en el punto 7.2.2 y es de 32,54 segundos por línea de pedido, por lo que asumiendo el salario de 18.000€ se tiene un coste horario de 17,24€/hora por empleado asumido por la empresa.

Por tanto, multiplicando el coste horario por las horas dedicadas a cada actividad por línea de pedido se obtiene el siguiente coste por línea de pedido (€/LP):

TABLA 23. COSTE POR LÍNEA DE PEDIDO EN EL SEGUNDO ESCENARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Actividad | Coste por LP € |
|---------------------------------|----------------|
| Descarga de palets (h) | 0,01 € |
| Reposición de estanterías | 0,03 € |
| Tiempo picking | 0,11 € |
| Carga en vehículo de transporte | 0,02 € |
| | 0,16 € |

En resumen, los costes calculados para la segunda configuración desarrollada se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 24. RESUMEN DE INVERSIONES PARA EL SEGUNDO ESCENARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Costo |
|---------------------|--------------------|
| Equipos manutención | 231.520 € |
| Instalaciones | 6.110.000 € |
| Estanterías | 144.000 € |
| | 6.485.520 € |

7.3. ESCENARIO 3 – PROPUESTA MODELO AUTOMATIZADO

Esta tercera configuración se trata de aquella que cuenta con los medios de almacenamiento más automatizados y que tiene por objetivo conseguir mejorar la eficiencia operativa de preparación de pedidos. En esta configuración los medios de almacenamiento de tipo producto a persona permiten minimizar los desplazamientos de los empleados en búsqueda de las líneas de pedido a lo largo del almacén. Esto posibilita disminuir el tiempo dedicado a la preparación de pedidos y por tanto, minimizar los costes de mano de obra.

Los datos de este escenario han sido simulados para una facturación de más de 112 millones de €. Además, en este escenario se estima que se preparan del orden de 59.298 líneas de pedido de media cada día tal y como se ha comentado al inicio del capítulo.

7.3.1. DIMENSIONAMIENTO MEDIOS DE ALMACENAMIENTO

En este apartado se realiza el dimensionamiento de los medios de almacenamiento seleccionados. Tal y como se ha definido, el sistema seleccionado es accionado mediante un transelevador y la carga se almacena en cajas por lo que el sistema será un Miniload.

El dimensionamiento incluye la definición del número de huecos que será necesario tener en cada zona, dependiendo de las condiciones del ambiente. Además, con el número de huecos se propone una configuración tanto en altura como en profundidad mediante el número de huecos en cada dirección. Con esto, se puede realizar un dimensionamiento en metros de cada estantería que permitirá en última instancia averiguar el área necesaria del almacén destinada al sistema de almacenaje.

Además, para el diseño físico de almacenes se necesita considerar una serie de factores y elementos particulares de cada situación. Sin embargo, también se aplican algunas reglas básicas como es la regla del 85% que propone lo siguiente a la hora de diseñar y dimensionar un almacén (Cardós Carboneras et al., 2003):

- Las ubicaciones deben tener una utilización máxima del 85%
- De las ubicaciones utilizadas la ocupación media del espacio ha de ser del 85%
- Los medios de manutención deben tener una utilización máxima del 85%

La utilización de los huecos es la relación entre los huecos ocupados físicamente, total o parcialmente, y los huecos existentes (ocupados y libres). Para esta regla, cuando se utilizan sistemas automatizados, la utilización máxima puede estar entre el 90 y 95% de forma que se gestionen adecuadamente las entradas y salidas del material (Verdecho Sáez, 2020). Por tanto, el cálculo sería el siguiente:

$$\text{Utilización de huecos} = \frac{\text{Huecos totales ocupados}}{\text{Huecos existentes}}$$

ECUACIÓN 6. CÁLCULO DE LA UTILIZACIÓN DE LOS HUECOS DEL ALMACÉN

La ocupación media de las ubicaciones es la fracción de los huecos utilizados ocupada por el material almacenado. Su cálculo se realiza siguiendo la siguiente ecuación:

$$\text{Ocupación} = \frac{\text{Capacidad ocupada por hueco (m}^3\text{)}}{\text{Capacidad total del hueco (m}^3\text{)}}$$

ECUACIÓN 7. CÁLCULO DE OCUPACIÓN MEDIA DE HUECOS

La regla de no superar el 85% de ocupación de las ubicaciones se ha comprobado anteriormente, por lo que se va a pasar a dimensionar los medios de almacenamiento teniendo en cuenta en primer lugar la primera regla mencionada. Es necesario conocer el número de ubicaciones que se tienen para almacenar la mercancía según el perfil de inventario definido.

Se ha utilizado el inventario medio para calcular el número de huecos necesarios en cada una de las categorías de productos definidas. Esto proporciona los resultados que se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 25. RESUMEN DE RESULTADOS OBTENIDOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Ambiente | Refrigerados | Congelados |
|------------------------|-----------|--------------|------------|
| Nº de cajas necesarias | 41.273 | 10.660 | 1.826 |
| Media ocupación cajas | 46% | 75% | 53% |
| Precio por unidad | 15,00 € | 15,00 € | 15,00 € |
| Coste total | 619.095 € | 159.900 € | 27.390 € |

Por tanto, para dimensionar las estanterías se consideran los siguientes factores:

- Altura máxima del medio de manutención: 12 metros
- Número de ubicaciones necesarias considerando un 90% de utilización máxima

Finalmente, los resultados obtenidos en cada zona se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 26. RESULTADOS PARA CADA ZONA DEL ALMACÉN

| | AMBIENTE | REFRIGERADOS | CONGELADOS |
|---------------------------------|---------------|---------------|--------------|
| Nº ubicaciones necesarias | 41.273 | 10.660 | 1.826 |
| Nº ubicaciones nec (90%) | 45.859 | 11.845 | 2.029 |

En primer lugar, se ha añadido un 10% extra a la cantidad de ubicaciones necesarias que se había obtenido con el perfil de inventario por referencias para conseguir la utilización máxima del 90%. Se busca conseguir un máximo aprovechamiento del espacio por lo que las cajas se almacenan por el lado corto, es decir, por la dimensión de 400 mm colocada en paralelo al pasillo en el que se coloca el transelevador. Además, se ha añadido 10 cm de holgura al hueco tanto en profundidad como en altura para permitir la extracción y colocación adecuada de las cajas.

Además, una vez se sabe la cantidad de ubicaciones que es necesario almacenar se procede al cálculo del número de transelevadores para el Miniload necesarios. La productividad de este medio es de 150 líneas de pedido por hora (MWPVL International INC, 2013), por lo que teniendo en cuenta el volumen de líneas de pedido diario que se tiene y el ratio de productividad de este sistema se obtiene la cantidad de horas necesarias para preparar estos pedidos. Además,

se supone que se trabajará bajo dos turnos de 8 horas de los cuales se disponen 7,5 horas disponibles. Es decir, diariamente se tienen 15 horas productivas. Con esto se puede averiguar la cantidad de transelevadores que hacen falta para hacer frente a la demanda:

TABLA 27. CÁLCULO NÚMERO DE TRANSELEVADORES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Ambiente | Refrigerados | Congelados |
|-----------------------------------|----------|--------------|------------|
| Nº líneas de pedido/día | 26.492 | 25.490 | 7.317 |
| Productividad transelevador (LPH) | 150 | 150 | 150 |
| Horas necesarias | 176,61 | 169,93 | 48,78 |
| Turnos por día | 2 | 2 | 2 |
| Horas por turno productivas | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| Horas productivas por día | 15 | 15 | 15 |
| Nº transelevadores necesarios | 11,8 | 11,3 | 3,3 |
| Nº transelevadores (+85%) | 14 | 14 | 4 |

Seguidamente, utilizando el número de ubicaciones que se ha calculado previamente se realiza una primera iteración basándose en la altura máxima que puede tener la estantería que es de 12 metros. Esta información permite saber cuántas ubicaciones se pueden disponer en altura utilizando las cajas ya mencionadas y dejando 100 mm de holgura. También, se supondrá que se utiliza el doble de estanterías que de transelevadores según la siguiente disposición:

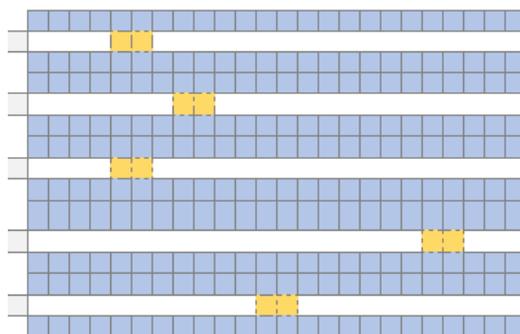


FIGURA 46. DISPOSICIÓN DEL TRANSELEVADOR CON LAS ESTANTERÍAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con el número de estanterías y el número de ubicaciones en altura por estantería máximo se obtiene cuántas ubicaciones en altura se tendrá. Finalmente, tomando el cálculo del número de ubicaciones necesarias y el número de ubicaciones en altura se estima el número de ubicaciones necesarias en largo y, por ende, los metros de largo que tendrá la estantería:

TABLA 28. DIMENSIONAMIENTO ESTANTERÍA PRIMERA ITERACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Ambiente | Refrigerado | Congelado |
|---------------------------------|----------|-------------|-----------|
| Nº transelevadores (+85%) | 14 | 14 | 4 |
| Nº de ubicaciones | 41.273 | 10.660 | 1.826 |
| Nº ubicaciones (90%) | 45.859 | 11.845 | 2.029 |
| Altura máxima transelevador (m) | 12 | 12 | 12 |
| Altura cajas (m) | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| Nº ubicaciones en altura máx | 35 | 35 | 35 |
| Nº estanterías | 28 | 28 | 8 |
| Nº ubicaciones altura | 980 | 980 | 280 |
| Nº ubicaciones necesarias largo | 47 | 13 | 8 |
| Largo estantería (m) | 23,5 | 6,5 | 4 |

Se realiza otra iteración disminuyendo la altura del transelevador que permitirá disminuir también el coste de la infraestructura. Se propone una altura máxima de 8 metros del transelevador y se obtiene los siguientes resultados:

TABLA 29. DIMENSIONAMIENTO ESTANTERÍA SEGUNDA ITERACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Segunda iteración | Ambiente | Refrigerados | Congelados |
|---------------------------------|----------|--------------|------------|
| Nº transelevadores (+85%) | 14 | 14 | 4 |
| Nº de ubicaciones | 41.273 | 10.660 | 1.826 |
| Nº ubicaciones (90%) | 45.859 | 11.845 | 2.029 |
| Altura transelevador (m) | 8 | 8 | 8 |
| Altura cajas (m) | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| Nº ubicaciones en altura máx | 23 | 23 | 23 |
| Nº estanterías | 28 | 28 | 8 |
| Nº ubicaciones altura | 644 | 644 | 184 |
| Nº ubicaciones necesarias largo | 72 | 19 | 12 |
| Largo estantería (m) | 36 | 9,5 | 6 |

En este caso lógicamente aumenta el largo de la estantería aunque se conseguirá disminuir el coste de la instalación en euros por metro cuadrado tal y como se verá más adelante. Por tanto, se toma estos últimos resultados de largo de estantería y ancho para cada categoría de producto.

Por último, el ancho de la estantería se ha calculado una vez obtenidos los resultados de número de transelevadores y número de estanterías. El transelevador en un Miniload necesita un pasillo de 800 mm (Cardós Carboneras et al., 2003) y las cajas ocupan 600 mm de profundidad. A estos 600 mm de las cajas se le añaden 100 mm más por la misma razón que se ha añadido a la altura y ancho anteriormente. Por tanto, el cálculo queda de la siguiente manera:

$$\text{Ancho estantería (m)} = N^{\circ} \text{ transelevadores} * 0,8 \text{ m} + (0,1 + 0,6) * N^{\circ} \text{ estanterías}$$

ECUACIÓN 8. CÁLCULO DEL ANCHO DE ESTANTERIA.

Con esta ecuación se obtiene que las áreas de productos tipo ambiente y la de refrigerados tendrán un ancho de 30,80 metros cada una, mientras que la de congelados ocupará 8,8 metros en largo.

7.3.2. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA PRELIMINAR

En este apartado se muestra de forma preliminar la distribución que tiene el almacén propuesto. El *layout* muestra dónde se colocan las principales áreas y cómo será el flujo de materiales desde la entrada hasta la salida.

Puesto que es preliminar, conforme se avance en el estudio en el dimensionamiento de los medios de manutención y su elección existe la posibilidad de que la distribución se modifique ligeramente, así como las dimensiones aproximadas de cada zona.

Tal y como se observa en la Figura 47, el almacenamiento de productos se divide en tres grandes zonas: zona ambiente, zona de refrigerados y zona de congelados. La disposición no es arbitraria ya que se consideran las condiciones de almacenamiento de los productos. Por tanto, los productos congelados deberán ser almacenados a la temperatura adecuada a la mayor

brevidad posible por lo que la zona de congelados se ubica colindante con la entrada. A continuación están las zonas de refrigerados y de productos tipo ambiente.

Para asegurar que no se rompe la cadena de frío se utiliza un sistema denominado Security Airlock System que permite controlar el flujo de los materiales y controlar la temperatura a la descarga desde los proveedores.

A continuación, cuando se preparan pedidos los materiales se extraen desde el túnel de comunicación y se depositan en las cintas transportadoras de rodillos hasta llegar a la zona de preparación de pedidos.

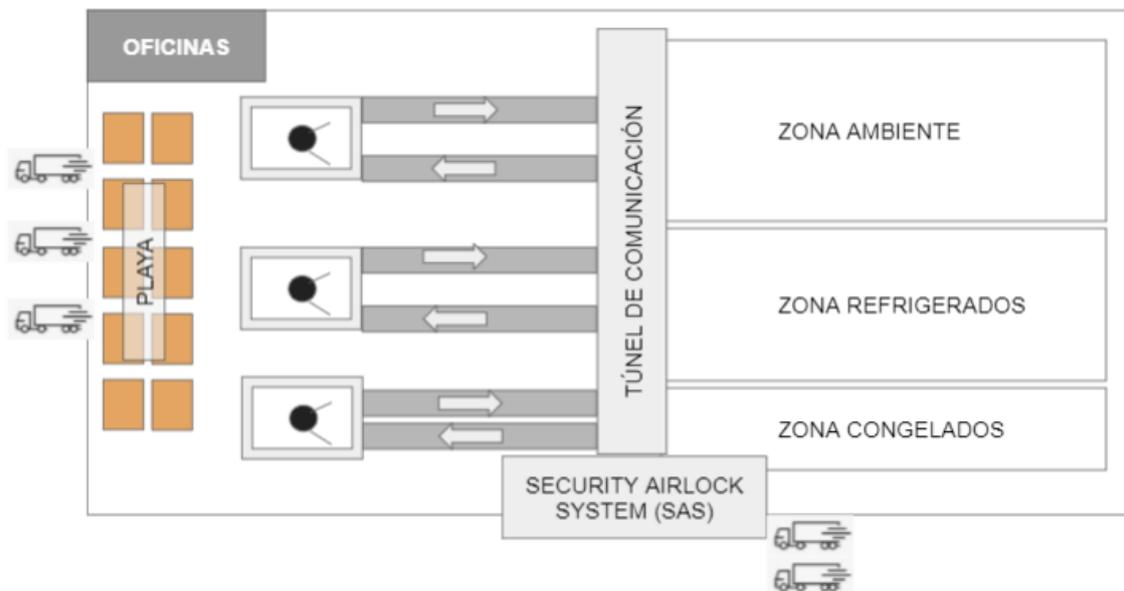


FIGURA 47. LAYOUT PRELIMINAR DEL ALMACÉN DE DISTRIBUCIÓN PROPUESTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La definición de los puestos de picking se realiza en mayor profundidad en el apartado 7.3.6.

7.3.3. MEDIOS DE MANUTENCIÓN

Los medios de manutención en un almacén son los elementos que permiten la manipulación, ubicación en estantería o en alguna zona concreta del almacén y el traslado de la mercancía a lo largo de la nave (TecnyStand, 2021). Existen distintos tipos de equipos de manutención dependiendo de las características del centro:

- Grado de automatización
- Tipo de medios de almacenaje utilizado
- Distribución y características físicas del almacén
- Procesos llevados a cabo en el almacén
- Unidad logística de entrada y salida

Puesto que se va a utilizar sistemas de almacenaje automatizados no se necesitarán equipos de manutención para extracción y colocación de productos en estanterías. Sin embargo, para otras actividades como la alimentación del transelevador y traslado de las unidades logísticas hasta la playa de consolidación sí se van a emplear este tipo de dispositivos.

En concreto las tareas que requieren equipos adicionales son:

- Alimentación de transelevador una vez se ha recibido la mercancía
- Extracción de cajas desde Miniload hasta puestos de picking
- Traslado de unidad logística desde puestos de picking hasta playa de consolidación
- Carga de furgonetas con pedidos consolidados por rutas

Se sabe que los pedidos de clientes se hacen o bien en cajas o bien en unidades sueltas de producto. Es por esto por lo que para las dos últimas tareas mencionadas no se precisa unos medios de manutención para paletas. En cuando al almacenaje, tal y como se ha explicado en el apartado 5.5 la mercancía se ubica en cajas de dimensiones 600x400x240 mm.

Por otro lado, la alimentación del transelevador necesitará medios de manutención aptos también para paletas puesto que la recepción de algunas referencias se hará con este formato.

Finalmente, la carga de las furgonetas se hará mediante unos sistemas adecuados para transporte de cajas donde se ubicarán las líneas de pedido de cada orden de compra. Estas cajas serán de dimensiones similares a las utilizadas para el almacenaje aunque serán de tipo apilables y con rejilla para permitir la transpiración.

A continuación se procede a definir exactamente qué medios de manutención se utilizan en cada tarea junto con las unidades logísticas correspondientes. En primer lugar, las tareas de carga y descarga de vehículos admiten el uso de los siguientes sistemas:

- Transpaleta manual
- Transpaleta eléctrica
- Carretilla contrapesada

La diferencia entre la transpaleta manual y la eléctrica es que la primera no tiene movimiento autónomo y necesitan de la actuación de personas para su elevación y tracción, mientras que las segundas están motorizadas.

Este tipo de medios se utilizan en distancias cortas (unos 20 metros para las manuales y entre 40 y 50 metros para las automáticas). Además, entre las ventaja que tienen estos sistemas destaca la baja inversión que requieren, su robustez y su facilidad de uso.

Por otro lado, las carretillas contrapesadas necesitan pasillos más anchos que las transpaletas para poder desplazarse y realizar giros. Permiten alcanzar alturas mayores y transportar más peso que las transpaletas.

En la siguiente tabla se muestra una comparación de las principales características de estos medios descritos:

TABLA 30. COMPARACIÓN ENTRE LOS DISTINTOS MEDIOS DE MANUTENCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Medio | Coste por unidad | Tasa actividad (palets/hora) | Distancia máx. | Pasillo necesario (m) |
|-----------------------|------------------|------------------------------|----------------|-----------------------|
| Transpaleta manual | 300€ | 15 | 20 | 1,35m |
| Transpaleta eléctrica | 3.500€ | 25 | 40-50 | 1,8m |

| | | | | |
|--------------------------------|---------|----|-----|--------|
| Carretilla contrapesada | 15.000€ | 25 | >50 | 3-3,5m |
|--------------------------------|---------|----|-----|--------|

En el almacén no se deben recorrer grandes distancias debido a que se trata de un almacén automatizado por lo que el espacio estará mejor aprovechado y se busca minimizar desplazamientos. Por otro lado se busca conseguir una productividad alta y el coste no supone una restricción en este caso. Es por estos motivos que se selecciona la transpaleta eléctrica para realizar la descarga de los camiones a la llegada y alimentación del transelevador.

La extracción de las cajas del Miniload y su transporte hasta los puestos de picking se hará mediante cintas transportadoras de rodillos que permiten automatizar el flujo continuo de materiales. Se escogen los transportadores de rodillos porque la unidad logística que se debe transportar no tendrá un peso superior a aproximadamente 15 o 20 kg, pero es posible que los productos no sean ligeros (packs de leche, agua, etc.). Además, la mercancía se almacena en cajas por lo que los transportadores de rodillos son adecuados.

Por otro lado, en los puestos de picking los pedidos se preparan en cajas de plástico transpirables que sean apilables para facilitar su traslado. Estas cajas tienen unas dimensiones de 500x375x180mm con una capacidad de hasta 29 litros:



FIGURA 48. CAJAS PARA PICKING. FUENTE: (RAJA PACK, 2021)

Conforme se van preparando órdenes de clientes, se van colocando en unas jaulas situadas al lado de los puestos de picking de manera que estos pedidos se puedan ir consolidando y se puedan trasladar a su ubicación en la playa de expediciones según la ruta a la que correspondan. Las jaulas utilizadas tienen unas dimensiones de 80 cm de profundidad, 120 cm de ancho y 170 cm de altura:



FIGURA 49. JAULAS PARA TRANSPORTE DE CAJAS A PLAYA DE EXPEDICIÓN. FUENTE: (RAJA PACK, 2021)

Mediante este sistema las cajas se transportan hacia la zona de consolidación de pedidos donde se juntan los pedidos según la ruta que les corresponda. Finalmente, las cajas apilables se van colocando en unas bases con ruedas que serán introducidas en el interior del camión o furgoneta para ser entregadas a los consumidores finales:



FIGURA 50. BASE RODANTE PARA EUROBOX. FUENTE: (BAUHAUS, 2021)

Los sistemas que son necesarios se resumen mediante la siguiente tabla:

TABLA 31. RESUMEN MEDIOS DE MANUTENCIÓN NECESARIOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Medio de manutención | Precio unitario | Peso máx. | Unidades |
|-------------------------------|-----------------|-----------|----------|
| Transpaleta eléctrica | 3.500,00 € | 3.000 | kg |
| Jaula | 50,00 € | 700 | kg |
| Bases con ruedas | 45,00 € | 300 | kg |
| Caja plástico transpirable | 15,00 € | 15 | kg |
| Cinta transportadora rodillos | 250,00€/m | 80 | Kg/m |

Además de estos equipos de manutención también es necesario definir cómo se configuran los puestos de picking. Estos puestos estarán conectados con la cinta transportadora de rodillos

que extrae las cajas desde el Miniload y tendrán un espacio en el que podrán ir consolidando todas las referencias que componen el pedido. Además, junto a los puestos de picking se colocan las jaulas en las que se van ubicando las cajas conforme se completa el pedido.



FIGURA 51. EJEMPLO ALMACÉN AUTOMÁTICO CON CINTA DE RODILLOS PARA EXTRACCIÓN DE CAJAS. FUENTE: (MECALUX ESMENA, 2021)

A modo ilustrativo en la siguiente figura se puede ver una vista en más detalle de cómo sería la zona de preparación de pedidos para los productos de tipo ambiente. Cabe destacar que el número de puestos de picking que aparecen en la figura es únicamente para mostrar la configuración puesto que aún no se ha dimensionado esta área del almacén.

EPor otro lado, los dos carriles en distintos sentidos desplazan las cajas extraídas hasta los puestos de picking mediante tramos de cinta que pueden girar 90 grados y dirigir las unidades de carga hacia su destino adecuado. Una vez encarrilados se vuelven a desplazar y/o girar 90 grados hasta que llegan a la zona que está justo delante de los puestos de picking (zona coloreada en amarillo). Una vez ahí el operario se encarga de coger la caja y colocarla en su puesto para extraer la cantidad de material que necesite y depositarla en la unidad logística en que se preparan los pedidos.

Tal y como se ha comentado, los pedidos preparados se van colocando en las jaulas (objeto amarillo representado al lado del puesto de picking) hasta ser llenados. A continuación, cuando los empleados han terminado de extraer las unidades que necesitan de las cajas las empujan hacia el carril intermedio (coloreado en gris más oscuro) y estas cajas serán devueltas al interior del Miniload y colocadas en su ubicación correspondiente.

Por último, una vez se han colocado los pedidos preparados en las jaulas y esta se ha llenado, los pedidos son escaneados utilizando un código QR que indica al empleado en qué carro móvil debe colocarlo. Estos carros móviles se encuentran en una zona junto a los puestos de

preparación de pedidos y se identifican por otro código QR de manera que los pedidos se van agrupando según la ruta a la que se dirigen.

Finalmente, una vez se tienen los carros móviles preparados con la altura de pedidos debida, se desplazan hacia un área del almacén denominada “zona de *staging*”. En esta zona los carros móviles se dividen en rutas que serán cargas en los distintos vehículos para ser entregados a los clientes.

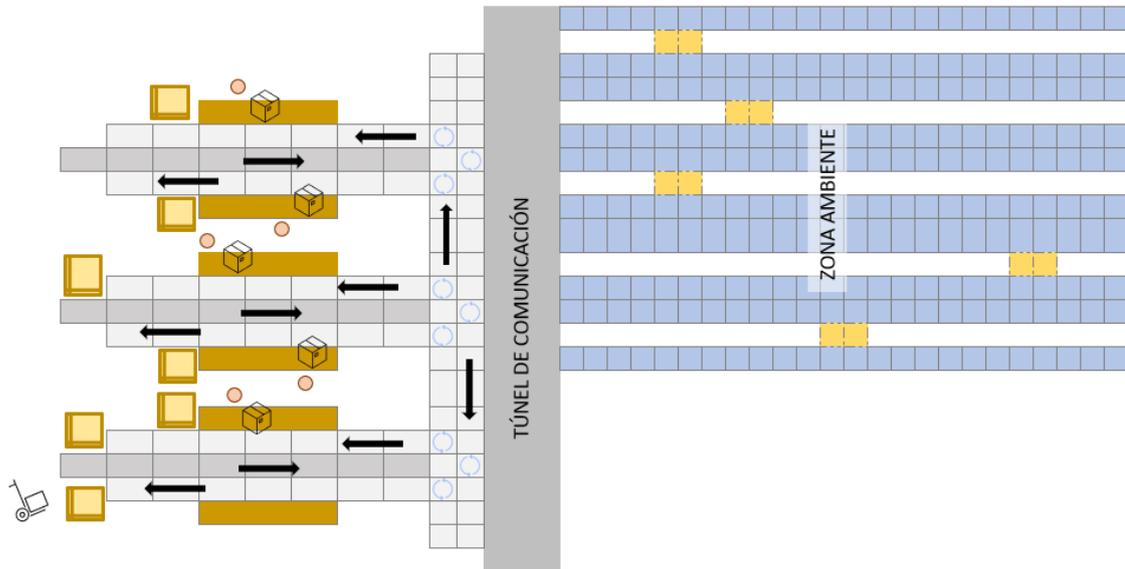


FIGURA 52. ILUSTRACIÓN DE LOS PUESTOS DE PICKING EN LA ZONA AMBIENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

7.3.4. TIEMPO DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS

En este apartado se pretende calcular la duración que tendría el proceso de preparación de una orden en el almacén automatizado. De esta manera, se comparará en el Capítulo 9: Elección de alternativa la duración del tiempo en el almacén automatizado con la duración obtenida para las otras dos configuraciones (modelo Consum y modelo Mercadona).

Además, también se calculan los costes operativos que tiene la configuración automatiza para tener otra fuente de datos que permita contrastar la información extraída con las otras dos operativas planteadas.

En primer lugar, para el cálculo de los tiempos de preparación se consideran los datos de productividad de los sistemas de manutención que se utilizan. Estos aspectos se consolidan mediante la siguiente tabla:

TABLA 32. RESUMEN PRODUCTIVIDAD SISTEMAS DE MANUTENCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Medio de manutención | Productividad | Unidades |
|----------------------|---------------|-------------|
| Miniload | 150 | líneas/hora |
| Cinta transportadora | 2.000 | cajas/hora |
| Jaula | 1,35 | m/s |
| Pick to light | 200 | Líneas/hora |

El sistema Miniload tiene una tasa de productividad de aproximadamente 150 líneas por hora en el proceso de picking de extracción de referencias y posicionamiento en los puestos de

preparación de pedidos (MWPVL Internacional INC, 2013). Por otro lado, las jaulas se considera una velocidad de 1,35 m/s puesto que es la velocidad aproximada de una persona al caminar.

Por último, una vez el Miniload ha depositado la mercancía delante de los operarios estos dispondrán de un sistema pick-to-light que les ayuda a seleccionar la referencia adecuada en cada pedido y cada momento. Mediante esta tecnología se puede conseguir una productividad de 200 líneas por hora (MWPVL Internacional INC, 2013).

Para la realización de estos cálculos, se ha considerado una división de pedidos diarios por categoría de producto (ambiente, refrigerado y congelado) porque se preparan por separado y por condiciones de los alimentos se prepararán a distintas horas.

Los productos tipo ambiente suponen el 45% de las ventas, los refrigerados el 42% y los congelados el 12%. El número de cajas diarias se estima en 6.565 aproximadamente y el número de pedidos es de 7.967. Sin embargo, el valor que más interesa es el del número de líneas de pedido por día puesto que el principal objetivo es calcular el coste imputable a cada una de ellas. Por tanto, se sabe que la media de líneas de pedido por día es de 59.298 y se reparte en: 26.492 para ambiente, 25.490 líneas para productos refrigerados y 7.317 para productos congelados.

A continuación, se calcula el tiempo destinado a las siguientes tareas por línea de pedido:

- Tiempo de recepción de mercancía
- Tiempo de colocación de mercancía
- Tiempo de preparación del pedido en los puestos de picking
- Tiempo destinado a depositar el pedido en la jaula
- Tiempo traslado de jaula a zona de carros móviles
- Tiempo de colocación del pedido en el carro correspondiente
- Tiempo de traslado a la zona de *staging*
- Tiempo de carga en camión

El tiempo de preparación del pedido se corresponde con el período que transcurre mientras que un operario conforma el pedido con las líneas de pedido correspondientes asistido por un sistema *pick-to-light*. Por otro lado, el tiempo de colocación del pedido en su carro móvil correspondiente incluye el escaneo de las etiquetas tanto del carro como de la caja del pedido así como el movimiento de colocación de la caja en su destino.

Para el cálculo de los tiempos requeridos en la entrada de mercancía se ha calculado el formato logístico de entrada al almacén así como el volumen del pedido a proveedor tal y como se ha explicado en el apartado Perfil de inventario. En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos por categoría de producto para las tareas de entrada y recepción de mercancía:

TABLA 33. CÁLCULO DE TIEMPOS DE TAREAS DE RECEPCIÓN Y COLOCACIÓN DE MERCANCÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Ambiente | Refrigerado | Congelado |
|---|------------|-------------|------------|
| Líneas de pedido por día | 26.492 | 25.490 | 7.317 |
| Nº referencias | 1.174 | 895 | 144 |
| Nº palets entrada | 471 | 454 | 130 |
| Horas de llegada de palets/día | 2,7 | 2,6 | 0,7 |
| Productividad transelevador recepción (LPH) | 40 | 40 | 40 |

| | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Tiempo total colocación | 29,35 | 22,38 | 3,60 |
| Tiempo colocación por Miniload (h) | 2,10 | 1,60 | 0,90 |

Se ha propuesto que la mercancía se reciba durante un período de 6 horas, que se ha repartido entre las tres categorías de productos. Además, la productividad del transelevador en tarea de reposición según MWPVL (2013) es de 40 líneas por hora. Finalmente, el tiempo de colocación por cada categoría y por cada transelevador se obtiene de dividir el tiempo total de colocación entre la cantidad de transelevadores necesarios que se ha calculado previamente.

Además, cabe mencionar que el número de palets de entrada diarios se corresponde con el caso menos favorable en el que en un mismo día de trabajo se deban reposicionar todas las referencias almacenadas.

A continuación, se muestran los cálculos para el resto de las tareas en términos de líneas de pedido por unidad de tiempo:

TABLA 34. CÁLCULO TIEMPO DE PREPARACIÓN DE PEDIDOS POR CATEGORÍA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Ambiente | Refrigerado | Congelado |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Líneas de pedido por día | 26.492 | 25.490 | 7.317 |
| Nº transelevadores | 14 | 14 | 4 |
| Productividad por transelevador picking (LPH) | 150 | 150 | 150 |
| Tiempo de picking (h) | 12,62 | 12,14 | 12,19 |
| Tiempo picking por LP (s) | 1,71 | 1,71 | 6,00 |
| Tiempo depositar en jaula (s/LP) | 1,17 | | |
| Tiempo traslado jaula/LP | 0,9 | | |
| Tiempo colocación en carro s/LP | 1,17 | 1,17 | 1,17 |
| Tiempo traslado a zona staging (por 6 pedidos) (s) | 29,63 | 7,41 | 7,41 |
| Tiempo traslado a zona staging/LP (s) | 0,58 | 0,14 | 0,14 |
| Carga en camión (por 6 pedidos) | 60 | 60 | 60 |
| Carga en camión/LP | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| Total tiempo (s/LP) | 6,7 | 4,2 | 8,5 |

El cálculo del tiempo de picking se ha realizado teniendo en cuenta la productividad del transelevador en líneas por hora y las líneas de pedido por categoría que se han de preparar. Por otro lado, se han considerado las tareas de traslado y colocación en los medios de manutención estimando la distancia que se debe recorrer y la velocidad de una persona al caminar (1,35 m/s). Finalmente, el tiempo por línea de pedido se ha obtenido en la última línea y se expresa en segundos por línea de pedido.

Para las tareas de descarga de palets y carga de Miniload se obtiene que cada línea de pedido requiere 0,64 segundos. Esto, sumado a las tareas de picking y carga en vehículo de expedición resulta en un total de **19,97 segundos por línea de pedido**.

7.3.5. DIMENSIONAMIENTO MEDIOS DE MANUTENCIÓN

El dimensionamiento de los medios de manutención consiste en definir la cantidad necesaria de cada uno de los sistemas seleccionados en el apartado anterior para poder hacer frente a la

operativa diaria. Esto se averigua conociendo el número de movimientos que se realizan en el almacén en el periodo de un día.

Se tienen datos para un año completo en el que hay 248 días laborales y en los que se reciben y preparan pedidos. Como ya se ha ido comentando, los pedidos se forman por unidades sueltas de productos o bien en cajas completas. A continuación se muestra una gráfica con la distribución de cajas pedidas diariamente agrupadas por rangos:

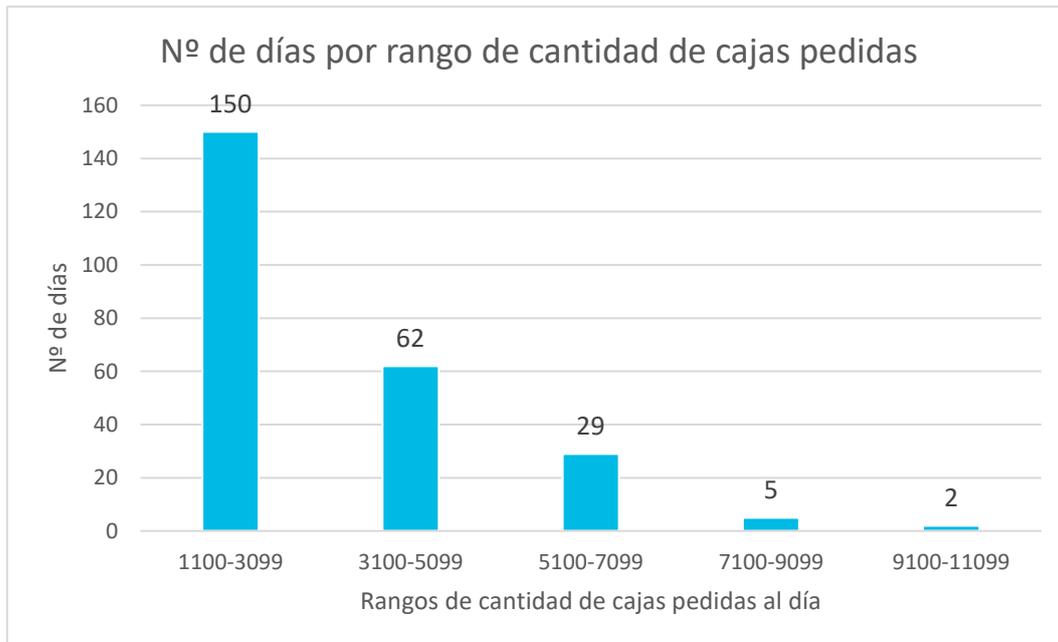


FIGURA 53. Nº DE DÍAS POR RANGO DE CANTIDAD DE CAJAS PEDIDAS DIARIAMENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Como se observa la mayoría de los días tienen un volumen de cajas pedidas de entre 1.100 y 5.100 cajas, concretamente el 85% de los días tienen un tamaño de pedidos que se encuentra entre el rango mencionado.

Por otro lado, la distribución de pedidos se ha obtenido a partir de los datos que informan sobre el número de líneas de pedido en cajas y unidades así como sobre el número de cajas y unidades totales pedidas al día. Además, se ha investigado sobre las composiciones habituales en pedidos on-line de alimentación y se ha podido extraer la siguiente información que ya ha sido comentada con anterioridad.

TABLA 35. DATOS SOBRE PEDIDOS DE GRAN CONSUMO ON-LINE. FUENTE: (NETQUEST - AECOC, 2020)

| | |
|-------------------------------------|----------|
| Coste por unidad comprada | 4,88 € |
| Unidades por compra | 20,6 |
| Coste por compra | 100,43 € |
| Frecuencia por compra al año | 4,6 |
| Gasto por usuario al año | 461,96 € |

Con el dato del número medio de unidades por compra (20,6) se puede calcular el número de pedidos aproximadamente que se tiene cada día. Cada barra representa el número de días en que se tienen pedidos incluidos en ese intervalo.

Las líneas de pedido definen las salidas del almacén. Sin embargo, se comienza dimensionando los medios de manutención necesarios a la entrada. Para simplificar los cálculos se asume lo siguiente:

- Los productos que se compran en cajas son entregados por los proveedores en las cajas en las que se almacena directamente en el Miniload
- Para los productos cuyo formato logístico de entrada es el palet no se añaden movimientos extra por desconsolidación de palet y almacenaje en cajas del transelevador
- Las entradas de mercancía se producen de forma uniforme durante un período de 6 horas en la noche (desde las 22h hasta las 4h de la mañana).
- El sistema se dimensiona para la situación en que en ese período de reciba mercancía de todas las referencias disponibles en el almacén
- Se tiene en cuenta la regla del 85% de utilización de los medios de manutención mencionada anteriormente

El dimensionamiento se hace en base a las entradas por lo que se ha calculado el tamaño del pedido al proveedor para también averiguar el formato logístico de entrada según la . En total se tiene que al día se recibirían las siguientes cantidades de cajas y palets:

TABLA 36. NÚMERO DE PALETS Y CAJAS RECIBIDOS DIARIAMENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Cajas | Palets |
|-------|--------|
| 4.863 | 881 |

Con esta información se pasa a calcular la cantidad de cada medio de manutención necesario a la entrada del almacén. En primer lugar se calcula la cantidad de transpaletas, para lo cual se tiene en cuenta la productividad comentada anteriormente (25 palets por hora) así como la tasa de palets por hora siguiendo una distribución constante de llegadas. El cálculo se lleva a cabo según la siguiente ecuación:

$$N^{\circ} \text{ transpaletas} = \frac{\textit{Tasa palets por hora}}{\textit{Productividad traspaleta}}$$

Para unificar las cajas con palets se asume que en un palet se pueden colocar hasta 28 cajas de las dimensiones escogidas que eran 600x400x240mm utilizando la disposición que se observa en la imagen:

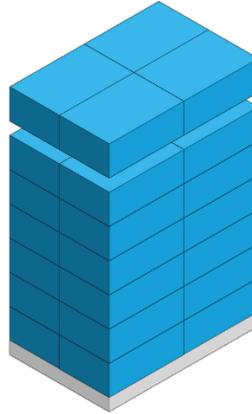


FIGURA 54. DISPOSICIÓN DE CAJAS EN EUROPALET. FUENTE: (ONPALLET, 2021)

Además de esto, se considera la regla del 85% de la utilización de los medios de manutención para evitar tener una operativa excesivamente saturada:

TABLA 37. CÁLCULO NÚMERO DE TRANSPALETAS NECESARIAS

| | | |
|------------------------------------|-------------|-------------------------|
| Productividad carretilla | 25 | palets/hora*transpaleta |
| Tasa palets | 175,8 | palets/hora |
| Carretillas necesarias | 7,03 | |
| Transpaleta eléctrica (85%) | 9 | |

Se han calculado los sistemas necesarios para la entrada de la mercancía por lo que se calculan los medios necesarios para la salida. Estos elementos son:

- Jaulas para la salida
- Bases con ruedas para carga en camión
- Cajas para preparación de pedidos

Estos cálculos se realizan en base a la simulación de pedidos realizada teniendo en cuenta el número de pedidos diarios y su composición aproximada (número de cajas y unidades pedidas). Puesto que se tienen datos para un año completo de ventas con 248 días laborables se realiza una media de la información dada y se obtienen los siguientes resultados calculados a través de una media aritmética:

TABLA 38. MEDIA DE PEDIDOS, CAJAS Y UNIDADES DIARIAS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Pedidos diarios | Número de cajas pedidas por día | Número de unidades pedidas por día |
|------------------------|--|---|
| 7.967 | 3.086 | 86.963 |

Otros datos relevantes para dimensionar los sistemas de salida son:

- Volumen medio por unidad (L): 1,15 m³
- Volumen disponible por caja (600x400x180mm) en L: 29

Con esta información se calcula el número de unidades por caja:

$$\text{Unidades por caja} = \frac{\text{Volumen disponible por caja}}{\text{Volumen medio por unidad}}$$

ECUACIÓN 9. NÚMERO DE UNIDADES POR CAJA.

Esta ecuación aporta un resultado de 25 unidades por caja, lo cual permite averiguar el número total de cajas en el día a partir del número de cajas pedidas por día y el número de unidades por día. En total, teniendo en cuenta la regla del 85% para la utilización, se obtiene un resultado de 7.724 cajas necesarias.

Por otro lado, para las jaulas se sigue el mismo procedimiento que para el cálculo de las jaulas necesarias en la entrada, pero teniendo en cuenta que las jaulas no se expiden junto con los pedidos, sino que se quedan en el almacén. Para este cálculo se considera un periodo de preparación de pedidos de 16 horas (dos turnos de 8 horas) y se calcula la tasa horaria de cajas que resulta ser 483. Con este dato y las cajas por jaula (36) se obtiene un resultado de 16 jaulas. Finalmente, las bases con ruedas pueden aguantar aproximadamente 300 kg por lo que suponiendo que cada compra pesa del orden de 30 kg podría aguantar hasta 10 cajas sobrepuestas. Sin embargo, los medios de transporte serán furgonetas y se busca comodidad a la hora de transportar y cargar las cajas en los vehículos.

Por tanto, de forma arbitraria se escoge un número de cajas en altura por cada base con ruedas que será de un total de 6. De nuevo se tiene en cuenta el número total de cajas que se necesitan y se estima que se necesitarán **1.516 bases con ruedas** en el almacén.

Por último, se diseña la cinta transportadora cuya función es trasladar las cajas desde el Miniload hasta los puestos de picking y, una vez extraídas las unidades necesarias de cada referencia, devolver esas cajas hacia el transelevador. El almacén de productos tipo ambiente se conecta con unas plataformas a la entrada de la estantería que deposita el contenedor de productos en la cinta. Además, para dirigir la mercancía hacia el puesto de picking adecuado se dispone de unos tramos de cinta transportadora que pueden girar 90º y le dan la dirección adecuada al movimiento de las cajas.

Una vez en los puestos de picking el empleado en cuestión debe coger la caja que se le presente y colocarla en su mesa destinada a preparar el pedido. Una vez haya terminado, se dispone de un carril central de cinta de rodillos cuya dirección es hacia el interior del transelevador, tal y como se puede observar en el siguiente apartado.

La cantidad de metros de línea transportadora de rodillos se calcula teniendo en cuenta el número de puestos de preparación de pedido que se ha estimado necesarios en el punto Tiempo de preparación de pedidos, así como la longitud que tiene las estanterías de la zona ambiente y la distancia a la que se encuentran los puestos de picking.

En primer lugar, el ancho que ocupa la estantería de almacenaje de productos tipo ambiente se calcula según lo siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Ancho estantería (m)} \\ &= \text{Pasillo transelevador (m)} * N^{\circ} \text{ de transelevadores} \\ &+ (\text{Ancho caja almacenaje} + \text{Buffer}) * N^{\circ} \text{ de estanterías} \end{aligned}$$

ECUACIÓN 10. CÁLCULO DEL ANCHO DE ESTANTERÍA

El pasillo del transelevador es de 800 mm y las cajas se almacenan por su lado corto en paralelo al pasillo y el largo en perpendicular (Cardós Carboneras, 2021). Por tanto, el ancho de la caja es de 600 mm al cual se le suma un extra de 100 mm para que el transelevador pueda

maniobrar en la extracción y colocación de cajas. Realizando los cálculos se obtiene que el ancho de la estantería es de 30,8 metros.

La cinta transportadora se extiende a lo largo de toda la estantería más el espacio que ocupan los puestos de picking. Para la preparación de pedidos tipo ambiente se utiliza 1 puesto de picking donde cada 2 puestos de picking se utilizan 3 carriles de cinta transportadora como se puede ver en Distribución en planta – Layout. La zona de congelados solo necesita 1 puesto de picking de forma que necesitará 2 carriles únicamente. Además, se debe añadir el doble de los metros de cinta para el ancho ocupado por las zonas de refrigerados y congelados que, siguiendo la Ecuación 10. Cálculo del ancho de estantería, resulta ser 30,8 metros y 8,8 metros, respectivamente.

El largo de la cinta en los puestos de picking se estima que será de aproximadamente 10 metros. En total, se necesitan 6 tramos de cinta. Esto, sumado al doble de los anchos de las estanterías y añadiendo unos 15 metros que ocupa la entrada de mercancía resulta en un total de 310 metros de cinta transportadora necesarios.

En resumen, los medios de manutención y la cantidad por cada uno de ellos son los que se muestran en la tabla:

TABLA 39. RESUMEN DE CANTIDADES POR MEDIO DE MANUTENCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Medios | Unidades |
|--------------------------|----------|
| Transpaleta eléctrica | 9 |
| Nº cajas necesarias | 7.724 |
| Jaulas salidas | 16 |
| Bases con ruedas | 1.516 |
| Cinta transportadora (m) | 310 |

7.3.6. DISTRIBUCIÓN EN PLANTA – LAYOUT



FIGURA 55. LAYOUT DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PROPUESTO EN EL TERCER ESCENARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En la figura anterior se muestra de una manera más detallada como es la configuración del almacén propuesto. Cabe destacar que, excepto las estanterías, el resto no representan una cantidad real de lo que debería haber en el centro. Por ejemplo, el número de muelles de carga y descarga no se ha calculado por lo que solo se muestran con fines ilustrativos.

En comparación con el layout preliminar se han añadido algunas áreas que previamente no se habían definido. Estas nuevas zonas son la zona de staging y la zona de consolidación. La zona de consolidación es la siguiente ubicación de las jaulas cargadas con los pedidos preparados con productos de tipo ambiente y que se van consolidando paulatinamente.

A continuación, cuando los pedidos se han conformado se trasladan las jaulas para depositar los pedidos en los carros móviles que se depositan en la zona de staging. Se pretende ordenar los pedidos según las ruta en la que serán transportados dependiendo de la zona geográfica a la que vayan (zona 1, 2, 3 y 4). Finalmente, los carros se cargan en los medios de transporte para ser entregados a cliente.

Además de estas dos áreas se define mejor la geometría de la zona de los productos congelados y refrigerados que es mucho más pequeña que la que ocupan los productos de tipo ambiente. Además, los productos congelados y refrigerados se preparan en puestos de picking distintos en los que se mantiene la temperatura para evitar romper la cadena de frío.

7.3.7. COSTE DE LA CONFIGURACIÓN

Este apartado incluye el cálculo de los costes que tiene la tercera configuración propuesta en la cual se han utilizado sistemas de almacenaje automatizado, sistemas de manutención tradicionales y también se necesita una determinada cantidad de personal que se calcula en esta misma sección.

En primer lugar, se va a desarrollar el cálculo de los costes de los sistemas de almacenaje. Como ya se ha explicado, se ha seleccionado un Miniload dividido en tres zonas que alberga los productos de la empresa de distribución alimentaria.

Para el cálculo se tiene en cuenta el coste unitario de cada elemento: coste de la infraestructura, coste por ubicación, coste por contenedor y coste del software WMS (warehouse management system). Además, los valores de costo por unidad se han extraído de los apuntes de M. Cardós Carboneras *Medios de Almacenamiento* (2021).

TABLA 40. CÁLCULO DE COSTOS DE SISTEMA DE ALMACENAJE: FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Costo por unidad | Cantidad | Costo |
|-----------------------------|------------------|--------------|--------------------|
| Coste | 150.000 € | 1 | 150.000 € |
| Coste por ubicación | 15 € | 62.848 | 942.720 € |
| Coste por contenedor | 10 € | 62.848 | 628.480 € |
| Software | 350.000 € | 1 | 350.000 € |
| | | Total | 2.071.200 € |

A continuación, se calculan los costes de los equipos de manutención que se han seleccionado teniendo en cuenta las unidades que se requieren de cada uno tal y como se ha

obtenido en el apartado 7.3.4. Los costes unitarios de cada medio se han obtenido por investigación de la alumna tomando referencia de páginas web y la bibliografía disponible.

TABLA 41. CÁLCULO DE LOS COSTES DE MEDIOS DE MANUTENCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Medios | Unidades | Precio por unidad | Coste |
|--------------------------|----------|-------------------|------------------|
| Transpaleta eléctrica | 9 | 3.500 € | 31.500 € |
| Nº cajas necesarias | 7.724 | 15 € | 115.860 € |
| Jaulas salidas | 16 | 50 € | 800 € |
| Bases con ruedas | 1.516 | 45 € | 68.220 € |
| Cinta transportadora (m) | 310 | 2.500€ | 775.000 € |
| TOTAL | | | 991.380 € |

También, se debe calcular los costes derivados de la mano de obra necesaria para llevar a cabo al operativa diaria. En el apartado 7.3.4 se han mostrado los tiempos expresados por línea de pedido. Sin embargo, para ver cuántos operarios se requieren se ha de calcular la cantidad de horas totales diarias que hacen falta para procesar todo el volumen de pedidos. Se muestra en la siguiente tabla los tiempos totales que han sido calculados multiplicando el tiempo por línea de pedido (LP) por el número total de líneas de pedido por categoría:

TABLA 42. CÁLCULO OPERARIOS NECESARIOS POR ZONA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Ambiente | Refrigerado | Congelado |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Líneas de pedido por día | 26.492 | 25.490 | 7.317 |
| Nº transelevadores | 14 | 14 | 4 |
| Productividad por transelevador picking (LPH) | 150 | 150 | 150 |
| Tiempo de picking (h) | 12,62 | 12,14 | 12,19 |
| Tiempo depositar en jaula (h) | 8,6 | | |
| Tiempo traslado jaula (h) | 6,4 | | |
| Tiempo colocación en carro (h) | 8,59 | 8,26 | 2,37 |
| Tiempo traslado a zona staging (h) | 4,24 | 1,02 | 0,29 |
| Carga en camión (h) | 8,59 | 8,26 | 2,37 |
| Total tiempo (h) | 48,98 | 29,68 | 17,23 |
| Tiempo disponible por operario (h) | 7,5 | 7,5 | 7,5 |
| Operarios necesarios | 7 | 4 | 3 |

Además de esto, en la entrada de mercancía se han de colocar otra serie de personas que descarguen y carguen la mercancía en el Miniload. Por tanto, se considera una tasa de descarga con transpaleta eléctrica de 25 palets por hora, por lo que si durante 6 horas llegan 1.055 palets se tiene una tasa de entrada de palets de 175,8 palets por hora atendiendo a una distribución de llegadas uniforme. Con esto se obtiene que se necesitan **7,03 transpaletas**. Esto, traducido en personal debe corresponderse con **8 personas** descargando material aunque se dispondrá de **9 equipos** para respetar la utilización máxima del 85%.

Por otro lado, al tratarse de un almacén automatizado se necesita en primer lugar un responsable por turno y al menos 3 personas de mantenimiento por turno. Esta parte de la mano de obra tiene un coste para la empresa anualmente de unos 40.000€. En total se necesitarán

TABLA 43. RESUMEN COSTES DE MANO DE OBRA TERCERA CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Cantidad | €/año | Coste total |
|---------------------------|----------|----------|------------------|
| Personal almacenero | 22 | 24.012 € | 528.264 € |
| Personal de mantenimiento | 6 | 40.000 € | 240.000 € |
| Responsable de turno | 2 | 40.000 € | 80.000 € |
| TOTAL | | | 848.264 € |

Además, se ha de calcular el coste de las instalaciones. Tal y como se observa en el capítulo de

En resumen, los medios de manutención y la cantidad por cada uno de ellos son los que se muestran en la tabla:

TABLA 39. RESUMEN DE CANTIDADES POR MEDIO DE MANUTENCIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Medios | Unidades |
|--------------------------|----------|
| Transpaleta eléctrica | 9 |
| Nº cajas necesarias | 7.724 |
| Jaulas salidas | 16 |
| Bases con ruedas | 1.516 |
| Cinta transportadora (m) | 310 |

Distribución en planta – Layout, las dimensiones del almacén propuesto son de 95,4 m X 153 m, lo que resulta en 14.459m² aproximadamente. Además, las estanterías tienen como máximo 8m por lo que podemos considerar un rango de altura del almacén de entre 10 y 12 metros.

Con unas instalaciones de este rango de altura se estima que el coste por metro cuadrado es de 430 (Cardós Carboneras, 2021). Sabiendo esto y la superficie ocupada por el centro se calcula la inversión total:

TABLA 44. INVERSIÓN TOTAL DE LAS INSTALACIONES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Dimensión (m2) | €/m2 | Inversión |
|----------------------|----------------|-------|--------------------|
| Almacén (altura<12m) | 14.459 | 430 € | 6.217.155 € |

Por último, se muestra el coste de mano de obra imputable a cada línea de pedido suponiendo un salario de 18.000€ brutos anuales para un almacenero tal y como se ha mencionado anteriormente en los otros escenarios explicados.

TABLA 45. CÁLCULO DEL COSTE POR LÍNEA DE PEDIDO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Tiempo | Coste |
|-----------------------------------|--------------|---------------|
| Segundos descarga por LP | 0,36 | 0,00 € |
| Segundos carga Miniload por LP | 0,28 | 0,00 € |
| Segundos picking por LP | 9,43 | 0,05 € |
| Segundos carga en vehículo por LP | 9,90 | 0,05 € |
| Total | 19,97 | 0,10 € |

Finalmente, los costes totales se resumen en la siguiente tabla:

TABLA 46. RESUMEN DE COSTES PARA EL TERCER ESCENARIO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Concepto | Coste total |
|------------------------|-------------|
| Instalaciones | 6.217.155€ |
| Equipos almacenamiento | 2.071.200 € |
| Equipos manutención | 991.380 € |
| Mano de obra (€/año) | 716.000 € |

CAPÍTULO 8: ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Este capítulo incluye el análisis económico de la propuesta realizada que se corresponde con la tercera configuración. Para llevar a cabo el análisis económico se realiza un presupuesto estimado de la inversión, se calculan los indicadores VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y *payback*.

Con estos cálculos se pretende dar más información sobre la viabilidad del proyecto, su interés y la rentabilidad que podría proporcionar. Además, esto permite comparar la última alternativa mostrada con respecto a las dos primeras.

8.1. PRESUPUESTO

El presupuesto se divide en conceptos que se corresponden con los medios de almacenamiento y manutención, costes de personal, costes derivados de la instalación del software y del diseño de la interfaz y el alquiler de la maquinaria necesaria para el acondicionamiento del almacén. En este presupuesto no se incluyen los costes de la mano de obra destinada a trabajar en el almacén una vez esté en funcionamiento, sino aquellas personas encargadas de poner en marcha el centro.

La mayoría de los valores se han extraído de lo calculado en el apartado anterior. Sin embargo, otros como el coste de la instalación del SGA o el diseño de la interfaz han sido estimados de forma aproximada.

TABLA 47. PRESUPUESTO TERCERA CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Descripción | Precio por unidad | Unidades | Coste |
|--|-------------------|----------|--------------------|
| Miniload | | | 2.071.200 € |
| Estanterías | 150.000 € | 1 | 150.000 € |
| Contenedores | 10 € | 62.848 | 628.480 € |
| Instalación estanterías | 15 € | 62.848 | 942.720 € |
| Software | 350.000 € | 1 | 350.000 € |
| Puestos de picking | | | 18.000 € |
| Puestos de preparación de pedidos | 1.000 € | 3 | 3.000 € |
| Instalación | 5.000 € | 3 | 15.000 € |
| Conveyor | 250 € | 340 | 85.000 € |
| Personal | | | 6.220 € |
| Acondicionamiento almacén | 5 días | - | |
| 10 operarios (8h/día) | 15,55 € | - | 6.220,00 € |
| Sistema de gestión de almacenes (SGA) | | | 8.400 € |
| Instalación en dispositivos | 2 días | - | 400 € |
| Personal informático (8h/día) | 25 € | 1 | 400 € |
| Diseño interfaz | | | 3.500 € |
| Curso formativo a empleados | 20 € | - | 7.200 € |
| Empleados | 24 | - | |
| Duración | 15 horas | - | |
| Alquiler maquinaria | | | 15.000 € |
| Total presupuesto | | | 2.203.820 € |

8.2. VIABILIDAD DEL PROYECTO

En este apartado se van a utilizar tres indicadores como son el retorno de la inversión (payback o ROI), el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Todos ellos en conjunto aportan una visión sobre el interés de llevar a cabo o no el proyecto dependiendo del resultado que se obtenga.

El *payback* calcula el tiempo que se tarda en recuperar la inversión realizada, mientras que el VAN y TIR es necesario analizarlos en conjunto para entender el significado del resultado. La interpretación del VAN y TIR depende del tipo de proyecto que se tenga; en este caso se asume que no se tiene limitación de capital y por tanto, se buscará un resultado del VAN > 0 (Lledó, 2021)

8.2.1. PAYBACK

El plazo de recuperación de la inversión se va a calcular comparando la segunda configuración con la tercera de manera que se considera la inversión, los costes y la amortización asociadas a cada una de las alternativas. De esta manera se compara la diferencia marginal entre la inversión realizada en la tercera configuración y la diferencia marginal entre los pagos de ambas configuraciones. Además, para poder realizar la comparación entre los costes se debe multiplicar la inversión, costes y amortizaciones del segundo escenario por 3,7 que es el equivalente a un centro de distribución automatizado de las características que se han planteado.

Por tanto, para realizar este cálculo primero se necesita averiguar la inversión total que realizar en cada una de las alternativas:

TABLA 48. INVERSIÓN REALIZADA EN CADA ESCENARIO POR CONCEPTO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Inversión (Escenario 2) | Inversión (Escenario 3) |
|------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Instalaciones | 6.110.000 € | 6.217.155 € |
| Equipos de manutención | 231.520 € | 991.380 € |
| Estanterías | 144.000 € | 2.071.200 € |
| | 6.485.520 € | 9.279.735 € |

Se multiplican los costes del escenario 2 por el factor que se ha comentado y resulta lo siguiente:

TABLA 49. INVERSIÓN POR ESCENARIO AJUSTADA Y POR CONCEPTO. FUENTE: ELABORACION PROPIA

| | Inversión (Configuración 2) | Inversión (Configuración 3) |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Instalaciones | 22.607.000 € | 6.217.155 € |
| Equipos de manutención | 856.624 € | 991.380 € |
| Estanterías | 532.800 € | 2.071.200 € |
| | 23.996.424 € | 9.279.735 € |

A continuación, se calculan los costes derivados de cada propuesta. Los costes han de calcularse transformando los costes de capital invertido en costes anuales para poder compararlos con aquellos que son gastos anuales (mano de obra). Por tanto, se debe tener en cuenta el coste del capital invertido y la vida anual de cada elemento.

Esto se hace considerando un descuento de flujo de caja (DFC) que varía en función de la vida útil del elemento. Para el cálculo del DFC se toma como referencia una tasa de interés del 19% que resulta en lo siguiente:

TABLA 50. DFC POR VIDA ÚTIL DEL ELEMENTO. FUENTE: CARDÓS CARBONERAS, 2021

| Vida útil | DFC |
|-----------|-------|
| 10 años | 4.339 |
| 20 años | 5.101 |

Además, se han tenido en cuenta los gastos anuales de mantenimiento y de mano de obra. Los costes de mantenimiento se corresponden con el 10% de la inversión en equipamiento móvil y el 1% de la inversión de las instalaciones. El coste de la mano de obra se ha calculado previamente y se muestra sumado en la siguiente tabla.

TABLA 51. COSTES DE CADA CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Costes (Configuración 2) | Costes (Configuración 3) |
|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Instalaciones | 4.431.876 € | 711.910 € |
| Equipos de manutención | 280.126 € | 167.350 € |
| Estanterías | 122.793 € | 477.345 € |
| Mantenimiento | 2.476.232 € | 456.620 € |
| Mano de obra | 3.138.577 € | 1.768.568 € |
| TOTAL | 10.449.604 € | 3.581.793 € |

De los costes mostrados en la Tabla 51 solo los costes de mantenimiento y mano de obra suponen un desembolso de capital por lo que se corresponden con los pagos. Sin embargo, el resto son costes de amortización que no suponen una salida de capital.

Por tanto, se calcula el payback según la siguiente ecuación:

$$\text{Payback} = \frac{\text{Inversión marginal}}{\text{Pagos marginales}}$$

ECUACIÓN 11. CÁLCULO DEL PAYBACK

TABLA 52. CÁLCULO DEL PAYBACK. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | CONFIGURACIÓN 2 | CONFIGURACIÓN 3 | Marginal (3-2) |
|--------------|-----------------|------------------------|------------------|
| Inversión | 23.996.424 € | 9.279.735 € | -14.716.689,00 € |
| Costes | 10.449.604 € | 3.452.579 € | |
| Amortización | 4.834.795 € | 1.924.637 € | |
| Pagos | 5.614.809 € | 1.527.942 € | -4.086.867,15 |
| | | Payback (años) | 3,60 |
| | | Payback (meses) | 43,21 |

La disminución en pagos en la tercera configuración cercana a los 4 millones de € permite que la inversión se recupere en un período de aproximadamente 3 años y medio.

8.2.2. VAN Y TIR

El Valor Actual Neto (VAN) se trata de un cálculo que permite analizar el interés de incurrir en una inversión. Se trata de actualizar los cobros y pagos de una inversión que aporta información sobre cuánto se va a ganar o perder (Velayos Morales, 2021). Por otra parte, la TIR se trata de una medida relativa de la rentabilidad de la inversión expresada en tanto por ciento (Sevilla Arias, 2021)

El cálculo del VAN y TIR requieren hacer una serie de suposiciones. En primer lugar, se asume que se quiere amortizar la inversión realizada en un período de 5 años. La amortización se realiza linealmente durante este período y se asume que el valor residual de lo instalado es de un 20% con respecto a la inversión inicial. La tasa de descuento es del 20% para los cinco años en que se analizan los flujos de caja.

$$\text{Amortización} = \frac{\text{Inversión inicial} - \text{Valor residual}}{\text{Años de amortización}}$$

ECUACIÓN 12. CÁLCULO DE LA AMORTIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN

Además, se supone que se pide un préstamo que se devolverá en tasas constantes durante 5 años (10% cada año del importe inicial). Los costes de mantenimiento se van a dividir entre los costes de mantenimiento de la instalación y los equipos y los costes fijos correspondientes a seguros, alquiler, consumo de luz y agua, etc.

$$VAN = -I + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+i)^t}$$

ECUACIÓN 13. VALOR ACTUAL NETO (VAN)

La TIR (k) es la tasa que anula el VAN, de manera que anulando la Ecuación 13 quedaría lo siguiente:

$$VAN = 0 \rightarrow I = \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t}$$

ECUACIÓN 14. TASA INTERNA DE RETORNO (TIR)

Además, el coste de las ventas se estima en un 72% y los costes operativos en un 13% según Kämäräinen (2001). Teniendo en cuenta todo lo mencionado se pasa a calcular los flujos de caja anuales que permiten el cálculo del VAN y TIR:

TABLA 53. CÁLCULO DE LOS FLUJOS DE CAJA ANUALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Inversión inicial | 9.279.735 € | 0 € | 0 € | 0 € | 0 € | 0 € |
| Entradas | 0 € | 112.757.511 € | 113.885.086 € | 115.023.937 € | 116.174.177 € | 117.335.918 € |
| Ingresos por ventas | 0 € | 112.757.511 € | 113.885.086 € | 115.023.937 € | 116.174.177 € | 117.335.918 € |
| Salidas | 0 € | 106.550.008 € | 107.608.364 € | 108.709.242 € | 109.852.745 € | 111.038.978 € |
| Coste de las ventas | 0 € | 81.185.408 € | 81.997.262 € | 82.817.235 € | 83.645.407 € | 84.481.861 € |
| Mantenimiento | | 161.310 € | 193.571 € | 258.095 € | 354.881 € | 483.929 € |
| Salarios | | 716.000 € | 716.000 € | 716.000 € | 716.000 € | 716.000 € |
| Amortización | | 1.484.758 € | 1.484.758 € | 1.484.758 € | 1.484.758 € | 1.484.758 € |
| Otros costes fijos | | 650.633 € | 650.633 € | 650.633 € | 650.633 € | 650.633 € |
| Dividendos (6%) | | 6.765.451 € | 6.833.105 € | 6.901.436 € | 6.970.451 € | 7.040.155 € |
| Costes operativos | | 14.658.476 € | 14.805.061 € | 14.953.112 € | 15.102.643 € | 15.253.669 € |
| Intereses (10%) | | 927.974 € | 927.974 € | 927.974 € | 927.974 € | 927.974 € |
| Flujo de caja | -9.279.735 € | 6.207.503 € | 6.276.723 € | 6.314.695 € | 6.321.431 € | 6.296.940 € |
| Flujo de caja acumulado | -9.279.735 € | -3.072.232 € | 3.204.491 € | 9.519.186 € | 15.840.617 € | 22.137.558 € |



El VAN calculado utilizando una tasa de descuento (k) del 20% es de 7.904.571€. Puesto que el VAN es positivo se debe buscar una TIR que sea superior a la k (tasa de descuento elegida en el cálculo del VAN) y que, en este caso, lo es (61%). Por tanto, se puede concluir que la inversión propuesta es interesante desde el punto de vista financiero.

TABLA 54. RESUMEN VAN Y TIR. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| VAN | TIR |
|----------------|------------|
| 7.904.571,51 € | 61% |

CAPÍTULO 9: ELECCIÓN DE ALTERNATIVA

Una vez se han desarrollado las tres configuraciones, se han realizado los cálculos sobre aspectos técnicos y económico-financieros se procede a realizar la elección de la alternativa que se considera más adecuada en vista de los resultados obtenidos.

Según lo explicado en el Capítulo 5, el sector de la distribución alimentaria tiene un gran margen de mejora especialmente en lo que respecta a la venta online. La falta de automatización y las complejas características de sus productos hacen que se lleve a cabo la operativa de una manera ineficiente, incurriendo en grandes costes que encarecen el servicio.

Las tres configuraciones descritas son muy distintas entre sí. Dos de ellas se corresponden con unos centros de distribución destinados a la preparación de pedidos, mientras que la primera simula la conformación de pedidos desde las tiendas físicas. En cuanto a los datos técnicos se han obtenido los siguientes resultados:

TABLA 55. RESUMEN DE TIEMPO DE PREPARACIÓN POR LÍNEA DE PEDIDO POR CONFIGURACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| | Escenario 1 - preparación en tienda | Escenario 2 - Dark store medios manuales | Escenario 3 - centro de distribución automatizado |
|--------------------------|--|---|--|
| Tiempo por LP (s) | 52,70 | 32,54 | 19,97 |
| Coste por LP | 0,23 € | 0,16 € | 0,10 € |

Tal y como se observa, la tercera configuración tiene un tiempo de picking que es un 63% inferior a la primera configuración y un 40% inferior que la segunda configuración. Este resultado muestra que se trata de una solución mucho más eficiente puesto que con menos recursos de mano de obra permite acelerar el proceso en gran medida gracias a la automatización de los sistemas.

Además, para realizar la comparación en términos monetarios se calcula el coste imputable a cada línea de pedido utilizando los costes calculados en el Capítulo 7 y que permite contrastar los resultados de una forma equitativa. Tal y como se observa en la tabla los costes por línea de pedido que permite conseguir el escenario 3 son inferiores a los que se consigue en el centro de distribución del segundo escenario y aproximadamente un 50% inferior a los costes del primer escenario.

En cuanto a los costes, en el Capítulo 8: Análisis económico y financiero ya se ha mostrado a través de indicadores como el *payback*, el VAN y TIR que la alternativa automatizada es rentable y que se puede recuperar la inversión en un corto período de tiempo. Además, los pagos se reducen considerablemente si se compara con la segunda configuración.

En general, habiendo analizado los aspectos técnicos y económico-financieros se puede asegurar que la tercera alternativa mostrada es la que ofrece los mejores resultados en comparación con las otras dos descritas.



Se trata de una solución eficiente, robusta y escalable a largo plazo. Este último aspecto es muy relevante dadas las características del sector, el cual tiene un gran potencial y está experimentando año a año un gran crecimiento.

CAPÍTULO 10: CONCLUSIONES

El presente trabajo consistía en analizar las distintas alternativas existentes dedicadas a la preparación de pedidos en el sector de la distribución alimentaria, desde la operativa más manual hasta la más automatizada.

Se ha caracterizado la situación en cuanto al comercio electrónico en España y se ha puesto de relieve los aspectos más relevantes donde hay un mayor margen de mejora. Aún se tiene mucho margen de mejora en la venta de productos y servicios on-line sobre todo en cuanto al sector de la alimentación. Para crecer se necesitará apostar por transformaciones innovadoras tanto de la cadena de suministro en general como de los procesos que la integran, pasando por soluciones escalables y ampliables en el tiempo.

Con la crisis provocada por el COVID-19 se ha visto claramente que la red no estaba preparada para asumir tal incremento del volumen de pedidos. Es por esto por lo que se proponía el cambio hacia sistemas más automatizados con la tercera configuración. La finalidad es que esta propuesta permitiese reducir los tiempos de preparación a la vez que reducen los costes del proceso.

Por esto, se identifica el proceso de la preparación de pedidos en el sector alimentario como uno de los más ineficientes, y se focaliza el trabajo en este punto de la cadena de suministro. Además, la definición teórica de los requerimientos del diseño de almacenes ha permitido tener una guía clara que seguir para poder cubrir los aspectos más relevantes en esta tarea.

Además, mediante la simulación de datos de una empresa del sector se ha podido estimar el coste de preparar un pedido en las distintas configuraciones así como el tiempo dedicado en cada una de ellas. Posteriormente, se han podido comparar entre ellos.

Seguidamente, se han determinado las capacidades necesarias del almacén para las distintas categorías de productos mediante los datos simulados con la finalidad de llegar a la estimación de la inversión necesaria del proyecto.

Finalmente, los costes calculados de cada configuración han permitido realizar un análisis económico-financiero que han aportado más datos relevantes para realizar la comparativa entre todas ellas. Debido al incremento en la productividad gracias a los sistemas automatizados se consigue una reducción de la mano de obra necesaria para preparar estos pedidos. También, por la misma razón, el *lead time* se reduce considerablemente, haciendo posible así que el volumen diario de productos se preparase en un tiempo mucho menor.

Con todo esto se han obtenido indicadores para determinar la viabilidad económica del proyecto como son el cálculo del VAN y TIR, de los cuales se obtenían resultados positivos, que significaban que la propuesta podría ser realizable y amortizable en un período relativamente corto de tiempo.

Es por esto por lo que, en vistas de los resultados obtenidos, se considera la automatización del proceso como la mejor alternativa existente. Como es lógico, el presente estudio debería adaptarse a las condiciones, características e intereses de cada compañía, en relación con el dimensionamiento o la inversión que resultaría deseable.



Si se desea aumentar el volumen de negocio de este sector a través del canal digital, es imperativa la presencia de la inversión en innovación tecnológica de cara al futuro, en un entorno tan dinámico y cambiante como en el que se encuentra esta área de negocio.

En general, se considera que los objetivos que se plantearon al inicio del trabajo se han desarrollado por completo, haciendo posible llegar al objetivo final, que se trataba de identificar las principales ineficiencias del proceso estudiado, compararlo con las opciones descritas y mostrar los beneficios económicos que permite obtener la automatización.

En relación con las posibles líneas futuras de investigación, se considera relevante el estudio de la posible eliminación de los costes de envío que la mayoría de las empresas distribuidoras imputan al cliente. Esto se debe a que actualmente, si este cargo no se le asignase al cliente, los pedidos on-line no serían rentables para la empresa, como consecuencia de los elevados costes de la operativa. Se trata de uno de los aspectos que más clientes consideran como un inconveniente y que hace que el consumo se vea afectado.

Por tanto, es interesante averiguar si, con la reducción de costes en mano de obra anuales, y el incremento de la productividad del sistema, sería posible ofrecer envíos gratuitos independientemente del gasto en la cesta y obteniendo igualmente rentabilidad sobre los mismos.

ANEXO I – CÁLCULO CARGAS SALARIALES DE UN EMPLEADO

Los datos que se muestran a continuación han sido extraídos de la memoria anual de Mercadona 2019 (2020):

TABLA 56. CÁLCULO DE CARGAS SOCIALES PARA LA EMPRESA POR OPERARIO. FUENTE: (MERCADONA, 2020)

| DATOS | Trabajador indefinido |
|--|-----------------------|
| Salario bruto mensual 12 pagas (€/mes) | 1.338 € |
| Salario bruto anual (€/año) | 16.056 € |
| Cargas sociales | |
| Contingencias comunes | 23,6% |
| Desempleo tipo general | 5,5% |
| Fondo de garantía salarial (FOGASA) | 0,2% |
| Formación profesional | 0,6% |
| Accidentes laborales | 3,5% |
| TOTAL | 33,4% |
| Carga social anual €/año | 5.362 € |

Se supone un trabajador indefinido que se encuentra en el primer rango de salario por antigüedad. Las cargas sociales son las que se aplican por legislación para un trabajador con un tipo de contrato general, sin tener en cuenta horas extra u otras horas extraordinarias.

Además de esto, se sabe que un trabajador como mínimo dispone de 2,5 días de vacaciones por cada mes trabajado. Esto implica que durante un año los empleados tienen 30 días de vacaciones. En la siguiente tabla se calculan las horas productivas que realiza un trabajador durante un año.

TABLA 57. CÁLCULO HORAS PRODUCTIVAS ANUALES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| Horas trabajadas anualmente | |
|---|--------------|
| Días por semana laborales | 5 |
| Semanas en el año | 52 |
| Total días | 260 |
| Días de vacaciones | 30 |
| Días trabajados | 230 |
| Jornada (horas) | 8 |
| Descanso (horas) | 1 |
| Horas productivas | 7 |
| Absentismo | 5% |
| Horas productivas al año (horas/año) | 1.610 |
| Horas productivas con absentismo (horas/año) | 1.529 |

Además de las cargas sociales se han contabilizado costes en formación y dietas de las cuales disponen los trabajadores:

TABLA 58. OTROS COSTES ASUMIDOS POR LA EMPRESA. FUENTE: (MERCADONA, 2020)

| Otros costes que asume la empresa | |
|-----------------------------------|----|
| Formación €/mes | 82 |
| Dietas €/día | 6 |

Sabiendo esto ya se puede calcular el coste total anual para la empresa, así como el coste por hora de un trabajador. Los resultados se muestran en la siguiente tabla.

TABLA 59. CÁLCULO DEL COSTE TOTAL Y POR HORA POR OPERARIO PARA LA EMPRESA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

| COSTE TOTAL OPERARIO | |
|------------------------------------|-----------------|
| Salario bruto anual | 16.056 € |
| Cargas sociales anuales | 5.363 € |
| Formación | 984 € |
| Dietas | 1.380 € |
| TOTAL | 23.783 € |
| Horas productivas | 1.529 |
| Coste por hora por operario | 15,55 € |

BIBLIOGRAFÍA

Abbas, R., 2018. *Basic Warehouse terms and workflows*. [En línea]
Available at: <https://6river.com/blog-basic-warehouse-terms-and-workflows-explained/>
[Último acceso: 16 julio 2021].

ABC, 2017. *El 10% de clientes de supermercado ya compra habitualmente alimentos por Internet*. [En línea]
Available at: https://www.abc.es/familia/consumo/abci-10--por-ciento-clientes-supermercado-compra-habitualmente-alimentos-internet-201703011757_noticia.html

Arline, K., 2018. *What is C2B?*. [En línea]
Available at: <https://www.businessnewsdaily.com/5001-what-is-c2b.html>

AR-Racking, 2021. *Sistema Automático para palets*. [En línea]
Available at: <https://www.ar-racking.com/es/sistemas-almacenaje/almacenes-automatizados/palets/sistema-automatico-para-palets>

Athos E-Health Solutions, 2021. *Athos Storage Carruseles Verticales*. [En línea]
Available at: <https://gapd.es/docs/APD%20carruseles%20verticales.pdf>

Bauhaus, 2021. *Base con ruedas para cajas Eurobox*. [En línea]
Available at: <https://www.bauhaus.es/utiles-de-transporte/base-con-ruedas-para-cajas-eurobox/p/20031035>

Brynjolfsson, E. & Smith, M. D., 2000. Frictionless Commerce? A comparison of Internet and Conventional Retailers. *Management Science*, 5 abril, pp. 563-585.

Capgemini Research Institute, 2019. *The last mile delivery challenge*, s.l.: s.n.

Cardós Carboneras, M., 2021. Medios de almacenamiento. En: Valencia: Universidad Politécnica de Valencia.

Cardós Carboneras, M., García Sabater, J. P. & Lario Esteban, F. C., 2003. *Manutención y almacenaje: diseño, gestión y control*. Valencia: Universitat Politècnica de València.

Cardós Carboneras, M. J., 2021. *Conceptos básicos de gestión de existencias*. s.l.: Universidad Politécnica de Valencia.

CESCE, 2015. *Informe sectorial de la economía española. Distribución alimentaria*, s.l.: s.n.

CESCE, 2019. *Informe sectorial de la economía española. Distribución alimentaria*, s.l.: s.n.

CNMC, 2020. *Informe sobre el Comercio Electrónico en España a través de entidades de medios de pago*, Madrid: s.n.

CNMC, 2021. Informe sobre el comercio electrónico en España. *CNMC*, 8 enero.

Consum Cooperativa, 2021. *Memorias Anuales*. [En línea]
Available at: <https://decirhaciendo.consum.es/wp-content/uploads/memorias/2020/index.html>

Consum, 2021. *Consum Tienda Online*. [En línea]
Available at: <https://www.consum.es/consum-desembarca-tienda-online-comarca-del-valles-oriental-barcelona>

Das, K. y otros, 2018. *The digital archipelago: How online commerce is driving Indonesia's economic development.*, s.l.: McKinsey & Company.

de Koster, R., Le-Duc, T. & Jan Roodbergen, K., 2006. Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, pp. 481-501.

Delgado, C., 2019. *En las tripas de la 'colmena', el arma secreta de Mercadona para la batalla 'online'*. [En línea]
Available at: https://elpais.com/economia/2019/03/12/actualidad/1552345669_458914.html

Dingyu, 2021. *Portable Finger Barcode Reader*. [En línea]
Available at: <https://www.dyscan.com/sale-10430324-portable-finger-barcode-reader-android-ios-bluetooth-ring-barcode-scanner-di9010-1d.html>

Directivos y Gerentes, 2019. *Así funciona la colmena de Mercadona, su innovador macroalmacén especializado en ecommerce*. [En línea]
Available at: <https://directivosygerentes.es/ecommerce/noticias-ecommerce/colmena-mercadona-ecommerce>

El Mercantil, 2020. *Polypal equipa la colmena para la venta online de Mercadona en Madrid*. [En línea]
Available at: <https://elmercantil.com/2020/06/17/polypal-equipa-la-colmena-para-la-venta-online-de-mercadona-en-madrid/>

Emmett, S., 2005. *Excellente in Warehouse Management: How to Minimise Costs and Maximise Value*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd.

Errasti, A., 2011. *Logística de almacenaje. Diseño y gestión de almacenes y plataformas logísticas world class warehousing*. Madrid: Pirámide.

Ferreira das Neves Salgado, T. M., 2015. *In-store order picking routin: a biased random-key genetic algorithm approach*, Porto: Faculdade de Economia da Universidade do Porto.

Flamarique, S., 2019. *Manual de gestión de almacenes*. s.l.:Marge Books.

Food Retail, 2019. *La compra online de alimentación no para de crecer*. [En línea]
Available at: https://www.foodretail.es/shoppers/compra-online-alimentacion-habitos-estudio-seur_0_1308769118.html
[Último acceso: 18 junio 2021].

Galeano, S., 2021. *Mercadona alcanza los 176M€ de facturación online y hace rentable su eCommerce*. [En línea]
Available at: <https://marketing4ecommerce.net/mercadona-alcanza-los-176me-de-facturacion-online-y-hace-rentable-su-ecommerce/>
[Último acceso: 16 julio 2021].

Garcia-Sabater, J. P., 2020. *Los almacenes como nodos de la red logística Nota Técnica*. [En línea]

Available at: <http://hdl.handle.net/10251/141415>

Gobierno de España, 2021. *Sede Electrónica del Catastro*. [En línea]
Available at:

<https://www1.sedecatastro.gob.es/cycbieninmueble/OVCConCiud.aspx?UrbRus=U&RefC=1715102DF2811F0001JY&esBice=&RCBice1=&RCBice2=&DenoBice=&from=OVCCBusqueda&pest=rc&RCCompleta=1715102DF2811F0001JY&final=&del=8&mun=219>

Gómez Gómez, A., Puente García, J., Mitre Aranda, M. & García Fernández, N., 2004. Importancia del comercio electrónico y su incidencia en la logística de aprovisionamientos.. *Ingeniería Industrial*, p. 25.

Habazin, J., Glasnovic, A. & Bajor, I., 2016. Order Picking Process in Warehouse: Case Study of Dairy Industry in Croatia. *Promet - Traffic & Transportation*, pp. 57-65.

Hübner, A., Kuhn, H. & Wollenburg, J., 2016. Last mile fulfillment and distribution in omnichannel grocery retailing. *International Journal of Retail and Distribution Management*, pp. Vol. 44 pp 228-247.

Identiplus, 2021. *Terminales y PDAs*. [En línea]

Available at: https://identiplus.es/tc20-tc25/60545-kt-tc25bj-10b101eu-zebra-tc25-2d-se2100-usb-bt-ble-wi-fi-4g-ptt-kit-usb-gms-android.html?gclid=CjwKCAjwIYCHBhAQEiwA4K21m9Yu2Uk-oPzTmwpVHBPVmaOORgjNj-mbdnYGqvWJ9lDscdKD227cfhoC0UUQAvD_BwE

Institut Cerdà, 2020. *Observatorio de Innovación en Gran Consumo en España*, Barcelona: s.n.

IRI, 2019. *Infoscan TAM mayo 2019*, s.l.: s.n.

Kämäräinen, V., Samåros, J., Holmström, J. & Jaakola, T., 2001. Cost-effectiveness in the grocery business. *International Journal of Retail & Distribution Management*, pp. 41-48.

Kunst, A., 2019. *Reasons for returning online orders according to U.S. on-line shoppers 2017*. [En línea]

Available at: <https://www.statista.com/statistics/706582/reasons-for-returning-online-orders-in-the-us/>

Libai, B. y otros, 2010. Customer-to-Customer Interactions: Broadening the Scope of Word of Mouth Research. *Journal of Service Research*, agosto, pp. 267-282.

Lledó, P., 2021. *Comparación entre distintos criterios de decisión (VAN, TIR y PRI)*. [En línea]
Available at: <https://pablolledo.com/content/articulos/03-03-07-Criterios-decision-Lledo.PDF>

Logística y Abastecimiento, 2021. *Diseño y Layout de Almacenes y Centros de Distribución*. [En línea]

Available at: <https://logisticayabastecimiento.jimdofree.com/almacenamiento/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>

McKinsey & Company, 2018. *Travel and Logistics: data drives the race for customers*, s.l.: s.n.

Mecalux ESMENA, 2020. *Las Dark Stores aceleran la logística del supermercado online*. [En línea]

Available at: <https://www.mecalux.es/blog/dark-store>

Mecalux ESMENA, 2021. *Almacenes automáticos*. [En línea]
Available at: https://mecaluxes.cdnwm.com/catalogos-de-las-soluciones-de-almacenaje/almacenes-automaticos.1.12.pdf#_ga=2.250722050.529556238.1621345113-287587328.1616172485&_gac=1.120516986.1621508855.Cj0KCCQjwkZiFBhD9ARIsAGxFX8CsKlkE97ZQmh8XfEFhvFisBb523Z314NirZwidV3hK

Mecalux ESMENA, 2021. *Almacenes automáticos*. [En línea]
Available at: <https://docplayer.es/73556106-Almacenes-automaticos.html>

Mecalux ESMENA, 2021. *Estanterías Móviles para palets Movirack*. [En línea]
Available at: <https://www.mecalux.es/estanterias-metalicas-industriales/estanterias-palets/estanterias-moviles-palets>

Mecalux ESMENA, 2021. *Estanterías para cámaras frigoríficas: todo lo que necesitas saber*. [En línea]
Available at: <https://www.mecalux.es/blog/estanterias-para-camaras-frigorificas>

Mecalux ESMENA, 2021. *Los almacenes automatizados en 5 ejemplos*. [En línea]
Available at: <https://www.mecalux.es/blog/almacenes-automatizados-ejemplos>

Mecalux ESMENA, 2021. *Palet Shuttle Automático*. [En línea]
Available at: <https://www.mecalux.es/almacenes-automaticos/almacenes-automaticos-palets/pallet-shuttle-automatico>

Mecalux ESMENA, 2021. *Transelevadores Monocolumna MT*. [En línea]
Available at: <https://www.mecalux.es/almacenes-automaticos/almacenes-automaticos-palets/transelevadores-palets/monocolumna>

Mercadona, 2020. *Memoria Anual 2019*. [En línea]
Available at: <https://info.mercadona.es/document/es/memoria-anual-2019.pdf>

Modula, 2020. *Modula Horizontal Carousel Brochure*. [En línea]
Available at: https://modula.us/content/uploads/2020/11/Cat-HC-USA_Agosto2020_PRINT.pdf

Modula, 2021. *Direct Industry. Modula Lift*. [En línea]
Available at: <https://pdf.directindustry.es/pdf/modula/modula-lift/15042-229599-7.html>

Mokhtarian, P., 2004. A conceptual analysis of the transportation impacts of B2C e-commerce. *Transportation*, pp. 257-284.

MWPVL International INC, 2013. *How to select a split case picking system*. s.l., s.n.

MWPVL International, 2021. *Online grocery order fulfillment cost comparison*. [En línea]
Available at: https://mwpvl.com/html/online_grocery_order_fulfillment_cost_comparison.html

Narvar, 2017. *Narvar Consumer Report. Making Returns a Competitive Advantage*, s.l.: Narvar.

Netquest - AECOC, 2020. *Reporte Netrica - AECOC. Ventas eCommerce en Productos de Gran Consumo (GC)*. [En línea] Available at: https://www.netquest.com/hubfs/Report_AECOC-Netrica.pdf?hsCtaTracking=9b011d0a-bd2a-4128-856d-9159137c3f21%7C7c339a48-697e-48a9-810e-15a10a80a19b

Netquest & AECOC, 2019. *Ventas E-commerce en Productos de Gran Consumo (GC)*, s.l.: s.n.

Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2019. *Indicadores de Comercio Electrónico B2C. Ed. 19*, Madrid: s.n.

Observatorio Nacional de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información, 2020. *El comercio electrónico B2C en España. 2019 (Ed. 2020)*, Madrid: Secretaría General Técnica, Centro de Publicaciones.

Oltra Gutiérrez, J. V., 2003. Clasificaciones de comercio electrónico: Tipologías. *V Congreso de Ingeniería de Organización*, 4 septiembre.

OMC, s.f. *Comercio electrónico*. [En línea] Available at: https://www.wto.org/spanish/tratop_s/ecom_s/ecom_s.htm [Último acceso: 17 junio 2021].

Onpallet, 2021. *Onpallet calculator*. [En línea] Available at: <https://www.onpallet.com/sel.php> [Último acceso: 17 julio 2021].

Pazour, J. A. & Meller, R. D., 2008. A Heuristic for SKU Assignment and Allocation in an A-Frame System. *Industrial Engineering Research Conference*, pp. 770-775.

Pérez Pérez, M. & Martínez Sánchez, A., 2002. Las implicaciones del comercio electrónico para el sector del transporte. *Boletín Económico de ICE*, pp. 21-34.

Polypal Storage Systems, 2021. *Lo que debes saber sobre los sistemas de almacenaje más adecuados para el sector alimentario*. [En línea] Available at: <https://www.polypal.com/blog/lo-que-debes-saber-sobre-sistemas-y-metodos-de-almacenaje-mas-adecuados-para-la-cadena-de-suministro-del-sector-alimentario>

Puelles, M., Moreno, G. & Medina, F., 2019. *Observatorio para la evolución del comercio electrónico de alimentación: avances y perspectivas 2019*, s.l.: ASEDAS.

PwC, 2018. *Global consumers insight survey*, s.l.: s.n.

Raja Pack, 2021. *CE901 Caja de plástico con rejilla 29 litros 500 x 375 x 180 mm*. [En línea] Available at: https://www.rajapack.es/almacenaje-manutencion-seguridad/gavetas-cajas-contenedores-plasticos/caja-plastico-con-rejilla-500x375x180_skuCE901.html

Raja Pack, 2021. *Roll container gran volumen*. [En línea] Available at: https://www.rajapack.es/almacenaje-manutencion-seguridad/manutencion-transporte-carga/roll-container-gran-volumen_OFF_ES_0586.html

Sevilla Arias, A., 2021. *Tasa Interna de Retorno*. [En línea] Available at: <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>

Shaw, M. J. & Subramaniam, C., 2002. A Study of the Value and Impact of B2B E-Commerce: The Case of Web-Based Procurement. *International Journal of Electronic Commerce*, pp. 19-40.

SSI Schäfer, 2021. *La familia de los transelevadores para palets, cubetas, bandejas*. [En línea] Available at: https://www.interempresas.net/FeriaVirtual/Catalogos_y_documentos/4822/transelevadores_es.pdf

TecnyStand, 2021. *Equipos de manutención en un almacén*. [En línea] Available at: <https://www.tecny-stand.com/equipos-de-manutencion-en-un-almacen/#:~:text=Medios%20de%20manutenci%C3%B3n,en%20el%20manejo%20de%20mercanc%C3%ADas.>

ten Hompel, P.-D. M. & Schmidt, D.-I. T., 2007. *Warehouse Management. Automation and Organisation of Warehouse and Order Picking Systems*. Dortmund: Springer.

TIBA Group, 2021. *Almacenes Verticales*. [En línea] Available at: <https://www.tibagroup.com/es/almacen-vertical>

Transeop, 2021. *Logística de almacén: FIFO vs LIFO*. [En línea] Available at: <https://www.transeop.com/blog/FIFO%20-LIFO-Logistica-de-almacen/416/>

van den Berg, J. & W.H.M, Z., 1999. Models for warehouse management: Classification and examples. *International Journal of Production Economics*, pp. 519-528.

Velayos Morales, V., 2021. *Valor Actual Neto*. [En línea] Available at: <https://economipedia.com/definiciones/valor-actual-neto.html>

Verdecho Sáez, M. J., 2020. Medios de Almacenamiento. En: *Diseño y Gestión de Almacenes 4º GIOI*. s.l.:Universitat Politècnica de València, pp. 98-99.

Yu, Y. & de Koster, R., 2013. On the suboptimality of full turnover-based storage. *International Journal of Production Research*, 15 marzo, pp. 1635-1647.

Zaragozá, J. L., 2019. *Mercadona venderá online en Alicante y Madrid tras expandirse en Barcelona*. [En línea] Available at: <https://www.levante-emv.com/economia/2019/06/11/mercadona-vendera-online-alicante-madrid-13991097.html>