



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA
SUPERIOR INGENIEROS
INDUSTRIALES VALENCIA

TRABAJO FIN DE MASTER EN INGENIERÍA AVANZADA
DE PRODUCCIÓN, LOGÍSTICA Y CADENA DE SUMINISTRO

REDISEÑO DE LA LOGÍSTICA DE DISTRIBUCIÓN EN UNA EMPRESA DEL SECTOR AGROALIMENTARIO DE ELABORADOS CÁRNICOS

AUTOR: JAVIER RAMÍREZ DÍAZ

TUTOR: ÁNGEL ORTIZ BAS

Selección

Curso Académico: 2020-21

INDICE

DOCUMENTOS CONTENIDOS EN EL TRABAJO FIN DE MÁSTER

- Memoria Descriptiva
- Presupuesto
- Anexos

MEMORIA DESCRIPTIVA

Resumen

La industria agroalimentaria comprende el principal sector manufacturero de España, siendo la industria cárnica el mayor subsector por volumen de negocio. El presente Trabajo de Fin de Máster pretende abordar el rediseño del sistema de distribución de una gran empresa de elaborados cárnicos encuadrada en un entorno internacional cuyo dinamismo, al trabajar con producto perecedero y temperatura controlada lo convierte en especialmente complejo. Partiendo de una situación inicial determinada por las condiciones de los clientes, mediante la técnica de simulación por eventos se analizan los diferentes rediseños propuestos hasta seleccionar el más adecuado para la empresa. Los resultados muestran una mejora en los parámetros principales definidos por la empresa, siendo notable en el apartado económico donde se aprecia una importante reducción de los costes operacionales.

Palabras clave: Industria agroalimentaria, productos perecederos, empresa elaborados cárnicos, simulación por eventos, operadores logísticos 3PL.

Abstract

The Agri-food industry comprises the main manufacturing sector in Spain, with the meat industry being the largest sub-sector by trade volume. This Master's Thesis intends to address the redesign of the distribution system of a large meat processing company framed in an international environment whose dynamism, when working both with perishable product and controlled temperature, makes it especially complex. Starting from an initial situation determined by the conditions of the clients and by means of the simulation technique by events, the different proposed redesigns are analyzed until the most appropriate one is selected for the company. The results show an improvement in the main parameters defined by the company, being notable in the economic section where there is a significant reduction in operating costs.

Keywords: Agri-food industry, perishable products, meat processing company, event simulation, logistics operators 3PL.

Glosario

AECOC: Asociación Española de Codificación Comercial.

AESAN: Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición

AFSC: *Agri-Food Supply Chain*

APICS: *American Production and Inventory Control Society*

ASCM: *Association for Supply Chain Management*

CL: Centro Logístico

CNAE: Clasificación Nacional de Actividades Económicas

CSCMP: *Council of Supply Chain Management Professionals*

FEFO: *First Expired First Out*

FMCG: *Fast Moving Consumer Goods*

FTL: *Full Truck Load*

HORECA: Hoteles, Restaurantes y Cafeterías (Canal de distribución)

KPI: *Key Performance Indicator*

LTL: *Less than a Truck Load*

MAPA: Ministerio Agricultura, Pesca y Alimentación

MTO: *Make to Order*

MTS: *Make to Stock*

OUL: *Order Up to Level*

SS: Stock de Seguridad

VAB: Valor Añadido Bruto

3PL: *Third Party Logistics Provider*

Índice de Tablas

Tabla 1: Subsectores de la industria alimentaria (Fuente: Elaboración propia con datos MAPA) [4]	14
Tabla 2: Composición de los diferentes canales de distribución empelados por la empresa. (Fuente: Elaboración propia)	18
Tabla 3: Histórico de demanda ejercicio 2019 (Fuente: Elaboración propia)	24
Tabla 4: Valores estadísticos de la demanda (Fuente: Elaboración propia)	24
Tabla 5: Relación del nivel de servicio con desviación típica	26
Tabla 6: Características simulación Q=3900 Kg	29
Tabla 7: Características simulación Q=3600Kg	30
Tabla 8: Características simulación Q=3300Kg	30
Tabla 9: Selección de cantidad optima de trabajo.....	31
Tabla 10: Resultados tras simulación Modelo 1	34
Tabla 11: Secuencia de producción en el Modelo2.....	40
Tabla 12: Resultados tras simulación Modelo 2	40
Tabla 13: Secuencia de producción en el Modelo 3	41
Tabla 14: Resultados tras simulación Modelo 3	42
Tabla 15: Comparativa de planteamientos de trabajo en el Modelo 3 (Q=3600 Kg)	43
Tabla 16: Precios de transporte internacional.....	44
Tabla 17: Costes de producción	44
Tabla 18: Comparativa general incluidos costes netos anuales	49
Tabla 19: Comparativo del modelo final (M3.2) respecto al modelo inicial (M1)....	49

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1: Composición del sector agroalimentario. Concepción clásica (Fuente: Elaboración propia con datos Observatorio Cajamar) [2].....	10
Ilustración 2: Porcentaje que representa la industria alimentara dentro del sector agroalimentario en España dentro del marco de la UE (Fuente: CaixaBank Research) [3]	10
Ilustración 3: Composición del sector agroalimentario ampliado (Fuente: Elaboración propia con datos Observatorio Cajamar) [2].....	11
Ilustración 4: Cadena de valor del sector agroalimentario (Fuente: Diario de Sevilla).....	13
Ilustración 5: Estructura empresarial de la industria agroalimentaria española (Fuente: CaixaBank Research) [3].....	15
Ilustración 6: Subsectores de la industria alimentaria por cifra de negocio. (Fuente: Informe MAPA) [4].....	16
Ilustración 7: Cadena de valor en la industria cárnica (Fuente: Elaboración propia).	16
Ilustración 8: Sistema actual de distribución (Fuente: Elaboración propia).....	21
Ilustración 9: Grafico modelo EOQ estándar (Fuente: Ingenieriaindustrialonline.com) [13].....	28
Ilustración 10: Diagrama principal de procesos (Fuente: Elaboración propia).....	33
Ilustración 11: Diagrama subproceso 1 Estructura del sistema de distribución inicial (Fuente: Elaboración propia)	33
Ilustración 12: Diagrama Subproceso 2 Análisis y rediseño del sistema (Fuente: Elaboración propia).....	34
Ilustración 13: Balance entre costes de almacenamiento y costes de ruptura de stocks (Fuente: Gestión de Stocks de Demanda Independiente) [12]	36

Tabla de Contenido

1	INTRODUCCIÓN	9
1.1	Objeto.....	9
1.2	Antecedentes.....	9
2	SECTOR AGROALIMENTARIO Y ENTORNO EMPRESARIAL.....	9
2.1	Sector Agroalimentario.....	9
2.1.1	Cadena de Valor del Sector Agroalimentario.....	12
2.2	Industria Alimentaria	13
2.2.1	Estructura Empresarial y Empleo	14
2.2.2	Industria Cárnica y Empresas de Elaborados cárnicos.....	15
3	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ESTRUCTURA.....	17
3.1	Descripción de la empresa.....	17
3.2	Características del cliente como base para definir la cadena de suministro 19	
3.3	Estructura de la Cadena de Suministro	20
3.4	Operativa de la Cadena de Suministro.....	21
3.5	Comportamiento esperado del Sistema de Distribución	22
4	CONCEPTOS CLAVE Y DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	23
4.1	Gestión de la Demanda.....	23
4.2	Gestión de Stocks.....	25
4.3	Stock de Seguridad.....	26
4.3.1	Limite stock almacenado	26
4.4	Calculo cantidad óptima de pedido (EOQ) [11].....	27
4.4.1	Ajuste de la cantidad óptima de pedido (EOQ).....	29
4.4.2	Selección cantidad de trabajo operativa.....	31
4.5	Externalización de los Servicios Logísticos.....	31
4.5.1	Operadores logísticos 3PL.....	31
4.6	Simulación por Eventos	32
5	METODOLOGÍA EMPLEADA.....	33
5.1	Diagrama Principal de Procesos.....	33
5.1.1	Subproceso 1: Estructura del sistema de distribución inicial.....	33
5.1.2	Subproceso 2: Análisis y rediseño del sistema.....	34

6	ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE MEJORA.....	34
6.1	Análisis del Modelo1 (Q= 3600 kg)	34
6.1.1	Resultados Modelo 1:.....	34
6.2	Deficiencias Detectadas del Sistema de Distribución.....	35
6.3	Planteamiento Estratégico.....	36
6.3.1	Clasificación de Parámetros	36
6.3.2	Prioridad en Decisiones Estratégicas	37
6.3.3	Perspectiva Económica	38
7	IMPLANTACIÓN OPERATIVA PARA REDISEÑO DEL SISTEMA	39
7.1	Modelo2 (Q= 3600 Kg)	39
7.1.1	Resultados Modelo 2:.....	40
7.2	Modelo3 (Q= 3600 Kg)	41
7.2.1	Resultados Modelo 3:.....	42
7.3	Alternativas de Mejora del Modelo 3 (Q=3600 Kg)	42
7.3.1	Selección submodelo final respecto a la estrategia adoptada.....	43
8	COSTES ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN	43
8.1	Tarifas de mercado	44
8.2	Calculo de costes.....	44
8.2.1	Costes Modelo 1 (Q=3600Kg).....	45
8.2.2	Costes Modelo 2 (Q=3600Kg).....	46
8.2.3	Costes Modelo 3 (Q=3600 Kg).....	47
8.2.4	Costes Modelo 3.2 (Q=3600Kg)	47
9	COMPARATIVA.....	48
9.1	Comparativo de Indicadores KPI.....	48
9.1.1	Comparativo modelo seleccionado respecto a modelo inicial.....	49
10	CONCLUSIONES	50
11	BIBLIOGRAFÍA	50

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Objeto

El presente Trabajo de Fin de Máster pretende abordar el rediseño de la logística de distribución en una empresa del sector agroalimentario de elaboración de productos cárnicos. Este proyecto surge de la necesidad de solventar las deficiencias detectadas tras el análisis del sistema de distribución inicial.

Partiendo del planteamiento estratégico definido por la empresa, se realizan una serie de actuaciones a nivel operativo provocando la alteración del sistema y que tras la posterior evaluación de las mismas, permitirá la correcta toma de decisiones para alcanzar los objetivos fijados por la misma.

1.2 Antecedentes

La empresa cuya actividad está encuadrada en el sector agroalimentario y con una marcada orientación internacional distribuye sus productos en Alemania. Las exigencias del mercado de la Gran Distribución y las condiciones de servicio, determinan la implantación de un sistema de distribución en función de las características de los clientes a los que suministra producto.

2 SECTOR AGROALIMENTARIO Y ENTORNO EMPRESARIAL

En el presente Capítulo se realiza una descripción del sector agroalimentario, detallando sus características y composición. Dentro del sector, se pone especial atención en la rama manufacturera. Es decir, la industria alimentaria, donde se muestra una visión general de sus características más importantes, así como los subsectores que la integran. Finalmente, se profundiza en el subsector de la industria cárnica y más concretamente en las empresas de elaborados cárnicos; ámbito en el cual se encuadra la empresa objeto del presente trabajo.

2.1 Sector Agroalimentario

Primeramente, se define la composición del sector agroalimentario, que está formado por el sector primario (agricultura, ganadería, pesca y acuicultura) y por la industria alimentaria. El agroalimentario es el principal sector productivo en Europa, emplea a más de cuatro millones de trabajadores y produce unos ingresos de más de 1 billón € [1] Es además el del principal sector de la economía española, así como el primer sector industrial.

Estructura del sector agroalimentario:

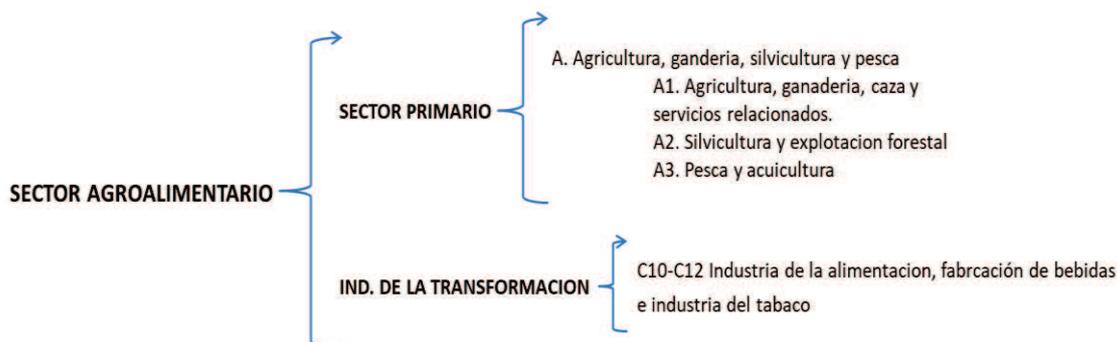


Ilustración 1: Composición del sector agroalimentario. Concepción clásica (Fuente: Elaboración propia con datos Observatorio Cajamar) [2]

Esta clasificación resulta determinante, ya que el desarrollo del sector va directamente relacionado con el grado de industrialización y el peso que la industria de la transformación ocupa respecto al sector primario. En España el componente industrial ha evolucionado progresivamente, pasando de un 37% en el año 2000 a rozar el 50% en el año 2017. Esta evolución ha sido una de las más importantes dentro de la UE, lo que demuestra el relevante crecimiento y desarrollo de la industria alimentaria en la última década. No obstante, el grado de industrialización continúa por debajo de la media de la UE que se sitúa en un 56% como puede observarse en la siguiente gráfica:

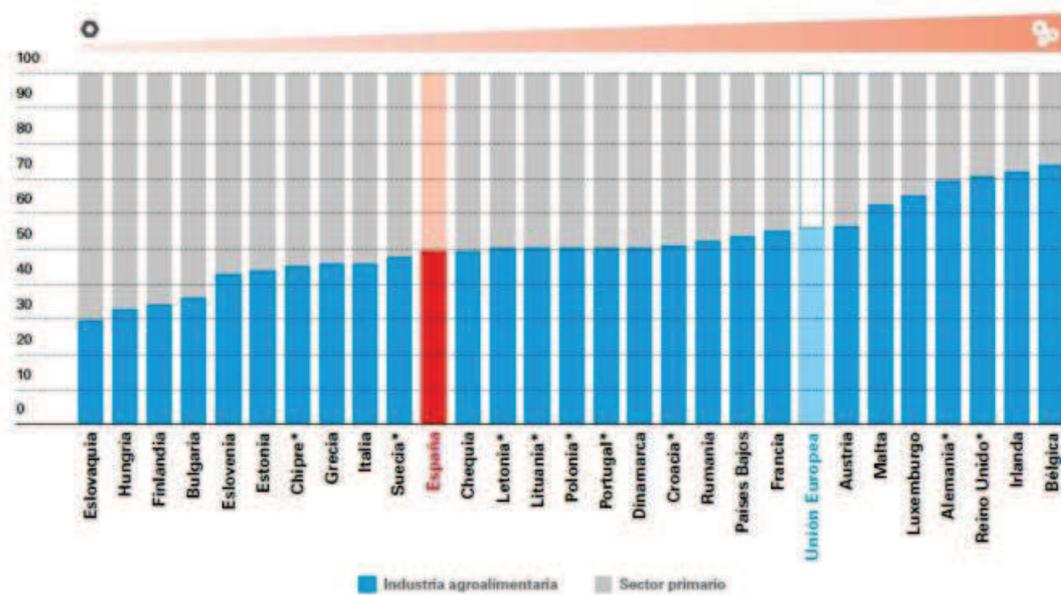


Ilustración 2: Porcentaje que representa la industria alimentaria dentro del sector agroalimentario en España dentro del marco de la UE (Fuente: CaixaBank Research) [3]

Para aumentar el grado de industrialización sería necesario incidir en la transformación de los productos agrarios antes de ser vendidos tanto en el mercado nacional o como en exportación con el fin de aportar más valor añadido y

que redundando en el desarrollo y especialización de la industria transformadora agroalimentaria.

El sector agroalimentario genera riqueza no solo a través de su propia actividad, sino que además beneficia de forma directa al resto de economía gracias a su interrelación y capacidad de arrastre sobre otros sectores. Estos efectos indirectos se producen mediante la actividad económica generada “aguas arriba” por las compras de la industria agroalimentaria a sus proveedores, como por la actividad comprendida “aguas abajo” relativas al comercio y distribución.

Especialmente importante resulta la vinculación del sector agroalimentario con el comercio y distribución – la Gran Distribución, como se desarrollará más adelante y que sirve de base al presente trabajo-. Tal es la relación existente entre ambas actividades que resultaría imposible concebir el sector desde la perspectiva actual, así como comprender en conjunto su cadena de valor. Por este motivo la literatura más reciente, incluye el comercio y distribución como actividades dentro del sector agroalimentario:

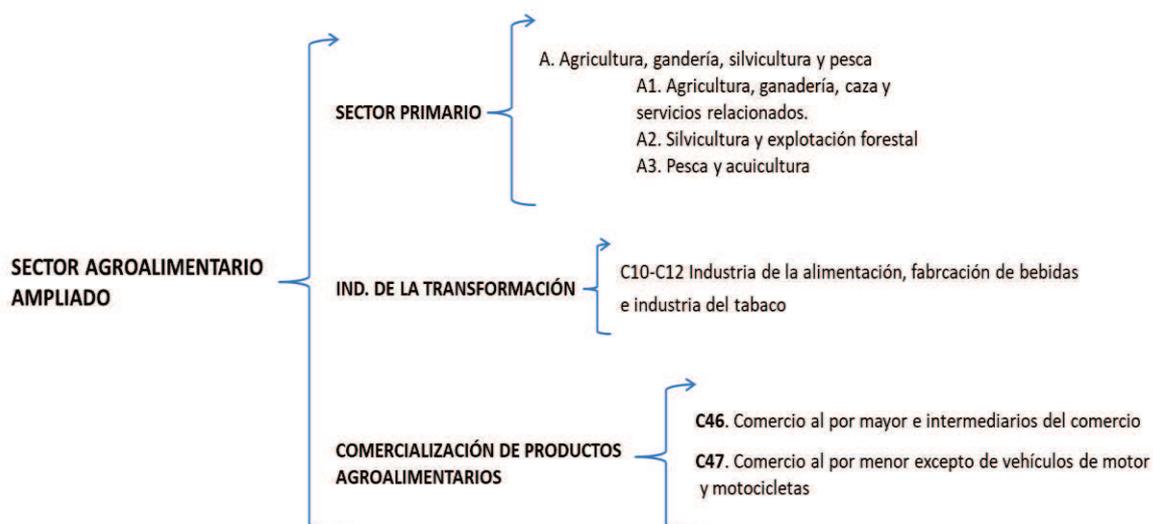


Ilustración 3: Composición del sector agroalimentario ampliado (Fuente: Elaboración propia con datos Observatorio Cajamar) [2]

A continuación, se detallan las cifras del conjunto del sector agroalimentario desglosado según su composición. Se presenta una descripción generalista que en posteriores capítulos se describirá con mayor profundidad, así como los conceptos objetos del presente trabajo.

Sector primario

El sector primario está principalmente asentado en el entorno rural que ocupa un 84% de todo territorio nacional. El sector emplea fuerza laboral local, contribuyendo al desarrollo de las zonas rurales y a la cohesión social. Aporta el 3% del VAB del total de la economía y está formado por unas 945.000 explotaciones agrarias.

Industria de la transformación

La industria agroalimentaria está formada por unas 31.000 empresas en España. Es la primera rama industrial en valor añadido y en empleo. La industria está dominada por pequeñas empresas donde un 95% de ellas tiene menos de 50 empleados.

Comercio y distribución

Incluye el transporte, distribución y venta al consumidor final. Comprende los diferentes canales de distribución siendo el principal canal minorista o de la Gran Distribución, seguido por el consumo fuera del hogar. Es decir, el canal *HORECA*.

Exportaciones

Las exportaciones, incluidas como parte del comercio y distribución, están valoradas en más de 47.000 M € anuales. La balanza comercial española es positiva, por lo que resultan un elemento fundamental dentro del sector y que afecta por tanto al conjunto de la economía. Las exportaciones han aumentado en complejidad e importancia en la última década, especialmente tras la recesión de 2008 donde las empresas del sector adoptaron mayoritariamente estrategias de internacionalización.

2.1.1 Cadena de Valor del Sector Agroalimentario

El sector agroalimentario representa el 5% del PIB de la de la economía española. No obstante, si se incluyen todas las actividades de la cadena alimentaria, este porcentaje aumenta hasta el **11%** del PIB. Este dato engloba tanto las actividades “aguas arriba” (fertilizantes y semillas) como los sectores “aguas abajo”, como son los servicios de transporte, distribución y venta al consumidor final definidos anteriormente en esta misma Sección 2.1 Sector Agroalimentario. La visión de la cadena de valor permite contextualizar el entorno en el que opera la empresa objeto del presente trabajo, así como identificar las diferentes etapas de la cadena de suministro

Esquema grafico de la cadena de valor agroalimentaria:



Ilustración 4: Cadena de valor del sector agroalimentario (Fuente: Diario de Sevilla)

2.2 Industria Alimentaria

La industria agroalimentaria o simplemente industria alimentaria, es un subsector de la industria manufacturera que comprende la industrial de la alimentación (CNAE C10), la fabricación de bebidas (CNAE C11) y la fabricación de tabaco (CNAE C12). Además de alimentos aptos para el consumo humano, también incluye la producción de alimentos para animales y la producción de varios productos intermedios que no son necesariamente alimentos o productos alimenticios como la fabricación de pieles. [3]

Del mismo modo que el conjunto del sector agroalimentario, la industria alimentaria contribuye de forma significativa a la actividad económica. Aporta un 2,9% del VAB del conjunto de la economía y un 20% del VAB del sector manufacturero siendo por tanto el principal sector industrial de la economía española. A nivel europeo, España es el tercer país que más contribuye a la producción de alimentos y bebidas - después de Alemania, Francia- y que supone el 10,5% del VAB de esta industria.

La industria agroalimentaria está formada por diferentes sectores muy heterogéneos entre sí en términos de número de empresas, valor añadido, empleo y productividad. Los diferentes **subsectores** que incluye la industria alimentaria son los siguientes:

INDUSTRIA DE LA ALIMENTACIÓN (SUBSECTORES)
Industria cárnica
Industria del pescado
Prep. y conservación de frutas y verduras
Aceites y grasas
Productos lácteos
Molinería y almidones
Panadería y pastas alimenticias
Fabricación otros productos alimenticios
Productos de alimentación animal
Fabricación de bebidas

Tabla 1: Subsectores de la industria alimentaria (Fuente: Elaboración propia con datos MAPA) [4]

La industria cárnica y la fabricación de bebidas se sitúan a la cabeza en cuanto al valor añadido, mientras que la fabricación de productos de panadería y pastas alimenticias destaca por el elevado número de empresas y empleados. Analizando los datos con mayor profundidad, se observa que la elevada de mano de obra en estos subsectores deriva en una baja productividad laboral -32% por debajo del promedio de la industria alimentaria- Por el contrario, subsectores como la industria del tabaco, bebidas y fabricación de productos para la alimentación animal son los de mayor productividad.

2.2.1 Estructura Empresarial y Empleo

La industria agroalimentaria ha crecido ininterrumpidamente en los últimos años, hasta alcanzar en los 519.600 puestos de trabajo en el año 2019, lo que supone el 19% de la ocupación manufacturera en España.

En cuanto a la composición empresarial, la industria agroalimentaria presenta una estructura muy atomizada.¹ De las 31.400 empresas que componen el sector, casi el 80% son microempresas con menos de 10 empleados, mientras que las empresas con un número superior a 250 empleados representan el 1% del total. Sin embargo, estas empresas (grandes) aportan el 42% del VAB de la industria y generan el 32% de los empleos.

¹ Nota: Se define el tamaño de empresa según el número de asalariados: micro (menos de 10), pequeña (de 10 a 49), mediana (de 50 a 249) y grande (más de 250)

A continuación se muestra el gráfico con la estructura empresarial del sector:

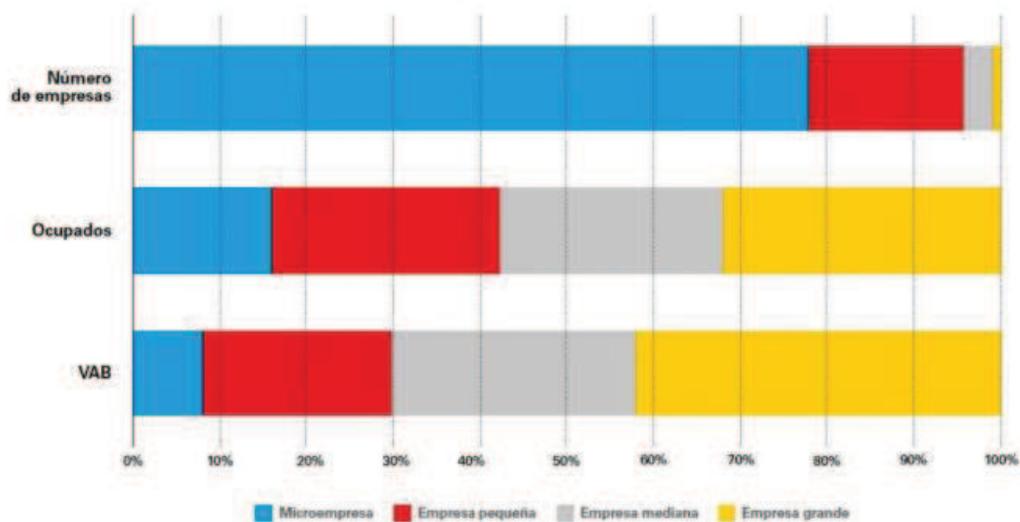


Ilustración 5: Estructura empresarial de la industria agroalimentaria española (Fuente: CaixaBank Research) [3]

El tamaño empresarial tiene una relación directa con la productividad de las empresas. Algunos datos relevantes acerca de la productividad y que permite una mayor comprensión del contexto empresarial en la industria alimentaria son los siguientes:

- Las empresas alimentarias (representa el 78% de la industria agroalimentaria) presentan una productividad inferior a la del conjunto del sector manufacturero, siendo un 18% menor.
- Las empresas alimentarias grandes, son 2,4 veces más productivas que las microempresas y 1,6 veces más productivas que las medianas. Esta tendencia se refleja tanto en el conjunto del sector manufacturero como en los países de la UE.
- La productividad de la industria alimentaria presenta similitudes respecto a la del conjunto europeo (UE). Por una parte, las pymes españolas son más productivas que sus homologas europeas – hecho contrario respecto al conjunto del sector manufacturero, donde las pymes españolas son menos productivas que las europeas- Por otra parte, las empresas alimentarias grandes son menos productivas en España que en el conjunto de la UE, siguiendo el mismo patrón el conjunto de la industria manufacturera.

2.2.2 Industria Cárnica y Empresas de Elaborados cárnicos

La industria cárnica es el principal subsector de la industria agroalimentaria por volumen de negocio, supone el 2,2% del PIB español y el 13,8% del PIB de la rama industrial con una facturación de 28.000 M de euros. [5]



Ilustración 6: Subsectores de la industria alimentaria por cifra de negocio. (Fuente: Informe MAPA) [4]

Elementos esenciales dentro de la cadena de valor de la industria cárnica, son las empresas de **elaborados cárnicos** cuya actividad se enmarca en la transformación de materia prima de origen animal para posterior consumo humano.

A continuación se muestra la composición de la industria cárnica y cadena de valor:



Ilustración 7: Cadena de valor en la industria cárnica (Fuente: Elaboración propia).

Según datos de ANICE [6] la producción en España de elaborados cárnicos superó en 2019 los 1,4 millones de toneladas con una facturación de 7.000 M de €. Resulta importante destacar la fuerte vinculación del sector con la gran distribución dado que esta canaliza 65% de las ventas. En línea con el conjunto de la industria alimentaria, la estructura empresarial se encuentra muy atomizada con alrededor de 3.300 empresas de elaborados cárnicos, donde únicamente las 3

principales abarcan prácticamente la tercera parte del mercado. Es decir, un número reducido de grandes empresas ocupa la mayor parte de la cuota de mercado, donde resulta especialmente acusado en la Gran Distribución.

Las empresas de elaborados cárnicos, comercializan principalmente productos envasados de gran consumo, por lo general de alta rotación, y que pueden ser estacionales o de venta regular. La principal particularidad es que se trata de productos perecederos que requieren de logísticas de temperatura controlada (frío positivo o negativo). Las cadenas de suministro que precisan de temperatura controlada son más complejas y costosas. La temperatura ha de mantenerse a lo largo de todo el recorrido de producto, siendo especialmente importante el control de la temperatura en los puntos de transferencia. Es decir, cuando se transporta los productos de un almacén a un camión o viceversa. La pérdida del control de temperatura hace que los productos sean inservibles. [7, p. 82].

Del mismo modo que el conjunto de industria alimentaria ha sido impulsora de avances en la logística y las cadenas de suministro; concretamente las empresas de elaborados cárnicos, debido a la utilización de productos de origen animal, fueron pioneras en España en implantar procesos de trazabilidad en la toda la cadena de valor. Esta práctica se extendió posteriormente a otros productos de temperatura controlada, para finalmente aplicarse al conjunto del sector agroalimentario, de acuerdo con la normativa de la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). [8]

Finalmente, el comercio exterior viene marcado por una balanza positiva. En el año 2019 se exportaron 208.000 toneladas, lo que supone el 15% de la producción total. Sin embargo, conforme el tamaño de la empresa aumenta, aumenta también el potencial exportador. Por ejemplo, la principal empresa productora de elaborados cárnicos destina el 40% de su producción a la exportación, cifra similar a la empresa objeto de estudio del presente trabajo. [6] Ver Sección 3.1 Descripción de la empresa.

3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ESTRUCTURA

En el presente Capítulo se realiza una descripción de la empresa objeto de estudio; detallando antecedentes, características, productos y procesos productivos. Seguidamente se determinan las condiciones del cliente que son la base para establecer el diseño de la cadena de suministro. Una vez establecido el sistema de distribución original, se profundiza en el mismo, explicando su estructura, operativa y el comportamiento esperado.

3.1 Descripción de la empresa

En siguiente apartado se presenta la empresa objeto del TFM y se describen sus principales características. Empresa de elaborados cárnicos de más de 250

trabajadores (gran empresa) de capital español ubicada en la provincia de Valencia (ES46). Con una antigüedad de más de 60 años, comenzó su andadura con un pequeño obrador artesanal y una distribución local. Posteriormente, se expandió por todo el territorio nacional siendo una empresa líder en el sector. En las dos últimas décadas y especialmente como consecuencia de la profunda recesión económica de 2008, la empresa apostó por la internacionalización, principalmente en el mercado europeo.

Actualmente se encuentra entre las 10 principales empresas de elaborados cárnicos en España por producción y volumen de facturación. Resulta conveniente recordar que dentro de la industria alimentaria tan solo el 1% de las empresas puede considerarse grandes y que estas suponen el 42% del VAB, además de emplear al 32% de los ocupados en el sector.

La empresa comercializa y distribuye sus productos a través de distintos canales de venta, siendo el principal las cadenas de supermercados e hipermercados, lo que se conoce como Gran Distribución. El siguiente bloque por orden de importancia (35%) es la venta destinada a exportación, que engloba tanto UE - comercio intracomunitario- como países terceros. A continuación se muestra el gráfico con los pesos que representa cada canal de distribución:

CANALES DE DISTRIBUCION	%
Gran Distribución (mercado nacional)	55%
Exportación (UE + países terceros)	35%
HORECA	7%
Otros clientes industriales (Ind. Alimentación)	3%
Total	100%

Tabla 2: Composición de los diferentes canales de distribución empelados por la empresa. (Fuente: Elaboración propia)

Los productos elaborados se clasifican según su proceso productivo, por lo que comparten una serie de características comunes que determinan los canales de venta y distribución:

Productos elaborados frescos: Hamburguesas, longanizas, morcillas, carne picada. Son los productos con menor vida útil (días). Por sus condiciones de vida útil, son destinados únicamente a distribución local y nacional. Requieren de una logística ágil en la cadena de suministro, pues disponen de un ciclo de cliente² de tan solo unos días.

Productos elaborados cocidos: Jamón york, pavo cocido, mortadela. Disponen de una vida útil media (semanas), siendo superior a los productos frescos. Son destinados principalmente al mercado nacional.

² El Ciclo de Cliente es el ciclo que tiene lugar desde que el cliente genera el pedido hasta que lo recibe. El ciclo comprende las etapas de procesado de órdenes de pedido, la estrategia de fabricación para dar servicio (contra stock o bajo pedido) y finalmente el Plazo de Entrega al Cliente, que es el tiempo que transcurre desde que el cliente lanza su pedido hasta que lo recibe. [11]

Productos elaborados curados: Jamón serrano, chorizo, salchichón, fuet. Por su proceso productivo, son los productos con mayor vida útil (varios meses). Por este motivo resultan los más idóneos para la exportación al disponer de mayores márgenes de obsolescencia.

En función de su presentación, los productos se pueden comercializar en piezas únicas o bloques, o bien en formato de lonchas, con el planteamiento de ser directamente colocados en el lineal del supermercado para el libre servicio. La diferencia fundamental entre ambos formatos radica en el peso, ya que determina su tratamiento logístico. Los productos en bloque tienen soluciones de paletizado con pesos más elevados, alcanzando una media de 900 kg por palet, mientras que los productos loncheados -debido al envasado de plástico para su presentación final- tiene un peso medio por palet de 300 kg. Es decir, cubican más que pesan. Este factor resulta determinante para el transporte por carretera y sus costes.

3.2 Características del cliente como base para definir la cadena de suministro

La gestión de la cadena de suministro incluye el diseño, selección, integración y liderazgo de las empresas involucradas, así como la coordinación entre las mismas, con el objetivo de dar servicio al cliente. De estas actividades, las referentes a integración y coordinación, se responsabiliza la denominada *empresa focal*, ya sea la empresa proveedora conocida por el cliente o un actor anónimo cuya función va asociada a constituir y mantener la red.

Para ello, la cadena de suministro se constituirá alineando los objetivos y medios de los diferentes actores para ajustarse a los requerimientos del cliente al que va dirigida su actividad. Si bien es cierto, que en ocasiones es el producto quien dirige la red y un cambio en el mismo desencadena cambios en toda la estructura. [9]

El diseño del sistema de distribución arranca con el estudio de las condiciones establecidas con el cliente como punto de partida. A continuación se detallan las principales características del mismo, una cadena de supermercados en la Gran Distribución:

- Cadena de supermercados establecida en el mercado Alemán. Dispone de una serie de centros logísticos (CL) repartidos por todo el territorio nacional y que suponen el punto final de entrega, donde definitivamente se realiza el traspaso de la mercancía a manos del cliente.
- Las condiciones de entrega son, en función del centro logístico, de 24h/48h entre la notificación del pedido y la entrega de este. (A-B; A-C).
- Para el año en curso no existe una programación de pedidos ni pedidos en firme. La previsión de la demanda se realiza por medio de históricos de ejercicios anteriores. No obstante, existe por parte del cliente un compromiso de compra de **3.000 Kg/semana**, con un margen en la media

semanal del 10%. Característica que sirve como referencia para definir el plan de producción.

- Durante el año natural, se realizan sucesivas campañas (Navidad, Pascua, festivos nacionales...) y promociones puntuales que incrementan la demanda.
- Con el objetivo de acelerar la gestión de la cadena de suministro y evitar exceso de inventarios, se trabaja en un entorno de Flujo Tenso donde no se contempla la reprogramación de los pedidos no servidos. Por tanto, toda entrega fallida supone la pérdida de la venta además de las penalizaciones que esto pueda llevar asociadas.

Estas condiciones y requerimientos del cliente, alineados con las condiciones y características propias de la empresa, son la base para el diseño del sistema de distribución más adecuado.

3.3 Estructura de la Cadena de Suministro

El elemento clave de esta red de distribución es la externalización de los servicios logísticos, pues sin este marco de trabajo sería imposible dar cobertura a todos los centros logísticos en el plazo exigido. – Condiciones de entrega de 24/48 horas que imposibilitan envíos directos España-Alemania y crean a la necesidad de establecer un nexo en destino que facilite la logística mediante empresas especializadas- La externalización se realiza a través de un Operador Logístico que proporciona los servicios de almacenamiento, preparación de pedidos y finalmente la distribución y entrega del producto.

El Centro Productivo, se encuentra localizado en un área industrial de la provincia de Valencia, España (ES46). El CP está integrado por el área de Producción y el almacén principal de la empresa. La coordinación entre ambos se realiza desde el Centro de operaciones donde se encuentra ubicado el departamento de Dirección de operaciones y Logística.

El operador logístico contratado por la empresa se encuentra ubicado en la zona industrial de la ciudad de Frankfurt, Alemania (DE60) conectado con varios nodos de infraestructuras de transporte y cerca del área industrial del Rin (180 km). En cuanto al nivel de servicio, dispone de capacidad para cubrir en un plazo máximo de 48 horas la totalidad del territorio nacional.

Por último, los centros logísticos del cliente y que suponen el punto final de la cadena de suministros (desde la perspectiva y capacidad de gestión de la empresa), se encuentran repartidos por todo el país.

Conviene detallar que la cadena de suministro continúa aguas abajo de los centros logísticos, hasta llegar a los lineales de las tiendas donde el consumidor final adquiere definitivamente el producto. No obstante, es en este punto – los centros logísticos- donde la mercancía pasa tanto física como económicamente (propiedad del producto)

a manos del cliente y por tanto a partir de ese instante, la responsabilidad de la gestión recae sobre este. Esta última etapa de la cadena de suministro es completamente opaca para la empresa y no entra por tanto, en el objeto de estudio del presente TFM.

Esquema del sistema actual de distribución:

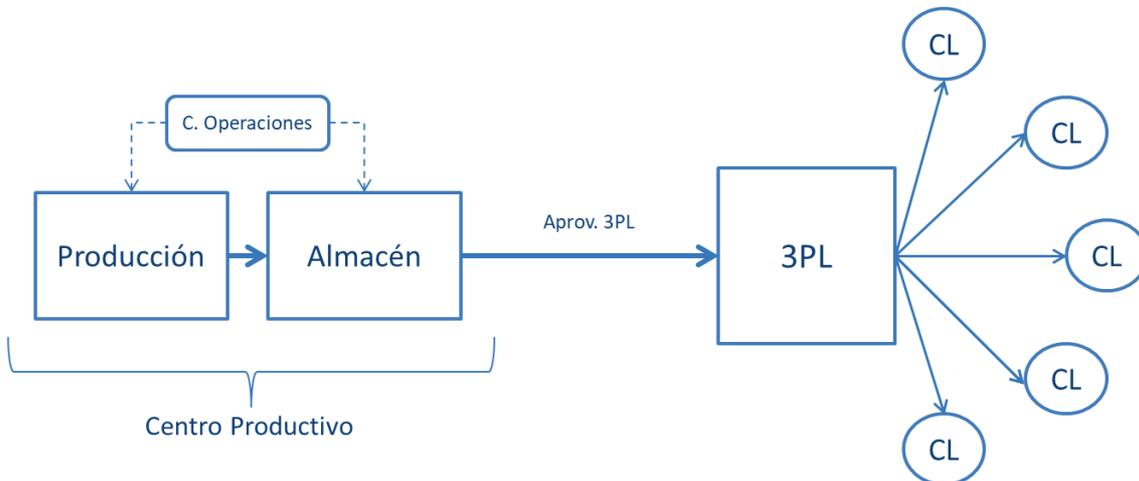


Ilustración 8: Sistema actual de distribución (Fuente: Elaboración propia)

3.4 Operativa de la Cadena de Suministro

A continuación se detallan secuencialmente los procesos a lo largo de toda la cadena de suministro en el sistema de distribución actual, al que se denominará en adelante como Modelo 1:

1. Producción contra stock “*Make to Stock*” (MTS) de una cantidad determinada fija en periodos semanales. Una vez fabricado el producto pasa inmediatamente a formar parte del stock disponible en el centro productivo. Debido a los plazos de entrega en los centros logísticos, no puede establecerse un entorno de fabricación “*Make to Order*” (MTO) pues no se dispone de tiempo suficiente para completar tanto el proceso productivo como logístico.
2. Aprovisionamiento semanal al operador logístico. El traslado de la mercancía se realiza a través de sistema de grupaje –externalizando el servicio de transporte-, enviando el total de la mercancía producida en la semana en curso.
3. Recepción semanal de la mercancía en el operador logístico. Entrada de producto y almacenamiento, empleando un sistema de codificación estandarizado. Inmediata puesta a disposición del producto para su expedición a los CL del cliente.
4. Distribución final desde 3PL a todos los centros logísticos del cliente mediante sistema de grupaje. El transporte se realiza en grupaje bien con servicios propios del operador logístico o en determinadas áreas externalizando el servicio a otros agentes de transporte locales. La gestión de

esta etapa recae exclusivamente en el operador logístico, aunque si existe un cierto control y trazabilidad por parte de la *empresa focal* (siempre que en flujo de información entre la empresa y el operado externo sea el adecuado). El ámbito de actuación de la empresa en esta etapa se limita a la negociación de las tarifas de transporte para los diferentes centros logísticos. Como puede concluirse en la literatura: Todos los eslabones de la cadena de suministro que gestiona un actor son susceptibles de mejora; los que no, únicamente se pagan y el margen de actuación reside en la negociación de las condiciones con el proveedor. [7, p. 33]

3.5 Comportamiento esperado del Sistema de Distribución

Definido el sistema de distribución inicial en función de los parámetros de mercado, se detalla a continuación el comportamiento que se espera del mismo. Se explican además, una serie de características y condiciones previstas para este modelo logístico:

- Trabajo en Flujo Tenso: El tiempo de almacenamiento es reducido en el centro productivo. La expedición de producto se produce de manera prácticamente inmediata en la misma semana de su fabricación, estableciendo una dinámica de trabajo en *FLUJO TENSO*. –No hay reprogramación de pedidos, reducción de stocks-
- Alta rotación de producto: Al trabajar con bajas cantidades de stock en el operador logístico (Alemania) y un suministro semanal al mismo, se esperan bajas cantidades de stock almacenado y por tanto menor riesgo de obsolescencia de producto.
- Modelo conservador: Se considera un modelo de distribución conservador que minimiza los riesgos (a cambio de un incremento en el coste). Modelo de trabajo con un plan de producción regular, bajos niveles de stock a lo largo de la cadena de suministro, además de una elevada vida útil de producto. Por contraposición, se ven penalizados los costes económicos, pues se pronostica un elevado coste logístico.

Siguiendo las directrices en diseño de sistemas de distribución, una propuesta para el diseño y posterior rediseño del sistema, es generar la opción más sencilla posible - aun siendo esta cara, inflexible, lenta o ineficaz-. Pues esta solución será la base o el origen de un gran diseño posterior una vez se comiencen a conocer las prioridades. [10] Dichas directrices justifican la implantación de mejoras mediante los posteriores rediseños de la cadena de suministro, asumiendo que el sistema inicial presenta un potencial margen de actuación.

4 CONCEPTOS CLAVE Y DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Una vez definido el marco teórico y la estructura de la empresa, en el presente Capítulo se describe el marco técnico a utilizar a lo largo del TFM. Partiendo del estudio de la demanda, se determina la política de gestión de inventarios, calculando el stock de seguridad así como la cantidad económica de pedido y su posterior ajuste. Estos conceptos sirven de base para la configuración del diseño de distribución inicial.

4.1 Gestión de la Demanda

Primeramente se clasifica la demanda del sistema en función de sus características, lo que determina el tipo de gestión que se realiza del inventario:

- Estable, con picos muy acusados asociados a estacionalidad.
- Rápida, pues existe demanda a lo largo del tiempo en todos los periodos definidos para estudio.
- Independiente: La demanda está relacionada directamente con el consumo de los clientes y tiene una evolución según las condiciones del mercado. No es posible acotar la demanda –solicitud de los clientes – por parte de la empresa. Para la gestión de este tipo de demanda, se emplean modelos de gestión de demanda continua, punto de pedido o stocks de seguridad.
- Indefinida: El producto de venta no está limitado en el tiempo. Es decir, no sufre modificaciones que afecten al ciclo de vida de este. No obstante, existirá un nivel de incertidumbre, pues la empresa podría tomar la decisión de retirar el producto del catálogo de venta o bien el cliente no continuar interesado en la compra del mismo.
- Continua y fraccionada por periodos: Es una característica muy vinculada a la perspectiva de la empresa sobre el horizonte temporal. En el caso de estudio, se trata de una demanda continua en el tiempo (año natural), dividida en periodos semanales, los hitos temporales donde se producen las alteraciones en el sistema. La decisión sobre la perspectiva temporal y su división en periodos la convierte en demanda continua que se fracciona en periodos.

En las empresas productoras la planificación de la demanda es el punto de origen del Plan Maestro de Producción (PMS), que detalla las cantidades a producir en cada uno de los periodos. Además, este plan debe ser factible y debe poder realizarse con los recursos existentes y disponibles. [7, pp. 48 - 49]

En la Sección 3.2 se hacía mención a la previsión de la demanda, donde el único acuerdo definido con el cliente es el compromiso de compra de 3.000 Kg semanales con un margen en la media semanal del 10%. No existiendo tampoco, pedidos en firme ni un pronóstico de ventas.

La información disponible, es la realización de sucesivas campañas y promociones que tienen lugar en periodos estacionales como Navidad o verano. Las promociones se programan entre periodos de campaña (trimestrales) con el fin de incrementar las ventas en periodos bajos de demanda (valle). Tanto las campañas estacionales como las promociones producen un incremento puntual y significativo de la demanda. Por tanto, la previsión de la demanda debe realizarse en base a históricos de años anteriores. Para el desarrollo de los diferentes modelos de distribución se empleará el histórico del ejercicio 2019.

Año 2019							
Semana 1	2500	Semana 14	2500	Semana 27	7200	Semana 40	5200
Semana 2	3100	Semana 15	3000	Semana 28	4100	Semana 41	3000
Semana 3	3000	Semana 16	2500	Semana 29	3500	Semana 42	2500
Semana 4	2000	Semana 17	2300	Semana 30	3000	Semana 43	2000
Semana 5	3300	Semana 18	3200	Semana 31	3200	Semana 44	3500
Semana 6	5500	Semana 19	2500	Semana 32	2500	Semana 45	3000
Semana 7	4500	Semana 20	3000	Semana 33	3200	Semana 46	3200
Semana 8	3000	Semana 21	5100	Semana 34	2500	Semana 47	4200
Semana 9	2500	Semana 22	2200	Semana 35	2100	Semana 48	7800
Semana 10	1500	Semana 23	3200	Semana 36	2200	Semana 49	4100
Semana 11	2000	Semana 24	3500	Semana 37	2500	Semana 50	3200
Semana 12	2500	Semana 25	3000	Semana 38	2000	Semana 51	3100
Semana 13	6500	Semana 26	3200	Semana 39	3500	Semana 52	2500

Tabla 3: Histórico de demanda ejercicio 2019 (Fuente: Elaboración propia)

Analizando el conjunto de la demanda, se observa que esta presenta una gestión compleja, provocado especialmente por las campañas y promociones. El cliente no aplica una política de alisado de demanda y esto aumenta la incertidumbre de esta, afectando en este caso directamente a la empresa proveedora. Por tanto, aun considerándose como una demanda estable a lo largo del horizonte temporal, los picos de demanda resultan muy acusados (doblando en algunos periodos los valores medios de demanda).

A continuación, se muestran algunos de los valores estadísticos del conjunto de la demanda:

PARAMETROS	KG
MEDIA \bar{x}	3267
DESVIACIÓN T. s	1282
MAX.	7800
MIN.	1500

Tabla 4: Valores estadísticos de la demanda (Fuente: Elaboración propia)

No obstante, estos incrementos de demanda son relativamente previsibles por lo que facilita la toma de decisiones. Estudiando los datos, se observa que las campañas estacionales se producen en Semana Santa, verano y Navidad- siendo la de Navidad la más relevante, seguida de la estival- Por otra parte, las promociones se realizan a medio camino entre dos campañas estaciones, estableciéndose en

periodos de unas 8 semanas aproximadamente. En conjunto, se producen un total 3 campañas estacionales y otras 3 acciones promocionales. Por tanto, calculando la media aritmética, se pronostica un incremento acusado de la demanda cada aproximadamente 9 periodos o semanas.

4.2 Gestión de Stocks

La gestión de stocks se puede definir como el control y la regulación del flujo de entradas y salidas de existencias dentro de un entorno empresarial. El concepto, se focaliza en la gestión de cantidades más que la gestión de las mercancías en sí mismas.

Considerando como objeto de estudio el depósito del operador logístico, se definirá la política de gestión de stocks llevada a cabo por la organización. Conforme a esta perspectiva y para facilitar el análisis; se puede considerar el depósito externalizado en Alemania como un ente independiente, al que suministra mercancía el centro productivo localizado en España (asumiendo este el rol de proveedor).

Cualquier política de gestión de stocks debe definir dos parámetros fundamentales. El cuándo pedir, que establecerá el evento que genera la decisión de compra (en este caso suministro a depósito) y por otra parte cuánto pedir, que establece la cantidad a pedir en cada ocasión. [11, p. 61]

Por las características del mercado, las empresas fabriles de industria alimentaria cuyo canal de venta principal la Gran Distribución, trabajan en un entorno de demanda independiente referente a la venta de sus productos. Estas dependen únicamente de las solicitudes de los consumidores finales. Además, se trata de un entorno de demanda continua, al disponer de una demanda estable que se distribuye alrededor de una media constante.

Dentro de las políticas básicas de gestión de stocks con demanda continua, se pueden encontrar dos tipos de estrategias:

1. Gestión por punto de pedido, donde la condición la determina el nivel de stock existente y la cantidad que se pide es fija. En estos casos, se solicita un nuevo lote cuando el nivel de stock alcanza un punto concreto "*Order Up to Level*" (OUL) dependiente de la demanda hasta la llegada del pedido y manteniendo el lote pedido la misma cantidad.
2. Gestión por aprovisionamiento periódico (modelo de trabajo empelado por la empresa). En estos casos, la condición la fija un elemento temporal y la cantidad a pedir es variable. Es decir, se fija cada cuánto tiempo hay que lanzar el pedido y la cantidad pedida depende de nivel de inventario, de la demanda durante el periodo o bien de las condiciones y restricciones del sistema.

4.3 Stock de Seguridad

El stock de seguridad es la cantidad de producto que se quiere disponer en el almacén al recibir el siguiente pedido si se cumple la previsión de demanda durante el plazo de aprovisionamiento para proteger el error que se hubiera podido cometer y garantizar así el servicio al cliente. [12] En esta situación se debe afrontar los incrementos de demanda como promociones o campañas estacionales.

Existen dos aspectos que se deben tener en cuenta a la hora de planificar el nivel de inventario. Por un lado, aumentar el nivel de stock de seguridad incrementa la disponibilidad de producto y mejora el nivel de servicio. Por contraposición, incrementar el nivel de inventario aumenta también los costes de almacenamiento. [11, p. 47]

Para calcular el stock de seguridad conveniente en el almacén externalizado del sistema de distribución, se debe medir la incertidumbre de la demanda. Mediante la desviación estándar (σ) se estima la componente aleatoria de la demanda. Posteriormente, se determina el nivel de servicio de ciclo (NSC) deseado para el cálculo del correspondiente stock de seguridad.

La relación del nivel de servicio con la desviación típica es la siguiente:

NSC (%)	z_{sc}
95	1,65
97,5	1,96
99	2,33
99,5	2,58

Tabla 5: Relación del nivel de servicio con desviación típica

La fórmula para el cálculo del stock de seguridad en situaciones con una política de aprovisionamiento periódico es la siguiente, siendo (PA) el periodo de aprovisionamiento y (PR) el plazo de revisión.

$$SS = z_{sc} * \sigma * \sqrt{PA + PR}$$

Considerando el plazo de aprovisionamiento inmediato y el periodo de revisión coincidente con cada periodo (1). Para un nivel de servicio del 99% el stock de seguridad será:

$$SS = 2,33 * 1282 * \sqrt{1} = 2987 \text{ Kg}$$

Redondeando al alza, el stock de seguridad se establece por tanto en **SS = 3.000 Kg**

4.3.1 Limite stock almacenado

El stock de seguridad es el principal motivo de crecimiento de inventarios. En la gestión de stock, muestra la experiencia que si no se establecen mecanismos de control de los niveles de inventario, estos tienden inevitablemente a crecer. Por

ello, resulta necesario establecer mecanismos de control como limitar el valor monetario que se puede mantener o los metros cúbicos disponibles para almacenamiento. [12]

En el caso que nos ocupa, el principal limitante es la obsolescencia del producto. Una vez se generan stocks obsoletos, los CL del cliente no acepta la mercancía y esta debe ser canalizada por otras vías, como se detalla en posteriormente en el subapartado 6.3.2.2 Obsolescencia de producto: Por otro lado, el incremento del nivel de inventarios aumenta los costes de almacenamiento.

El nivel máximo recomendable viene determinado por la siguiente ecuación:

$$N_{max} = d * (PA + PR) + Z_{sc} * \sigma * \sqrt{PA + PR}$$

Asumiendo del mismo modo un PA inmediato y un PR semanal, el nivel máximo hasta el que suministrar al depósito para un 99% de nivel de servicio será:

$$N_{max} = 3267 * 1 + 2,33 * 1282 * \sqrt{1} = 6254 \text{ Kg}$$

Queda por tanto establecido el límite de almacenamiento recomendado $N_{max} = 6254 \text{ Kg}$. El propósito es disponer de capacidad para satisfacer los picos de demanda (campañas y promociones) y del mismo modo, cubrir las posibles faltas de suministro desde el CP (centro productivo) en Valencia -ES46-, ya sea por problemas de producción o bien logísticos (transporte).

4.4 Cálculo cantidad óptima de pedido (EOQ) [11]

Para calcular la cantidad de producto a suministrar al depósito externo, se emplea el método de cálculo de cantidad óptima de pedido, con el fin de determinar la cantidad más idónea de suministro.

El número de lanzamientos, es decir periodos o número de pedidos, será la demanda prevista anual (D) dividida por el tamaño de lote de compra (Q). De acuerdo con las condiciones de cliente existe un compromiso de demanda de 3.000 Kg semanales con su desviación correspondiente, siendo en el histórico del ejercicio del 2019 la demanda anual de 170.000 Kg. Por lo que se debe calcular el número de periodos o lanzamientos a realizar:

$$N = \frac{D}{Q}$$

$$N = 170000/3000 = 56,6$$

El resultado se debe ajustar a las 52 semanas del año natural y por tanto el número total de lanzamientos. Con este nuevo dato se recalcula el tamaño de lote de compra (Q)

$$Q = 170000/52 = 3269 \text{ Kg}$$

El Coste de lanzamiento (S) se determina como el coste de transporte de la cantidad de tamaño de lote estándar (Q), más el coste de set-up o preparación de la

línea de producción. Lo que supone un coste fijo de 3.150€ por lanzamiento, es decir cada aprovisionamiento al depósito externo. Este coste resultaría inversamente proporcional a la cantidad suministrada al depósito.

El coste de mantenimiento o almacenamiento está directamente relacionado con el mantenimiento del producto en el depósito del operador 3PL y es proporcional a la cantidad suministrada. Al tratarse de un servicio totalmente externalizado en esta etapa, los costes son variables y proporcionales a la cantidad almacenada. Según la tarifa vigente de la empresa proveedora de servicios logísticos, el coste de almacenamiento en depósito externo es de 0,05 €/ kilo* semana. La fórmula de EOQ representa al coste de mantenimiento de la siguiente forma:

$$\text{coste almacenamiento} = h \frac{Q}{2} = 0,05 * \frac{3269}{2}$$

La fórmula de cantidad óptima de pedido EOQ es la siguiente:

$$\dot{Q} = \sqrt{\frac{2 * D * S}{h \frac{Q}{2}}}$$

$$\dot{Q} = \sqrt{((2 * 170000 * 3150)/(0.03 * 3269/2))} = 3620 \text{ Kg}$$

Por lo que la cantidad ideal de lote seria de 3.620 Kg

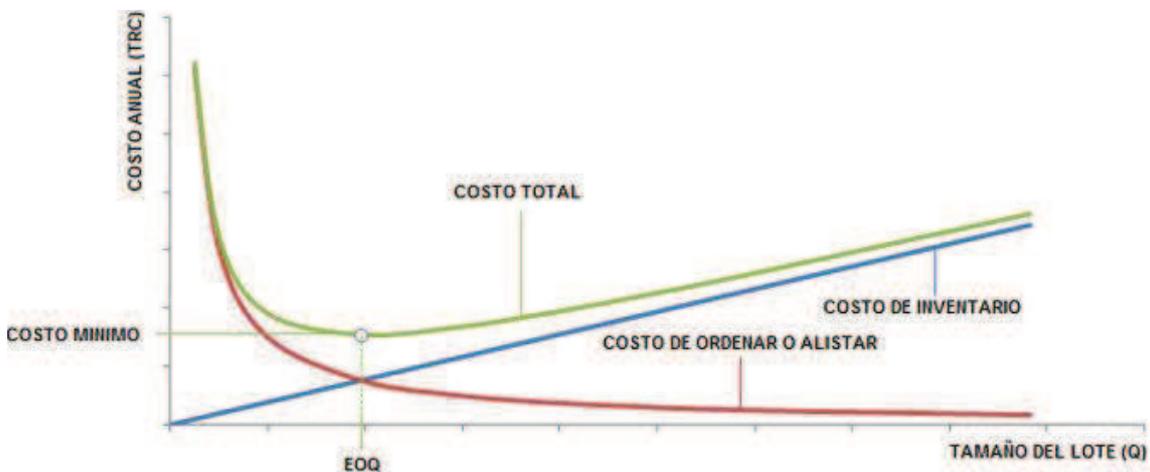


Ilustración 9: Grafico modelo EOQ estándar (Fuente: Ingenieriaindustrialonline.com) [13]

Como puede observarse en la Ilustración 9, el punto óptimo se encuentra en la intersección de los costes de mantenimiento y coste de lanzamiento. Es en esta parte donde la curva de la suma de costes totales (C_t) tiene un perfil más plano, lo que permite un margen de movimiento para adaptar la cantidad de pedido a las condiciones técnicas propias del sistema sin variar en exceso el punto óptimo del pedido.

4.4.1 Ajuste de la cantidad óptima de pedido (EOQ)

El siguiente paso consiste en adaptar el punto óptimo de pedido a las condiciones propias del sistema. Para ello hay que considerar la configuración de los pallets de producto terminado (300 Kg / pallet), así como realizar una serie de iteraciones con cantidades múltiplos de 300 kg para determinar la cantidad de trabajo más adecuada.

Teniendo en cuenta el dato de $EOQ=3620$ Kg y la restricción por paletizado, el primer ajuste se determina en $(Q)=3900$ Kg al redondear al alza dicha cantidad. Como puede verificarse en la literatura: Las soluciones óptimas tienen un nivel de sensibilidad muy bajo. Es decir, que afortunadamente para el sistema económico y para las empresas individuales, no es necesario ajustarse estrictamente al punto óptimo y los redondeos, mejor al alza que a la baja, funcionan correctamente. [12] Lo que justifica la decisión de redondeo a $Q=3900$ Kg.

Posteriormente se realiza una simulación sobre el histórico de demanda empleando la cantidad seleccionada de pedido $(Q)=3900$ Kg.

La simulación de la demanda en $(Q)=3900$ Kg aporta los siguientes resultados:

Q ajustada (Kg)	Roturas (%)	stock	Obsolescencia (%)	<3.000 kg stock seguridad (%)
3900 kg	0 % demanda		8,38% producción	0/52; 0 %

Tabla 6: Características simulación $Q=3900$ KG

ANEXO I: SIMULACIÓN $Q=3900$ KG PARA AJUSTE EOQ

Para $Q=3900$ Kg, los datos de la simulación muestran un porcentaje de roturas de stock es de un 0% - un buen indicador al no producirse deficiencias en el nivel de servicio- Otro indicador positivo es el volumen medio almacenado en el deposito externo que en ninguno de los 52 periodos es inferior al límite del stock de seguridad determinado. No obstante, la cantidad de trabajo $Q=3900$ Kg presenta un porcentaje de obsolescencia del **8,38%** sobre el volumen fabricado, es decir 17.000 Kg anuales de mercancía no aceptada por el cliente. Una circunstancia que no permite que este modelo de trabajo sea viable a medio plazo.

Con el fin de incidir sobre la obsolescencia del producto, se realizan una serie de iteraciones con cantidades de trabajo inferiores. Una cantidad menor de trabajo afecta de manera directa al volumen de mercancía almacenada en el operador logístico y a su vez al indicador de la obsolescencia - La cantidad media almacenada es un parámetro directamente proporcional a la obsolescencia-

CANTIDAD DE TRABAJO → PRODUCTO MEDIO ALMACENADO → OBSOLESCENCIA

Las nuevas cantidades de interacción deberán ser inferiores, además de múltiplos de 300 Kg según la configuración de los pallets. Por tanto, se establecen en $Q=3600$ Kg y $Q=3300$ Kg.

A continuación se indican los resultados de la simulación de la demanda con Q=3600Kg:

Q ajustada (Kg)	Roturas (%)	stock	Obsolescencia (%)	<3.000 kg stock seguridad (%)
3600 Kg	0% demanda		3,31% producción	3/52; 5%

Tabla 7: Características simulación Q=3600Kg

ANEXO II: SIMULACIÓN Q=3600 KG PARA AJUSTE EOQ =MODELO 1

Para Q=3600Kg, el nivel de servicio se mantiene en el valor máximo, al no sufrir ninguna rotura por stock en el total de los periodos. Por otra parte, se reduce considerablemente y tal como se pronosticaba, el porcentaje de obsolescencia, pasando este a representar el 3,31% del volumen de producto fabricado.

En cuanto al stock de seguridad, se observa un ligero aumento de la cantidad de semanas con un stock medio por debajo del límite establecido. 3 de 52 semanas, lo que supone aproximadamente el 5%.

A continuación, se realiza la simulación sobre la cantidad de trabajo Q= 3300 Kg obteniendo los presentes resultados:

Q ajustada (Kg)	Roturas (%)	stock	Obsolescencia (%)	<3.000 kg stock seguridad (%)
3300 Kg	0,47% demanda		0% v. producción	25/52; 48%

Tabla 8: Características simulación Q=3300Kg

ANEXO III: SIMULACIÓN Q=3300 KG PARA AJUSTE EOQ

Para Q=3300 Kg, los datos reflejan primeramente la completa desaparición de producto obsoleto –todo el producto almacenado en el operador logístico está dentro de los límites requeridos por el cliente y es susceptible de ser expedido a los CL del cliente en caso de aumentar la demanda-

Por contraposición, empeoran tanto los indicadores del nivel de servicio como de stock de seguridad. El porcentaje de roturas de stock resulta de un 0,47 % del total de la demanda (800 Kg). Si bien es cierto que es una cantidad prácticamente despreciable, se debe tener en cuenta la importancia del nivel de servicio frente al resto de variables, y de acuerdo con el planteamiento estratégico de la empresa, resulta prioritario corregir las deficiencias que afecten al mismo. Ver la Sección 6.3 Planteamiento Estratégico.

También se ve afectada la variable del stock de seguridad, pasando a un total de 25 semanas las comprometidas con un nivel medio de stock por debajo del establecido, es decir prácticamente la mitad del año natural.

En conjunto, empeoran tras este último ajuste las variables analizadas. Por lo que resulta un modelo de trabajo arriesgado e inviable a medio plazo.

4.4.2 Selección cantidad de trabajo operativa

Tras el análisis del apartado anterior y realizando la comparativa entre las iteraciones de los modelos simulados, se puede observar que tanto las cantidades de $Q=3900$ Kg y $Q=3300$ Kg son inadecuadas, bien por exceso de producto en el caso de $Q=3900$ Kg o por defecto, como es con el ajuste en $Q=3300$ Kg.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras el análisis:

Q ajustada (Kg)	Roturas (%)	stock	Vida útil (%)	<3.000 kg stock seguridad (%)
3900 kg	0 %		8,38% volumen	0/52; 0 %
3600 Kg	0%		3,31% volumen	3/52; 5%
3300 Kg	0,47%		0 %	25/52; 48%

Tabla 9: Selección de cantidad optima de trabajo

Tras los resultados la decisión final para la cantidad de trabajo se determina en **(Q)=3600 Kg.**

A partir de este cálculo, en todos los modelos de diseño de cadena de suministro se establecerá cantidad de pedido previamente definida de $(Q)=3600$ Kg.

4.5 Externalización de los Servicios Logísticos

La externalización es la acción por la cual una empresa delega una porción de su proceso en una compañía externa para desempeñar más eficientemente el trabajo. La primera organización queda libre para enfocarse en la función central de su negocio. Los objetivos tienden a conseguir mayor rendimiento, calidad y ahorro, de forma que los costes fijos se convierten en variables. [7, p. 318]

La necesidad surgida de en la empresa para optar por la externalización de servicios logísticos, no solo reside en los motivos anteriormente citados, sino además por la propia viabilidad de la cadena de suministro. El plazo de entrega en las plataformas logísticas es de 24/48 horas. Por tanto, resulta inviable el suministro de mercancía en tiempo y forma sin externalizar los servicios logísticos en un actor en el país de destino.

Resulta una práctica habitual en el sector de la Gran Distribución, pues en muchas ocasiones, tanto proveedores como distribuidores dejan en manos de los proveedores logísticos las actividades de almacenaje y transporte de los productos que se van a transferir. El grado de especialización de estas empresas permite un mayor desarrollo y eficiencia de la cadena de suministro. [7, p. 84]

4.5.1 Operadores logísticos 3PL

Modelo de externalización en un “*Third Party Logistics*” o 3PL: El operador logístico es responsable directamente de la ejecución del servicio que ha sido

externalizado. Es posible, que algunas de las actividades sean a su vez externalizadas por parte del propio operador logístico. No obstante, este se mantiene como primer responsable frente a la empresa de la prestación del servicio. La empresa que externaliza cede, durante un periodo de tiempo determinado, la responsabilidad sobre esta actividad en concreto, siendo el operador quien responde directamente sobre los resultados de esta. [7, pp. 318-319]

Resulta por tanto uno de los modelos más comunes de externalización en el sector del Gran Consumo (FMCG) y el elegido concretamente por la empresa. A la hora de seleccionar el proveedor más adecuado, se debe considerar que estos deben disponer de instalaciones con capacidad para almacenar la mercancía de los clientes que contratan sus servicios, así como una red de distribución lo suficientemente robusta que cumpla con las condiciones demandadas por la compañía.

Por último, hay que destacar que del mismo modo que entre proveedor y distribuidor, el flujo de información juega un papel fundamental, el intercambio de información entre ambos y el proveedor logístico es un factor crítico. Además, el beneficio derivado de incluir un proveedor logístico en el proceso solo se produce cuando se establece con este un acuerdo de colaboración a largo plazo. [7, p. 84]

4.6 Simulación por Eventos

La simulación por eventos es una técnica para representar el comportamiento de sistemas reales. Los procesos de una organización se pueden describir con una serie de eventos separados y discretos que ocurren a lo largo del tiempo y que alteran el estado de un sistema. [14] La simulación por eventos es una herramienta muy extendida en los campos de la logística y cadena de suministro que se emplea para la evaluación de procesos operacionales o reingeniería de procesos. A diferencia de los métodos matemáticos, que trabajan de forma analítica y la complejidad puede ser excesiva; en los métodos de simulación, se trabaja de forma empírica llegando a una solución suficientemente aceptable.

En el método de simulación por eventos discretos, cada evento se define por el momento temporal donde se produce las alteraciones del sistema. En el caso de la empresa objeto de estudio, es la entrada y salida de mercancía en cada una de las semanas lo que determina los periodos de trabajo. Es decir, los eventos discretos de la simulación.

Para realizar las simulaciones empíricas en el sistema se empleará el software MS Excel. En la simulación se emplea un modelo histórico de demanda dividido en eventos semanales durante el año natural. (52 semanas). Mediante tabla de doble entrada, se parametriza las salidas de producto semanal – demanda semanal frente a cantidad almacenada en el depósito externo y se cuantifica por otra parte el tiempo que permanece almacenada la mercancía (trazabilidad de lote

producción) con el motivo de controlar la obsolescencia del producto. Cabe destacar que a fin de evitar la obsolescencia del producto se emplea una dinámica de trabajo FEFO “*First Expired First Out*” en el almacén externo, para realizar las expediciones a los centros logísticos.

5 METODOLOGÍA EMPLEADA

En el presente capítulo se muestra la metodología empleada para el desarrollo del TFM. La representación se realiza mediante diagramas de procesos. Por una parte, el diagrama de procesos principal que muestra la perspectiva general del estudio, seguido de los diagramas de los subprocesos desagregados que derivan del principal.

5.1 Diagrama Principal de Procesos

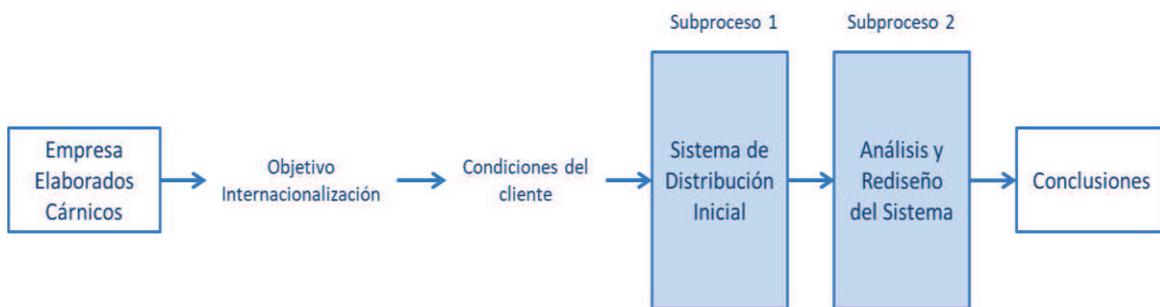


Ilustración 10: Diagrama principal de procesos (Fuente: Elaboración propia)

5.1.1 Subproceso 1: Estructura del sistema de distribución inicial.



Ilustración 11: Diagrama subproceso 1 Estructura del sistema de distribución inicial (Fuente: Elaboración propia)

5.1.2 Subproceso 2: Análisis y rediseño del sistema

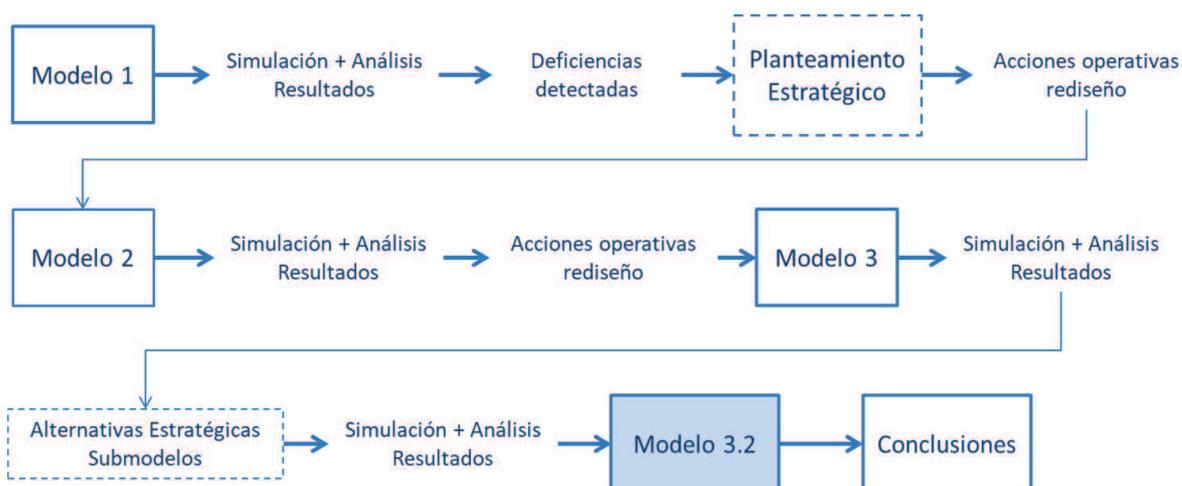


Ilustración 12: Diagrama Subproceso 2 Análisis y rediseño del sistema (Fuente: Elaboración propia)

6 ANÁLISIS DE PROBLEMAS Y PROPUESTAS DE MEJORA

El presente Capítulo comienza con el análisis del modelo seleccionado desde el que se extraen las principales deficiencias que presenta el sistema. Estas deficiencias, convenientemente clasificadas según su prioridad, determinan el planteamiento estratégico de la empresa. Una vez definido el planteamiento estratégico se realizan las acciones operativas necesarias para el rediseño de la cadena de suministro.

6.1 Análisis del Modelo1 (Q= 3600 kg)

El Modelo1 sigue la estructura del sistema de distribución definido, además de los posteriores ajustes realizados en la sección 4.4 Calculo cantidad óptima de pedido (EOQ). La estructura del sistema de distribución, así como sus procesos han sido previamente definidos en el Capítulo3 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA Y SU ESTRUCTURA

6.1.1 Resultados Modelo 1:

A continuación, se muestran los resultados obtenidos tras la simulación del modelo.

	Roturas stock (%)	Vida útil (%)	<3.000Kg reserva (%)
Modelo1 (Q=3600Kg)	0%	3,31% volumen	3/52; 5%

Tabla 10: Resultados tras simulación Modelo 1

ANEXO II: SIMULACIÓN Q=3600 KG PARA AJUSTE EOQ= MODELO1

Favorables:

- 1- Sin roturas de inventario. Máximo nivel de servicio

Desfavorables:

- 1- Elevados costes económicos. Ver Capítulo 8 COSTES ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
- 2- Obsolescencia del producto

Una vez obtenidos los resultados, resulta conveniente contrastarlos con las previsiones del comportamiento del sistema descritas en la sección 3.5 Comportamiento esperado del Sistema de Distribución.

Al tratarse de un modelo de trabajo que minimiza los riesgos de rotura de stock, el nivel de servicio resulta excelente. Pero por el contrario se incurre en elevados costes de operación que tendrán que mejorarse en el posterior rediseño del sistema. En cuanto a la obsolescencia del producto - a pesar de trabajar con una alta rotación - esta resulta relativamente elevada, representando el 3,31% del volumen. Del mismo modo que los costes económicos, ambos aspectos deberán ser mejorados en el futuro rediseño del sistema de distribución.

6.2 Deficiencias Detectadas del Sistema de Distribución

Las deficiencias e incidencias más relevantes detectadas mediante el conjunto de simulaciones realizadas sobre el actual sistema de distribución son las siguientes:

Primeramente, la falta de producto o roturas de stock que implica incumplimiento de la entrega de los pedidos comprometidos. Los costes por no disponer de producto cuando es requerido son complejos de evaluar: “Si disponer de producto cuenta dinero, más caro es no disponer del mismo cuando se necesita” [12]. En este escenario de trabajo, las consecuencias, directas y medibles de falta de servicio por rotura de stock son la pérdida de la venta y la penalización correspondiente que esta conlleva. Estas circunstancias, como más adelante se detallará, definen las prioridades estratégicas.

En términos generales debe considerarse que a medida que el stock de seguridad aumenta, crecen los costes de mantenimiento, mientras que los costes asociados a la ruptura de stock disminuyen. Seguidamente se muestra una representación general del balance de costes entre cantidad almacenada-costes de rupturas:



Ilustración 13: Balance entre costes de almacenamiento y costes de ruptura de stocks (Fuente: Gestión de Stocks de Demanda Independiente) [12]

Seguidamente un exceso de producto - ya sea manufacturado o almacenado- deriva en la obsolescencia del mismo. La obsolescencia se entiende como un consumo prematuro de la vida útil por debajo del límite de aceptación del cliente de $(1/3)$ vida útil. Circunstancia que provoca el rechazo de la mercancía en las plataformas del cliente, con la consecuente pérdida de la venta y afectación en el nivel de servicio.

Por último, las deficiencias encontradas en el mantenimiento del stock de seguridad establecido en el depósito externo. Si la cantidad almacenada queda por debajo del stock de seguridad, aumenta el riesgo de no poder servir los pedidos del siguiente periodo. En estos casos, resultaría determinante una demanda inferior a la esperada o bien la rapidez en el suministro de nuevo género al almacén.

Fuera de los parámetros operativos o de servicio, se pretende reducir costes económicos en la red de distribución, especialmente en la etapa intermedia de aprovisionamiento al operador logístico en Alemania. (Ver Capítulo 8 COSTES ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN).

6.3 Planteamiento Estratégico

Una vez analizado el sistema y detectadas las deficiencias, se puede establecer un planteamiento estratégico con el objetivo de articular la mejora del sistema de distribución.

6.3.1 Clasificación de Parámetros

El marco de referencia para evaluar la cadena de suministro se clasifica en tres grandes perspectivas. La perspectiva del cliente, la interna (procesos y recursos) y finalmente una perspectiva financiera global. [7, pp. 312-313]

Por tanto, cada una de las visiones engloba una serie de indicadores (KPI) propios que pueden agruparse en indicadores logísticos de servicio, o bien indicadores financieros.

A raíz de las incidencias identificadas, se definen los siguientes parámetros en los que basar los cambios estratégicos (KPI's):

1. Nivel de servicio, producido bien por exceso o falta de producto
2. Obsolescencia del producto – mantenimiento de la vida útil dentro de los estándares requeridos por el cliente- que de forma indirecta puede afectar al nivel de servicio.
3. Mantenimiento del Stock de seguridad en el depósito externo 3PL. Niveles de inventario inferiores al límite establecido del stock de seguridad, aumenta el riesgo de falta de servicio.
4. Reducción de costes económicos con el fin de mejorar la competitividad de la empresa. Considerando los importantes gastos derivados de la externalización y del mantenimiento de la estructura de la cadena de suministro.

Resulta fundamental definir correctamente los parámetros estratégicos en los que se desea incidir para posteriormente actuar sobre estos con una serie de acciones operativas que definirán la metodología general de trabajo. Cualquier empresa que se precie, y cuyo objetivo sea garantizar un beneficio, debe orientar a toda la organización hacia la consecución de sus objetivos estratégicos. [7, p. 45]

6.3.2 Prioridad en Decisiones Estratégicas

Para poder definir la metodología de trabajo y especialmente para la toma de decisiones, se debe clasificar por orden de prioridad los parámetros estratégicos definidos según el criterio de actuación. Esta clasificación se realiza a criterio de la empresa de elaborados cárnicos, teniendo en cuenta las condiciones establecidas con el cliente.

6.3.2.1 Nivel de servicio:

Es el indicador principal y prioritario. El objetivo se establece en cumplir en su totalidad (NSC=99%) los pedidos comprometidos con el cliente. Las deficiencias en el nivel de servicio suponen no solo la pérdida de la venta, sino las penalizaciones asociadas a las entregas fallidas. Una práctica ampliamente instalada en el sector del Gran Consumo (FMCG).

La pérdida de confianza generada en el cliente, aun siendo un concepto más ambiguo, no resulta despreciable. El cliente tiene establecidos estándares de calidad que determinan la elección de sus proveedores, donde el nivel de servicio desempeña un papel fundamental, poniendo en riesgo la continuidad contractual a medio o largo plazo. En última instancia, todos estos factores influyen en la pérdida de competitividad frente a otras empresas del sector.

6.3.2.2 Obsolescencia de producto:

Es la segunda variable por orden de importancia. La primera consecuencia de generar mercancía obsoleta es la imposibilidad de servir los pedidos, en caso de no disponer de género más reciente. Además de la consiguiente pérdida de la venta, influye negativamente en el nivel de servicio. De hecho, desde la perspectiva del cliente, resulta indiferente que la falta de servicio venga ocasionada por roturas en el stock, o bien sea por un exceso de producto que no cumple con las condiciones de entrega.

Desde la perspectiva de la empresa, disponer de producto almacenado rechazado por el cliente, supone problemas adicionales que añade distorsión y complejidad a la red de distribución. Al no poder expedir la mercancía por el circuito ordinario, es necesario canalizarla por vías alternativas y que de esta forma suponga un menor impacto económico.

El circuito alternativo es la venta del producto a mayoristas o saldistas – lógicamente a un precio mucho menor- pero que consiga minimizar en la medida de lo posible la pérdida económica (costes asociados de producción, transporte y almacenamiento). Conviene recordar que el producto no está caducado, sencillamente, no cumple con las condiciones establecidas de 1/3 de la vida útil propias de la Gran Distribución y que por tanto existen otras compañías dispuestas a comercializar este tipo de producto.

En caso de no ser posible la venta vía mayorista, y siguiendo la política de responsabilidad social de la empresa, la mercancía se donaría a instituciones como ONG o banco de alimentos, para de esta forma evitar su desperdicio.

6.3.2.3 Stock de seguridad (SS):

No cumplir con el límite de stock de seguridad establecido, aumenta el riesgo de incurrir en faltas de servicio ya sea en periodos de demanda regular o especialmente cuando se producen aumentos o grandes fluctuaciones de esta.

La variable afecta indirectamente al nivel de servicio y concretamente no resulta un indicador esencial en la toma de las decisiones en niveles tácticos o de planificación. En el nivel operativo si pueden establecerse decisiones como el lanzamiento de producción en semana n+1 o adelantar producción en cuando se sobrepase los límites de SS. El control y gestión del SS podría entenderse no como un fin es sí mismo, sino como un medio para la consecución de los objetivos estratégicos.

6.3.3 *Perspectiva Económica*

Factor externo que afecta al conjunto de la cadena de suministro y de forma directa a la competitividad de la empresa. La perspectiva económica es independiente de las anteriores variables logísticas o de servicio, por lo que resulta conveniente no

incluirla en la anterior clasificación de prioridades. Los costes económicos son una constante que siempre se pretende mejorar en cualquier organización empresarial. Especialmente importante resulta en la gran distribución (FMCG), ya que se trabaja con productos relativamente baratos y con márgenes muy pequeños. Resulta esencial reducir costes, especialmente en el área logística y a lo largo de la cadena de valor con el fin de mejorar la competitividad de la empresa con respecto a la competencia en el sector.

Reducir costes, no solo es una necesidad, sino que debe ser parte de la estrategia de negocio de cualquier tipo de empresa para ser exitosa y mantenerse en la preferencia de clientes y consumidores, pues especialmente hoy en día, son los que determinan las condiciones del mercado. [7, p. 415]. Por último, destacar que si bien es cierto que la perspectiva económica es independiente de las variables logísticas, resulta evidente que existe una estrecha relación entre ambas. Por lo que una buena gestión de las perspectivas cliente, recursos y procesos, conducen inexorablemente a unos buenos resultados financieros.

7 IMPLANTACIÓN OPERATIVA PARA REDISEÑO DEL SISTEMA

En el presente Capítulo se efectúan las acciones operativas que generan los nuevos rediseños (Modelos) del sistema de distribución. Posteriormente se analizan los diferentes modelos propuestos mediante la simulación por eventos, hasta obtener el modelo más adecuado para la empresa en sintonía con sus objetivos estratégicos.

7.1 Modelo2 (Q= 3600 Kg)

Para determinar el nuevo diseño de sistema de distribución (Modelo2) se realizan una serie de acciones operativas que se describen a continuación. Los cambios afectan a la política de gestión de stocks, tanto en la decisión de cuando pedir como cuanto pedir. Se produce un cambio del evento que determina el momento de suministro y la alteración de la cantidad a pedir en cada periodo como se detalla seguidamente.

Con el objetivo de incidir en los costes de transporte se plantea un cambio operativo en el suministro de producto al depósito externo. Pasando de un envío semanal empleando el servicio de transporte en grupaje, al envío de un único camión completo. Este hecho obliga a aumentar el periodo de suministro pasando de 1 a 3 semanas. Del mismo modo, el cambio fuerza a una modificación en las cantidades producidas para ajustar la fabricación durante las 3 semanas entre suministro a la capacidad completa del camión.

La secuencia de suministro al depósito es la siguiente:

- 1- Producción contra stock (MTS) de cantidad determinada de 3600 Kg en periodos semanales. Una vez fabricado el producto pasa inmediatamente a formar parte del stock del almacén en el centro productivo en origen.
- 2- El producto no se envía inmediatamente al depósito externo, se retiene en el centro productivo a la espera de disponer del volumen necesario para completar un camión completo. Es decir, 33 pallets y 9900 Kg de producto.
- 3- Flete de camión completo una vez fabricados los 9900 Kg de producto. Los envíos se producen cada tres semanas. Recepción en el almacén externo e inmediata puesta a disposición del producto para su expedición a las plataformas logísticas.

Resulta necesaria la modificación del plan de producción cada tres periodos para poder realizar un ajuste a la cantidad de 9900 kg.

Semana 1	3.600 Kg
Semana n+1	3.600 Kg
Semana n+2	2.700 Kg

Tabla 11: Secuencia de producción en el Modelo2

7.1.1 Resultados Modelo 2:

Una vez realizada la simulación sobre el Modelo 2 se obtienen los siguientes resultados:

	Roturas (%)	stock	Vida útil (%)	<3.000Kg reserva (%)
Modelo2 (Q=3600Kg)	0,88 % volumen		0,28% volumen	9/52; 17%

Tabla 12: Resultados tras simulación Modelo 2

ANEXO IV: SIMULACION MODELO 2 (Q=3600 KG)

Favorables:

- 1- Reducción de costes de transportes. Ver Capitulo 8 COSTES ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
- 2- Reducción de la obsolescencia del producto

Desfavorables:

- 1- Aumento de roturas de inventario
- 2- Aumento de periodos por debajo de SS

7.2 Modelo3 (Q= 3600 Kg)

El principal cambio se produce en la modificación del plan de producción con el objetivo de flexibilizar líneas de fabricación que entre otras razones, incide de forma directa en la frescura del producto afectando a la obsolescencia del mismo. El cambio en la estrategia de producción, implica alternar periodos (semanas) con fabricación=0 y periodos con fabricación máxima=9900 Kg para completar la capacidad de un camión. La estrategia de flexibilizar al máximo posible las líneas de producción, se plantea con el fin de “liberar” las líneas, para la fabricación de otras referencias que comparten similitudes en el proceso productivo.

Como se extrae de la literatura, se trata de una estrategia cada vez más extendida en el sector de la Distribución, que se ha acentuado especialmente en los últimos años. Anteriormente era habitual en las empresas fabricantes (proveedoras), que las líneas de producción y envasado fabricaran el mismo producto durante largos periodos de tiempo sin necesidad de realizar cambios de formato. El volumen por producto era tal, que la estrategia se basaba en la realización de grandes lotes en el mínimo tiempo posible. La diversidad de productos requerida por los clientes y el hecho de que los volúmenes por referencia fueran cada vez menores, obligaron a los proveedores a cambiar sus diseños productivos por otros que permitieran líneas de producción más flexibles. Es decir, líneas de producción capaces de realizar lotes de productos de un volumen relativamente pequeño sin perder mucho rendimiento en los cambios de formato o producto [7, pp. 82-83].

La empresa comercializa un gran número de referencias entre los diferentes clientes, por lo que aplica una estrategia de flexibilización de la producción frente a una estrategia de producción más ajustada y alineada a la demanda – *estrategia lean*- La secuencia de producción queda de la siguiente forma:

Semana 1	0 Kg
Semana n+1	0 Kg
Semana n+2	9900 Kg

Tabla 13: Secuencia de producción en el Modelo 3

El suministro a depósito se mantiene igual que el Modelo2. Envío con camión completo cada 3 periodos, una vez alcanzada la cantidad de producto necesario (33pal = 9900Kg).

7.2.1 Resultados Modelo 3:

Una vez realizada la simulación sobre el Modelo 3 se obtienen los siguientes resultados:

	Roturas (%)	stock	Vida útil (%)	<3.000Kg reserva (%)
Modelo3 (Q=3600Kg)	0,88 % volumen		0,06 % volumen	9/52; 17%

Tabla 14: Resultados tras simulación Modelo 3

ANEXO V: SIMULACIÓN MODELO 3 (Q=3600 KG)

Favorables:

- 1- Flexibilidad en las líneas de producción
- 2- Reducción de costes. Ver Capitulo 8 COSTES ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN
- 3- Reducción de la obsolescencia del producto

Desfavorables:

- 1- Roturas igual que Modelo 2 (No se produce mejora)
- 2- Periodos por debajo nivel SS igual que Modelo 2 (No se produce mejora)

7.3 Alternativas de Mejora del Modelo 3 (Q=3600 Kg)

Una vez analizado y obtenido los resultados del Modelo 3, se siguen observando algunas deficiencias en los indicadores estratégicos de la empresa (Principalmente las roturas de stock, seguido del stock de seguridad).

Para conseguir subsanar dichas incidencias y continuar con la mejora del rediseño del sistema, se plantean una serie de alternativas sobre el Modelo 3. Dado que las diferentes estrategias conservan la operativa esencial del Modelo 3 (Producción en paralelo con la flexibilización de líneas fabricación y suministro a deposito consolidado en camión completo cada 3 semanas), no pueden considerarse como modelos nuevos, sino como alternativas al mismo.

Las diferentes estrategias, tienen en común el nivel de stock de seguridad como evento en la toma de decisiones en el aprovisionamiento al depósito:

Estrategia1: Pedido adicional -lote óptimo de producción Q=3900 Kg- en función del SS y transporte mediante grupaje. Posteriormente se mantiene la misma operativa de trabajo. Se incluye una política de gestión de stocks por punto de pedido vinculado al nivel del SS.

- Si $SS < 3.000 \text{ Kg}$ → S1 (3900 Kg) + S2 (operativa estándar 9900 Kg)

ANEXO VI: SIMULACIÓN ESTRATEGIA 1 (MODELO 3.1)

Estrategia2: Adelanto de suministro del camión completo en función del SS.

- Si $SS < 3.000\text{Kg}$ → S1 (9900Kg) + S2 (0 Kg)

ANEXO VII: SIMULACIÓN ESTRATEGIA 2 (MODELO 3.2)

Estrategia3: Partición lote en función del SS.

- Si $SS < 3.000\text{Kg}$ → S1 (3.900 Kg) + S2 (6.000 Kg)

ANEXO VIII SIMULACIONES ESTRATEGIA 3 (MODELO 3.3)

Tras las simulaciones de los 3 escenarios, se muestran a continuación los resultados:

	Roturas (%)	stock	Vida útil (%)	<3.000Kg reserva (%)
Modelo3.1 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)	0.00%		1,44% volumen	9/52; 17%
Modelo3.2 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)	0,00 % volumen		0,89% volumen	9/52; 17%
Modelo3.3 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)	0,53 % volumen		0,00 % volumen	11/52; 21%

Tabla 15: Comparativa de planteamientos de trabajo en el Modelo 3 (Q=3600 Kg)

7.3.1 Selección submodelo final respecto a la estrategia adoptada

Modelo3.1: Mejora roturas de stock respecto a Modelo 3, pero empeora obsolescencia respecto al mismo.

Modelo3.2: Mejora roturas stock respecto a Modelo 3, y mejora además obsolescencia respecto a Modelo 3.1 anterior.

Modelo 3.3: Mejora la obsolescencia respecto a Modelo 3.2, pero empeora el nivel de servicio al aumentar las roturas de inventario respecto a todos los modelos anteriores (Modelos 3, 3.1, 3.2). Por tanto modelo no valido.

En conclusión, y siguiendo las prioridades estratégicas de la empresa, se propone el **Modelo 3.2** como solución final al obtener los mejores resultados en conjunto.

8 COSTES ECONÓMICOS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN

En este capítulo se pretende abordar los aspectos económicos de las diferentes alternativas de distribución una vez completados y analizados los todos escenarios. En primer lugar, se detallan las condiciones de precios del mercado para seguidamente realizar los cálculos correspondientes.

Con el fin de facilitar la comprensión de la perspectiva económica, se han agrupado en el presente capítulo el conjunto de cálculos del proyecto, con independencia del proceso evaluado.

8.1 Tarifas de mercado

A continuación se detallan las condiciones de precios establecidas entre la empresa y los respectivos actores en la cadena de suministro. Cabe destacar que el transporte en grupaje viene definido por un escalado, mientras que el flete del camión se realiza a precio único.

Transporte en grupaje	
0 - 10 palet	230€/ pal
>10 palet	180 €/ pal
Transporte camión completo	
Flete camión 33 palet	3.100 €
Transporte 3PL - centros logísticos	
Precios fijos en grupaje en función de la localización geográfica.	-

Tabla 16: Precios de transporte internacional

Coste de almacenamiento: Las tarifas de almacenamiento en el depósito vienen determinadas por cantidad y tiempo de almacenaje.

$$\text{Coste almacenamiento} = 0,05 \text{ € /kg} * \text{semana}$$

Coste de producción

Coste lanzamiento de línea	1350 €/semana
Capacidad producción línea	3000 Kg/ semana +/- 10%
Capacidad máxima línea	3900 kg (13 palet)
Capacidad mínima línea (lote mínimo)	2100 kg (7 palet)
Coste unitario producción (Q = 3000 Kg)	0,45 €/ kg

Tabla 17: Costes de producción

8.2 Cálculo de costes

Para todos los escenarios analizados, el coste logístico total (excluyendo la etapa de distribución desde el operador logístico a las plataformas del cliente), viene determinado por la siguiente ecuación:

$$C_T = C_p + C_{Te} + C_{mto}$$

El coste total será la suma de los costes de producción (C_p), los costes de suministro o transporte al operador logístico en Alemania (C_{Tte}) y el coste de almacenamiento de la mercancía en el depósito externalizado (C_{mto}).

Los costes vienen expresados en costes unitarios. Es decir, el coste por unidad base (**€/Kg**) y que sirve de referencia para comparar los diferentes escenarios. Finalmente, se calculan también los costes netos que expresan como el coste total en € del ejercicio natural.

8.2.1 Costes Modelo 1 ($\dot{Q}=3600Kg$)

8.2.1.1 Coste Producción:

La producción es constante por cada periodo

$$C_p = N * C_{ln} / P_{anual0}$$

$$C_p = 52 * 1350 / 187.200 = 0,38 \text{ €/kg}$$

$$\boxed{C_{p\text{neto}} = N * C_{ln} = 52 * 1350 = 70.200\text{€}}$$

8.2.1.2 Coste de transporte:

$$C_{Tte} = N * C_{unt} / P_{anual0}$$

$$C_{Tte} = 52 * 2160 / 187200 = 0,60 \text{ €/kg}$$

$$\boxed{C_{Tte\text{neto}} = N * C_{unt} = 52 * 2160 = 112.320\text{€}}$$

8.2.1.3 Coste almacenamiento

El flujo de inventario en el almacén es un elemento dinámico, por tanto para calcular el coste de almacenamiento, se considera el inventario medio semanal almacenado (mitad del mismo) $I_0/2$, en relación con el coste de almacenamiento unitario según la tarifa del proveedor de 0,05 €/kg * semana

$$C_{mto} = I_0/2 * C_{ivto} * N$$

$$C_{mto} = 12827/2 * 0,05 * 52 = 16.675\text{€}$$

8.2.1.4 Coste logístico total:

El coste logístico total del sistema de distribución viene determinado por la suma de los tres costes implicados en el proceso -costes de producción, costes de transporte y costes de mantenimiento-.

$$C_T = C_p + C_{Tte} + C_{mto} = 199.195\text{€}$$

8.2.2 Costes Modelo 2 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)

8.2.2.1 Coste producción:

Al realizar el consolidado es necesario reducir la cantidad de producción para completar los camiones. Durante el año, un total de 11 semanas la cantidad producida es de 2700 Kg. Por lo que el total de producto fabricado en el año será menor y puesto que el coste de producción es fijo para cada línea, el coste se calcularía de la siguiente forma:

$$C_p = N * C_{ln} / P_{anual1}$$

$$C_p = 52 * 1350 / 177.300 = 0,40 \text{ €/kg}$$

$$C_{p\text{neto}} = N * C_{ln} = 52 * 1350 = 70.200\text{€}$$

8.2.2.2 Coste transporte:

El cambio del modo de transporte - de grupaje a flete de camiones completos- repercute sobre el coste de transporte. Durante el año se enviarían un total de 11 camiones consolidando la mercancía producida en la semana en curso y en las dos anteriores.

$$C_{Tte} = (N_1 * C_{gpj}) + (N_2 * C_{cmp}) / P_{anual2}$$

$$C_{Tte} = \frac{17 * 2160 + 11 * 3100}{170100} = 0,42 \text{ €/kg}$$

$$C_{Tte\text{neto}} = (N_1 * C_{gpj}) + (N_2 * C_{cmp})$$

$$C_{Tte\text{neto}} = (17 * 2160) + (11 * 3100) = 70.820 \text{ €}$$

8.2.2.3 Coste de almacenamiento:

$$C_{mto} = I\phi / 2 * C_{ivto} * N$$

$$C_{mto} = 8779 / 2 * 0,05 * 52 = 11.413\text{€}$$

8.2.2.4 Coste logístico total:

$$C_T = C_p + C_{Tte} + C_{mto} = 152.433\text{€}$$

8.2.3 Costes Modelo 3 (Q=3600 Kg)

8.2.3.1 Costes de producción:

Las modificaciones en el plan de producción facilitan la flexibilización de las líneas, donde se produce un aumento de la capacidad en determinados periodos empleando 3 líneas de producción de forma simultánea.

$$C_p = \frac{(N_1 * C_{ln}) + (N_2 * C_{lnp})}{P_{anual2}}$$
$$C_p = \frac{(17 * 1350) + (11 * 4050)}{170100} = 0,40 \text{ €/kg}$$

$$C_{pneto} = (N_1 * C_{ln}) + (N_2 * C_{lnp}) = 17 * 1350 + 11 * 4050 = 67.500 \text{ €}$$

8.2.3.2 Costes de transporte:

La operativa de transporte sigue la misma dinámica que en el Modelo2, enviándose los camiones completos en los mismos periodos. Por lo que igualmente vendrá definido de la siguiente forma:

$$C_{Tte} = \frac{(N_1 * C_{gpj}) + (N_2 * C_{cmp})}{P_{anual2}}$$
$$C_{Tte} = \frac{17 * 2160 + 11 * 3100}{170100} = 0,42 \text{ €/kg}$$

$$C_{Tteneto} = (N_1 * C_{gpj}) + (N_2 * C_{cmp}) = 17 * 2160 + 11 * 3100 = 70.820 \text{ €}$$

8.2.3.3 Coste de almacenamiento

$$C_{mto} = I\phi/2 * C_{ivto} * N$$
$$C_{mto} = 8865/2 * 0,05 * 52 = 11.525 \text{ €}$$

8.2.3.4 Coste logístico total

$$C_T = C_p + C_{Tte} + C_{mto} = 149.845 \text{ €}$$

8.2.4 Costes Modelo 3.2 (Q=3600Kg)

El rediseño del Modelo 3.2 es el seleccionado conforme a las prioridades estratégicas de la empresa. Ver Sección 7.3 Alternativas de Mejora del Modelo 3 (Q=3600 Kg). Por tanto, únicamente se calculan sus costes, siendo innecesario realizar el cálculo de los otros dos rediseños previamente descartados en el apartado 7.3.1 Selección submodelo final respecto a la estrategia adoptada.

8.2.4.1 Coste producción:

Al adelantar el envío de un camión completo para garantizar el suministro, se obtiene un mayor número de pedidos de producción en paralelo $N_3 = 12$

$$C_p = \frac{(N_1 * C_{ln}) + (N_3 * C_{lnp})}{P_{anual3}}$$

$$C_p = (17 * 1350) + (12 * 4050) / 180.000 = 0,40 \text{ €/kg}$$

$$C_{pneto} = (N_1 * C_{ln}) + (N_3 * C_{lnp}) = 17 * 1350 + 12 * 4050 = 71.550 \text{ €}$$

8.2.4.2 Coste transporte:

La operativa de transporte sigue la misma dinámica que el Modelo3. No obstante al incluir el flete adicional de camión, aumenta el número de periodos de fabricación así como la cantidad de producto suministrada.

$$C_{Tte} = (N_1 * C_{gpj}) + (N_3 * C_{cmp}) / P_{anual3}$$

$$C_{Tte} = \frac{17 * 2160 + 12 * 3100}{180.000} = 0,41 \text{ €/kg}$$

$$C_{Tteneto} = (N_1 * C_{gpj}) + (N_3 * C_{cmp}) = 17 * 2160 + 12 * 3100 = 73.920 \text{ €}$$

8.2.4.3 Coste de almacenamiento

$$C_{mto} = I\phi / 2 * C_{ivto} * N$$

$$C_{mto} = 9510 / 2 * 0,05 * 52 = 12.363 \text{ €}$$

8.2.4.4 Coste logístico total

$$C_T = C_p + C_{Tte} + C_{mto} = 157.833 \text{ €}$$

9 COMPARATIVA

En el presente capítulo se muestra la comparativa completa entre los diferentes diseños de cadena de suministro estudiados. Los parámetros seleccionados son tanto logísticos como económicos y estos se muestran conjuntamente a fin de obtener la visión global que justifique la selección planteada por la empresa.

9.1 Comparativo de Indicadores KPI

Tabla con el conjunto de parámetros donde se muestra además la evolución de los indicadores a lo largo de los diferentes rediseños y estrategias analizadas desde el modelo inicial hasta el modelo seleccionado.

	Modelo1 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)	Modelo2 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)	Modelo3 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)	Modelo3.2 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)
Roturas stock (%)	0,00%	0,88%	0,88%	0,00%
Obsolescencia (%)	3,31%	0,28%	0,06%	0,89%
<3.000Kg SS (%)	3/52; 5%	9/52; 17%	9/52; 17%	9/52; 17%

C_p (€/ Kg)	0,38	0,40	0,40	0,40
C_{Tte} (€/Kg)	0,60	0,42	0,42	0,41
C_{mto} (€/Kg*semana)	0,05	0,05	0,05	0,05
C_p neto (€)	70.200	70.200	67.500	71.550
C_{Tte} neto (€)	112.320	70.820	70.820	73.920
C_{mto} neto (€)	16.675	11.413	11.525	12.363
Coste Logístico Total C_T (€)	199.195	152.433	149.845	157.833

Tabla 18: Comparativa general incluidos costes netos anuales

9.1.1 Comparativo modelo seleccionado respecto a modelo inicial

Para mostrar con mayor claridad los efectos y la evolución de los rediseños en el sistema, se extraen los datos necesarios para realizar una única comparativa entre el modelo final seleccionado Modelo 3.2 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$) y el modelo inicial de diseño Modelo1 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$).

	Modelo1 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)	Modelo3.2 ($\dot{Q}=3600\text{Kg}$)
Roturas stock (%)	0,00%	0,00%
Obsolescencia (%)	3,31%	0,89%
<3.000Kg SS (%)	3/52; 5%	9/52; 17%
C_p (€/ Kg)	0,38	0,40
C_{Tte} (€/Kg)	0,60	0,41
C_{mto} (€/Kg*semana)	0,05	0,05
C_p neto (€)	70.200	71.550
C_{Tte} neto (€)	112.320	73.920
C_{mto} neto (€)	16.675	12.363
Coste Logístico Total C_T (€)	199.195	157.833

Tabla 19: Comparativo del modelo final (M3.2) respecto al modelo inicial (M1)

- Nivel de servicio (NSC): El nivel de servicio al cliente se mantiene en el máximo nivel 100% al no incurrir en roturas de inventario (0,00%).
- Obsolescencia: La obsolescencia de producto se reduce hasta suponer únicamente el 0,89% del volumen fabricado. Resulta una mejora considerable, puesto que se trata de una cantidad mínima.

- Stock de Seguridad: Los periodos por debajo del límite de SS aumentan hasta las 9 semanas (17%). Este aumento no resulta relevante ya que además de ser el parámetro con menor nivel de prioridad, el nivel de servicio se mantiene el en máximo. El inventario excesivamente bajo pone en riesgo el nivel de servicio, por lo que siendo este el máximo, en la práctica no afecta en el sistema.
- Costes económicos: Los costes generados se reducen en **41.362 €** anuales. Es decir, una reducción del **20,76%** respecto al modelo inicial. El descenso de los costes es la mejora de mayor importancia que aporta el rediseño del sistema. En el desglose de costes totales, se observa que el coste de transporte C_{Tte} se deduce 38.400€ (34,18%) resultando ser la reducción más significativa. El coste de mantenimiento C_{mto} se reduce en 4.312€ (25,86%). Por el contrario el coste de producción sufre un ligero aumento de 1.350€ (1,92%) No obstante, este incremento resulta asumible para la empresa siendo la reducción de costes totales muy superior a los incrementos.

10 CONCLUSIONES

En el presente Capitulo se exponen las conclusiones al conjunto del trabajo realizado. Una vez definidos los rediseños del sistema de distribución, realizadas sus correspondientes simulaciones y analizado los resultados obtenidos; puede concluirse que la selección del nuevo modelo cumple con las expectativas proyectadas por la empresa en su planteamiento estratégico.

Realizando la comparativa entre el diseño seleccionado Modelo 3.2 y el diseño inicial Modelo 1, puede observarse un mantenimiento o bien una mejora en los parámetros principales definidos por la empresa. Estos son el nivel de servicio y la obsolescencia del producto. En el ámbito económico, el rediseño del sistema resulta especialmente ventajoso para la empresa, al reducir significativamente los costes operacionales.

11 BIBLIOGRAFÍA

- [1] A. Esteso, M. Alemany y A. Ortiz, «Conceptual framework for designing agri-food supply chains under uncertainty by mathematical programming models,» *Int. J. Prod. Res.* 56, pp. 4418-4446, 2018.
- [2] J. Maudos y J. Salamanca, «Observatorio sobre el sector agroalimentario español en el contexto europeo. Informe 2018,» Cajamar Caja Rural, 2018.

- [3] J. Montoriol Garriga, «Informe Sectorial Agroalimentario,» CaixaBank Research, 2020.
- [4] Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, «Informe Anual de la Industria Alimentaria Española. Periodo 2019-2020».
- [5] El Economista.es, «Alimentacion y Gran Consumo,» vol. Revista mensual, nº 98, junio 2021.
- [6] Mercasa, «Alimentacion en España 2020. Produccion, Industria, Distribución y Consumo,» Mercasa- Distribucion y Consumo, 2020.
- [7] FELOG de Caleruega, «El Libro Rojo de la Logistica,» AECOC EMPRESAS, 2015.
- [8] Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN), «Plan Nacional de Control Oficial de la Cadena Alimentaria,» 2016-2020.
- [9] J. P. Garcia-Sabater, «Cadena de Suministro y su Gestión,» RIUNET Repositorio UPV, 2020.
- [10] J. P. Garcia-Sabater, «Alinendo Operaciones con el Mercado y las Prioridades. Nota Técnica,» RIUNET Repositorio UPV, 2020.
- [11] J. P. García Sabater, M. Cardós Carboneras, J. M. Albarracín Guillem y J. J. Garcia Sabater, Gestion de stocks de demanda independiente, Editorial UPV.
- [12] J. P. Garcia-Sabater, «Gestion de Stocks de Demanda Independiente. Nota Técnica,» RIUNET Repositorio UPV, 2020.
- [13] B. Salazar López, «Ingenieria Industrial Online,» [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/>.
- [14] G. Pensa, «Altas Consultora,» 2020. [En línea]. Available: www.altasconsultora.com.
- [15] Å. Stenmarck, C. Jensen, T. Quested y G. Moates, «Estimates of European food waste levels,» IVL Swedish Environmental Research Institute, Stockholm, 2016.
- [16] AECOC, «Asociacion Española de Codificacion Comercial,» [En línea]. Available: <https://www.aecoc.es/servicios/implantacion/trazabilidad/>.

PRESUPUESTO

1 INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento, se detalla el presupuesto considerado en la contratación del presente Trabajo Fin de Máster. Se incluyen todos los recursos materiales, técnicos y humanos que intervienen en el estudio.

Los costes asociados al TFM son los siguientes:

- Costes directos de mano de obra
- Costes de amortización referente a equipos informáticos y software
- Gastos generales de estructura y costes indirectos

2 COSTES DIRECTOS DE MANO DE OBRA

Los costes directos de mano de obra tienen en cuenta el trabajo del profesional encargado del estudio.

- Técnico de Logística: Titulado Máster Universitario en Ingeniería Avanzada de Producción, Logística y Cadena de Suministro (MUIAPLCS).

El Salario bruto anual Técnico de Logística antes de impuestos es de 32.100€ y la jornada laboral para el año 2021 está establecida en 1.720 horas. Por tanto, precio de la hora es de 18,66 €/h, siendo la cantidad de horas invertidas en el proyecto de 450 horas.

A continuación, se muestra el calculo de coste directo de mano de obra (CMO):

$$CMO = 18,66 \frac{\text{€}}{h} * 450 h = 8.397\text{€}$$

3 COSTES DE AMORTIZACIÓN

En conformidad con las tablas de amortización para el año 2021, el coeficiente de amortización anual es de un 25% para equipos informáticos y de un 33% para sistemas y programas informáticos. El periodo de amortización queda establecido en 5 meses.

- Coste equipo informático: 700,00€
- Coste amortización equipo informático (CA1):

$$CA1 = 700 * 0,25 * \frac{5 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} = 72,92\text{€}$$

- Licencia MS Office: 140,00 €
- Coste amortización MS Office (CA2):

$$CA2 = 140 * 0,33 * \frac{5 \text{ meses}}{12 \text{ meses}} = 19,25\text{€}$$

4 COSTES ADICIONALES

Los gastos generales de estructura se estiman en un 13% y los costes indirectos en un 5% aplicados sobre los anteriores costes de mano de obra y amortización.

$$GG = (CMO + CA1 + CA2) * 0,13 = 1103,60 \text{ €}$$

$$CI = (CMO + CA1 + CA2) * 0,05 = 424,46 \text{ €}$$

Referencia	Descripción	Importe
CMO	Costes directos de mano de obra	8.397,00 €
CA1	Costes amortización equipos	72,92 €
CA2	Costes amortización MS Office	19,25 €
GG	Gastos generales de estructura	1.103,60 €
CI	Costes indirectos	424,46 €
CT	COSTE TOTAL	10.017,23 €

Tabla 1: Relación de costes asociados al conjunto del TFM

El presupuesto total del presente Trabajo Fin de Máster asciende a la cantidad de:

“DIEZ MIL DIECISITE EUROS CON VEINTI TRES CENTIMOS

ANEXOS

ANEXO I SIMULACION Q=3900 KG PARA AJUTE EOQ

Entrada 3pl	lot	3PL stock	pedidos	stock final																	
3900	21	20400	5100	promo	14400																
3900	22	18300	2200		16100																
3900	23	20000	3200		16300																
3900	24	20200	3500		16000	3900															
3900	25	19900	3000		16500	3900	25	3900													
3900	26	20400	3200		16300	3900	25	3900	26	3900											
3900	27	20200	7200	verano	12300	600	25	3900	26	3900	27	3900									
3900	28	16200	4100		12100	-3500	25	400	26	3900	27	3900	28	3900							
3900	29	16000	3500		12500			-3100	26	800	27	3900	28	3900	29	3900					
3900	30	16400	3000		13400					-2200	27	1700	28	3900	29	3900	30	3900			
3900	31	17300	3200		14100							-1500	28	2400	29	3900	30	3900	31	3900	
3900	32	18000	2500		15500									-100	29	3800	30	3900	31	3900	
3900	33	19400	3200		16200										29	600	30	3900	31	3900	
3900	34	20100	2500		17000											30	1400	31	3900	32	3900
3900	35	20900	2100		17400													31	1800	32	3900
3900	36	21300	2200		17300															32	1700
3900	37	21200	2500		17000																
3900	38	20900	2000		17500																
3900	39	21400	3500		16000																
3900	40	19900	5200	promo	14300																
3900	41	18200	3000		15200																
3900	42	19100	2500		16600																
3900	43	20500	2000		17500																
3900	44	21400	3500		16000																
3900	45	19900	3000		16500																
3900	46	20400	3200		16300																
3900	47	20200	4200		15300																
3900	48	19200	7800	navidad	11400																
3900	49	15300	4100		11200																

ROTURAS STOCK	
	0
	0,00%
OBSOLESCENCIA	
	17000
	8,38%
STOCK SEGURIDAD	
	0/52
	0%

ANEXO III: SIMULACIÓN Q=3300 KG PARA AJUSTE EOQ

Entrada 3pl	lot	3PL stock	pedidos	stock final																		
3300	1	3300	2500	800	1	800																
3300	2	4100	3100	1000	-2300	2	1000															
3300	3	4300	3000	1300			-2000	3	1300													
3300	4	4600	2000	2600					-700	4	2600											
3300	5	5900	3300	2600							-700	5	2600									
3300	6	5900	5500	400									-2900	6	400							
3300	7	3700	4500	-800											-4100	7	-800					
3300	8	3300	3000	300																8	300	
3300	9	3600	2500	1100																		-2200
3300	10	4400	1500	2900																		
3300	11	6200	2000	4200																		
3300	12	7500	2500	5000																		
3300	13	8300	6500	1800																		
3300	14	5100	2500	2600																		
3300	15	5900	3000	2900																		
3300	16	6200	2500	3700																		
3300	17	7000	2300	4700																		
3300	18	8000	3200	4800																		
3300	19	8100	2500	5600																		
3300	20	8900	3000	5900																		
3300	21	9200	5100	4100																		
3300	22	7400	2200	5200																		
3300	23	8500	3200	5300																		
3300	24	8600	3500	5100																		
3300	25	8400	3000	5400																		
3300	26	8700	3200	5500																		
3300	27	8800	7200	1600																		
3300	28	4900	4100	800																		
3300	29	4100	3500	600																		

ROTURAS STOCK	800
	0,47%
OBSOLESCENCIA	0
	0,00%
STOCK SEGURIDAD	16/52
	31%

ANEXO IV: SIMULACIÓN MODELO 2 (Q=3600 KG)

Prod	Suminitro	Entrada 3pl	lot	3PL stock	pedidos	stock final												
3600	0	0	21	10200	5100	promo	5100											
3600	0	0	22	5100	2200		2900											
2700	9900	9900	23	12800	3200		9600											
3600	0	0	24	9600	3500		6100	0										
3600	0	0	25	6100	3000		3100	0 25	0									
2700	9900	9900	26	13000	3200		9800	3500 25	3600 26	2700								
3600	0	0	27	9800	7200	verano	2600	-3700 25	-100 26	2600 27	0							
3600	0	0	28	2600	4100		-1500		26	-1500 27	0 28	0						
2700	9900	9900	29	9900	3500		6400				27	100 28	3600 29	2700				
3600		0	30	6400	3000		3400					-2900 28	700 29	2700 30				
3600		0	31	3400	3200		200						-2500 29	200 30				
2700	9900	9900	32	10100	2500		7600							-2300 30				
3600		0	33	7600	3200		4400											
3600		0	34	4400	2500		1900											
2700	9900	9900	35	11800	2100		9700											
3600		0	36	9700	2200		7500											
3600		0	37	7500	2500		5000											
2700	9900	9900	38	14900	2000		12900											
3600		0	39	12900	3500		9100											
3600		0	40	9100	5200	promo	3900											
2700	9900	9900	41	13800	3000		10800											
3600		0	42	10800	2500		8300											
3600		0	43	8300	2000		6300											
2700	9900	9900	44	16200	3500		12700											
3600		0	45	12700	3000		9600											
3600		0	46	9600	3200		6400											
2700	9900	9900	47	16300	4200		12000											
3600		0	48	12000	7800	navidad	4200											
3600		0	49	4200	4100		100											

ROTURAS STOCK	
	1500
	0,88%
OBSOLESCENCIA	
	500
	0,28%
STOCK SEGURIDAD	
	9/52
	17%

ANEXO V: SIMULACIÓN MODELO 3 (Q=3600 KG)

Prod	Suminitro	Entrada 3pl	lot	3PL stock	pedidos	stock final												
0	0	0	25	6100	3000	3100	23	3100										
9900	9900	9900	26	13000	3200	9800		-100	26	9800								
0	0	0	27	9800	7200	2600		26	2600									
0	0	0	28	2600	4100	-1500			-1500									
9900	9900	9900	29	9900	3500	6400				29	6400							
0		0	30	6400	3000	3400				29	3400							
0		0	31	3400	3200	200				29	200							
9900	9900	9900	32	10100	2500	7600					-2300	32	7600					
0		0	33	7600	3200	4400						32	4400					
0		0	34	4400	2500	1900						32	1900					
9900	9900	9900	35	11800	2100	9700					-200	35	9700					
0		0	36	9700	2200	7500						35	7500					
0		0	37	7500	2500	5000						35	5000					
9900	9900	9900	38	14900	2000	12900						35	3000	38	9900			
0		0	39	12900	3500	9400							-500	38	9400			
0		0	40	9400	5200	4200								38	4200			
9900	9900	9900	41	14100	3000	11100								38	1200	41	9900	
0		0	42	11100	2500	8600									-1300	41	8600	
0		0	43	8600	2000	6600										41	6600	
9900	9900	9900	44	16500	3500	13000										41	3100	
0		0	45	13000	3000	10000										41	100	
0		0	46	10000	3200	6700												
9900	9900	9900	47	16600	4200	12400												
0		0	48	12400	7800	4600												
0		0	49	4600	4100	500												
9900	9900	9900	50	10400	3200	7200												
0		0	51	7200	3100	4100												
0		0	52	4100	2500	1600												

ANEXO VI: SIMULACIÓN ESTRATEGIA 1 (MODELO 3.1)

Prod	Suminitrc	Entrada	3p lot	3PL stock	pedidos	stock fina														
0	0	0	21	10200	5100	promo	5100													
0	0	0	22	5100	2200		2900													
9900	9900	9900	23	12800	3200		9600	23	9600											
0	0	0	24	9600	3500		6100	23	6100											
0	0	0	25	6100	3000		3100	23	3100											
9900	9900	9900	26	13000	3200		9800		-100	26	9800									
0	0	0	27	9800	7200	verano	2600			26	2600									
3900	3900	3900	28	6500	4100		2400				-1500	28	2400							
9900	9900	9900	29	12300	3500		8800					-1100	29	8800						
0		0	30	8800	3000		5800						29	5800						
0		0	31	5800	3200		2600						29	2600						
9900	9900	9900	32	12500	2500		10000						29	100	32	9900				
0		0	33	10000	3200		6800							-3100	32	6800				
0		0	34	6800	2500		4300								32	4300				
9900	9900	9900	35	14200	2100		12100								32	2200	35	9900		
0		0	36	12100	2200		9900									0	35	9900		
0		0	37	9900	2500		7400										35	7400		
9900	9900	9900	38	17300	2000		15300										35	5400		
0		0	39	15300	3500		11800											35	1900	
0		0	40	11800	5200	promo	4700													
9900	9900	9900	41	14600	3000		11600													
0		0	42	11600	2500		9100													
0		0	43	9100	2000		7100													
9900	9900	9900	44	17000	3500		13500													
0		0	45	13500	3000		10500													
0		0	46	10500	3200		6700													
9900	9900	9900	47	16600	4200		12400													
0		0	48	12400	7800	navidad	4600													
0		0	49	4600	4100		500													
9900	9900	9900	50	10400	3200		7200													
0		0	51	7200	3100		4100													

ROTURAS STOCK	
0	
0,00%	
OBSOLESCENCIA	
2500	
1,44%	
STOCK SEGURIDAD	
9/52	
17%	

ANEXO VII: SIMULACIÓN ESTRATEGIA 2 (MODELO 3.2)

Prod	Suminitrc	Entrada 3p	lot	3PL stock	pedidos	stock fina														
3600	3600	3600	17	11300	2300	9000														
0	0	0	18	9000	3200	5800														
0	0	0	19	5800	2500	3300														
9900	9900	9900	20	13200	3000	10200														
0	0	0	21	10200	5100	5100	promo													
0	0	0	22	5100	2200	2900														
9900	9900	9900	23	12800	3200	9600	23	9600												
0	0	0	24	9600	3500	6100	23	6100												
0	0	0	25	6100	3000	3100	23	3100												
9900	9900	9900	26	13000	3200	9800		-100	26	9800										
0	0	0	27	9800	7200	2600	verano		26	2600										
9900	9900	9900	28	12500	4100	8400				-1500	28	8400								
0	0	0	29	8400	3500	4900					28	4900								
0	0	0	30	4900	3000	1900					28	1900								
9900	9900	9900	31	11800	3200	8600					28	-1300	31	8600						
0	0	0	32	8600	2500	6100							31	6100						
0	0	0	33	6100	3200	2900							31	2900						
9900	9900	9900	34	12800	2500	10300							31	400	34	9900				
0	0	0	35	10300	2100	8200								-1700	34	8200				
0	0	0	36	8200	2200	6000									34	6000				
9900	9900	9900	37	15900	2500	13400									34	3500	37	9900		
0	0	0	38	13400	2000	11400									34	1500	37	9900		
0	0	0	39	11400	3500	6400											37	6400		
9900	9900	9900	40	16300	5200	11100	promo										37	1200		
0	0	0	41	11100	3000	8100														-1800
0	0	0	42	8100	2500	5600														
9900	9900	9900	43	15500	2000	13500														
0	0	0	44	13500	3500	10000														
0	0	0	45	10000	3000	6900														
9900	9900	9900	46	16800	3200	13600														

ROTURAS STOCK

0	34	3500	37	9900
0,00%	34	1500	37	9900

OBSOLESCENCIA

1600	37	1200
0,89%		

STOCK SEGURIDAD

9/52
17%



ANEXO VIII: SIMULACIÓN ESTRATEGICA 3 (MODELO 3.3)

Prod	Suminitro	Entrada 3pl	lot	3PL stock	pedidos	stock final												
9900	9900	9900	23	12800	3200	9600	9600											
0	0	0	24	9600	3500	6100	6100											
0	0	0	25	6100	3000	3100	3100											
9900	9900	9900	26	13000	3200	9800	-100	26	9800									
0	0	0	27	9800	7200	2600	26	26	2600									
3900	3900	3900	28	6500	4100	2400			-1500	28	2400							
6000	6000	6000	29	8400	3500	4900					-1100	29	4900					
0	0	0	30	4900	3000	1900						29	1900					
3900	3900	3900	31	5800	3200	2600							-1300	31	2600			
6000	6000	6000	32	8600	2500	6100								31	100	32		
0	0	0	33	6100	3200	2900									-3100	32		
3900	3900	3900	34	6800	2500	4300												32
6000	6000	6000	35	10300	2100	8200												
0	0	0	36	8200	2200	6000												
0	0	0	37	6000	2500	3500												
9900	9900	9900	38	13400	2000	11400												
0	0	0	39	11400	3500	7900												
0	0	0	40	7900	5200	2700												
9900	9900	9900	41	12600	3000	9600												
0	0	0	42	9600	2500	7100												
0	0	0	43	7100	2000	5100												
9900	9900	9900	44	15000	3500	11500												
0	0	0	45	11500	3000	8500												
0	0	0	46	8500	3200	5300												
9900	9900	9900	47	15200	4200	11000												
0	0	0	48	11000	7800	3200												
0	0	0	49	3200	4100	-900												
9900	9900	9900	50	9900	3200	6700												
0	0	0	51	6700	3100	3600												

ROTURAS STOCK	
	900
	0,53%
OBSOLESCENCIA	
	0
	0,00%
STOCK SEGURIDAD	
	11/52
	21%