

Resumen

El presente proyecto, titulado *Análisis y mejora del proceso de previsión de ventas de una empresa embotelladora de agua*, realizado en el departamento de Supply Chain de la empresa *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.* pretende analizar el proceso actual de previsión de ventas para introducir mejoras mediante la implantación de la herramienta informática *SAP/APO* destinada a determinar la previsión de ventas a partir del histórico de cada producto.

La memoria comienza con la descripción de la empresa *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.* y el análisis de la tendencia del sector del agua embotellada. También se analiza el departamento de la Cadena de Suministro, prestando especial atención al proceso de obtención de la previsión de ventas.

Posteriormente, se presentan los sistemas *SAP R/3* y *SAP/APO*. Se analiza el proceso de determinación de modelos estadísticos con el objetivo de obtener la previsión de ventas de cada producto en función de su evolución histórica. También se detalla el proceso de planificación para nuevos productos.

Con los resultados obtenidos, se estudia el modelo de planificación de la producción y la posibilidad de reducir el stock de seguridad, ya que con la implementación de esta herramienta informática se reduce la incertidumbre en la previsión de ventas, lo cual implica una reducción del nivel del stock de seguridad.

Finalmente, se realiza un análisis ambiental y se estudia el impacto social y económico para determinar la viabilidad del proyecto. Los resultados obtenidos en este proyecto ya se han empezado a aplicar en la empresa con resultados satisfactorios.



Sumario

RESUMEN	1
SUMARIO	3
1. GLOSARIO	7
1.1. Vocabulario	7
1.2. Simbología	9
2. PREFACIO	11
2.1. Origen del proyecto	11
2.2. Motivación	11
3. INTRODUCCIÓN	13
3.1. Objetivos del proyecto	13
3.2. Alcance del proyecto	13
4. PRESENTACIÓN DEL GRUPO DANONE Y AGUAS FONT VELLA Y LANJARÓN	15
4.1. Presentación del grupo Danone	15
4.2. Presentación de Aguas Font Vella y Lanjarón	17
4.3. Situación actual de la empresa	17
4.4. Situación del mercado	19
4.5. Evolución de las ventas en los últimos años	21
4.6. Jerarquía de los productos	22
5. ¿QUÉ ES UNA PREVISIÓN DE VENTAS?	23
6. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	25
6.1. El departamento de Supply Chain	25
6.2. Comportamiento de la venta de agua	26
6.3. Evolución de la previsión de ventas	27
6.4. Proceso de previsión de ventas	28
6.5. Trabajo del forecaster	29
7. PLANIFICACIÓN CON SAP	31
7.1. Implantación de SAP	31
7.2. Uso de SAP R/3	31
7.3. Uso de SAP/APO	32



7.3.1. Datos históricos de venta	32
7.3.2. Generación de la previsión de venta	34
7.3.3. Introducción de correcciones sobre la previsión de venta	35
8. DETERMINACIÓN DE MODELOS ESTADÍSTICOS DE PREVISIÓN DE VENTAS	37
8.1. Agrupaciones de forecast units	37
8.2. Modelos estadísticos	38
8.3. Procedimiento de determinación de los modelos estadísticos	41
8.4. Solución obtenida	45
8.5. Mejoras	46
9. DETERMINACIÓN LA DE PREVISIÓN DE VENTAS PARA NUEVOS PRODUCTOS	47
10. SISTEMA DE ALERTAS	51
11. IMPACTO SOBRE EL STOCK DE SEGURIDAD	55
11.1. Introducción	55
11.2. Modelo de planificación de la planificación	57
11.3. Stock de seguridad	60
11.3.1. Modelos de cálculo	60
11.3.2. Estudio del nivel de servicio al cliente.....	61
11.3.3. Estudio de la variabilidad en la previsión de ventas	63
11.3.4. Estudio de la variabilidad en el lead time.....	64
11.3.5. Cálculo del stock de seguridad.....	65
12. ANÁLISIS DEL IMPACTO AMBIENTAL	73
13. ANÁLISIS DEL IMPACTO SOCIOECONÓMICO	75
13.1. Impacto social.....	75
13.2. Impacto económico	75
13.2.1. Costes y presupuesto	75
13.2.2. Amortización y periodo de retorno.....	77
CONCLUSIONES	79
AGRADECIMIENTOS	81
BIBLIOGRAFÍA	83



Anexo

RESUMEN	1
SUMARIO	3
GLOSARIO	5
Vocabulario.....	5
Simbología.....	7
A. IMÁGENES DE SAP	9
A.1. Imágenes de SAP R/3	9
A.2. Imágenes de SAP/APO	12
B. MODELOS ESTADÍSTICOS DE PREVISIÓN DE VENTAS	23
C. CÁLCULO DE ERRORES	29
D. RESULTADOS OBTENIDOS DE PREVISIÓN DE VENTAS	31
E. STOCK DE SEGURIDAD	91
E.1. Nivel de servicio al cliente	91
E.2. Cálculo del stock de seguridad	94



1. Glosario

1.1. Vocabulario

En el presente glosario se definen términos técnicos y términos que se usan en el lenguaje de la compañía pero que pueden tener significados diferentes en otros contextos.

ALI: Abreviatura del canal de venta alimentación.

APO (Advanced Planner and Optimizer): En español, Planificador y Optimizador Avanzado. Módulo incluido en el SAP Supply Chain Management.

Artkey: Aplicación de APO en la que se determina la desagregación de FU a SKU.

Basedis: Aplicación de APO en la que se determina la desagregación de FU a SKU a partir de los últimos datos de venta y a partir de la aplicación Artkey.

Budget: Término inglés referente al objetivo de la compañía para las ventas de un año.

Canibalización: Término referente a la sustitución por parte de un cliente de un producto por otro, con características similares.

CFH: Abreviatura del canal de venta canal fuera del hogar.

Demand planner/forecaster: En español, planificador de la demanda. Persona encargada de realizar las previsiones de venta en una empresa.

DP (Demand Planning): En castellano, planificación de la demanda. Módulo incluido en APO.

Forecast: Término inglés referente a la previsión. Si no se menciona lo contrario, en el presente proyecto el forecast hará referencia a la previsión de ventas.

Forecast accuracy: Término inglés referente a la exactitud de la previsión. Se indica en forma de porcentaje.



FSC (Fixed Scheduling Cycle): Modelo de planificación de gestión por aprovisionamiento periódico.

FU (Forecast Unit): Artículo. Puede estar constituido por una o varias SKU.

Lead time: Término inglés referente al tiempo de aprovisionamiento. Es el periodo de tiempo que se inicia con la planificación del producto y concluye con el almacenaje del producto fabricado.

Nivel de servicio al cliente: Medida del cumplimiento del suministro de producto al cliente.

Punto de reorden: Término referente al momento en el cual se debe efectuar un nuevo pedido.

ROP (Reorder Point): Modelo de planificación de gestión por punto de pedido.

SAP (System, Applications and Products): En español, sistemas, aplicaciones y productos. Compañía de sistemas informáticos con sede en Alemania. En el presente proyecto hará referencia al sistema informático de gestión empresarial.

SKU (Stock Keeping Unit): Siglas referentes a una unidad específica de producto en el inventario o en un catálogo. Todos los productos con mismo SKU son iguales.

SNP (Supply Network Planning): Módulo de APO dedicado a la planificación de producción.

Stock: Término inglés referente al inventario.

Stock de seguridad: inventario de producto destinado a proteger a la empresa respecto a la incertidumbre en la previsión de ventas y en los retrasos en la elaboración de los productos.

Supply: Término inglés referente al suministro.

Supply Chain (1): En español, cadena de suministro. Red de instalaciones y medios de distribución cuya función es la obtención de materiales, su transformación en productos acabados y distribución a los consumidores. Su finalidad es aportar valor añadido.

Supply Chain (2): Departamento encargado de controlar el flujo y los procesos mencionados anteriormente.

Transacción: Término referente a las diferentes aplicaciones de las que consta SAP.



1.2. Simbología

La simbología utilizada en el presente proyecto es la siguiente:

- **A_k** : variable intermedia.
- **b** : ordenada en el origen de una recta.
- **C_k** : coeficiente de estacionalidad.
- **D** : demanda.
- **E** : longitud de la estacionalidad.
- **ET** : error total
- **FA** : forecast accuracy.
- **G** : valor básico.
- **i** : horizonte de la previsión.
- **k** : número de periodos en el intervalo de estacionalidad.
- **L** : lead time.
- **m** : pendiente de una recta.
- **MAD** : desviación media absoluta o mean absolute deviation.
- **$MAPE$** : media porcentual absoluta del error o mean absolute porcentual error.
- **MPE** : media porcentual del error o mean porcentual error.
- **MSE** : error medio cuadrático o mean square error.
- **n** : número de periodos
- **P** : previsión de venta o forecast.
- **PR** : punto de reorden.



- **P_T** : previsión de venta total.
- **q** : intervalo entre los dos últimos periodos con venta.
- **Q** : cantidad pedida de producto.
- **RMSE**: raíz del error cuadrático medio o root of the mean square error.
- **s** : periodo de tiempo.
- **S** : índice de estacionalidad.
- **SS**: stock de seguridad.
- **T** : valor de tendencia.
- **V** : venta.
- **X** : estimación de intervalos entre periodos con ventas.
- **Y** : estimación de la venta.
- **Z** : parámetro del servicio al cliente.
- **α** : parámetro histórico.
- **β** : parámetro de tendencia.
- **γ** : parámetro de estacionalidad.
- **σ** : desviación estándar de la previsión de ventas.
- **σ_t** : desviación estándar del lead time.



2. Prefacio

2.1. Origen del proyecto

Este proyecto ha sido realizado en la empresa *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.*, del *Grupo Danone*, aprovechando la estancia en prácticas del autor por un periodo de seis meses en el departamento de Supply Chain, para colaborar con el proyecto de implementación de la herramienta informática *SAP* para la obtención de la previsión de ventas. Los resultados obtenidos tras la realización del presente proyecto ya se están aplicando en el departamento con resultados satisfactorios.

Con el fin de mantener la confidencialidad de los datos de la empresa se han codificado las referencias de los productos y se han modificado algunos datos, sin que ello haya significado una pérdida de coherencia en los resultados obtenidos.

2.2. Motivación

La gestión de los stocks es un punto vital para cualquier empresa, por lo que es muy importante controlar los niveles de inventario. La correcta gestión del stock no afecta únicamente al área de planificación (se planificara la producción según la previsión de ventas y el nivel de stock), sino al área de logística y transporte (gestión de almacenes y distribución), al departamento de ventas (a través de un nivel de servicio al cliente adecuado) o al departamento de finanzas (liquidez y costes de almacenamiento).

Como puede observarse, es importante tener en cada momento un nivel de stock adecuado a las necesidades de cada producto. Por tanto, es importante un análisis de la situación actual para optimizar el nivel de stock. El presente proyecto es fruto de la necesidad de mejorar el proceso de previsión de ventas para disminuir la incertidumbre de futuras ventas, para ajustar la planificación de la producción a las necesidades de venta y de esta manera poder optimizar el stock de seguridad



3. Introducción

3.1. Objetivos del proyecto

El objetivo del proyecto es el de analizar el proceso de previsión de ventas para disminuir los costes derivados del almacenamiento de stock. Para ello, se determinarán diferentes modelos matemáticos de previsión de venta para diferentes productos, de manera que se pueda conseguir una reducción del tiempo dedicado a la previsión de ventas y una reducción de costes que supondría una planificación de la producción errónea. Por consiguiente, al reducir la incertidumbre de la previsión de ventas, se logra reducir el nivel del stock de seguridad, la cual cosa implica un impacto económico positivo.

La metodología utilizada para la realización del proyecto ha consistido en una primera etapa de análisis de la situación actual, conociendo la metodología utilizada para calcular la previsión de ventas que llevaba a cabo la empresa. Posteriormente, se ha trabajado con el programa *SAP/APO*, el cual permite la utilización de diferentes modelos estadísticos para cada producto escogido, teniendo también la opción de conocer el error que se comete al escoger un modelo u otro y con un sistema de alertas que se activan en caso de que los resultados obtenidos no fuesen coherentes.

3.2. Alcance del proyecto

El proyecto alcanza en gran medida al departamento de Supply Chain, ya que se verá impactada no sólo el área de planificación, sino también el área de logística y de transporte, puesto que son áreas que están relacionadas entre sí. Sin embargo, este proyecto estará enfocado principalmente hacia el área de planificación, que es la que más impacto tendrá.



4. Presentación del Grupo Danone y Aguas Font Vella y Lanjarón

4.1. Presentación del grupo Danone

El *Grupo Danone* es una sociedad anónima organizada conforme a las leyes de la República de Francia y cuya principal oficina se encuentra situada en París. Los orígenes de la empresa se remontan hasta 1966 cuando los fabricantes franceses de vidrio *Glaces de Boussois* y *Verrerie Souchon Neuvesse* se fusionaron para formar *Boussois Souchon Neuvesse (BSN)*.

En el año 1970, *BSN* empezó un programa de diversificación en la industria alimentaria con las sucesivas adquisiciones de *Brasseries Kronenbourg*, *La Société Européenne de Brasserie* y *La Société des Eaux Minérales d'Evian*, que por aquel entonces eran sus principales clientes de envases de vidrio. Como consecuencia de estas adquisiciones, *BSN* se hizo el líder de mercado de Francia en la cerveza, agua embotellada y alimentos infantiles, que por entonces era una de las cadenas de producción de *Evian*.

En 1973, *BSN* se fusionó con *Gervais Danone*, un grupo francés de productos lácteos y de pastas, pasando a ser el grupo más grande del sector de bebidas y alimentación de Francia. Durante los años 1970 y 1980, *BSN* enfocó su extensión en la industria de alimentación y bebidas, especialmente en Europa Occidental. Fruto de esta extensión se adquirieron las principales empresas cerveceras de España, Bélgica e Italia; la empresa *Danon*, líder en la producción de yogures en Estados Unidos; *Générale Biscuit*, sociedad francesa que poseía *LU* y otros productores de galletas en Europa, las filiales de galletas *Nabisco, Inc.* en Francia, Italia, Reino Unido y Asia; y *Galbani*, fabricante líder de queso en Italia. Como consecuencia, *BSN* se convirtió en el tercer grupo de alimentación diversificada, siendo líder en Francia, España e Italia.

A principios de la década de los 90, *BSN* adquirió *Volvic* en Francia para reforzar su posición en el sector del agua embotellada. Además, el grupo persiguió una estrategia de ampliación internacional.

En 1994, *BSN* cambió su nombre a *Grupo Danone*, adoptando el nombre de la marca más conocida internacionalmente con la idea de consolidar su posición como grupo internacional de alimentación y bebidas. En 1997, la dirección del grupo decidió enfocar tres actividades principales en una base mundial, compuesta por productos lácteos frescos, bebidas y galletas y cereales. Desde entonces, el grupo ha vendido sectores como el del



queso, la pasta, la comida preparada y la cerveza, como por ejemplo la empresa *Mahou*. Esta estrategia permitió a Danone concentrar sus recursos financieros y humanos en líneas de producción con un gran poder comercial y en la expansión y consolidación del grupo a nivel mundial.

Desde 1998, el grupo se ha organizado alrededor de tres actividades principales:

- productos lácteos, que representan el 56 % de las ventas netas en 2006.
- bebidas, que representan el 28 % de las ventas netas en 2006.
- galletas y cereales, que representan el 16 % de las ventas netas en 2006.

Las marcas más conocidas del grupo a nivel mundial son *Danone* para el sector de los productos lácteos, *Evian* y *Volvic* para el sector de las aguas minerales y *LU Biscuits* para el sector de galletas.

La figura 4.1 muestra las compañías características del grupo Danone en España.



Figura 4.1. Principales marcas de grupo Danone en España.

A lo largo de 2007, el *Grupo Danone* está negociando con *Kraft* la venta del sector de galletas y cereales, para así poder desarrollar un nuevo sector dentro del grupo, el de la nutrición clínica y alimentos infantiles, para lo cual se está negociando la adquisición de *Royal Numico*.

Actualmente, el *Grupo Danone* es una de las compañías de alimentación líderes en el mundo con unas ventas a escala mundial de 14,1 billones de euros, un 8,1 % más que en 2005. En volumen, el *Grupo Danone* lidera la producción mundial de productos lácteos frescos y agua embotellada y es el segundo mayor productor de galletas y cereales.



4.2. Presentación de Aguas Font Vella y Lanjarón

Aguas Font Vella y Lanjarón S.A. es la empresa de la división de Aguas Minerales Envasadas del *Grupo Danone* que se ocupa del negocio en España (Aguas Danone España). Sin embargo, ni *Font Vella* ni *Aguas de Lanjarón* han pertenecido siempre al *Grupo Danone*.

La empresa *Font Vella* remonta sus orígenes al año 1898 como pequeña empresa local. No fue hasta 1925 cuando se empezaron a traer garrafas en carros hasta Breda (Girona), y posteriormente hasta Barcelona. Con el tiempo, la empresa fue creciendo hasta que en 1966 se construyó la actual planta de *Font Vella*, en la localidad de Sant Hilari de Sacalm (Girona). Cuatro años después, *Font Vella* se fusionó con EBAMSA, conocida en la actualidad como la planta de Amer (Girona), y en 1974 entró en el *Grupo BSN (Grupo Danone)* a partir de 1994) al cual pertenece en la actualidad.

En el año 1993, se incorporó la empresa *Aguas de Lanjarón, S.A.* Las aguas de Lanjarón, provenientes de seis manantiales, eran consideradas aguas mineromedicinales. En 1967, se funda la sociedad *Aguas y Balneario de Lanjarón S.A.*

De la misma forma que lo hizo el *Grupo BSN*, la división de aguas en España tomó el nombre de la marca más conocida: *Font Vella*. Sin embargo, desde principios de 2007 cambiaron su denominación por la de *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.*

Actualmente, la compañía tiene una plantilla a más de 600 empleados. En el año 2005, *Font Vella* y *Aguas de Lanjarón* facturaron un total de 294,025 millones de euros en ventas.

4.3. Situación actual de la empresa

Aguas Font Vella y Lanjarón cuenta con cuatro plantas de agua mineral natural que abastecen a toda España. Estas plantas están situadas en Sant Hilari Sacalm y Amer (Girona), Sigüenza (Guadalajara) y Lanjarón (Granada) que envasan las marcas de agua sin gas *Font Vella* y *Lanjarón* y las marcas de agua con gas *Fonter*, *Vivaris* y *Fonteforte*. Además, desde Francia se importa la marca *Evian*, que forma parte de la división de aguas minerales del *Grupo Danone* en Francia. Por otra parte, la empresa asturiana *Inbesa* se encarga de la producción y envasado de *Font Vella Sensación* y *Vitalinea*.



La figura 4.2 muestra los logotipos característicos de la compañía.



Figura 4.2. Logotipos de la compañía.

Aguas Font Vella y Lanjarón utiliza dos canales de distribución para llevar a cabo sus ventas, que son el canal de alimentación y el canal fuera del hogar. El canal más importante es el canal de alimentación, el cual está formado principalmente por supermercados e hipermercados, como sería el caso de *Mercadona*, *Carrefour*, *Caprabo* o *Eroski*, entre otros. Este es el canal con más volumen de negocio.

El canal fuera del hogar está subdividido en otros dos canales, que son el canal distribución y el canal horeca. En el canal distribución están incluidos colmados, hoteles y restauración tradicional, y los distribuidores. Por otra parte, el canal horeca está constituido por locales de comida rápida, estaciones de servicio, cines, auditorios, teatros, máquinas de venta, parques temáticos y naturaleza, catering y otros pequeños establecimientos. Algunos de los clientes de este canal son *B-Mark* o *Be-Nou*.

Ambos canales tienen tendencias diferentes, por lo que se gestionan de manera independiente y se hacen previsiones de venta diferentes para cada canal. El canal fuera del hogar es más constante mientras que el canal de alimentación tiene una tendencia creciente.



4.4. Situación del mercado

El sector de las aguas envasadas en el marco de la Unión Europea forma parte de la industria de productos alimentarios y de bebidas. La comercialización de agua envasada en España se ha convertido en un importante negocio en los últimos años. En España el negocio del agua envasada está rigurosamente regulado por ley y es condición indispensable para vender este producto indicar en las etiquetas de dónde proviene y de qué tipo es el agua que se consume, es decir, si se trata de aguas minerales naturales, aguas de manantial o aguas potables preparadas. La producción de aguas sin gas supone el 95,5 % de la producción, mientras que las aguas con gas constituyen el 4,5 % restante.

El agua embotellada experimenta un consumo creciente, especialmente en las clases sociales más acomodadas y en las familias con niños menores de seis años, en aquellas regiones con baja calidad en el agua del grifo, y en aquellas zonas con un clima más caluroso.

En los últimos años, el agua envasada ha ganado en España cuota de mercado respecto a otras bebidas, como puedan ser cervezas o refrescos, debido a la nueva tendencia de los clientes españoles por consumir alimentos naturales, sin calorías y de calidad.

El sector de las aguas envasadas está constituido por un amplio abanico de marcas, en su mayoría integradas en diferentes grupos. Además del *Grupo Danone*, existen otros grupos como el grupo *Nestlé Waters*, que integra marcas como *Aquarel*, *Viladrau*, *Perrier* o *Vittel* entre otras; el *Grupo San Benedetto*, constituido por *Fuente Primavera*, *Font Natura* y *Fuencisla*; el *Grupo Pascual*, compuesto por marcas como *Bezoya*, *Cardó* y *Pascual Nature*; el grupo *Osborne* con la marca *Solán de Cabras*; el *Grupo Vichy Catalán* formado por *Font d'Or*, *Font del Regàs* o *Vichy Catalán* entre otras marcas o el grupo *Damm*, con *Fuente Liviana* y *Veri*. Más recientemente entraron al mercado nacional *Coca-Cola* con la marca *Bonaqua*, que posteriormente pasó a denominarse *Aquabona* y *Pepsi* con la marca *Aquafina*.

Sin embargo, estas no son las únicas marcas que hay en el mercado. Existe un amplio ámbito de marcas de agua mineral. Es frecuente encontrar marcas que no están presentes en todo el mercado nacional, sino en un ámbito más regional, cercano a la planta embotelladora.



El Grupo Danone es el líder del mercado nacional, tanto en volumen como en valor. El gráfico 4.1 muestra una distribución de la participación en el mercado de las principales en volumen.

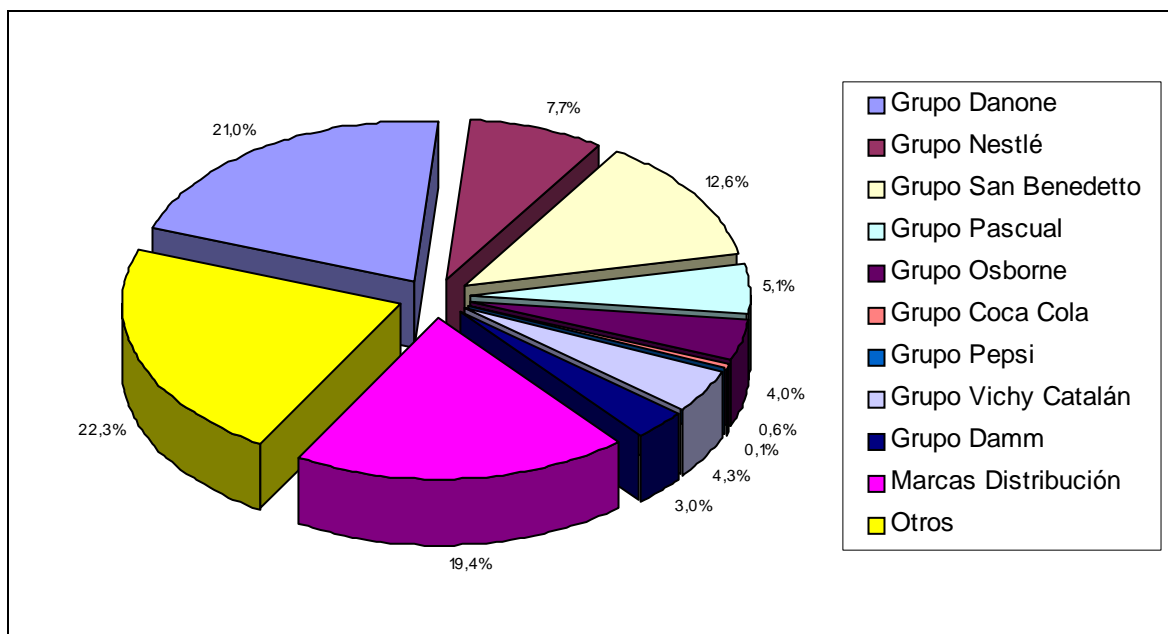


Gráfico 4.1. Cuota de mercado en volumen.

Fuente: Datos internos de Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.

El gráfico 4.2 muestra la participación en valor de las diferentes empresas que configuran el sector.

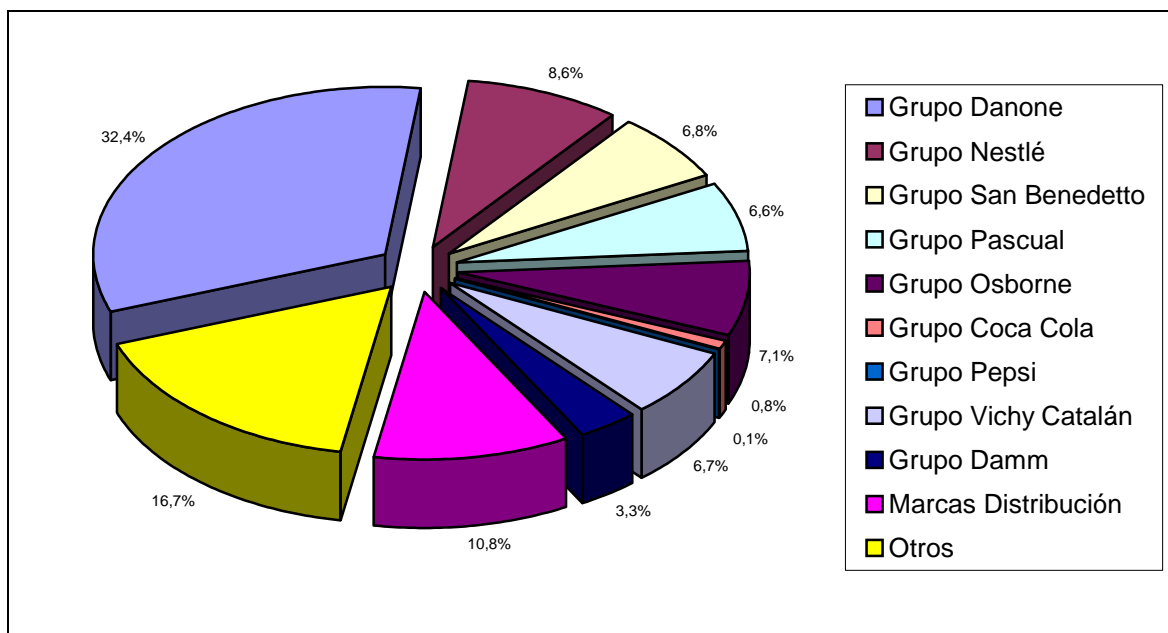


Gráfico 4.2. Cuota de mercado en valor.

Fuente: Datos internos de Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.



Como puede observarse, los porcentajes de participación no son iguales en volumen que en valor. En el caso de *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.*, se mantiene una política de diferenciación basada en precios altos, ya que el posicionamiento de la empresa es ofrecer productos sanos y de máxima calidad que contribuyen al bienestar de la salud a precios superiores a la media del mercado debido a las características de los productos.

El caso opuesto es el de las marcas blancas, con una gran evolución en los últimos años, cuya presencia es una amenaza debido a sus políticas de bajo coste, lo cual obliga a ofrecer un alto nivel de servicio y una buena oferta de productos. La gran competitividad existente en el mercado hace que sea muy duro mantener la cuota de mercado para las diferentes compañías.

4.5. Evolución de las ventas en los últimos años

Las ventas de *Aguas Font Vella y Lanjarón* han ido aumentando a lo largo de los años como muestra el gráfico 4.3.

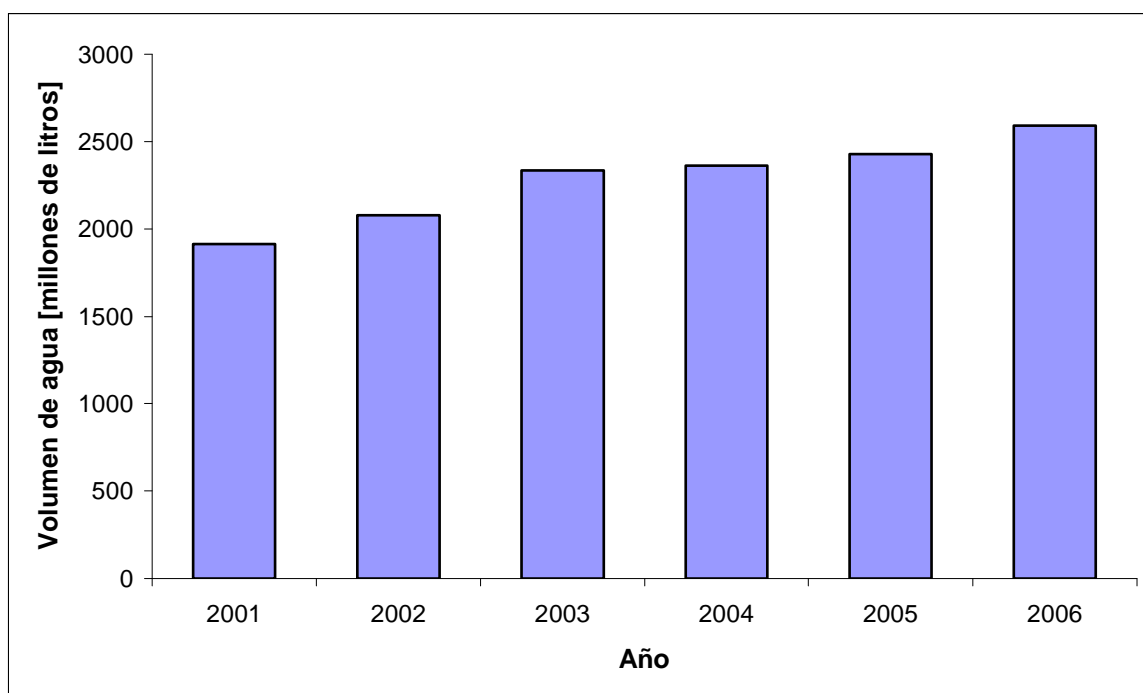


Gráfico 4.3. Volumen de venta de los últimos años.

Fuente: Datos internos de *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.*

El crecimiento experimentado por *Aguas Font Vella y Lanjarón* no es únicamente a nivel de volumen sino también a nivel de facturación.



4.6. Jerarquía de los productos

Antes de analizar el proceso de planificación, es importante dar a conocer como están estructurados los diferentes productos de la compañía. La empresa comercializa diferentes SKUs o productos. Las SKUs con características similares se agrupan en Forecast Units (FU) o artículos. En una misma FU existen SKUs que comparten el mismo tipo de envase, pero con diferencias en el etiquetado, como es el caso de las etiquetas promocionales, o diferencias en la paletización, como podría ser la diferente altura de paletizado o la utilización de media paleta o de paleta entera. Las FU que comparten un mismo volumen en la botella o un mismo material de envasado se agrupan en familias, que sirven para ver los resultados de forma agregada. Las familias a su vez se agrupan en marcas, y las marcas en ramas. Actualmente, existen dos ramas, que son la rama de agua para las marcas de agua tradicionales y la rama bebidas para las marcas *Font Vella Sensación* y *Vitalinea*.

En la figura 4.3 se muestra un ejemplo de la jerarquía utilizada:

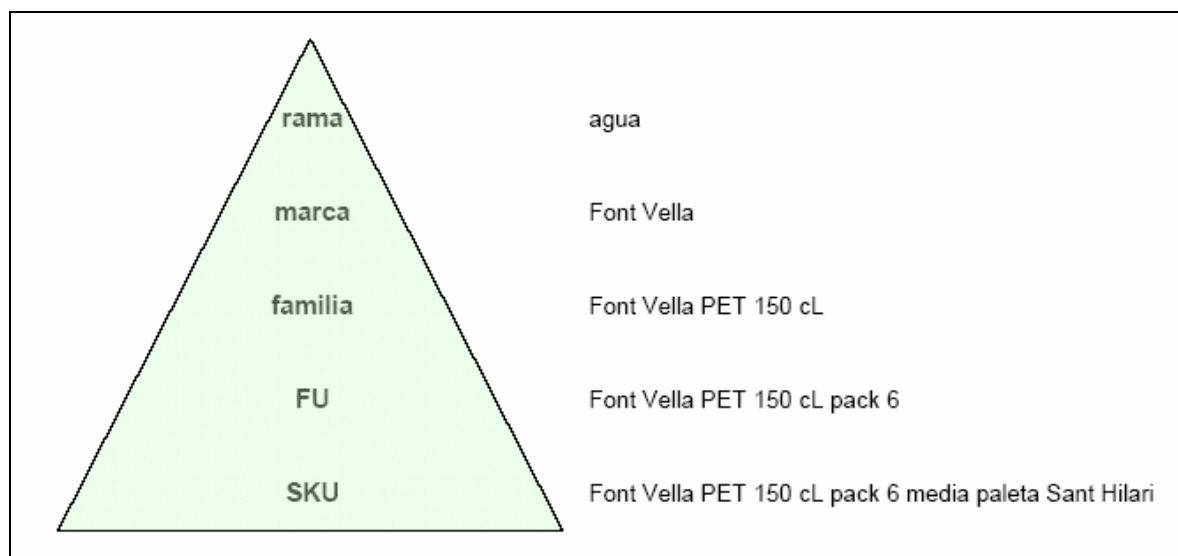


Figura 4.3. Ejemplo de desagregación de un producto.

En la actualidad, se dispone de un total de 214 SKUs, agrupadas en 63 FU. Debido al gran número existente de SKUs y a que éstas siguen una misma tendencia que la FU a la cual pertenecen, las previsiones de venta se realizan a nivel FU. Posteriormente se desagregará la previsión de FU a SKU a través del peso porcentual de cada SKU dentro de la FU.



5. ¿Qué es una previsión de ventas?

Una previsión de ventas es el conjunto de procesos cualitativos y cuantitativos encaminados a determinar unos valores esperados de ventas futuras. La previsión de ventas se establece sobre los siguientes parámetros:

- Qué productos se venderán.
- Cuándo se producirá la venta.
- Dónde se efectuará la venta.

El lugar donde se efectuará la venta es importante para optimizar la gestión de los almacenes y porque en el caso de *Font Vella* se dispone de dos plantas de producción, y dependiendo de la zona geográfica donde se vende se abastece de una planta o de otra.

La previsión de ventas deberá generar previsiones financieras:

- Balances.
- Flujos de tesorería.
- Ingresos y gastos.
- Inversiones.
- Campañas y presupuestos comerciales.

La previsión de venta tiene los siguientes objetivos:

- Mejorar el nivel de servicio al cliente.
- Gestionar y anticipar las actividades operacionales.
- Reducir el stock.
- Reducir los riesgos de obsolescencia de los productos, por ejemplo, por caducidad.
- Dar visibilidad a la tendencia del mercado.
- Mejorar el conocimiento del negocio a través del análisis de las desviaciones entre los resultados previstos y los reales, para poder identificar las causas de la desviación y localizar los aspectos menos conocidos.
- Dar una cohesión a todas las actividades del negocio y mejora la comunicación en todos los procesos del negocio, ya que se establece una base común de partida para todos los departamentos.

La importancia de la previsión de venta dependerá de la estrategia industrial. En el caso de *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.*, la estrategia utilizada es la fabricación contra stock (make to stock), en la cual el stock de producto fabricado sirve para desacoplar la dinámica de mercado de la dinámica de fabricación. Esta estrategia es la más utilizada en la industria de bienes de consumo, donde se requiere la disponibilidad del producto en el momento en



el que el cliente va a comprarlo. Por tanto, será necesario elaborar una buena previsión de venta.

En otras estrategias de consumo, como la fabricación contra pedido o la fabricación contra diseño no se elaboran previsiones de venta, o bien no son muy elaboradas. En la estrategia del ensamblaje contra pedido también se realiza la previsión de venta.



6. Análisis de la situación

6.1. El departamento de Supply Chain

El proceso de planificación se realiza en el área de planificación, integrada en el departamento de Supply Chain o Cadena de Suministro, que incluye además las áreas de logística, transporte y servicio al cliente. La figura 6.1 muestra el organigrama del departamento de Supply Chain.

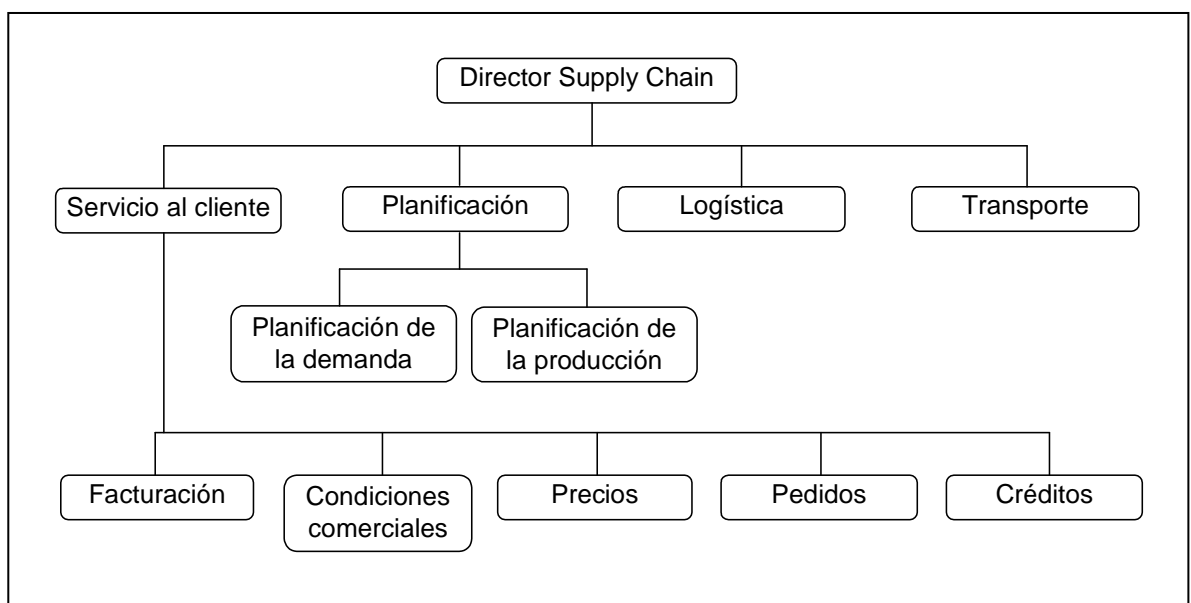


Figura 6.1. Organigrama del departamento de Supply Chain.

El alcance del departamento de Supply Chain es muy amplio, y abarca desde los proveedores hasta llegar al cliente, pasando por el fabricante, el almacén, la distribución y la venta. Por tanto, la integración de todas las áreas que forman parte de la cadena de suministro es fundamental para un buen funcionamiento del departamento, ya que si una de las áreas falla, provocará que falle todo el departamento.

El departamento de planificación está dividido en dos secciones. Un área se encarga de la previsión de ventas mientras que el otro área se encarga de planificar la producción, a partir de los datos de previsión de ventas.

Debido a la relación que tienen todas las áreas dentro del departamento, es importante conseguir una previsión de venta lo más exacta posible. De la previsión de ventas depende la planificación de las plantas, es decir, la cantidad producida de cada producto, con los



aprovisionamientos necesarios de materias primas. Tras la producción, el área de logística se encarga del almacenaje de los productos, y el área de transporte de la distribución del producto tras el pedido que realice cada cliente y que gestiona el área de servicio al cliente.

6.2. Comportamiento de la venta de agua

El comportamiento de la venta de agua tiene un carácter fuertemente estacional, debido en gran parte al efecto de la temperatura. En los meses verano se observan fuertes picos de venta, mientras los meses de invierno son aquellos con una menor venta de agua, como se puede observar en el gráfico 6.1, que muestra la evolución mensual de los últimos años de la venta de agua.

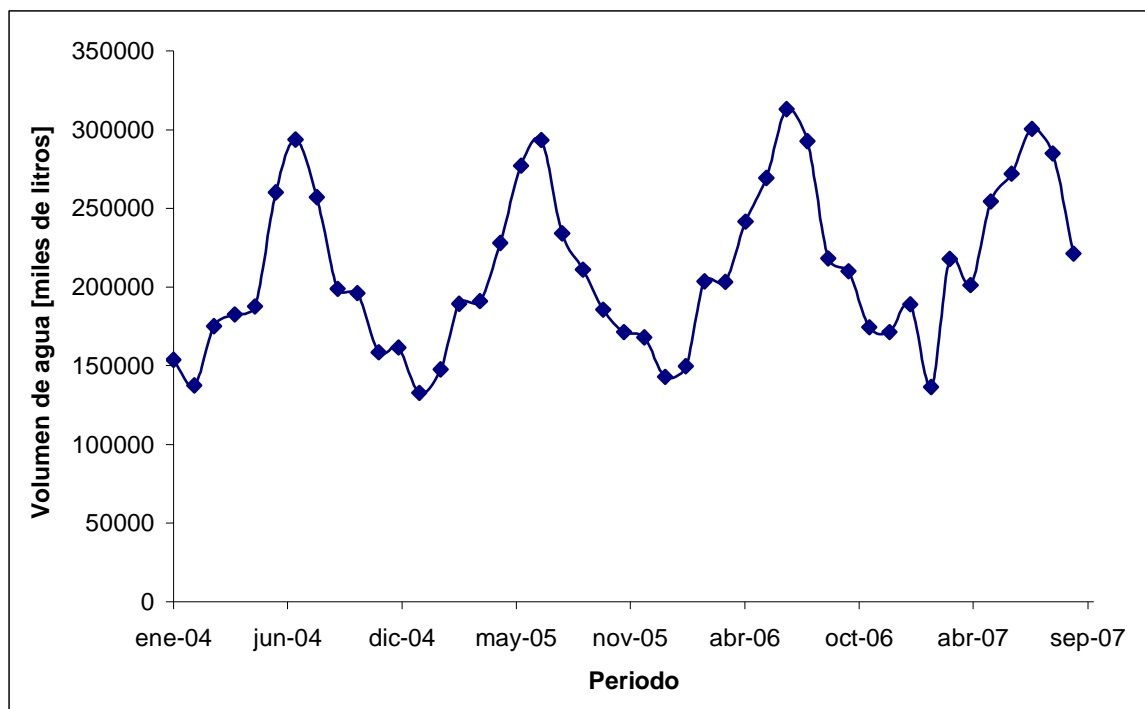


Gráfico 6.1. Cuota de mercado en valor.
Fuente: Datos internos de Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.

La previsión de la estacionalidad tiene una gran importancia. Durante los meses de verano, se alcanzan unas cotas de consumo que no pueden ser absorbidas por la producción. Por esta razón, es fundamental anticiparse a los meses más fuertes de verano con un stock de anticipación. Además de la estacionalidad, también hay que tener presente el clima, ya que la variación de un grado centígrado de temperatura provoca una variación en las ventas. Esta variación en las ventas es mayor en meses calurosos que en meses fríos.



6.3. Evolución de la previsión de ventas

Hasta la creación del departamento de Supply Chain hace 5 años, las previsiones de venta eran realizadas por las personas que se encargaban diariamente de tramitar los pedidos de los clientes, basándose en su experiencia. Estas previsiones se generaban a partir de la estimación de un crecimiento, aplicado de forma ponderada a cada uno de los productos a partir de las ventas de años anteriores. Este método tenía varios inconvenientes, como la carencia de personal altamente cualificado para las labores de cálculo de previsión de venta, la ausencia de herramientas informáticas y la falta de consenso con otros departamentos de la empresa.

Tras la creación del departamento de Supply Chain, se creó el área de planificación. La creación de esta área era indispensable, no sólo por los inconvenientes anteriormente nombrados, sino también por la complejidad que estaba adquiriendo el proceso de planificación, debido a la evolución creciente del número de clientes, al gran aumento del número de productos, a la creación de líneas multiformato o la aparición de nuevos eventos, como puede ser el caso de los eventos promocionales.

Gracias a la utilización de líneas multiformato, pueden producirse diferentes formatos en una misma línea de producción. Sin embargo, es frecuente encontrar productos que sólo se producen una vez al mes, con lo cual, una mala previsión de ventas supondría tener un sobrestock o una rotura de stock, cosa que conlleva un sobre coste logístico en el primer caso y un coste de rotura en el segundo.

Los primeros eventos promocionales en esta compañía no se realizaron hasta hace 4 años, y desde entonces se lanzan promociones continuamente, y provocan un impacto sobre las previsiones de venta que hay prever. Además, este impacto no será el mismo en los dos canales de venta. En el caso del canal alimentación, este impacto supone aproximadamente un aumento del 15 % respecto a la venta base del producto promocionado, mientras que en el canal fuera del hogar se consiguen fuertes cargas de pedidos de manera puntual, con la finalidad de especular, es decir, hacer fuertes pedidos de productos promocionados para vender posteriormente a precios elevados.

Actualmente, la previsión de ventas se realiza con la ayuda de hojas de cálculo, utilizando el programa *Microsoft Excel*. La previsión de ventas se realiza a partir de los datos históricos de venta de los últimos años y con la información procedente del departamento de marketing, que informa sobre la tendencia del mercado. A partir de estos datos, calculando la estacionalidad de cada producto en cada mes en los últimos años, se realiza la planificación de venta del siguiente año.



6.4. Proceso de previsión de ventas

Según el horizonte que alcance de la previsión de venta, ésta se puede clasificar en:

- Previsión a largo plazo.
- Previsión a medio plazo.
- Previsión a corto plazo.

En general, cada empresa escogerá un horizonte y una desagregación temporal de la previsión de ventas adecuados con las características del producto fabricado y con las características de producción.

La previsión a largo plazo abarca desde los 18 meses hasta los 5 años, para el caso de *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.* Esta previsión sirve para planificar las estrategias que seguirá la empresa en los diferentes departamentos. Esta previsión se hace con un alto grado de agregación, es decir, sin entrar al detalle de la cantidad que se va a vender de cada producto, sino con el objetivo de dar una visión global.

La previsión a medio plazo tiene un horizonte de 18 meses. Esta previsión es mucho más detallada que la anterior, puesto que es una previsión mensual desagregada para cada producto o SKU y para cada canal de venta. Esta previsión sirve para prever las necesidades de materias primas para cada planta de embotellamiento y las necesidades de mano de obra. El forecast elaborado se presenta al resto de departamentos para lograr un consenso en los resultados. Es importante presentar los resultados a los demás departamentos para analizar la viabilidad del forecast, para estudiar aspectos como la capacidad de producción y almacenaje, entre otros aspectos. Si el resultado no fuese viable, habría que rehacer el forecast. Mensualmente, se revisan los resultados para corregir posibles errores futuros o para introducir nuevos eventos.

Además del forecast, durante el segundo semestre del año anterior al que se planifica se construye el budget u objetivo para el siguiente año. Es una herramienta que sirve al departamento financiero y al departamento de marketing. El budget acostumbra a ser ambicioso, ya que en el budget se reflejan los beneficios que quiere obtener la compañía. El budget se realiza una vez al año, pero se hacen dos correcciones o estimaciones, una en marzo y otra en septiembre, para ajustar el budget a la tendencia del mercado. Resumiendo, el forecast es más realista y se utiliza para planificar la producción reduciendo los costes mientras que el budget se utiliza para mostrar los objetivos de negocio.

La previsión a corto plazo tiene un horizonte mensual, con una desagregación temporal semanal. Es la previsión efectuada con mayor detalle. Esta previsión sirve para realizar la



planificación semanal de la producción y para realizar los pedidos necesarios de materias primas.

6.5. Trabajo del forecaster

El forecaster o demand planner se sitúa en el área de planificación, dentro del departamento de Supply Chain. Sus labores más importantes son:

- Elaborar las previsiones de venta.
- Medir la exactitud del forecast.
- Ser el responsable de los procesos de mejora de elaboración del forecast.
- Comunicar el forecast a los diferentes departamentos.

Por lo tanto, el cargo desarrollado por el forecaster en la empresa es de vital importancia. Además de conocer todos los procesos necesarios para elaborar la previsión de venta, es necesario que conozca todos los procesos de la empresa, como los aspectos logísticos e industriales referentes a la previsión de venta. También es necesario que conozca la evolución del mercado así como los diferentes eventos de marketing y ventas.

Actualmente, el forecaster dedica mucho tiempo a la elaboración del forecast, debido a que se hace a mano y a partir de hojas de cálculo de *Microsoft Excel*. Por esta razón, es necesario utilizar una herramienta fiable que permita reducir el tiempo dedicado al estudio de la previsión de ventas.



7. Planificación con SAP

7.1. Implantación de SAP

Desde febrero de 2007, *Aguas Font Vella y Lanjarón* utiliza la herramienta informática R/3, desarrollada por la empresa SAP, con el fin de optimizar todos los procesos internos de la empresa. Además, también se ha implantado el sistema APO (Advanced Planner and Optimizer), también desarrollado por SAP, que sirve como herramienta de planificación. Uno de los componentes de APO es SNP (Supply Network Planning), que sirve para realizar el plan de producción de las plantas de envasado.

El sistema SAP es una herramienta cómoda y que automatiza el trabajo, con la cual se obtiene una mejor visualización de la información y un tratamiento eficaz de ésta. Además, se facilita la comunicación entre los diferentes empleados de la empresa, no sólo dentro del departamento de la Cadena de Suministro, sino también con otros departamentos de la empresa, o incluso entre personas que están en diferentes lugares físicos.

Otra de las ventajas es que las herramientas de SAP son utilizadas por todo el *Grupo Danone*, por lo cual se facilita la movilidad de los empleados a nivel interno dentro del grupo, ya que la adaptación a nuevos puestos de trabajo se hace más sencilla puesto que hay una herramienta común de trabajo.

Sin embargo, la utilización de estas herramientas requiere una alta inversión inicial, un mantenimiento periódico y una formación para cada uno de los usuarios del sistema.

7.2. Uso de SAP R/3

La herramienta SAP R/3 se utiliza en todos los departamentos de *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.* En el caso del departamento de Supply Chain, se utiliza en todas las áreas.

En el área de planificación, SAP R/3 se usa para conocer los pedidos efectuados de todos los productos, lo cual sirve para conocer la tendencia de los diferentes productos a lo largo del mes. También sirve para conocer los niveles de stock de todas las SKU, toda la información de un producto referente a su capacidad, el tipo de paletizado, las agrupaciones (número de botellas de cada pack o número de botellas que conforman un palé entre otros) o las producciones.



En el área de servicio al cliente tiene un gran uso. Se utiliza para gestionar las tarifas de los precios, crear y modificar pedidos, introducir las ventas, gestionar el cobro de los pedidos, consultar los datos de los clientes, crear y modificar datos de clientes o de productos y controlar el flujo de documentos son las aplicaciones más importantes que se utilizan en este área.

En el área de logística y transporte, se utiliza para realizar la gestión de los almacenes, (como por ejemplo controlar los niveles de stock), para controlar el listado de envíos y de clientes, asignar un transporte, gestionar las tarifas de transporte o consultar los pedidos entre otros usos.

7.3. Uso de SAP/APO

La herramienta *SAP/APO* es útil para ser utilizada por el área de planificación, mediante el módulo *DP* (Demand Planning). Sus funciones principales son las de obtener una previsión de venta y en función de ésta, elaborar un calendario de producción.

7.3.1. Datos históricos de venta

Para la determinación de la previsión de venta, el programa *SAP/APO* utiliza los datos históricos de venta de los últimos tres años, y con éstos se genera la previsión de ventas para los próximos 18 meses. Esta previsión dependerá no sólo de los datos históricos, sino del modelo estadístico que se escoja como modelo de previsión para cada producto, según su evolución histórica, como se verá en los próximos apartados.

Los datos históricos de venta se cargan en *SAP R/3*. Además de los volúmenes vendidos de cada producto, también está almacenada de manera detallada la información referente a la venta efectuada a cada cliente, desde que almacén se vende o el canal de venta del producto.

Es importante tener una historia de datos lo más limpia posible de distorsiones, ya que a partir de esta historia se generará la previsión de ventas. Es decir, habrá que eliminar posibles distorsiones que impacten en la carga normal de uno o varios productos, como el efecto de una promoción sobre un producto, el efecto de condiciones meteorológicas no habituales en una determinada época del año, las huelgas, las rupturas de stock, la canibalización de un producto o los incentivos a la fuerza de las ventas.



Para la eliminación de las posibles distorsiones, el programa permite la introducción de correcciones sobre datos históricos para así poder obtener una mejor previsión de ventas. En el caso de efectos promocionales, el departamento de marketing será el encargado de informar sobre el impacto generado por la promoción. Si se trata de una canibalización, hay que saber qué producto sustituye al producto que sufre la canibalización en cuanto a las ventas. Para las rupturas de stock y las huelgas, hay que cuantificar la pérdida de ventas. Para el caso en particular de la temperatura, en el gráfico 7.1 se estima el impacto mensual de la venta de agua en función de la variación de un grado centígrado de temperatura.

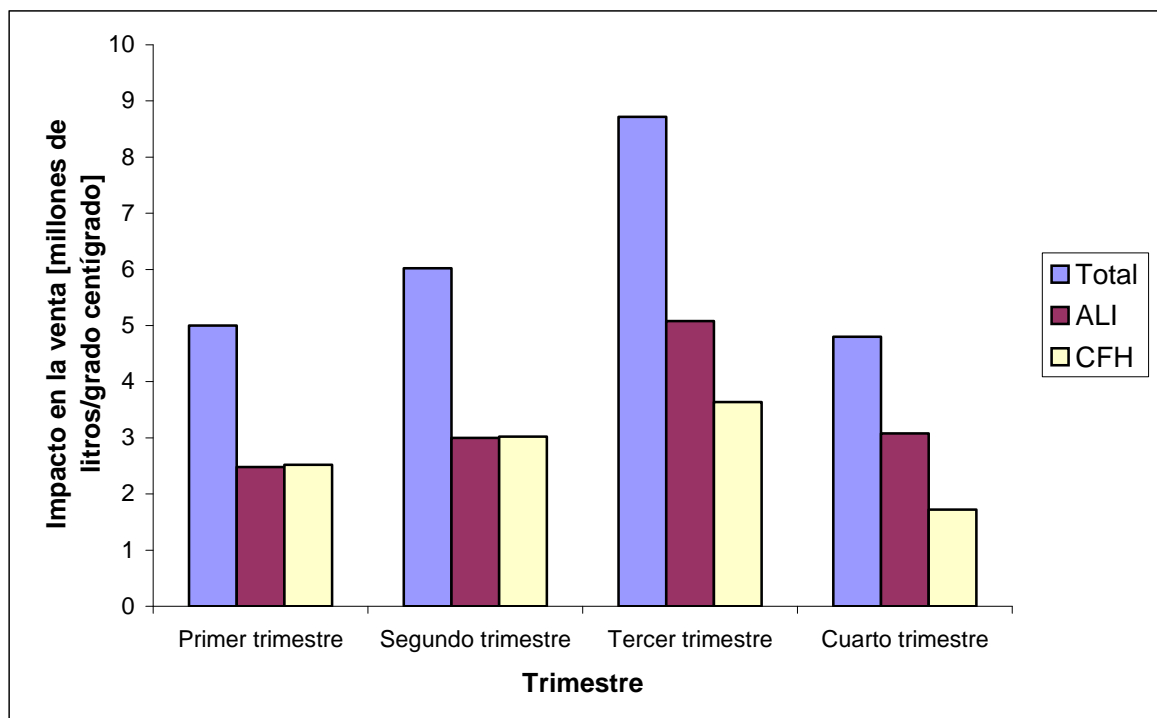


Gráfico 7.1. Impacto sobre las ventas de la variación de un grado centígrado de la temperatura.

Fuente: Datos internos de *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.*

Como puede observarse, el impacto será mayor en los meses de verano, que son aquellos en los que se produce más venta. Además, el impacto es diferente dependiendo del canal de venta. En el gráfico 7.1, ALI hace referencia al canal de venta alimentación, mientras que CFH hace referencia al canal de venta canal fuera del hogar.

Pese a la introducción de las correcciones, nunca se podrá hacer una limpieza total de los datos, ya que no es posible saber exactamente cuánto se hubiese vendido si no hubiese existido la distorsión, sino que tan sólo puede hacerse una estimación.



7.3.2. Generación de la previsión de venta

La previsión de ventas se obtiene aplicando un modelo estadístico a unos datos históricos de ventas que son proyectados al futuro. El modelo estadístico es un algoritmo que sirve para calcular las previsiones, y se lanza para cada forecast unit. En los siguientes capítulos se explican los diferentes modelos estadísticos.

Sin embargo, para elaborar la planificación de la producción se necesita un nivel más desagregado, el nivel SKU. Por otra parte, los modelos estadísticos no se lanzan para cada SKU, debido al gran número de SKUs existentes y a su comportamiento irregular. Es preferible lanzar el perfil de previsión de ventas para cada forecast unit, y desagregar a SKU a través del porcentaje que corresponde a la SKU dentro de su FU.

Para conseguir la desagregación de FU a SKU, se utiliza la aplicación Artkey que ofrece el programa. Consiste en introducir los coeficientes de reparto de cada FU para desagregar a SKU. Estos porcentajes se calculan a partir de los datos de venta de los últimos meses de venta.

Para desagregar por centro de distribución y canal de venta (canal alimentación y canal fuera del hogar), se utiliza la aplicación Basedis, que calcula de manera proporcional para los tres últimos meses de venta la cantidad vendida de cada producto en cada centro y para cada canal. De manera esquemática, el proceso se resume en la figura 7.1.

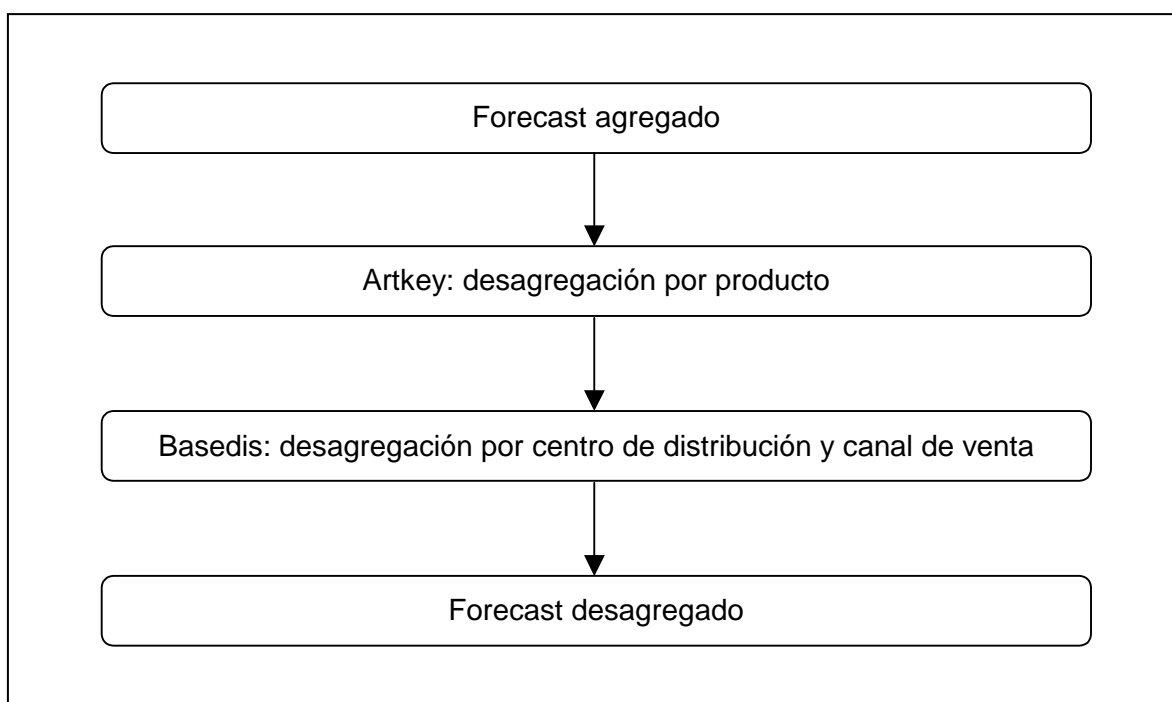


Figura 7.1. Esquema de desagregación de la previsión de venta.



La aplicación Basedis se actualiza automáticamente cada semana, pero no Artkey, ya que éste debe ser modificado cuando sea necesario e introducirlo manualmente en el sistema. Para obtener una rápida actualización de Artkey, es recomendable preparar una hoja de cálculo de *Microsoft Excel*, ya que los datos pueden copiarse fácilmente de *Microsoft Excel* a *SAP/APO*. Es importante tener Artkey actualizado para que haga la desagregación correctamente. Habrá que prestar atención a las promociones, ya que el coeficiente de reparto de la SKU que no forma parte de la promoción disminuirá en detrimento de la SKU promocional.

7.3.3. Introducción de correcciones sobre la previsión de venta

A pesar del modelo de previsión de venta seleccionado, es posible que los resultados no sean exactamente los esperados, por ejemplo, por una acción promocional, por la tendencia del mercado o por la experiencia del forecaster. Es preferible introducir las correcciones a nivel forecast unit y no a nivel SKU, es decir, modificar la previsión de venta de la forecast unit y si fuera necesario modificar la aplicación Artkey para hacer la desagregación.

No obstante, tal y como pasaba con las correcciones introducidas en los datos históricos de ventas, no se puede saber exactamente el impacto de una promoción o de la tendencia del mercado, ni saber la cantidad exacta que se va a vender por la ayuda de la experiencia del forecaster. Por lo tanto, tan sólo podrá hacerse una estimación, pero tratando de que ésta sea lo más cercana posible a la realidad.



8. Determinación de modelos estadísticos de previsión de ventas

8.1. Agrupaciones de forecast units

Los modelos estadísticos utilizados para la obtención de la previsión de ventas se lanzan a nivel forecast unit. Se podría pensar que para obtener la previsión de venta se debe asignar un perfil a cada FU. De esta manera, se obtendría mayor exactitud en la previsión de ventas. Sin embargo, el elevado número de FU, actualmente existen 63 FU, supondría un tiempo de dedicación excesivo por parte del planificador, por lo que la opción no es viable.

Una posible solución sería asignar diferentes FU a un mismo modelo estadístico, es decir, crear agrupaciones de FU. Para poder crear una agrupación de FU, las FU deberán tener un comportamiento similar en las ventas. Por ejemplo, podrán agruparse dentro de una misma agrupación forecast units que tengan como característica común una estacionalidad similar, o una tendencia de venta parecida.

Tras hacer diferentes agrupaciones, se ha conseguido reducir de 63 FU a 19 agrupaciones. Hay que buscar un equilibrio entre la exactitud de la previsión y el tiempo dedicado, es decir, buscar la mejor solución posible que sea práctica para ser utilizada. Con la reducción de trabajo que supone hacer agrupaciones de FU, se reduce el tiempo de trabajo, aunque se pierde exactitud ya que cada FU dentro de una agrupación no tiene exactamente el mismo comportamiento que la agrupación, sino parecido. Sin embargo, estos errores pueden corregirse mediante la introducción de correcciones.

Las 19 agrupaciones están formadas por FU con características similares de comportamiento de ventas y de formato, entendiendo por formato la capacidad de la botella. Para las marcas *Font Vella* y *Lanjarón*, se han agrupado pequeños formatos, medianos formatos, grandes formatos, formatos de vidrio y el formato de capacidad de un litro y medio, debido a que es una FU con mucho volumen de venta. Para la marca *Font Vella Sensación*, se hacen dos agrupaciones, una para los formatos pequeños y otra para los formatos medianos.

En el caso de *Fonter*, se ha agrupado según si el envase es de PET o de vidrio. Para la marca *Vitalinea*, se ha diferenciado entre el envase de PET y el envase de lata. Por último, las marcas *Evian*, *Fonteforte* y *Vivaris* tienen una agrupación única para cada marca, debido a su similar comportamiento.



8.2. Modelos estadísticos

El modelo estadístico es un algoritmo que sirve para calcular las previsiones de ventas. Los modelos o perfiles se lanzan para cada forecast unit, pero como se ha detallado anteriormente, todas las FU de una misma agrupación utilizan el mismo modelo.

El programa permite escoger entre una amplia gama de modelos estadísticos para obtener la previsión de ventas para cada uno de los productos que posean un histórico de ventas. Los modelos matemáticos que pueden escogerse son:

- Modelo constante.
- Modelo de media móvil.
- Método de Croston.
- Modelo de tendencia.
- Modelo estacional.
- Modelo estacional con tendencia.
- Modelo de regresión lineal.
- Modelo estacional con regresión lineal.

Las ecuaciones de todos los modelos están detalladas en el anexo B. En función del histórico de ventas para cada agrupación se escogerá un modelo u otro. Por ejemplo, si el histórico de ventas de una agrupación no tiene una tendencia estacional, no tiene sentido escoger un modelo que contenga estacionalidad.

El modelo constante da como resultado una línea de previsión constante. Es útil para modelos con una previsión muy uniforme. Sin embargo, es poco útil para una compañía cuyos productos se caracterizan por la estacionalidad.

El método de la media móvil hace una media móvil del número de periodos indicados. Este modelo se usa para excluir irregularidades en la serie de datos. Puede efectuarse dando el mismo peso a todos los valores o bien dando más peso a unos valores que a otros. Es útil para productos con una evolución constante, sin estacionalidad. Este modelo implica suponer que el fenómeno se comporta siguiendo distintas tendencias en distintos segmentos temporales de la serie. Nuevamente, no es útil para productos con estacionalidad.

El método de Croston es útil para productos con una demanda intermitente. Este método podría ser útil para artículos que se venden tan sólo en una época del año, como pudiera ser el caso de algún producto destinado a ser vendido en vísperas navideñas. Actualmente no se dispone de ningún artículo con estas características, con lo cual tampoco es un método útil.



El modelo de tendencia sirve para productos con tendencia, creciente o decreciente, pero sin estacionalidad. Como se ha indicado para el modelo constante y para el método de la media móvil, este modelo no es de gran utilidad ya que se están estudiando productos con estacionalidad.

El modelo estacional se utiliza para aquellos productos que presentan estacionalidad, es decir, productos en los cuales se observa un comportamiento que se repite cada cierto periodo de tiempo. Este método es de bastante utilidad en el sector del agua, puesto que es un sector que presenta estacionalidad en las ventas. En el caso particular del agua, el periodo de estacionalidad es de un año, pero en otros sectores este periodo puede ser diferente.

Por otra parte, la combinación del método de tendencia y el método estacional da como resultado el modelo estacional con tendencia. Este método puede resultar útil para el sector estudiado, porque de esta manera se incorpora al comportamiento estacional la tendencia creciente o decreciente del producto.

El método de la regresión lineal consiste en la obtención de una recta de regresión a partir de los valores de los datos históricos. Es un método que no se utiliza en el sector que ocupa el caso estudiado, ya que el resultado no ofrece estacionalidad, sino una recta con pendiente constante, la cual cosa se aleja de la realidad.

Por último, el modelo estacional con regresión lineal se basa en la obtención de una recta de regresión, como pasaba en el método anterior, pero sobre la cual se aplican unos coeficientes de estacionalidad. Es un método muy útil para la obtención de la previsión de ventas del sector del agua, ya que se en este modelo aparece la estacionalidad y se incorpora la regresión lineal, que servirá para plasmar la tendencia en el mercado que tenga el producto.

Además de estos modelos, se pueden escoger otras opciones, como el modelo automático, que selecciona automáticamente el modelo y los parámetros necesarios. Otro modelo es el modelo manual, que permite la introducción de una pendiente para obtener una recta. No es un modelo utilizado debido a que no es útil de aplicar. El modelo histórico tampoco se utiliza. Consiste en asignar como valores futuros un promedio de los valores pasados. Por último, se puede asignar un modelo externo, que consiste en dar un valor nulo a la previsión de ventas. Este modelo se utiliza para productos nuevos a los cuales se les quiere asignar un forecast de forma manual o bien para productos obsoletos.

Además de escoger el perfil de venta, se deben escoger unos parámetros en función de los datos históricos, la tendencia del producto, la estacionalidad y el periodo de estacionalidad.



Estos parámetros aparecen en las ecuaciones de los modelos de previsión de ventas, que pueden consultarse en el anexo B.

Como se ha indicado anteriormente, el periodo de estacionalidad para la venta de agua es generalmente de 12 meses. Este parámetro aparece en el modelo constante, el modelo estacional, el modelo estacional con tendencia y el modelo estacional con regresión lineal.

El parámetro α es el parámetro histórico. Su valor está comprendido entre 0 y 1, y sirve para dar más peso a los últimos datos o bien a los primeros datos del histórico de ventas de los tres últimos años para cada agrupación. Cuanto más cercano sea este parámetro a 1, más peso tendrán los últimos datos en detrimento de los primeros. Este parámetro puede utilizarse en el modelo constante, el método de Croston, el modelo de tendencia, el modelo estacional y el modelo estacional con tendencia.

El parámetro β es el parámetro de tendencia. Igual que el parámetro histórico, su valor está entre 0 y 1. Si se quiere dar mucho peso a la tendencia de venta, el valor del parámetro será próximo a 1, mientras que si se quiere dar poco peso a la tendencia se buscará un valor cercano a 0. Este parámetro se utiliza en el modelo de tendencia y en el modelo estacional con tendencia.

El parámetro γ es el parámetro de la estacionalidad. Tal y como pasaba con los dos parámetros anteriores, el valor que puede adquirir γ oscila entre 0 y 1. Si la agrupación tiene fuerte estacionalidad, el valor del parámetro debe acercarse a 1, mientras que si tiene poca estacionalidad el valor será cercano a 0. Este parámetro se utiliza en el modelo estacional y en el modelo estacional con tendencia.

El método de la regresión lineal no utiliza ningún parámetro ya que como se ha indicado, con la utilización de este método se obtiene una extrapolación lineal del histórico de datos. La media móvil tampoco utiliza ningún parámetro, puesto que hace la media de los últimos meses.

Independientemente del modelo estadístico escogido, siempre se obtendrá un error, pese a lo cual se intentará que éste sea el mínimo posible. Para ello, habrá que escoger el método que mejor se adapte a la evolución de ventas de la agrupación. El programa utiliza diferentes errores, que facilitan la elección del modelo estadístico. Las ecuaciones de todos los tipos de errores están detalladas en el anexo C.



Los diferentes errores utilizados por SAP/APO son los siguientes:

- Desviación media absoluta.
- Error total.
- Media porcentual del error.
- Media porcentual absoluta del error.
- Error cuadrático.
- Raíz del error cuadrático medio.

El error total y la media porcentual del error proporcionan información sobre la exactitud de la previsión total, ya que para estos dos tipos de errores, se suman los errores obtenidos para cada periodo de tiempo, pero no en valor absoluto. Estos errores no aportan demasiada información, ya que el agua presenta un comportamiento estacional, es decir, aunque el error total sea pequeño, no se podrá afirmar que los errores cometidos en cada mes sean pequeños. Por lo tanto, habrá que prestar atención especial al resto de errores, tratando de buscar un perfil que minimice todos los errores.

8.3. Procedimiento de determinación de los modelos estadísticos

El proceso de determinación de los modelos estadísticos se inicia con el estudio de la historia de la evolución de ventas de cada una de las FU que forman una agrupación. Si se observase alguna FU que no siguiese la evolución del resto de FU de la agrupación, esta FU dejaría de formar parte de la agrupación, y se uniría a otra agrupación o bien se estudiaría por separado.

De cada FU se tienen que estudiar sus características, por ejemplo, si la evolución histórica de ventas sigue una fuerte estacionalidad y cuál es el periodo de estacionalidad, si muestra una fuerte tendencia de crecimiento o decrecimiento o si es necesario dar más peso a un periodo del histórico de ventas o por el contrario hay que dar el mismo peso a un periodo u otro. Como ya se ha indicado, lo habitual es que el periodo de estacionalidad sea de 12 meses para la venta de agua.

Tras el estudio de las características del histórico de ventas, ya se pueden descartar algunos modelos estadísticos. Por ejemplo, si se observa que el histórico de ventas presenta estacionalidad, puede descartarse el modelo constante, ya que no se ajustará a la evolución del producto, entre otros modelos. Sin embargo, para la realización de este proyecto, se han estudiado todos los modelos para cada FU, a pesar de que tras el estudio de las características del histórico de ventas podrían descartarse varios modelos



estadísticos, y posteriormente se comprobó que el descarte era correcto. El estudio de todas las FU se encuentra detallado en el anexo D.

El siguiente paso es estudiar los diferentes perfiles de previsión de ventas que no hayan sido descartados en el estudio de la evolución de ventas de cada FU de cada agrupación. Primeramente, se estudian los diferentes errores obtenidos al aplicar cada uno de los modelos estadísticos. Para aquellos modelos que permitan la variación de parámetros (parámetro histórico, de tendencia, de estacionalidad y periodo de estacionalidad), también se varían buscando el mínimo error. Una vez efectuado este estudio, se seleccionan los modelos, incluyendo los parámetros si el modelo tuviese, con los cuales se obtiene un menor error. Cabe indicar que cada FU de la agrupación tendrá el mismo modelo de previsión de ventas, incluidos los parámetros, con lo cual hay que buscar aquellos parámetros que permitan la mejor solución para todas las FU, no únicamente para una en particular.

Tras la elección de los modelos que ofrecen menor error, se representan gráficamente los resultados de la previsión de ventas que propone cada modelo. Un método útil para obtener los datos graficados es trasladar el histórico de ventas y el forecast de cada modelo a una hoja de cálculo y obtener el gráfico.

Con el estudio del gráfico puede comprobarse que no siempre el mejor perfil de ventas es aquel para el cual se obtiene un menor error. Se pueden dar casos en los cuales la previsión de ventas no mantenga las características de la evolución del histórico de ventas o bien no obtener coherencia en el forecast para un modelo, como pudiera ser el caso de obtener una previsión de ventas negativa. Para detectar aquellos casos en los cuales el resultado pudiera no ser coherente, se ha creado un sistema de alertas que avisa al usuario, como se detalla en el capítulo 10.

Tras la obtención del gráfico y el estudio de cada FU de la agrupación, se puede seleccionar el modelo que mejor se adapte a la agrupación. Este paso sirve también para confirmar si la agrupación de FU es correcta o si no lo es. En este caso, hay que eliminar de la agrupación aquellas FU que no siguen el mismo perfil de previsión de ventas, y como se ha indicado anteriormente, asignarles una nueva FU o estudiarla por separado. En el estudio efectuado para todas las FU, no se ha detectado ningún caso de ninguna FU que tuviese que quedar excluida de su agrupación, puesto que la agrupación podía seguir el mismo perfil de ventas.

Cuando ya se ha comprobado cuál es el mejor perfil de todas las agrupaciones, el siguiente paso es seleccionar el perfil en el programa, con la introducción de los parámetros en los perfiles que sean necesarios, para que en el sistema figure la previsión de ventas asociada al perfil asignado.



Por último, si fuera necesario, se introducirían diferentes correcciones para cada FU, tal y como se detalla en el capítulo 7. Sin embargo, tras la determinación de los perfiles, no deberían introducirse excesivas correcciones, ya que la introducción de correcciones obedece a eventos promocionales o bien a criterios subjetivos por parte del forecaster.

En la figura 8.1 puede observarse un esquema del proceso de determinación de modelos estadísticos.

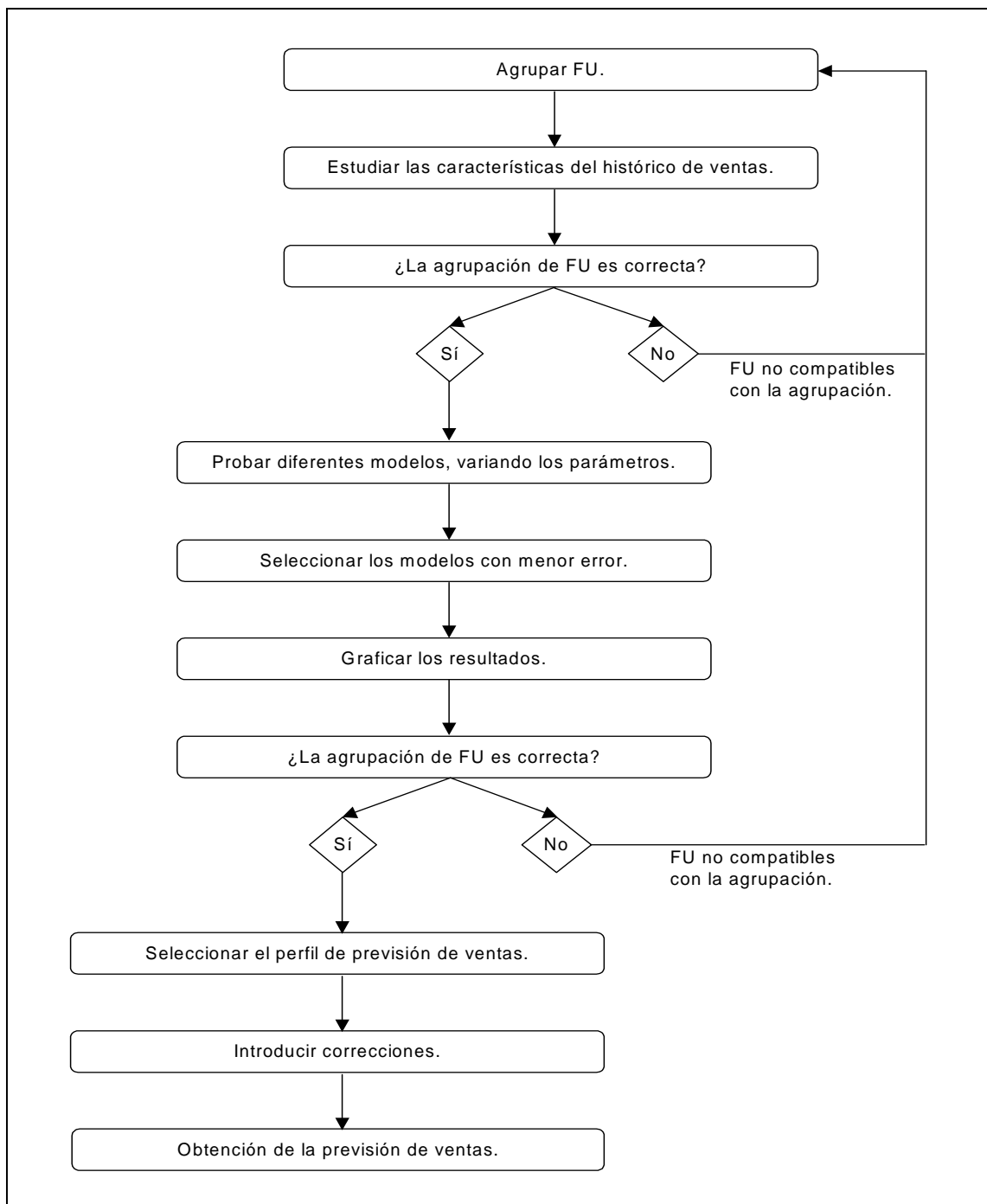


Figura 8.1. Esquema del proceso de determinación de los modelos estadísticos.



El resultado obtenido es una previsión de venta para cada una de las FU. Esta previsión es dinámica y no estática, es decir, cambia mes a mes en función de la evolución de ventas. De esta manera, el forecast se ajusta a los cambios del mercado, con lo que se obtiene una previsión más ajustada a la realidad del momento que el que se obtendría si el resultado fuese fijo.

Debido a esta dinámica, es importante tener actualizados todos los modelos, puesto que una variación del mercado provocaría que hubiese que modificar el modelo estadístico o los parámetros seleccionados. Por otra parte, también habrá que actualizar los datos de las correcciones de las previsiones de venta. De manera fácil, esta actualización se puede hacer exportando los resultados del forecast a una hoja de cálculo, y una vez determinadas las correcciones que deben introducirse, copiar los datos a *SAP/APO*.

Si cuando se actualizan los datos se observa mucha diferencia entre el valor propuesto del forecast y el valor de venta real, se puede pensar que el perfil o los parámetros ya no son adecuados. En este caso, habrá que estudiar la evolución histórica de ventas para esta agrupación, y comprobar que la agrupación es válida. Si esta evolución no ha sufrido cambios, deben variarse los parámetros, si tuviese, o estudiar un nuevo modelo similar al actual, teniendo en cuenta los diferentes errores, como se ha explicado anteriormente. En el caso de que haya cambios significativos en la evolución histórica de las ventas, habrá que comenzar el proceso de nuevo para buscar un nuevo perfil adecuado a las nuevas características de la agrupación.

Una vez que se han representado gráficamente los datos y se ha seleccionado el nuevo perfil o una vez seleccionados los nuevos parámetros del perfil, se comprobará la correcta agrupación de forecast units, se lanzará el nuevo modelo y se introducirán las correcciones que sean necesarias, como se ha descrito anteriormente. Nuevamente, si se volviese a observar inexactitud en los resultados, volvería a plantearse el hecho de cambiar el perfil o los parámetros seleccionados.

A medida que se vayan introduciendo nuevos datos al historial de ventas, hay que añadir las correcciones necesarias al histórico de ventas si fuese necesario, como se indica en el capítulo 7.

Este proceso es válido para productos que tienen un histórico de datos. Para los productos que no tienen un histórico de datos, como es el caso de un producto que va a lanzarse próximamente o que se ha lanzado hace poco al mercado, el proceso será diferente, como puede verse en el capítulo 9.



8.4. Solución obtenida

Tras efectuar el estudio de la determinación de los diferentes modelos de previsión de ventas, se ha comprobado que las previsiones de venta de las agrupaciones de FU siguen dos modelos estadísticos. Estos dos modelos son el modelo estacional con regresión lineal y el modelo estacional. En el anexo D se detalla el modelo estadístico seleccionado para cada forecast unit y el proceso que se ha seguido.

La tabla 8.1 muestra el modelo estadístico asignado a cada agrupación. Por razones de confidencialidad, se han cambiado los nombres de las agrupaciones.

Agrupación	Modelo estadístico
A1	Estacional con regresión lineal
A2	Estacional con regresión lineal
A3	Estacional con regresión lineal
A4	Estacional
A5	Estacional con regresión lineal
A6	Estacional con regresión lineal
A7	Estacional con regresión lineal
A8	Estacional con regresión lineal
A9	Estacional
A10	Estacional con regresión lineal
A11	Estacional
A12	Estacional con regresión lineal
A13	Estacional
A14	Estacional
A15	Estacional
A16	Estacional
A17	Estacional con regresión lineal
A18	Falta de datos
A19	Falta de datos

Tabla 8.1. Resumen de asignación de modelos estadísticos a cada agrupación.

El modelo estacional con regresión lineal es un método que se ajusta en general bien a los productos que tienen una ligera evolución lineal creciente o decreciente y que presentan estacionalidad, como sucede en la mayoría de productos de la compañía. Además, es un modelo que calcula automáticamente la recta de regresión y los coeficientes de estacionalidad, con lo cual es muy cómodo de utilizar. Es el método con el cual se obtienen menos errores para la gran mayoría de FU, puesto que, como se ha indicado, se adapta muy bien a las características de la evolución de ventas de las FU.



Por otra parte, el modelo estacional se ajusta bien a los productos que tienen como característica predominante la estacionalidad y no la tendencia. El parámetro de estacionalidad introducido en el sistema para estas referencias es cercano a 1, ya que estos productos presentan una marcada la estacionalidad. Además, se obtiene mejor resultado dando fuerza al coeficiente histórico, ya que en este caso se da más fuerza a los últimos datos del histórico que a los primeros, es decir, la previsión de venta obtenida mantendrá la evolución de los últimos periodos.

El resto de modelos tienen errores superiores a los obtenidos con el modelo estacional con regresión lineal o con el modelo estacional, o bien no se ajustan tan bien como los dos modelos mencionados.

Las dos últimas agrupaciones de la tabla 8.1 no tienen ningún perfil asignado, debido a que no se dispone de datos históricos de venta suficientes como para generar una previsión de ventas. En el capítulo 9 se detalla como obtener el forecast para estos productos.

8.5. Mejoras

Hasta el momento, la previsión de ventas se realizaba tratando de ajustar el forecast a nivel SKU y a nivel FU. Sin embargo, parece más lógico realizar la previsión de ventas a nivel forecast unit, ya que el comportamiento de una SKU se ajusta al comportamiento de la FU. Por tanto, el forecast se realizará a nivel FU y se utilizarán las aplicaciones Artkey y Basedis para desagregar la previsión de FU a SKU.

De esta manera, se reduce el tiempo dedicado a la previsión de ventas, ya que se calculará el forecast únicamente para las FU y no para la SKU, puesto que la desagregación será automática.



9. Determinación la de previsión de ventas para nuevos productos

El mercado cambia constantemente, lo cual provoca innovaciones y lanzamientos de nuevos productos. El procedimiento para determinar la previsión de ventas para nuevos productos es diferente a los procedimientos descritos anteriormente, ya que no se dispone de datos históricos a partir de los cuales elaborar una previsión. El término nuevos productos hace referencia tanto a productos que van a ser lanzados al mercado próximamente como a aquellos que se han lanzado recientemente, con lo cual no se dispone de un histórico de datos lo suficientemente amplio como para obtener una previsión de ventas.

Para la elaboración de la previsión de ventas para nuevos productos se trabajará conjuntamente con el departamento de marketing. Antes del lanzamiento del producto se deben realizar diferentes estudios de mercado para tratar de prever el comportamiento que tendrá el nuevo producto. Una de las maneras de conocer este comportamiento es mediante la realización de tests al consumidor, a partir de los cuales se puede prever si el producto tendrá o no salida en el mercado, y en el caso de que no vaya a tener salida, hacer los cambios necesarios para mejorar el producto con la finalidad de darle viabilidad en el mercado o desechar la idea de lanzarlo.

Otro aspecto que conviene estudiar es el de la canibalización, es decir, estudiar si el nuevo producto va a sustituir parte de la venta de un producto ya existente, con lo cual habrá que modificar también la previsión del producto ya existente.

Una vez concluidos los estudios de mercado y tras las mejoras y producción del nuevo producto, hay dos fases para su venta. La primera de ellas es el llenado de canal, que consiste en el pedido inicial de cada uno de los clientes, con lo cual hay que llenar los diferentes almacenes con una cantidad suficiente como para poder abastecer a todos los clientes. Cuantos más clientes haya para el nuevo producto, más grande será el llenado de canal, ya que más grande será el pedido inicial. La fase de llenado de canal no sirve para hacer la previsión de ventas, ya que no informa de la venta que tiene el producto en el cliente final. Esta información se podrá conocer en la segunda etapa. La información referente a la fase de llenado de canal es conocida a corto plazo por parte del forecaster, ya que es el total de pedidos iniciales de dicho producto. Para obtener una estimación de la salida que tenga el producto a largo plazo, habrá que utilizar la información del estudio de mercado y los llenados de canal de otros productos con características similares lanzados al mercado con anterioridad.



La segunda fase es la rotación. La rotación consiste en las unidades vendidas por tienda. Esta fase es más incierta que la anterior, ya que la rotación del producto no se obtiene hasta que se obtienen datos de la salida de caja, es decir, de la venta al cliente. La rotación sirve para hacer la previsión de ventas, puesto que informa de la salida real que tiene el producto en el mercado. Una mayor rotación implica una mayor venta del producto, y por tanto, mayor necesidad de producción de este producto.

Pese a que no se tienen datos de la rotación hasta que el producto ya está en los diferentes puntos de venta, se puede hacer una estimación a partir de estudios de mercado y de productos similares, como pasaba con la fase de llenado de canal. Es importante tener una buena estimación de la rotación, ya si ésta es correcta se podrá tener un buen nivel de stock, sin tener ruptura, que supondría no abastecer a los clientes; ni tampoco exceso de stock, lo que podría desembocar en una destrucción del producto si éste caducase. Por esta razón, se plantean diferentes escenarios en función de la rotación del producto. Básicamente, se plantean tres estrategias, consistentes en una rotación optimista, una rotación pesimista y una rotación media, sobre la cual habrá que generar diferentes planificaciones de la producción.

El gráfico 9.1 muestra de manera aproximada el comportamiento que tiene la entrada de un nuevo producto en un cliente:

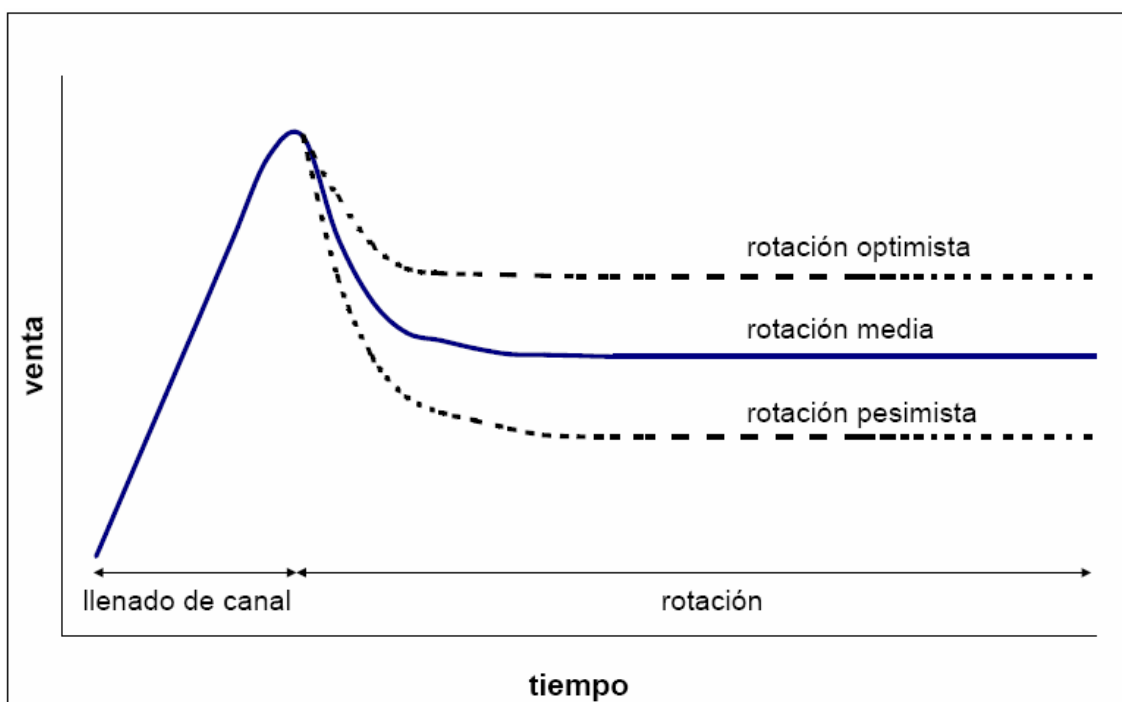


Gráfico 9.1. Esquema del comportamiento de la entrada de un nuevo producto al mercado.



El gráfico que se obtiene para el total del producto consiste en sumar cada de las curvas obtenidas para cada uno de los clientes. Igualmente, la incorporación de un nuevo cliente a un producto que ya está en el mercado presenta la misma forma que el gráfico anterior, y tan solo habrá que añadir esta curva a la ya existente.

Actualmente, existen 3 forecast units que constituyen 2 agrupaciones las cuales no tienen un histórico de datos suficiente como para generar una previsión de ventas. Además, próximamente se van a lanzar al mercado nuevos productos para los cuales hay que generar una previsión de ventas.

Para conseguir la previsión de ventas, pueden seguirse dos estrategias. La primera de ellas consiste en generar de forma manual un histórico de ventas, mediante la introducción de correcciones. De esta manera, se consigue que el producto disponga de un histórico de ventas y sobre este histórico, realizar la previsión.

Para conseguir los datos de un hipotético historial de ventas se pueden utilizar como referencia los datos del lanzamiento y de la evolución de algún producto similar, o del producto que vaya a ser objeto de canibalización, y también se pueden utilizar datos del estudio de mercado para introducir el historial. Posteriormente, se debe buscar un modelo estadístico, tal y como se detalla en el capítulo 8, e introducir las correcciones en caso necesario.

La segunda estrategia consiste en asignar como modelo de previsión de ventas el modelo externo, que deja vacíos los campos de previsión de ventas. Los datos del forecast se introducirán como si fuesen correcciones. El forecast obtenido se basará, igual que en la primera estrategia, en la similitud con otros productos y en la información facilitada por el estudio de mercado.

El forecast debe revisarse cada mes, puesto que los resultados pueden sufrir una gran variación, debido a la entrada o salida de clientes. Por otra parte, a medida que los datos vayan pasando a formar parte del histórico de datos habrá que actualizar el historial de ventas mediante correcciones. Por ejemplo, será importante corregir la fase de llenado de canal, ya que como se ha indicado no son valores que sirven para obtener la previsión de ventas. Cuando ya se tenga un historial de ventas suficientemente grande para obtener un forecast, habrá que determinar un perfil de ventas, como se explica en el capítulo 8.



10. Sistema de alertas

La previsión de ventas no siempre ofrecerá unos valores coherentes. Para detectar estos valores, se ha creado un sistema de alarmas, que avisa al forecaster de la presencia de alguna incoherencia.

Las alarmas creadas tienen como objetivo alertar sobre los siguientes aspectos:

- Forecast negativo.
- Inexactitud de la previsión de ventas.
- Inexactitud en la extrapolación para todo el mes.
- Inexactitud semanal en la previsión de ventas.
- Desviación respecto al mes anterior.
- Desviación respecto al año anterior.
- Desviación respecto al budget.

La alarma referente al forecast negativo se activa si se obtiene una previsión de ventas negativa. El forecast debe adquirir siempre un valor positivo, ya que no es posible vender una cantidad negativa. Si el modelo estadístico escogido da como resultado una previsión negativa, significa que el modelo seleccionado no es adecuado, por tanto, debe buscarse un nuevo modelo de previsión de ventas que solvete la incoherencia del forecast. Si la previsión obtenida antes de la introducción de las correcciones es positiva pero tras la introducción de correcciones es negativa, el forecaster debe cambiar la corrección introducida por otra que no convierta el valor de la previsión en negativa o cambiar el modelo estadístico seleccionado, y por tanto, revisar también las correcciones.

Otra de las alarmas creadas informa de la inexactitud de la previsión de ventas del mes anterior (forecast inaccuracy). Esta alarma sirve para mejorar el forecast de meses posteriores, ya que indica para qué productos se ha obtenido una inexactitud elevada, con el objetivo de corregir la previsión para los siguientes meses. La alarma se activa para una inexactitud superior al 20 %.

La tercera de las alarmas creadas informa sobre la evolución de la previsión dentro de mes. Es decir, a medida que transcurre el mes, el programa realiza una extrapolación de las ventas a final de mes, de manera que compara la extrapolación obtenida con el forecast propuesto. Si la diferencia entre estos dos valores es superior al 20 %, esta alarma entra en funcionamiento.

Esta alarma tiene cierto parecido con la alarma referente inexactitud semanal en la previsión de ventas, ya que hace referencia a la evolución del producto en el mes en curso. En este caso, se compara el resultado de cada semana del mes en curso, para aquellas



semanas ya finalizadas, respecto a la desagregación semanal del forecast. Esta alarma sirve para conocer con más precisión el periodo del mes en el cual se ha producido la inexactitud, con lo cual es más fácil conocer las causas de la desviación producida. La alarma también se activa cuando para una semana se consigue una diferencia entre ambos valores superior al 20 %

La alarma referente a la desviación respecto al mes anterior se activa para informar al usuario del programa sobre una gran desviación entre la previsión de ventas de un mes respecto al mes siguiente. La alarma se activa cuando se produce una diferencia entre ambos valores superior al 20 %.

La alarma que hace referencia a la desviación respecto al año anterior es similar a la alarma anterior, pero ésta compara el resultado de un mes respecto a la previsión de ventas del mismo mes para el siguiente año. Esta alarma puede ser más significativa que la anterior, ya que está comparando el mismo periodo de tiempo, aunque estén en años diferentes. En este caso, puede ser que la diferencia de valores sea debida a un crecimiento o decrecimiento en la tendencia del producto. En el caso de la alarma anterior, se comparan dos periodos de tiempo diferentes pero consecutivos. Sin embargo, debido a la estacionalidad en las ventas del agua, es posible que se obtengan diferencias debido a este factor, cosa que provoca que haya que estudiar detenidamente cada caso. Tal y como pasaba con las alarmas citadas anteriormente, la alarma entra en funcionamiento cuando se alcanza una diferencia entre valores superior al 20 %.

Otra comparativa que se realiza es la comparación entre el forecast y el budget. Sin embargo, hay que tener en cuenta que se está comparando una previsión de ventas frente a un objetivo, lo cual no significa que el objetivo se ajuste a la realidad. Por tanto, esta comparativa se usa de modo informativo. Nuevamente, la alarma se activa cuando la diferencia entre ambos valores supera el 20 %.

Pese a la activación de las alarmas, no significa que los resultados no sean correctos, excepto en el caso de la alarma referente al forecast negativo, ya que como se ha indicado nunca se puede obtener una previsión de ventas negativa, con lo cual siempre habrá que corregir este error para que la previsión sea positiva.

Para el resto de alarmas, las desviaciones pueden ser debidas a varios factores, como una perturbación de las condiciones climatológicas, a un aumento debido a un evento promocional, a un cambio en la tendencia del producto o a la entrada o salida de un nuevo cliente, entre otros factores. Sin embargo, la desviación también puede ser debida a un error en la obtención de la previsión de ventas, con lo cual habrá que modificarlo mediante la introducción de nuevas correcciones sobre la previsión de ventas o mediante la selección de un nuevo modelo estadístico.



Las alarmas se activan a nivel SKU, ya que interesa estudiar las posibles incoherencias que tenga un producto en particular. Podría pasar que la FU tuviese valores razonables, pero al desglosar la FU hubiese alguna SKU con un comportamiento incoherente. Por ejemplo, podría darse el caso de una FU con valores coherentes pero que contenga una SKU con un valor negativo debido a una mala corrección. Para detectar esos valores, es importante lanzar las alarmas a nivel SKU.

La figura 10.1 representa un esquema del proceso a seguir si se activa una alarma.

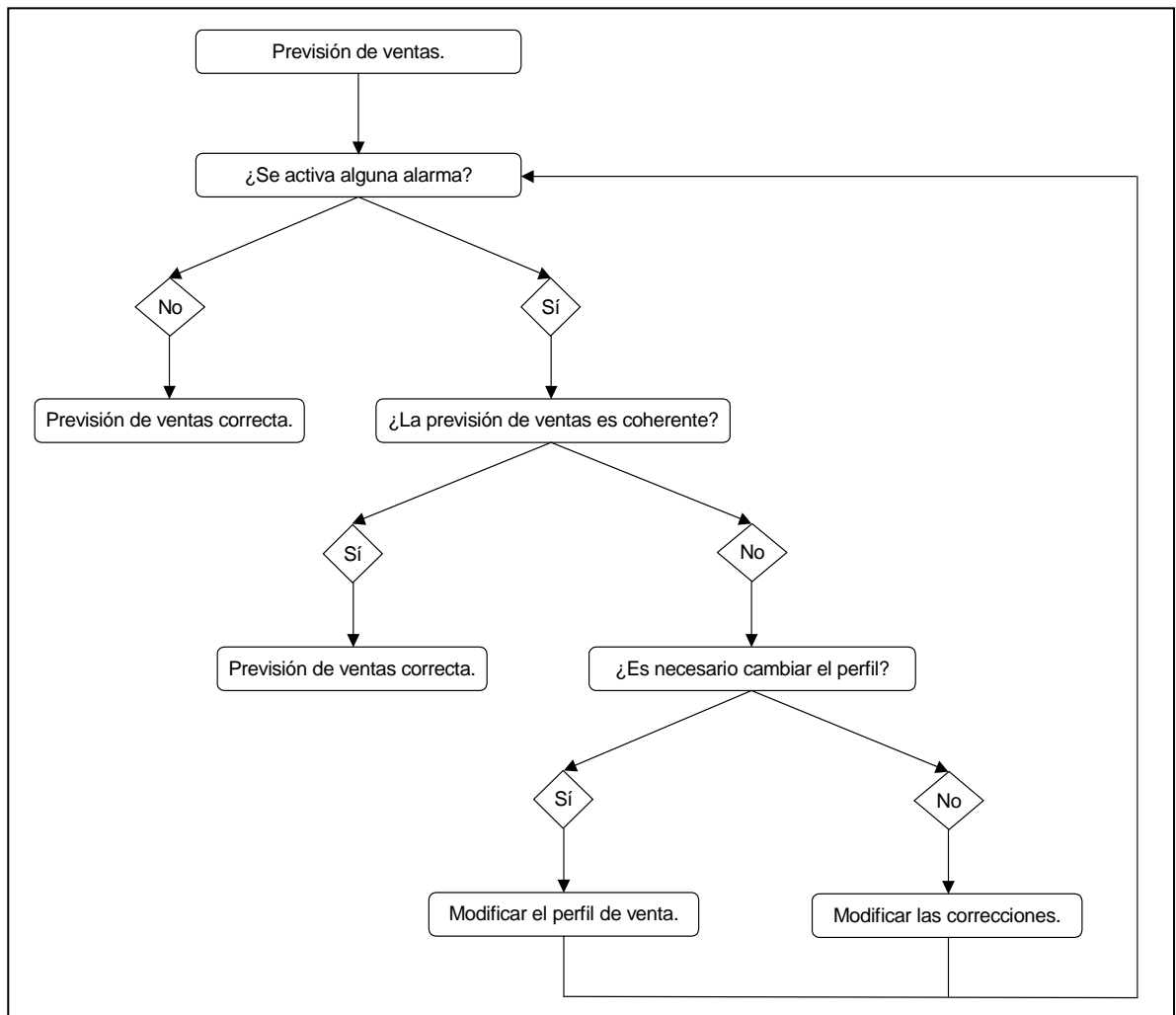


Figura 10.1. Esquema del proceso a seguir por la activación de una alarma.



11. Impacto sobre el stock de seguridad

11.1. Introducción

La gestión de los stocks es un aspecto muy importante del departamento de Supply Chain. La tendencia de las compañías es la de reducir el nivel de stock de los almacenes, lo cual repercute en un ahorro en el coste, ya que disminuye el coste de posesión de stock. Sin embargo, esta reducción del nivel de stock no debe impactar en el nivel de servicio al cliente, ya que en tal caso se tendría un coste de ruptura de stock, bien por ruptura diferida o por ruptura perdida. Por lo tanto, se debe buscar un equilibrio entre el nivel de stock y el nivel de servicio al cliente.

Si se consigue una disminución de la incertidumbre en la previsión de ventas, se puede disminuir el stock de seguridad. Se entiende por stock de seguridad al inventario de producto destinado a proteger a la empresa respecto a la incertidumbre en la previsión de ventas y en los retrasos en la elaboración de productos. El stock de seguridad sirve para evitar rupturas, es decir, no poder servir al cliente debido a una falta de producto.

También existe el stock de seguridad de materias primas. En este caso, sirve para proteger a la empresa de la incertidumbre en la actuación de los proveedores debido a diversos factores, como pueden ser el tiempo de espera, la mala calidad de las materias primas, las huelgas o las vacaciones, o también para prevenir la falta de materias primas debido a un aumento inesperado de la demanda. Sin embargo, el objetivo de la mejora obtenida tras la disminución de la incertidumbre en la previsión de ventas es disminuir el stock de seguridad de producto acabado, y es el tema que va a tratarse a lo largo de este capítulo.

El stock de seguridad representa aproximadamente el 50 % del inventario de cada producto, para el caso de la empresa estudiada. Además del stock de seguridad, se dispone de stock de rotación y de stock por agrupación familiar.

El stock de rotación resulta de los lotes que se piden cada vez que se necesita producto. Este stock depende de la frecuencia de fabricación, la tasa de producción y la tasa de venta del producto.

El stock por agrupación familiar es aquel necesario para garantizar unos días de stock para colocar estratégicamente los productos y agruparlos por familias. Tiene mucha importancia en las líneas multiformato, ya que este stock sirve en el caso de que dos productos que se producen en la misma línea tengan que producirse al mismo tiempo. Por otra parte, gracias a este stock se pueden ahorrar cambios de formato, con lo cual se reduce el tiempo de



parada de la línea de producción y se logra más margen para posibles cambios en la planificación de la producción.

La figura 11.1 muestra los diferentes tipos de stock que intervienen para el almacenamiento de los diferentes productos.

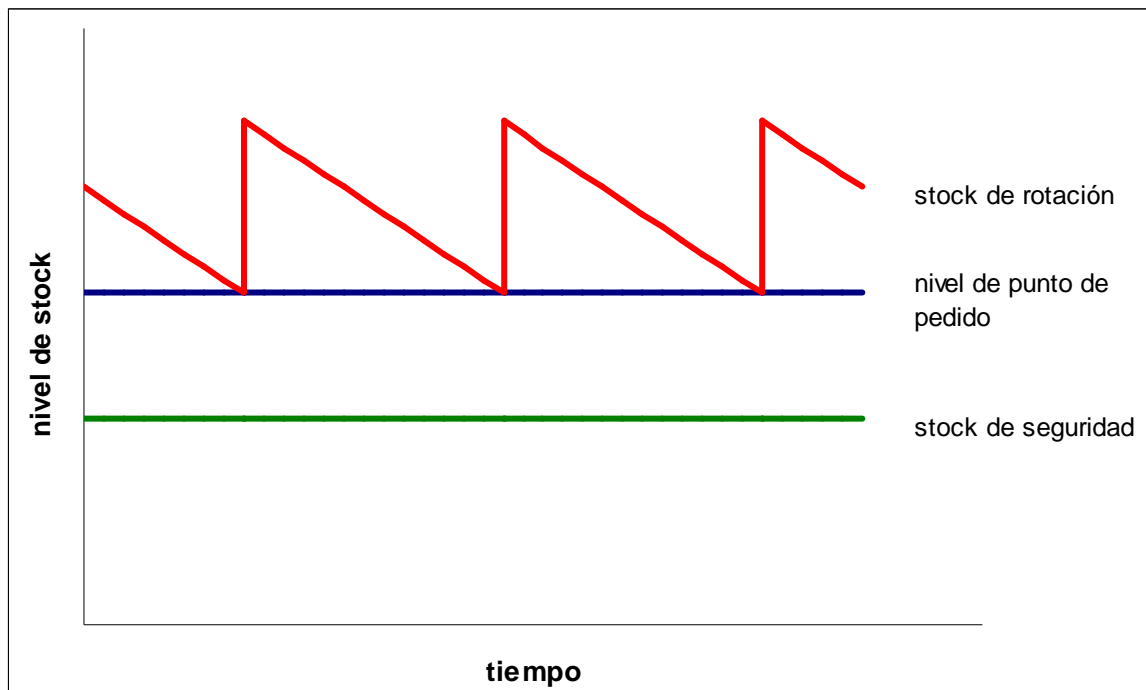


Figura 11.1. Esquema del impacto de los diferentes tipos de stock sobre el stock total.

Por otra parte, en los meses previos al verano se tiene que disponer de un stock de anticipación, es decir, un stock destinado a cubrir la previsión de una mayor demanda en los meses estivales.

Pese a que el presente proyecto se centra en la reducción del stock de seguridad, es importante reducir todos los niveles de inventario, ya que con una buena gestión de los stocks se puede conseguir un mejor servicio al cliente y una reducción de los costes de almacenamiento.



11.2. Modelo de planificación de la planificación

Existen diferentes modelos de planificación de la producción. Es importante la correcta elección de un modelo, ya que dependiendo de la opción seleccionada se obtendrá un nivel de stock u otro. El modelo seleccionado dependerá de varios factores:

- Relaciones con los proveedores.
- Hábitos de la empresa.
- Características del producto.
- Características de la demanda.

Uno de los métodos más utilizados como modelo de planificación es la gestión por punto de pedido o ROP (Reorder Point). Este modelo consiste en lanzar un pedido de reposición de existencias, normalmente constante, en el momento en el cual se alcanza un denominado punto de pedido, que depende del plazo de aprovisionamiento, de la venta prevista y del stock de seguridad.

La figura 11.2 muestra un esquema de funcionamiento de la gestión por punto de pedido.

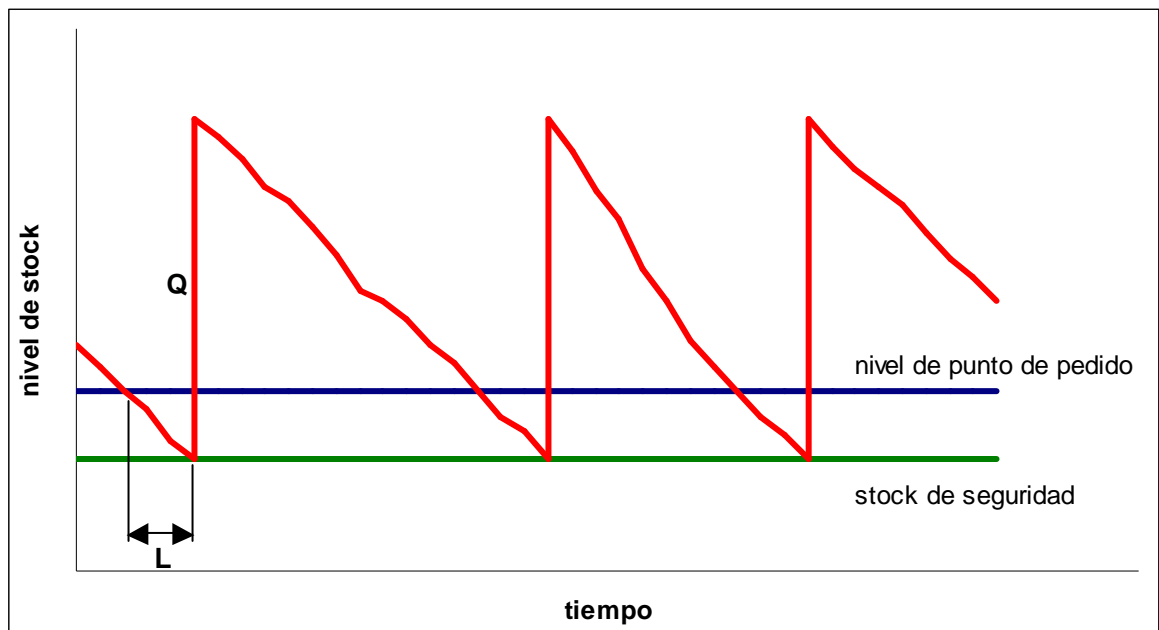


Figura 11.2. Esquema de la gestión por punto de pedido.

Como puede observarse, la periodicidad en la producción de los productos no es constante. En el gráfico, Q hace referencia a la cantidad pedida de producto y L al lead time o tiempo transcurrido entre el día que se fija la producción y el día en el cual el producto ya está producido y almacenado. La línea dentada representa el nivel de stock del producto, la



línea horizontal superior corresponde al punto en el cual se realiza el pedido, mientras que la línea horizontal inferior corresponde al stock de seguridad.

Este método es uno de los modelos más sencillos de aplicar y es uno de los más utilizados, sin embargo, está sujeto a unas determinadas restricciones:

- La demanda debe ser conocida, regular y fácil de predecir.
- Los productos no deben ser perecederos ni estar sometidos a riesgos de obsolescencia. En ese caso, el producto puede quedar fuera de servicio.
- Es necesario un sistema informático adecuado para conocer diariamente la situación del stock.

Otro modelo muy utilizado es la gestión por aprovisionamiento periódico o FSC (Fixed Scheduling Cycle). Con esta política, se fija la periodicidad en la producción de los productos, pero varía la cantidad a pedir, que depende del nivel de inventario y de la venta prevista hasta que llegue el pedido siguiente al que se va a efectuar, ya que en el momento en el cual se solicite una cantidad de producto se fija una cantidad de stock que no será posible reponer hasta que se reciba el siguiente pedido que se haga. Por lo tanto, con este modelo se tiene un mayor tiempo de incertidumbre.

La figura 11.3 muestra un esquema de la evolución del modelo de gestión por aprovisionamiento:

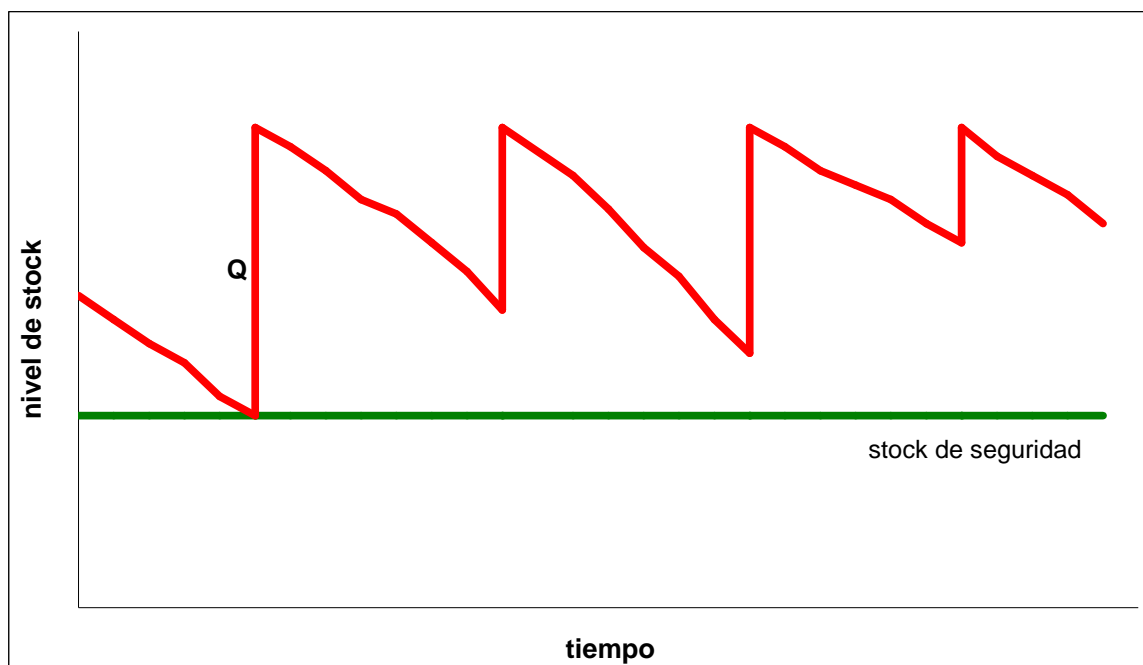


Figura 11.3. Esquema de la gestión por aprovisionamiento periódico.



En este segundo modelo, el stock de seguridad debe cubrir las irregularidades durante un tiempo mayor que en el caso del modo de gestión por punto de pedido. Por tanto, es una política de gestión más cara. La ventaja de este modelo es que se simplifica la gestión de la producción, ya que se sabe con suficiente antelación el orden en el cual se van a producir los productos.

Además de esos dos métodos, existen otros métodos:

- Modelo de Harris-Wilson.
- Gestión por doble punto de pedido.
- Modelo de doble estantería.
- Modelo de reposición de ventas.

Para el caso particular de *Aguas Font Vella y Lanjarón*, ni el modelo ROP ni el modelo FSC son adecuados como método de planificación. Si se planificase con el modelo ROP, se producirían demasiados cambios de formato, lo cual supone un significativo aumento en los costes de producción. Por otra parte, si se planifica con el modelo FCS, aumentaría en exceso la dependencia sobre la previsión de ventas.

Para determinar el modelo que debe adoptarse, hay que estudiar el historial de datos y las exigencias de la planta. Tras el estudio efectuado, se ha decidido adaptar como modelo de planificación el modelo ROP, pero con ciertas modificaciones. Por ejemplo, una modificación es dejar dos días de margen, bien sean de adelanto o bien sean de retraso, para que la planta pueda agrupar los productos en familias con el objetivo de mejorar la eficiencia de la planta.

Mediante el modelo ROP modificado, el punto de reorden se obtiene mediante la proyección de la previsión de ventas, teniendo en cuenta la duración del lead time. El punto de reorden es el punto en el cual se efectúa el nuevo pedido, de manera que el nuevo producto llegue en el momento en el cual se alcance la cota del nivel de seguridad.

Otra diferencia frente al ROP sin modificar es que la cantidad que se debe pedir no es siempre la misma, sino que esta cantidad se intentará adaptar a la evolución de las ventas, y se intentará también que la próxima orden de producción tenga lugar en un próximo periodo de tiempo planificado.

A la hora de realizar esta planificación, tiene una vital importancia el lead time. En el caso estudiado, el lead time medio es de siete días. La planificación se establece el jueves de la semana en curso, y se lleva a cabo en la semana siguiente, es decir, entre cuatro y diez días posteriores a la fecha de planificación, incluyendo el transporte entre almacenes si fuese necesario. El valor medio por tanto es de siete días. Como se ha indicado, se dejan dos días de margen de adelanto o de retraso para agrupar los productos en familias, por lo



que la media de esta desviación es de cero días, por lo tanto, se considera válido el valor medio del lead time como siete días.

Además, es importante conocer que en los meses previos al verano, se tiene que disponer de un stock de anticipación, es decir, un aumento de stock debido a la previsión de una mayor venta en los meses estivales.

11.3. Stock de seguridad

11.3.1. Modelos de cálculo

Para calcular el stock de seguridad existen varios modelos. El modelo seleccionado dependerá del tipo de empresa y de las variables existentes, como pudiera ser una variabilidad en el tiempo de entrega o una variabilidad en el cálculo de la previsión de ventas. Para el estudio de stock de seguridad se consideran los productos nacionales. En el caso de los productos importados, es decir, los productos de la marca Evian, la planificación se hace de manera conjunta con el departamento de Supply Chain de Evian, Francia, pero también se realiza el estudio del stock de seguridad.

El siguiente modelo tiene en cuenta el nivel de servicio al cliente, la desviación obtenida en la obtención de la previsión de ventas y el lead time. La ecuación 11.1 tiene en cuenta estas tres variables.

$$SS = Z \cdot \sigma \cdot \sqrt{L} \quad (\text{Ec. 11.1})$$

Los parámetros de la ecuación 11.1 son los siguientes:

- SS es el stock de seguridad.
- Z es el factor de servicio al cliente.
- σ es la desviación estándar de la previsión de ventas para un periodo.
- L es el lead time, expresado como múltiplo del periodo estudiado.

El segundo modelo para calcular el stock de seguridad relaciona el nivel de servicio al cliente, la demanda, el lead time, la desviación estándar en la previsión de ventas y la desviación estándar del lead time a través de la ecuación 11.2.

$$SS = Z \cdot \sqrt{\sigma^2 \cdot L + \sigma_t^2 \cdot D} \quad (\text{Ec. 11.2})$$



En este caso, los parámetros de la ecuación 11.2 son los siguientes:

- SS es el stock de seguridad.
- Z es el factor de servicio al cliente.
- σ es la desviación estándar de la previsión de ventas para un periodo.
- L es el lead time, expresado como múltiplo del periodo estudiado.
- σ_t es la desviación estándar del lead time.
- D es la demanda para un periodo.

Para realizar el cálculo del stock de seguridad, se utilizará el primer modelo, utilizando la ecuación 11.1. El segundo modelo incorpora respecto al primero la variabilidad en el tiempo de entrega o lead time. En el caso de la empresa estudiada, se considera que no existe variabilidad en el tiempo de entrega, debido a que no se tiene problemas en la recepción de materias primas ni en la línea de producción ni en el transporte.

Una vez conocido el stock de seguridad, para el modelo de planificación que se ha escogido, el punto de reorden se calcula como indica la ecuación 11.3.

$$PR = D \cdot L + SS \quad (\text{Ec. 11.3})$$

Los parámetros de la ecuación 11.3 son los siguientes:

- PR es el punto de reorden.
- D es la demanda media.
- L es el lead time.
- SS es el stock de seguridad.

Por otra parte, hay que tener en cuenta que los modelos matemáticos son teóricos, no empíricos. La consecuencia es que los resultados obtenidos deben ser analizados con mucho cuidado para comprobar que el modelo escogido es aplicable a la empresa estudiada. Esto se consigue experimentando con los resultados calculados del stock de seguridad durante un cierto tiempo para comprobar si se pueden aplicar con satisfacción o no.

11.3.2. Estudio del nivel de servicio al cliente

El nivel de servicio al cliente de una empresa sirve para medir el cumplimiento del suministro. En caso de que un pedido no se pueda atender por falta de producto, se alcanza una ruptura de stock. La ruptura de stock tiene como consecuencia la generación del coste económico de ruptura de stock, que puede ser por ruptura diferida o por ruptura perdida. El coste por ruptura diferida es aquel que se genera tras vender el producto



cuando se disponga, tras una ruptura, con unas condiciones mejores por parte del cliente. El coste por ruptura perdida se genera tras la pérdida de la venta.

Por lo tanto, lo ideal es tener un nivel de stock lo suficientemente alto para no tener rupturas y lo suficientemente bajo como para no generar un coste de almacenamiento excesivo. Actualmente, para las empresas del grupo, se exige un nivel de servicio del 98 %. Es decir, con este nivel de servicio, se asume que habrá un 2 % de rupturas de stock. El nivel de servicio al cliente está relacionado con el factor Z. Para calcular el factor Z se utiliza la ley normal, con media cero y desviación cuadrática uno, de manera que se obtiene la ecuación 11.4.

$$f(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot \exp\left(\frac{-Z^2}{2}\right) \quad \text{para } -\infty < x < \infty \quad (\text{Ec. 11.4})$$

La representación gráfica de la ecuación 11.4 se encuentra en el anexo E. Para conocer el valor de Z, se utiliza la función de distribución, que es la integral definida de la ecuación 11.4. Debido a que la función normal no tiene función primitiva, se utilizan diferentes tablas para determinar el valor de Z.

La tabla 11.1 recoge algunos de los valores de Z en función del nivel de servicio.

Nivel de servicio	Parámetro Z
50,0 %	0,00
90,0 %	1,28
96,0 %	1,75
97,0 %	1,88
98,0 %	2,05
99,0 %	2,33
100,0 %	∞

Tabla 11.1. Valores del parámetro Z en función del nivel de servicio.

En el anexo E se detalla una tabla con más valores que la tabla 11.1. Según se observa, si no se tuviese stock de seguridad, es decir, un valor de Z nulo, habría un 50 % de posibilidades de tener rupturas. Sin embargo, para no tener rupturas, se necesitaría un valor de Z infinito.



11.3.3. Estudio de la variabilidad en la previsión de ventas

La desviación estándar en la previsión de ventas se calcula como muestra la ecuación 11.5.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^n (V - P)^2}{n - 1}} \quad (\text{Ec. 11.5})$$

Los parámetros de la ecuación 11.5 son los siguientes:

- σ es la desviación estándar de la previsión de ventas.
- V es el valor de la venta para un producto en un determinado periodo.
- P es el valor de la previsión de venta de un producto en un determinado periodo.
- n es el número de periodos.

La desviación estándar suele calcularse en función de la diferencia entre el valor real y la media de los valores. Sin embargo, se ha preferido calcular a partir de la diferencia entre el valor de la venta y el de la previsión de venta para un mismo producto, debido a que la demanda no sigue un patrón constante, puesto que tiene un comportamiento estacional, lo cual hace que no tenga mucho sentido trabajar con una previsión de ventas media.

El cálculo de la desviación estándar se hace producto por producto, ya que tienen diferentes evoluciones. En el caso de los productos que han sido lanzados al mercado en los últimos meses, los resultados no son muy fiables, ya que son productos en los cuales aún no se sabe cual es la tendencia que tendrán en el mercado. Por esta razón, para estos nuevos productos se dispondrá de un sobrestock, cuya función también es la de evitar la ruptura. En este caso, el coste de ruptura sería muy elevado, debido al elevado gasto en la inversión y en la publicidad.

Es importante indicar que una mayor desviación estándar no implica menos precisión en los resultados. Por ejemplo, es muy probable que un producto con muchas ventas obtenga más desviación estándar que un producto con menos ventas. Por lo tanto, si se quiere comparar la precisión, debe dividirse la desviación estándar de un producto entre su venta. De esta manera, conociendo los productos con menor precisión pueden buscarse los motivos y tratar de conseguir mejorar su precisión.

En el departamento de Supply Chain se trabaja con otro indicador para estudiar la calidad en los resultados de la previsión de ventas. El indicador utilizado es el forecast accuracy, que calcula en forma de porcentaje la exactitud en la obtención de la previsión de ventas. El forecast accuracy se calcula mensualmente restando a 1 el cociente entre el sumatorio en valor absoluto de la diferencia entre la venta real y la venta prevista de todos los productos entre la previsión total de ventas.



El forecast accuracy se calcula como muestra la ecuación 11.6.

$$FA = 1 - \frac{\sum_{prod=1}^{prod} |V - P|}{P_T} \quad (\text{Ec. 11.6})$$

Los parámetros de la ecuación 11.6 son los siguientes:

- FA es valor del forecast accuracy.
- V es el valor de las ventas para un producto en un determinado periodo.
- P es el valor de la previsión de ventas de un producto en un determinado periodo.
- P_T es el valor de la previsión de ventas total en un determinado periodo.

Los resultados referentes a la obtención de la desviación estándar de los diferentes productos se encuentran en el anexo E.

11.3.4. Estudio de la variabilidad en el lead time

Como se ha comentado anteriormente, en el modelo utilizado para determinar el stock de seguridad no se tiene en cuenta la variabilidad en el lead time. Este periodo abarca desde que se fija la planificación hasta que el producto entra en el almacén, listo para ser vendido al cliente. El lead time medio para el caso de la empresa estudiada es de 7 días. Si se considerase el caso de productos importados, habría que añadir 2 días al lead time, debido al transporte, hasta llegar a un lead time medio de 9 días.

La variabilidad en el lead time depende de factores como son la variabilidad en el tiempo de planificación, la variabilidad en la producción y la variabilidad en el transporte. En este caso, no existe variabilidad en el tiempo de planificación ni en la producción, debido a que prácticamente no se producen paradas en la línea de envasado, y éstas no repercuten en un retraso en la producción ni tampoco hay retrasos en la recepción de materias primas.

Tampoco se tiene en cuenta la variabilidad en el transporte. En el caso de los productos vendidos, el tiempo de entrega es nulo, puesto que una vez que el producto sale del almacén, el producto ya está vendido. Para los traslados entre almacenes, o stock en tránsito, tampoco se considera variabilidad en el transporte, ya que la conexión entre almacenes es buena. Evidentemente, siempre puede surgir algún problema, como pudiera ser el caso de una huelga o unas condiciones climatológicas muy adversas que no permitiesen el transporte de mercancías.



Sin embargo, estas causas son esporádicas, es decir, no son aleatorias. Por otra parte, en el caso de países del norte de Europa, sí que habría que tener en cuenta la variabilidad debido a factores climatológicos. Así pues, no se debe tener en cuenta ninguna variabilidad en el transporte, ya que en este caso afectaría negativamente al stock y no hay motivos para hacerlo.

Por lo tanto, no se considera ninguna variación del lead time, sino que únicamente se tendrá en cuenta la variabilidad de la previsión de ventas para calcular los niveles del stock de seguridad.

11.3.5. Cálculo del stock de seguridad

Como se ha comentado anteriormente, para el cálculo del stock de seguridad, se aplica la ecuación 11.1, que tiene como parámetros el nivel de servicio al cliente, la variabilidad en la previsión de ventas y el lead time.

El nivel de servicio utilizado para todos los productos ha sido del 98 % y el lead time se ha considerado constante con un valor de 7 días para los productos nacionales y de 9 días para productos importados. Sin embargo, sí hay variabilidad en la previsión de ventas, por lo cual habrá que calcular la desviación estándar.

Tras la implantación de *SAP/APO* se ha comprobado como la desviación estándar disminuye y el forecast accuracy aumenta. Para ello, se ha simulado la previsión de ventas del último año a partir de los datos históricos, y se ha comprobado como ha aumentado la exactitud y la precisión. En el caso en particular del forecast accuracy, se ha observado que ha aumentado del 88 % al 90 %.

El nivel del stock de seguridad se calcula para cada producto. No se realiza un cálculo del stock de seguridad global, ya que cada producto tiene una tendencia y una variabilidad en la previsión de ventas propias, que no tiene porqué ser la misma que la que se obtenga a nivel global de todos los productos. Si el cálculo se realizase de esta manera, se conseguiría un stock de seguridad poco fiable, ya que productos con poca desviación estándar tendrían un excesivo stock de seguridad, lo cual provocaría un aumento de coste de almacenamiento, mientras que los productos con una amplia desviación estándar tendrían poco stock de seguridad, cosa que provocaría estar constantemente en rupturas de stock, con el consiguiente coste de rupturas.

De la misma manera sucedería si se calculase el stock de seguridad por marca, ya que no todos los productos de la misma marca tienen la misma desviación estándar, por lo tanto, se necesita un nivel de desagregación mayor.



Una simplificación que podría hacerse es asimilar que una forecast unit tiene la misma variabilidad en la previsión de ventas. El error sería menor que en los dos casos anteriores, pero de todos modos la variabilidad dentro de una familia no es la misma para todos los productos.

Finalmente, se ha optado por calcular el stock de seguridad producto por producto. De esta manera, se obtiene una mayor exactitud en el cálculo del stock de seguridad, ya que para determinar el nivel de inventario de seguridad de un producto no se tendrá en cuenta las desviaciones del resto de productos, cosa que sucedía al agrupar por el total de productos, por marca o por forecast unit.

Por otra parte, calcular el nivel de inventario de seguridad para cada producto no implica un gran aumento del tiempo empleado para determinar estos niveles. El stock de seguridad se calcula para cada producto independientemente del volumen de venta.

En este caso, hay que hacer un pequeño matiz entre SKU y producto. Las SKU de un mismo producto que difieran en aspectos como una diferente altura de paletización o una etiqueta diferente, debido a un evento promocional, se considerarán que forman parte de un mismo producto para calcular el stock de seguridad.

Además, para realizar el cálculo del stock de seguridad, se considera que cada producto se concentra en un almacén y no en todos, de manera que desde el almacén de cada producto se abastece a la demanda total. De esta manera, se obtiene un menor stock de seguridad que si el producto se repartiese en todos los almacenes, puesto que la suma del stock de seguridad de todos los almacenes sería superior al stock de seguridad de un producto concentrado en un almacén.

El stock de seguridad se puede calcular en volumen o en tiempo de cobertura. Es más práctico tener los resultados del nivel del stock de seguridad en tiempo de cobertura, siguiendo la metodología de las diferentes empresas del grupo. Es más cómodo trabajar con tiempos de cobertura que trabajar con volumen, ya que de esta manera se consigue tener una mejor visión del inventario almacenado.

Por otra parte, el tiempo de cobertura del stock de seguridad se considera constante para todo el año, pero no el volumen, ya que la venta no es constante. Por tanto, aunque el tiempo de cobertura sea constante, el volumen medio mensual del stock de seguridad para cada producto no será constante a lo largo del año, sino que dependerá de la venta mensual. Lo más habitual es utilizar los días de cobertura.



Para contabilizar estos días, se tienen en cuenta días laborables y días festivos, a excepción de festivos navideños, ya que las líneas de producción funcionan durante todos los días y los pedidos se cargan también todos los días de la semana.

Otro indicador que se puede utilizar es el stock de seguridad medio. De esta manera, se pueden contabilizar los niveles medios del inventario de seguridad. Sin embargo, el uso de este indicativo puede crear confusión debido a que los productos con mucho o con poco stock de seguridad quedarían enmascarados. El uso que se da del stock de seguridad medio sirve para conocer la tendencia de los niveles de inventario.

Tras el estudio realizado, se ha comprobado como ha disminuido la desviación estándar en la previsión de ventas, lo que ha repercutido positivamente en los niveles de stock. También se ha estudiado el caso de los productos importados, es decir, los productos Evian, con el objetivo de mejorar la planificación conjunta con la planta de Evian para reducir el stock de seguridad.

Una vez calculado el stock de seguridad para cada producto, se ha trasladado el valor a días de cobertura, para calcular a partir de los días de cobertura el volumen necesario para cada uno de los meses, debido a que, como se ha comentado, las ventas no son constantes a lo largo del año.

Los costes de almacenamiento se cuantifican según el tiempo que se almacena cada palé. Por tanto, los resultados obtenidos en volumen para cada mes se cuantificarán en palés. El número de litros contenido en cada palé es variable, y oscila entre 270 y 844 litros. La media de litros en cada palé es de aproximadamente de 700 litros. Como puede apreciarse, es poco frecuente encontrar productos que necesiten poco volumen para conformar un palé. Para el cálculo del número de palés no se ha considerado la media, sino el número de litros por palé para cada producto.

En la tabla 11.2 se presentan los resultados obtenidos para los diferentes productos de la compañía.



Referencia producto	Stock de seguridad sin APO [días de cobertura]	Stock de seguridad con APO [días de cobertura]	Diferencia [días de cobertura]
P01	4,90	4,49	-0,41
P02	3,11	3,42	0,31
P03	3,52	4,41	0,89
P04	3,18	3,12	-0,06
P05	5,64	5,40	-0,24
P06	4,45	4,32	-0,13
P07	5,89	6,27	0,38
P08	7,36	7,27	-0,09
P09	7,86	6,88	-0,98
P10	7,18	7,54	0,36
P11	4,64	4,57	-0,07
P12	18,66	10,58	-8,09
P13	16,94	13,58	-3,36
P14	8,99	8,22	-0,77
P15	18,11	17,79	-0,31
P16	6,70	7,61	0,91
P17	3,23	3,19	-0,03
P18	2,51	2,51	0,01
P19	7,04	7,25	0,21
P20	5,73	6,15	0,42
P21	5,52	4,53	-1,00
P22	7,93	8,24	0,31
P23	18,14	19,45	1,31
P24	10,18	11,97	1,79
P25	21,69	20,68	-1,01
P26	5,47	5,30	-0,16
P27	6,05	5,45	-0,60
P28	4,21	3,57	-0,65
P29	13,30	13,80	0,50
P30	6,38	6,71	0,33
P31	8,25	9,04	0,79
P32	8,96	8,45	-0,51
P33	8,60	8,68	0,08
P34	9,33	10,34	1,01
P35	3,93	4,25	0,32
P36	5,67	5,66	-0,01
P37	4,55	4,54	-0,01
P38	8,24	9,01	0,77
P39	6,48	7,30	0,82

Tabla 11.2A. Tabla comparativa del stock de seguridad para los productos P01 a P39.



Referencia producto	Stock de seguridad sin APO [días de cobertura]	Stock de seguridad con APO [días de cobertura]	Diferencia [días de cobertura]
P40	8,54	8,23	-0,32
P41	30,43	25,81	-4,62
P42	4,31	5,97	1,66
P43	7,93	7,98	0,05
P44	12,74	12,67	-0,07
P45	5,43	5,63	0,20
P46	4,78	4,37	-0,41
P47	8,74	8,11	-0,64
P48	7,22	7,56	0,33
P49	6,12	6,41	0,29
P50	5,79	5,99	0,21
P51	8,56	7,19	-1,38
P52	5,79	5,58	-0,21
P53	13,46	13,42	-0,04
P54	9,10	9,57	0,47
P55	5,34	5,87	0,53
I01 importado	22,11	23,29	1,18
I02 importado	18,45	17,55	-0,91
I03 importado	14,80	16,89	2,08
I04 importado	22,80	22,72	-0,09
I05 importado	30,38	37,23	6,85
I06 importado	13,70	13,95	0,26
P56	10,87	11,31	0,44
P57	12,79	11,38	-1,41
P58	12,70	12,46	-0,24
P59	9,09	7,72	-1,37
P60	4,11	3,49	-0,62
P61	5,50	5,34	-0,17
P62	3,50	3,59	0,09
P63	11,47	11,08	-0,40
P64	21,54	21,39	-0,16
P65	4,22	4,28	0,06
P66	4,25	4,30	0,04
P67	14,43	12,18	-2,25
P68	5,53	5,28	-0,25
P69	14,76	14,19	-0,57
P70	16,73	14,36	-2,38
P71	13,76	12,18	-1,58
P72	27,98	14,15	-13,83

Tabla 11.2B. Tabla comparativa del stock de seguridad para los productos P40 a P72 e importados.



Como se puede observar en la tabla anterior, el stock de seguridad disminuye, salvo en algunas excepciones, que tendrán que solventarse mediante la introducción de nuevas correcciones que traten de disminuir el error obtenido en la previsión de ventas, para se reduzca también el stock de seguridad para estos productos. Sin embargo, se observa como disminuye ostensiblemente el stock de seguridad. En la tabla anterior se han considerado productos nacionales y productos importados, que se han identificado añadiendo a la referencia del código la palabra importado.

En el anexo E se detallan todos los cálculos necesarios para obtener el stock de seguridad para cada uno de los productos, además de diferentes tablas con información referente al número de palés almacenados anualmente y el coste que representa su almacenamiento.

La disminución de la cobertura del stock de seguridad conlleva la reducción del número de palés almacenados, es decir, se genera un ahorro en el coste de almacenamiento debido a esta disminución. En el gráfico 11.1 se muestra la reducción anual del número de palés almacenados.

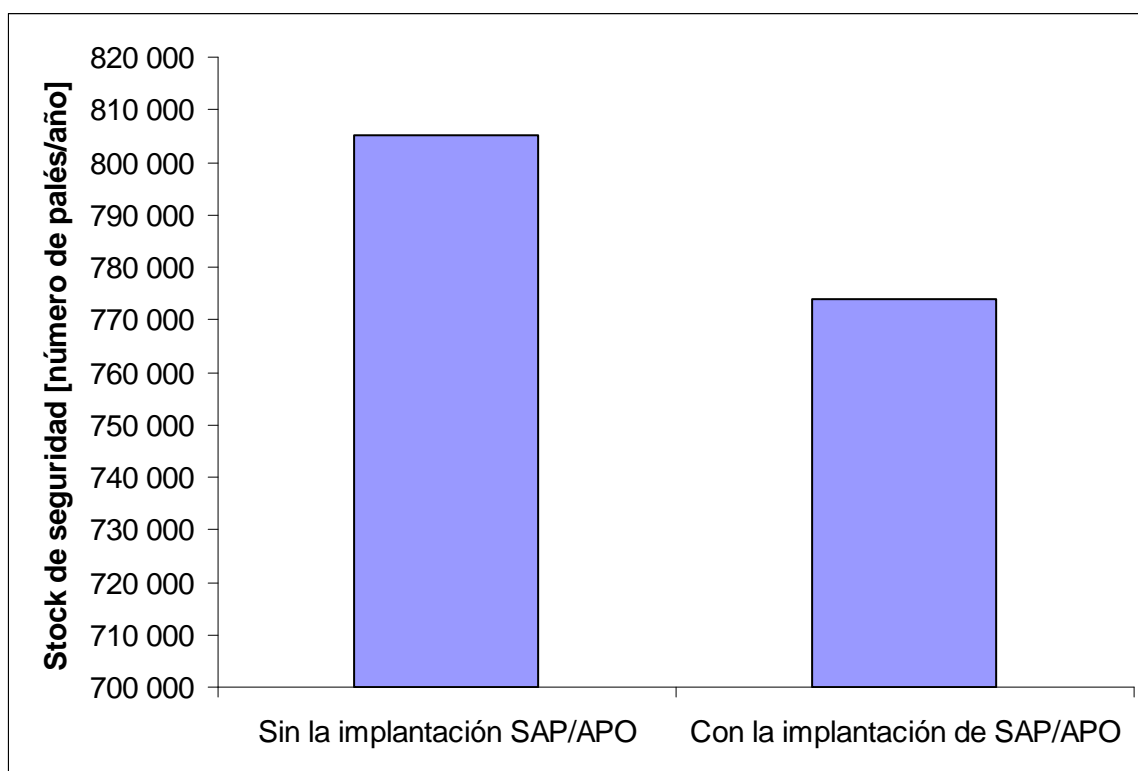


Gráfico 11.1. Evolución comparativa del número de palés almacenados anualmente debido al stock de seguridad.

El número de palés almacenados anualmente debido al stock de seguridad era de 804 969 palés, mientras que tras la implantación del sistema *SAP/APO* este número descendería



hasta los 773 864 palés. Esto supone un descenso del 3,8 % del nivel de inventario de seguridad.

El coste de almacenamiento de cada palé oscila entre 2 y 5 euros, dependiendo del tipo de palé y del almacén. Por razones de confidencialidad, se considera como valor constante un coste de 3 euros mensuales por palé.

El coste anual para garantizar el stock de seguridad sin la implantación de *SAP/APO* asciende a 2 414 906 euros anuales, mientras que gracias a la implantación este coste se ha reducido a 2 321 592 euros anuales. Es decir, se consigue un ahorro de 93 314 euros anualmente.

Puede observarse que el descenso en el precio ha sido del 3,8 %, ya que el precio se considera constante. Sin embargo, esta aproximación puede considerarse válida puesto que la variación en el precio del almacenaje es prácticamente nula.

Como ya se ha mencionado anteriormente, los resultados obtenidos tras la utilización del modelo matemático para el cálculo del stock de seguridad son teóricos y no empíricos. Sin embargo, se ha podido constatar que el stock de seguridad actual se ajusta prácticamente a los resultados existentes antes de la implantación del sistema informático *SAP/APO*. Por lo tanto, podemos dar los resultados obtenidos como buenos, lo cual no significa que no se tengan que analizar para comprobar su viabilidad. Por lo tanto, hay que estudiar constantemente los resultados obtenidos para ajustar el stock de seguridad a su nivel óptimo en función de la desviación estándar.

Es importante destacar que no se ha calculado el stock de seguridad para los productos lanzados recientemente al mercado, ya que como se ha dicho, los resultados obtenidos no son muy fiables, puesto que aún no se sabe el comportamiento que tienen, la cual cosa provoca que la precisión en los resultados disminuya. Para estos productos se dispone de un sobrestock con el objetivo de evitar la ruptura. Para el cálculo del sobrestock de estos productos se utilizará la información proporcionada por el departamento de marketing, los estudios de mercado y la similitud con otros productos.



12. Análisis del impacto ambiental

Gracias a la utilización del sistema *SAP/APO* como herramienta de obtención de la previsión de ventas, debido a la mejora en la precisión obtenida en la previsión de ventas, se evitan los transportes innecesarios de productos, es decir, se consigue una disminución del número de trayectos realizados por una mala previsión de ventas y como consecuencia, tendrá lugar una disminución en el uso de carburante, y por lo tanto, una disminución de las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera.

Además, la mejora en la precisión también tiene como consecuencia una disminución en la destrucción de producto debido a su caducidad por una fabricación excesiva inducida por una mala previsión de ventas del producto, como podría ser el caso de la marca *Font Vella Sensación*, con lo cual se puede evitar el vertido y tratamiento de agua.

Por otra parte, se consigue reducir el consumo de papel y de otros materiales de oficina como tinta o bolígrafos, debido a que los resultados se presentan directamente en el ordenador.



13. Análisis del impacto socioeconómico

13.1. Impacto social

El uso de *SAP/APO* genera un impacto social. En el caso de las personas que forman parte del área de planificación, se disminuye la carga de trabajo debido a la reducción del tiempo destinado a la planificación de la previsión de ventas, por lo que podrán dedicar más tiempo a otras tareas, formar parte de las reuniones de marketing para estudiar el lanzamiento de nuevos productos o para realizar estudios de mercado, de manera que se obtienen mejores resultados.

En el caso de los trabajadores de las plantas de producción y envasado, con una mejor previsión de ventas se podrá realizar una mejor planificación de la producción, con lo cual se pueden disminuir los cambios de formato en las líneas multiformato, por lo que también disminuirá la complejidad de su trabajo.

Por otra parte, se pueden gestionar mejor las necesidades de personal en la producción. De esta manera, al mejorar la planificación de la producción, se reducen las horas extras en las plantas de producción y embotellamiento provocadas por una mala previsión de ventas. Por otra parte, se consigue no forzar a hacer vacaciones a los trabajadores y se evita tener personal sin tener que hacer ninguna tarea debido a la ausencia de necesidad de producir debido a una mala planificación de la producción, lo cual provoca desmotivación y malestar en los trabajadores

13.2. Impacto económico

13.2.1. Costes y presupuesto

Los costes necesarios para llevar a cabo el proyecto se desglosan principalmente en dos conceptos, que son los costes humanos y los costes materiales. En los costes humanos se incluyen los honorarios de los consultores externos contratados para realizar el proyecto. El proyecto será realizado por dos consultores. En la primera etapa, se utilizará un consultor júnior, cuya función será probar los diferentes modelos estadísticos de previsión de ventas, y seleccionar el modelo que se ajuste mejor a cada producto. El tiempo aproximado de ejecución del proyecto se estima en 300 horas de trabajo para el consultor júnior.



La segunda etapa será ejecutada por un consultor sénior. Su función es la de supervisar todos los modelos seleccionados para asegurar el correcto funcionamiento de la herramienta *SAP*. Se estima que el tiempo aproximado necesario para el consultor sénior es de 100 horas.

Por otra parte, cabe destacar que el tiempo de ejecución del proyecto por parte de los consultores será inferior al dedicado por el autor, debido a la mayor experiencia de los consultores en el sector de la cadena de suministro y en el sistema *SAP*.

Los costes materiales hacen referencia a diferentes partidas que han intervenido durante el periodo de ejecución del proyecto. Hay que considerar la inversión inicial de un ordenador, el coste de utilización del equipo informático y las licencias profesionales del software utilizado de *Microsoft Office 2007* y *SAP*.

En la figura 13.1 se reflejan los diferentes costes, formando el presupuesto del proyecto.

COSTES HUMANOS			
	Coste horario [€/h]	Tiempo [h]	Total [€]
Honorarios consultor júnior	45,00	300	13 500,00
Honorarios consultor sénior	70,00	100	7 000,00
Total costes humanos [€]			20 500,00
COSTES MATERIALES			
	Coste unitario [€/unidad]	Unidades	Total [€]
Adquisiciones			
Ordenador	2 000,00	1	2 000,00
Licencia Microsoft Excel 2007			400,00
Licencia SAP			4 000,00
	Coste unitario [€/unidad]	Tiempo [h]	Total [€]
Consumo			
Utilización equipos	0,60	400	240,00
Total costes materiales [€]			6 640,00
TOTAL [€]			27 140,00
IVA (+16 %)			4 342,40
TOTAL PRESUPUESTO [€]			31 482,40

Figura 13.1. Presupuesto.

El presupuesto total asciende a 31 482,40 euros. Como puede verse en la figura 13.1, la mayor parte del coste se destina a los honorarios del consultor que realiza el proyecto.



13.2.2. Amortización y periodo de retorno

Como se ha visto en el capítulo 11, la implantación de la herramienta informática *SAP/APO* genera un ahorro de 93 314 euros debido a la disminución del nivel del stock de seguridad.

Por otra parte, tras mejorarse los resultados de la previsión de ventas, se reducen los costes derivados de la destrucción de producto por una mala previsión, para el caso de *Font Vella Sensación* y *Vitalinea*, que son productos perecederos. Este ahorro se estima en 10 000 euros anuales.

Otro de los ahorros se obtiene a partir disminución de trayectos de transporte, ya que al mejorar la previsión de ventas disminuye el transporte innecesario de proyectos. El ahorro estimado por esta causa es de 20 000 euros anuales.

Por último, se ha de considerar el ahorro debido a la reducción del uso de material de oficina, ya que al ofrecerse los resultados directamente sobre la pantalla, disminuye el uso de papel, tinta o bolígrafos. El ahorro generado se estima en 100 euros anuales.

En definitiva, la implantación de *SAP/APO* genera un ahorro de 123 414 euros anuales. Por lo tanto, la inversión realizada se recupera en poco más de tres meses. Como puede observarse, la inversión ha sido rentable.



Conclusiones

Una buena gestión del departamento de Supply Chain es de vital importancia para optimizar el funcionamiento de la empresa, ya que gracias a las iniciativas de este departamento podrá aumentarse el nivel de servicio al cliente, minimizarse el stock de seguridad u optimizar la distribución entre otros aspectos, lo cual genera un ahorro económico.

La previsión de ventas desempeña un papel muy importante dentro del departamento, ya que es el punto de partida de la Supply Chain, por lo tanto es vital para lograr la optimización de la cadena de suministro. Una mejora en la previsión de ventas repercute positivamente en la planificación de la producción, en la logística y en el transporte.

La reducción de la incertidumbre de la previsión de ventas ha generado una reducción del stock de seguridad, con lo cual se disminuye el coste de almacenamiento. Tras la implantación de *SAP/APO*, se ha conseguido subir el forecast accuracy del 88 % al 90 %, es decir, se ha logrado mejorar la fiabilidad en los pronósticos de venta. Este aumento se ha visto reflejado en una disminución del 3,8 % del nivel del stock de seguridad.

La mejora en la previsión de ventas también influye en la producción, ya que con una mejor planificación de la producción se reducen los cambios de formato, con lo cual aumenta el tiempo de producción debido a la disminución del tiempo dedicado a los cambios de formato, y en función de la planificación de la producción también se mejora la gestión del personal. Tras la mejora de la planificación de la producción, se puede producir en cada momento la cantidad necesaria para abastecer a todos los clientes sin riesgo de generar sobrestock ni rupturas.

Debido a la utilización de *SAP/APO* se consigue un impacto social, debido a la reducción de tiempo dedicado a la previsión de ventas por parte del forecaster, pero también por la mejora que se consigue en la gestión de las necesidades de personal y en la disminución de la complejidad de su trabajo, gracias a una mejor planificación de la producción. La implantación de esta herramienta tiene una repercusión ambiental, ya que reduce el transporte y la destrucción de productos debidos a una mala previsión de ventas, lo cual genera un impacto económico positivo, al que hay que sumar el ahorro que se produce tras la reducción del coste de almacenamiento debido a la disminución del stock de seguridad. Por otra parte, el periodo de retorno es de 3 meses aproximadamente, con lo cual es factible realizar el proyecto.

Los resultados obtenidos ya se han comenzado a aplicar en la empresa con resultados satisfactorios.



Agradecimientos

Quisiera hacer varios agradecimientos. El primero de ellos, a mis padres, Begoña y Ventura, y a mi hermana María, por su cariño y paciencia a lo largo de todos los años de mi vida. Sin su ayuda, no habría sido posible llegar hasta aquí.

También quisiera agradecer a *Aguas Font Vella y Lanjarón, S.A.*, su confianza depositada en mí, y darme la posibilidad de realizar el proyecto final de carrera mediante los conocimientos adquiridos en la empresa. Especialmente quiero agradecer a los miembros del área de planificación, la mayoría de los cuales son ingenieros formados en la ETSEIB, formado por Mathieu Vallée, Eduard Añón, Marc Cortés, Gudrun Tritler y sobretodo a Miquel Costa por la colaboración y el seguimiento que ha llevado a cabo del proyecto.

Por último, quisiera agradecer al profesor Jordi Ojeda su inestimable ayuda y su atención en la realización del presente proyecto.



Bibliografía

Referencias bibliográficas

Las referencias bibliográficas utilizadas para la elaboración de este proyecto han sido las siguientes:

BAUTISTA, J., [et al.], *Transparències d'organització industrial*. Barcelona, Ediciones CPDA-ETSEIB, 2003

DANONE

[<http://www.danone.com>, agosto de 2007]

Departamento de Recursos Humanos de Aguas Font Vella y Lanjarón S.A., *Manual de Aguas Font Vella y Lanjarón*

MIZE, J., [et al.], *Planificación y control de operaciones*. Madrid, Ediciones Prentice-Hall Internacional, 1979

NARASIMHAM, S., [et al.], *Production planning and inventory control*. New Jersey, Ediciones Prentice-Hall, 1995

PRAT, A., [et al.], *Métodos estadísticos. Control y mejora de la calidad*. Barcelona, Ediciones UPC, 1997

SAP

[<http://www.sap.com>, agosto de 2007]

VOLLMANN, T., [et al.], *Manufacturing planning and control systems*. New York, Ediciones McGraw-Hill, 1997

ZERMATI, P., *Gestión de stocks*. Madrid, Ediciones Pirámides, 2004

