

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial



Propuesta de Mejora del Modelo de Inventario, para Aumentar
el Nivel de Servicio de Productos que Presentan Quiebres de
Stock en Sodimac S.A, por Incumplimiento en las Condiciones
de Entrega de los Proveedores.

Por

Francisco Germán Santos Yunis

Richard Alfonso Alarcón Rivera

Trabajo de Título Para Optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y
Título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: Augusto Vargas Schüler

Enero de 2015

RESUMEN EJECUTIVO

Cross Doking, Nivel de Servicio, Fidelización, Quiebres de Stock, SKU.

La presente memoria de tesis tuvo como principal objetivo el generar una metodología que permita realizar una propuesta concreta a dar una solución a la no disponibilidad de los productos en los puntos de ventas, que generan una serie de pérdidas económicas directas e indirectas, las cuales dependiendo de la situación afectan en distinto grado a los proveedores, empresa (Sodimac) y consumidor.

Debido a esta situación, la finalidad de esta memoria de tesis fue contribuir con una solución al problema de quiebres de stock en las tiendas de Sodimac, donde se planteó elaborar un modelo de inventario con stock de seguridad.

La necesidad de elaborar este modelo, surgió debido a que los quiebres de stock son provocados en un gran porcentaje (40,38%) por los proveedores, para esto se analizó las mejores opciones de inventario que en la práctica puedan controlar las irregularidades en las condiciones de entrega, como lo es cantidades insuficiente de entrega y porcentaje insuficiente de unidades recepcionadas, todo esto bajo un sistema de distribución Cross Doking el cual dado sus características, está diseñado para no mantener stock.

Dado lo anterior, esta memoria de tesis busco disminuir los quiebres de stock enfocándose en los proveedores que no cumplen con las condiciones previamente acordadas entre proveedor y empresa, para esto se buscan las mejores opciones de inventario que en la práctica puedan controlar las irregularidades en las condiciones de entrega y con ello mejorar el nivel de servicio en tiendas.

La metodología usada para la resolución del problema, se basó en la confección de un modelo de inventario de revisión periódica mejorado y aplicable a la logística de la empresa Sodimac. Empleada esta metodología se logró comprobar que los productos elegidos que producen quiebres de stock bajo el sistema Cross Doking, pueden ser manejados bajo un sistema de

revisión periódica mejorado, cumpliéndose el objetivo de minimizar los quiebres de stock al contar con un stock de seguridad, obteniendo mayores beneficios para la empresa.

La técnica ocupada, contempla el diseño de tablas de datos en hojas de cálculo de MS Excel, donde se confeccionan distintos escenarios, cuyo principal objetivo fue crear un informe resumen que incluyera la información de todos los escenarios, de manera de comparar principalmente el impacto del nivel de servicio y los costos totales en el transcurso de un año.

Los resultados anteriores demostraron las indudables ventajas donde el escenario del modelo de revisión periódica optimizado, logra favorablemente la disminución de los costos de inventario y los costos por ventas pérdidas para los 13 productos seleccionados del fierro de tipología A, el cual se cuantificó en \$ 6.244.040.081, representando una disminución anual aproximada de un 61% con respecto a la situación actual ocurrida con el modelo Cross Doking para el mismo año.

La disminución generada, se debe a que el costo total por la utilización de stock en bodegas en el escenario del modelo de revisión periódica optimizado, fue mitigado por las ganancias de las ventas que en el caso del modelo Cross Doking fueron consideradas como pérdidas, al mismo tiempo se genera un aumento en el nivel de servicio de 97,33% en comparación al 78,4% generado por el modelo Cross Doking.

Este porcentaje puede representar un mayor atractivo para la empresa, si se considera el volumen de ganancias anuales que se obtiene por una mayor cantidad de productos, por lo cual, se puede lograr mejores beneficios al evaluar una muestra mayor.

EXECUTIVE SUMMARY

Cross Doking, Level of Service, Loyalty, Breaks of Stock, SKU.

The main goal of this research was to generate a methodology to make a concrete proposal to solve the non-availability of products at points of sales, generating a series of direct and indirect economic losses, which depending on the situation affect to the suppliers, company (Sodimac) and consumer. Because this situation, the purpose of this report was to contribute to a solution to the problem of breaks of stock in stores Sodimac, where it was raised as a solution on inventory model of safety stock.

The need to develop this model, arose from the breaks of stock are caused in a large percentage (40.38%) by suppliers, there were analyzed the best inventory options in practice to control the irregularities in the analyzed delivery conditions, as it is insufficient and inadequate delivery quantities and received, percentage of units, all under the distribution system Doking Cross given its characteristics, is designed to not keep stock. Thus seeks to reduce the stock breaks focusing on suppliers that do not meet the conditions previously agreed between supplier and company, the best options for this inventory in that practice control irregularities in the delivery terms are searched and thus improved the level of service in the shops.

The methodology used to solve this problem was based on the preparation of an inventory model periodically improved and applied to the logistics of the Sodimac Company. Once used this methodology it was possible to confirm that the chosen products produced breaks of stock under the Cross Doking system, can be managed under a system of improved periodic review, fulfilling the objective of minimizing the breaks of stock to have a safety stock, obtaining higher profits for the company.

The employed technique includes the design of data tables in spreadsheets MS Excel, where different scenarios are made, the main objective was to create a summary report containing the information of all scenarios so primarily to compare the impact of service level and total costs in the course of a year.

The above results demonstrated the undoubted advantages where the stage of the periodic review optimized model favorably achieves to decrease this inventory costs and the costs of

lost sales for the 13 products selected from iron of type A, which was measured in \$\$ 6.244.040.081, representing an annual decline of approximately 60,1% compared to the current situation that occurred with the model Doking Cross for the same year.

The decrease generated, due to the total cost for the use of stock in warehouses on stage model optimized periodic review, was mitigated by gains in sales in the case of model Cross Doking were regard as lost, while an increase in service level 97.33% compared to 78.4% Cross generated Doking model is generated.

This percentage can be a major attraction for the company, considering the volume of annual earnings obtained by a larger number of products, thus, can achieve better benefit when evaluating a larger sample.

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	1
EXECUTIVE SUMMARY	3
ÍNDICE	5
GLOSARIO	7
1 CAPÍTULO I: ANTECEDENTES GENERALES	17
1.1 ANTECEDENTES GENERALES DE LA EMPRESA SODIMAC S.A.....	17
1.1.1 <i>Historia de la empresa Sodimac S.A.</i>	17
1.1.2 <i>Proveedores.</i>	19
1.1.3 <i>Cadena de abastecimiento de Sodimac.</i>	20
1.1.4 <i>Análisis de los métodos de distribución de Sodimac S.A.</i>	20
1.1.5 <i>Método de distribución XD en Sodimac S.A.</i>	21
1.1.6 <i>Centros de distribución.</i>	24
1.1.7 <i>Transporte.</i>	25
1.1.8 <i>Puntos de ventas</i>	25
1.1.9 <i>Sistema de inventario de Sodimac S.A.</i>	26
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	29
1.2.1 <i>Problemática.</i>	31
1.2.2 <i>Identificación de las causas de los quiebres de stock.</i>	31
1.2.2.1 <i>Problemática en el proceso de recepción en el CD de materiales de construcción.</i>	35
1.2.2.2 <i>Principales deficiencias en la recepción provocadas por los proveedores</i>	36
1.2.2.3 <i>Análisis de las recepciones de los proveedores</i>	38
1.2.2.4 <i>Devoluciones del centro de distribución</i>	38
1.2.2.5 <i>Tipos de incumplimiento.</i>	40
1.2.2.5.1 <i>Atrasos</i>	40
1.3 SOLUCIÓN.....	41
1.4 OBJETIVOS.....	42
1.4.1 <i>General</i>	43
1.4.2 <i>Específicos</i>	43
1.5 RESULTADOS ESPERADOS.....	43
1.6 LIMITACIONES AL ESTUDIO.....	44
2 CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	46
2.1 METODOLOGÍA APLICADA.....	46
2.1.1 <i>Etapas para la metodología.</i>	47
2.1.2 <i>Confeción de los escenarios.</i>	47
2.1.3 <i>Asignación de espacio para productos seleccionados.</i>	49
3 CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA	51
3.1 DESARROLLO Y ANÁLISIS DE LOS ESCENARIOS DE LOS MODELOS DE INVENTARIOS PROPUESTOS Y LA SITUACIÓN ACTUAL.....	51
3.1.1 <i>Escenario 1 modelo actual Cross Docking (MXD)</i>	51
3.1.2 <i>Escenario 2 modelo P o de revisión periódica (MP)</i>	54
3.1.3 <i>Escenario 3 modelo P mejorado (MPM)</i>	58
3.1.4 <i>Escenario 4 modelo P optimizado (MPO)</i>	61
3.1.5 <i>Escenario 5 modelo P proyectado (MPP)</i>	65
3.2 PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE ESPACIO PARA PRODUCTOS SELECCIONADOS.....	68
4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y EVALUACIÓN	72
4.1 MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN XD V/S MÉTODO P.....	73

4.2	MODELO P V/S MODELO P MEJORADO.	73
4.3	MODELO P MEJORADO V/S MODELO OPTIMIZADO.....	74
4.4	EXTRAPOLACIÓN DEL MODELO P OPTIMIZADO.....	77
4.5	RESULTADO DE LA PROPUESTA DE ASIGNACIÓN DE ESPACIO	79
5	CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	81
5.1	CONCLUSIONES	81
5.2	RECOMENDACIONES.....	84
6	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	86

GLOSARIO

Análisis de sensibilidad: esta metodología determina qué puede pasar con la rentabilidad del proyecto, si una o más variables cambian.

ASN: Advanced Shipment Notifications. Aviso de embarque anticipado. Información detallada, disponible para el consignatario antes de la llegada del embarque, sobre contenidos y naturaleza de éste. Frecuentemente por vía fax o correo electrónico.

Business to business: concepto de negocios en el que sólo intervienen empresas que prestan servicios a otras empresas. Aumenta la posibilidad de encontrar más proveedores y distribuidores. Esto permite comparar y seleccionar entre varias opciones.

Cadena de abastecimiento o logística de entrada: está formada por todas aquellas partes involucradas de manera directa o indirecta en la satisfacción de la solicitud de un cliente. Incluye no solamente a la empresa y al proveedor, sino también a los transportistas, almacenistas, vendedores al detalle (o menudeo) e incluso a los mismos clientes.

Canales de distribución: las vías de la venta apoyados por una empresa. Éstos pueden incluir ventas del menudeo, ventas de asociados de distribución (por ejemplo, venta al mayoreo), ventas del fabricante de equipo original, intercambio de internet o ventas del mercado, y subastas de internet.

Cadena logística: conjunto de operaciones que tienen por objetivo la disposición a menos costo de la cantidad de productos deseados en el momento y en el lugar donde la demanda existe.

Costo total de inventario: medida financiera que calcula todos los costos asociados con sostener una unidad en almacenamiento, normalmente expresado como un porcentaje del valor del inventario. Incluye inventario en almacenamiento, almacenaje, obsolescencia, deterioro o estropeo, seguro, impuestos, depreciación y costo de manejo entre otros.

Cobertura: las unidades necesarias para afrontar la demanda durante el periodo de revisión y el tiempo de entrega del proveedor.

Costo de carencia: costo por la no venta de un producto.

Consumidor potencial: se refiere a las personas que podrían adquirir el producto.

Consumidor real: se refiere a aquellas personas que normalmente adquieren el producto.

Fidelización: técnica que consiste en potenciar la permanencia de los clientes en su relación con la empresa.

Fill Rate: este indicador mide el nivel de cumplimiento de la compañía en la entrega de pedidos completos al cliente, es decir, establece la relación entre lo solicitado y lo realmente entregado al cliente.

Focus group: técnica de recolección de datos ampliamente utilizada por los investigadores a fin de obtener información acerca de la opinión de los usuarios, sobre un determinado producto existente en el mercado o que pretende ser lanzado.

Justo a tiempo (Just in-Time): una estrategia industrial que suaviza el flujo material dentro de las plantas industriales. JIT minimiza la inversión en inventario proporcionando entregas oportunas, secuenciales de producto exactamente donde y cuando se necesita, de una multitud de proveedores.

Quiebres o rupturas de stock: cuando un producto no es encontrado en la sala de ventas, en el lugar habitual, en el tamaño, variedad y forma deseada.

Outsourcing: subcontratación o tercerización, proceso económico en el cual una empresa mueve o destina los recursos orientados a cumplir ciertas tareas hacia una empresa externa por medio de un contrato.

Palet: unidad de medición utilizada para caracterizar los volúmenes de envío de productos.

Pick/Pack (Picking): el proceso de escoger el producto de inventario y empacar en recipientes de embarque.

Per cápita: relación que hay entre el PIB (producto interno bruto), y la cantidad de habitantes de un país. Para conseguirlo, hay que dividir el PIB de un país entre su población.

Planificación de la demanda: el proceso de pronosticar y manejar la demanda para productos y servicios hacia los usuarios finales, así como para miembros intermedios en la cadena de suministro.

Políticas o gestión de inventarios: técnica que permite mantener una existencia de productos a un nivel adecuado y el ritmo de pedidos, según sean las necesidades relacionadas con las estrategias de la empresa.

Posición o ventaja competitiva: Una empresa posee una ventaja competitiva cuando tiene alguna característica diferencial respecto de sus competidores, que le confiere la capacidad para alcanzar unos rendimientos superiores a ellos, de manera sostenible en el tiempo. Una ventaja competitiva puede derivarse tanto de una buena imagen, de una prestación adicional de un producto, del nivel de servicio, precio, etc.

Producto sustituto: un producto se considera un producto sustituto de otro, en tanto uno de ellos puede ser consumido o usado en lugar del otro en alguno de sus posibles usos. Ejemplos clásicos de bienes sustitutivos son el petróleo y el gas natural. El hecho de que uno de los productos sea un bien sustitutivo de otros tiene consecuencias económicas inmediatas.

Kardex: documento donde se controla todo el movimiento de las mercaderías, en este documento debe quedar registrado las fechas, las entradas y salidas, las cantidades y el destino de estas mercaderías. Normalmente cada producto tiene un kardex.

Reaprovisionamiento: el proceso de mover o resurtir inventarios desde una locación de almacenamiento de reserva a una locación primaria de picking.

Retail: se aplica a las tiendas por venta al detalle o por unidad.

Stock o existencias: representa la cantidad acumulada de cada uno de dichos productos; es decir, el número de artículos disponibles para la venta.

Stocks de ciclo: muchas veces no tiene sentido producir o comprar materiales al mismo ritmo en que son solicitados, ya que resulta más económico lanzar una orden de compra o de producción de volumen superior a las necesidades del momento, lo que dará lugar a este tipo de stocks.

Stocks estacionales: algunos productos presentan una demanda muy variable a lo largo del año, aumentando mucho en determinados meses y disminuyendo en otros (juguetes, helados, refrescos, etc.). Así, es lógico que el stock sea mayor que la demanda en determinados períodos, por lo que se generará un stock de carácter estacional.

Stocks de seguridad: suponen una garantía frente a posibles aumentos repentinos de la demanda.

SKU: identificador que es utilizado a nivel mercantil, que permite un seguimiento sistemático de los productos y de los servicios ofrecidos a los clientes. Cada SKU se une a un artículo, a una variante, a una línea de productos, a un paquete, a un servicio, a un honorario o a un accesorio.

Servicio al cliente: conjunto de actividades que tiene como finalidad lograr captar y mantener al cliente satisfecho a través del tiempo.

WAVE: corresponde a un proceso de los sistemas de WMS, el proceso de wave u ola corresponde a transformar las solicitudes de tiendas o clientes en tareas de picking u órdenes de trabajo para que los operarios realicen las tareas y posterior a ello se realicen los despachos.

WMS: (Warehouse Management System) aplicación de software que maneja las funciones de un almacén o centro de distribución. La funcionalidad de la aplicación incluye recepción, almacenaje, manejo de inventario, conteo de ciclos, permisos de tareas, planificación de órdenes, asignación de orden, reaprovisionamiento, embalaje, envío, dirección obrera e interfaz de equipo de manejo de material, interfaces de equipo.

El uso de tecnología de radio frecuencia junto con códigos de barras que proporciona las bases de un WMS, de entrega a tiempo e información exacta en tiempo real.

ABREVIATURAS Y SIGLAS

CD: centro de distribución

CT: costo total

ECR: respuesta eficiente al consumidor

Kg: kilogramos

LT: lead time

m: metro

m : metro cuadrado

MM: miles de millones

OC: orden de compra.

PIB: producto interno bruto.

SS: stock de seguridad.

SKU: Unidad de stock mantenido.

TI: tecnologías de la información.

XD: Cross Doking

%: porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: Gráfico comparativo con la participación actual del mercado de empresas para el mejoramiento del hogar y materiales de la construcción. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].....	20
FIGURA 1.2: Gráfico de la evolución en las ventas de la empresa Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].....	19
FIGURA 1.3: Flujo de mercadería en función de las ventas de la compañía. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].....	21
FIGURA 1.4: Flujo del proceso de distribución XD de Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].....	22
FIGURA 1.5: Sistema multi-escalón. Fuente: Apuntes de la Universidad de Chile [s.a.].....	27
FIGURA 1.6: Sistema pull. Fuente: Apuntes de la Universidad de Chile [s.a.].....	28
FIGURA 1.7: Gráfico de las principales causas que ocasionan los quiebres de stock en el CD 136. Fuente: Sodimac [s.a.].....	33
FIGURA 1.8: Gráfico comparativo con el porcentaje de faltante por sector operativo. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].....	34
FIGURA 1.9: Gráfico devoluciones en el CD 136. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].....	39
FIGURA 1.10: Gráfico de porcentajes de los productos que no son recepcionados en el CD 136. Fuente: Elaboración propia.....	41
FIGURA 3.1: Plano del CD de materiales de construcción; distribución física. Fuente: Elaboración propia.....	69
FIGURA 3.2: Plano e imagen satelital del CD de materiales de construcción; situación de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1: Datos generales del CD materiales de construcción. Fuente: Elaboración propia.	24
TABLA 1.2: Códigos de desempeño del CD 136. Fuente: Elaboración propia.	36
TABLA 1.3: Porcentajes de las principales deficiencias en el abastecimiento al CD 136. Fuente: Elaboración propia.	37
TABLA 1.4: Devoluciones en el CD 136. Fuente: Elaboración propia.	39
TABLA 1.5: Incumplimientos que pueden provocar la devolución parcial o total en el CD 136. Fuente: Elaboración propia.	40
TABLA 3.1: Primera semana escenario, modelo XD para el año 2012. Fuente: Elaboración propia.	52
TABLA 3.2: Costos del modelo de distribución XD para los productos seleccionados año 2012. Fuente: Elaboración propia.	53
TABLA 3.3: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio de los productos seleccionados del modelo XD año 2012. Fuente: Elaboración propia.	54
TABLA 3.4: Parámetros para la confección del escenario del modelo P de los productos seleccionados año 2012. Fuente: Elaboración propia.	56
TABLA 3.5: Costos del modelo P para los productos seleccionados año 2012. Fuente: Elaboración propia.	57
TABLA 3.6: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio de los productos seleccionados, del modelo P año 2012. Fuente: Elaboración propia.	57
TABLA 3.7: Costos del modelo P mejorado de los productos seleccionados, año 2012. Fuente: Elaboración propia.	60
TABLA 3.8: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio para el modelo P mejorado de los productos seleccionados, año 2012. Fuente: Elaboración propia.	61
TABLA 3.9: Tabla resumen de las variables de salida simuladas para la comparación de stock de seguridad y costo total de inventario anual. Fuente: Elaboración propia.	63
TABLA 3.10: Costos del modelo P optimizado de los productos seleccionados, año 2012. Fuente: Elaboración propia.	64
TABLA 3.11: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio de los productos seleccionados, del modelo de p optimizado para el año 2012. Fuente: Elaboración propia.	64
TABLA 3.12: Porcentaje promedio de quiebres, nivel de servicio y parámetros para el pedido del primer trimestre año 2012 de los productos seleccionados, modelo P proyectado. Fuente: Elaboración propia.	67
TABLA 3.13: Parámetros para disminuir la incertidumbre del pedido del primer trimestre año 2012 de los productos seleccionados, modelo P proyectado. Fuente: Elaboración propia.	67
TABLA 3.14: Descripción de áreas de stock en el c d en el área de operación de stock. Fuente: Elaboración propia.	68
TABLA 4.1: Comparación de costos año 2012 entre los diferentes modelos de inventario. Fuente: Elaboración propia.	72
TABLA 4.2: Resumen de los métodos de distribución analizados el año 2012, considerando nivel de servicio y quiebres de stock promedios. Fuente: Elaboración propia.	73
TABLA 4.3: Resumen del primer trimestre del inventario optimizado con demanda año 2012 v/s inventario optimizado con pronóstico winter año 2013. Fuente: Elaboración propia.	78
TABLA 4.4: Descripción de la ponderación del stock de perfiles de acero. Fuente: Elaboración propia.	79

INTRODUCCIÓN

Una de las áreas que más relevancia ha tomado en los últimos años dentro del comercio es la industria del retail. *“Se entiende por retail o comercio detallista a todo aquel establecimiento comercial que vende sus productos o mercaderías directamente al público final, llamados también clientes y/o consumidores”*¹

El retail es uno de los sectores más dinámicos y que más contribuyen a la economía nacional. Según cifras entregadas por la cámara de comercio de Santiago la industria logró mover MM US\$ 52.990 durante el año 2012, lo cual representa un crecimiento del 4,9% en relación al período anterior. Estas ventas equivalen al 26% del PIB per cápita del país².

Al mismo tiempo el crecimiento ha provocado una competencia más fuerte dentro de las diferentes empresas, producto de la incorporación de economías de escala, nuevos formatos de producción y servicios, grandes fusiones entre sus operadores y la modernización tecnológica. Todo esto se traduce en un mayor bienestar para el consumidor, quien puede acceder a una mejor calidad de servicio y productos a un menor costo.

La siguiente memoria de tesis se enfoca en la empresa nacional de retail Sodimac S.A., esta empresa cuenta con una cadena logística bastante extensa, recibiendo, manejando, almacenando y transportando una gran variedad de productos y materiales, con un alto número de proveedores involucrados y con entregas a distintos puntos de venta a lo largo de todo el país.

“Los componentes de un sistema típico de logística son: servicios al cliente, pronóstico de la demanda, comunicaciones de distribución, control de inventarios, manejo de materiales, procesamiento de pedidos, apoyo de partes y servicios, selección de la ubicación de fabricas y almacenamientos (análisis de localización), compras, embalaje, manejo de bienes devueltos,

¹ Cita obtenida de “ProChile” [s.a].

² Información obtenida del Estudio de proyecciones económicas 2012, elaborado por la Cámara de Comercio de Santiago

eliminación de mercaderías aseguradas rescatadas, tráfico y transporte, almacenamiento y provisión”³

Empresas como Sodimac buscan mejorar las relaciones entre los distintos eslabones de la cadena de abastecimiento, desde los proveedores a los clientes finales.

Hoy en día la disponibilidad de los productos en los puntos de ventas es un factor primordial para Sodimac. Cuando se produce una falla de stock, genera pérdidas económicas directas e indirectas para la empresa, por eso es importante minimizar las pérdidas por quiebres de stock y lograr dedicarse en todo momento a la demanda. Los quiebres de stock provocan pérdidas de beneficios por las ventas que dejan de hacerse o por la reducción de los márgenes de beneficio si la venta llega a efectuarse y en este último caso, el producto suministrado haya tenido que conseguirse de forma urgente para compensar la demanda ocasionando un gasto adicional.

Los niveles de exigencia del consumidor son cada vez mayores, por lo tanto el objetivo deseado debe orientarse en la búsqueda de un mejor servicio a los clientes, a través de una mejor gestión en la cadena logística.

Por esta razón el motivo de esta memoria de tesis es disminuir los quiebres de stock enfocándose en los proveedores que no cumplen con las condiciones previamente acordadas entre proveedor y empresa, para esto se buscaran las mejores opciones de inventario que en la práctica puedan controlar las irregularidades en las condiciones de entrega y con ello mejorar el nivel de servicio en tiendas.

³ Cita obtenida de “Carerrs in Logistics, Oak Brook” Reunion anual Council of Logistics Management, 1998 [s.a].

1 CAPÍTULO I: ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Antecedentes generales de la empresa Sodimac S.A.

En esta sección se detalla el marco conceptual en el cual se desarrolla el problema planteado, identificando los factores que determinan su estructura. Para lo anterior, se describen los antecedentes generales de la empresa Sodimac S.A. con el objetivo de entregar una visión global de la estructura, para luego enfocarnos en detalle en la problemática.

1.1.1 Historia de la empresa Sodimac S.A.

Sodimac es una empresa dedicada a la venta de materiales para la construcción y el hogar, nació en la década de los cincuenta, como una cooperativa de empresas constructoras. Con una extensa red nacional, llegó a posesionarse como la distribuidora de materiales para la construcción más relevante del país.

En el año 1982, empresas DERSA adquirió la organización, desde ese momento empezaron a esbozarse las políticas que transformaron a Sodimac en la empresa de hoy, líder en el rubro de la distribución de productos para el mejoramiento del hogar y materiales de construcción en Sudamérica (ver organigrama de estructura jerárquica de la empresa en el **anexo 1**).

Para el desarrollo de esta actividad la empresa tiene puntos de venta a lo largo de Chile con 67 tiendas repartidas de Arica a Punta Arenas con 6 CD (centros de distribución) y venta directa a empresas que se desarrollan en las oficinas centrales.

“La distribución es la actividad que tiene como fin poner al alcance del consumidor un determinado bien o servicio; también puede definirse como el conjunto de actividades interrelacionadas que tienen como objeto diseñar una estructura a través de la cual los consumidores puedan obtener bienes y servicios”⁴

En cada uno de los locales de venta se lleva a cabo la exposición y venta de los productos con los que comercializa la empresa.

⁴ “Cita obtenida de “Introduction to Supply Chain Management” Robert B. Handfield y Ernest L. Nichols Jr. [s.a].

Los productos vendidos por esta empresa son de origen nacional o importado, el proceso de adquisición de los productos lo realiza la gerencia comercial de Sodimac, esta área negocia directamente con los proveedores tanto nacionales e internacionales.

El año 2003 fue uno de los más trascendentales en la historia de Sodimac, el acuerdo alcanzado durante el mes de Octubre de ese mismo año, entre los dueños de Falabella y de Sodimac para fusionar ambas empresas, dio origen al segundo conglomerado más grande de retail en Latinoamérica con una fuerza laboral de 20.000 empleados, está presente en Chile, Argentina, Perú y Colombia.

La estrategia de crecimiento le permitió alcanzar en la actualidad, el control del 26% del mercado (**figura 1.1**), lo que contribuyó a consolidar aún más el liderazgo de la compañía en el mercado nacional.

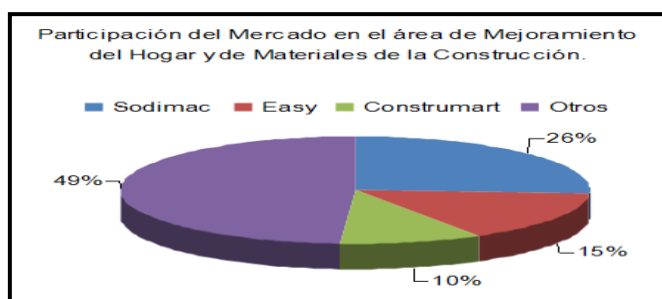


Figura 1.1: Gráfico comparativo con la participación actual del mercado de empresas para el mejoramiento del Hogar y materiales de la construcción. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].

Dentro de la evolución de las ventas de Sodimac en cuanto a los resultados, durante el año 2012 las ventas alcanzaron MM\$1.393.723, con un crecimiento del 9,8 % respecto del año anterior, como se puede apreciar en la **figura 1.2**.

Las utilidades del período fueron de MM \$ 19.580, lo que significó un crecimiento de un 12,4 % respecto al año anterior.

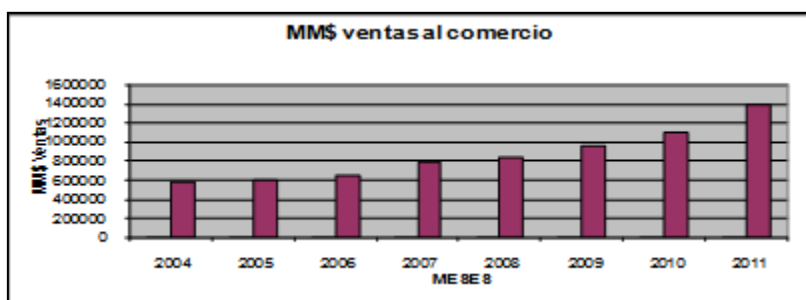


Figura 1.2: Gráfico de la evolución en las ventas de la empresa Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

1.1.2 Proveedores.

Los proveedores son los encargados de suministrar los materiales o productos para la venta a Sodimac, existen alrededor de 1.300 proveedores nacionales e internacionales que venden sus productos a través de Sodimac, de los cuales 300 son proveedores internacionales y 1000 son nacionales.

Estos se subdividen en 744 proveedores en el sistema XD, que recibe mensualmente un promedio de 800 camiones de proveedores y el restante de los proveedores que son 356 trabajan con los métodos de distribución local, transferencia y ventas a empresas, dentro de estos 165 son proveedores logísticos que no necesitan pedir una hora para realizar la entrega y 191 proveedores normales que deben solicitar hora para hacer sus entrega al CD. Durante un día normal se reciben cerca de 350 proveedores diarios en el CD.

Proveedores que Trabajan con Sodimac	
Métodos de Distribución	Proveedores
Internacional	300
XD	744
Stock	91
Local	100
Vta Empresa	65
Total	1300

Tabla 1: Gráfico de proveedores que trabajan con Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

1.1.3 Cadena de abastecimiento de Sodimac.

La cadena de abastecimiento de la empresa Sodimac está compuesta por los siguientes eslabones: proveedores, centro de distribución, transporte y 67 puntos de venta.

Los proveedores son los socios naturales del comercio y los encargados de suministrar los productos al canal de distribución. Además ayudan a presentar novedades a los consumidores, asesoran en la comercialización y comparten información sobre participaciones, tendencias y cambios en el mercado.

Las relaciones entre Sodimac y sus proveedores de Chile han sido variables en el tiempo. Actualmente las asimetrías favorecen a las empresas retail, quienes al haberse consolidado como canal de distribución tienden a imponer sus condiciones.

Las negociaciones entre ambos actores de la industria se centran en dos aspectos principales: Condiciones básicas y condiciones de devolución.

Las condiciones básicas se refieren a los descuentos, formas de pago y despacho que rigen para cualquier pedido.

1.1.4 Análisis de los métodos de distribución de Sodimac S.A.

Sodimac es una empresa cuyo pilar es la venta, distribución de materiales de construcción y mejoramiento para el hogar. En los últimos años la empresa ha sufrido un rápido y vertiginoso crecimiento, hoy en día la cadena cuenta con una mayoría de participación del mercado.

En virtud al crecimiento acelerado de las tiendas, además de un aumento sostenido de las ventas y de la cantidad de despachos de mercaderías que se realizan diariamente a las tiendas, se necesita contar con sistemas de abastecimiento óptimo, debido a que la empresa debe satisfacer de manera eficiente la demanda y los requerimientos de sus clientes.

Para lograr los abastecimientos a las tiendas de Sodimac, se cuenta con 5 vías o canales por donde la empresa se abastece de productos para la venta, estos son: método de distribución local, método de distribución por transferencia, métodos de distribución por XD, métodos de distribución por venta empresa, métodos de distribución directa por proveedor a cliente.

El método de distribución que más mueven mercadería a los puntos de ventas de la empresa, es el sistema de distribución XD como se observa en la **tabla 1.1**, a través de este sistema se mueven cerca de \$ 1.031.582.911.495 anuales, representando el 51% de las ventas total de la compañía.

Flujo de Mercadería			
N°	Métodos de Distribución	% Venta Anuales	\$ Venta Anuales
1	Local	13	\$ 262.952.506.851,67
2	Cross Docking	51	\$ 1.031.582.911.495,00
3	Transferencia (Stock)	9	\$ 182.044.043.205,00
4	Vta Empresa	12	\$ 242.725.390.940,00
5	Directo	15	\$ 303.406.738.675,00
	Total	100	\$ 2.022.711.591.166,67

Tabla.1.1: Flujo de mercadería en función de las ventas de la compañía. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

1.1.5 Método de distribución XD en Sodimac S.A.

Cross docking (XD), que en español se traduce al cruce de andén, permite que el recambio de mercaderías sea directo desde el camión del proveedor al camión de distribución de Sodimac que despachan a los puntos de venta, además se define como aquel método en que las tiendas realizan una solicitud de productos en función de un calendario de pedidos previamente establecido por día/tienda/proveedor y la orden de compra la genera el área de compras contra el stock del proveedor, y este despacha los productos separados e identificados por tienda al terminal/CD XD de Sodimac, donde los productos son recepcionados y revisados para luego enviarlos a su destino final, como se refleja en la **figura 1.3**. El proceso de pedido en la empresa Sodimac se informará con mayor detalle en el **anexo 2** (proceso de pedido de

Sodimac S.A) y el proceso de distribución XD se informara en el **anexo 3** (método de distribución XD).

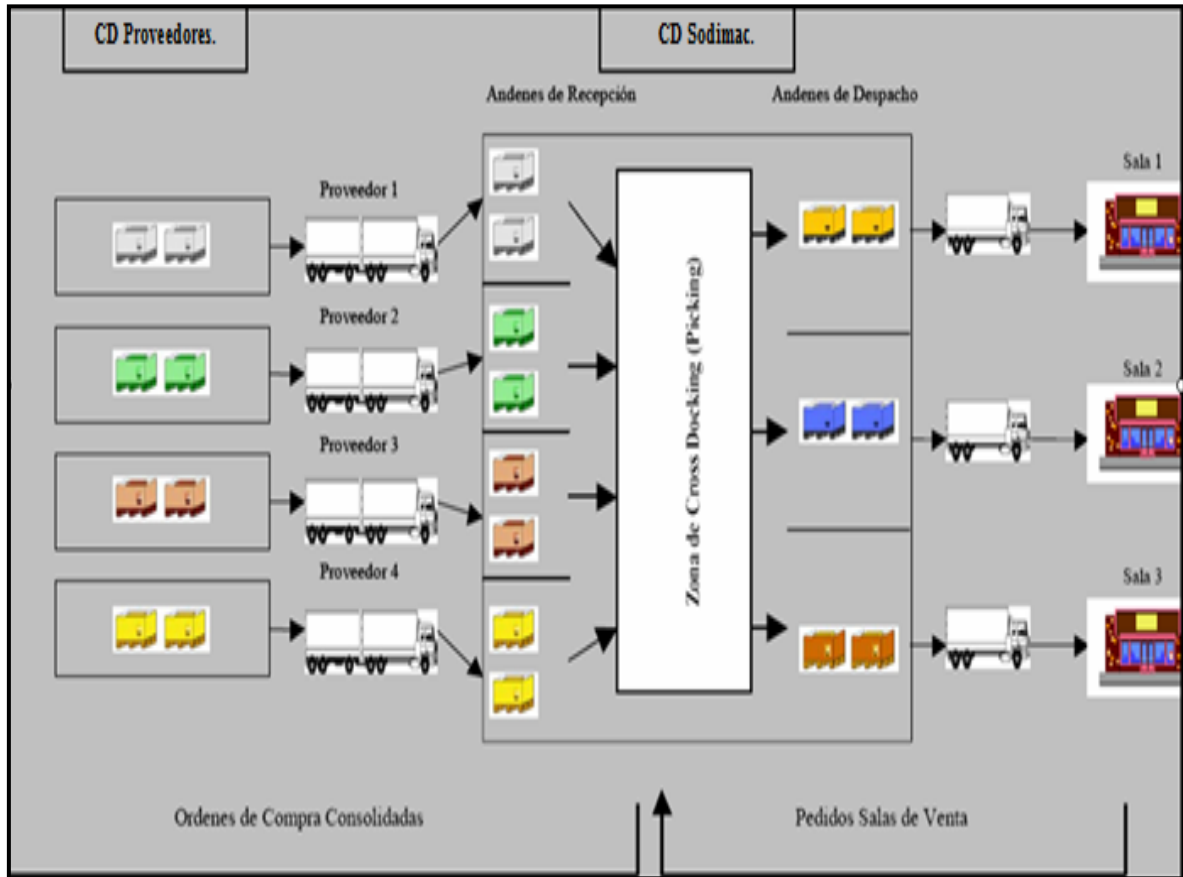


Figura 1.3: Flujo del proceso de distribución XD de Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

En XD (Cross docking) se requiere una estricta coordinación entre sus participantes, los que deben realizar sus funciones en las ventanas de tiempo asignadas para permitir que cada uno de ellos cumpla con su rol en el proceso.

Uno de los puntos fundamentales para el buen funcionamiento del proceso XD son las alianzas estratégicas con los proveedores, debido que este sistema de abastecimiento depende de gran medida a la coordinación estricta entre sus participantes tanto empresa como proveedor. Por esta razón la relación entre proveedor y empresa adquieren un rol fundamental, lo cual ha provocado un profundo cambio en la cadena logística de la empresa.

Actualmente, 744 proveedores de Sodimac utilizan el XD. Además de las ventajas propias del sistema de distribución, estos proveedores tienen acceso privilegiado vía internet, a información sobre ventas, inventarios y precios de venta al público de cada uno de sus productos en cada una de las tiendas.

Según la empresa, el XD ha mejorado en forma notable el nivel de servicio de algunos proveedores, permitiendo a Sodimac contar con una óptima disponibilidad de productos para atender a sus clientes.

Sodimac utiliza el método de distribución XD alrededor de 12 años, con mucho éxito por las ventajas propias del sistema de distribución; elimina el inventario innecesario en las tiendas y en los centros de distribución, la eliminación del doble paso que implica la presencia de intermediarios en los procesos de despacho, almacenamiento y recepción, implica una considerable disminución de los costos. Asimismo, se traduce en una ayuda importante para el manejo operacional de las tiendas a lo largo del país, puesto que los procedimientos se hacen más eficientes cuando se recibe un sólo camión con productos de 10 proveedores, en lugar de 10 camiones con la carga de igual número de proveedores.

El proceso de XD también presenta desventajas para la empresa como es el incremento de rupturas de quiebres de stock y aumento de errores, no es aplicable con otra filosofía que no sea just in time, si las operaciones de XD no son continuas y programadas, pueden ocasionar ineficiencias o traumatismos a los procedimientos ordinarios de la plataforma logística

El problema que se abordará con mayor profundidad en este capítulo, corresponde al incremento de rupturas de quiebres de stock, que genera el método de distribución XD.

1.1.6 Centros de distribución

La empresa Sodimac cuenta con un centro de distribución para materiales de la construcción ubicado en la comuna de Renca específicamente en Camino lo Ruiz #1621, Santiago. En la **tabla 1.2** se muestran los datos generales del CD.

Nombre	CD Materiales de la Construcción
Dirección	Ubicado en la comuna de Renca específicamente en Camino lo Ruiz # 1621,Santiago
Superficie	33.406 m ²
Despacho de Camiones a Tienda	100
Recepción de Camiones Diarios	80
Número de Trabajadores	70
Numero de SKU CD	10.000
Inversión	US\$ 10 millones

Tabla 1.2: Datos generales del CD materiales de construcción. Fuente: Elaboración propia.

Al CD llegan todos los proveedores para hacer entrega de los pedidos emanados por la central de compra, la localización del CD es estratégica debido a la coordinación con los proveedores, la que en gran mayoría se encuentran en Santiago, lo que facilitaría la distribución de los productos a las tiendas.

EL CD opera con 2 métodos de distribución que son; método de distribución XD y el método de distribución central, para nuestro estudio se analizaran los dos profundizando en el método de XD.

El CD se divide en un jefe de bodega, jefe de operaciones, jefes de áreas, supervisores, analistas de inventario, operadores de grúas, personal administrativo y operativo, todos cumpliendo funciones integradas direccionadas a mantener un óptimo servicio al cliente, (en el **anexo 4** se abordara con más detalle descripción del proceso del CD)

El CD cuenta con un calendario diario de despachos para los puntos de venta, es decir, cada punto de venta tiene días de la semana en los cuales puede solicitar que les envíen productos en caso de ser necesario. Para esto, los puntos de venta tienen que enviar su solicitud de productos según los horarios que tengan asignado.

La función del centro de distribución es lograr optimizar los tiempos y recursos a través de estos sistemas, su capacidad de distribuir a los locales son 100 camiones a diario, son enviados desde los centros de despacho para abastecer a los 72 puntos de ventas de Sodimac en todo Chile.

El software WMS (Warehouse Management System) permite automatizar el manejo de la gestión interna del CD a través módulos que coordinan el proceso de recepción, el proceso de encasillado, el de reposición, picking, paletizado, el despacho de camiones, la administración y control de inventario entre otras funcionalidades, se profundiza más en el ámbito de las TIs en **anexo 5** (tecnología de información en los procesos administrativos y logísticos de Sodimac S.A).

1.1.7 Transporte

La empresa Sodimac cuenta con camiones para el despacho de productos a los distintos puntos de venta desde el CD, en este punto del eslabón de la cadena de logística, la empresa Sodimac, externaliza (outsourcing) su operación de transporte, para cumplir con alrededor de 350 despachos diarios, que están bajo la responsabilidad directa de los proveedores.

1.1.8 Puntos de ventas

Como se ha mencionado anteriormente los puntos de venta de la empresa están repartidos a lo largo de todo Chile con 67 tiendas de Arica a Punta Arenas, los locales de venta están divididos por formato de acuerdo al mercado que se desea abarcar.

- Formato Homecenter cuenta con 38 tiendas; está dirigido al mercado de hogar, contando con los productos necesarios para la realización de mejoras y obras pequeñas de construcción. Además se venden diversos accesorios de uso doméstico y pequeñas maquinarias.
- Formato Constructor cuenta con 22 tiendas; está dirigido a los profesionales de la construcción como los constructores independientes, contratistas, maestros especialistas y empresas constructoras de todos los tamaños.
- Formato Súper Sodimac cuenta con 7 tiendas; este formato es un híbrido entre un Constructor y un Homecenter, su estructura física está dispuesta para satisfacer las necesidades tanto de particulares, profesionales de la construcción y empresas.

Los puntos de venta son provistos por los camiones del centro de distribución según la calendarización definida por el mismo CD

1.1.9 Sistema de inventario de Sodimac S.A.

Para las empresas del rubro del retail como lo es Sodimac, que manejan muchos tipos de productos y grandes volúmenes de inventarios, es necesario mantener una correcta gestión de los stocks, debido al alto nivel competitivo que se mueve actualmente en el mercado. Para profundizar con más detalle en el funcionamiento del proceso de control de inventario de Sodimac S.A.se informara en **anexo 6** (control de inventario de Sodimac S.A.)

La teoría de inventario tiene como función principal entregar los parámetros necesarios para controlar el stock de unidades en la empresa independiente del tipo de producto, bajo ciertas políticas y en diferentes escenarios.

*“El stock representa la cantidad acumulada de cada uno de dichos productos; es decir, el número de artículos disponibles para la venta y por gestión se entiende por la administración, el control de las existencias”*⁵

Sodimac opera en un sistema de inventario multi-escalón que permite manejar con cierto nivel de aceptación los inventarios, esta teoría de inventario tiene gran importancia en los últimos años para la empresa, por cuanto permite considerar las interrelaciones que se dan entre los escalones, tales como el efecto del lead time de los CD`s y en el nivel de servicio de los puntos de ventas.

La estructura del sistema multi-escalón que se presenta en la **figura 1.4**, contiene diversos niveles de almacenamiento de stock, esta estructura conocida como “tipo árbol”, se genera al considerar que cada actividad de almacenamiento de stock es reabastecida por solo una actividad ubicada en el nivel superior.

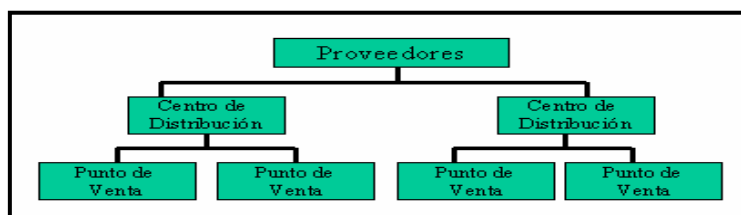


Figura 1.4: Sistema multi-escalón. Fuente: Apuntes de la Universidad de Chile [s.a].

Como se observa en esta figura, el sistema está formado por los CD`s en el nivel superior, que se abastece por proveedores externos y 67 puntos de ventas ubicados en el nivel inferior que satisfacen directamente la demanda de los cliente.

En cuanto al control del sistema de inventario para el sistema multi-escalón, es por medio de un sistema pull o descentralizado, los puntos de ventas que están en el nivel inferior del sistema multi-escalón, establecen sus propias políticas de stock, independientes entre ellas y

⁵ Cita obtenida del libro “Leadership for Quality” Josph m. Juran, 1989

también independiente del nivel superior, por lo tanto pueden utilizar una política de revisión continua o política de revisión periódica.

La **figura 1.5**, describe las políticas de ordenamiento del sistema pull, donde el despacho de productos es posterior a la emisión del pedido de los puntos de ventas, donde la operación del nivel inferior crea un proceso de demanda en el nivel superior, que a su vez establece su propia política de ordenamiento con los proveedores externos.

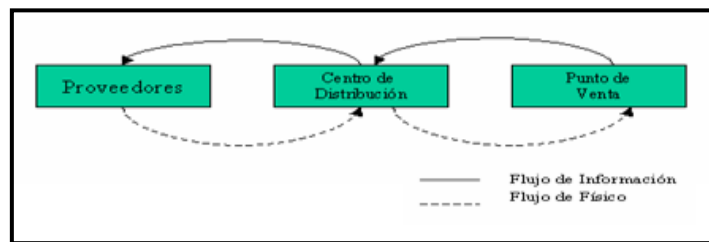


Figura 1.5: Sistema pull. Fuente: Apuntes de la Universidad de Chile [s.a].

En este tipo de sistema de control, las decisiones se toman sobre la base del concepto de posición de inventario (stock físico más el stock de tránsito menos la unidades pendiente) de cada actividad, donde cada una de ellas posee su propio objetivo o nivel de servicio, por lo tanto en el sistema descentralizado la decisión de ordenamiento radica en los niveles inferiores del sistema.

En el caso de la empresa Sodimac se trabaja con un sistema multi-escalón y de control tipo pull, tanto para su estructura de inventario como para su política de ordenamiento, además se establece para ambos escalones (CD's y puntos de ventas) una política de control de revisión periódica, eso sí independiente una de la otra.

Cada vez que los puntos de venta necesitan reabastecerse emiten un pedido al CD, lo que va generando el proceso de demanda en esta última, la cual a su vez establecerá su propia política de reabastecimiento con los proveedores externo. Para cada uno de los escalones los periodos de revisión son los mismos y están predeterminados. Al final de cada periodo se revisa la posición de inventario en cada escalón si es igual o inferior a la establecida, para los punto de

venta se coloca un pedido u orden de compra para el CD, de manera de establecer el nivel de inventario y así satisfacer oportunamente la demanda de los puntos de venta, para finalmente lograr entregar un mejor nivel de servicio a los consumidores.

Para una mayor visión del sector industrial donde está situada la empresa Sodimac se detalla con mayor profundidad en el **anexo 7**

1.2 Planteamiento del problema

La presente memoria de tesis busca identificar, analizar y cuantificar las deficiencias existentes en la logística de entrega para aquellos productos que generen quiebres de stock en los puntos de venta de la empresa Sodimac, y entregar una propuesta que logre mejoras en el nivel de servicio entregado.

Debido a este problema, se coordinan diversas reuniones con los representantes del CD de la empresa Sodimac, para obtener información y hacer el levantamiento de la situación actual, luego con la información obtenida se define el problema a resolver y los alcances de este.

Toda empresa distribuidora como es en este caso la empresa Sodimac, requiere de productos para ser entregados hacia sus distintos clientes para satisfacer una determinada demanda. Cuando se producen fallas en los procesos logísticos, la responsabilidad en las mayorías de las veces, se atribuye a la misma empresa, pero si los productos no son entregados en las condiciones establecidas, en un plazo de entrega o en las cantidades necesarias para cubrir la demanda, la empresa se desabastece y genera los ya mencionados quiebres de stock. Las reuniones con los representantes del CD, dieron como primer culpable del problema a la falta de compromiso de los proveedores para llegar con los productos en las condiciones pactadas.

Cabe señalar, que la disponibilidad de los productos en los puntos de ventas es un factor primordial para Sodimac cuando se produce una falla de stock, genera pérdidas económicas directas e indirectas para la empresa, por eso es importante minimizar las pérdidas por quiebres de stock y lograr dedicarse en todo momento a la demanda. Los quiebres de stock provocan pérdidas de beneficios por las ventas que dejan de hacerse o por la reducción de los

márgenes de beneficio si la venta llega a efectuarse y en este último caso, el producto suministrado haya tenido que conseguirse de forma urgente para compensar la demanda ocasionando un gasto adicional.

En los últimos 10 años la empresa Sodimac, ha invertido en tecnología e infraestructura para arremeter las causas que han provocado los quiebres de stock, pero simultáneamente en los últimos años la empresa Sodimac ha sufrido un rápido y vertiginoso crecimiento del negocio, lo que queda plasmado en el aumento en la cantidad de tiendas y la variedad de productos que se ofrecen.

Las empresas manejan alrededor de 80.000 a 10.000 SKU's, según formato de tienda y grandes volúmenes de inventarios, provocando que la tarea de mantener una alta cantidad de productos en bodega, sea cada vez más difícil.

Este crecimiento vertiginoso, también ha ido provocando un desorden en el área de logística de la cadena abastecimiento, esto se ha traducido según afirman los mismos ejecutivos de la empresa, un aumento de CD's y un enorme crecimiento en la variedad de códigos de productos, lo que implica una demanda cada vez más incierta y variable, esto afecta los procesos logísticos, haciendo más complejas las funciones de distribución y transporte.

- “En resumen, el problema principal que se aborda en esta memoria de título, corresponde a los quiebres de stock generados por los proveedores en la logística de entrega, los que generan un 42% de los quiebres totales de las principales deficiencias en el abastecimiento al centro de distribución, generando pérdidas de alrededor de los \$ 7.880.050.920 del total de ventas perdidas para los productos bajo la modalidad de entrega XD y Stock.

:

1.2.1 Problemática

Según el último informe de cuentas entregado por Sodimac revela que los quiebres de stock generan una pérdida del orden del 19,3% aproximadamente de las ventas anuales que equivale a \$233.933.302.591 para el año 2012, este porcentaje es mayor al porcentaje promedio en las industrias retail *“En general se estima que las fallas de stock, generan en Chile una pérdida del orden del 13% de las ventas anuales a la industria supermercadista, según GSI Chile 2011.”*.

En este sentido resulta interesante determinar las causas que están generando los quiebres de stock, de manera de plantear una metodología que aborde el problema, y permita brindar un buen diagnóstico de la situación, dejándonos en un buen pie para delinear las soluciones que puedan ayudar a determinar las causas que originan los quiebres de stock.

Analizando cada una de las variables relevantes de la logística de entrega se podrán tomar medidas para solucionar las causas principales y poder orientar las diferentes alternativas de solución hacia la disminución del nivel de fallas de stock que actualmente afecta a los puntos de venta de Sodimac.

Para profundizar más en las consecuencias y efectos que provocan los quiebres de stock en la empresa Sodimac y en los consumidores, se abordara el tema en el **anexo 8**.

1.2.2 Identificación de las causas de los quiebres de stock

Una vez definido el problema, el paso a seguir es determinar las mayores causas que están generando los quiebres de stock, como así también el seguimiento de la documentación codificada pertinente para poder asignar las responsabilidades de los quiebres. Se realizó en conjunto con la empresa Sodimac diversas reuniones, formando focus group (grupos de enfoque) entre los diversos actores del estudio con la finalidad de aportar ideas que puedan ayudar a determinar las causas que originan los quiebres de stock (gerentes, jefe de departamento, compradores y analista) juntamente con el personal idóneo en la oficinas de apoyos donde nos facilitaron el acceso a los sistemas de información, proporcionándonos de esta manera los datos necesarios para poder solucionar el estudio a realizar.

Gracias a las reuniones se recopila la información necesaria para determinar las causas de la problemática general de quiebres de stock de la empresa. Para procesar la información se recurre a una de las herramientas básicas para el mejoramiento de procesos; que es diagrama de causa-efecto.

Esta herramienta consiste en una representación gráfica del conjunto de causas potenciales que podrían estar originando el problema a estudiar.

Los pasos que se siguen para elaborar este tipo de diagrama son;

- 1- Identificación del problema a controlar.
- 2- Registrar la frase que resume el problema (efecto).
- 3- Escribir los factores principales que se creen podrían estar causando el problema en cuestión.
- 4- Se realiza la lluvia de ideas de las causas del problema.
- 5- En Cada rama se debe escribir con mayor nivel de detalle las causas que considere podrían estar provocando el problema.

De acuerdo a la metodología anteriormente descrita y con la valiosa colaboración de la empresa, hemos podido identificar los sectores operativos responsables de los quiebres de stock como puede observar en **figura 1.6**, se ilustra el diagrama causa-efecto de la empresa, el cual ayudo a identificar un conjunto de causas más recurrentes o genéricas que provocan los quiebres de stock en los puntos de ventas de Sodimac.

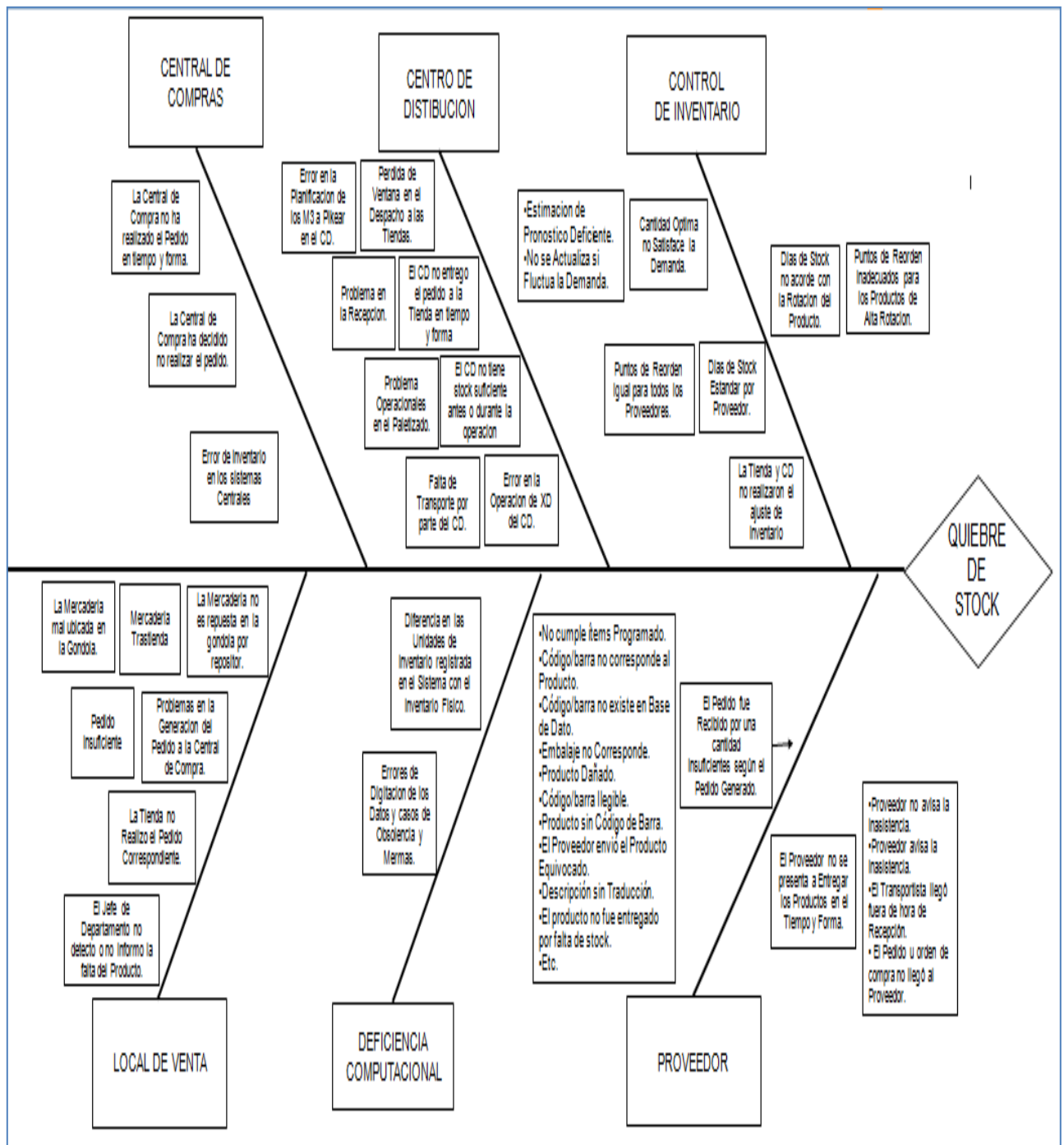


Figura 1.6: Gráfico de las principales causas que ocasionen los quiebres de stock en el CD 136. Fuente: Sodimac [s.a].

Determinadas las causas genéricas que provocan las fallas se debe identificar la causa principal que provoca el mayor porcentaje de quiebres de stock en Sodimac, para eso utilizaremos la información de los softwares WMS y ODBMS, proporcionándonos de esta

manera los datos necesarios para realizar el estudio con el fin obtener una muestra balanceada de casos de productos en estado de faltantes, para así realizar un análisis estadístico basado en la muestra, que permitirá localizar y estimar la importancia relativa de las causas de los quiebres de stock.

Según análisis (focusgroup y TICs), podemos identificar que las principales razones que originan actualmente las fallas de stock en Sodimac (**Tabla 1.3**), corresponden en mayor parte a la responsabilidad concentrada en el proveedor y en el local de venta, en esta oportunidad, como parte del trabajo se enfocara exclusivamente en las deficiencia en la logística de entrega de los proveedores, lo que indica que existe una gran oportunidad para mejorar la gestión de los proveedores.

Causales que Generan los Quiebres de Stock			
N°	Causas	%	Venta Perdida
1	Proveedor	40,38	\$ 94.462.267.586
2	Local de Venta	25,49	\$ 59.629.598.830
3	Central de Compra	5,00	\$ 11.696.665.130
4	Centro de Distribución	10,58	\$ 24.750.143.414
5	Deficiencia Computacional	10,45	\$ 24.446.030.121
6	Control de Inventario	8,10	\$ 18.948.597.510
	Total	100	\$ 233.933.302.591

Tabla 1.3: Tabla de las causales que generan de los quiebres de stock año 2012. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

“Según el análisis de la figura 1.8, la principal causa del problema es generada por proveedores, con porcentajes insuficientes o no entrega de productos en la logística de entrada”.

1.2.2.1 Problemática en el proceso de recepción en el CD de materiales de construcción

Se identifica un gran porcentaje de quiebres provocado por los proveedores 40,38% que equivale a \$94.462.267.586 para todas las clasificaciones de productos (A, B y C).

Se analiza las problemáticas del proceso de recepción en el CD, punto de origen de estos quiebres, se levantó información del software WMS enfocado en la recepción de productos del año 2012. De esta información se analizó los distintos datos que se detectan al momento de recepcionar y que se registran en el proceso de entrada.

El análisis de estos datos tiene como finalidad detectar cuales son los proveedores que más problemas ocasionan al CD y además cuales son las dificultades que se presentan al momento de su entrega.

Para revelar los problemas en el proceso de recepción se realizó un estudio de aquellos problemas ya tipificados, los cuales ya se han presentado en alguna oportunidad y han sido codificados a través del año 2012. Estos problemas son detectados en la recepción, donde los operarios de recepción deben ingresar el correspondiente código de desempeño del proveedor al momento de finalizar la recepción, estos códigos de desempeño corresponderán a las distintas novedades que se presentaron en la recepción, generando un registro asociado a los proveedores. Este código se ingresa con la radio frecuencia, donde se asocia el proveedor y su correspondiente número de recepción (ASN), en este proceso se levanten los problemas que se presenten en la recepción, esto con la finalidad de poder actualizar el ranking del proveedor y las falencias en los procesos de abastecimiento. Dependiendo del problema que se presente, el cual puede ser más de uno, se crean registros con los códigos previamente señalados, los que a su vez llenarán las tablas de asociadas al desempeño de los proveedores.

Los códigos que ocupa Sodimac se presentan en la **tabla 1.4**.

Cód. Desempeño	Descripción
DAN	Dañado.
ECB	Estado Código de Barras.
ECC	Excesivo Control de Calidad.
EDT	Empaque Deteriorado.
ELP	Estado LPN Físico.
FAL	Faltante.
LNE	LPN no existe en ASN.
LPE	Estado Etiqueta LPN.
OK	No Existe Problemas.
SCC	Sin Control De Calidad.
SOB	Sobrante.

Tabla 1.4: Códigos de desempeño del CD 136. Fuente: Elaboración propia.

Dependiendo del problema que se presente, el cual pudo ser más de uno, se creara un registro con los códigos previamente señalados, estos registros llenaran las tablas asociadas al desempeño de los proveedores.

1.2.2.2 Principales deficiencias en la recepción provocadas por los proveedores

Toda empresa retail al igual que Sodimac, define la entrega y recepción como el acto de materialización del compromiso adquirido (ver **anexo 9**, proceso de pre-recepción y proceso de recepción), que consiste en colocar a disposición de los clientes los productos solicitados a través del pedido, en la cantidad, en el lugar, en el momento, en las condiciones técnicas y legales acordadas.

Para lograr un óptimo funcionamiento en las operaciones de la logística de entrega, se debe presentar una coordinación y un nivel de compromiso entre proveedores y empresa, de modo que las condiciones de entrega, los aspectos de planificación, las condiciones técnicas, deben ser cumplidas de manera eficaz y eficiente, desde el momento que se genera una orden de compra, hasta que el producto se encuentren en las tiendas.

Los quiebres de stock inducidos por los proveedores, son el resultado de un conjunto de irregularidades en el proceso de recepción en el CD.

Con la información correspondiente a un año, se realizó un análisis de todas las recepciones en el cual los operarios ingresaron los respectivos códigos de desempeño, encontrando los resultados que se presentan en la siguiente tabla con la cantidad de recepciones y su respectiva importancia del total. Para este análisis es muy importante que los encargados del proceso ingresen finalizada la recepción, el código de desempeño correspondiente y asociarlo al proveedor. En la **tabla 1.5** que se muestra a continuación, se entrega en detalle los porcentajes de las principales deficiencias en el abastecimiento al CD inducida por los proveedores.

Descripción	Porcentaje %
No cumple ítems programado	3,21
Código/barra no corresponde al producto	4,33
Proveedor avisa la inasistencia	7,32
Sin respaldo en orden de compra	2,12
Código/barra no existe en base de dato	3,34
Embalaje no corresponde	4,34
Producto dañado	4,23
Productos sobrantes	1,12
Código/barra ilegible	3,11
Producto sin código de barra	3,12
Descripción sin traducción	1,03
El transportista llegó fuera de hora de recepción	10,34
El pedido u orden de compra no llegó al proveedor	1,90
El proveedor envió el producto equivocado	2,17
El producto solicitado está discontinuado o ha sido reemplazado por otro código	1,01
El producto solicitado no corresponde a los comercializados por el proveedor	1,10
Excesivo control de calidad	2,11
Sin control de calidad	2,33
El proveedor no se ha presentado a entregar los productos en el tiempo y forma	22,40
El pedido fue recibido por una cantidad insuficiente según el pedido generado	19,60

Tabla 1.5: Porcentajes de las principales deficiencias en el abastecimiento al centro de distribución 136. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en el estudio revelan que el 42% de las falencias en el proceso de recepción provenientes de los proveedores equivalen a un monto \$ 7.880.050.920 del total de ventas perdidas, se producen por 2 causas más representativas, corresponden a los siguientes:

- El proveedor no se ha presentado a entregar los productos en el tiempo y forma.
- El pedido fue recibido por una cantidad insuficiente según el pedido generado.

1.2.2.3 Análisis de las recepciones de los proveedores

A continuación se presentara el análisis de las falencias más representativas correspondiente al proceso de recepción de los proveedores.

Los quiebres de stock inducidos por los proveedores, son el resultado de un conjunto de irregularidades, que ocasionan un porcentaje insuficiente de las unidades recepcionadas en las entregas.

Cualquier tipo de irregularidades puede llevar a falencias como es el caso de productos dañados, cantidades insuficiente de entrega, atrasos en los tiempos de entrega (lead time) y otras falencias son las causas de los quiebres de stock en la logística de entrada.

El mayor problema de los quiebres de stock por parte de los proveedores se debe a las demoras en el abastecimiento a raíz del lead time como un porcentaje insuficiente de unidades recepcionadas. Se debe analizar, en consecuencia, el abastecimiento desde que se genera la orden de compra hasta que el producto se encuentre al interior del CD, y en condiciones de ser despachadas hacia los puntos de ventas.

1.2.2.4 Devoluciones del centro de distribución

La **tabla 1.6** que se presenta a continuación indica del total de productos recepcionados en el año 2012 en el CD, entregando el porcentaje de aquellos que debieron regresar al proveedor en forma total o parcial.

Tipo de rechazo	% Recepciones
Devolución parcial	11%
Sin devolución	74%
Devolución total	15%
Total general	100%

Tabla 1.6: Devoluciones en el CD 136. Fuente: Elaboración propia.

Gráficamente los datos expuestos en la anterior tabla se presentan en la **figura 1.7**.

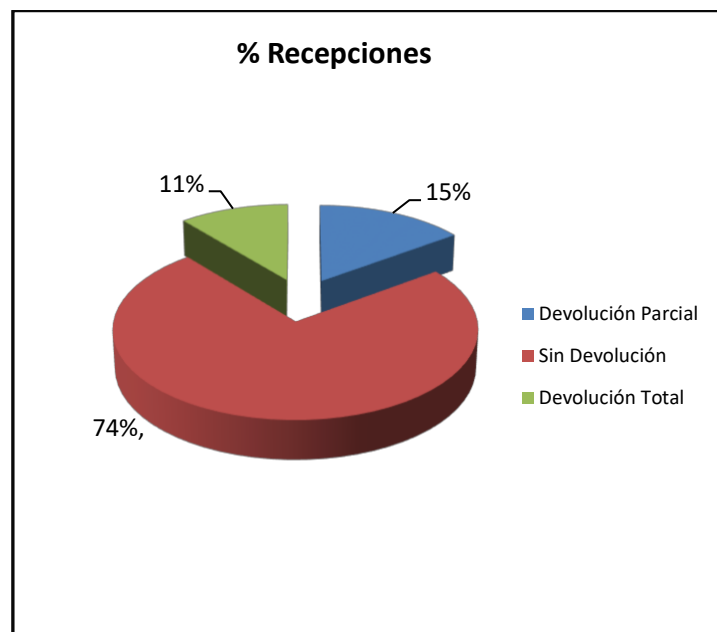


Figura 1.7: Gráfico devoluciones en el CD 136. Fuente: Empresa Sodimac [s.a.].

Como se observa en el gráfico, en la recepción anual del año 2012, hay un 26% de devoluciones considerando un 15% de devolución parcial y un 11% de devolución total.

1.2.2.5 Tipos de incumplimiento

Los incumplimientos que pueden provocar la devolución parcial o total en CD se presentan en la **tabla 1.7**.

Falla en recepción	Porcentaje
Código/barra no corresponde al producto	17 %
Ubicación del LPN	5,9%
Sin respaldo en orden de compra	8%
Código/barra no existe en base de dato	6,6%
Embalaje no corresponde o Deficiente	3,5%
Producto dañado	18,9%
Código/barra ilegible	4,5%
Producto sin código de barra	1,2%
Descripción sin traducción	0,8%
El proveedor envió el producto equivocado	2,5%
El producto solicitado está discontinuado o ha sido reemplazado por otro código	7%
El producto solicitado no corresponde a los comercializados por el proveedor	3,7%
Discrepancia de información/proceso de carga Incompleto	8,2%
Diferencia o Discrepancia de Mercadería	12,2%

Tabla 1.7: Incumplimientos que pueden provocar la devolución parcial o total en el C D 136. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la tabla los mayores problemas que se presentan en las recepciones son; los productos dañados con un 18,9% seguido de los código/barra no corresponde al producto con un 17% y finalizando con un problema sistémico proveniente de los proveedores asociado a diferencias positivas o negativas con un 12,2%.

1.2.2.5.1 Atrasos

Otros problemas importantes que pueden provocar la no recepción en el centro de distribución, dependiendo de la programación y fecha del año, corresponde a que el proveedor no avisa la inasistencia y cuando el transportista llega fuera de la hora de recepción, lo que provoca que los productos no lleguen en el tiempo requerido. Cuando el proveedor se atrasa más de 60

minutos, no podrá ser atendido en el centro de distribución, esos productos no son recepcionados y el proveedor deberá esperar hasta el otro pedido, lo mismo ocurre cuando el proveedor avisa la inasistencia.

A continuación se presenta en la **figura 1.8** con los porcentajes de los productos que no son recepcionados por estos dos problemas.

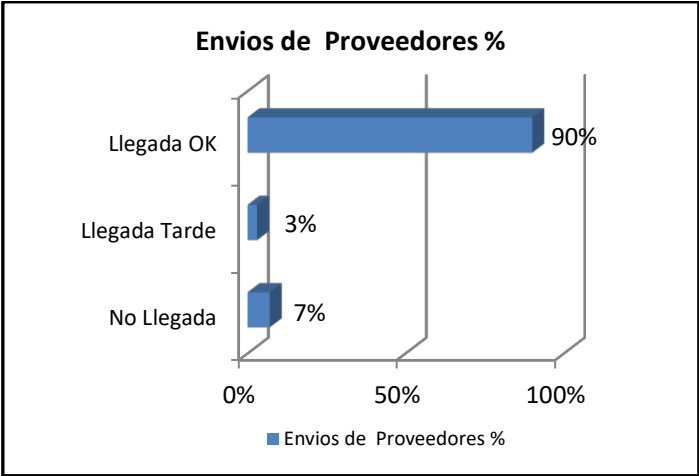


Figura 1.8: Gráfico de porcentajes de los productos que no son recepcionados en el CD 136. Fuente: Elaboración propia.

El atraso o simplemente no llegada de los productos provoca daños a la empresa, daños como no poder continuar o demorar los siguientes procesos dentro del centro de distribución como almacenaje o despacho de productos, otro problema es que puede significar quiebres de stock en tiendas en el caso de no poder recepcionar los productos ya que estos no podrán ser despachados en los camiones a las respectivas tiendas, en tiendas de regiones puede ser más grave porque no se despacha todos los días.

1.3 Solución

Solucionar las falencias de entrega de productos por parte de los proveedores es un problema que requiere un trabajo intenso, en nuestro análisis no es aplicable la opción de cambio de proveedores dentro de las solución a la falla de stock, ya que para las empresas retail y en especial para Sodimac, se hace difícil el tema considerando que los proveedores actuales

llevan varios años trabajando en la empresa, lo que ha posibilitado integrarlos a los modelos de trabajo de Sodimac. Otro tema importante son los ahorros que tiene la empresa al negociar mejores precios por producto, debido a contratos que integran una gran cantidad de entregas anuales.

La solución al problema en la deficiencia en las entregas de los proveedores se abordara de la siguiente manera;

- Se modificara el método distribución para cada producto seleccionado y luego se optimizara el sistema de control de inventario.
- Se aumentara capacidad del CD (revisión y asignación del espacio) según análisis de los 100 SKU's más críticos en cuanto al espacio que requieren en el CD'. (3 semanas venta aprox.).
- Paralelamente en conjunto con el área de compras se identificarán los SKU's con sobre stock que pueden liberar espacio en el CD, realizando la operación "push a tiendas de productos con sobre stock".

Se privilegiará una propuesta de solución simple, fácil de implementar de manera que se pueda comprobar su efectividad en el corto plazo y justificar la propuesta planteada en la memoria de tesis.

1.4 Objetivos

De acuerdo a lo presentado anteriormente, el objetivo de este trabajo se divide en un objetivo general y objetivos específicos.

1.4.1 General

Diseño de una propuesta de mejora, evaluando la factibilidad de un cambio en el modelo de distribución a los productos de alta rotación, con el propósito de que su aplicación disminuya los niveles de quiebres de stock en las tiendas de Sodimac S.A.

1.4.2 Específicos

- Identificar las causas y las características de los quiebres de stock.
- Desarrollar y evaluar a través de parámetros logísticos la aplicación de distintos escenarios, con el fin de validar y obtener los mejores resultados en el método de distribución propuesto.
- Evaluar la efectividad de la alternativa propuesta y contrastar su desempeño con el modelo actualmente utilizado por la empresa, validando costos y nivel de servicio.

1.5 Resultados esperados

La memoria de título tiene como resultado esperado, generar una propuesta cuya metodología evalué las causas más importantes que provocan los quiebres de stock, las cuales serán analizadas en base a escenarios determinando costos y nivel de servicio.

Como resultado principal se espera obtener una herramienta de análisis y solución simple que pueda servir de apoyo a la empresa Sodimac y que sirva como pie para poder realizar propuestas más invasivas a las prácticas actuales y de resultados más cercanos al óptimo.

Los beneficios que puede obtener una empresa como Sodimac si disminuye el porcentajes de quiebres de stock, son el aumento del ingreso por ventas, mantener una posición de ventaja competitiva en el mercado y compromiso con el cliente; mejorando los niveles de servicio, satisfacción oportuna de las necesidades, disponibilidad de los productos en los puntos de venta en el tiempo y en la cantidad adecuada.

1.6 Limitaciones al estudio

El estudio está basado en determinar los quiebres de stock producidos por los proveedores en la empresa Sodimac S.A., para lo cual se han determinado límites que permitan facilitar y acotar su análisis.

a) Parámetro de tiempo de los datos.

Para que este estudio tenga mayor exactitud, se tomará como parámetro para los productos elegidos el tiempo de un año, correspondiente al año 2012.

Con los datos obtenidos durante este tiempo se realizarán los análisis necesarios para poder llegar a los resultados esperados.

Los productos seleccionados para el análisis, serán clasificación tipo A, que correspondan a una familia representativa, de alta rotación, que tenga un impacto en las pérdidas por venta y daño a la imagen, debido a los quiebres de stock producido por los proveedores.

b) Nivel de servicio esperado.

Si bien en nivel de servicio es una consecuencia de reducir los quiebres de stock, hay que considerar que además de generar mayor utilidad por venta habrá una mayor satisfacción al cliente logrando que este quede cautivo con los productos que ofrece la empresa y no se interese en la competencia.

Para la empresa Sodimac S.A el nivel de servicio exigido debería ser de un 97,5%. El nivel de servicio promedio que tienen los productos seleccionados está por debajo de lo exigido, por lo cual el nivel de servicio que se optara, dependerá plenamente de los costos involucrados en el análisis.

c) Análisis de proveedores.

Los proveedores que serán analizados tienen las siguientes características:

- Proveedores nacionales.
- Trabajan por el método de distribución XD en los productos seleccionados.
- Reciben la información de los centros de compra.
- No tienen problemas de producción pero si de días de despacho, por lo cual se debe calendarizar el día y la hora que el proveedor debe llegar al CD.

d) Centro de distribución.

Sodimac S.A. cuenta con 6 centros de distribución, 5 ubicados en Santiago (bodega 38, bodega 10, bodega 15, bodega 31, bodega 136) y uno ubicado en Coronel en la octava región.

En el **anexo 10** se analizará en profundidad una revisión bibliográfica para determinar los métodos de análisis de los productos, en lo concierne a la muestra, pronósticos y los modelos de stock. Y en el **anexo 11** se analizará la relación existente entre Sodimac y los proveedores.

2 Capítulo II: Metodología

En este capítulo se describirá la metodología en detalle para la resolución del problema planteado en el capítulo anterior, para los quiebres de stock generados por los proveedores en la logística de entrega.

2.1 Metodología aplicada

La metodología usada para la resolución del problema, se basa en la confección de un modelo de inventario de revisión periódica mejorado y aplicable a la logística de la empresa Sodimac. La finalidad de esta metodología es poder comprobar si los productos elegidos que producen quiebres de stock bajo el sistema Cross Doking, pueden ser manejados bajo un sistema de revisión periódica mejorado, cuyo objetivo sea minimizar los quiebres de stock al contar con un stock de seguridad y obtener mayores beneficios para la empresa.

La técnica que se emplea, contempla el diseño de tablas de datos en hojas de cálculo de MS Excel, donde se confeccionan distintos escenarios, cuyo principal objetivo es crear un informe resumen que incluya la información de todos los escenarios, para poder comparar principalmente el impacto del nivel de servicio y los costos totales en el transcurso de un año.

El primer escenario confeccionado corresponde a la situación actual, donde se genera el problema de los quiebres de stock, el sistema de distribución Cross Doking.

El segundo escenario confeccionado corresponde a una adaptación del primer escenario, bajo las políticas del modelo de revisión periódica analizado en el capítulo anterior.

El tercer escenario confeccionado corresponde a un modelo de revisión periódica mejorado, dado que se consideran factores externos especialmente los relacionados a los proveedores con la finalidad de mejorar la cantidad óptima de pedidos.

El cuarto escenario corresponde a un modelo de revisión periódica optimizado, donde se busca optimizar el modelo de revisión periódica mejorado, realizando un análisis de sensibilidad ocupando la herramienta de la simulación.

Cabe señalar, que el escenario que será elegido para solucionar el problema de esta memoria de tesis, será el que mejor se comporte en elevar el nivel de servicio con los menores costos totales.

Una vez encontrado el modelo, se confeccionara un nuevo escenario, en el cual se pueda proyectar la demanda del año siguiente con el pronóstico del método Winter, método analizado y elegido en el capítulo anterior, para mejorar los pedidos actuales evitando costos por sobre stock de productos.

La confección de los escenarios, simulación y pronóstico son realizados en planilla de cálculo MS Excel, como ya fue señalado en el capítulo 1, debido al difícil acceso al software ocupado en Sodimac, considerando acercarse lo más posibles a la aplicación y los parámetros e indicadores reales que en él se ocupan.

2.1.1 Etapas para la metodología

Varias etapas necesarias para la aplicación de la metodología ya fueron realizadas en el capítulo anterior, como es el caso de la descripción detallada del problema a resolver, el levantamiento de información de la situación actual de la empresa, la selección y elección de la familia de productos, análisis de los modelos de stock, el tamaño de la muestra y la evaluación del pronóstico.

Estas etapas previas, aportan la información necesaria para la confección de los escenarios.

2.1.2 Confección de los escenarios

Los escenarios se confeccionaran con una selección de productos del año 2012 como se explica en el capítulo 1.

El modelo actual que corresponde al Cross Doking, será el escenario inicial para realizar las comparaciones con los siguientes escenarios.

Para confeccionar el primer escenario se debe traspasar la información de los datos recopilados, que permitan interpretar el modelo actual Cross Doking a una planilla MS Excel. En el capítulo anterior se analiza y se define el modelo de stock que mejor se ajuste a las condiciones de la memoria de tesis, eligiendo al modelo de revisión periódica. De esta manera se simplifica el problema al utilizar un modelo de stock de inventario que es ocupado actualmente en Sodimac.

En este escenario el tiempo de lanzamiento de pedido (T) no se determinó por cálculo, se optó por el tiempo real que se ocupa en el Cross Doking y se determina un nivel de servicio de 97,5%, que dentro de las políticas de la empresa representa el ideal.

Otro punto importante, se considerará la demanda real en la fórmula del pedido a cambio del pronóstico, ya que es un dato conocido.

Para confeccionar el tercer escenario que corresponde a un modelo de revisión periódica mejorado, se ajustan los parámetros partiendo de la fórmula original pero ahora incluyendo factores externos esencialmente los provocados por los proveedores que van a inducir cambios en la fórmula del pedido.

Para este efecto se incorporará al escenario un nuevo tiempo de reaprovisionamiento, el intervalo original estaba fijado en 7 días por lo cual se entrega una fórmula donde se busca un intervalo óptimo.

Se determina la desviación en atrasos incluyendo variables como proporción de entregas sin atrasos y la proporción de entregas con uno y dos días de atrasos con la finalidad de obtener el promedio efectivo de entregas, incluyendo en él, un resguardo por la variación que experimenten manifestado a través de la desviación estándar de estos atrasos.

Debido a que los proveedores no siempre lleguen con el pedido completo a las salas de venta se incluyó la siguiente información al escenario que corresponde a los promedios de pedidos anuales completos e incompletos y la desviación de pedidos incompletos.

Esta información nos permite calcular el factor de seguridad para cubrirse de los pedidos incompletos.

Las fórmulas que se llevan a cabo en este escenario serán entregadas en el capítulo 3 aplicación de la metodología.

La confección del cuarto escenario busca optimizar el modelo de revisión periódica mejorado implementado en el tercer escenario. Para este objetivo se realiza un análisis de sensibilidad en base a una simulación realizada en MS Excel.

La simulación se realiza para un periodo de un año donde se establecieron las variables de entrada que corresponden al nivel de servicio, stock de seguridad y lead time.

En una primera etapa se analizan las variables de entrada por separado, para luego combinar estas alternativas.

La simulación está diseñada para lograr un análisis de sensibilidad mediante la modificación de los valores, aumentando y disminuyendo el porcentaje de lead time (LD), nivel de servicio (NS) y stock de seguridad (SS). El cambio de valores permite observar y analizar de manera sencilla las variaciones entregadas y lo que es aún más importante conocer los déficits que se traducen en ventas pérdidas o quiebres de stock, que para el cliente significa un bajo nivel de servicio.

Al finalizar este escenario se confecciona una tabla de valores de CT (costos totales) para diferentes escenarios simulados que nos permita tomar la decisión sobre las variaciones obtenidas para cada uno de ellos, minimizando los costos y otorgando información de una forma sencilla y eficaz.

Se realiza la construcción del pronóstico en base al análisis desarrollado en el capítulo 1, se propone un método confeccionado en MS Excel de suavizamiento exponencial triple (método de Winter: ajuste a la tendencia y a la variación estacional). Este pronóstico será aplicado en el modelo seleccionado, con el fin de hacer pedidos más exactos que simplifiquen el stock, buscando mejorar el nivel de servicio y minimizar los costos.

2.1.3 Asignación de espacio para productos seleccionados

Una vez definido el modelo de inventario, se asignará un espacio específico y estratégico en el CD para los productos seleccionados, con el objetivo de ocupar áreas que minimicen los gastos de mantenimiento.

Tomando en consideración las causas presentadas en el capítulo 1, se deben considerar los espacios mínimos requeridos para cada una de las funciones que requieren los modelos de distribución que operan en el CD.

Para la asignación de espacio se busca aprovechar al máximo los recursos existentes en la empresa, con el objeto de minimizar gastos y facilitar la implementación.

Para este efecto los criterios que se buscan para evaluar y asignar el espacio necesario son el flujo de los productos a lo largo de todo el proceso, las distancias recorridas entre las áreas más importantes del CD, la seguridad tanto de las personas como de la mercadería y la supervisión de las operaciones.

3 CAPÍTULO 3: APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

En este capítulo se desarrollará la metodología en detalle para la resolución del problema explicado en capítulo 2, para los quiebres de stock generados por los proveedores en la logística de entrega.

3.1 Desarrollo y análisis de los escenarios de los modelos de inventarios propuestos y la situación actual

En este capítulo se desarrollara en detalle el escenario actual (modelo actual donde se presenta la problemática), y los escenarios propuestos.

Este análisis tiene como finalidad principal, poder comparar distintos escenarios con los datos históricos de los 13 productos seleccionados del año 2012, en relación a parámetros como son los costos y quiebres de stock, con el fin de poder evaluar los resultados obtenidos y encontrar una solución al problema expuesto en esta memoria de tesis.

Escenarios:

- Modelo actual que corresponde al XD (escenario 1)
- Modelo de revisión periódica MP (escenario 2)
- Modelo de revisión periódica mejorado MPM (escenario 3)
- Modelo de revisión periódica optimizado MPO (escenario 4)
- Modelo de revisión periódica proyectado MPP (escenario 5)

3.1.1 Escenario 1 modelo actual Cross Docking (MXD)

El modelo actual de los productos seleccionados corresponde al XD, cuyo funcionamiento ya fue explicado en el capítulo 1.

A continuación se expondrá los datos entregados por el escenario 1, el cual será el punto inicial para determinar y comparar, si los escenarios bajo un modelo de stock son una propuesta factible para solucionar el problema entregado en esta memoria de tesis.

Como se menciona en el capítulo 1 es importante señalar, que la selección de los productos se obtuvo en base a información verídica y confidencial, mediante reuniones que se sostuvieron con los ejecutivos de Sodimac, en donde se identificaron los productos que realmente son más sensibles a los quiebres de stock durante 12 meses y sobre esa información se seleccionaron un total de 13 sku's que conformarían la muestra, la demanda y otros datos importantes. Con esta selección se definió el maestro general de productos para entregar una propuesta que solucione el problema de quiebres de stock.

A continuación se detalla en la **tabla 3.1** el escenario 1 que describe cómo trabaja el modelo de distribución XD para el año 2012 tomando como ejemplo la primera semana para el producto perfil cuadrado 50x50x3 MM

Perfil cuadrado 50x50x3 MM								
Fecha	1-1	2-1	3-1	4-1	5-1	6-1	7-1	8-1
Día semana	Vi	Sa	Do	Lu	Ma	Mi	Ju	Vi
Inventario Inicial	3.500	2.660	1.834	1.056	267	0	0	2.696
Q Demanda Diaria	840	826	778	789	753	748	760	799
Dda. Semanal								5.495
Q Pedido a los proveedores							5.345	
Q Llegada de proveedores							3.456	
Inventario Diario	2.660	1.834	1.056	267	0	0	2.696	1.897
Unidades de Quiebre					486	748		
Atraso en llegada					2			

Tabla 3.1: Primera semana escenario, modelo XD para el año 2012. Fuente: Elaboración propia.

- a) Se pide a los proveedores los días Jueves.
- b) La cantidad a pedir se determina los Viernes y es el promedio de las tres últimas semanas de demanda.
- c) Las llegadas del proveedor (Ts) ya están determinadas por mutuo acuerdo entre empresas (demandantes y oferentes), en el caso del siguiente llega los Martes.
- d) Cuando la llegada del pedido es insuficiente y el inventario de la tienda no satisface la demanda, se produce la ruptura de stock.

En la siguiente tabla se confecciono un resumen con los principales costos promedios que entrego el escenario 1 para los 13 productos seleccionados, donde se puede observar los costos operacionales, de distribución y de inexistencia.

Producto	Costo Operacional	Costo Distribución	Costo Inexistencia (Ventas Perdida)
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	\$ 15.078.796	\$ 159.592.048	\$ 460.187.107
Perfil Rectangular 80x40x2MM	\$ 7.197.722	\$ 76.179.769	\$ 283.646.174
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	\$ 27.995.144	\$ 296.297.026	\$ 459.941.007
Perfil Rectangular 30x40x3MM	\$ 18.707.913	\$ 198.002.161	\$ 511.974.788
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	\$ 29.567.794	\$ 312.941.750	\$ 464.879.145
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	\$ 49.868.135	\$ 527.797.972	\$ 632.732.057
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	\$ 41.632.619	\$ 440.634.319	\$ 366.576.059
Perfil U80x40x2 MM	\$ 16.549.527	\$ 175.158.075	\$ 679.922.127
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	\$ 12.175.460	\$ 128.863.510	\$ 654.485.021
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	\$ 1.872.668	\$ 19.820.077	\$ 234.113.240
Perfil U 200x50x3 MM	\$ 22.978.299	\$ 243.199.385	\$ 556.196.169
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	\$ 31.183.950	\$ 330.046.945	\$ 882.924.356
Perfil Rectangular 100x50x2MM	\$ 7.626.554	\$ 80.718.469	\$ 736.201.729
Promedio	\$ 21.725.737	\$ 229.942.424	\$ 523.598.383
Total	\$ 282.434.581	\$ 2.989.251.506	\$ 6.923.778.979

Tabla 3.2: Costos del modelo de distribución XD para los productos seleccionados año 2012. Fuente: Elaboración propia.

Tomando los datos anteriores se confecciono la **tabla 3.3** donde se presentan los costos generales, además de los porcentajes de quiebres y nivel de servicio para el escenario 1.

Producto	% Prom. Quiebre	Nivel de Servicio	Costo Total General
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	23%	77%	\$ 634.857.950
Perfil Rectangular 80x40x2MM	19%	81%	\$ 367.023.665
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	19%	81%	\$ 784.233.177
Perfil Rectangular 30x40x3MM	18%	82%	\$ 728.684.861
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	18%	82%	\$ 807.388.689
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	20%	80%	\$ 1.210.398.165
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	20%	80%	\$ 848.842.997
Perfil U80x40x2 MM	24%	76%	\$ 871.629.729
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	19%	81%	\$ 795.523.992
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	23%	77%	\$ 255.805.985
Perfil U 200x50x3 MM	24%	76%	\$ 822.373.853
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	25%	75%	\$ 1.244.155.251
Perfil Rectangular 100x50x2MM	26%	74%	\$ 824.546.752
Promedio	22%	78%	\$ 784.266.544
Total			\$ 10.195.465.066

Tabla 3.3: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio de los productos seleccionados del modelo XD año 2012. Fuente: Elaboración propia.

3.1.2 Escenario 2 modelo P o de revisión periódica (MP)

El modelo de revisión periódica con cantidad variable fue seleccionado en el capítulo 1, como la base para confeccionar el escenario 2, el cual considera el stock como propuesta para la solución del problema.

Los calendarios de pedidos están previamente establecidos y negociados ente el proveedor y Sodimac, por lo tanto se ajustara a las restricciones que enfrenta la empresa por parte de sus proveedores, los cuales aceptan pedidos sólo en una ventana específica y determinada de tiempo previo a los acuerdos generados entre las empresas.

Este sistema prepara una orden cada vez que se revisa el inventario, que es cada cierto período de tiempo, y se ordena una cantidad tal para llegar al nivel de inventario objetivo T.

Los fundamentos y formulas que se aplican a este modelo son las mismas que trabaja Sodimac, y fueron detalladas en el capítulo 1.

La cantidad para colocar en un pedido es la diferencia entre la cantidad máxima o cobertura y la cantidad disponible en el tiempo de la revisión, por lo tanto el inventario se controla estableciendo T^* y M^* .

Se revisa el inventario cuando se tiene que hacer el pedido, se ve cómo será la demanda hasta la recepción de la siguiente orden de pedido y se pide esa cantidad más una provisión de seguridad.

Al igual que para el caso del escenario 1, y aplicando las mismas condiciones se confecciona una tabla MS Excel para poder representar los costos, quiebres y otros parámetros.

El modelo P clásico ocupa pronóstico, en este caso debido a que se están comparando con el escenario 1 se consideran los datos de la demanda real del año 2012.

Cabe señalar que para este escenario además de los costos asociados al XD habrá un costo adicional por mantención de stock, buscando el beneficio de aumentar el nivel de servicio.

Para confeccionar este escenario se consideran los siguientes parámetros.

- a) Se determina la desviación estándar de la demanda promedio diaria (σ_d)
- b) Tiempo en que se lanza el pedido (T) (original de Sodimac)
- c) Tiempo de suministro (L), tiempo entre que se lanza el pedido y la llegada de este.
- d) Sumatoria (σ_{T+L}) de la desviación estándar de la demanda promedio diaria (σ_d) y el tiempo de suministro (L)
- e) Se determino un nivel de servicio de 97,5%, el cual es el ideal para la empresa Sodimac.

Observaciones: En este escenario el tiempo de lanzamiento de pedido (T) no se determino por cálculo, se opto por el tiempo real que se ocupa en XD.

A continuación en la **tabla 3.4** se detalla cómo queda representada la tabla de valores, entregada por los parámetros para el escenario 2 modelo de revisión periódica, tomando como referencia los datos históricos del año 2012.

Producto	Prom. Dda. Diaria d	σ_d	T	L	σ_{T+L}	Nivel de Servicio
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	770	234	7	2	702	97,5%
Perfil Rectangular 80x40x2MM	716	285	7	3	903	97,5%
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	1.131	106	7	3	334	97,5%
Perfil Rectangular 30x40x3MM	1.348	538	7	2	1.614	97,5%
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	1.815	436	7	3	1.378	97,5%
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	1.594	320	7	2	961	97,5%
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	1.864	41	7	2	123	97,5%
Perfil U80x40x2 MM	3.361	321	7	3	1.016	97,5%
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	1.441	248	7	2	744	97,5%
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	659	222	7	2	667	97,5%
Perfil U 200x50x3 MM	1.228	193	7	1	546	97,5%
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	3.573	730	7	3	2.308	97,5%
Perfil Rectangular 100x50x2MM	1.218	300	7	2	899	97,5%

Tabla 3.4: Parámetros para la confección del escenario del modelo P de los productos seleccionados año 2012.
Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se confecciono un resumen con los principales costos promedios que entrego el escenario 2 para los 13 productos seleccionados, donde se puede observar los costos operacionales de distribución, de inexistencia y un nuevo costo de almacenaje por tratarse de un modelo con stock.

Producto	Costo Operacional	Costo Distribución	Costo Inexistencia	Costo Almacenaje
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	\$ 15.078.796	\$ 159.592.048	\$ 72.795.928	\$ 9.772.217
Perfil Rectangular 80x40x2MM	\$ 7.197.722	\$ 76.179.769	\$ 313.502.776	\$ 15.562.264
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	\$ 27.995.144	\$ 296.297.026	\$ 34.538.208	\$ 44.313.659
Perfil Rectangular 30x40x3MM	\$ 18.707.913	\$ 198.002.161	\$ 47.315.683	\$ 42.100.671
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	\$ 29.686.891	\$ 314.202.264	\$ 48.821.441	\$ 61.146.475
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	\$ 49.868.135	\$ 527.797.972	\$ 64.395.384	\$ 32.803.026
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	\$ 41.632.619	\$ 440.634.319	\$ 96.594.398	\$ 6.477.821
Perfil U80x40x2 MM	\$ 16.549.527	\$ 175.158.075	\$ 57.667.164	\$ 39.654.748
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	\$ 12.175.460	\$ 128.863.510	\$ 173.948.197	\$ 43.945.932
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	\$ 1.872.668	\$ 19.820.077	\$ 32.747.790	\$ 40.335.379
Perfil U 200x50x3 MM	\$ 22.978.299	\$ 243.199.385	\$ 87.115.470	\$ 49.403.797
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	\$ 31.183.950	\$ 330.046.945	\$ 104.581.191	\$ 27.441.613
Perfil Rectangular 100x50x2MM	\$ 7.626.554	\$ 80.718.469	\$ 74.853.687	\$ 25.760.478
Promedio	\$ 21.734.898	\$ 230.039.386	\$ 92.990.563	\$ 33.747.545

Tabla 3.5: Costos del modelo P para los productos seleccionados año 2012. Fuente: Elaboración propia.

Tomando los datos anteriores se confecciona la **tabla 3.6** donde se presentan los costos generales, además de los porcentajes de quiebres y nivel de servicio para el escenario 2.

Producto	% Prom. Quiebre	Nivel de Servicio	Costo Total General
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	3,7%	96,3%	\$ 257.238.988
Perfil Rectangular 80x40x2MM	20,7%	79,3%	\$ 412.442.532
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	1,4%	98,6%	\$ 403.144.037
Perfil Rectangular 30x40x3MM	1,6%	98,4%	\$ 306.126.427
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	1,9%	98,1%	\$ 453.857.072
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	2,1%	97,9%	\$ 674.864.516
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	5,3%	94,7%	\$ 585.339.158
Perfil U80x40x2 MM	2,1%	97,9%	\$ 289.029.514
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	5,1%	94,9%	\$ 358.933.099
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	3,2%	96,8%	\$ 94.775.913
Perfil U 200x50x3 MM	3,8%	96,2%	\$ 402.696.952
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	3,0%	97,0%	\$ 493.253.699
Perfil Rectangular 100x50x2MM	2,7%	97,3%	\$ 188.959.189
Promedio	4,36%	95,64%	\$ 378.512.392

Tabla 3.6: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio de los productos seleccionados, del modelo P año 2012. Fuente: Elaboración propia.

3.1.3 Escenario 3 modelo P mejorado (MPM)

En este escenario se busca mejorar el modelo de revisión periódica presentado en el escenario 2, para este objetivo se estructuraron nuevos parámetros partiendo de la fórmula original pero ahora incluyendo factores externos como los ámbitos de demanda, los proveedores y el retail. Con la elaboración de los nuevos indicadores, se calculara la nueva cantidad a pedir, originando un cambio en la formula inicial de cobertura (pedido), En cuatro etapas se llega a una fórmula final, hay que considerar que la demanda promedio diaria al igual que en modelo de P corresponde al pronóstico, y al igual que el escenario anterior debido a que se está comparando con el escenario 1 se considera los datos de la demanda real del año 2012.

A continuación el desarrollan las 4 etapas que generan las formula final de pedido:

Etapa 1: Para el primer acercamiento de la fórmula requerimos los siguientes nuevos datos para cada sku en particular:

- Nuevo tiempo de reaprovisionamiento (DR).

Como se comento anteriormente el intervalo de revisión aplicado por Sodimac para los productos elegidos es de 7 días, para mejorar el método de inventario se va a determinar el intervalo de revisión optimo.

$$T^* = (Q^*/D) * \text{Tiempo}$$

$$Q^* = \text{Cantidad optima de inventario}$$

$$D = \text{Corresponde al promedio de demanda diaria (DD)}$$

$$\text{Tiempo} = 30 \text{ días (mensual)}$$

Etapa 2: En una segunda aproximación se determina la desviación en atrasos (DA) de los productos seleccionados.

Para esto se incluye la variable de los atrasos en la entrega de los productos. Para esto, los datos necesarios son los siguientes:

- Proporción de entregas sin atrasos (α)

- Proporción de entregas con 1 día de atraso (β)
- Proporción de entregas con 2 días de atraso (γ)

Con estos porcentajes se obtiene el promedio efectivo de días de entrega, incluyendo en él, un resguardo por la variación que experimenten manifestado a través de la desviación estándar de estos atrasos. Así, el tiempo de reaprovisionamiento real se expresa de la siguiente manera:

- Atraso promedio (AP): $\alpha \cdot 0 + \beta \cdot 1 + \gamma \cdot 2$
- Desviación atrasos (DA): (α ; β ; γ)

Tomando en cuenta el Fill Rate deseado (97,5%), se calcula la fórmula del nuevo tiempo de reaprovisionamiento (DR).

$$DR: (T \cdot x \text{ AP}) + (Z \cdot x \text{ DA})$$

En esta fórmula al tiempo de reaprovisionamiento óptimo se le suma el atraso promedio del producto, mas el Fill Rate optimo exigido por Sodimac por la desviación estándar de los atrasos.

Etapa 3: Se considera una nueva desviación estándar que se aplica al pronóstico diario, el cual va a considerar el nuevo tiempo de reaprovisionamiento (DR).

$$S'_d = s'_p \text{ raiz } (DR + TE).$$

S'_d = Desviación de la demanda diario para demandas conocidas y pronostico para demandas futuras.

Etapa 4: En esta etapa se añade el hecho de que los proveedores no siempre lleguen con el pedido completo a las salas de venta. Para incluirlo necesitamos la siguiente información:

- Promedio de pedidos completos anuales (PPC)
- Promedio de pedidos incompletos anuales (PPI)

- Desviación de pedidos incompletos (DI)

Esta información nos permite calcular el factor de seguridad para cubrirse de los pedidos incompletos. Expresando esto de la siguiente manera:

- Factor de seguridad pedidos incompletos (FS): $1/ PPI+ FR \cdot DI$

Al incluir estos desarrollos en la fórmula inicial de pedidos, se tiene la fórmula final para calcular la cantidad necesaria a pedir:

$$\text{PEDIDO} = (\text{PRON} (\text{DR}+\text{TE}) + S'P \times Z) \text{FS.}$$

Cabe señalar que la fórmula sufrirá cambios debido que al realizar la comparación se optó por la demanda real a cambio del pronóstico, llegando a la siguiente fórmula.

$$\text{PEDIDO} = (\text{DDA} (\text{DR}+\text{TE}) + S'P \times Z) \text{FS.}$$

Aplicando los nuevos parámetros se confeccionó la **tabla 3.7**, con un resumen de los principales costos promedio que entregó el escenario 3 para los 13 productos seleccionados, donde se puede observar los costos operacionales, de distribución, de inexistencia y almacenaje.

Producto	Costo Operacional	Costo Distribución	Costo Inexistencia	Costo Almacenaje
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	\$ 15.078.796	\$ 159.592.048	\$ 5.313.858	\$ 15.689.686
Perfil Rectangular 80x40x2MM	\$ 7.197.722	\$ 76.179.769	\$ 281.865.003	\$ 23.387.008
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	\$ 27.995.144	\$ 296.297.026	\$ 31.290.237	\$ 40.184.299
Perfil Rectangular 30x40x3MM	\$ 18.707.913	\$ 198.002.161	\$ 94.545.715	\$ 45.929.584
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	\$ 29.658.894	\$ 313.905.949	\$ 160.227.298	\$ 56.253.443
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	\$ 49.868.135	\$ 527.797.972	\$ 50.983.749	\$ 38.367.317
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	\$ 41.632.619	\$ 440.634.319	\$ 37.327.531	\$ 11.195.754
Perfil U80x40x2 MM	\$ 16.549.527	\$ 175.158.075	\$ 83.211.311	\$ 37.467.966
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	\$ 12.175.460	\$ 128.863.510	\$ 121.085.943	\$ 43.292.780
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	\$ 1.872.668	\$ 19.820.077	\$ 32.747.790	\$ 47.008.888
Perfil U 200x50x3 MM	\$ 22.978.299	\$ 243.199.385	\$ 199.182.917	\$ 47.173.973
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	\$ 31.183.950	\$ 330.046.945	\$ -	\$ 32.925.499
Perfil Rectangular 100x50x2MM	\$ 7.626.554	\$ 80.718.469	\$ -	\$ 33.274.160
Promedio	\$ 21.732.745	\$ 230.016.593	\$ 84.444.719	\$ 36.319.258

Tabla 3.7: Costos del modelo P mejorado de los productos seleccionados, año 2012. Fuente: Elaboración propia.

Tomando los datos anteriores se confecciona la **tabla 3.8** donde se presentan los costos totales, además de los porcentajes de quiebres y nivel de servicio para el escenario 3.

Producto	% Prom. Quiebre	Nivel de Servicio	Costo Total
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	0,3%	99,7%	\$ 179.984.701
Perfil Rectangular 80x40x2MM	18,6%	81,4%	\$ 365.242.495
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	1,3%	98,7%	\$ 355.582.407
Perfil Rectangular 30x40x3MM	3,3%	96,7%	\$ 311.255.788
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	6,4%	93,6%	\$ 503.792.141
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	1,6%	98,4%	\$ 628.649.856
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	2,1%	97,9%	\$ 519.594.469
Perfil U80x40x2 MM	3,0%	97,0%	\$ 274.918.913
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	3,6%	96,4%	\$ 262.124.914
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	3,2%	96,8%	\$ 54.440.534
Perfil U 200x50x3 MM	8,8%	91,2%	\$ 465.360.602
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	0,0%	100,0%	\$ 361.230.895
Perfil Rectangular 100x50x2MM	0,0%	100,0%	\$ 88.345.023
Promedio	4,00%	96,00%	\$ 336.194.057

Tabla 3.8: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio para el modelo P mejorado de los productos seleccionados, año 2012. Fuente: Elaboración propia.

3.1.4 Escenario 4 modelo P optimizado (MPO)

En este escenario se busca optimizar el modelo P el cual ya fue mejorado en el escenario 3 incluyendo factores externos que corrigieron el pedido.

Para optimizar el escenario 3, se recurre al instrumento de simulación, la cual busca identificar, analizar y cuantificar las deficiencias existentes en la logística de entrega para aquellos productos que generen quiebres de stock. Se desarrolló el modelo de simulación en una planilla de cálculo MS Excel, que permite cambios de manera muy sencilla y no requiere la participación de expertos en lenguajes de software como se comento en el capítulo 1, lo que hace que su aplicabilidad aumente dado que se pueden realizar diferentes pruebas, replicas sin costos involucrados.

Se simuló el desempeño del modelo P mejorado para el período de evaluación, además se establecieron las variables de entrada que se consideran para el modelo de simulación, que son los siguientes

- Nivel de servicio.
- Stock de seguridad (nivel de inventario).
- Lead time.

Una vez seleccionado los valores de entrada, se plantean una serie de escenarios, que abarcan las distintas variables analizando su impacto en costos y porcentaje de falla para cada una de ellas.

Se comienza la simulación de cada día (se tomaron 364 días en el modelo), simulando 1 año de estudio, donde en una primera etapa se analizan las variables de entrada por separado, para luego combinar estas alternativas.

El modelo está diseñado para lograr realizar el análisis de sensibilidad mediante la modificación de los valores, aumentando y disminuyendo el porcentaje de lead time (LD), nivel de servicio (NS) y stock de seguridad (SS). El cambio de valores permite observar y analizar de manera sencilla las variaciones entregadas y lo que es aún más importante conocer los déficits que se traducen en ventas pérdidas o quiebres de stock, que para el cliente significa un bajo nivel de servicio.

Al finalizar el modelo obtendremos una tabla de valores de CT (costos totales) para diferentes escenarios que nos permita tomar la decisión sobre las variaciones obtenidas para cada uno de ellos, minimizando los costos y otorgando información de una forma sencilla y eficaz.

Para profundizar más en el desarrollo completo de proceso de Simulación del modelo P optimizado se informara en **anexo 12** (simulación del modelo de período fijo optimizado).

Finalmente y posterior al análisis conseguido a través de la simulación, se presentan en la **tabla 3.9**, los resultados obtenidos de las variables de salida, con el propósito de comparar y determinar el escenario que reduzca los costos de inventario y el nivel del SS en relación a la situación actual del modelo P mejorado.

Nº	Escenarios	Stock de seguridad (unidades)	Costo total Inventario anual
1	Modelo P con NS 97,5% y LT 9,5 días promedio.	2.024	\$ 3.480.226.477
2	Modelo P con un LT de 10.4 días promedio	2.102	\$ 3.444.162.024
3	Modelo P con un NS de 96.5%	1.870	\$ 3.480.226.477
4	Modelo P con un NS de 96.5% y un LT de 10.4 días promedio.	1.942	\$ 3.452.259.689
5	Modelo P con un NS de 97.0% y un LT de 10.4 días promedio.	2.017	\$ 3.448.279.909

Tabla 3.9: Tabla resumen de las variables de salida simuladas para la comparación de stock de seguridad y costo total de inventario anual. Fuente: Elaboración propia.

Se puede concluir que los resultados obtenidos en la simulación, el escenario para el modelo P optimizado con un NS de 96.5% y un LT de 10.4 días promedio, es el de mejor comportamiento en comparación a los otros escenarios formulados, cumpliendo el objetivo que se planteó con el experimento de simulación, basado en la búsqueda de soluciones que optimicen el modelo de inventario.

El escenario modelo P optimizado con un NS de 96.5% y un LT de 10.4 días promedio, genera un resultado interesante que permite lograr las expectativas forjadas, disminuyendo en un 3% (141 unidades) el nivel del SS, que se expresa en una disminución en la inversión en stock, lo que se traduce en un ahorro de \$27.966.789 millones pesos anual.

Al aplicar la simulación, y encontrar los mejores parámetros que determinan el nuevo pedido, los costos y niveles de servicio tuvieron considerables cambios al modelo p mejorado.

En la siguiente tabla se confecciono un resumen con los principales costos promedios que entrego el escenario 4 para los 13 productos seleccionados, donde se puede observar los costos operacionales, de distribución, de inexistencia y almacenaje.

Producto	Costo Operacional	Costo Distribución	Costo Inexistencia	Costo Almacenaje
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	\$ 15.078.796	\$ 159.592.048	\$ 5.313.858	\$ 15.689.686
Perfil Rectangular 80x40x2MM	\$ 7.197.722	\$ 76.179.769	\$ 221.522.810	\$ 23.387.008
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	\$ 27.995.144	\$ 296.297.026	\$ 24.426.450	\$ 40.184.299
Perfil Rectangular 30x40x3MM	\$ 18.707.913	\$ 198.002.161	\$ 35.212.799	\$ 45.929.584
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	\$ 29.698.615	\$ 314.326.342	\$ 142.117.677	\$ 56.253.443
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	\$ 49.868.135	\$ 527.797.972	\$ 50.983.749	\$ 38.367.317
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	\$ 41.632.619	\$ 440.634.319	\$ 21.792.215	\$ 11.195.754
Perfil U80x40x2 MM	\$ 16.549.527	\$ 175.158.075	\$ 50.158.583	\$ 37.467.966
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	\$ 12.175.460	\$ 128.863.510	\$ -	\$ 43.292.780
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	\$ 1.872.668	\$ 19.820.077	\$ 32.747.790	\$ 47.008.888
Perfil U 200x50x3 MM	\$ 22.978.299	\$ 243.199.385	\$ 93.947.556	\$ 47.173.973
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	\$ 31.183.950	\$ 330.046.945	\$ -	\$ 32.925.499
Perfil Rectangular 100x50x2MM	\$ 7.626.554	\$ 80.718.469	\$ -	\$ 33.274.160
Promedios	\$ 21.735.800	\$ 230.048.931	\$ 52.171.037	\$ 36.319.258

Tabla 3.10: Costos del modelo P optimizado de los productos seleccionados, año 2012. Fuente: Elaboración propia.

Tomando los datos anteriores se confecciona la **tabla 3.11** donde se presentan los costos total general, además de los porcentajes de quiebres y nivel de servicio para escenario 4.

Producto	% Prom. Quiebre	Nivel de Servicio	Costo total General
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	0,3%	99,7%	\$ 179.984.701
Perfil Rectangular 80x40x2MM	14,6%	85,4%	\$ 304.900.301
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	1,0%	99,0%	\$ 348.718.620
Perfil Rectangular 30x40x3MM	1,2%	98,8%	\$ 251.922.873
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	5,6%	94,4%	\$ 486.142.633
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	1,6%	98,4%	\$ 628.649.856
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	1,2%	98,8%	\$ 504.059.153
Perfil U80x40x2 MM	1,8%	98,2%	\$ 241.866.185
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	0,0%	100,0%	\$ 141.038.970
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	3,2%	96,8%	\$ 54.440.534
Perfil U 200x50x3 MM	4,1%	95,9%	\$ 360.125.240
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	0,0%	100,0%	\$ 361.230.895
Perfil Rectangular 100x50x2MM	0,0%	100,0%	\$ 88.345.023
Promedio	2,67%	97,33%	\$ 303.955.768

Tabla 3.11: Costo total general, porcentaje promedio de quiebres y nivel de servicio de los productos seleccionados, del modelo de P optimizado para el año 2012. Fuente: Elaboración propia.

3.1.5 Escenario 5 modelo P proyectado (MPP)

Una vez que la información ha sido debidamente analizada y procesada para los fines deseados en el escenario 3 y posteriormente optimizado en el escenario 4, se obtiene un escenario final con el cual se puede aplicar el pronóstico elegido en el capítulo 1 que corresponde al pronóstico Winter.

En este escenario la incorporación del pronóstico provoca una modificación de la ecuación de la cobertura inventario objetivo T (cobertura).

Importante recordar que para el proceso de análisis comparativo de los modelos de inventarios propuestos en la memoria de tesis, se ocuparon los datos de demanda conocida del año 2012 del modelo de distribución XD.

$$\text{COBERTURA} = (\text{Dda 2011 (DR+TE)} + \text{S}'\text{P} \times \text{Z}) \text{FS}$$

Para el modelo P proyectado se reemplaza la demanda conocida del año 2012 por el pronóstico para demandas futuras (PRON) (la demanda estimada F'_{t+1} debido a que la demanda no es conocida).

$$\text{COBERTUTA} = (\text{PRON (DR+TE)} + \text{S}'\text{P} \times \text{Z}) \text{FS}$$

Este cambio tendrá el efecto de introducir un nivel objetivo cambiante cada vez que se realiza un nuevo pronóstico, en la práctica la nueva cobertura se adapta a la variación estacional, a un patrón de temporada o sujeta a tendencias.

Asimismo, en el modelo de manejo de inventario se modifica el cálculo del stock de seguridad de modo que éste sea dependiente de la variabilidad del error de pronóstico de demanda y no con una demanda conocida (Dda XD año 2012). Esto se debe a que al contar con un mejor pronóstico de demanda, el stock de seguridad se puede reducir.

El stock de seguridad se calcula $kz + \sigma P+L$, donde kz es el puntaje z asociado al nivel de servicio k deseado durante el tiempo de entrega y $\sigma P+L$ es la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de revisión y tiempo de entrega.

En ésta aplicación del modelo P proyectado, esto se reemplaza por el error porcentual absoluto medio (MAPE), la desviación estándar que se pretende para obtener el nivel de inventario de seguridad corresponde en este caso al error obtenido en la predicción.

Para el cálculo del stock de seguridad se va a trabajar con el error del MAPE, es decir, cada predicción tendrá un error asociado, por ejemplo si la predicción es de 1446 unidades en una semana y el MAPE es de 6%, se tendrá que el error de la predicción será de ± 87 unidades ($1446 * 0.06$).

La utilización de la variabilidad del error de pronóstico de demanda en la confección del inventario de seguridad, en vez de la demanda conocida, permitió disminuir el nivel del inventario de seguridad requerido en el CD, pues se dispone de un pronóstico de demanda con una precisión razonable.

El nivel de servicio objetivo considera un 97.5%, en términos de número de días sin quiebre de stock respecto al número total de días. Sin embargo, como el nivel de servicio es una decisión de Sodimac, se deja como un parámetro dentro del modelo.

Con estos datos, el método de pronóstico entrega la demanda para el siguiente período y el modelo de manejo de inventario indica cuanto pedir en la siguiente orden según el nivel de servicio elegido

A continuación se entrega una tabla con el comportamiento del modelo P proyectado para el primer trimestre del año 2012.

Producto	% Prom. Quiebres Trimestral	Nivel de Servicio Trimestral	σ_d	T	L
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	3%	96,5%	57	14,8	2
Perfil Rectangular 80x40x2MM	1%	98,8%	37	19,1	3
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	0%	100,0%	7	6,9	3
Perfil Rectangular 30x40x3MM	0%	100,0%	97	8,8	2
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	0%	100,0%	53	6,8	3
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	0%	100,0%	0	9,5	2
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	0%	100,0%	4	13,7	2
Perfil U80x40x2 MM	0%	100,0%	47	7,2	3
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	0%	100,0%	57	7,6	2
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	0%	100,0%	30	9,6	2
Perfil U 200x50x3 MM	0%	100,0%	39	7,3	1
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	0%	100,0%	78	9,9	3
Perfil Rectangular 100x50x2MM	0%	100,0%	53	14,2	2
Promedio	0,4%	99,6%	43	10	2

Tabla 3.12:

Porcentaje promedio de quiebres, nivel de servicio y parámetros para el pedido del primer trimestre año 2012 de los productos seleccionados, modelo P proyectado. Fuente: Elaboración propia.

En la **tabla 3.13** se presentan los parámetros para ajustar el pedido según los factores externos y el stock de seguridad óptimo.

Producto	σ_{T+L}	Factor de seguridad, Z	SS Mape	Inv. Prom
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	235	1,81	91	11.606
Perfil Rectangular 80x40x2MM	175	1,81	97	9.432
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	22	1,81	27	3.885
Perfil Rectangular 30x40x3MM	318	1,81	177	8.175
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	166	1,81	121	8.184
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	1	1,81	151	8.026
Perfil cuadrado 30x30x2,0MM	14	1,81	12	12.772
Perfil U80x40x2 MM	150	1,81	83	11.650
Perfil Angulo DOB 30x30x2MM	177	1,81	97	6.029
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	101	1,81	84	3.899
Perfil U 200x50x3 MM	113	1,81	71	4.726
Perfil Cuadrado 30x30x1,5MM	279	1,81	339	19.884
Perfil Rectangular 100x50x2MM	215	1,81	119	11.082
Promedio	151	2	113	9.181

Tabla 3.13: Parámetros para disminuir la incertidumbre del pedido del primer trimestre año 2012 de los productos seleccionados, modelo P proyectado. Fuente: Elaboración propia.

3.2 Propuesta de asignación de espacio para productos seleccionados

A continuación, se describirá la propuesta de asignación de espacio para los productos seleccionados, para ello se hará uso de tablas que reflejan las capacidades físicas, planos y comentarios de las mismas.

Tomando en consideración las causas presentadas en el capítulo 2, se requiere una evaluación en la asignación de espacios para la nueva propuesta de inventario, la cual dispone de un stock de seguridad. Este espacio estratégico será ubicado en el área de operación de stock del CD. La implementación de esta propuesta busca aprovechar al máximo los recursos existentes en la empresa, con el objeto de minimizar gastos de mantención, disminuyendo los problemas de quiebres stock.

Actualmente existe asignados para la operación de stock 18.983 m², distribuidos en área como se muestran en la **tabla 3.14**.

Área Stock	
Sector	Área (m ²)
Área de Recepción	1.075
Rack con techo stock A	4.890
Rack con techo stock D	3.480
Piso con techo stock E	2.140
Piso con techo stock G	1.090
Piso sin techo stock A	2.800
Piso sin techo stock H	3.508

Tabla 3.14: Descripción de áreas de stock en el CD en el área de operación de stock. Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la **figura 3.1**, se presenta un plano general, donde se limitan los sectores del CD de materiales de construcción.

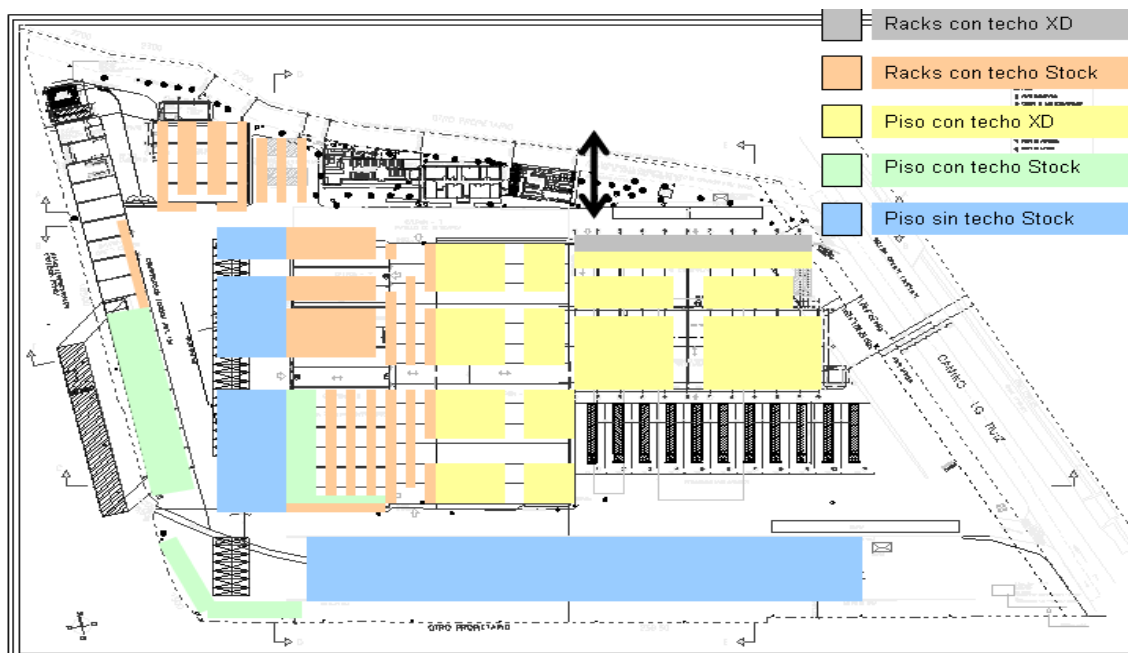


Figura 3.1: Plano del CD de materiales de construcción; distribución física. Fuente: Elaboración propia.

Los criterios que se buscaron para evaluar y asignar el espacio necesario para la propuesta señalada son; el flujo de materiales a lo largo de todo el proceso, las distancias recorridas entre las áreas más importantes del CD, la seguridad tanto de las personas como de la mercadería y la supervisión de las operaciones, para cada uno de estos aspectos se tomó en consideración para la decisión.

La propuesta consiste en asignar un espacio en el sector H de la operación de Stock, el almacenamiento de mercadería es a piso, sin techo en esta ubicación.

Actualmente el sector H consta con un área de operación de 3.508 m², donde se utiliza para el almacenamiento de hierro para construcción, según la información suministrada por la empresa, la cantidad de almacenamiento de hierro de construcción en el mismo disminuirá, dejando posible un espacio lo suficiente como para instalar un sector de almacenamiento de perfiles de acero.

Área Stock sector H	
Piso sin techo stock H	3.108
Espacio asignado P sector H'	400

Se puede observar en el recuadro, las nuevas áreas distribución y asignación física del sector H, en donde se asigna un área de 400 m², para la propuesta almacenamiento de perfiles de acero, esta asignación busca la optimización del espacio, manteniendo intactas las funciones del flujo de materiales y de personal.

Ventaja de asignar un area en el sector H.

- Buen aprovechamiento del espacio.
- Gran capacidad para el almacenamiento de mercaderia.
- Facilidad de supervision, al encontrarse la carga y descarga de camiones en un mismo punto.
- El flujo de material logico y continuo.
- Es posible recibir y cargar camiones para el despacho al mismo tiempo.
- Utilizacion de dispositivos para trasladar mercaderia de forma rapida y expita (puente grúa, grúa horquilla)
- No es necesario tener personal adicional en el sector para esta implementacion.

Desventaja;

- La Mercaderia estan a la interperie, problema por correosion. (Esta desventaja no sería un inconveniente importante, debido a la rapida rotación que tendrían los perfiles, y por las distintas formas que tine la empresa para aislar la lluvia y la humedad)

En la **figura 3.2**, se observa el espacio asignado de la propuesta del sector H' de un área de 400 m².

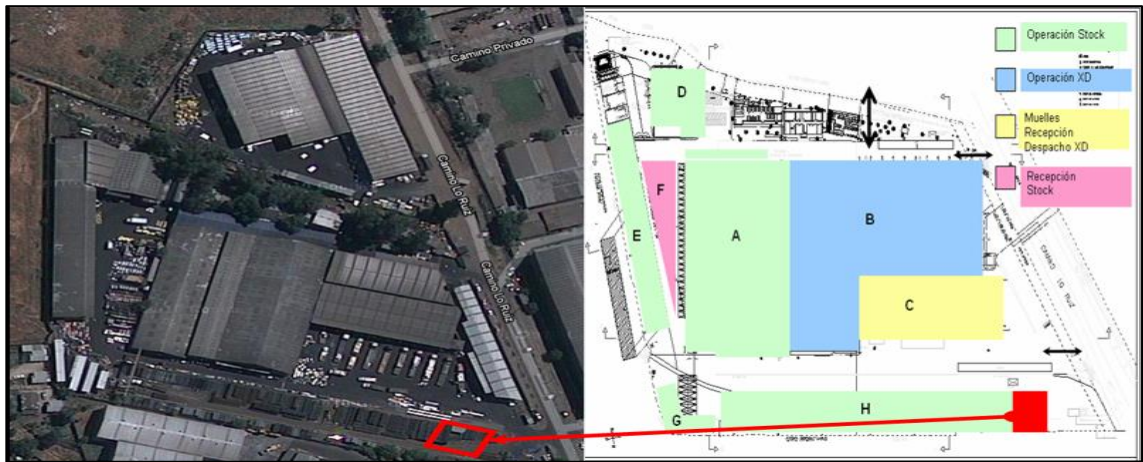


Figura 3.2; Plano e imagen satelital del CD de materiales de construcción; situación de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

4 CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y EVALUACIÓN

En este capítulo se realizará la evaluación y validación de los datos entregados por los modelos propuestos y se efectuará el análisis de costos asociados de la metodología actual versus metodología propuesta.

La metodología utilizada permitió realizar comparaciones entre los datos informados en la situación actual (XD) y los resultados obtenidos de los modelos de inventarios formulados en un determinado periodo de evaluación.

Los indicadores de evaluación definidos para esta ocasión fueron; los costos totales, nivel de servicio y quiebres de stock.

Los datos fueron aplicados fidedignamente a las condiciones reales como se menciona en el capítulo 2, dado que cualquier optimización, si bien debe estar sustentada en teoría debe ajustarse a la realidad permitiendo que los modelos puedan ser comparables en igualdad de condiciones.

Para profundizar más en el análisis se realiza un resumen de la comparación entre modelos:

- a) Cross docking v/s Modelo P.
- b) Modelo P v/s Modelo P mejorado
- c) Modelo P mejorado v/s Modelo P óptimo.

Para efectuar esta comparación, se presentan los costos para los diferentes modelos indicados en la tabla 4.1 y el nivel de servicio y quiebres de stock promedios la tabla 4.2,

	Costo Operacional	Costo Distribución	Costo Inexistencia	Costo de Mant. de Stock	Costo Total
Método Actual XD	\$ 282.434.581	\$ 2.989.251.506	\$ 6.923.778.979	\$ 0	\$ 10.195.465.066
Modelo P	\$ 282.434.581	\$ 2.990.512.020	\$ 1.208.877.316	\$ 438.718.080	\$ 4.920.541.998
Modelo P Mejorado	\$ 282.525.681	\$ 2.990.215.704	\$ 1.097.781.352	\$ 472.150.358	\$ 4.842.673.095
Modelo P Optimizado	\$ 282.565.402	\$ 2.990.636.097	\$ 678.223.486	\$ 472.150.358	\$ 3.951.424.985

Tabla 4.1: Comparación de costos año 2012 entre los diferentes modelos de inventario. Fuente: Elaboración propia.

	Nivel de Servicio Promedio	% Prom. de Quiebre
Modelo P Optimizado	97,33%	2,67%
Modelo P Mejorado	96%	4%
Modelo P	95,64%	4,36%
Método Actual XD	78,40%	21,60%

Tabla 4.2: Resumen de los métodos de distribución analizados el año 2012, considerando nivel de servicio y quiebres de stock promedios. Fuente: Elaboración propia.

4.1 Método de distribución XD v/s Método P.

Al analizar la **tabla 4.1**, se observa que los costos totales del modelo de distribución actual XD son mayores a los obtenidos por el modelo P, esta situación se debe principalmente a que los costos de inexistencia fueron mucho mayores a los costos de stock que implica el modelo P.

Para el modelo P el costo total llega a los \$ 4.920.524.998 y en el caso del modelo de XD el costo llega a los \$ 10.195.465.066.

En la **tabla 4.2** se puede observar que el porcentaje de quiebre promedio por los productos bajo de un 21,6% a un 4,36%, lo que elevó el nivel de servicio de un 78,4% a un 95,64%.

Tomando en consideración estos datos, si se hubiera aplicado como propuesta el modelo de P en las condiciones establecidas, habría un ahorro anual de \$5.274.940.068 por los trece productos seleccionados, lo que significa que el costo total baja en un 48,2%, reduciendo el quiebre de stock en un 17,24%.

4.2 Modelo P v/s Modelo P mejorado.

Debido a que el modelo P presenta mejores condiciones en costos y nivel de servicio que el modelo XD, corresponde analizar si hay mejoras en los cambios realizados en el modelo P propuesto o mejorado, donde se estructura una nueva fórmula de pedido.

En los datos de la **tabla 4.1**, se puede observar un escenario más beneficioso para el modelo propuesto, donde el costo por inexistencia es menor debido a que las nuevas variables incluidas para el modelo desarrollado en la aplicación de la metodología, logran mejorar el pedido lo que permite reducir los costos totales.

Para el modelo P mejorado el costo total llega a los \$ 4.842.673.095 y en el caso del modelo P el costo llega a los \$ 4.920.541.998.

En la **tabla 4.2** se puede observar que el porcentaje de quiebre promedio por los productos seleccionados bajo de un 4,36% a un 4%, lo que elevó el nivel de servicio de un 95,64% a un 96%.

Tomando en consideración estos datos, el modelo P mejorado supera en expectativas al modelo P. Si se hubiera aplicado este modelo como propuesta en las condiciones establecidas, habría un ahorro anual de \$77.851.903 por los trece productos seleccionados lo que representa un 1,58% de ahorro para la empresa, reduciendo los quiebres de stock en 0,36%.

4.3 Modelo P mejorado v/s Modelo optimizado.

Una vez determinado el modelo P mejorado se decide optimizar los parámetros con la ayuda de simulaciones desarrolladas en MS Excel, con la finalidad de buscar los mejores resultados que en su conjunto reduzcan quiebres de stock y costos.

Una vez simulado varios escenarios, se llega a la conclusión que los parámetros para optimizar el modelo son un nivel de servicio de 96,5% y un lead time de 10,4.

Al analizar la **tabla 4.1** el costo total del modelo P optimizado es de \$ 3.951.424.985 y en el caso del modelo P mejorado el costo llega a los \$ 4.842.673.095.

En la **tabla 4.2** se puede observar que el porcentaje de quiebre promedio por los productos seleccionados bajo de un 4% a un 2,67%, lo que elevó el nivel de servicio de un 96% a un 97,33%.

Tomando en consideración estos datos, el modelo P optimizado gracias a las simulaciones realizadas, supera en expectativas al modelo P mejorado. Si se hubiera aplicado este modelo como propuesta en las condiciones establecidas, habría un ahorro anual en comparación con el modelo P mejorado de \$ 891.248.110 por los trece productos seleccionados lo que representa un 18,4 % de ahorro para la empresa, reduciendo los quiebres de stock en 1,33%.

Tomando en consideración las comparaciones realizadas, todas las propuestas de inventario logran mejores resultados en la minimización de costos y el nivel de servicio que el modelo XD, siendo el modelo P optimizado el que logra las mejores expectativas.

Una vez elegido el modelo se procede a aplicar el pronóstico seleccionado en el capítulo 1, el cual tiene como objetivo entregar un pedido más exacto, y sin excedentes innecesarios que aumenten los costos administrativos y de inventario.

A continuación se desarrolla en forma general, los resultados de la comparación mediante los indicadores y costos entregados en las tablas 4.1 y 4.2. y se entregará la extrapolación y comparación del modelo P optimizado con la demanda real del año 2012 y la demanda pronosticada para el año 2013.

a) Análisis en costos

Es fundamental que el método de inventario seleccionado además de minimizar los costos de inexistencia producidos por los quiebres de stock, disminuya los costos de almacenajes y bodegaje que están incluidos en los costos de mantención.

Analizando los datos mostrados en la **tabla 4.1**, se observa que los costos totales del modelo de distribución actual (XD) son mayores a los alcanzados en los modelos formulados (MP, MPM y MPO).

Para el caso de los costos operacionales y de distribución son similares entre los diferentes modelos, que determina que no se generan grandes cambios en la variable de costos.

La diferencia real de esta situación se debe a que los costos de inexistencia del XD, fueron mucho mayores a los costos relacionados con los procesos de bodega que ocurren en los sistemas basados en el modelo P.

Además se puede determinar, que la disminución en los costos totales para cada uno de los modelos fundados en el modelo P, corresponde a las nuevas variables incluidas que estructuran una nueva fórmula de pedido y al desarrollo del sistema simulador.

La incorporación de variables como porcentajes de frecuencia con atrasos y pedidos incompletos aplicados en el capítulo 3, determinan cambios en el stock de seguridad y un

nuevo tiempo de reaprovisionamiento, logrando que el nuevo pedido obtenga una mayor exactitud.

El desempeño del modelo P optimizado repercute favorablemente en la disminución de los costos de inventario (costos de mantención), con respecto a la situación actual (XD), logrando un ahorro de \$ 6.244.040.081 que representa una disminución anual aproximada de un 61 %.

b) Análisis de nivel de servicio y quiebres de stock promedios

Otros resultados interesantes, son analizar y comparar las variables de evaluación de niveles de servicios y porcentaje de quiebre de stock de los modelos formulados, con respecto a la situación actual.

Al igual que el análisis de costos totales, las variaciones de los valores logrados para cada uno de los modelos formulados, se debió a la optimización del modelo original (MP) mediante la reestructuración de la fórmula de pedido y al desarrollo del sistema simulador.

En la **tabla 4.2**, se puede observar que el porcentaje promedio anual de quiebres para la situación actual (modelo XD) llega a un 21,6% y el nivel de servicio a un 78,40%, lo que para la empresa Sodimac está muy por debajo del nivel objetivo exigido, que busca llegar al 97,5% en los puntos de venta.

El modelo P optimizado reduce los quiebres de stock en 18,93 %, lo que significa un aumento por ventas y un alza en el nivel de servicio promedio logrando subir de un 78,40% a 97,33%, que es un porcentaje mayor al nivel de servicio exigido por Sodimac.

Finalmente a través de la metodología utilizada y los resultados entregados en las **tablas 4.1 y 4.2**, se puede observar que con la política actual de XD en relación al desempeño de los indicadores de evaluación, están muy por debajo a lo exigido por la empresa Sodimac, mientras la solución propuesta del modelo P optimizado, incrementa con creces la administración actual y además implica en un ahorro en costos de administración y aumento

en el nivel de servicio, por lo que esta propuesta sería recomendable ya que al adoptar esta política de inventario, representaría un ahorro en costos de un 61% y un aumento en el nivel de servicio en un 97,33 % anual en relación al Sistema de Distribución Actual.

4.4 Extrapolación del modelo P optimizado

La extrapolación del modelo P optimizado se refiere a la aplicación del mismo y a la determinación del valor pronosticado, de manera de comparar el modelo P optimizado con demanda del año 2012 y con demanda pronosticada por método Winter para el año 2013.

La elección del modelo de pronóstico de demanda Holt Winters analizada en el capítulo 1, cumplió con el objetivo de incorporar el comportamiento estacional. Esto era esencial abordarlo debido a los frecuentes quiebres de inventario en periodos estacionales de peak de demanda.

Podemos deducir que la relación entre el pronóstico de demanda y las decisiones de inventario están íntimamente ligadas, por lo tanto, el tener un buen pronóstico de demanda ayuda indiscutiblemente en la obtención de buenos indicadores de administración de inventario, lo que da una tranquilidad, ya que debe entregar un input confiable al modelo de administración de inventario, el cual tomará las decisiones de pedidos basándose en la demanda futura pronosticada, como se menciona en la fórmula de pedido del capítulo 3.

Una vez incluido el pronóstico de demanda en los sku's seleccionados para el año 2012 en el modelo P optimizado, se lleva a cabo una comparación entre ambos modelos para el primer trimestre del año 2012 y 2013 respectivamente.

Los indicadores de evaluación a considerar son los siguientes; nivel de servicio y los quiebres de stock, nivel promedio de stock de seguridad y el inventario promedio por producto.

Los resultados entregados por esta comparación, servirán para evaluar el desempeño y comportamiento del nuevo nivel de stock.

A continuación se muestra la **tabla 4.3** con un resumen en los resultados de la comparación del modelo P optimizado con demanda trimestral del año 2012 y demanda trimestral pronosticada del año 2013.

	Modelo P Optimizado con Dda. 2012	Modelo P Optimizado con Pronóstico Winter con Dda. 2013
Total Quiebres Trimestral (Unidades).	84.291	5.683
% Prom. Quiebres Trimestral.	4,80%	0,40%
% Nivel de Servicio Trimestral.	95,20%	99,60%
SS Opt. (Unidades).	846	113
Inv. Prom. (Unidades).	8.254	9.181

Tabla 4.3: Resumen del primer trimestre del inventario optimizado con demanda año 2012 V/S inventario optimizado con pronóstico Winter año 2013. Fuente: Elaboración propia.

Al analizar la **tabla 4.3**, se observa una disminución en el primer trimestre en el nivel promedio de stock de seguridad, para el modelo P optimizado con pronóstico Winter año 2013 (modelo P proyectado), de 733 unidades con respecto al modelo P optimizado con demanda año 2012, este beneficio influye directamente en la disminución de los costos de almacenaje, bodegaje y un interesante ahorro de espacio para el CD, este espacio puede ayudar a un mayor orden en la bodega o también para agregar nuevos productos al CD.

Otra comparación importante tiene relación con el incremento del nivel de servicio en el modelo P proyectado, en un 4,4 %, tal incremento en el nivel de servicio significó una disminución considerable en el total de unidades de quiebres, con una diferencia de 78.609 unidades.

La variable correspondiente al inventario promedio, con respecto al modelo P proyectado consiguió un incremento en 595 unidades, esta situación se entiende como una inversión más que un gasto, debido a que es fuertemente compensado en la disponibilidad del producto y satisfacer las demandas a tiempo. Por lo tanto el costo por mantener este incremento en CD se ve beneficiado, por la disminución de los quiebres de stock, en el aumento en las ventas y en el alza en el nivel de servicio.

A través de la metodología utilizada y los resultados encontrados, la comparación entre los modelos demostró que la mejor propuesta de inventario, para resolver los problemas planteados en esta memoria de tesis, está dada en incorporar el pronóstico, lo que genera un modelo P proyectado para los productos analizados, ya que las variables definidas demostraron que la solución propuesta mejora con creces la administración actual que logra reducciones en las variables de nivel de inventario de seguridad y quiebres de stock.

4.5 Resultado de la propuesta de asignación de espacio

Con el objeto de evaluar la propuesta, se realizó una valorización en base a los criterios de espacio (capacidad física de almacenamiento) de los productos seleccionados para su almacenaje.

Se tomaron en cuenta el volumen destinado para el almacenamiento de mercadería y la cantidad promedio de stock de seguridad para el primer semestre del modelo optimizado, que pueden ser almacenadas, a continuación se muestra en la siguiente tabla, la ponderación de cada uno de los productos seleccionados.

Productos	Posiciones	Niveles	Unidades X Niveles	Total Uni.	Tipo	Área en M2	Volumen en M3
Perfil Cuadrado 50x50x3 MM	1	3	240	720	Piso	7,2	14,3
Perfil Rectangular 80x40x2 MM	1	6	187	1122	Piso	14,4	14,3
Perfil Cuadrado 100x100x5 MM	1	3	60	180	Piso	7,2	14,3
Perfil Rectangular 30x40x3 MM	1	4	500	2000	Piso	7,2	14,3
Perfil Cuadrado 75x75x3 MM	1	20	106	2120	Piso	36	14,3
Perfil Cuadrado 45x75x2 MM	1	3	177	531	Piso	7,2	14,3
Perfil cuadrado 30x30x2,0 MM	1	1	665	665	Piso	7,2	14,3
Perfil U80x40x2MM	1	3	187	561	Piso	7,2	14,3
Perfil Angulo DOB 30x30x2 MM	1	1	664	664	Piso	7,2	14,3
Perfil Cuadrado 100x100x3 MM	1	19	60	1140	Piso	36	14,3
perfil U 200x50x3 MM	1	7	60	420	Piso	14,4	14,3
Perfil Cuadrado 30x30x1,5 MM	1	4	665	2660	Piso	7,2	14,3
Perfil Rectangular 100x50x2 MM	1	5	120	600	Piso	14,4	14,3
						172,8	185,9

Tabla 4.4: Descripción de la ponderación del stock de perfiles de acero. Fuente: Elaboración propia.

En la **tabla 4.4** se apilan los perfiles por niveles, los cuales tiene una altura aproximadamente 0,5 m, por normas de la empresa lo aconsejable es ir apilando con un máximo de 4 niveles (2 metros aproximadamente de alto) con 1, 2 metros de ancho, lo que genera un volumen máximo de 14,3 M3.

La propuesta planteada con la asignación de los 400 m² en el sector H, es una opción viable, por 2 cristeros; uno por las ventajas operacionales en el funcionamiento del CD y dos por la capacidad física de almacenaje, para una cantidad promedio de unidades almacenadas, según recuadro para los 13 productos la capacidad de almacenar es de 172, 4 m² con una opción de incluir más productos en el área.

5 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas, determinando los beneficios y criterios que permitan poner en práctica la propuesta de esta memoria de tesis

5.1 Conclusiones

En general los resultados obtenidos reflejan satisfactoriamente los objetivos propuestos en esta memoria de tesis, teniendo en cuenta los resultados de los cuadros comparativos descritos en el capítulo anterior.

- Las causas y las características de los quiebres de stock fueron halladas gracias a la elaboración de un diagrama de causa-efecto para determinar la problemática general de la empresa. El diagrama se efectuó con la colaboración de la empresa Sodimac que gracias a información de diversas reuniones formada por focus group y el personal idóneo, proporciono los datos necesarios para su construcción.

- Según el análisis del diagrama, se determino que la principal razón que origina actualmente los quiebres de stock en Sodimac, corresponden en mayor parte a la responsabilidad concentrada en el proveedor con un 40,38% que equivale a \$ 94.462.267.586 (total para las ventas perdidas). Dentro de este procesos destacan dos; el proveedor no se ha presentado a entregar los productos en el tiempo y forma y el pedido fue recibido por una cantidad insuficiente al pedido generado, los cuales explican el 42% de las falencias en el proceso de recepción provenientes de los proveedores. Este porcentaje equivale a un monto \$19.650.397.418 del total de ventas perdidas para los productos clasificados de tipología A.

- Para poder realizar la metodología se selecciono productos de la familia de Fierro por su importancia dentro de la empresa y por ser una de las más demandadas. Se determino en el análisis que en el año 2012 esta familia alcanzo un costo por perdida de venta de \$ 23.317.376.000.

Los 13 productos elegidos de la familia del fierro para realizar la metodología del modelo de inventario, están dentro de la tipología A, y además son productos que han tenido falencias en

el proceso de recepción por parte de los proveedores, lo que equivale a un monto de \$7.880.050.920.

-A través de la metodología utilizada y los resultados encontrados, el escenario correspondiente al modelo de revisión periódica optimizado, logra favorablemente la disminución de los costos de inventario y los costos por ventas perdidas para los 13 productos seleccionados del fierro de tipología A, el cual se cuantificó en \$ 6.244.040.081 millones de pesos anuales, representando una disminución anual aproximada de un 61% con respecto a la situación actual ocurrida con el modelo Cross Doking para el mismo año.

La disminución generada, se debe a que el costo total por la utilización de stock en bodegas en el escenario del modelo de revisión periódica optimizado, fue mitigado por las ganancias de las ventas que en el caso del modelo Cross Doking fueron consideradas como pérdidas, al mismo tiempo se genera un aumento en el nivel de servicio de 97,33% en comparación al 78,4% generado por el modelo Cross Doking.

Como conclusión, el beneficio total cuantificable resultante al utilizar el modelo de inventario propuesto asciende a \$6.244.040.081 anuales para los 13 productos seleccionados en comparación al XD. Este porcentaje puede representar un mayor atractivo para la empresa, si se considera el volumen de ganancias anuales que se obtiene por una mayor cantidad de productos, por lo cual, se puede lograr mejores beneficios al evaluar una muestra mayor.

Otro punto importante es considerar que al subir el nivel de servicio que se desea entregar en los puntos de venta, se mantiene una posición de ventaja competitiva en el mercado y compromiso con el cliente al tener una disponibilidad de los productos en los puntos de venta en la cantidad y en el tiempo óptimo.

- La elección del modelo de pronóstico de demanda Holt Winters en el modelo de revisión periódica optimizado (modelo P proyectado) para el año 2013, cumplió con el objetivo de incorporar el comportamiento estacional en los periodos estacionales de peak de demanda y paralelamente mitiga el efecto causado por los atrasos y cantidades deficientes en la entrega de los productos por parte del proveedor, debido a un pedido más óptimo mejorando así el nivel de servicio real entregado por los productos seleccionados, el cual para la muestra de los 13 productos se incrementó en un 4,4 %.

Este modelo de pronóstico se desempeñó razonablemente bien, teniendo errores medios porcentual absolutos de pronósticos para 6 meses de 14,9%, lo cual da tranquilidad pues debe entregar un input confiable al modelo de administración de inventario el cual tomará las decisiones de pedidos basándose en la demanda futura pronosticada.

- Al analizar las bodegas de Sodimac, se cuenta actualmente con espacios disponibles en el CD de materiales de la construcción de aproximadamente 400 m² para llevar a cabo la implementación del inventario para los productos seleccionados, este sector cuenta con ventajas operacionales en el funcionamiento del CD y por la capacidad física de almacenaje, para una cantidad promedio de unidades almacenadas.

El análisis determino que los 13 productos seleccionados para la familia del Fierro de clasificación de tipo A, pueden distribuirse con una capacidad de almacenaje 172, 4 m² con una opción de incluir más productos en el área asignada.

El costo de oportunidad de lograr ocupar el espacio asignado para otra opción, como es el caso de arriendo a otra empresa, lograría utilidades similares a ocupar dichos espacios para los productos seleccionados que producen quiebres, pero teniendo la salvedad del gran impacto que es mejorar el nivel de servicio de los productos para la propia empresa.

-Se cumplió con el objetivo principal de esta memoria de tesis, dado que se diseñó una metodología con un sistema de manejo de inventario confiable, logrando reducir los quiebres de stock en las tiendas de Sodimac.

Esta aplicación de inventario es fácil de usar y de entender ya que se implementó con fórmulas y plantillas en Microsoft Excel, el modelo logra determinar de una manera más optima la cantidad necesaria en los puntos de venta, acrecentando la eficiencia de los recursos disponibles, ya que facilita la reducción del nivel de inventario manteniendo el nivel de servicio deseado, lo que en definitiva, logra la satisfacción y fidelización del cliente al disminuir los quiebres, y con esto, poder perdurar en forma competitiva y creciente en el mundo del retail.

5.2 Recomendaciones

Con base en las conclusiones derivadas de los análisis efectuados a lo largo del desarrollo de esta memoria de tesis, se hacen una serie de recomendaciones a seguir.

El sistema de distribución principal XD aplicado actualmente en la empresa, a pesar de ser efectivo bajo condiciones ideales, tiene ciertas falencias que fueron analizadas en el capítulo N° 1. Debido a esto, la idea fundamental del diseño de mejora del proceso de distribución consistió en realizar y analizar una herramienta dinámica que se integre con los datos del sistema actual y que sea un aporte para los beneficios y la imagen de la empresa.

Como primer punto, debido a que la causa principal de los quiebres de stock es provocada por los proveedores, se recomienda a la empresa realizar acercamientos entre las partes involucradas, para negociar nuevos tiempos de entrega u otras políticas que permitan aminorar los problemas en la logística de entrega de los productos al CD.

Para el caso de la propuesta del modelo P bajo un sistema de stock, si la empresa decide tomar su aplicación con las optimizaciones y el pronóstico propuesto, se recomienda desarrollar un programa o plataforma (Visual Basic-Excel) que ejecute el modelo de administración de inventario y que sirva como interfaz con el usuario, donde se elabore una macro para automatizar los datos de salidas programa que arroje los parámetros con solo introducir el código del producto. Se basaría en el modelo planteado con los cálculos pertinentes, lo cual es factible pues todos los datos obtenidos se pueden colocar en tablas para que el sistema los lea e inmediatamente calcule los valores deseados. Esto ayudara a que se realicen las parametrizaciones en los tiempos establecidos y facilitará su elaboración y no se hará engorroso el trabajo para el usuario final.

En la condición actual o bajo la propuesta de esta memoria de tesis, la empresa debe actualizar y mantener trimestralmente los costos inventariables, los métodos de proyección de demanda, tiempo de aprovisionamiento, precios de compra o cualquier otra información sujeta a variación.

El análisis de los grupos ABC debe realizarse semestralmente, por la variación en los precios y consumos los cuales pueden determinar que algunos ítems cambien de grupo.

En el caso de implementar el modelo propuesto enfocado el grupo A se debe hacer un seguimiento a los grupos B y C y así poder aplicar un estudio similar para estos productos determinando el grado favorable de su aporte a la empresa.

El modelo propuesto de pronósticos puede ser mejorado al incluir datos adicionales de manera de incorporar la estacionalidad cíclica y utilizar un método de pronóstico de demanda que pueda incorporar las promociones, para este caso se puede comprar la licencia de programas como el MINITAB y usar un modelo de pronóstico series de tiempo como por ejemplo ARIMA.

Tomando en consideración la gran competencia del sector, una de las estrategias fundamentales es la fidelización de clientes, debido a esto, además de mejorar el nivel de servicio tema tratado en esta memoria de tesis, se debe complementar con una mejor atención al público y garantías de calidad. Hay que recordar que los clientes buscan, en la actualidad un servicio integral, en el que se incluya no sólo el producto sino también los servicios anexos a la compra misma, incluida la post venta que les otorga garantía y seguridad.

Un buen servicio al cliente que es medido por el porcentaje de nivel de servicio, representa una herramienta indispensable para el crecimiento y permanencia de las empresas en el mercado y será la continuación en el tiempo de la cartera de clientes, la encargada de demostrar que es esta una condición fundamental en el servicio requerido.

6 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Libros:

Carmere y Ho: Journal of Marketing Research: “Un modelo parsimonioso de Elección de SKU”, 1999.

Chase, Richard B: “Administración de la producción y operaciones para una ventaja competitiva”, 10a. Edición, México: McGraw Hill, 2005.

CHASE, RICHARD B., AQUILANO, NICHOLAS J. & JACOBS, F. ROBER
“Administración de Producción y Operaciones. Manufactura y Servicios”.- Ed. Mc. Graw Hill
Irwin., 8° edición, 885Colombia, Mayo 2000

Everett, Adam: “Administración de la producción y las operaciones”; 4a Edición, México: Editorial Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A., 1991.

Gaither, N y Frazier, T. Operations management, Ohio, EEUU. South Western, 2002.

Gould, F.J., Eppen, G.D., Schmidt, C.P. Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa. Prentice–Hall, México, 1992

Ho, Teck-Hua y Chong, Juin-Kuan, Journal of Marketing Research “Un modelo parsimonioso de elección almacenista”, 2003.

Naresh K. Malhotra, David F. Birks "Investigación de mercados: un enfoque aplicado", 2003.

Noori, H. y Radford, R. W. “Administración de Operaciones y Producción: Calidad y total de Prawda, Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, Vol. I y II, Limusa. , 1980.

Respuesta Rápida sensato”, 4ª ed. Colombia, McGraw-Hill, 1997.

Ronald H. Ballou, “Logística Empresarial; Edición Díaz de Santos”, S.A, 1991.

Shroeder, R. “Administración de Operaciones: Conceptos y casos contemporáneos, Mc Graw Hill”, 2005.

Weinstein, David Manual de técnicas de pronósticos, 1988

Winston, Investigación de operaciones, aplicaciones y algoritmos. Grupo editorial Iberoamérica, México D.F., 1994.

Páginas de Internet

<http://www.sodimac.cl>

Universidad de Valparaíso
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial



Propuesta de Mejora del Modelo de Inventario, para Aumentar
el Nivel de Servicio de Productos que Presentan Quiebres de
Stock en Sodimac S.A, por Incumplimiento en las Condiciones
de Entrega de los Proveedores.

Por

Francisco Germán Santos Yunis

Richard Alfonso Alarcón Rivera

Trabajo de Título Para Optar al Grado de
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y
Título de Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía: Augusto Vargas Schüler

Enero de 2015

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXOS.....	6
1 ANEXO 1: ORGANIGRAMA DE LA ESTRUCTURA JERÁRQUICA DE SODIMAC S.A.....	6
2 ANEXO 2: PROCESO DE PEDIDO DE SODIMAC S.A.....	6
3 ANEXO 3: MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN XD.....	10
3.1 FUNCIONAMIENTO OPERACIONAL PARA MÉTODOS DE DISTRIBUCIÓN CROSS DOKING EN EL CD	11
3.1.1 <i>Sistema de pedidos para el método de distribución XD</i>	15
3.1.2 <i>Descripción del diagrama</i>	16
4 ANEXO 4: DESCRIPCIÓN DEL CD.....	17
4.1 ORGANIGRAMA DEL CD DE MATERIALES DE LA CONSTRUCCIÓN	18
4.2 DIAGRAMA DE CONTEXTO O SITUACIÓN ACTUAL	19
4.3 DESCRIPCIÓN FÍSICA.....	20
4.4 CUANTIFICACIÓN DEL ESPACIO	20
5 ANEXO 5: TECNOLOGÍA DE INFORMACIÓN EN LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS Y LOGÍSTICOS DE SODIMAC S.A.	21
5.1 OTROS IT QUE SE APLICAN EN LAS ÁREAS ADMINISTRATIVAS Y LOGÍSTICAS	22
6 ANEXO 6: CONTROL DE INVENTARIO EN SODIMAC S.A POR MEDIO DE TIS.....	23
6.1 FUNCIONAMIENTOS DEL CONTROL DE INVENTARIO EN LOS PUNTOS DE VENTAS	23
6.2 FUNCIONAMIENTOS DE CONTROL DE INVENTARIO EN LOS CD	25
7 ANEXO 7: ANÁLISIS DEL SECTOR INDUSTRIAL	26
7.1 ANÁLISIS MICHAEL E. PORTER DEL SECTOR INDUSTRIAL	26
7.2 ANÁLISIS FODA DEL SECTOR INDUSTRIAL	28
8 ANEXO 8: CONSECUENCIA QUE PROVOCAN LOS QUIEBRES DE STOCK EN SODIMAC...31	
8.1 EFECTOS DE LOS QUIEBRES DE STOCK EN LOS CONSUMIDORES	32
8.2 IMPORTANCIA DEL SERVICIO AL CLIENTE	32
8.3 IMPORTANCIA DE LOS CLIENTES	33
8.4 RELACIÓN ENTRE EL NIVEL DE SERVICIO Y SERVICIO AL CLIENTE.....	33
8.5 COSTOS DE ROTURAS DE STOCKS O DEMANDA INSATISFECHA.....	35
9 ANEXO 9: PROCESO DE RECEPCIÓN EN LOS CENTROS DE DISTRIBUCIÓN DE SODIMAC S.A. 36	
9.1 PROCESO DE PRE-RECEPCIÓN	36
9.2 PROCESO DE RECEPCIÓN.....	37
9.3 DIAGRAMA DE FLUJOS.....	39
10 ANEXO 10: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	40
10.1 ANÁLISIS PARA LA SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS.....	41
10.2 ANÁLISIS PARA EL MÉTODO DE MUESTREO	41
10.3 ANÁLISIS DE TIPO DE PRONÓSTICO	41
10.4 CLASIFICACIÓN ABC	42
10.5 PRINCIPIO DE PARETO	43
10.6 DEFINICIÓN Y CONCEPTOS PREVIOS.....	43
10.7 MUESTRA	43
10.8 TIPOS DE MUESTRAS	44

10.9	TIPO DE DEMANDA DE LAS EMPRESAS RETAIL	46
10.10	MÉTODOS DE PRONÓSTICOS	46
10.11	TIPOS DE PRONÓSTICO	47
10.12	ANÁLISIS DE SERIE DE TIEMPO.....	48
10.13	MÉTODOS DE PRONÓSTICOS	50
10.14	TIPOS DE INVENTARIO	53
10.15	OBJETIVOS DE LOS INVENTARIOS	54
10.16	MODELO DE CANTIDAD ECONÓMICA DE PEDIDO.....	55
10.17	MODELO DE REVISIÓN CONTINÚA.....	56
10.18	MODELO DE REVISIÓN PERIÓDICA O MODELO P (MP)	57
10.19	MODELO CROSS DOCKING (MXD).....	60
10.20	SELECCIÓN DE CATEGORÍA Y PRODUCTOS	63
10.21	SELECCIÓN DE LOS PRODUCTOS PARA EL ANÁLISIS	64
10.22	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE MUESTREO.....	66
10.23	SELECCIÓN DEL MODELO DE INVENTARIO	68
10.24	ELECCIÓN ENTRE MODELO EOQ V/S MODELO DE REVISIÓN PERIÓDICA (MODELO P)	69
10.24.1	<i>Descripción del modelo de inventario continuo (sistema EOQ)</i>	69
10.24.2	<i>Descripción del modelo de inventario periódico</i>	72
10.24.3	<i>Análisis de los modelos P y Q</i>	74
10.24.4	<i>Diferencia entre los sistemas P y Q</i>	77
10.25	SELECCIÓN DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO	79
10.25.1	<i>Tendencia y estacionalidad de los productos</i>	79
10.25.2	<i>Estimación de la tendencia</i>	80
10.26	DESARROLLO DEL MÉTODO DE PRONÓSTICO	85
10.26.1	<i>Método de suavizamiento exponencial simple</i>	85
10.26.2	<i>Método de suavizamiento exponencial doble, método de Holt: Ajuste a la tendencia</i>	87
10.26.3	<i>Método de suavizamiento exponencial triple o método de Winter: Ajuste a la tendencia y a la variación estacional</i>	89
11	ANEXO 11: RELACIÓN SODIMAC – PROVEEDOR.....	92
12	ANEXO 12: SIMULACIÓN DEL MODELO DE PERÍODO FIJO OPTIMIZADO	94
12.1	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN TOMANDO VARIABLES INDIVIDUALES.....	95
12.1.1	<i>Nivel de servicio</i>	95
12.1.2	<i>Nivel de inventario de seguridad</i>	97
12.1.3	<i>Lead time</i>	99
12.2	RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LAS VARIABLES ASOCIADAS (MEZCLADAS)	100

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Diagrama de organigrama jerárquico de Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].	4
FIGURA 2: Hoja de cantidad sugerida de compra. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].	8
FIGURA 3: Flujo general del método de distribución XD: Fuente: Sodimac [s.a].	10
FIGURA 3.1: Diagrama del proceso XD de Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].	11
FIGURA 3.2: Diagrama del proceso de pedido para el método de distribución XD de Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].	16
FIGURA 4: Plano del CD de materiales de construcción; situación actual. Fuente: Elaboración propia.	18
FIGURA 4.1: Organigrama del cd de materiales de construcción. Fuente: Elaboración propia	19
FIGURA 4.2: Plano del CD de materiales de construcción; distribución área de empresa Sodimac [s.a]. Fuente: Elaboración propia.	20
FIGURA.8: Balance entre costo de inventario y de faltantes. Fuente: Shroeder, R. Administración de Operaciones, 1994, Mc Graw Hill.	34
FIGURA 9: Flujo del proceso de recepción utilizados herramienta WMS. Fuente: Elaboración propia	39
FIGURA 9.1: Significado de la simbología en el diagrama de flujo. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].	40
FIGURA 10: Clasificación abc. Fuente: Internet	42
FIGURA 10.1: Representación gráfica : Niveles de inventario EOQ. Fuente: Shroeder, R. Administración de Operaciones, 1994, Mc Graw Hil.	57
FIGURA 10.2: Representación gráfica: Sistema de revisión continua. Fuente: Shroeder, R. Administración de Operaciones, 1994, Mc Graw Hill	56
FIGURA 10.3: Representación gráfica: Sistema de revisión periódica. Fuente: Shroeder, R. Administración de Operaciones, 1994, Mc Graw Hill.	58
FIGURA 10.4: Diagrama de flujo del modelo P. Fuente: Elaboración propia.	59
FIGURA 10.5: Pasos del algoritmo para modelo P: Elaboración propia.	60
FIGURA 10.6: Diagrama de flujo del modelo XD. Fuente: Elaboración propia.	61
FIGURA 10.7: Comportamiento de la demanda para los 13 productos seleccionados. Fuente: Elaboración propia	80
FIGURA 10.8: Gráfico de demanda expresada en una regresión lineal. Fuente: Elaboración propia.	81
FIGURA 10.9: Gráfico de demanda expresada en una regresión exponencial. Fuente: Elaboración propia.	82
FIGURA 10.10: Gráfico de descomposición aditiva de la demanda para el producto. Fuente: elaboración propia.	83
FIGURA 10.11: Gráfico de análisis estacional para la demanda. Fuente: Elaboración propia.	83
FIGURA 10.12: Gráfico de índices estacionales para la demanda. Fuente: Elaboración propia.	84
FIGURA.10.13: Gráfico de análisis de tendencia para la demanda. Fuente: Elaboración propia.	84
FIGURA 10.14: Gráfico de suavización exponencial simple periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Minitab). Fuente: Elaboración propia.	86

FIGURA 10.15: Gráfico de suavización exponencial simple periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Ms Excel). Fuente: Elaboración propia.....	88
FIGURA 10.16: Gráfico de suavización exponencial doble (Holt) periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Minitab). Fuente: Elaboración propia.....	88
FIGURA 10.17: Gráfico de suavización exponencial doble (Holt) periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Ms Excel). Fuente: Elaboración propia.....	89
FIGURA 10.18: Gráfico de suavización exponencial triple (Winter) periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Minitab). Fuente: Elaboración propia.....	90
FIGURA 10.19: Gráfico suavización exponencial triple (Winter) periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Ms Exel). Fuente: Elaboración propia.....	91
FIGURA 12: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto, con variaciones en el nivel de servicio v/s stock de seguridad. Fuente: Elaboración propia.....	96
FIGURA 12.1: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con la variaciones del nivel de servicio v/s costos de inventario para el modelo propuesto. Fuente: Elaboración propia.	97
FIGURA 12.2: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s nivel de servicios. Fuente: Elaboración propia.....	98
FIGURA 12.3: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s costo de inventario propuesto. Fuente: Elaboración propia.	98
FIGURA 12.4: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.....	100
FIGURA 12.5: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el costo total de inventario anual v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.	100
FIGURA 12.6: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el costo total de inventario anual v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.	101
FIGURA 12.7: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.....	102
FIGURA 12.8: Gráfico comparativo de variables asociadas aplicadas al modelo propuesto con un nivel de servicio de 96,5% v/s tiempo de reaprovisionamiento de 10,4%. Fuente: Elaboración propia.	102

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3: Flujo inbound y el flujo outbound para el método de distribución XD. Fuente: Empresa Sodimac[s.a.].....	16
TABLA 4: Área XD. Fuente: Elaboración propia.....	20
TABLA 4.1: Área stock. Fuente: Elaboración propia.....	21
TABLA 10: Tipos de pronósticos según el horizonte de planeación. Fuente: Shroeder, R. Administración de Operaciones, 1994, Mc Graw Hill	47
TABLA 10.1: Ranking de ventas perdidas por quiebres y ventas ganadas por categoría de familia para el año 2012. Fuente: Sodimac [s.a]	64
TABLA 10.2: Distribución de ventas pérdidas para la familia del fierro. Fuente: Elaboración propia.	65
TABLA 10.3: Calculo de la muestra para poblaciones a través de Excel. Fuente: Elaboración propia.	67
TABLA 10.4: Funcionamiento del modelo continuo en el tiempo; representación de los primeros 30 días. Fuente: Elaboración propia.	71
TABLA 10.5: Funcionamiento del modelo de inventario periódico en el tiempo; representación de los primeros 30 días. Fuente: Elaboración propia.....	73
TABLA 10.6: Parámetros comunes para ambos modelos. Fuente: Elaboración propia.	74
TABLA 10.7: Variables particulares del modelo continuo. Fuente: Elaboración propia.....	74
TABLA 10.8: Variables particulares del modelo periódico. Fuente: Elaboración propia.	74
TABLA 10.9: Comparación de ambos modelos para igual stock de seguridad. Fuente: Elaboración propia.	75
TABLA 10.10: Comparación de ambos modelos con tiempo entre pedido de 14 días para el modelo periódico. Fuente: Elaboración propia.	75
TABLA 10.11: Resumen del pronóstico de suavización exponencial simple (Minitab). Fuente: Elaboración propia.	85
TABLA 10.12: Aplicación del método suavización exponencial simple para el SKU. Fuente: Elaboración propia.	87
TABLA 1.13: Resumen del pronóstico de suavización exponencial doble (Holt) (Minitab). Fuente: Elaboración propia.	88
TABLA 10.14: Aplicación del método suavización exponencial doble (Holt). Fuente: Elaboración propia.	89
TABLA 10.15: Resumen del pronóstico de suavización exponencial triple o método Winter. Fuente: Elaboración propia.	90
TABLA 10.16: Aplicación del método suavización exponencial triple (Winter). Fuente: Elaboración propia.	91
TABLA 12: Resumen situación actual del modelo propuesto con variaciones en el NS. Fuente: Elaboración propia.	96
TABLA 12.1: Resumen situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad. Fuente: Elaboración propia.	97
TABLA 12.2: Resumen situación actual del modelo propuesto con variaciones con variaciones en el tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.....	99

ANEXOS

1 Anexo 1: Organigrama de la estructura jerárquica de Sodimac S.A.

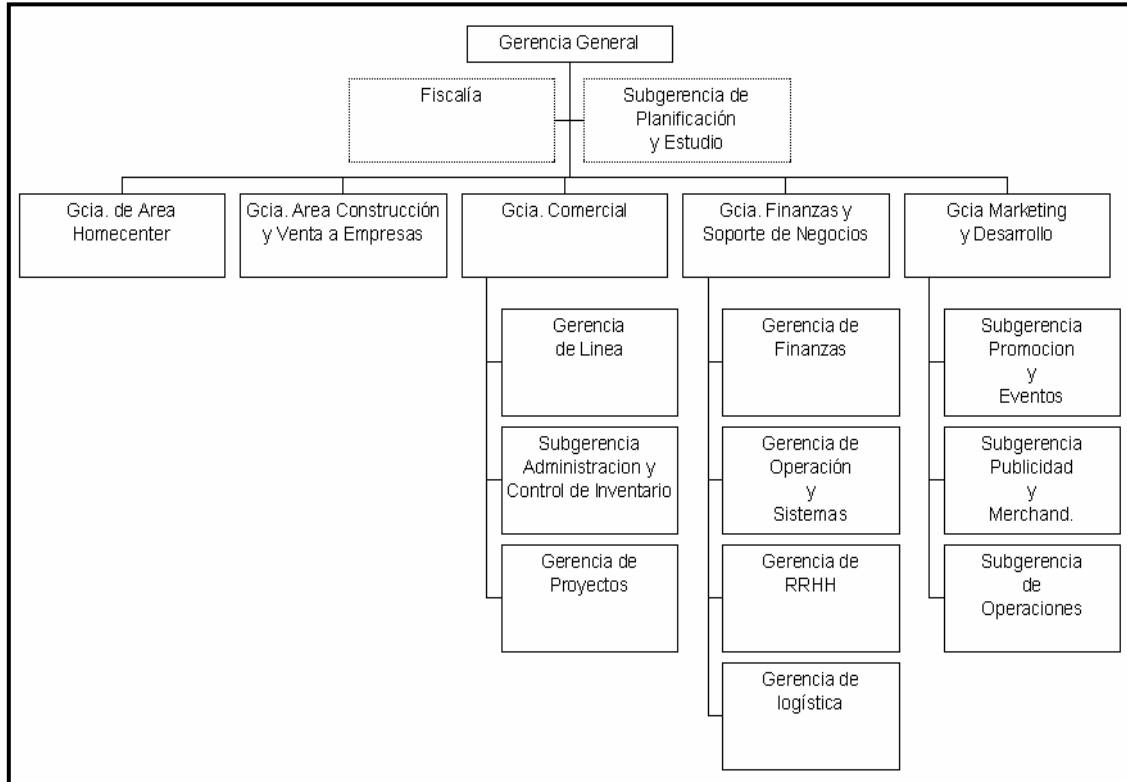


Figura 1: Diagrama de organigrama jerárquico de Sodimac S.A. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

2 Anexo 2: Proceso de pedido de Sodimac S.A.

En este anexo se entregará, una visión global de la forma habitual como la tienda se abastece de productos.

En los puntos de ventas través de la plataforma tecnológica Open Database Merchandising System (ODBMS 4.3), permite abastecer, mediante aplicación tienda abastecimiento, módulo que permite realizar el proceso de pedido diario para reposición de stock y permite llevar el control sistémico del estado de los pedidos.

El proceso de pedido lo realiza el comprador que es la persona encargada de la reposición de mercaderías para la venta stock de la tienda, manteniendo una buena disponibilidad de productos para la venta, manejando una buena rotación de la inversión en el inventario.

El comprador realiza la gestión por medio del sugerido de compra (se imprime a primera hora de la mañana en la aplicación de abastecimiento) que corresponde a la hoja que se utiliza para realizar el pedido (corresponde al conjunto de códigos de producto que solicitan las tiendas para su abastecimiento. Dichos códigos tienen un método de distribución asociado), la cual se emite por ubicación de los productos en tienda, pero cuya generación se basa en el calendario de revisión de pedido (calendario (proveedor/día/tienda)) establecido entre la dirección de asignaciones y la tienda.

En la **figura 2**, se muestra la hoja donde se visualiza la cantidad sugerida de compra, de acuerdo a la cantidad física disponible, el promedio de venta semanal (promedio de las tres últimas semanas de cada producto) y los parámetros de reposición.

Algunos conceptos informados en la hoja de sugeridos de compra:

Área: Sigla que identifica el área donde se encuentra ubicado el producto, estos a su vez se dividen en departamentos.

Departamento: Es la división del área y corresponde a la clasificación en la ubicación por el tipo de producto.

Pasillo: Está compuesto por lineales y es la separación de estos.

Metro: Distribución espacial en el local de cada uno de los productos de acuerdo a los siguientes parámetros: pasillo, lado, metro. La idea es rentabilizar en metro.

PV 6 / PV 12: Sigla que significa promedio de venta en 6 semanas o en 12 semanas de venta del producto.

PE: Plazo de entrega del proveedor en semanas, de acuerdo al tratado comercial con el proveedor.

PRE: Promedio real de entrega en semanas, que se calcula entre las cinco últimas órdenes de compra.

PR: Periodo de revisión en semanas.

SS: Stock de seguridad. Es aquel stock necesario que se almacena para cubrir posibles aumentos de ventas durante el proceso de compra y está dado por el período de revisión multiplicado por un factor que se determina por la importancia del producto en la tienda (tipología).

FR: Porcentaje de cumplimiento en pesos (\$) de lo ordenado versus lo recepcionado.

CDF: Cantidad física disponible, es lo que debería tener físicamente la tienda, sin considerar las órdenes que viene en camino o las transferencias.

O/P: Orden de Compra pendiente por llegar.

TRANS: Transferencias pendientes por ser recepcionadas desde el CD u otra tienda.

IE: Inventario efectivo. Es la suma de: cantidad física disponible + orden pendiente + transferencia pendiente = Inventario efectivo.

NOI: Nivel óptimo de inventario, formula dinámica para expresar en semanas de cinco días.
 $PR + PE + SS$.

SDS: Semana de stock, están calculadas con el inventario efectivo, dividido por el PV12.

SUG: Sugerido de compra, este debe ser la cantidad de acuerdo al empaque que completar para alcanzar el nivel óptimo de inventario.

3 Anexo 3: Método de distribución XD

Se define como aquel método en que las tiendas realizan una solicitud de productos en función de un calendario de pedidos previamente establecido por día/tienda/proveedor.

La OC la genera el área de compras, contra el stock del proveedor y este despacha los productos separados e identificados por tienda al terminal/bodega XD de Sodimac, donde los productos son recepcionados y revisados para luego enviarlos a su destino final, como se refleja en el **figura 3**.

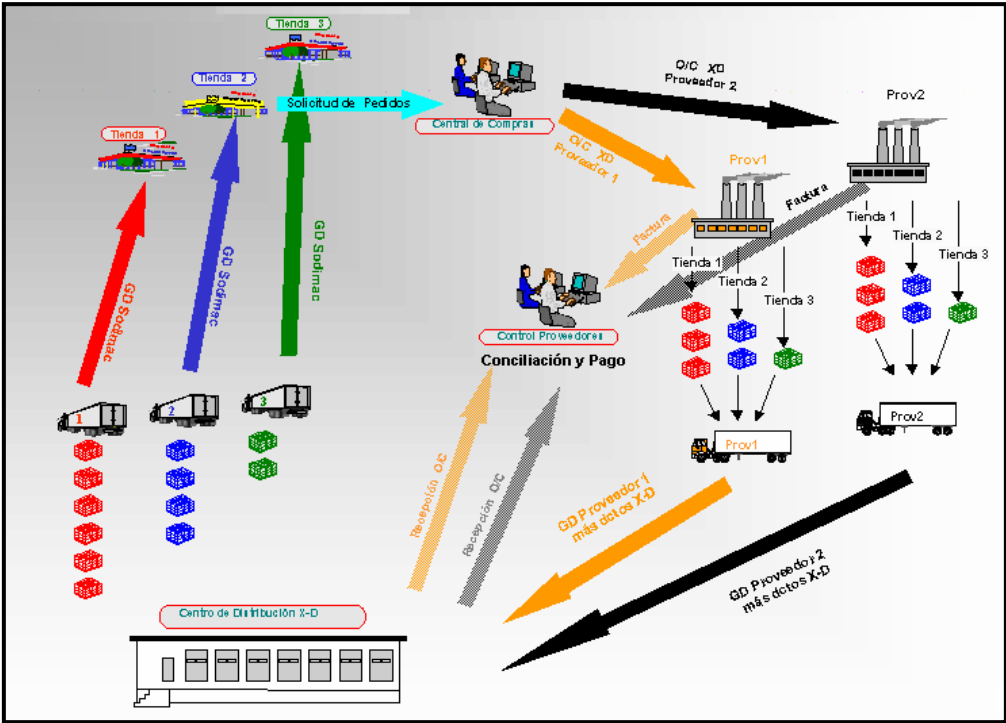


Figura 3: Flujo general del método de distribución XD: Fuente: Sodimac [s.a].

Cross docking, que en español se traduce al cruce de andén, permite que el recambio de mercaderías sea directo desde el camión del proveedor al camión de distribución de Sodimac que despachan a los puntos de venta, sin tener que dejar un enorme stock de productos inventariados y almacenados a la espera de ser solicitados por las sucursales.

3.1 Funcionamiento operacional para métodos de distribución Cross Doking en el CD

En el siguiente esquema se presenta las distintas operaciones dentro del CD para el método de distribución XD y donde se ven relacionadas las distintas áreas y funciones.

Como se muestra en la **figura 3.1**, los CD cuentan con áreas claramente definidas que forman el proceso interno y dan vida al funcionamiento diario de recepción, manejo y posterior despacho de los productos.

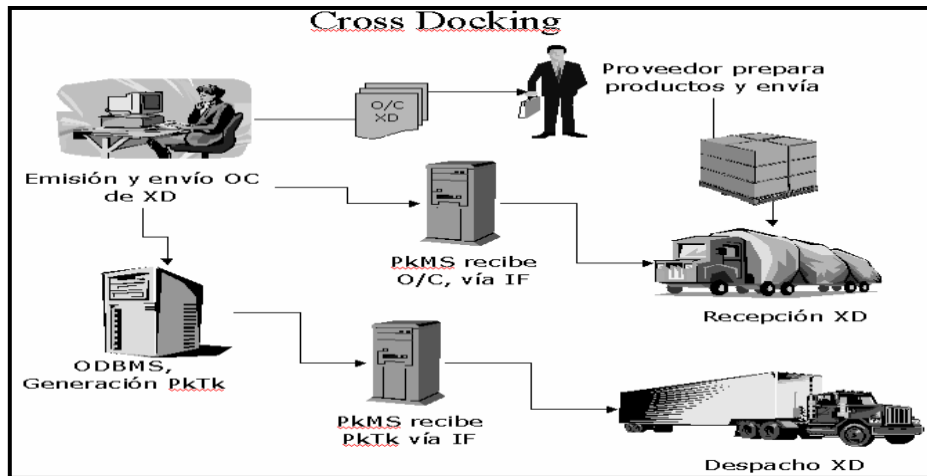


Figura 3.1: Diagrama del proceso XD de Sodimac. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

En el presente esquema se presenta la descripción completa del flujo inbound y el flujo de outbound para el método de distribución XD.

N°	Rol	Actividad	Pasos y/o Decisiones
1.	Tiendas	Realiza solicitud de pedidos	De acuerdo al calendario establecido realiza la solicitud de pedidos.
2.	Central de Compras	Genera O/C predistribuidas por proveedor	Captura la solicitud de pedidos y genera las O/C predistribuidas por tienda para el proveedor.

3.	Central de Compras	Envía la documentación XD al proveedor	Envía al proveedor la O/C, la hoja de resumen de predistribución que sirve para la Recepción y la hoja de predistribución por tienda que sirve para el Despacho.
4.	Proveedor	Recibe O/C predistribuida y prepara su despacho	Recibe la O/C predistribuida y prepara los pedidos ordenados por sucursal, debe llenar la hoja de resumen de predistribución y la hoja de predistribución por tienda indicando lo que efectivamente va a despachar. Los pallet o bultos deben armarlos por Tienda e identificarlos con el Tarjetón que destaca la sucursal de destino de los productos.
5.	Proveedor	Emite GDN y la Factura	Dependiendo del proveedor se emite una GDN por cada tienda o se emite una GDN por toda la mercadería que se va a entregar.
6.	Proveedor	Envía factura al área de control de pago	Los proveedores llevan la factura empresa o hacen llegar facturas electrónicas vía mail al área de control pago.
7.	Control Pago	Recibe factura, concilia y solicita pago	La factura será cancelada en su totalidad por lo indicado en la documentación XD, si existen diferencias en la entrega las unidades son descontadas en la próxima factura.
8.	Proveedor	Carga los productos para que sean enviados al CD	Carga los pallet en el camión del transportista. Los productos deben ser enviados al CD con la guía de despacho y las hojas anexas que indican lo efectivamente despachado.
9.	Transportista	Traslada los productos hasta el CD	Una vez que llega al CD se estaciona en la entrada y solicita ingreso al guardia.
10.	Transportista	Entrega la documentación XD	Entrega la documentación XD en la ventanilla y espera los documentos de certificación
11.	Administrativo de bodega XD	Recibe la documentación XD	Recibe la documentación chequeando que esté completa para comenzar el proceso de recepción.
12.	Administrativo de bodega XD	Valida la O/C v/s la planilla de O/C esperadas	Valida que la O/C se encuentre dentro de la programación preestablecida para el día.
13.	Administrativo de bodega XD	Realiza la recepción en ODBMS	Crea la sesión de recepción en ODBMS e ingresa en ODBMS las cantidades indicadas en la predistribución por tienda.
14.	Administrativo de bodega XD	Modifica cantidad según hoja resumen de predistribución por tienda	Si existen diferencias entre lo solicitado por la O/C y la documentación que entrega el proveedor, modifica las cantidades según la documentación XD.
15.	Administrativo de bodega XD	Procesa la O/C	Una vez comparadas las cantidades y estas no arrojen diferencias o hayan sido modificadas, procesa la transferencia.
16.	Administrativo de	Cierra la sesión y	Cierra la sesión en el sistema y con esto se generan las

	bodega XD	distribuye los productos por tienda	transferencias, quedando estas en estado liberada para picking. El sistema automáticamente predistribuye los productos.
17.	Administrativo de bodega XD	Imprime el informe hoja de pickeo + un resumen de TRF por Tienda	Imprime estos informes para facilitar la certificación en el terreno, el informe hoja de pickeo detalla todos los SKU que van para una tienda y el resumen detalla el total de transferencias que se generaron para ese proveedor.
18.	Administrativo de bodega XD	Entrega la documentación de certificación al transportista	Se los entrega al transportista para que comience el proceso de certificación.
19.	Transportista	Ingresa al andén para descargar los productos	El guardia de seguridad es el encargado de hacer entrar a los andenes de descarga a los transportistas según el llamado del supervisor de certificación XD.
20.	Recepcionista de bodega XD	Llena la ORC indicando para cada tienda la cantidad de bultos	Le pide la orden de recepción de carga al transportista y a medida que se van descargando los pallet o bultos el recepcionista registra la cantidad para la tienda correspondiente.
21.	Recepcionista de bodega XD	Devuelve la ORC + la documentación de Certificación XD al Transportista	Una vez que todo el proceso de certificación fue completado el Recepcionista entrega la documentación al transportista para que pueda retirarse.
22.	Transportista	Entrega la ORC + la documentación de Certificación al administrativo de Cross Docking	Se traslada hasta la oficina de XD y devuelve la documentación que acredita que entregó los productos.
23.	Administrativo de bodega XD	Separa las copias de la GDN	Recibe la documentación y separa las copias de la Guía de Despacho, las timbra y se las entrega al transportista. Además registra en la sábana el ingreso de los pallet y bultos para la correspondiente tienda.
24.	Transportista	Se retira	Recibe las copias de la Guía y se retira.
25.	Administrativo de bodega XD	Archiva las copias de Control Tributario	Archivan las copias a través de una empresa externa en caso que sean requeridas para un posterior análisis.
26.	Operaciones de inventario	Recibe copias y archiva para posterior análisis	Recibe la copia del predistribuido, la Orden de Recepción de Carga y la hoja de resumen, las archiva para analizar y respaldar cuando existan diferencias.
27.	Gruero XD	Solicita ingreso del Transportista y realiza Búsqueda	Le indica al transportista que pase por la Romana y se ubique en el Andén. Con el objeto de planificar la carga del camión se dirige al andén dispuesto para la Ruta que debe cargar y realiza un conteo

		de la Mercadería	de los Palet y Bultos. Anota las cantidades de Pallet y Bultos en la copia de la Guagua Cross Docking.
28.	Gruero XD	Realiza Unificación de la Carga	Si hay bultos sueltos, realiza la unificación de estos bultos, agregándolos a un pallet ya armado. Debe palletizarlos respetando las dimensiones máximas de armado de pallet y evitando el deterioro de los productos.
29.	Gruero XD	Pega las etiquetas de TRF al pallet unificado	Adhiere al pallet las etiquetas para identificar que es un pallet unificado.
30.	Gruero XD	Carga el Camión	Carga el camión optimizando los espacios y tratando de repartir el peso entre los ejes. Debe ir registrando en la guía conocimiento de embarque, a medida que va cargando, los pallet o bultos que sube al camión.
31.	Gruero XD	Registra en G.C.E. el envío posterior	Si algún producto no pudo ser cargado en el camión registra en la guía conocimiento de embarque que se enviarán los productos en un embarque posterior anotando en las observaciones carga parcial. Por los productos que fueron cargados debe solicitar la confección de una guía de despacho 09 para el traslado de los productos.
32.	Gruero XD	Entrega G.C.E al administrativo de XD	Una vez terminada la carga del camión se dirige a la caseta para entregar la guía conocimiento de embarque.
33.	Romanero	Realiza el pesaje del camión	Realiza el pesaje del camión y pide nivelación de la carga si se encuentra mal distribuida. Imprime las guías de pesaje por eje y la guía de pesaje comercial
34.	Estibadores	Realizan el encarpado	El camión debe ser encarpado para proteger y asegurar los productos en el traslado, además se coloca un precinto donde posteriormente se colocarán los sellos.
35.	Administrativo de bodega XD	Recibe la G.C.E. y compara v/s el registro general de pallets y bultos	El registro general de pallet y bultos se carga con datos desde la ORC y se rebaja con la G.C.E. Debe verificar que las cantidades que trajo el proveedor para esa tienda están efectivamente cargadas en el camión.
36.	Administrativo de bodega XD	Devuelve G.C.E. al supervisor de despacho y espera solución	Si existiera alguna diferencia en las cantidades se comunica con el supervisor de despacho y le entrega la G.C.E. debe esperar a que el supervisor resuelva la situación.
37.	Gruero XD	Verifica diferencias	El gruero debe verificar las diferencias y corregir o confirmar lo que él cargó en el camión.
38.	Administrativo de bodega XD	Embarca las TRF en ODBMS	Ingresa el CC de la bodega que despacha y elige las TRF desde la GCE llenada por el gruero las procesa y quedan embarcadas.
39.	Administrativo de bodega XD	Realiza impresión GDN	Con la guía conocimiento de embarque se realiza la impresión de las guías de despacho.

40.	Administrativo de bodega XD	Se imprimen las guías según el tipo de movimiento	Si se trata de un embarque parcializado, se imprime una GDN mov. 09 por los productos efectivamente cargados en el camión con referencia al correlativo de la TRF. Esta guía detalla nombre del proveedor, número de pallet y número de bultos. Si no es un embarque parcializado se hace una Guía mov. 01 por la totalidad de los productos.
41.	Administrativo de bodega XD	Prepara sobre para el transportista	Coloca en un sobre las guías de despacho, el manifiesto computacional, la verificación de carga y el conocimiento de embarque. Sella el sobre y se lo entrega al transportista cuando éste lo solicite.
42.	Transportista	Retira el sobre	Retira el sobre desde la ventanilla y se traslada a la tienda a entregar los productos. Antes de salir del CD el guardia coloca los sellos en el precinto.
43.	Tienda	Solicita regularización a control inventario	Si encuentra diferencias en la recepción de los productos debe solicitar una regularización de la situación a control inventario.
44.	Control inventario	Concilia diferencias con el proveedor	Utiliza la documentación del proceso de recepción para analizar las diferencias que existan en la recepción que realiza la tienda y determina responsables para las diferencias.

Tabla .3: Flujo inbound y el flujo de outbound para el método de distribución XD. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

3.1.1 Sistema de pedidos para el método de distribución XD

En el sistema XD, las tiendas realizan una solicitud de productos en función de un calendario de pedidos previamente establecido por día/tienda/proveedor y la orden de compra la genera el área de compras, contra el stock del proveedor.

En la **figura 3.2**, se presentan las distintas operaciones del proceso de pedido para el método de distribución XD de Sodimac S.A.

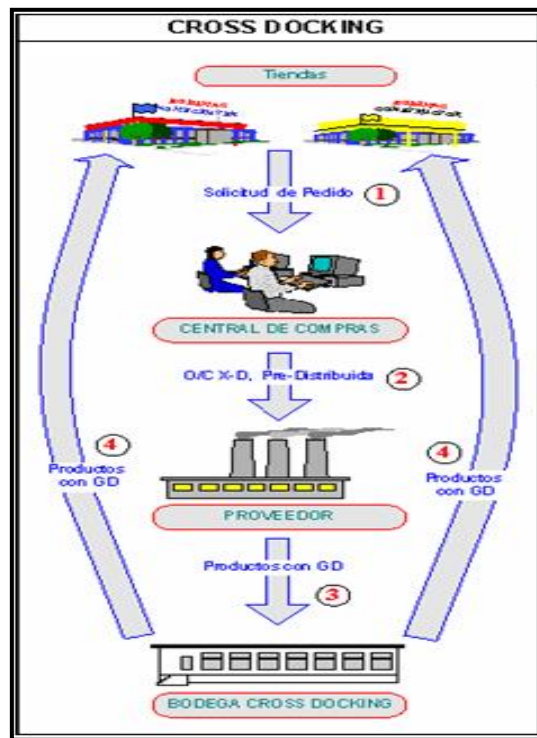


Figura 3.2: Diagrama del proceso de pedido para el método de distribución XD de Sodimac S.A. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

3.1.2 Descripción del diagrama

- 1- **Tiendas:** realizan solicitud de pedidos, de acuerdo al calendario establecido, realiza la solicitud de pedidos.
- 2- **Central de compras:** Genera O/C predistribuidas por proveedor; captura la solicitud de pedidos y genera las O/C predistribuidas por tienda para el proveedor.
- 3- **Central de compras:** Envía la documentación XD al proveedor; Envía al proveedor la O/C, la hoja de resumen de predistribución que sirve para la recepción y la hoja de predistribución por tienda que sirve para el despacho.
- 4- **Proveedor:** recibe la O/C pre distribuida y prepara los pedidos ordenados por sucursal, debe llenar la hoja de resumen de pre distribución por tienda indicando lo que efectivamente va a despachar. Los pallet o bultos debe armarlos por tiendas e identificarlos con el tarjetón que destaca la sucursal de destino de los productos.

- 5- Proveedor:** Emite GDN y la factura; dependiendo del proveedor se emite una GDN por cada tienda o se emite una GDN por toda la mercadería que se va a entregar a las tiendas.
- 6- Transportista:** el transportista después de realizar todo el proceso de XD, retira el sobre desde la ventanilla y se traslada a la tienda a entregar los productos con GD.

El proceso de pedido lo realiza el encargado de compras de la tienda, la diferencia se presenta cuando se realiza el sugerido del producto, está asociado a un método de distribución determinado para este caso es el método de distribución XD.

4 Anexo 4: Descripción del CD

El CD de materiales de la construcción 136 se encuentra ubicado en la comuna de Renca específicamente en camino lo Ruiz # 1621, Santiago, el cual cuenta con 33.406 m² de superficie, El organigrama de nuestro CD, nos muestra que se divide en un jefe de bodega, jefes de operaciones, jefes de áreas, supervisores, analistas de inventario, operadores de grúa, recepcionistas, pickeadores, embaladores, analistas y estibadores de carga, personal administrativo y operativo todos cumpliendo funciones integradas direccionadas a mantener un óptimo servicio al cliente.

El CD se distribuye en oficinas, casetas de seguridad, casino, en el interior los racks, con una altura mínima de 4 niveles y una máxima de 8, se almacenan los productos recepcionados para su pronta expedición, las maquinarias utilizadas en la operación diaria son: grúas horquillas, apiladores eléctricos, transpaletas eléctricas, transpaletas manuales y accesorios para la ocasión.

El CD está conformado para el almacenaje de productos, los cuales se dividen en áreas según su manejo o fragilidad ejemplo: electrodomésticos, línea blanca, productos varios (no frágiles) para el método de distribución central y para el almacenaje de productos en proceso de XD son por medio de rutas (tiendas) donde serán despachados según lo pedido por las tiendas.

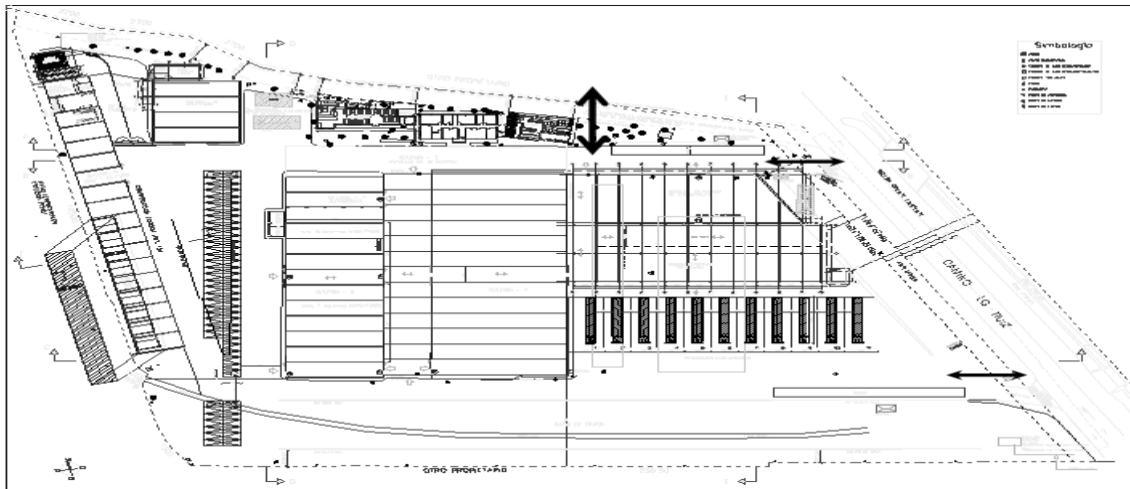


Figura 4: Plano del CD de materiales de construcción; situación actual. Fuente: Elaboración propia.

4.1 Organigrama del CD de materiales de la construcción

La estructura organizativa dentro del centro de distribución, se muestra en la **figura A.4.1**, que presenta al organigrama, existes diversos puestos dentro del CD, cada uno de ellos con tareas específicas que cumplir.

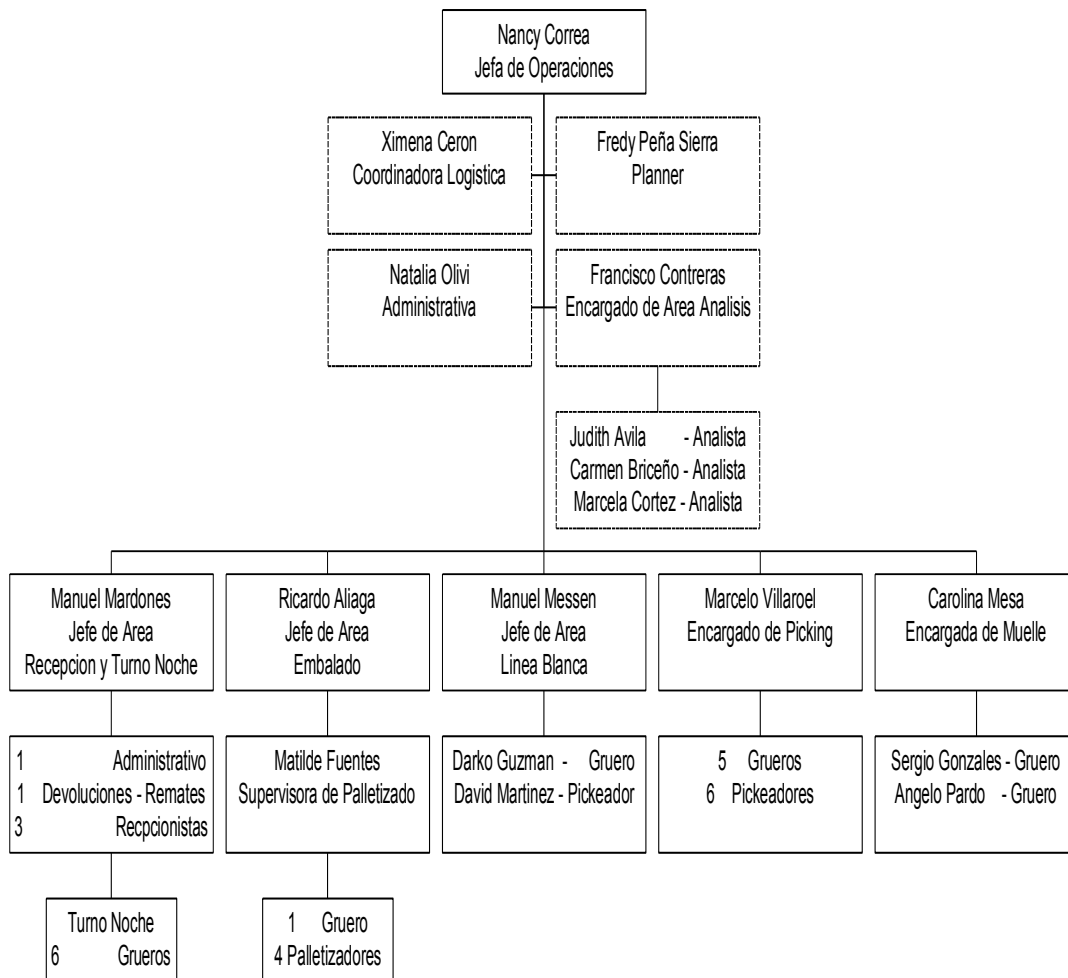


Figura 4.1: Organigrama del CD de materiales de construcción Fuente: Elaboración propia

4.2 Diagrama de contexto o situación actual

El CD de materiales de la construcción cuenta con áreas claramente definidas; el flujo de INBOUND está compuesto por el proceso de recepción y el proceso de encasillado y el flujo de OUTBOUND está compuesto por reposición, picking, paletizado y el despacho de camiones, estos forman los procesos internos del CD, donde dan vida al funcionamiento diario de recepción, manejo y posterior despacho de los productos, para las modalidades de XD y central.

4.3 Descripción física

En la **figura 4.2** se presenta el plano para el CD de materiales de construcción, en ello se muestra la distribución actual de las diferentes áreas.

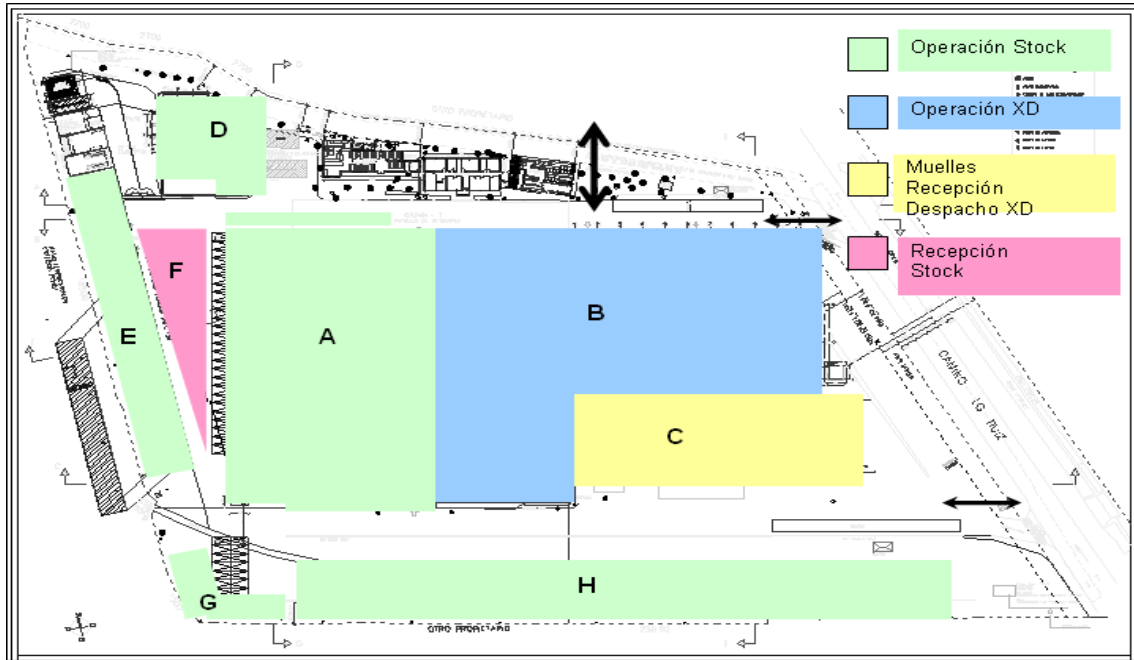


Figura 4.2: Plano del CD de materiales de construcción; distribución área de empresa Sodimac [s.a]. Fuente: Elaboración propia.

4.4 Cuantificación del espacio

En las tablas siguientes se muestran un resumen de la cuantificación del espacio para cada una de las operaciones, estas muestran el área y el volumen índice de ocupación y el número de docenas promedio que cada uno puede almacenar, estos datos están basados en mediciones realizadas a cada una de las áreas de interés.

Área Cross Docking		
Sector	Área (m2)	%
Área de Recepción y Despacho	3.743	11,20
Área Operación XD	9.605	28,75

Tabla 4: Área XD. Fuente: Elaboración propia.

Área Stock		
Sector	Área (m2)	%
Área de Recepción	1.075	3,22
Área Operación Stock	18.983	56,83

Tabla 4.1: Área stock. Fuente: Elaboración propia.

5 Anexo 5: Tecnología de información en los procesos administrativos y logísticos de Sodimac S.A.

Las tecnologías de la información pueden entenderse como el conjunto de elementos tecnológicos que sirven a un usuario que requiere informarse y comunicarse, esto incluye equipamiento (hardware), aplicaciones computacionales (software) y redes de comunicaciones.

Las TIs (tecnologías de la información) permiten manejar mejor la información que dispone la organización y generar así nuevos beneficios y ahorros.

En el ámbito de las TIs, Sodimac S.A durante los últimos 5 años ha invertido alrededor de US\$ 35 millones en tecnología, cifras que corresponde aproximadamente al 1% de las ventas. La inversión ha incluido equipamientos computacionales, aplicaciones tanto comercial, como financiera de recurso humanos, manejo de tiendas, administración de tarjetas de créditos, comercio electrónico, logística y coordinación interpersonal.

El área administrativa y logística, se basa principalmente en el software, ODBMS (Open Data Base Merchandising System), una solución modular de mercaderías cliente/servidor que trata las necesidades operacionales y de administración de información en los puntos de ventas y la casa matriz (oficinas de apoyo) de Sodimac S.A.

El software, ODBMS (Sistema de mercadeo de base de datos abierta), incluye los módulos que permiten administrar y coordinar eficientemente el surtido automático, generación y recepción de transferencias, la recepción de pedidos, administración y control de inventario, la conciliación de facturas y emitir OC (órdenes de compra) entre otras funciones. Este software es una ayuda importante para el manejo operacional de las tiendas a lo largo del país.

Además el software permite la coordinación de los sistemas de distribución que maneja Sodimac S.A., que se efectúan a través de la plataforma, la cual permite automatizar el manejo de información y los requerimientos operacionales de los proveedores, así también puede controlar el surtido automático y recepción de pedidos entre otras funcionalidades.

En los CD de Sodimac S.A, el Software WMS (Warehouse Management System) permite automatizar el manejo de la gestión interna.

El Software WMS, maneja y administra los CD a través de módulos, que coordinan los procesos de recepción, el proceso de encasillado, el de reposición, picking, paletizado, el despacho de camiones y la administración, además control de inventario entre otras funcionalidades logísticas.

“La logística es el proceso de planificación, implantación y control de la eficiencia, flujo efectivo y almacenamiento de las materias primas, inventarios, productos terminados e información relacionada, desde el punto de inicio hasta el punto de consumo, con el propósito de conformar los requerimientos del cliente”¹

Para Sodimac S.A. la integración que tienen sus Software de clase mundial ODBMS y WMS es sin duda un diferencial competitivo que le permiten obtener grandes beneficios. Esta integración permite que los datos sean conocidos por las distintas áreas en tiempo real y de esta manera permiten una mejor gestión de los procesos internos y toma de decisiones en sus áreas comerciales y de logísticas.

5.1 Otros IT que se aplican en las áreas administrativas y logísticas

- La arquitectura tecnológica incluye una red integrada de voz y datos a lo largo de todo el país y que conecta un parque de alrededor de 1.500 computadoras distribuidas entre la casa matriz y todas las tiendas nacionales.
- Monitoreo remoto que por medio de cámaras web permite atender oportunamente las necesidades de nuestros clientes. Por medio de éste, podemos ver si nuestros locales poseen stock de ciertos productos, ver cuáles son los productos más requeridos para

¹ Cita obtenida de “ Carerrs in Logistics, Oak Brook” Reunion anual del Council of Logistics Management, 1998

situarlos en una posición más cercana a los clientes, y tener la capacidad de generar packs de productos para ofertas de último minuto.

- Web tracking en Sodimac S.A., es una aplicación web para controlar y optimizar el proceso de facturación y pago de proveedores de servicio transporte.
- Red inalámbrica en todas las tiendas de Sodimac S.A para el uso de pistolas inalámbricas con lectores de código de barras y la utilización de notebooks inalámbricos, permitiendo el hecho de estar comunicados y al mismo tiempo en la tienda junto a sus clientes y productos.
- Sodimac on line es el portal de internet para proveedores, a través de este sistema tienen acceso privilegiado a través del portal en internet, donde se comparten con ellos información sobre ventas, inventarios y precio al público de cada uno de sus productos y en cada una de las tiendas a lo largo del país.

6 Anexo 6: Control de inventario en Sodimac S.A por medio de TIs

Para Sodimac S.A. donde se manejan muchos tipos de productos y grandes volúmenes de inventarios es una necesidad y casi una obligación poseer sistemas que administren sus procesos internos.

Como se describió anteriormente, en las TIs de la empresa Sodimac S.A. se manejan y administran sus inventarios en los CD a través del Software WMS y para coordinar eficientemente la administración y control de inventario en los puntos de ventas por medio del Software ODBMS.

Estos software`s logran la integración y comunicación en línea y tiempo real de sus sistemas comercial y de logística.

6.1 Funcionamientos del control de inventario en los puntos de ventas

En los puntos de ventas a través de la plataforma tecnológica (ODBMS 4.3), se permite administrar, coordinar, automatizar el manejo de información y los requerimientos operacionales en forma eficiente de todas las líneas logísticas como comerciales, además es

una solución modular de mercadería cliente/servidor que trata las necesidades operacionales y de administración de información de la empresa.

El software ODBMS incluye los módulos, de reposición de mercaderías, controla el resurtido automático, la recepción de los pedidos, la conciliación de facturas, recepción de transferencias, órdenes de compra, administración y control de inventario, entre otras funcionalidades.

Para llevar un buen funcionamiento del control de inventario en los puntos de ventas, se realizan tres tomas diferentes de inventarios estos son; toma de inventario diario, toma de inventario selectivo y toma de inventario general, por medio de estos tres procesos, las tiendas mantienen los stocks de los productos para sus respectivas ventas.

La toma de inventario diario se realiza a través del software ODBMS, en uno de módulos se efectúa una apertura de sistema, este proceso genera una documentación para la toma física de este, esta función asigna una muestra (que es la selección de un grupos de códigos mix de la tienda, que está determinado por el 80% de la valorización del kardex, (usando el criterio de ordenamiento de códigos de mayor a menor valor), y el 80% en base a la clasificación comercial. El sistema asigna a cada muestra un número correlativo disponible y a cada tienda se le asigna una muestra.

Una vez realizado el conteo físico de la muestra se ingresa los datos al sistema el cual arroja los resultados del inventario, se detectan los códigos que tienen diferencias es decir que el conteo es diferentes que el kardex, este informe sirve para realizar un análisis y se averigua cual es la causa de la diferencia.

Ejemplo:

Unidades faltantes = kardex sistémico es mayor que el conteo físico.

Unidades sobrantes = kardex sistémico es menor que el conteo físico.

Por medio de este informe la tienda toma las medidas necesarias que disminuyan la diferencia de inventario, ya realizado el conteo físico e ingresado los datos es arrojado el informe y se hace el ajuste y cierre de inventario.

Algunas tomas de inventario pueden ser general o selectivo:

En toma de inventario selectivo, es el mismo procedimiento del inventario diario, el sistema no arroja una muestra sino al ser selectivo el sistema hace una selección de familia/grupo/conjunto a inventariar, además en el inventariado se puede inventariar desde toda una familia de productos hasta un conjunto.

En toma de inventario general, se realiza el inventariado de todos los productos de la tienda.

6.2 Funcionamientos de control de inventario en los CD

El software WMS (Warehouse Management System) permite automatizar el manejo de la gestión interna del CD.

El software WMS maneja y administra los CD a través módulos que coordinan el proceso de recepción, el proceso de encasillado, el de reposición, picking, paletizado, el despacho de camiones, la administración y control de inventario entre otras funcionalidades.

Para llevar un buen control de inventario en los CD, se realizan tres tomas diferentes:

Toma de inventario cíclico, toma de inventario en tránsito y toma de inventario general, a través de estos tres procesos los CD mantienen los stocks de los productos para ser despachados a los puntos de ventas.

La toma de inventario cíclico; se realiza a través del software PKMS, en unos módulos de toma de inventario se define una apertura de sistema que asigna una muestra, este proceso involucra pequeñas áreas o grupos de SKU periódicamente dentro del CD, el conteo cíclico no requiere congelar las ubicaciones permitiendo que la operación normal continúe, hay diferentes opciones que son usadas para contar diferentes tipos de inventarios.

La toma de inventario en transición; es el proceso de toma de inventario de los productos que están circulando entre las diferentes áreas (inbound y el outbound) del CD.

Toma de inventario general; se realiza el inventariado de todos los productos del CD.

La tarea de conteo cíclico es realizada por un operador, esta asigna y asocia a un operador y equipo de radio frecuencia que indica el conteo en SKU (s) o ubicación (es).

7 ANEXO 7: Análisis del sector industrial

La selección de la posición competitiva deseada de un negocio, requiere comenzar por la evaluación de la industria en la que está inserto. Para lograr esta tarea, debemos comprender los factores fundamentales que determinan sus perspectivas de rentabilidad a largo plazo, porque este indicador recoge una medida general del atractivo de una industria.

El marco de referencia más influyente y el más ampliamente empleado para evaluar el atractivo de la industria son el modelo de las cinco fuerzas propuestas por Michael E. Porter y el análisis FODA.

7.1 Análisis Michael E. Porter del sector industrial

“Michael Porter, propuso la cadena de valor como la principal herramienta para identificar fuentes de generación de valor para el cliente: Cada empresa realiza una serie de actividades para diseñar, producir, comercializar, entregar y apoyar a su producto o servicio; la cadena de valor identifica 9 actividades estratégicas de la empresa, cada una con un costo, a través de las que se puede crear valor para los clientes, estas 9 actividades se dividen en 5 actividades primarias y 4 de apoyo”.²

² Cita obtenida de Porter, Micheal E., *Changing Patterns of International Competition*, California Management Review, Vol. 28, No. 2 (Winter 1986, strategies, and case studies, McGraw-Hill, 2000.)

a) Amenaza de entrada de nuevos competidores:

En este caso se establecen barreras de entrada para la industria a la cual está dirigida la empresa Sodimac, es un mercado que tiene complicaciones para acceder, esto se demuestra por el alto capital que se necesita, en el sector industrial se han formados dos o tres grandes operadores y distribuidores en el país (Sodimac S.A, Easy S.A. y Construmart S.A.) al incrementarse notoriamente las participación y el poder de mercado de las empresas fusionadas ha hecho escasa la aparición de nuevos competidores al sector.

Además se logran economías de escala, a través de un aumento en el volumen de compra, una disminución en sus costos, inversión en tecnología que marquen la diferencia frente a los competidores, también manteniendo el aumento directo de los canales de distribución como forma de mejorar la llegada de los productos requeridos por los clientes, y un aumento de la experiencia obtenida a través de los años que lleva la empresa en funcionamiento.

Existe una alta competencia entre los grandes operadores y pequeños operadores (ferretería) del rubro, en este caso estas se encuentran más fragmentadas por lo que aumenta su rivalidad, no así en el caso de las grandes operadores competidores que ya tienen sus clientes formados, en este caso, estas ya se encuentran más consolidadas en el mercado, por lo que no es tan grande la rivalidad existente.

En consecuencia las barreras de salida son altas por tener un alto capital invertido, en infraestructura, RRHH, equipos y maquinarias utilizados por la empresa.

b) Poder de negociación de los proveedores:

El poder de negociación de los compradores es directamente proporcional al volumen de compra que estos realicen. Por lo tanto los pequeños y medianos operadores tienen una muy baja probabilidad de negociar la venta en beneficio de ellos, no así los llamados grandes operadores, puesto que están basados en los altos niveles de compra, pueden llegar a regatear la venta a tal forma de verse beneficiados ya sea por una disminución del precio de venta o por algún otro estímulo.

Basándose en la posibilidad de integración vertical para los pequeños y medianos clientes el poder de negociación es bajo, no así para los grandes operadores como Sodimac S.A, Easy S.A., Contrumart S.A., dado que ellos sí tienen la posibilidad de crear integración vertical.

c) Poder de negociación de los compradores:

Es el grupo de clientes que concurre a Sodimac a realizar sus compras, su poder de negociación está determinado por frecuencia y volumen de compra, sensibilidad a cambios de precios, valor y lealtad a la cadena, nivel de información.

d) Amenaza de ingreso de productos sustitutos:

Para el sector industrial en el área retail se estima una expansión de la industria por medio de sistemas de comercialización de otros formatos como son: salones de exposición (casa & ideas) y formatos de venta que han crecido fuertemente (hipermercados y las tiendas por departamento) en los últimos años, tenderá a afectar el margen con el que opere el sector.

Por otro lado, el desarrollo tecnológico, específicamente la masificación del uso de internet en el comercio, podría llevar a un proceso acelerado de desintermediación en el mercado de bienes transables, impactando negativamente a Sodimac, en particular en lo relativo al segmento de empresas.

7.2 Análisis FODA del sector industrial

El análisis FODA es una herramienta que consiente en obtener un diagnóstico que permita conformar la situación actual de la empresa.

a) Fortalezas y Oportunidades:

Presencia en el ámbito nacional: una extensa y a la vez creciente red de sucursales, la empresa tiene puntos de venta repartidos a lo largo de Chile con 67 tiendas repartidas de Arica a Punta Arenas.

Posición de mercado y reconocimiento de marca: la compañía presenta un claro liderazgo en el mercado de la distribución de materiales de construcción y equipamiento del hogar, en especial en los segmentos de retail y de venta a constructoras pequeñas y medianas, donde controla alrededor de un 21% del mercado. Este liderazgo, se ve reforzado por la diferencia significativa entre el nivel de ventas de la compañía y la participación individual de los restantes competidores. Para este logro, han sido de gran importancia las marcas “Homecenter” y “Sodimac”, las que se encuentran fuertemente posicionadas en sus respectivos mercados y son ampliamente reconocidas por los consumidores, quienes asocian fuertemente el término Homecenter a Sodimac.

Segmentación del mercado a través de formatos: la empresa ha desarrollado eficazmente tres formatos de venta para atacar los distintos segmentos del mercado en que se desenvuelve. Lo anterior le ha permitido acceder a un mayor número de clientes.

Buena capacidad de gestión: Sodimac ha sabido desarrollarse en escenarios desfavorables como la entrada de competidores fuertes a nivel internacional, la crisis de 1998-1999 y las reestructuraciones del último par de años. Por otro lado, su amplia red de proveedores y la existencia de alternativas a ellos, han asegurado un abastecimiento adecuado que ha permitido ofrecer a sus clientes una amplia gama de productos. Ello sumado a su capacidad logística en cuanto a sistemas de apoyo para el manejo de inventarios, control de productos, despacho de pedidos, transportes y otras materias propias de su giro, le ha permitido a la compañía aumentar sus ventas manteniendo un adecuado nivel de rentabilidad.

Mercado ofrece potencial de crecimiento: la empresa presenta un interesante potencial de crecimiento, por cuanto cerca del 70% de este sector está en manos de operadores pequeños con locales tradicionales, los que se encuentran en desventaja para competir con las grandes cadenas.

Respaldo de S.A.C.I. Falabella: el impacto de Falabella S.A. en Sodimac S.A. se da en el efecto tamaño del primero, además de los aportes en ventas a crédito a través del uso de la tarjeta CMR de Falabella S.A. en locales de Sodimac.

A su vez, el uso de la tarjeta comercial CMR de Falabella S.A. en tiendas Sodimac S.A. que se encuentra fuertemente posesionada entre los consumidores, incentiva la compra, lo cual no es

un factor menor si se considera que poco más del 37% de las ventas se realizan a través de las tarjetas CMR o Sodimac.

b) Debilidades y amenazas:

Intensificación de la competencia directa: el grupo Cencosud S.A., dueño del principal competidor de Sodimac (Easy), se encuentra inmerso en un importante plan de expansión, lo que hace aumentar los niveles de competencia en el sector y lleva a una reducción de márgenes, producto de la competencia que se genera.

Los resultados de Sodimac se ven afectados por los ciclos de la actividad económica en general, además de los ciclos propios del sector construcción. Los ingresos se ven afectados por ciclos económicos por la apreciación del dólar con respecto al peso, afecta negativamente el costo de las mercaderías importadas por la empresa (aproximadamente un 15% de lo que vende la empresa). No obstante, la compañía mantiene contratos de cobertura con el objeto de mitigar este riesgo cambiario.

Los ciclos propios del sector construcción, es un mercado de demanda sensible. La demanda de la industria está fuertemente ligada a la actividad del sector construcción, rubro que se caracteriza por su alta volatilidad ante los ciclos económicos. Por otra parte, las ventas al detalle, orientadas al mercado de personas, se ven resentidas en períodos recesivos, en especial cuando se trata de productos prescindibles.

Industria caracterizada por bajos márgenes: la industria del comercio al detalle presenta márgenes operacionales relativamente bajos, por lo que las empresas están obligadas a mantener su eficiencia en todo momento. En este contexto, la administración del crecimiento es un fuerte desafío para este sector.

Contratos de arriendos: un porcentaje significativo de los locales de venta está situado en terrenos arrendados a terceros. Si bien, en todos ellos se mantienen contratos de largo plazo, éstos no están exentos a que el arrendador les ponga término anticipadamente y que existan controversias en cuanto a las compensaciones que implicaría dicha medida. Por otra parte, estos mismos contratos restan flexibilidad al emisor para cerrar puntos de ventas cuando existen descensos importantes en los niveles de rentabilidad.

8 Anexo 8: Consecuencia que provocan los quiebres de stock en Sodimac

El consumidor cada día está más exigente y demanda un servicio de mayor excelencia. Los quiebres de Stock son un concepto asociado a la calidad de servicio al hacer referencia a la disponibilidad de los productos en los puntos de ventas y en un contexto de alta competitividad en especial en el sector retail donde pertenece Sodimac.

La no disponibilidad de los productos en los puntos de ventas genera una serie de pérdidas económicas directas e indirectas, las cuales dependiendo de la situación afectan en distinto grado a los proveedores, empresa (Sodimac) y consumidor. Las pérdidas directas (monetarias) guardan relación con los efectos en las ventas no realizadas, mientras que las pérdidas indirectas (de imagen) guardan relación con la lealtad del consumidor con la empresa y con la marca del producto.

Al poseer puntos de ventas abastecidos adecuadamente, se está protegiendo y fomentando la lealtad de los consumidores con la empresa y hacia la marca del producto, lo que incrementa el valor del consumidor y por ende también se incrementan las ventas y las rentabilidades.

Cabe señalar que cuando esta situación se presenta, el consumidor puede ignorar que el producto no está y buscar otro producto sustituto, puede seguir buscando otros productos que le interesaban, quizá puede decidir regresar luego o tal vez puede decidir buscarlo en otra tienda, junto a otros muchos productos que pensaba comprar (producto complementarios), etc.

Por lo tanto se verán afectadas tres partes, primero el consumidor que se enfrenta a una decisión que no esperaba, segundo la empresa dueña de la marca del producto que buscaba el consumidor, pues no vende, afecta su imagen y hasta puede perder un potencial consumidor y por último la tienda (la empresa) que evidentemente puede perder desde la venta de ese producto hasta la venta de otros artículos y además afecta su imagen; en resumen, el simple hecho de que no exista un producto en el punto de venta, puede desencadenar grandes complicaciones para todos los actores de la cadena de abastecimiento de Sodimac.

8.1 Efectos de los quiebres de stock en los consumidores

Para una empresa retail como Sodimac es importante mantener un compromiso de satisfacción al cliente.

El no poder realizar una reposición de un producto por falla de stock, provoca que el cliente pierda la confiabilidad en la empresa, esto conlleva a que se busque esta necesidad en la competencia, por lo tanto hay un costo cuantitativo por el producto que se deja de vender, y un costo cualitativo por la persona que se deja de captar.

Ante un faltante, los clientes reaccionan de distinta forma, en la literatura se definen seis reacciones posibles cuando un consumidor se ve enfrentado a un quiebre de stock ,estas son: busca el producto en otra tienda el mismo día, cambia de formato y/o variedad sin cambiar la marca, posterga la compra hasta una próxima visita a la tienda, cancela o aplaza la compra por un período largo de tiempo, compra un sustituto perteneciente a otra categoría de productos o compra un producto de otra marca perteneciente a la misma categoría de productos.

La reacción de un consumidor ante un quiebre de stock depende de la naturaleza del producto (emocional o funcional) y del valor de marca.

Cada una de ellas representa una pérdida tanto para el proveedor como para la empresa y en algunos casos, conlleva una ganancia para la marca o la tienda de la competencia. En ambos casos, sin embargo, esto siempre es una pérdida para el consumidor, dado que éste vio su compra frustrada, debido a que para concretarla tendrá que hacer un esfuerzo adicional.

8.2 Importancia del servicio al cliente

Hoy en día, las empresas se enfrentan a un mundo cambiante, las cuales pueden variar dependiendo de la respuesta reflejada en el comportamiento de la demanda ante sus productos o servicios. Es por eso que cada empresa debe responder de manera ágil y flexible a todos los retos y peticiones del entorno, basándose en soluciones precisas apoyadas por la tecnología. Para que esto se pueda llevar a cabo se debe tener una visión amplia y abierta para buscar que las soluciones a tomar sean de la mejor calidad e integradas y con la mejor relación costo-desempeño para la empresa.

8.3 Importancia de los clientes

Toda empresa tiene que tener claro sus objetivos, de los cuales uno de los principales es obtener mayores utilidades. Para que esto se genere se necesita de la pieza más importante que tiene toda empresa “el cliente”.

“Nuestro verdadero propósito consiste en satisfacer las necesidades del cliente tanto el día de hoy como el de mañana. En el mercado de compradores de hoy día el cliente es el rey.

Lo que los clientes quieren es valor. Ésa es una palabra clave debido a que representa calidad y confiabilidad a un precio razonable”.³

Un cliente es pieza fundamental para el crecimiento de una empresa, por el motivo que elige comprar si la empresa está cumpliendo con todos sus requerimientos.

8.4 Relación entre el nivel de servicio y servicio al cliente

Con frecuencia confundimos “nivel de servicio” con “servicio al cliente”. El nivel de servicio es una medida del desempeño en el manejo del inventario de producto, que involucra al cliente a través de la demanda que éste genera. El servicio al cliente, elemento esencial en la estrategia de mercadotecnia de la empresa, es un concepto más amplio, relacionado con la satisfacción total de sus expectativas.

En el desarrollo de nuestro modelo se pretende subir el nivel de servicio de los productos elegidos, teniendo en consideración los beneficios y costos que esto tiene para la empresa, debido a que esta metodología puede ser aplicada a otros productos.

Los factores dominantes en la mente del cliente son la disponibilidad del producto: órdenes completas y precisas, y el tiempo de ciclo: desde que se acepta la orden hasta que ésta es surtida y recibida con entera satisfacción.

Es por ello que el servicio al cliente se analiza con frecuencia, a través de medidas de desempeño del proceso de surtido de la orden: entregas a tiempo, completas, sin errores y en gran parte relacionadas con el manejo del inventario.

Cuando la deficiencia se encuentra en el manejo de los niveles de inventario y dado que el nivel de servicio tiene efectos en el servicio al cliente ¿cuáles deben ser los niveles de

³ Cita obtenida del libro Ingeniería Industrial y Administración, Philip E Hicks 1988.

inventario apropiados para lograr un mejor *fill rate* (o sus variantes)? ¿Cuál es el nivel de servicio más apropiado?

Si se toma en cuenta el costo de no satisfacer completamente la demanda y el costo de mantener el producto en inventario (**figura 8**) podemos determinar el nivel de servicio apropiado en función de los costos totales generados.

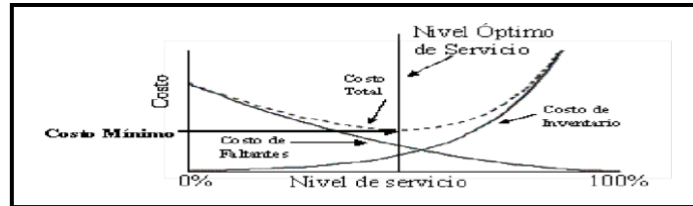


Figura.8: Balance entre costo de inventario y de faltantes. Fuente: Shroeder, R. Administración de Operaciones, 1994, Mc Graw Hill.

El nivel de servicio óptimo sólo debe tomarse como valor de referencia por esto es que en la práctica pueden existir otros costos, más allá de los señalados, que impidan lograrlo. Con frecuencia el nivel de servicio, medido como fill rate, es impuesto por el cliente. En ese caso, éste valor puede incorporarse en la política de inventarios para determinar el monto de inventarios de seguridad que lo satisfaga, así como los costos en que se incurre.

Son muchos los elementos que constituyen el nivel de servicio al cliente y algunos se mencionan a continuación; disponibilidad de productos, frecuencias de la entrega y seguridad de las entregas.

Cada empresa tiene una forma diferente de determinar su nivel de servicio al cliente, pero en muchas ocasiones es determinada con base en las pautas que marca la competencia. Es decir, si ofrece un nivel de servicio inferior, está en peligro de perder a su clientela, al menos que en alguna forma haya un elemento compensador en su combinación de mercadotecnia. Al contrario, si ofrece un nivel de servicio mayor, la competencia puede también mejorar su nivel de servicio, lo que elevaría los costos para todas las empresas.

8.5 Costos de roturas de stocks o demanda insatisfecha

Este es el costo en que se incurre cuando no se puede atender a la demanda, que cuando esta se presenta no hay existencias en el almacén y/o establecimiento, situación que se denomina *rotura de stock*.

Se pueden distinguir dos tipos de demanda insatisfecha:

- **La demanda insatisfecha diferida:** Que se produce cuando los pedidos de los clientes llegados en un momento en el que no hay existencias son retrasados para ser atendidos en el primer momento en que este el producto en el almacén. El costo asociado a esta situación lo denominamos *costo de carencia*, habitualmente es muy difícil determinarlo con precisión en la práctica, por el motivo de que algunos de los conceptos implicados son muy difíciles de medir. Así, el costo asociado al mal servicio a los clientes, no es cuantificable fácilmente, como no lo es el costo de pérdida de imagen, ni el correspondiente al trabajo administrativo extra originado por una orden retrasada.
- **La demanda insatisfecha perdida:** Se produce cuando los pedidos de los clientes llegados en un momento en el que no hay existencias, se pierden definitivamente; el costo asociado a este caso se denomina *costo de rotura*, que definiríamos como el costo de no atender a la demanda y por tanto de perderla. La determinación del costo de rotura, presenta dificultades análogas a las ya expuestas para el coste de carencia, siendo la más importante del coste de rotura e intangible y de difícil cuantificación que el cliente se pase a la competencia, con la consiguiente pérdida de ventas futuras y pérdida de imagen.

Como se observa, hemos hablado de la satisfacción que brinda la empresa a sus clientes, es decir, *el nivel de servicio*, tener un buen nivel de servicio significa que los clientes encuentran el artículo que buscan en el momento en que lo buscan. Y el cual podemos medirlo de la siguiente manera:

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Demandas}} \times 100$$

Esto también se puede formular en sentido negativo, es decir, calcular la rotura de stock:

$$\text{Rotura} = \left(\frac{\text{Pedidos No Satisfechos}}{\text{Pedidos Totales}} \right) \times 100$$

La decisión del nivel de servicio a entregar estará en función de la imagen que pretendamos tener. Es obvio que un nivel de servicio alto conlleva unos mayores costos de almacenamiento y de pedidos.

Tener un nivel de servicio del 100% (es decir, tener siempre en existencias todos los artículos que demanden sus clientes), no siempre compensa, debido a los altos costos de gestión de stock que esto supondría. Pero si este esfuerzo permite subir los precios, tal vez las ventas compensen la inversión. Esto, indudablemente, dependerá también de lo que haga la competencia, de cómo sean los proveedores, de cuál sea la demanda, etc.

9 Anexo 9: Proceso de recepción en los centros de distribución de Sodimac S.A.

El énfasis que se pondrá en este trabajo de tesis será en el proceso de recepción en los centros de distribución de Sodimac S.A., donde se utilizan herramientas Tecnológicas del área administrativa y logística, principal mente los software WMS (Warehouse Management System) que permite automatizar el manejo de la gestión interna del CD y plataforma tecnológica (ODBMS4.3) que automatiza el manejo de la gestión en las tiendas.

A continuación se expondrá el proceso macro de recepción, ya que puede variar físicamente el cómo es realizada, dependiendo de los tipos de productos que se reciben, pero sistémicamente el proceso no cambia.

El proceso de recibo se divide en dos partes que son: el proceso de pre-recepción que es todo lo previo al recibo y el proceso de recibo que es cuando llega el camión al andén y comienza físicamente la descarga de los productos, a continuación se explicarán ambos procesos.

9.1 Proceso de pre-recepción

El proceso de recepción o proceso de inbound consiste en la entrega por parte del proveedor de los artículos solicitados con anterioridad, este proceso no comienza con la llegada del camión al centro de distribución si no mucho antes cuando se realiza la planificación con la creación de las órdenes de compra y posteriormente con la entrega de la información por parte del proveedor corroborando las condiciones de la entrega, esto ocurre días antes del despacho

donde existe una planificación entre el centro de distribución y los proveedores, en el cual acordarán el día y la hora en el cual serán recepcionados los productos (calendarización).

Cuando se confirman la fecha y hora de entrega, el proveedor debe subir la documentación solicitada al sistema WMS de Sodimac; esta consiste en las órdenes de compra asociadas a los productos, la cantidad de cajas, pallets, códigos (SKUs), otros. Además, el proveedor debe entregar el packing list, que corresponde a un documento en el cual se identifica las características del producto. Esta información es procesada en estos sistemas y es cargada al software de WMS que posee la empresa, la información es relevante para que al momento del recibo físico en el centro de distribución, mediante radio frecuencia, el ASN (documento avanzado de recibo que contiene la información del packing list), aquí habrá cambio de estado en el sistema WMOS, pasará de un estado “En Transito” al estado “recibido”, toda la información asociada a unidades y SKUs ya se tiene previamente el sistema.

La pre recepción continuará hasta que llegue el día del despacho por parte del proveedor, cuando llega el camión al centro de distribución el chofer se acercará al área Administrativa de recepción y entregará la documentación solicitada por la empresa.

Finalizando los trámites de rigor, el administrativo de turno asignará sistémicamente la información enviada por el proveedor a la puerta que se encuentra disponible, con este paso se finaliza el proceso de pre-recibo.

9.2 Proceso de recepción

El proceso de recepción parte cuando el camión parquea en el muelle indicado por el área administrativa y los operarios de recepción son autorizados por la jefatura para descargar las cajas, pallets u otros consolidados.

Los operarios descargan físicamente los pallets y los ordenan para el fácil escaneo de los mismos, luego con pistolas de radio frecuencia comienzan a escanear los códigos de barra asociados a cada uno de los pallets, terminado este proceso mediante reportes y el ranking del proveedor donde se audita el porcentaje de los productos recibidos en las condiciones y las cantidades exigidas, y los productos rechazados, que devuelven al proveedor y la recepción queda nula.

Luego de las modificaciones respectivas, en los casos que corresponde, y para terminar el proceso de recibo se genera un proceso denominado verificación, en el cual se acepta la información enviada por el proveedor y se envía sistémicamente el inventario a los sistemas WMOS para actualizar el inventario, este proceso es realizado por la jefatura del área de recepción. Los procesos que ocurren posteriormente son Almacenaje, donde se encasillaran los productos dependiendo de sus características y las tiendas de destino.

Un flujo macro de este proceso es como se presenta en la **figura 9**, donde el proceso de inspección que se presenta destacado se quiere disminuir.

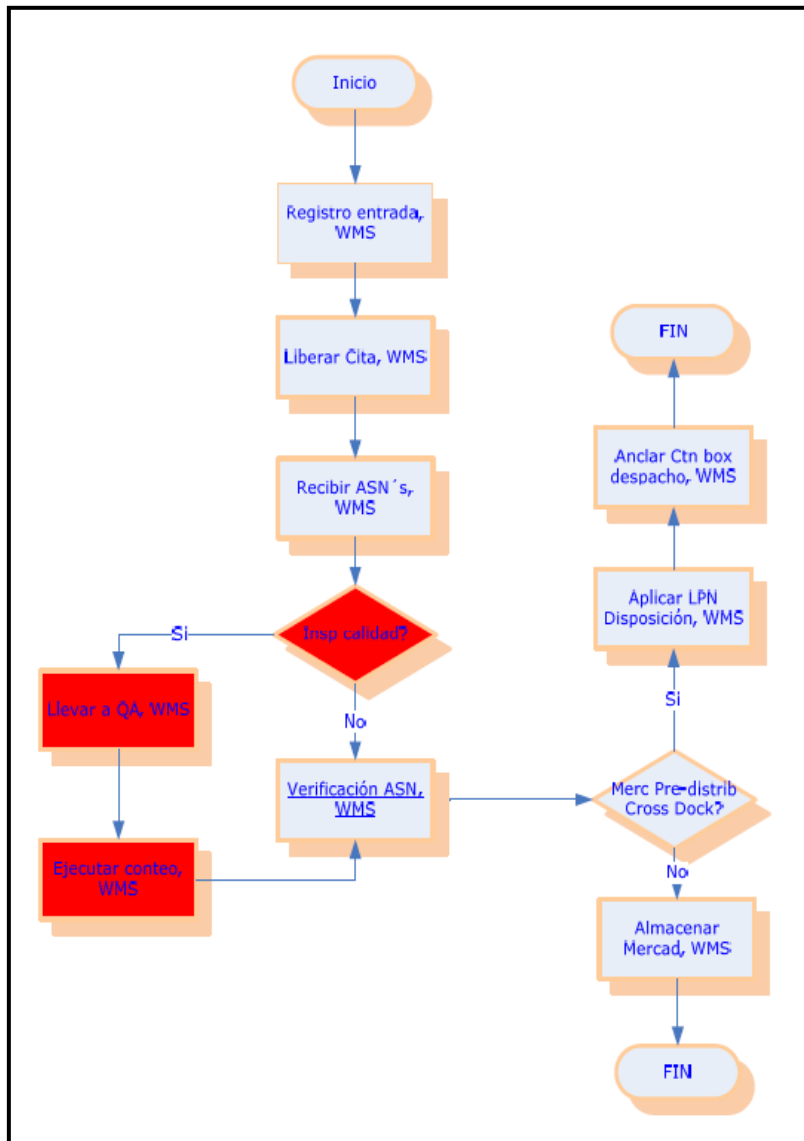


Figura 9: Flujo del proceso de recepción utilizados herramienta WMS. Fuente: Elaboración Propia

9.3 Diagrama de flujos

Un diagrama de flujo es una representación pictórica de los pasos de un proceso, y es útil para determinar en qué forma se obtienen los resultados deseados.

Al examinar cómo los diferentes pasos de un proceso se relacionan entre sí, es posible descubrir las fuentes de errores potenciales y suprimirlas.

En esta representación, se utilizan las siguientes convenciones o símbolos.

Convenciones del diagrama de flujo:

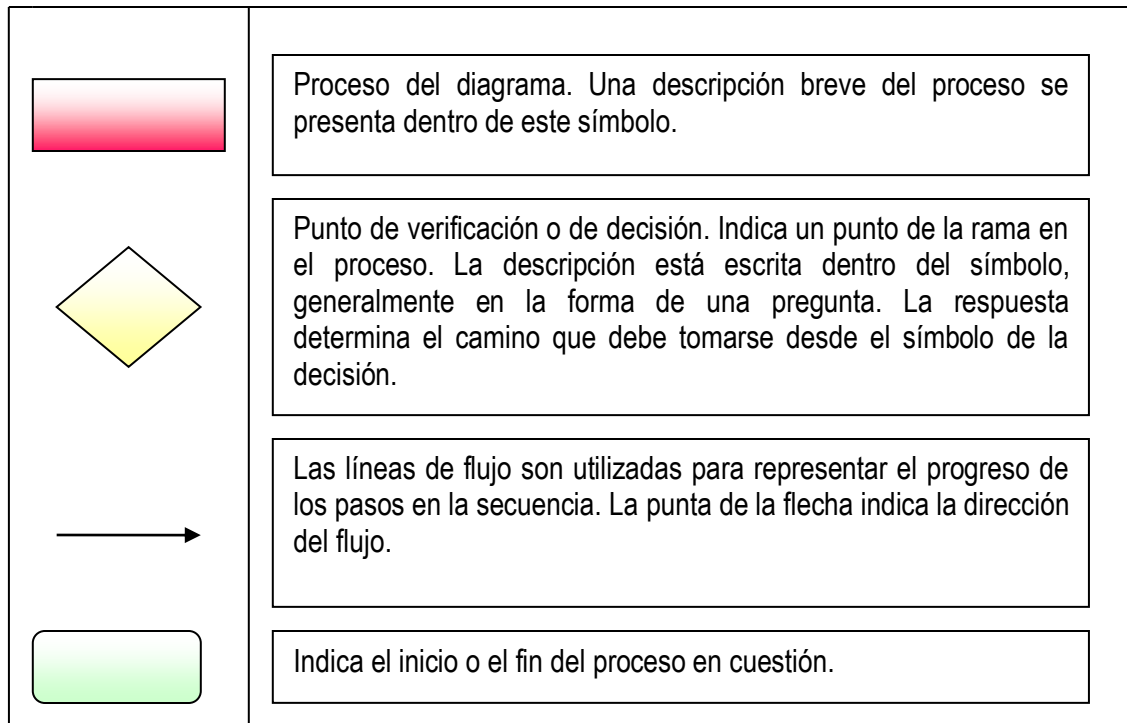


Figura 9.1: Significado de la simbología en el diagrama de flujo. Fuente: Empresa Sodimac [s.a].

10 Anexo 10: Revisión bibliográfica

Se estudia la literatura desarrollada hasta ahora en el tema de administración y manejo de inventarios. Se revisa literatura tradicional para ver los modelos clásicos que se pueden aplicar para resolver este problema. Asimismo, se revisan artículos de investigación y publicaciones recientes, de manera de ver lo que se está estudiando actualmente en esta área y como puede ser aplicable al problema que se desea resolver.

Se coordinan diversas reuniones con los representantes del CD de la empresa Sodimac, para obtener información y hacer el levantamiento de la situación actual, luego con la información obtenida se procede a resolver el problema.

10.1 Análisis para la selección de los productos

a) Selección de los productos

En cuanto a los productos en estudio, se escogerán de la familia más representativa en rentabilidad anual tomando en cuenta solo sku's tipología A; que considera productos de alta rotación y buena participación en las ventas (mayor porcentaje de margen de utilidad para la empresa).

10.2 Análisis para el método de muestreo

a) Tipo de muestreo

Se deben establecer las bases teóricas del proceso de toma de muestras, que determinen la cantidad de productos necesarios para confeccionar el modelo que se desea implementar. En cuanto a los productos en estudio, se escogerán de la familia más representativa en quiebres de stock en el año 2012.

La forma de obtención es a base de muestreo simple con universo finito, una vez obtenida la cantidad de muestra se elige al azar entre los productos seleccionados. La base teórica y su aplicación son explicadas en la revisión bibliográfica.

10.3 Análisis de tipo de pronóstico

Se planteará una metodología para realizar pronósticos de demanda para los sku's seleccionados. Posterior a la definición de la metodología se validarán los resultados de la construcción del pronóstico a través del programa Minitab.

Lo importante del desarrollo del modelo de pronóstico es su sencillez, para ser adaptable a todo tipo de usuario y fácil de implementar, de manera que se pueda comprobar su efectividad para realizar propuestas a las prácticas actuales, razón que determina la utilización de la herramienta MS Excel para su confección.

10.4 Clasificación ABC

La clasificación ABC es utilizada para el control de inventarios. Se trata de clasificar los materiales en tipo A, B, C según un criterio y un porcentaje establecido. Se puede clasificar los materiales por valor de inventario, por valor de venta, por valor de consumo, por cantidad consumida o el criterio que elija o se requiera, lo que se trata es que los materiales de tipo A sean los más importantes según el criterio elegido, los tipo B los intermedio y los tipo C los menos importante. Es muy similar al análisis de Pareto, debido a que por lo general un pequeño porcentaje de los materiales representan a los de tipo A, que a su vez pesan por un amplio porcentaje sobre el criterio definido. Por ejemplo si se realiza un ABC se define de la siguiente manera;

- Artículo A: De alto valor; aquellos artículos, cuyo valor representan entre el 70% a 80% del valor total del inventario. Esto constituye por lo general del 15 al 20% de los artículos.
- Artículo B: De valor medio; una gran cantidad en la parte media de la lista, usualmente alrededor del 30% al 40% cuyo valor total del inventario es casi despreciable, representan solo del 5% al 10% del valor de los artículos.
- Artículo C: De bajo valor; la mayoría de los artículos, normalmente del 60% al 70% del valor de los artículos.

La clasificación ABC se comporta de la siguiente manera (ver **figura 10**).

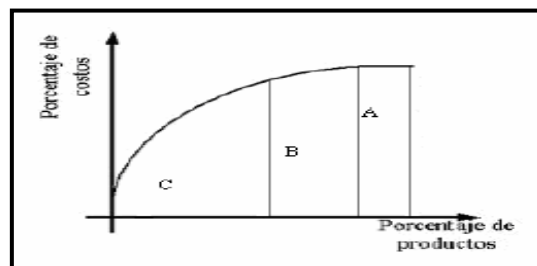


Figura 10: Clasificación ABC. Fuente: Internet

10.5 Principio de Pareto

La clasificación ABC está basada en el principio de Pareto. En el siglo XVIII, Wilfredo Pareto, en un estudio de la distribución de la riqueza de Milán, encontró que el 20% de la población controlaba el 80% de la riqueza. Esto se resume en que la minoría posee la mayoría de importancia o peso de una característica y la mayoría posee la menor importancia o peso, a esto se le conoce como Principio de Pareto. En la **figura 10** se puede ver la representación gráfica de la clasificación ABC; sin embargo estos porcentajes pueden variar de acuerdo al criterio de quien la haga.

10.6 Definición y conceptos previos

En la investigación científica es habitual que se empleen muestras como medio de acercarse al conocimiento de la realidad. Sin embargo, para que a través de las muestras sea posible reproducir el universo con la precisión que se requiera en cada caso es necesario que el diseño muestral se atenga a los principios recogidos en las técnicas de muestreo.

Antes de pasar a describir algunos de los métodos de muestreo más habituales introduzcamos en algunos conceptos importantes en este contexto:

Población: Llamado también universo o colectivo, es el conjunto de todos los elementos que tienen una característica común. Una población puede ser finita o infinita. Es *población finita* cuando está delimitada y conocemos el número que la integran, así por ejemplo: Estudiantes de la universidad es *población infinita* cuando a pesar de estar delimitada en el espacio, no se conoce el número de elementos que la integran, así por ejemplo: Todos los profesionales universitarios que están ejerciendo su carrera.

10.7 Muestra

La muestra es un subconjunto de la población o conjunto de unidades de análisis, que permite inferir, estimar o extrapolar los resultados de la observación y medición a la población total.

La muestra se selecciona del universo, de acuerdo con unos criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

Para que una muestra sea representativa, y por lo tanto útil, debe de reflejar las similitudes y diferencias encontradas en la población, ejemplificar las características de la misma. Cuando decimos que una muestra es representativa indicamos que reúne aproximadamente las características de la población que son importantes para la investigación.

10.8 Tipos de muestras

Cuando se trata de extrapolar los resultados del entorno o universo representado por una muestra, se analizan dos temas importantes: el tipo de muestra y el número de muestra.

La forma de obtener la muestra tiene que ver con la representatividad, las cuales definen las características buscadas.

- **Muestras probabilísticas o aleatorias**

Una muestra aleatoria o probabilística es aquella en la que todos los elementos del universo han tenido la misma probabilidad de ser escogidos.

Las muestras aleatorias aseguran o garantizan mejor el poder extrapolar los resultados. En una muestra aleatoria se tiene más seguridad de que se encuentran representadas las características importantes del universo en la proporción que les corresponde.

Si la muestra no es aleatoria (no probabilística) puede suceder que esté sesgada y que por lo tanto no sea representativa del universo general porque predominan más unos determinados tipos de elementos que otros.

Tomando en cuenta estas diferencias, la muestra probabilística es la que representa mejor las características que se necesitan para definir los productos para el análisis.

En general se encuentran tres procedimientos para hacer un muestreo aleatorio.

- **Muestreo aleatorio simple**

Cada elemento o persona en la población tiene la misma oportunidad de quedar incluida, los elementos se obtienen por alguna forma de aplicación del azar.

- **Muestreo sistemático**

Es muy semejante al muestreo aleatorio simple, pero en este caso se escoge un número al azar que se utiliza como intervalo, por ejemplo si sale 8 se escoge de una lista de cada 8 elementos.

- **Muestreo estratificado**

Se divide la población en subgrupos, llamados estratos, y se selecciona una muestra de cada estrato.

- **Muestreo por conglomeración**

Primero se divide la población en subgrupos (estratos), y se selecciona un estrato. La muestra se toma del estrato seleccionado.

Fórmulas para el cálculo de la muestra de población finita

Para calcular el tamaño de la muestra suele utilizarse la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Donde;

N = Tamaño de la muestra.

Z = Valor crítico a un determinado grado de confianza.

P = Proporción poblacional de ocurrencia de un evento.

Q = Proporción poblacional de no ocurrencia de un evento.

E = Error muestral.

10.9 Tipo de demanda de las empresas retail

Se conoce como demanda, al uso o consumo de un producto en un cierto periodo de tiempo, el cual puede ser anual, semestral, mensual, semanal o diario. La demanda es prever lo que se ha de consumir en un tiempo futuro, con el objeto de mantener existencias suficientes para las necesidades de ventas y no excederse en la inversión y en el costo de almacenamiento.

Para el caso de los productos de Sodimac la demanda es de tipo independiente, a continuación se establecerá una diferencia entre los tipos de demanda.

De acuerdo con los autores “Gaither y Frazier⁴” existen dos tipos de demanda:

- a) Demanda independiente: con este tipo demanda, se puede tomar un papel activo para tener gran influencia en la demanda, por otro lado se puede tener un papel pasivo y simplemente responder ante la demanda. Este tipo de demanda solamente puede ser pronosticada y también se define como aquella demanda en donde no se necesita realizar pedidos de otros productos para que esta se pueda obtener.
- b) Demanda dependiente: esta demanda está sujeta a la venta o al requerimiento de aquéllos productos que resultan ser indispensables para su uso. Por lo tanto, este tipo de demanda no se puede pronosticar.

10.10 Métodos de pronósticos

Pronosticar, según los autores “Gaither y Frazier⁵”, sirve para mejorar la toma de decisiones y ayudar a la planeación. Pero para esto se debe estar consciente que para buscar el método mejor para pronosticar se deben tomar consideraciones como la cantidad de datos históricos y el comportamiento de la demanda a través del tiempo.

⁴ Información obtenida de los autores Gaither, N y Frazier, T. del libro Operations Management, 2002

⁵ Información obtenida de los autores Gaither, N y Frazier, T. del libro Operations Management, 2002

El propósito de realizar un análisis de la demanda, es controlar todas las fuentes de la demanda, permitiendo que el sistema de planeación resulte eficiente, para que el producto pueda estar en el momento deseado.

El primer paso es determinar que método de pronóstico es el más indicado para nuestro estudio.

Existen dos métodos de pronósticos:

- a) Métodos cualitativos: se basan en juicio de factores causales relacionado con un producto o servicio en particular. No requieren de datos históricos por lo que son útiles para nuevos productos o servicios.
- b) Métodos cuantitativos: se basan en la suposición de que las mismas situaciones que representaron en el pasado para generar la demanda, se presentaran para dar origen a una demanda futura.

10.11 Tipos de pronóstico

Existe pronósticos de corto o largo plazo, en el caso de los pronósticos a largo plazo el horizonte de planeación abarca más de un año.

En la **tabla 10** se muestra la clasificación de los pronósticos de acuerdo al horizonte de planeación.

Tipos de Pronósticos	
Largo Plazo	Corto Plazo
Regresión Lineal Simple	Promedio móvil simple
Pronostico de Rango	Promedio móvil ponderado
Métodos de descomposición	Suavizamiento ex potencial simple
Métodos activos multiplicativo	Suavizamiento ex potencial con tendencia
Series de tiempo con estacionalidad	Suavizamiento ex potencial con tendencia y estacionalidad

Tabla 10: Tipos de pronósticos según el horizonte de planeación. Fuente: Shroeder, R. Administración de Operaciones, 1994, Mc Graw Hill

10.12 Análisis de serie de tiempo

Los pronósticos con series de tiempo son aquellos que consideran tendencia y estacionalidad. De acuerdo con el autor “Weintein⁶”, una serie de tiempo es un conjunto de números que siguen una secuencia determinada. El análisis de las series de tiempo brinda ciertos patrones. Una vez que el patrón sea identificado, este será útil para desarrollar un pronóstico.

Los Componentes de una serie de tiempo son:

- Tendencia: es la orientación que siguen los datos.
- Ciclo: patrón de datos que puede cubrir varios años antes de que se repita.
- Estacionalidad: patrón de datos que se repite cada año o en un periodo más cortó.

Nuestro análisis se centra a un horizonte no superior a un año, tomando en consideración que hay una variedad de pronósticos a corto plazo se elegirá el que se adapte mejor a los datos del año 2012.

- **Método de suavizamiento exponencial simple**

Este método consiste en calcular un promedio nuevo a partir de un promedio anterior y también de la demanda más recientemente observada. Matemáticamente se escribe de la siguiente manera:

$$A_t = \alpha X_t + (1 - \alpha)A_{t-1}, \text{ con } 0 \leq \alpha \leq 1$$

A_t = promedio anterior

X_t = demanda recién observada

α = proporción del peso que se da a la demanda nueva

En la suavización exponencial simple, se supone que la serie de tiempo es plana, que no tiene ciclos y no existen componentes de estacionalidad ni tendencia. Entonces, los pronósticos de suavización exponencial para el siguiente periodo serán el promedio obtenido hasta el periodo

⁶ Información obtenida del autor Weintein, del libro Manual de técnicas de pronósticos, edición Mexicana, 1988

actual. Es decir $F_{t+1} = A_t$. En este caso, el pronóstico también elimina un período del promedio suavizado.

Se debe calcular un pronóstico para varios valores de α . Si uno de los valores de α da como resultado un pronóstico que tenga un menor grado de desviación o error que los otros, entonces se prefiere este valor de α . Si no existe una relación obvia, entonces debe hacerse un intercambio entre la tendencia y la desviación absoluta para elegir el valor de α que se prefiera.

- **Método de suavizamiento exponencial doble o método de Holt: Ajuste a la tendencia**

Esta técnica también conocida como el método de los dos parámetros de Holt, atenúa en forma directa la tendencia y la pendiente al utilizar una constante de atenuación diferente para cada una de ellas.

$$\begin{aligned} A_t &= \alpha X_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \\ 0 < \alpha < 1 \end{aligned}$$

Con esta ecuación se atenúa la serie en forma exponencial de manera similar a como se hacía en el caso de la suavización exponencial simple, la diferencia radica en que se agrega un término para tomar en cuenta la tendencia. La ecuación con la que se estima la tendencia es la siguiente.

$$\begin{aligned} T_t &= \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\ 0 < \beta < 1 \end{aligned}$$

Dónde: β = constante de atenuación utilizada para estimar la tendencia.

La estimación de la tendencia es calculada al obtener la diferencia entre los valores sucesivos de la atenuación exponencial $(A_t - A_{t-1})$, a causas de estos se atenuaron con fines de aleatoriedad, su diferencia constituye una estimación de la tendencia de los datos. Al final se obtiene el pronóstico para k períodos hacia el futuro por medio de la posterior expresión matemática.

$$F_{t+k} = A_t + kT_t$$

- **Método de suavizamiento exponencial triple o método de Winter: Ajuste a la tendencia y a la variación estacional**

Este método se utiliza cuando además de presentarse una tendencia lineal en la serie de tiempo, hay también un patrón de comportamiento de tipo estacional o periódico en los datos o valores de la serie de tiempo. Esta técnica es una extensión del método de Holt debido a que incorpora una ecuación para calcular una estimación de la estacionalidad. Las siguientes expresiones matemáticas son las utilizadas para hacer los cálculos en esta técnica de pronóstico:

$$\begin{aligned}
 S_t &= \frac{X_t}{E_{t-L}} + (1 - \alpha)(S_{t-1} + T_{t-1}) \\
 E_t &= \gamma \frac{X_t}{S_t} + (1 - \gamma)E_{t-L} \\
 0 &\leq \gamma \leq 1 \\
 F_{t+k} &= (S_t - kT_t)E_{t-L+k}
 \end{aligned}$$

γ = constante de atenuación de la estimación de estacionalidad.

L = la longitud de estacionalidad.

10.13 Métodos de pronósticos

De acuerdo con el autor “Weinstein⁷”, utilizar una medición del error en los pronósticos, influye en la toma de decisiones de dos maneras. La primera, es que a través de esta evaluación, uno puede elegir entre los diferentes tipos de pronósticos y por último permite evaluar el éxito o el fracaso de la utilización de dicho pronóstico.

Este error nos puede decir que tanta desviación hay entre las demandas reales y las pronosticadas, además de la inclinación que tiene dicho pronóstico.

⁷ Información obtenida del autor Weinstein, del libro Manual de técnicas de pronósticos, edición Mexicana, 1988

a) Medidas de error

Para evaluar el desempeño del pronóstico (\hat{X}), se utilizarán medidas que comparan la predicción con el valor real. Estas medidas también pueden ser utilizadas para la calibración de los datos. Para una serie $(X_k)_{k=1}^n$ de media \bar{X} , se tienen las siguientes medidas de error:

- Error porcentual absoluto medio (MAPE):

$$MAPE_k = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^T \left| \frac{X_{tk} - \hat{X}_{tk}}{X_{tk}} \right|$$

Este indicador entrega en promedio el error absoluto obtenido en el pronóstico de toda la serie, como porcentaje de la serie original.

- Error porcentual absoluto medio ponderado (WMAPE):

$$WMAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^T \sum_{k=1}^n S_k \cdot \left| \frac{X_{tk} - \bar{X}_{tk}}{X_{tk}} \right|$$

Esta medida de error es equivalente a calcular un error MAPE ponderado por la participación de mercado de cada SKU, algebraicamente, se tiene que:

$$\frac{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |X_k - \bar{X}_k|}{\sum_{k=1}^n X_k}$$

Si dividimos el numerador y denominador de esta expresión por X_k , se llega a:

$$\frac{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n |X_k - \bar{X}_k| / X_k}{\sum_{k=1}^n X_k / X_k}$$

Reagrupando términos:

$$\frac{1}{n} \frac{\sum_{k=1}^n |X_k - \bar{X}_k|}{\sum_{k=1}^n X_k} \cdot X_k$$

Donde $Share = \frac{X_k}{\sum_{k=1}^n X_k}$ (Participación de mercado del SKU k)

- Error desviación absoluta promedio (MAD):

MAD: Desviación media absoluta, mide la exactitud de los valores estimados de la serie de tiempo. Expresa la exactitud en las mismas unidades de los datos.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{2}$$

- Porcentaje promedio absoluto (MAPE):

MAPE: Porcentaje promedio absoluto de error, mide la exactitud de los valores estimados de la serie de tiempo. La exactitud se expresa como un porcentaje con y_t igual al valor observado, \hat{y}_t es el valor estimado y n el número de observaciones.

$$MAPE = \frac{\sum |y_t \hat{y}_t| / |y_t|}{n} * 100 \quad (y_t \neq 0)$$

- Porcentaje promedio absoluto (MSD):

MSD: Desviación cuadrática media, es más sensible a errores anormales de pronóstico que el MAD.

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|^2}{n}$$

10.14 Tipos de inventario

En esta sección hablaremos de los inventarios, su razón de ser, la teoría de inventarios, los modelos de inventario y su complejidad.

Esta información es necesaria, para poder determinar las características de los modelos de inventario más ocupados, con la finalidad de poder acercarnos a un modelo que tenga stock de seguridad y nos permita mejorar el nivel de servicio.

a) Control de inventarios

Según el autor “Prawda⁸”, por inventario se entiende un conjunto de recursos útiles que se encuentran ociosos en algún momento.

El control de los inventarios es una actividad muy compleja, ya que para su planeación y ejecución requiere de la participación activa de la mayoría de los segmentos de una organización. El resultado final, tiene una gran trascendencia en la posición financiera y competitiva de la empresa, puesto que afecta de manera directa al servicio a los clientes, a las utilidades y a la liquidez del capital del trabajo. Los siguientes puntos tratan a cerca de ciertos temas involucrados con respecto a la realización de un control de inventarios.

Mantener inventario tiene múltiples razones, según el autor “Gould⁹” el inventario:

- a) Los inventarios minimizan el tiempo entre la oferta y la demanda.
- b) Los inventarios proporcionan una forma disfrazada de almacenar trabajo.
- c) El inventario es la forma de proporcionar al consumidor un servicio oportuno del artículo que necesita.

⁸ Información obtenida del autor Prawda, de su libro Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, 1980

⁹ Información obtenida del autor Gould, de su libro Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa., México 1992

10.15 Objetivos de los inventarios

De acuerdo al autor “Winston¹⁰”, la teoría de inventarios surge con la finalidad de determinar las reglas que la gerencia pueda aplicar para reducir al mínimo los costos relacionados con el mantenimiento de existencias y cumplir con la demanda del consumidor. Así los modelos de inventario responden a las siguientes preguntas:

¿Cuándo pedir?

¿Cuánto pedir?

¿Cuál es el costo total asociado al sistema?

Precisamente las respuestas a estas preguntas constituyen las variables de decisión de cualquier modelo que se utilice para gestionar los inventarios.

La elección de cada modelo va a depender de las características de la empresa y del entorno logístico en la que está sumergida, debido a que no solo se debe evaluar a la empresa individualmente en tanto a su tecnología y/o capacidades, sino que también los proveedores juegan un papel preponderante en la gestión final.

Al igual que los pronósticos, los modelos se pueden agrupar en dos grandes categorías: aquellos con demanda dependiente y otros con demanda independiente. Los primeros generalmente están enfocados a gestionar los stocks de materias primas para la elaboración de los productos finales, pues una vez conocidos los planes de producción, la necesidad de partes y piezas o insumos es conocida en cantidad y momento en que es necesitada. El segundo en cambio, recibe la demanda directa del consumidor, lo que la hace desconocida y sólo pronosticable. Este segundo tipo es el que nos interesa debido a que es el tipo de demanda que poseen las empresas retail.

Entrando a los modelos con demanda independiente, podemos encontrar a los modelos de cantidad económica de pedido o EOQ¹¹, que establece “lotes de pedido óptimos o económicos”, modelos de reaprovisionamiento continuo, en los que se lanza una orden de

¹⁰ Información obtenida del autor Winston, de su libro Investigación de operaciones, aplicaciones y Algoritmos, México 1994

¹¹ El modelo EOQ en detalle se puede ver en el libro Shroeder Administración de Operaciones,

pedido cuando los inventarios decrecen hasta una cierta magnitud o “punto de pedido”, y modelos de reaprovisionamiento periódico, en los que se lanza una orden de pedido cada cierto tiempo previamente establecido. La cantidad a pedir será la que restablece un cierto nivel máximo de existencias o nivel objetivo proveyéndose de un inventario de seguridad. A continuación clasificaremos cada uno de ellos.

10.16 Modelo de cantidad económica de pedido

El modelo de cantidad económica de pedido o EOQ es el modelo más simple y fundamental de control de inventario y describe la importancia del equilibrio entre costos fijos y costos de inventario.

Este modelo se basa en los siguientes supuestos: la tasa de demanda es constante, el pedido se recibe enseguida, no se presentan quiebres de stock como se muestra en la **figura 10.1**.

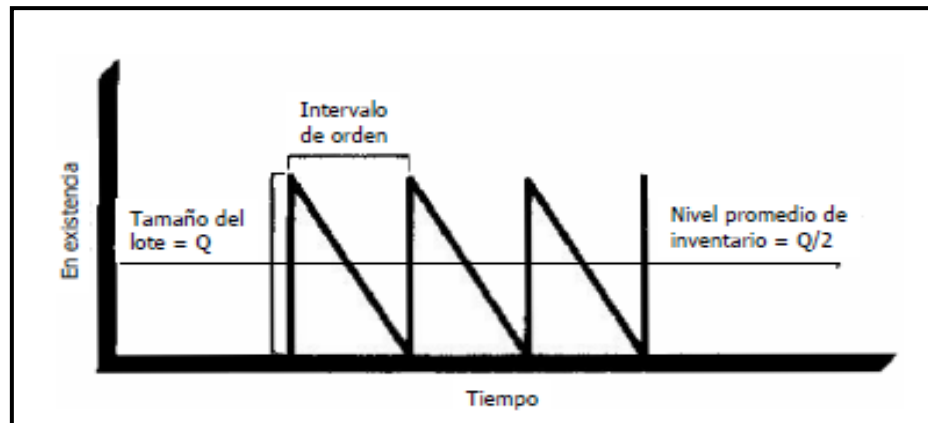


Figura 10.1: Representación gráfica: Niveles de inventario EOQ. Fuente: Shroeder, R. Administración de operaciones, 1994, Mc Graw Hill

Para el modelo de cantidad económica de pedido existen dos costos importantes. Ellos son:

Costo de colocación de pedido (S)

Costo de inventario por unidad y por unidad de tiempo (M) $M=i \cdot C$, donde i es la tasa de interés que evalúa el costo de oportunidad del capital, y C el costo unitario, además se necesita la demanda anual en unidades (D).

El lote económico nace a partir de la minimización de los costos anuales:

$$G(Q) = S \frac{D}{Q} + M \frac{Q}{2}$$

Luego de optimizar esta función de costos se llega a que el lote económico óptimo es:

$$Q^* = \sqrt{\frac{2DS}{M}}$$

Este lote económico es aquel que minimiza los costos considerados bajo los supuestos anteriormente señalados.

10.17 Modelo de revisión continúa

En este modelo, la cantidad de inventario disponible se monitorea constantemente y se realiza un pedido de Q unidades cuando el inventario desciende hasta un punto determinado de reorden R , como se muestra en la **figura 10.2**.

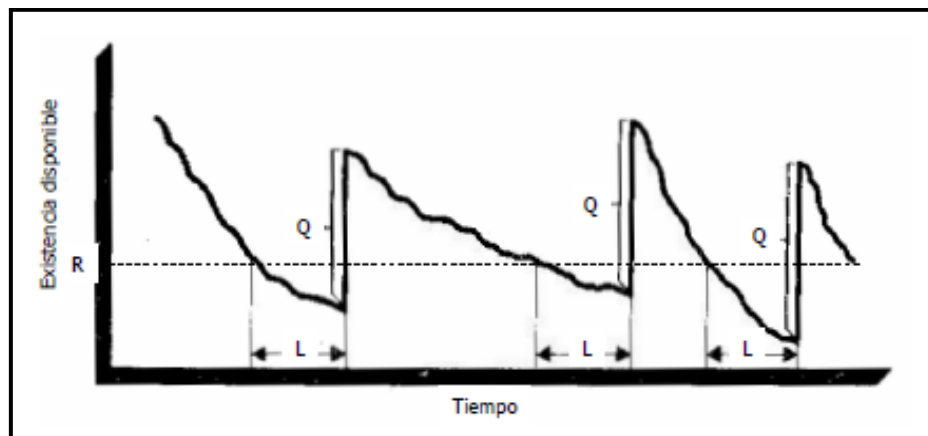


Figura 10.2: Representación gráfica: Sistema de revisión continua. Fuente: Shroeder, R. Administración de operaciones, 1994, Mc Graw Hill

Como la demanda es aleatoria, el tiempo entre los pedidos varía, al aplicar esta política, los valores de R y Q se toman como variables independientes de decisión y se determinan con anticipación. Esta política también se conoce como sistema (Q, R) .

El cálculo de Q es equivalente al del modelo de cantidad económica de pedido.

El cálculo del punto de reorden supone que la demanda sigue una distribución normal:

$$R = D_E + Z_K \sigma_E$$

Donde R es el punto de reorden en unidades, DE es la demanda promedio durante el tiempo de entrega en unidades, Z_k es el puntaje Z asociado al nivel de servicio deseado k durante el tiempo de entrega y σE desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega.

10.18 Modelo de revisión periódica o modelo P (MP)

El modelo de revisión periódica (MP) tiene mucha similitud con el modelo de punto de reorden bajo demanda incierta, sin embargo la diferencia principal del modelo de revisión periódica radica en que tiene que protegerse frente a las fluctuaciones de la demanda durante el intervalo de pedido y tiempo de entrega.

En este sistema el inventario se revisa en intervalos de tiempo P y en ese momento se realiza un pedido con el fin de incrementar el inventario hasta un nivel objetivo T .

De acuerdo a la **figura 10.3**, se puede observar que en períodos fijos de tiempo se realiza una revisión de los niveles de inventario.

Este modelo se diferencia del continuo en que no hay un punto de pedido R , sino un inventario objetivo M , inventario máximo, en que no hay un lote económico de pedido Q^* , sino que la cantidad a pedir varía en función de la demanda de los artículos almacenados, y en que este modelo el intervalo de compra es fijo T , no así la cantidad de pedido Q .

El nivel de inventario objetivo puede fijarse lo suficiente alto para satisfacer la demanda durante el período de entrega más el de revisión y establecer el inventario de seguridad teniendo en cuenta ambos períodos.

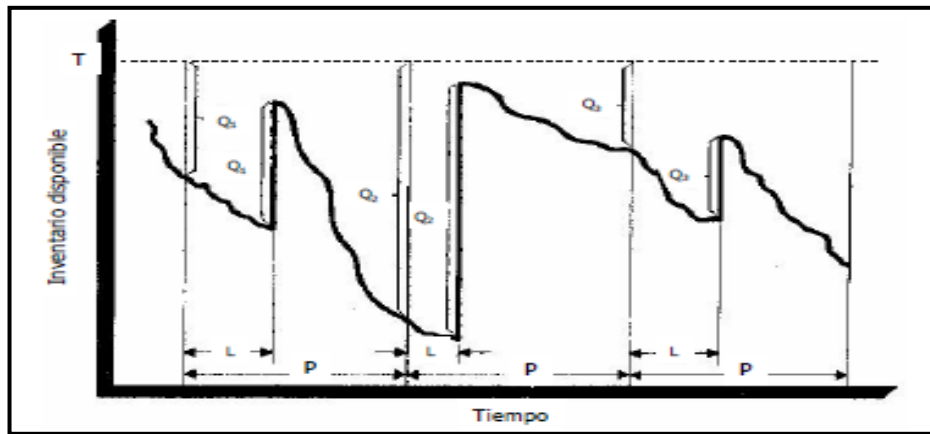


Figura 10.3: Representación gráfica: Sistema de revisión periódica. Fuente: Shroeder, R. Administración de operaciones, 1994, Mc Graw Hill

Además debe considerar un stock de seguridad para absorber variaciones de la demanda. Se utiliza como supuesto que la demanda tiene una distribución normal.

Una vez determinado el nivel de inventario objetivo, el pedido se realiza por $T - I$ unidades, donde I es el inventario al momento de la revisión.

El nivel de inventario objetivo se calcula de la siguiente manera:

$$T = D_{P+L} + z_k \sigma_{P+L}$$

Donde T o cobertura es el nivel de inventario objetivo en unidades, D_{P+L} es la demanda en unidades durante el período de revisión y el tiempo de entrega L , z_k es el puntaje z asociado al nivel de servicio k deseado durante el tiempo de entrega y σ_{P+L} es la desviación estándar de la demanda durante el tiempo de revisión y tiempo de entrega.

El funcionamiento general del modelo P se muestra en la **figura 10.4**, donde presenta de forma gráfica un diagrama de flujo descriptivo de las diferentes actividades del modelo.

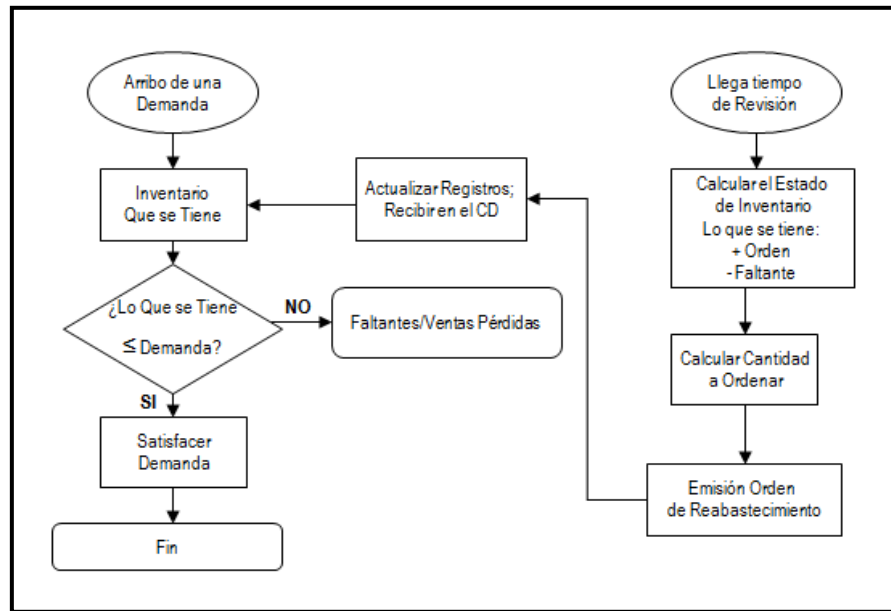


Figura 10.4: Diagrama de flujo del modelo P. Fuente: Elaboración propia.

El modelo P, parte determinando la frecuencia de órdenes de pedido de acuerdo a consideraciones de demanda, costos de realizar las órdenes y manejo de inventario. Con todo eso se genera una frecuencia aproximadamente óptima en la elaboración de pedidos.

En la **figura 10.5** se muestra el comportamiento del modelo de inventario P.

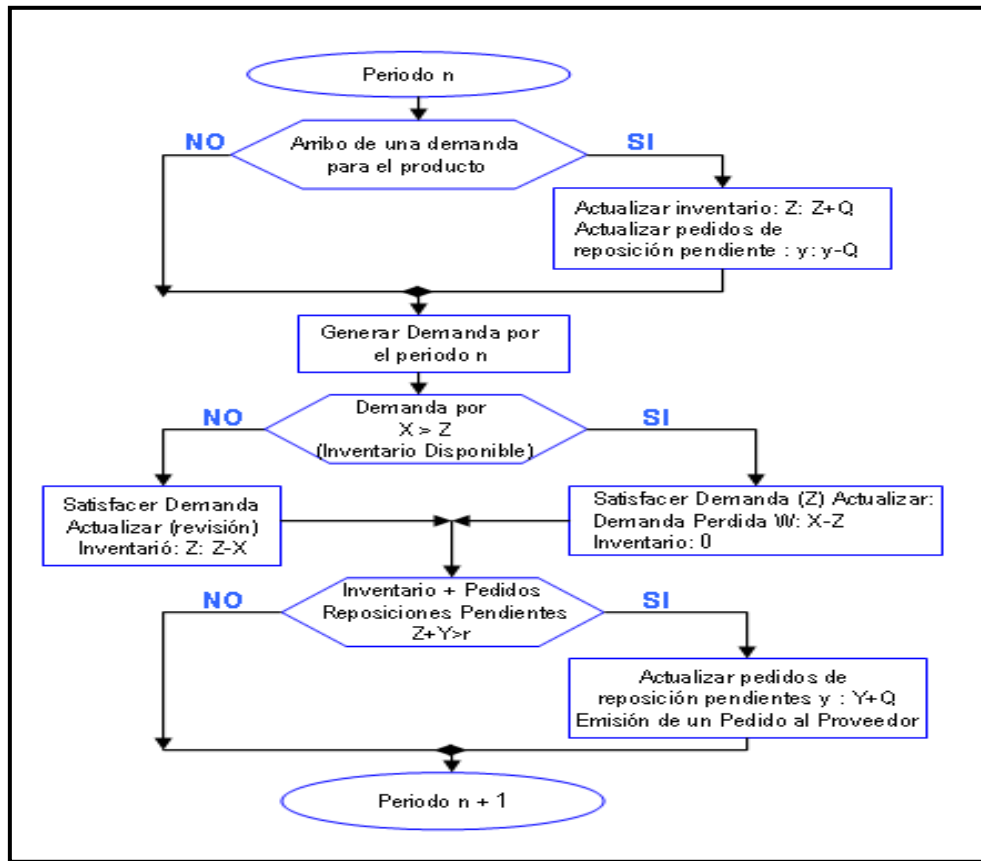


Figura 10.5: Pasos del algoritmo para modelo P: Elaboración propia.

10.19 Modelo Cross Docking (MXD)

Como se ha mencionado anteriormente en este capítulo, Sodimac ha desarrollado un sistema logístico para el abastecimiento de su cadena de distribución a través del país, denominado XD o muelle de transferencia, cuyo objetivo principal es facilitar tanto su operación como la de sus proveedores, entregando un mejor servicio a sus clientes finales.

El funcionamiento general del MXD se muestra en la **figura 10.6**, donde presenta de forma gráfica un diagrama de flujo descriptivo de las diferentes actividades del modelo.

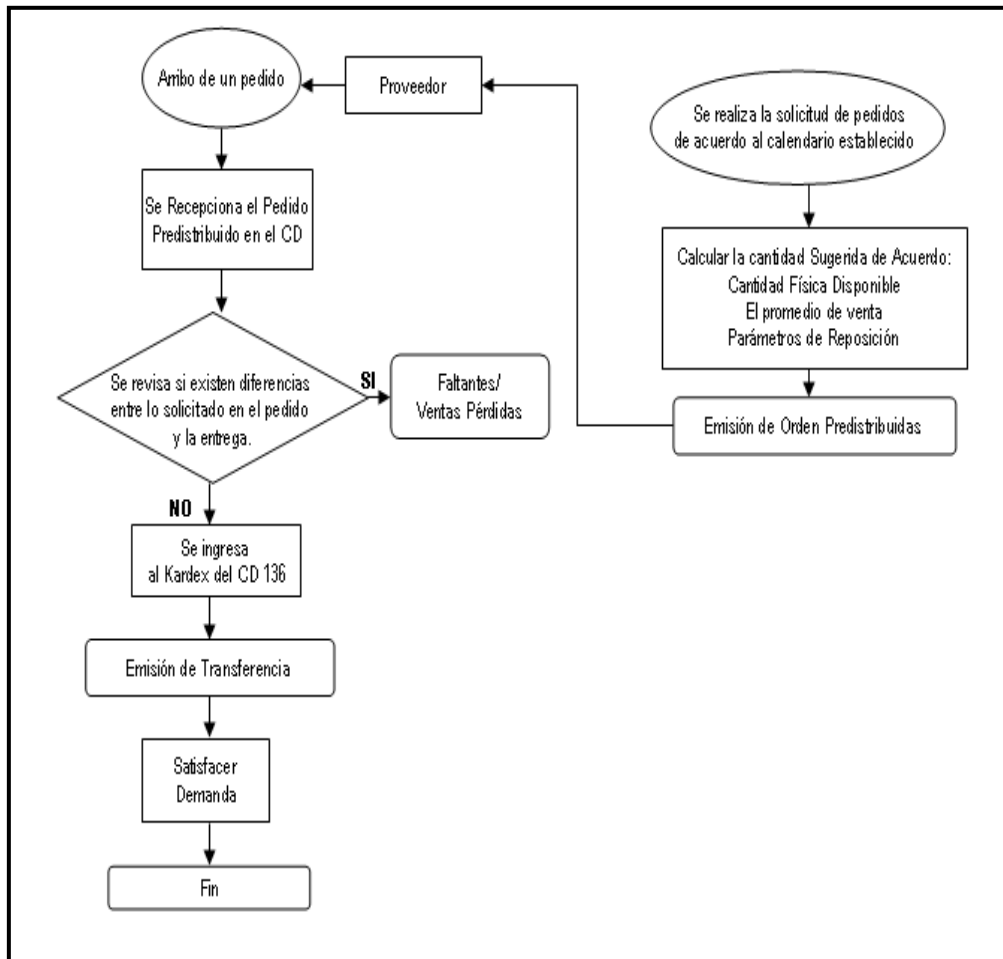


Figura 10.6: Diagrama de flujo del modelo XD. Fuente: Elaboración propia.

El sistema XD parte por el proceso de realizar la solicitud de pedidos; de acuerdo al calendario establecido entre el proveedor y Sodimac.

Sodimac informará a cada proveedor el calendario de pedido. Este indicará las tiendas (puntos de venta) a las cuales deberá pre distribuir por día/semana para el despacho al CD de Sodimac.

El proceso de pedido lo realiza el comprador de la tienda que es la persona encargada de la reposición de mercaderías para la venta stock de la tienda, manteniendo una buena disponibilidad de productos para la venta, manejando una buena rotación de la inversión en el inventario.

El comprador mediante sugerido de compra (se imprime a primera hora de mañana en la aplicación de abastecimiento) que corresponde a la hoja que se utiliza para realizar el pedido

(corresponde al conjunto de códigos de producto que solicitan las tiendas para su abastecimiento. Dichos códigos tienen un método de distribución asociado), que se emite por ubicación de los productos en tienda, pero cuya generación se basa en el calendario de revisión de pedido (calendario (proveedor/día/tienda)) establecido entre la dirección de asignaciones y la tienda.

Esta hoja incluye la cantidad sugerida de compra, de acuerdo a la cantidad física disponible, el promedio de venta de las tres últimas semanas y los parámetros de reposición.

La central de compras: captura la solicitud de pedidos enviada por la tienda y envía la documentación (OC) al proveedor.

El proveedor recibe la O/C pre distribuida y prepara los pedidos ordenados por sucursal, solicita hora y fecha al programador del CD para la entrega de los productos.

A continuación se desarrollara ampliamente y de manera ilustrada las acciones previas que determinen la información necesaria para llevar a cabo la metodología que se aplicará en el capítulo 2, de los cuales se derivan tres puntos importantes: Selección de los productos, elaboración de pronósticos de demanda y la aplicación de una metodología de inventario optima como propuesta para los productos seleccionados.

Como se ha mencionado a través de este capítulo una de las finalidades de esta memoria de tesis, consiste en que el modelo propuesto, mejoré el nivel de servicio con los mínimos costos de inventario, además debe ser sencillo y fácilmente adaptable a los usuarios, por lo que se utilizará MS Excel en la implementación del método de inventario y del pronóstico de demanda.

Es importante señalar que la selección de proveedores y productos se hizo en base a información verídica recogida mediante reuniones que se sostuvieron con los ejecutivos de Sodimac, en donde, se identificaron los productos que realmente son más sensibles a los quiebres de stock durante 12 meses y sobre esa información se seleccionaron un total de 13 sku's, con esa selección se definió el maestro general de productos y proveedores que conformaría la muestra para solucionar el problema de quiebres de stock.

10.20 Selección de categoría y productos

Dado que la empresa Sodimac trabaja con alrededor de 70 mil productos diferentes, resulta recomendable abarcar en este trabajo de tesis sólo un conjunto limitado de sku's.

Es de vital importancia definir criterios de selección que resulte un grupo representativo del tamaño de la muestra.

Para determinar los productos que formaran partes de la muestra, se han tomado en cuenta las siguientes consideraciones;

- La clasificación de los productos tipología A, equivale al 20% del total de las ventas perdidas \$46.786.660.518, con esa selección se definió el maestro general de productos que conformaran la muestra (listado de todos los productos activos que tuvieron pérdidas de venta durante el año 2012).
- La selección de la categoría a estudiar se realiza a través del análisis de las ventas perdidas por sku's. Las variables escogidas para caracterizar las categorías se desprenden de estudios de comportamiento de compradores ante un quiebre de stock en el punto de venta.
- Para elegir la categoría se conjugaron las siguientes consideración: Solo sku's tipología A; que considera productos de alta rotación y buena participación en las ventas (mayor porcentaje de margen de utilidad para la empresa).

Considerando los criterios anteriores, la categoría escogida para esta memoria de tesis, es la familia del Fierro, que alcanzaron un costo por perdida de venta de MM \$ 23.317.376.000 durante el año 2012, como se observa en la **tabla 10.1**, donde destacamos el gran porcentaje de pérdida de venta para la clasificación de Tipo A con un monto de \$18.762.026.000, que equivale EL 80% de las ventas perdida para la familia de productos de Fierro.

RANKING VENTA PERDIDA X FAMILIA AÑO 2012						
Venta Perdida (Costo) \$						
Familia	Nombre Familia	\$ Total de perdidas	Total SKUs	% Acum Venta Perdida	\$ Venta Stock Familia (Costo)	% Venta Perdida
2	Fierro	23.317.376.000	85	10,0%	76.299.800.000	30,6%
3	Mat. Construcción	22.396.234.601	168	19,5%	179.778.395.000	12,5%
1	Maderas y Tableros	21.485.888.990	95	28,7%	111.653.259.700	19,2%
13	Baño y Cocina	18.357.916.000	361	36,6%	63.991.750.000	28,7%
4	Aglomerados y Áridos	18.017.211.000	53	44,3%	49.366.750.000	36,5%
21	Muebles y Organizadores	17.472.292.500	295	51,7%	57.101.300.000	30,6%
26	Cerámica	16.982.224.500	155	59,0%	114.373.000.000	14,8%
8	Puertas y Ventanas	14.048.221.500	134	65,0%	37.856.750.000	37,1%
11	Revestimientos	14.012.023.500	182	71,0%	40.836.800.000	34,3%
9	Pinturas y Papel Mural	13.490.421.000	563	76,8%	90.331.350.000	14,9%
29	Línea Blanca y Electrodomésticos	12.287.982.000	73	82,0%	22.232.600.000	55,3%
10	Adhesivos y Sellantes	5.857.979.500	106	84,5%	30.886.050.000	19,0%
5	Ferretería	5.448.557.500	244	86,9%	67.151.700.000	8,1%
15	Electrodomésticos	4.788.733.500	35	88,9%	26.804.100.000	17,9%
22	Accesorios de Automóviles	4.056.996.000	102	90,6%	22.659.600.000	17,9%
14	Iluminación	3.827.190.000	233	92,3%	34.215.500.000	11,2%
6	Gasfitería	3.343.708.000	192	93,7%	44.742.800.000	7,5%
16	Jardín	2.947.108.000	366	95,0%	29.641.800.000	9,9%
17	Menaje	2.825.720.500	331	96,2%	17.978.700.000	15,7%
7	Electricidad	2.503.964.000	166	97,2%	41.545.500.000	6,0%
30	Mascotas	1.658.769.500	56	97,9%	3.434.650.000	48,3%
18	Aseo	1.542.213.500	103	98,6%	17.317.300.000	8,9%
20	Cortinaje	1.462.988.500	101	99,2%	9.510.100.000	15,4%
19	Textil	1.315.851.500	82	99,8%	11.739.450.000	11,2%
12	Seguridad	485.731.000	54	100,0%	12.177.950.000	4,0%
Total general		233.933.302.591			1213.626.954.700	19,3%

Tabla 10.1: Ranking de ventas perdidas por quiebres de métodos de distribución stock y Cross Doking por categoría de familia para el año 2012. Fuente: Sodimac [s.a]

Una vez definida la categoría, se debe determinar cuáles y cuantos serán los productos elegidos para llevar a cabo la memoria de tesis.

10.21 Selección de los productos para el análisis

Antes de la selección de productos, se efectuó un razonamiento preliminar por medio de la metodología “Clasificación ABC”, se optó por utilizar una herramienta de investigación cualitativa llamada focus group de manera de conversar y analizar con los actores del estudio (Gerentes CD, jefe de recepción CD, compradores y analista de distribución), las causas históricas de los problemas de quiebres de stock y determinar según la clasificación de Pareto, la selección de los productos según importancia que asigne la empresa.

En la práctica en la totalidad de las tiendas, los productos de alta rotación son los más vendidos y representan el 60% de las ventas de las tiendas, que corresponden a la clasificación tipo A. La clasificación tipo B, representan un 30% y finalmente, los de baja rotación son los productos de menores ventas y representan el 10% del total, que corresponden a la categoría C.

Una vez realizado este procedimiento se definió que para este estudio, se analizará y seleccionará los productos que estén dentro de la categoría o clasificación tipo A., porque contribuye en un mayor margen de utilidad en las ventas para la empresa.

Para determinar los sku's representativo de la muestra, se estableció una distribución de los productos a través de la regla de Pareto "80 -20", como se observa en la **tabla 10.2**, consiste en determinar proporcionalmente la participación en las ventas por cantidad de sku's, donde el 80% de las ventas pérdidas para la categoría materiales de construcción se concentra en 31 sku, obteniendo así un subconjunto de la categoría, facilitando la selección de los productos más representativo de la familia o categoría seleccionada.

Ventas perdidas familia Fe		
Venta Perdida	%	Total de SKU
18.653.900.800	80	31
4.663.475.200	20	54
23.317.376.000	100	85

Tabla 10.2: Distribución de ventas pérdidas para la familia del hierro. Fuente: Elaboración propia.

Clasificación según tipología		
Clasificación	%	Venta Perdida
A	20	\$ 46.786.660.518
B	30	\$ 70.179.990.777
C	50	\$ 116.966.651.296
Total	100	\$ 233.933.302.591

Tabla 10.3: Clasificación de tipología y ventas perdidas por quiebres de las familias. Fuente: Elaboración propia.

Familia de Materiales de la Construcción; FIERRO			
Clasificación	Total de SKU	%	Venta Perdida
A	31	36	\$ 18.762.026.000
B	45	53	\$ 4.246.863.000
C	9	11	\$ 308.487.000
Total	85	100	\$ 23.317.376.000

Tabla 10.4: Clasificación de tipología y ventas perdidas por quiebres de la familia del hierro. Fuente: Elaboración propia.

10.22 Selección del método de muestreo

- **Selección de los productos para el análisis**

Para realizar un diagnóstico apropiado de la situación actual, es necesario trabajar con una muestra de casos de quiebres de stock que sea definida, balanceada, representativa y que está caracterizada bajo las variables relevantes del problema, de manera de simplificar el análisis y facilitar los resultados del estudio.

- **Cálculo de muestras para poblaciones finitas**

Para determinar el tamaño de la muestra cuando el universo es finito, primero deben conocer “N” ósea la cantidad de elementos a analizar (población), en este caso la cantidad de sku's corresponde a un universo finito conocido de 30 productos.

Si la población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseamos saber cuántos del total tendremos que analizar, la formula seria:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q}$$

Donde;

$$Z = 1,96$$

$$P = 0,7$$

$$Q = 0,3$$

$$E = 0,1$$

Tomando en consideración estos parámetros y apoyados de la herramienta MS Excel, de la fórmula de población finita se obtuvo una muestra inicial de 22 productos para el análisis. Esta muestra preliminar, la sometimos al factor de corrección finito a través de la siguiente fórmula:

$$n_1 = \frac{n}{1 + (n - 1)/N}$$

Donde;

n_1 = Muestra corregida.

n = Valor de la muestra inicial.

N = Tamaño de la muestra. (Total de la Población).

Al utilizar la fórmula del factor de corrección para una población finita, resulta que el tamaño de muestra óptima que sería de 13 productos, a quienes se les aplicara los instrumentos de investigación como se observa en la siguiente **tabla 10.5**.

INGRESO DE PARAMETROS		Tamaño de Muestra	
Tamaño de la Población (N)	30	Fórmula	22
Error Muestral (E)	0,1	Muestra Óptima	13
Proporción de Éxito (P)	0,7		
Proporción de Fracaso (Q)	0,3		
Valor para Confianza (Z) (1)	1,96		
(1) Si:			
Confianza el 99%	2,32		
Confianza el 97.5%	1,96		
Confianza el 95%	1,65		
Confianza el 90%	1,28		

Tabla 10.5: Cálculo de la muestra para poblaciones a través de Excel. Fuente: Elaboración propia.

Para identificar los 13 productos seleccionados por medio de la operación del cálculo de la muestra para poblaciones finitas, se efectuó un procedimiento sencillo que consiste en una muestra aleatoria simple; donde se escogieron al azar de 30 productos el tamaño de la muestra que corresponde a 13 productos.

Con este procedimiento aleatorio, cada producto escogido del universo de 30 productos tendrán la misma probabilidad de ser tomados en cuenta dentro de la muestra.

Los productos escogidos son los siguientes:

1. Perfil cuadrado 50x50x3 MM
2. Perfil rectangular 80x40x2 MM
3. Perfil cuadrado 100x100x5 MM
4. Perfil rectangular 30x40x3MM
5. Perfil cuadrado 75x75x3 MM
6. Perfil cuadrado 45x75x2 MM
7. Perfil cuadrado 30x30x2,0 MM
8. Perfil U 80x40x2 MM
9. Perfil ángulo DOB 30x30x2 MM
10. Perfil cuadrado 100x100x3 MM
11. Perfil U 200x50x3 MM
12. Perfil cuadrado 30x30x1,5MM
13. Perfil rectangular 100x50x2 MM

10.23 Selección del modelo de inventario

El objetivo de este capítulo es comparar los dos modelos de gestión de stocks que se pueden utilizar en los CD's de Sodimac.

Para la comparación de los modelo P (periódico) y Q (continuo), se seleccionó el sku perfil cuadrado 50x50x3 MM, de manera de fijar los mismos parámetros, con el objetivo de evaluar su comportamiento.

Cabe señalar que debido al tipo de calendarización y la disposición de entrega de los proveedores, el método P (periódico) es el más aplicable para la empresa, pero es importante realizar comparaciones para poder obtener mejores alternativas de solución.

Para la estructura multi-escalón y de control tipo pull se puede utilizar una política de revisión continua o política de revisión periódica, que es la que actualmente utiliza la empresa Sodimac como se explicó en el capítulo dedicado a los sistemas de inventario de Sodimac.

Con esta operación se permitirá orientar si el modelo actual es el correcto o tomar nuevas decisiones, con respecto a la nueva gestión de stocks para el modelo de inventario que se espera implementar para los productos seleccionados.

10.24 Elección entre modelo EOQ v/s modelo de revisión periódica (Modelo P)

Para realizar la elección, se realizaran modificaciones a diferentes parámetros como el tiempo entre pedidos y el stock de seguridad para el sistema periódico o el punto de reorden para el sistema continuo. Se obtendrán datos suficientes para analizar el comportamiento en función de la variación de estos parámetros. Además por medio del cálculo del costo total de inventario para cada una de las corridas, se realizara la comparación entre ambos sistemas determinando su sensibilidad con respecto a cada uno de los parámetros antes mencionados.

En el modelo de EOQ se coloca un pedido cuando el inventario restante cae a un punto de pedido y se revisa el nivel de inventario continuamente. De esta manera, el modelo EOQ es un sistema continuo que requiere que cada vez que se haga un retiro o una adición al inventario, los registros deban actualizarse para asegurar que el punto del nuevo pedido se ha alcanzado o no. En cambio en el modelo de periodo de tiempo fijo, el conteo tiene lugar solo durante el periodo de revisión.

10.24.1 Descripción del modelo de inventario continuo (sistema EOQ)

La simulación del modelo de inventario basado en una política perpetua, fue realizada a través de una hoja de cálculo, en el programa MS Excel. En la misma se utilizaron los plazos de entrega y la demanda para cada uno de los 364 días. Para este modelo se definió la magnitud económica del lote en función de los siguientes parámetros:

- Pu = Precio unitario.

- Cc = Costo orden de compra.
- Ca = Costo de almacenamiento anual.
- Ti = Tasa de interés.
- Da = Demanda anual.
- Q = Magnitud económica del lote.

$$Q \sqrt{\frac{2DaCc}{Ca + TIPu}}$$

Y el punto de reorden en función de:

- Pp = Plazo promedio de entrega.
- Dp = Demanda promedio.
- Ss = Stock de seguridad.
- Pr = Punto de reorden.
- Pr = (Dp*Pp) + Ss.

Se define la cantidad que se va a pedir, cada vez que se realice un pedido, a través de la magnitud económica de lote y el punto de reorden como el inventario necesario para cubrir la demanda promedio durante el plazo de entrega promedio, más el stock de seguridad que se decida adoptar.

Debido a que los plazos de entregas como la demanda son parámetros que varían con cada corrida de simulación, también variaran la magnitud económica del lote y el punto de reorden.

De esta manera el modelo comienza en cada uno de los 364 días con un inventario inicial que es el inventario final del día anterior más las unidades recibidas y finaliza el día con un inventario final que es equivalente al inventario inicial menos la demanda asociada a este día. Antes de pasar al día siguiente se compara el inventario final con el punto de reorden y si es inferior a este se toma la decisión de hacer un pedido, en caso contrario no se realiza el pedido,

el funcionamiento del modelo de inventario continuo en el tiempo está representado en los primeros 30 días en la **tabla 10.6**.

Con los datos obtenidos de las diferentes corridas se obtienen las variables a través de las cuales evaluaremos el desempeño de este modelo, estos son:

- Inventario promedio.
- Número de ventas perdidas.
- Número de pedidos realizados.
- Costo de adquisición.
- Costo de existencia.
- Costo de ventas perdidas.

Día	Unidades recibidas	Inventario inicial	Demanda	Inventario final	Ventas perdidas	¿Hacer pedido?	Plazo hasta próximo
1	0	418	840	0	422	Si	3
2	0	0	826	0	826	No	2
3	0	0	778	0	778	No	1
4	418	418	789	0	371	No	0
5	0	0	753	0	753	Si	3
6	0	0	748	0	748	No	2
7	0	0	760	0	760	No	1
8	418	418	799	0	380	No	0
9	0	0	830	0	830	Si	3
10	0	0	794	0	794	No	2
11	0	0	806	0	806	No	1
12	418	418	765	0	347	No	0
13	0	0	736	0	736	Si	3
14	0	0	729	0	729	No	2
15	0	0	768	0	768	No	1
16	418	418	749	0	330	No	0
17	0	0	792	0	792	Si	3
18	0	0	812	0	812	No	2
19	0	0	821	0	821	No	1
20	418	418	800	0	382	No	0
21	0	0	835	0	835	Si	3
22	0	0	832	0	832	No	2
23	0	0	857	0	857	No	1
24	418	418	854	0	436	No	0
25	0	0	796	0	796	Si	3
26	0	0	805	0	805	No	2
27	0	0	836	0	836	No	1
28	418	418	858	0	439	No	0
29	0	0	818	0	818	Si	3
30	0	0	829	0	829	No	2

Tabla 10.6: Funcionamiento del modelo continuo en el tiempo; representación de los primeros 30 días. Fuente: Elaboración propia.

10.24.2 Descripción del modelo de inventario periódico

Al igual que el modelo de política de inventario EOQ, este modelo se realizó sobre una hoja de cálculo de MS Excel.

Con el objetivo de que estos modelos fueran comparables, los plazos de entrega y demanda asociada a cada uno de los días fueron los mismos para ambos modelos. De esta forma se logró apreciar cómo se comporta cada uno bajo idénticas condiciones.

En el modelo periódico, a diferencia del continuo, la realización del pedido se lleva a cabo sistemáticamente cada un periodo de tiempo fijo, sin importar el inventario diario. Este periodo de tiempo es determinado por el encargado de la política de gestión de inventario, pero debe ser tal que minimice los costos totales de inventario.

Una vez definido el tiempo entre pedidos, se determina la cantidad de pedidos que se deben hacer a lo largo de todo el año y los días en que estos se realizaran. La cantidad que se pide cada vez que se realiza un pedido será la diferencia entre el inventario final de ese día y el nivel de inventario deseado.

Este se define como el inventario necesario para cubrir la demanda promedio durante el tiempo restante hasta el próximo pedido y el plazo de entrega promedio, más el stock de seguridad determinado, el funcionamiento del modelo de inventario periódico en el tiempo está representado en los primeros 30 días en la **tabla 10.7**.

A continuación se describen los parámetros utilizados para calcular el nivel de inventario necesario entre pedido y la cantidad a pedir en cada pedido:

- **Dp** = Demanda promedio.
- **Pp** = Plazo promedio.
- **Tp** = Tiempo entre pedidos.
- **Ss** = Stock de seguridad.
- **Ni** = Nivel de inventario.
- **Ni** = $Dp \cdot (Tp + Pp) + Ss$.
- **If** = Inventario final.

- C_p = cantidad a pedir.
- $C_p = N_i - I_f$.

Los datos de las variables utilizadas para evaluar el desempeño de este modelo, son los mismos que se utilizaron en el modelo continuo, para lograr poder comparar ambos modelos.

- Inventario promedio.
- Número de ventas perdidas.
- Número de pedidos realizados.
- Costo de adquisición.
- Costo de existencia.
- Costo de ventas perdidas.

Día	Demanda	Inventario	Venta	Ingreso	Pedido
1	840	2.660	840		
2	826	1.834	826		
3	778	1.056	778		
4	789	267	267		8.039
5	753	-486	-753		
6	748	6.804	748	8.039	
7	760	6.044	760	0	
8	799	5.245	799	0	
9	830	4.415	830	0	
10	794	3.621	794	0	
11	806	2.815	806	0	5.490
12	765	2.050	765	0	
13	736	6.805	736	5.490	
14	729	6.076	729	0	
15	768	5.308	768	0	
16	749	4.560	749	0	
17	792	3.767	792	0	
18	812	2.956	812	0	5.350
19	821	2.134	821	0	
20	800	6.685	800	5.350	
21	835	5.850	835	0	
22	832	5.018	832	0	
23	857	4.161	857	0	
24	854	3.307	854	0	
25	796	2.511	796	0	5.795
26	805	1.706	805	0	
27	836	6.665	836	5.795	
28	858	5.807	858	0	
29	818	4.989	818	0	
30	829	4.160	829	0	

Tabla 10.7: Funcionamiento del modelo de inventario periódico en el tiempo; Representación de los primeros 30 días.
Fuente: Elaboración propia.

10.24.3 Análisis de los modelos P y Q

Una vez elaborado cada uno de los modelos de política de inventario se procedió a su comparación. Para esto se fijaron los parámetros característicos de cada modelo y se realizaron modificaciones de valores de estas variables con el objetivo de evaluar su comportamiento y sensibilidad, para su posterior comparación.

En la **tabla 10.8**, se muestran los valores de precio del ítem, costo de la orden, de almacenamiento.

Precio Unitario (\$)	8.911
Costo Orden de Compra (\$)	1.200
Costo de Almacenamiento (\$)	1.782

Tabla 10.8: Parámetros comunes para ambos modelos. Fuente: Elaboración propia.

En las **tablas 10.9** y **10.10**, se entregan las variables particulares que tendrán el modelo de inventario continuo y el modelo periódico.

Modelo de Inventario Perpetuo (EOQ)	
Magnitud Económica del Lote (unidades)	418
Punto de Reorden (unidades)	3.861

Tabla 10.9: Variables particulares del modelo continuo. Fuente: Elaboración propia.

Modelo de Inventario Periódico (P)	
Nivel de Inventario (unidades)	3.500
Tiempo entre Pedidos (días)	7

Tabla 10.10: Variables particulares del modelo periódico. Fuente: Elaboración propia.

Tipo de Modelo	Inv. Promedio (unidades)	Vtas. Perdidas (unidades)	Nº de Pedidos Realizados	Stock de Seguridad (unidades)	Costo anual de Adqui. (\$)	Costo anual de Vtas. Perdidas (\$)	Costo anual de Existencia (\$)	Costo total Inv. anual (\$)
Modelo de Inv. Continuo (Q)	3	234.029	52	1.254	726.000	2.085.432.419	5.347	2.086.163.766
Modelo de Inv. Periódico (P)	4.071	10.320	52	1.254	62.400	91.959.812	7.256.077	99.278.289

Tabla 10.11: Comparación de ambos modelos para igual stock de seguridad. Fuente: Elaboración propia.

En la **tabla 10.11**, se muestran los resultados obtenidos del modelo de inventario continuo y el modelo de inventario periódico. Para ambos modelos se tomó un stock de seguridad de 1.158 unidades. (La forma de calcular el stock de seguridad del modelo continuo fue considerada como un porcentaje del punto de reorden teórico, mientras en el modelo periódico se procedió a aumentar el número de unidades en forma directa).

Puede verse que en el modelo periódico el inventario promedio es ligeramente superior al modelo continuo, pero el número de ventas perdidas es menor en el modelo periódico (10,320 unidades), obteniéndose un costo anual de inventario mucho menor.

Posteriormente se modificó el tiempo entre pedidos en el modelo de inventario periódico, pasando este de siete a catorce días (ver **tabla 10.12**).

Tipo de Modelo	Inv. Promedio (unidades)	Vtas. Perdidas (unidades)	Nº de Pedidos Realizados	Stock de Seguridad (unidades)	Costo anual de Adqui. (\$)	Costo anual de Vtas. Perdidas (\$)	Costo anual de Existencia (\$)	Costo total Inv. anual (\$)
Modelo de Inv. Continuo (Q)	0	242.811	26	2.501	726.000	2.163.688.821	0	2.164.414.821
Modelo de Inv. Periódico (P)	7.225	753	26	1.254	31.200	6.712.757	12.876.327	19.620.284

Tabla 10.12: Comparación de ambos modelos con tiempo entre pedido de 14 días para el modelo periódico. Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos mostrados en la **tabla 10.12**, se observa que en el modelo periódico las ventas perdidas, el costo de adquisición y el costo total anual disminuyeron al aumentar el

tiempo entre pedidos a 14 días, a pesar que el inventario promedio se ve incrementado en casi 3.74 unidades.

Con los datos obtenidos en las distintas situaciones expuestas para ambos modelos, se consiguió información suficiente para poder realizar un análisis del comportamiento para los dos modelos de inventario.

Durante la comparación de ambos modelos utilizando el mismo stock de seguridad, se logró apreciar que el modelo de inventario con política periódica genero costos de inventario totales menores que el modelo con política continua. Esto se comprobó para tiempo entre pedidos de siete días, como así también para periodos de catorce días.

En el primer caso donde el tiempo entre pedidos es de siete días, el modelo periódico tiene un promedio de ventas perdidas muy por debajo al obtenido en el modelo continuo y efectúa un número menor de pedidos, mientras la variable del inventario promedio es apenas superior, lo que hace que el costo total sea inferior para el modelo continuo.

En el segundo caso analizado, con tiempo entre pedidos de catorce días, el modelo de inventario periódico realiza el mismo número de pedido que el modelo de inventario continuo y genera un número menor de ventas perdidas, disminuye el costo total de inventario, a pesar de aumentar su inventario promedio.

Durante el análisis de sensibilidad realizado, se observó que la variación del stock de seguridad para ambos modelos, genera una variación significativa en el número de ventas perdidas y a su vez genera variaciones en el inventario promedio. Anteriormente se menciona, la posibilidad de la reducción del costo de inventario total a causa del aumento del número de unidades del stock de seguridad dependerá del balance entre el costo de almacenamiento y el costo de ventas perdidas.

Otro punto que ya fue planteado corresponde a la frecuencia de pedidos, que será tomada como un dato. Así no es necesario cambiar los calendarios de despachos de los proveedores externos como del CD.

En virtud del análisis expuesto, podemos determinar que el modelo de inventario que actualmente utiliza el CD de Sodimac S.A.(modelo de política de control de revisión periódica), es el indicado, debido que genera costos de inventario menores, bajo promedio de

ventas pérdidas (quiebres de stock), además consideramos en este análisis que el modelo de inventario periódico, es más aplicable en la realidad y en especial en la industria del retail.

10.24.4 Diferencia entre los sistemas P y Q

Según los autores Chase, Aquilano y Jacobs, las siguientes son algunas diferencias que tienden a influenciar la elección de estos sistemas:

-El modelo de periodo de tiempo fijo, tiene un inventario promedio más grande debido a que debe protegerse contra el agotamiento de las existencias durante el periodo de revisión, en cambio el modelo de cantidad fija no tiene periodo de revisión.

-El modelo de cantidad fija de pedido, favorece a los artículos más costosos porque el inventario promedio es menor.

-El modelo de cantidad fija de pedido, es más adecuado para artículos importantes, tales como las partes de reparación críticas, porque hay un monitoreo más cercano y en consecuencia una respuesta más rápida al posible agotamiento de existencias.

-El modelo de cantidad fija de pedido, requiere más tiempo de mantenimiento porque cada adición o retiro se debe registrar.

Otras ventajas sobre la elección de estos sistemas.

- La administración del sistema P resulta sencilla, los intervalos fijos de reabastecimiento permiten estandarizar los tiempos de entrega.
- En el sistema periódico, los pedidos de artículos múltiples de un mismo proveedor pueden combinarse en una sola orden de compra, de esta manera se reducen los costos de hacer pedidos y los de transporte.

- En el sistema EOQ la frecuencia con que se revisa cada artículo puede ser individualizada; los tamaños de lote fijo si son grandes, suelen traducirse en descuentos por cantidad y los inventarios de seguridad resultan más bajos lo que se traduce en ahorros.

Además del presente análisis, el modelo periódico de inventario es el indicado pues es mucho más aplicable en la realidad y en especial en la industria del retail, por las siguientes razones:

- La mayoría, sino todos los proveedores de las empresas de retail son proveedores de varios productos, por lo que las órdenes de compra incluyen varios productos a la vez y se hace impracticable pedir los productos por separado cada vez que su nivel en inventario baje de cierto piso, como lo pretende el modelo continuo.
- Tanto para la empresa como para el proveedor es importante tener un orden en cuanto a los retiros y despachos de productos, por el motivo que generalmente existe una programación para tales efectos, sobre todo para los retail quienes manejan una gran cantidad de proveedores y por lo tanto una enorme cantidad de despachos semanales, con capacidades de recepción limitadas.
- El poder de los proveedores puede hacer tener las fechas de entrega como un dato y no como una variable de decisión.
- Pueden surgir economías de escala o mejores condiciones de pago al hacer de manera simultánea pedidos de múltiples productos.
- Para aquellas tiendas de retail que cuentan con centros de distribución a través de los cuales se abastecen de algunos productos, resulta más conveniente confeccionar una programación de despachos a los diferentes puntos de venta con el fin de adecuarse a una capacidad cierta de transporte. Al hacer pedidos por separado, se genera una gran cantidad de órdenes de compra por cada local, y de manera variable, por tanto incierta, lo que lleva

a una utilización de la flota más variable de lo deseado incurriendo posiblemente en demoras en la entrega, aumento de costos y por otro lado, inclusive posibles tiempos de ocio en períodos de baja.

- El sistema periódico parte determinando la frecuencia de órdenes de pedido de acuerdo a consideraciones de demanda, costos de realizar las órdenes y manejo de inventario. Con todo eso se genera una frecuencia aproximadamente óptima en la elaboración de pedidos.

10.25 Selección del método de pronóstico

En este capítulo se expondrán los diversos modelos de pronósticos de manera ilustrada la metodología empleada para lograr los objetivos planteados en los primeros capítulos de ésta memoria de tesis.

La selección de un método de pronóstico depende de varios factores. Es obvio que el conocimiento que tiene la persona que hace los pronósticos, restringe hasta cierto punto los variados métodos que se puede usar.

Los autores Chase, Aquilano y Jacobs (año 2001) hacen una clasificación de los pronósticos en base a lo que consideran importante de analizar. Para ellos, hay cuatro tipos de pronósticos, los cuales son: cualitativos, de análisis de series de tiempo, causales y modelos de simulación. Los pronósticos cualitativos los descartaremos debido a que son poco técnicos, los casuales y modelos de simulación son de mayor complejidad lo que no sería conveniente para los trabajadores que actualmente realizan estas operaciones en Sodimac, considerando este problema se ocuparan pronósticos de horizonte de planeación de corto plazo como lo es, la de series de tiempo.

10.25.1 Tendencia y estacionalidad de los productos

Los métodos de análisis de series de tiempo consideran el hecho que los datos tomados en diversos periodos de tiempo pueden tener algunas características de auto correlación, tendencia o estacionalidad que se debe tomar en cuenta, por lo tanto es necesario contar con

métodos que las consideren como lo son el modelo de regresión y el modelo de descomposición respectivamente.

La aplicación de estos métodos tiene dos propósitos: comprender las fuerzas de influencia en los datos y descubrir la estructura que genere los datos observados. Ajustar el modelo y proceder a realizar pronósticos.

1. La **figura 10.7**, muestra un gráfico con el comportamiento de la demanda para cada uno de los 52 períodos objeto de estudio, como el comportamiento es muy similar para las 13 series (productos), analizaremos en particular el producto perfil cuadrado 50x50x3 MM, el análisis de este producto tendrá incidencia directa con los otros productos, los métodos a considerar en el análisis son; métodos de regresión y de descomposición, para determinar su tendencia o estacionalidad.

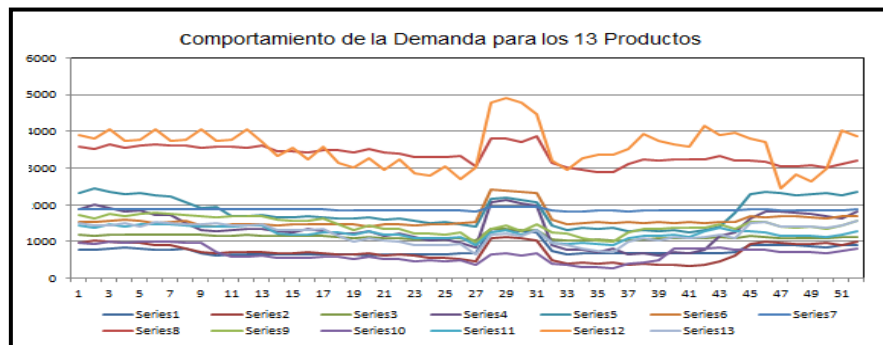


Figura 10.7: Comportamiento de la demanda para los 13 productos seleccionados. Fuente: Elaboración propia.

10.25.2 Estimación de la tendencia

Hay varios métodos para estimar la tendencia $T(t)$, uno de ellos, es utilizar un modelo de regresión lineal. Se pueden utilizar otros tipos de regresiones, como regresión cuadrática exponencial (crecimiento o declinación) y de curva – S (para tecnología), entre otros.

El modelo de tendencia propuesto es un modelo de regresión lineal, dentro de los métodos es el más sencillo, este procedimiento consiste en encontrar una relación lineal entre dos variables dependiente y otra independiente, dicha relación se expresa con la ecuación de una

recta que mejor ajusta los datos, sin embargo dicho método tiene limitaciones, pues nos consideran cambios externos ni ciclos en el tiempo.

La regresión simple puede ser escrita como: $Y(t) = a + bX(t)$.

Donde;

$Y(t)$ = Es la variable proyectada.

$X(t)$ = Es la variable explicativa.

a = Intercepción en el eje Y.

b = Valor de la pendiente.

Se estima la tendencia por regresión lineal $Y(t) = a + bt + A(t)$.

Los valores del esquema lineal que se observan en la **figura 10.8** muestra un gráfico que analiza los valores de la demanda con regresión lineal no siguen ningún patrón más que el de una línea de regresión.

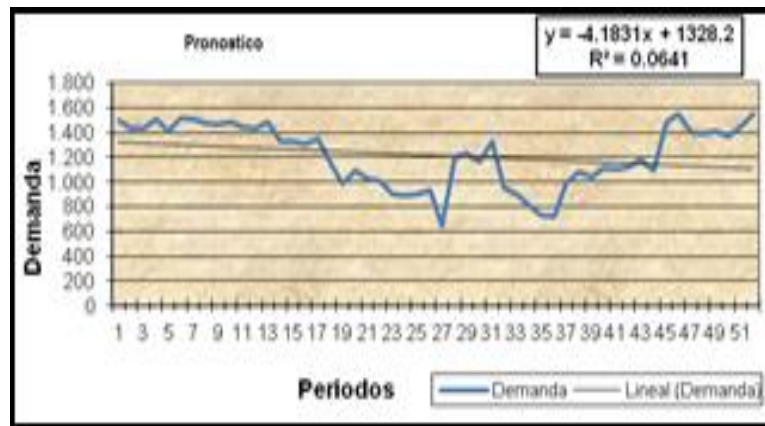


Figura 10.8: Gráfico de demanda expresada en una regresión lineal. Fuente: Elaboración propia.

Como hay un ligero patrón curvilíneo de los datos, se usa un análisis de tendencias con un modelo cuadrático, que se ajusta más a los valores de la demanda.

La regresión exponencial puede ser escrita como; $Y(t) = a * bX(t)$.

Donde;

$Y(t)$ = Es la variable proyectada.

$X(t)$ = Es la variable explicativa.

a = Intercepción en el eje Y.

b = Valor de la pendiente.

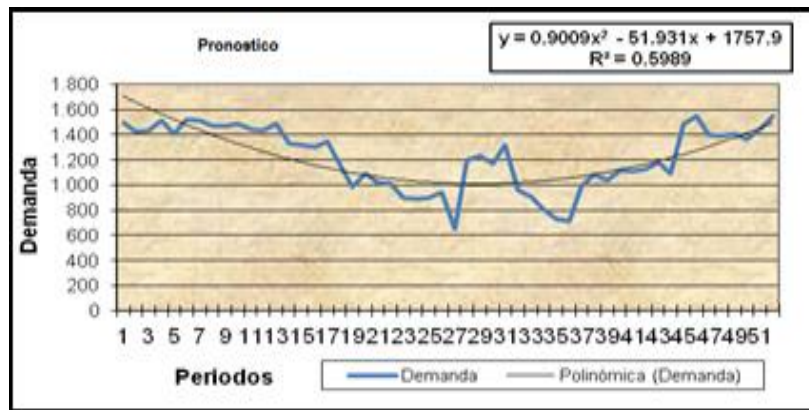


Figura 10.9: Gráfico de demanda expresada en una regresión exponencial. Fuente: Elaboración propia.

Como se observa en la **figura 10.9**, el gráfico emplaza a pensar en un patrón de tendencia del producto perfil cuadrado 50x50x3 MM, es ascendente con un componente de estacionalidad leve. El modelo de tendencia parece ajustar bien a la tendencia general, no así al patrón de estacionalidad que será analizado con el modelo de descomposición de forma más exacta.

- **Estimación de la componente estacional**

Para detectar la estacionalidad se pueden utilizar diferentes métodos gráficos donde se observe la estacionalidad en el tiempo, se puede utilizar el método de descomposición aditiva y el multiplicativo, como los modelos son muy parecidos, se utilizara el método de descomposición aditiva para el análisis.

Para conocer los componentes de la serie de tiempo, se utilizó como herramienta el programa Minitab. Se consideró como variable independiente la demanda semanal.

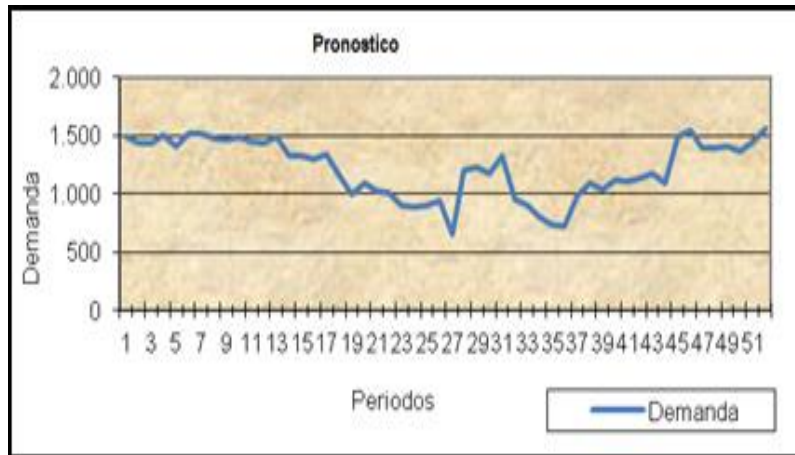


Figura 10.10: Gráfico de descomposición aditiva de la demanda para el producto. Fuente: Elaboración propia.

La **figura 10.10**, muestra el gráfico con un nivel de la demanda para cada uno de los 52 períodos objeto de estudio, sin embargo no permite apreciar la existencia de los componentes de la curva de demanda (ciclo, estacionalidad y la fluctuación irregular), ni la magnitud de los mismos; por lo que a continuación se presentan las **figuras 10.11 y 10.12** para observar si la serie de datos presenta estacionalidad.

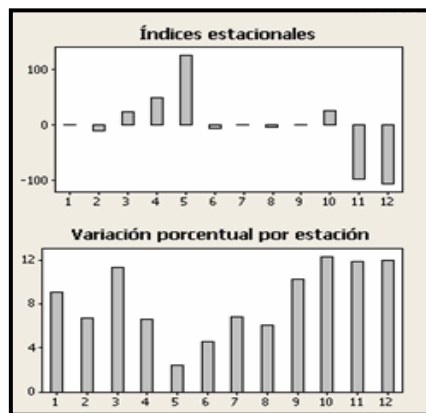


Figura 10.11: Gráfico de análisis estacional para la demanda Fuente: Elaboración propia.

Índices estacionales	
Periodo	Índice
1	-0,168
2	-9,505
3	23,187
4	48,968
5	126,614
6	-7,005
7	0,816
8	-2,834
9	-0,305
10	26,255
11	-99,632
12	-106,391

Figura 10.12: Gráfico de índices estacionales para la demanda Fuente: Elaboración propia.

En el resultado del análisis se puede observar que existe una leve estacionalidad, presentando en el mes de Enero el mayor nivel de demanda por debajo de la media con $-0,168$ unidades y el mes que registra una mayor demanda del producto perfil cuadrado $50 \times 50 \times 3$ MM, por arriba de la media es Mayo con $126,614$ unidades.

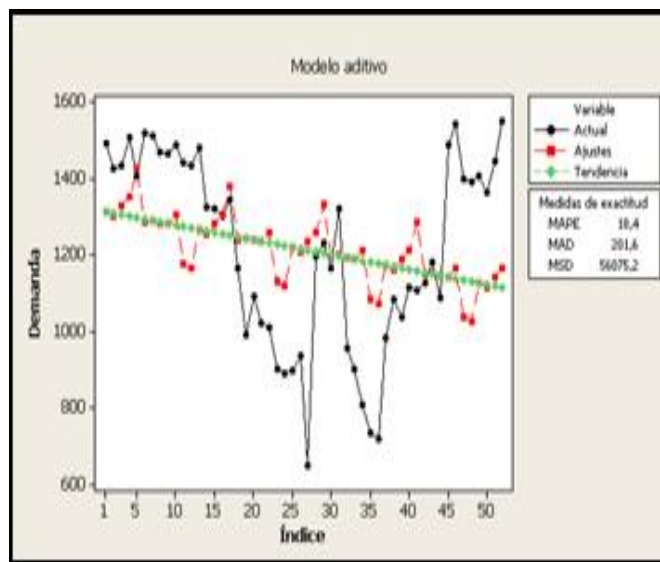


Figura.10.13: Gráfico de análisis de tendencia para la demanda. Fuente: Elaboración propia.

En la **figura 10.13** del método de descomposición aditiva se puede ver la línea de tendencia con una ligera inclinación hacia abajo sin ser muy marcada.

En resumen, el comportamiento de la demanda para los 13 períodos con respecto a su tendencia y estacionalidad no son muy acentuadas, por lo que analizar los datos con que se cuentan (un año) dificulta su análisis en series de tiempo cortos.

Como hay un ligero patrón de tendencia y de estacionalidad, es necesario contar con modelos que la consideren, para el caso de nuestro estudio se desarrollaran 3 modelos de pronósticos de series de tiempo, de manera de seleccionar el modelo que entregue mayor efectividad.

10.26 Desarrollo del método de pronóstico

En esta sección se mostrarán los pronósticos de demanda y sus respectivos errores, para cada uno de los modelos planteados. Los modelos se compararán en términos del MAPE (porcentaje promedio absoluto de error). Este último permitirá comparar de mejor manera la capacidad del pronóstico de los modelos ya que, de alguna manera, es una medida normalizada al estar considerando la importancia de las ventas de cada sku dentro de la categoría (familia).

10.26.1 Método de suavizamiento exponencial simple

El primer modelo que se emplea como método de pronóstico para el periodo de Enero a Diciembre del año 2012, es el de suavización exponencial simple, que proporciona un plano de 3010,36, como valor medio de un rango de entre 2692,20 y 3328,53, como se observa en la **tabla 10.13**, hoja resumen que informa el software Minitab.

Constante de suavización			
Alfa	0.612788		
Medidas de exactitud			
MAPE	4.6		
MAD	129.9		
MSD	25241.1		
Pronósticos			
Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
57	3010.36	2692.20	3328.53
58	3010.36	2692.20	3328.53
59	3010.36	2692.20	3328.53
60	3010.36	2692.20	3328.53

Tabla 10.13: Resumen del pronóstico de suavización exponencial simple (Minitab). Fuente: Elaboración propia.

Además se aprecia en la tabla 10.13, que en el gráfico hay una constante de suavización de 0.612788 asignada por el software Minitab, nótese en la misma gráfica los valores atenuados por la constante α , representados por la línea punteada intercalada con pequeños recuadros. Con la misma constante se obtuvo un porcentaje de error medio absoluto (MAPE) del 4.6%, una desviación media absoluta (MAD) de 129,9, y un promedio de la desviación al cuadrado (MSD) de 25241,1 se puede interpretar estas evaluaciones como un sesgo (tranquilo, reposado) considerable en el pronóstico basado en este modelo, lo cual se puede asociar a las variaciones estacionales de los datos originales, sin embargo, tratando de obtener errores menores, se hicieron pruebas asignándoles diferentes valores a la constante de suavización α , y los resultados fueron errores todavía mayores que los obtenidos con la constante asignada por el software Minitab.

Se desarrolló el modelo de pronóstico de suavizamiento exponencial simple a través de la herramienta MS Excel, donde los resultados entregados en tabla 10.14 y en figura 10.14 y 10.15, son muy similares a informados en el software Minitab.

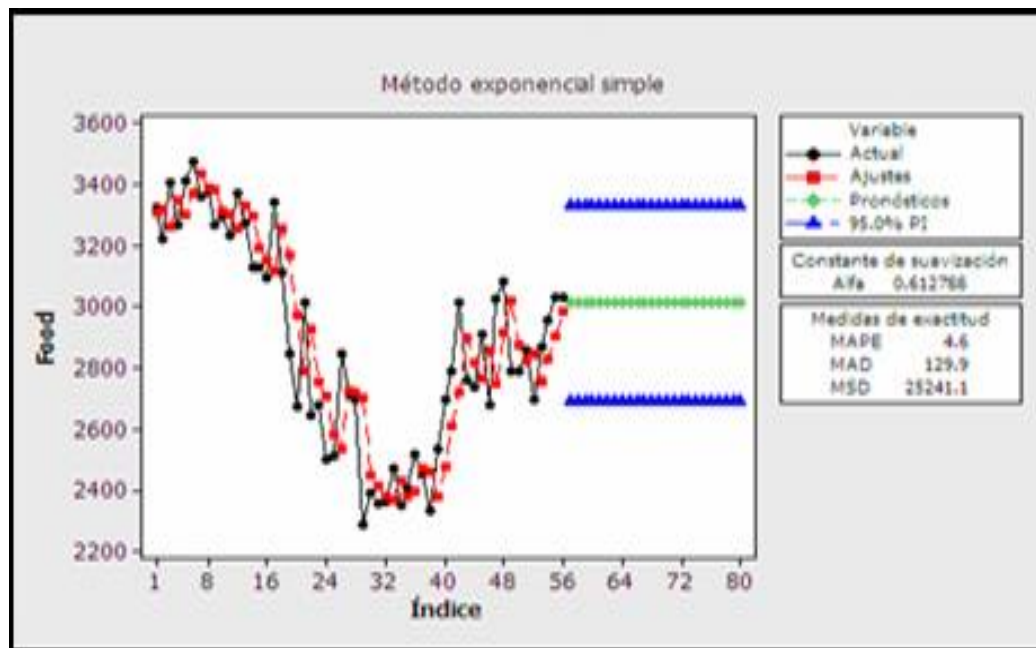


Figura 10.14: Gráfico de suavización exponencial simple periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Minitab). Fuente: Elaboración propia.

SUAVIZACION EXPONENCIAL SIMPLE						
			Alfa 1 α 0,20000	Alfa 2 α 0,61279		
t	Yt	AY	MSD	AY	MSD	MAD
Periodo	Demanda	Pronostico	ERROR CUADRATICO	Pronostico	ERROR CUADRATICO	DESVIACIÓN PRONOSTICO
1	3326	3326		3326		0
2	3221	3326	11025	3326	11025	105
3	3405	3305	10000	3262	20547	143
4	3269	3325	3136	3349	6480	80
55	3029	2844	34332	2905	15451	124
56	3029	2881	21973	2981	2317	48
57		2910		3010		0
			40244	1166	25705	7259
					PRONOSTICO	
					Desviacion Media Absoluta (MAD)	25705
					Error Cuadratico (MSD)	130

Tabla 10.14: Aplicación del método suavización exponencial simple para el SKU. Fuente: Elaboración Propia.



Figura 10.15: Gráfico de suavización exponencial simple periodos de Enero a Diciembre del 2012 (MS Excel). Fuente: Elaboración propia.

10.26.2 Método de suavizamiento exponencial doble, método de Holt: Ajuste a la tendencia

Como segundo modelo de pronóstico se consideró el método de Holt o suavización exponencial doble, se alimentaron los datos al software Minitab, y se obtuvieron los siguientes resultados;

Con base en la minimización del MAPE, este método no resulta ser mejor ni peor que el de atenuación exponencial simple que utilizo una constante de atenuación de 0.565, debido a que ambos presentaron un 4.6% de error medio absoluto. Si se compara la desviación media

absoluta, el método de Holt no es mejor, lo mismo sucede con la desviación media cuadrada, como se observa en la **tabla 1.14**.

Estas interpretaciones se confirman al observar la **figura 10.16**, puesto que la línea suavizada a los largo de los 52 periodos casi no varía a la líneas de demanda real.

Para el desarrollo del modelo de pronóstico de suavizamiento exponencial doble a través de la herramienta MS Excel, donde los resultados entregados en **tabla 1.15** y en **figura 1.28**, son muy similares a informados en el software Minitab.

Constantes de suavización			
Alfa (nivel)	0.565139		
Gamma (tendencia)	0.051866		
Medidas de exactitud			
MAPE	4.6		
MAD	130.3		
MSD	25881.1		
Pronósticos			
Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
57	3018.74	2699.57	3337.91
58	3028.64	2654.79	3402.48
59	3038.53	2604.53	3472.53
60	3048.43	2550.78	3546.08
61	3058.32	2494.71	3621.94

Tabla 1.15: Resumen del pronóstico de suavización exponencial doble (Holt) (Minitab). Fuente: Elaboración propia.

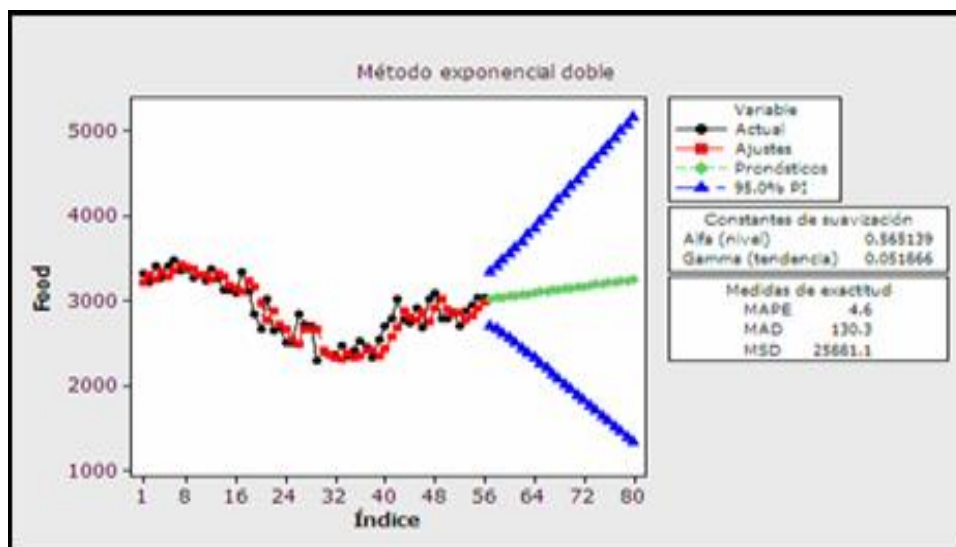


Figura 10.16: Gráfico de suavización exponencial doble (Holt) periodos de Enero a Diciembre del 2013 (Minitab). Fuente de elaboración propia.

SUAVIZACION EXPONENCIAL DOBLE (Holt)						
		Alfa α		Gamma δ		
		0,56514		0,05187		
t	Yt	At	Tt	AY	MSD	MAD
Periodo	Demanda	Nivel del Periodo	Estacionalidad del Periodo	Pronostico	ERROR CUADRATICO	DESVIACION PRONOSTICO
1	3326	3.326,00	0,00	3.326,00	0	0
2	3221	3.266,66	(3,0777)	3.326,00	11025	105
3	3405	3.343,50	1,0674	3.263,58	19999	141
4	3269	3.301,86	(1,1476)	3.344,57	5711	76
54	2955	2.898,37	5,3362	2.824,77	16961	130
55	3029	2.974,51	9,0089	2.903,70	15699	125
56	3029	3.009,22	10,3419	2.983,52	2068	45
		3.019,57	10,3419	3.019,57		7.272
		3.029,91	10,3419	3.029,91		
		3.040,25	10,3419	3.040,25		
				3.050,59		
					PRONOSTICO	
					Desviacion Media Absoluta (MAD)	25781
					Error Cuadratico (MSD)	130

Tabla 10.16: Aplicación del método suavización exponencial doble (Holt). Fuente: Elaboración propia.



Figura 10.17: Gráfico de suavización exponencial doble (Holt) periodos de Enero a Diciembre del 2012 (MS Excel). Fuente: Elaboración propia.

10.26.3 Método de suavizamiento exponencial triple o método de Winter: Ajuste a la tendencia y a la variación estacional

Siguiendo con el desarrollo paralelo de los modelos de pronósticos, se consideró el método de Winter o suavización triple, donde el software Minitab, nos propone valores óptimos para las constantes de suavización como lo hace en los dos modelos anteriores; por lo que se consideraron como óptimos los valores que propuso el programa para el método de Holt. Los resultados se aprecian en la **tabla 10.17**, el porcentaje de error medio absoluto del 5,6%, la

desviación media absoluta de 155,4, un promedio de desviación media al cuadrado de 34482,7, y un pronóstico de venta 3054,84, para el periodo 57, que se puede observar en la **figura 10.18**. Comparando estos valores con los errores de métodos anteriores, el método Winter muestra mejores resultados.

Constantes de suavización			
Alfa (nivel)		0.2	
Gamma (tendencia)		0.2	
Delta (estacional)		0.2	
Medidas de exactitud			
MAPE	5.6		
MAD	155.4		
MSD	34482.7		
Pronósticos			
Periodo	Pronóstico	Inferior	Superior
57	3054.84	2674.11	3435.57
58	2874.89	2488.20	3261.59
59	3003.89	2610.54	3397.24
60	3045.47	2644.82	3446.12
61	2978.75	2570.18	3387.32
62	2999.95	2582.88	3417.02

Tabla 10.17: Resumen del pronóstico de suavización exponencial triple o método Winter. Fuente: Elaboración propia.

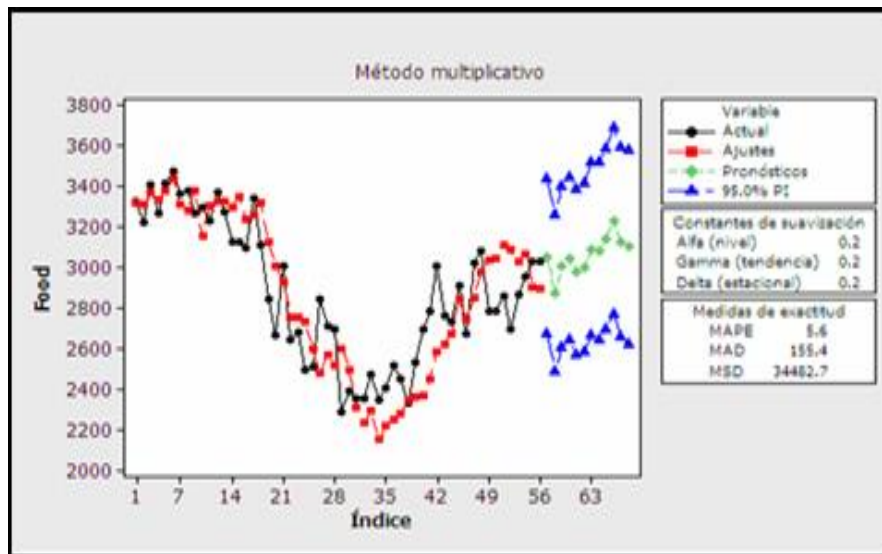


Figura 10.18: Gráfico de suavización exponencial triple (Winter) periodos de Enero a Diciembre del 2012 (Minitab): Fuente: Elaboración propia.

20% son considerados como un “buen” pronóstico según el autor “Weinstein¹²”. Un MAPE entre el 20% y el 30% es aceptable para un buen pronóstico.

Se calcula el MAPE del pronóstico para evaluar la bondad del mismo, es decir qué tan bien ajusta el pronóstico a los datos reales. Como no se tienen los valores reales para el año 2013 se evaluó la bondad del modelo con los valores del año 2012. Dicho cálculo se obtuvieron a través del programa MS Excel y comparado con el programa Minitab.

Se observa que el modelo de pronóstico suavizamiento exponencial triple (Winter), se desempeñó razonablemente bien, esto se expresa en el menor porcentaje de error absoluto medio (MAPE por sus siglas en inglés) en todos los rangos.

Como se determinó gráficamente y tomando en cuenta el indicador MAPE, el método Winter es el indicado para pronosticar la demanda del modelo de inventario propuesto.

El valor del MAPE para los 13 productos seleccionado se informara en el archivo maestra de producto para el pronóstico suavizamiento exponencial triple (Winter).

11 Anexo 11: Relación Sodimac – proveedor.

Los proveedores son los socios naturales del comercio y los encargados de suministrar los productos al canal de distribución. Además ayudan a presentar novedades a los consumidores, asesoran en la comercialización y comparten información sobre participaciones, tendencias y cambios en el mercado.

Las relaciones entre Sodimac y sus proveedores de Chile han sido variables en el tiempo. Actualmente las asimetrías favorecen a las empresas retail, quienes al haberse consolidado como canal de distribución tienden a imponer sus condiciones.

Las negociaciones entre ambos actores de la industria se centran en dos aspectos principales: Condiciones básicas y condiciones de devolución.

¹² Información obtenida por el autor Weinstein, del libro Manual de Técnicas de Pronósticos, 1988
n detalle se puede ver en el libro Shroeder Administración de Operaciones,

Las condiciones básicas se refieren a los descuentos, formas de pago y despacho que rigen para cualquier pedido.

De la calidad de estas negociaciones dependen en gran parte las utilidades de la empresa:

- Descuentos básicos: son los que se liquidan al pie de la factura y se aplican al precio de lista en forma permanente. Pueden ser únicos o en serie.
- Formas de pago: es el número de días que tiene la empresa para cancelar la factura. Muchos proveedores ofrecen la rápida cancelación de facturas con un llamado “descuento por pronto pago” que se aplica después de deducir los descuentos básicos. Son relevantes sobre todo para productos con bajo margen de comercialización.
- Despacho: consiste en asignar los costos de transporte de los productos desde la bodega del proveedor al centro de distribución o a la respectiva tienda.

Las condiciones de devolución consisten en definir los procedimientos que siguen a la llegada del producto al supermercado. Incluyen la devolución por excesos, la devolución por mermas, la devolución por modificación de envases y la devolución por precios:

- Devolución por excesos: cuando los productos arrojan una baja rotación, sea por un mal manejo de inventarios o por razones de mercado, las empresas pueden devolver los productos al proveedor estipulado en el contrato con el proveedor - Sodimac.
- Devolución por mermas: se produce por el deterioro del producto en el punto de venta, en bodegas o por siniestros. También estipulado en el contrato con el proveedor - Sodimac.
- Devolución por modificación de envases: cuando los proveedores modifican los envases de un producto deben acordar con la empresa el destino de los productos con envases antiguos. La devolución es una alternativa, aunque también existen las donaciones u ofertas hasta agotar stock.

- Devolución por precios: puede surgir cuando la competencia fija un precio de venta que no le permite a Sodimac mantener precios y márgenes competitivos. Para no forzar a Sodimac entrar en guerras de precios o ventas bajo el costo, el proveedor puede aceptar la devolución.

También forman parte de la negociación entre proveedores y Sodimac los siguientes aspectos:

- Ubicación de los productos dentro de la tienda.
- Aparición en los folletos de Sodimac S.A.

El proveedor está además obligado a flexibilizar sus precios y fechas de cobro en función de la venta esperada. La práctica más usual es efectuar descuentos por volumen, al exigir la rebaja garantizan un alto volumen de ventas, dada la gran presencia de locales que mantiene este negocio a lo largo de todo el país logra comprar a muy bajos precios, por lo general 2%, 3% y hasta 4% mayores que sus competencias.

Actualmente la empresa cuenta, como parte del desarrollo de un modelo ECR (Respuesta Eficiente al Consumidor), con una plataforma electrónica B2B (Business to Business) para el contacto con sus proveedores. A través de ésta, la empresa transa y envía la totalidad de sus órdenes de compra, mejorando intercambio de información con sus proveedores y la dinámica de la cadena productiva.

12 Anexo 12: Simulación del modelo de período fijo optimizado

Una vez que el modelo representa la situación actual en este caso el modelo optimizado, se procede a realizar el experimento de simulación que logre conceder soluciones óptimas, efectuadas por un modelo matemático realizado a través de MS Excel.

Se busca mediante el uso de la simulación disminuir los costos totales por cualquiera de sus componentes, esto significa que la empresa Sodimac, podrá decidir mantener el porcentaje de falla pero reducir los niveles de inventario que mantienen almacenados. Por otro lado, es posible que se desee mantener los niveles de stock en el CD por ejemplo para conservar un

stock de seguridad constante, pero determinar las principales causas y formas de bajar el porcentaje de falla.

Una vez seleccionado los valores de entrada, se procede a la simulación, que es una herramienta que es utilizada para estudiar el comportamiento de un sistema, en nuestro caso para evaluar el desempeño del sistema de inventario, dado que nos permite mejorar el conocimiento del sistema cuando los modelos matemáticos presentan restricciones o condiciones que no se ajustan totalmente al caso de estudio o dificultades de cálculo.

El nivel de confianza, exigido para cada uno de los escenarios, es del 97,50%. Por lo tanto, es necesario determinar el número de corridas requeridas, para que el modelo pueda ser validado y verificado según los resultados obtenidos, como representación de la situación actual.

En esta siguiente etapa, se presentan los resultados obtenidos para la situación actual la cual servirá como parámetro para el resto de los escenarios alternativos y al mismo tiempo se plantean una serie de escenarios, que abarcan las distintas variables analizando su impacto en costos y porcentaje de falla para cada una de ellas.

12.1 Resultados de la simulación tomando variables individuales

Para cada una de las variables de salida (nivel de servicio entregado, costo total inventario anual, stock de seguridad), se presentan gráficos de comparación entre los resultados obtenidos en el modelo propuesto y los obtenidos a través de la simulación.

12.1.1 Nivel de servicio

En la **tabla 12** se compara el nivel de servicio para las diferentes variaciones efectuadas, tanto situación actual (modelo propuesto) como el resultante de la simulación.

Para el escenario actual se aprecia que utilizando un nivel de servicio 97,50% en el modelo de inventario propuesto, se incurre en quiebres de inventario del 0,92%, obteniendo como resultado un NS del 99,08% efectivo.

Nº	Escenario	Variación	Tiempo de Reaprovisión	Numero de Pedidos	Inventario Promedio	Stock de Seguridad	Total de Quiebre	% Prom. Quiebre	Nivel de Servicio Entregado	Costo de Inexistencia	Costo de Almacenaje	Costo total inventario Anual
1	Escenario Nº 1	95,5%	9,5	43	8.611	1.756	6.071	0,99%	99,01%	231.007.356	426.114.451	3.504.073.054
2	Escenario Nº 2	96,0%	9,5	43	8.658	1.808	5.881	0,96%	99,04%	215.063.965	430.519.612	3.488.129.663
3	Escenario Nº 3	96,5%	9,5	43	8.714	1.870	5.658	0,92%	99,08%	207.160.779	435.805.805	3.480.226.477
4	Escenario Nº 4	97,0%	9,5	43	8.780	1.942	5.658	0,92%	99,08%	207.160.779	441.973.030	3.480.226.477
5	Situación Actual	97,5%	9,5	43	8.855	2.024	5.658	0,92%	99,08%	207.160.779	449.018.115	3.480.226.477
6	Escenario Nº 5	98,0%	9,5	43	8.940	2.117	5.210	0,85%	99,15%	191.625.463	456.950.577	3.464.691.161
7	Escenario Nº 6	98,5%	9,5	43	9.052	2.241	5.210	0,85%	99,15%	191.625.463	467.522.963	3.464.691.161
8	Escenario Nº 7	99,0%	9,5	43	9.202	2.407	5.376	0,87%	99,13%	199.831.605	481.619.478	3.472.897.304
9	Escenario Nº 8	99,5%	9,5	43	9.437	2.665	5.304	0,85%	99,15%	195.921.415	503.645.282	3.468.987.114

Tabla 12: Resumen situación actual del modelo propuesto con variaciones en el NS. Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en las **figuras 12 y 12.1**, al disminuir el nivel de servicio en los escenarios a través de la simulación del sistema, el de mejor desempeño optimizo al modelo en un 96,50%, en comparación al nivel de servicio usado en el modelo propuesto (97,50%), entregando como resultado un interesante ahorro de espacio y de productos, disminuyendo en un 8% (141 unidades) en el nivel del SS, que se expresa en menores costos de almacenaje y bodegaje. Este ahorro asciende a \$13.212.309 pesos anual.

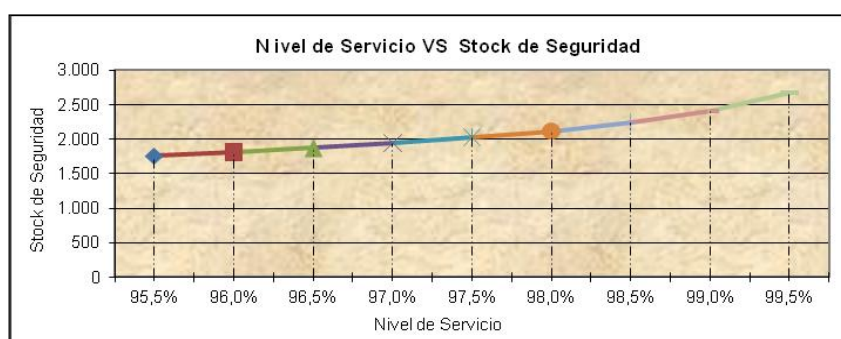


Figura 12: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto, con variaciones en el nivel de servicio v/s stock de seguridad. Fuente: Elaboración propia.

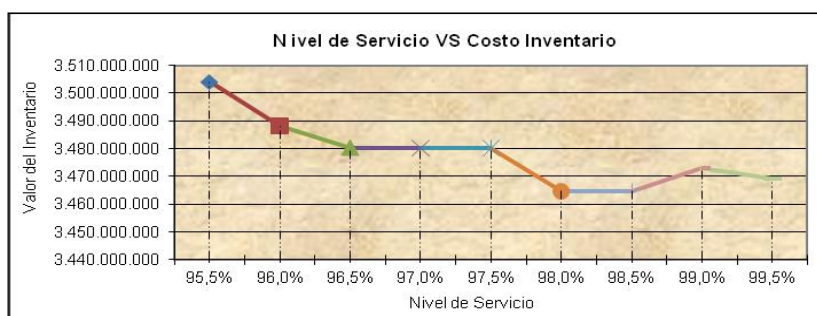


Figura 12.1: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con la variaciones del nivel de servicio v/s costos de inventario para el modelo propuesto. Fuente: Elaboración propia.

En este caso podemos apreciar en la **figura 12.1** el efecto del aumento en el NS se entiende como una inversión más que un gasto, debido a que es fuertemente compensado con las ganancias por el aumento de las ventas al evitarse quiebres de inventario, este beneficio está estrechamente ligado al aumento en las unidades almacenadas y una disminución en los costos totales.

12.1.2 Nivel de inventario de seguridad

En la **tabla 12.1**, se aprecia el nivel de stock de seguridad promedio para las diferentes variaciones que se realizaron, tanto situación actual (modelo propuesto) como el resultante de la simulación.

Para el escenario actual se refleja un stock de seguridad de 2.024 unidades, que indica como resultado un nivel de servicio del 99,08, para el modelo de inventario propuesto.

Nº	Escenario	Variación	L	Numero de Pedidos	Inventario Promedio	Stock de Seguridad	Total de Quiebre	% Prom. Quiebre	Nivel de Servicio Entregado	Costo de Inexistencia	Costo de Almacenaje	Costo total inventario Anual
1	Escenario N°1	10,0%	9,5	43	8.855	1.822	5.881	0,96%	99,04%	215.063.965	440.160.001	3.488.129.663
5	Situación Actual	0,0%	9,5	43	8.855	2.024	5.658	0,92%	99,08%	207.160.779	449.018.115	3.480.226.477
2	Escenario N°2	10,0%	9,5	43	8.855	2.227	5.210	0,85%	99,15%	191.625.463	457.865.743	3.464.691.161
3	Escenario N°3	20,0%	9,5	43	8.855	2.429	5.376	0,87%	99,13%	199.831.605	466.718.614	3.472.897.304
4	Escenario N°4	30,0%	9,5	43	8.855	2.632	5.304	0,85%	99,15%	195.921.415	475.571.485	3.468.987.114
6	Escenario N°5	40,0%	9,5	43	8.855	2.834	5.076	0,75%	99,25%	183.420.353	484.424.356	3.456.486.052

Tabla 12.1: Resumen situación actual del Modelo Propuesto con variaciones en el Stock de Seguridad. Fuente: Elaboración propia.

Al disminuir en un 10% el stock de seguridad en 1.822 unidades, el resultado de la simulación en la muestra, logra una disminución en el NS generando un porcentaje de un 0,04% con respecto a la situación actual, como se aprecia en la **figura 12.2** la disminución en la variable stock de seguridad se expresa en un mayor porcentaje de quiebres en un 4% (202 unidades). Este ahorro en unidades para el modelo, provoca un aumento en los costos totales que asciende a \$7.903.186 pesos anual.

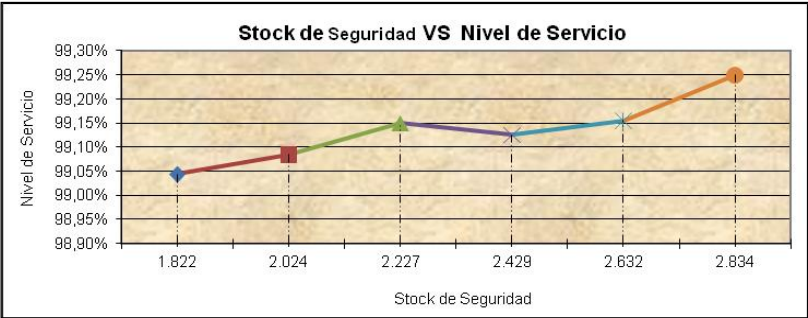


Figura 12.2: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s nivel de servicios. Fuente: Elaboración propia.

Al observar la **figura 12.3**, se puede observar, que el aumento el porcentaje en nivel de inventario de seguridad en unidades, paralelamente hay un incremento en el nivel de servicio entregado hasta en un 0,17%, este beneficio se refleja directamente en una disminución en los costos del inventario totales, pero a su vez hay un aumento en las unidades y costos almacenados.



Figura 12.3: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s costo de inventario propuesto. Fuente: Elaboración propia.

12.1.3 Lead time.

En la **tabla 12.2**, se aprecia el tiempo de reaprovisionamiento promedio para las diferentes variaciones que se realizaron, tanto situación actual como el resultante de la simulación.

Para el escenario actual se aprecia un tiempo de reaprovisionamiento promedio de 9,5 días, para el modelo propuesto, además refleja un total de quiebres de 5.658 unidades, concediendo como resultado un nivel de servicio entregado del 99,08%.

Nº	Escenario	Variación	L	Numero de Pedidos	Inventario Promedio	Stock de Seguridad	Total de Quiebre	% Prom. Quiebre	Nivel de Servicio Entregado	Costo de Inexistencia	Costo de Almacenaje	Costo total inventario Anual
1	Escenario Nº 3	30%	6,6	61	6.750	1.770	27.222	6,25%	93,7%	1.468.950.763	355.089.938	4.742.016.462
2	Escenario Nº 2	20%	7,6	53	7.452	1.858	13.560	2,64%	97,4%	664.036.218	386.567.332	3.937.101.916
3	Escenario Nº 1	10%	8,5	48	8.153	1.943	7.258	1,27%	98,7%	288.395.148	417.869.321	3.561.460.847
4	Situación Actual	0%	9,5	43	8.855	2.024	5.658	0,92%	99,1%	207.160.779	449.018.115	3.480.226.477
5	Escenario Nº 4	10%	10,4	39	9.557	2.102	4.835	0,69%	99,3%	171.096.326	480.031.568	3.444.162.024
6	Escenario Nº 5	20%	11,4	36	10.258	2.178	3.785	0,52%	99,5%	127.924.295	510.924.297	3.400.989.994
7	Escenario Nº 6	30%	12,3	33	10.960	2.250	3.464	0,47%	99,5%	116.777.668	541.708.449	3.389.843.366
8	Escenario Nº 7	40%	13,2	31	11.662	2.321	3.464	0,47%	99,5%	116.777.668	572.394.254	3.389.843.366
9	Escenario Nº 8	50%	14,2	29	12.364	2.389	3.157	0,43%	99,6%	106.132.081	602.990.422	3.379.197.779

Tabla 12.2: Resumen situación actual del modelo propuesto con variaciones con variaciones en el tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.

Este análisis de sensibilidad entrega la relevancia que tiene el tiempo de reaprovisionamiento en el CT de inventario, se observa en la **figura 12.4** que al aumentar el tiempo de reaprovisionamiento, la simulación entrega una disminución en el CT de inventario con respecto a la situación actual, este beneficio se refleja en el aumento del NS entregado y una disminución en el porcentaje de quiebres.

Además se observa en la **figura 12.5**, que al aumentar en el tiempo de reaprovisionamiento, paralelamente el NS aumenta, en la misma proporción que el nivel de SS (en un 4 %), el aumento en el nivel de SS que se expresa en una disminución en el porcentaje de quiebres en un 3% (100 unidades). Este ahorro en unidades para el modelo, logra un aumento en los CT que asciende a \$1.682.388 pesos en promedio anual.

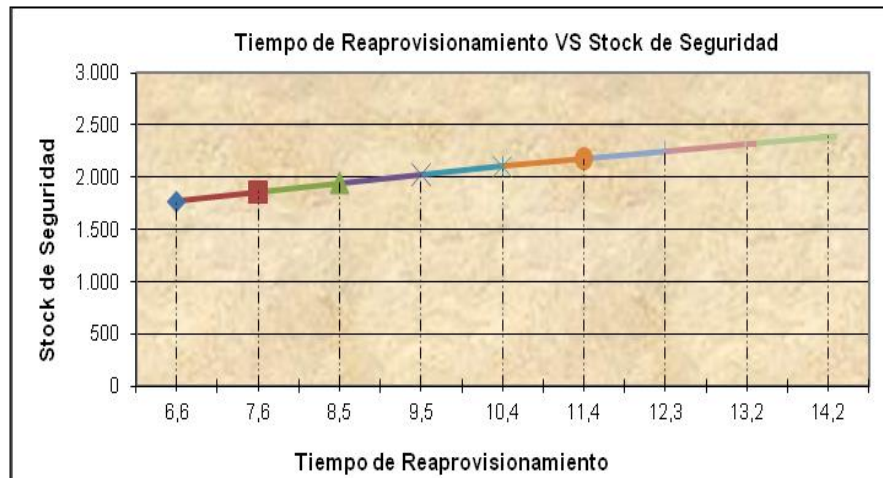


Figura 12.4: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.

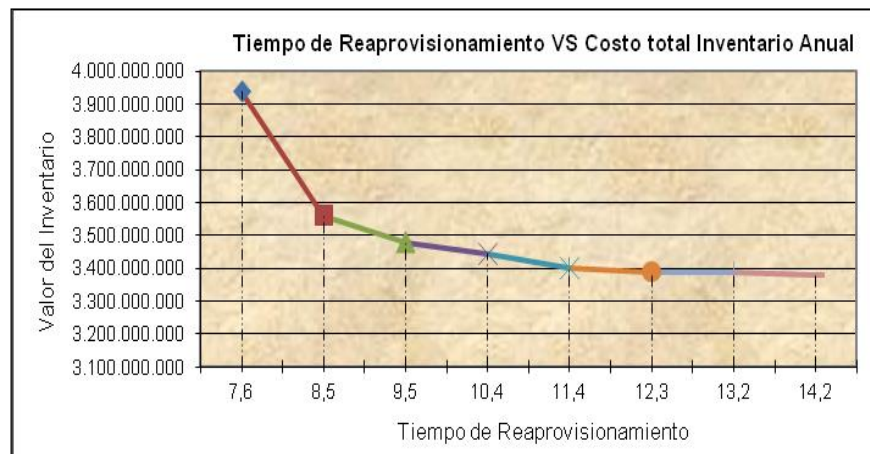


Figura 12.5: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el costo total de inventario anual v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.

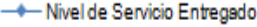
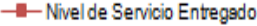
12.2 Resultados de la simulación de las variables asociadas (mezcladas)

Como se mencionó en el inicio del capítulo, en la primera etapa se analizaron los escenarios por separado (NS, SS y LT) con el fin de encontrar las situaciones que mejoren la actual condición.

En el análisis de sensibilidad realizada de las distintas variables, se logro observar que los escenarios NS y LT fueron los que mejor se comportaron en el modelo de simulación, minimizando el stock de seguridad, fallas de stock y costos totales del modelo.

Los escenarios NS y LT nos permiten combinar una serie de escenarios diferentes de abastecimiento y de NS que se pueden aplicar para brindar beneficios a la empresa y al cliente.

A continuación se presentan las 2 series que se utilizaran en el análisis:

 Nivel de Servicio Entregado	Escenario A nivel de servicio de un 97,0% con diferentes condiciones de abastecimiento
 Nivel de Servicio Entregado	Escenario B nivel de servicio de un 96,5% con diferentes condiciones de abastecimiento

Como se aprecia en el gráfico al comparar los niveles de servicio 96,5% y 97,0% con diferentes condiciones de abastecimiento, el de mejor desempeño de los escenarios simulados es el de NS de 96.50% con un LT de 10,4 días promedio, entregando como resultado un interesante ahorro de productos, disminuyendo en un 3% (141 unidades) en el nivel del stock de seguridad como se observa en la **figura 12.6** y además se expresa en menores costos de inventario en el modelo. Este ahorro asciende a \$31.946.568 pesos anual.

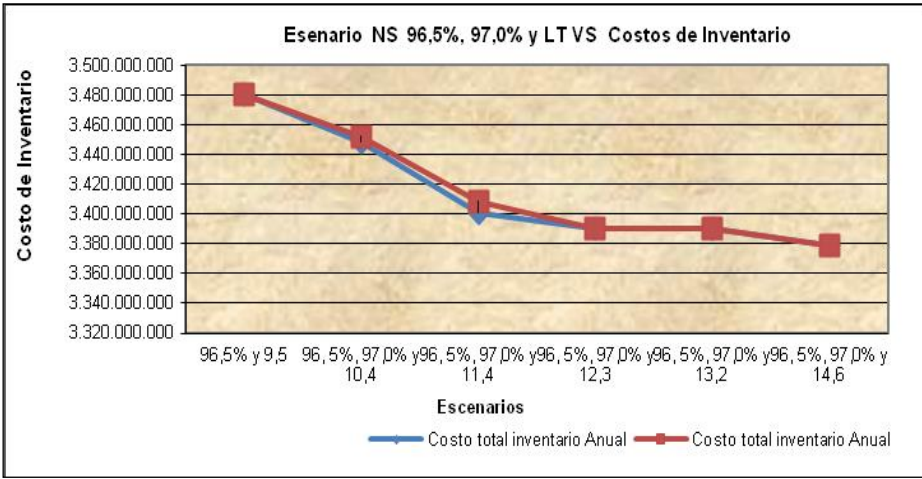


Figura 12.6: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el costo total de inventario anual v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.

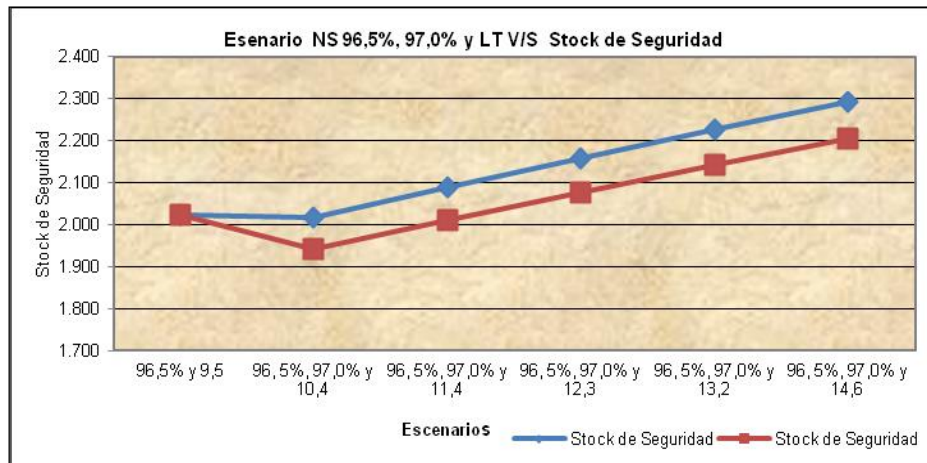


Figura 12.7: Gráfico comparativo situación actual del modelo propuesto con variaciones en el stock de seguridad v/s tiempo de reaprovisionamiento. Fuente: Elaboración propia.

Otro resultado atractivo es el que se aprecia en la **figura 12.7**, el aumento en el nivel de servicio entregado en un 0,13%, para el escenario de nivel de servicio de un 96.50% y 10,4 días promedio de tiempo de reaprovisionamiento con respecto al escenario de nivel de servicio de un 97% y 10,4 días promedio, este beneficio se refleja directamente en la disminución en el porcentaje de quiebres en un 4% (202 unidades).

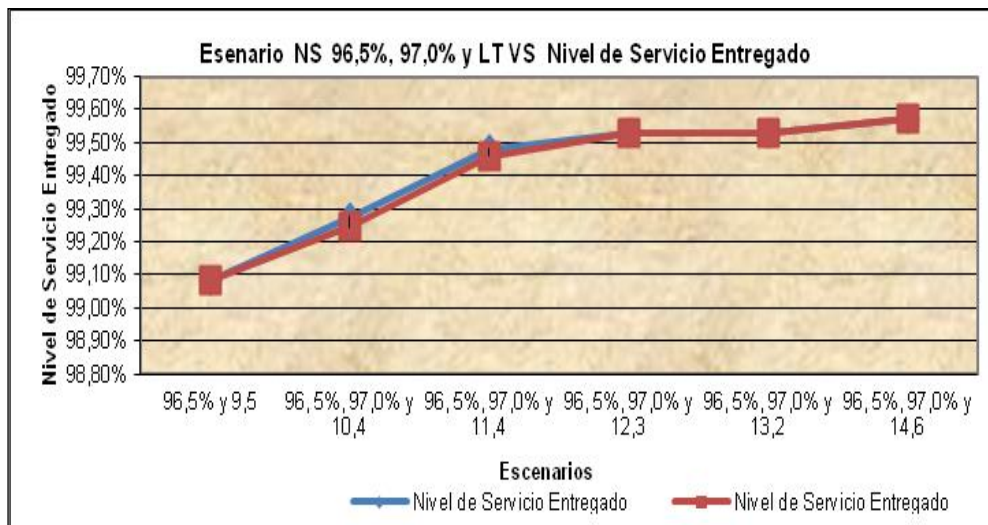


Figura 12.8: Gráfico comparativo de variables asociadas aplicadas al modelo propuesto con un nivel de servicio de 96,5% v/s tiempo de reaprovisionamiento de 10,4%. Fuente: Elaboración propia.

El mejor desempeño de los escenarios simulados de las variables asociadas es el de nivel de servicio de un 96.50% y 10,4 días promedio de tiempo de reaprovisionamiento como se aprecia en la **figura 12.8**, generando como resultado una disminución en el nivel del stock de seguridad de un 3% (141 unidades), este ahorro en unidades para el modelo, logra un ahorro en los costos totales que asciende a \$27.966.789 pesos anual.