

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA



DISEÑO DE UN SISTEMA LOGISTICO PARA UNA PEQUEÑA
EMPRESA COMERCIALIZADORA DE FERRETERIA

TESIS

PRESENTADO POR

DENIS ALEJANDRO PALACIOS DURAND

PARA OPTAR EL TITULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

LIMA – PERU

MAYO 2003

RESUMEN

La presente tesis se ubica en el contexto de operación y administración logística para una pequeña empresa, enfocándola desde un punto de vista sistémico, con gran exigencia de coordinación de todas las funciones logísticas. La tesis tiene como objetivo general, el diseñar un modelo de sistema logístico para una pequeña empresa comercializadora, con el fin de optimizar las operaciones, minimizar costos y agilizar entregas de pedidos, de tal manera que la empresa pueda tener un crecimiento sostenido aceptable, a través de la utilización eficiente de recursos. Para esto, se muestra, como primer paso esencial, la metodología para el diseño y planificación del sistema logístico; diseño realizado en forma global y para cada una de las funciones logísticas (distribución y servicios, almacenamiento, compras y planificación y control de inventarios).

Esta tesis tiene cinco objetivos específicos: primero, estudiar un caso real haciendo un diagnóstico y propuesta de un sistema logístico en una pequeña empresa comercializadora, mostrando la importancia de éste en dicha empresa; segundo, establecer cómo debe ser la gestión de inventarios en una empresa que presenta existencias de gran variedad y alto volumen; tercero, especificar los cálculos mínimos necesarios de logística operacional referidos a una pequeña empresa; cuarto, realizar un diseño organizacional del departamento de logística para una pequeña empresa, y quinto, mostrar el funcionamiento del *Just In Time* en la logística de una pequeña empresa.

El logro de estos objetivos se da, inicialmente, con la presentación del marco teórico relacionado a la logística, aplicable a una pequeña empresa, tal que permita realizar una reingeniería sobre el proceso administrativo y operacional actual. Luego, se realiza un estudio de caso, que involucra la descripción, el análisis y diagnóstico del sistema logístico actual, así como propuestas de un sistema logístico que permita mejorar el desempeño y de esta forma disminuir costos. Por último, se presentan las conclusiones que muestran los aspectos más relevantes, encontrados durante la investigación.







A mis padres

INDICE

	Página
Indice de Figuras	8
Indice de Tablas	9
1. Introducción	10
2. Marco Teórico	14
2.1. El Sistema Logístico	14
2.1.1. Concepto de Sistema Logístico	14
2.1.2. Metodología de Diseño y Planificación de un Sistema Logístico	15
2.2. Actividades Desarrolladas por un Sistema Logístico	18
2.2.1. Compras (Aprovisionamiento)	18
2.2.1.1. Procedimientos Operacionales en Compras	19
2.2.1.2. Labores Administrativas en Compras	20
2.2.1.3. Consideraciones Adicionales para la Función Compras	22
2.2.2. Gestión de Stocks (Manejo de Almacenes)	24
2.2.2.1. Procedimientos Operacionales en Almacén	24
2.2.2.2. Administración de Inventarios	26
2.2.2.3. Concepto de Manipulación de Stocks	28
2.2.2.4. Almacenamiento en Ambiente <i>Just In Time (JIT)</i>	29
2.2.2.5. Consideraciones Adicionales para la Función Almacenamiento	30
2.2.3. Planificación y Control de Inventarios	31
2.2.3.1. El Concepto de Planificación de Compras	32
2.2.3.2. Clasificación de Inventarios por Cantidad-Valor	37
2.2.3.3. Métodos de Reposición de Stock	40
2.2.3.4. Pronósticos de Consumo y Proyecciones	40
2.2.3.5. Operaciones Realizadas en el Control de Inventarios	49
2.2.4. Distribución y Servicios Varios	53
2.2.4.1. Administración de la Distribución Física	53
2.2.4.2. Distribución en Ambiente <i>Just In Time (JIT)</i>	54
2.2.4.3. Consideraciones en Tráfico y Transporte	55
2.2.4.4. Logística Orientada al Servicio del Cliente	56
2.3. Administración Logística	58
2.3.1. Análisis Global de Costos	58
2.3.2. Políticas y Procedimientos Globales en Logística Operacional	58
2.4. La Logística y la Pequeña Empresa	60
2.4.1. La Pequeña Empresa en el Perú	60
2.4.2. Toma de Decisiones en la Pequeña Empresa	61
2.4.3. Organización en la Pequeña Empresa	62
2.4.4. Aplicaciones Logísticas en la Pequeña Empresa	63

	Página
3. Estudio de Caso	66
3.1. Descripción de la Empresa	66
3.2. El Sistema Logístico Actual	70
3.2.1. Descripción del Sistema Logístico Actual	70
3.2.1.1. Gestión de Stocks (Almacén)	73
3.2.1.2. Aproveccionamiento (Compras)	76
3.2.1.3. Dlstribución y Servicio	78
3.2.2. Análisis del Sistema	79
3.2.2.1. Consideraciones Iniciales	79
3.2.2.2. Análisis del Sistema por Funciones Logísticas	80
3.2.3. Diagnóstico del Sistema	97
3.3. Sistema Logístico Propuesto	103
3.3.1. Propuesta por Funciones Logísticas	104
3.3.1.1. Propuestas en la Función Compras	104
3.3.1.2. Propuestas en la Función Almacenamiento	105
3.3.1.3. Propuestas en la Función Planificación y Control de Inventarios	111
3.3.1.4. Propuestas en la Función Distribución y Servicios	131
3.3.2. Propuesta Global del Sistema Logístico	135
3.3.2.1. Análisis Global de Costos	135
3.3.2.2. Políticas en Logística	138
3.3.2.3. Consideraciones Globales en Logística	138
4. Conclusiones	140
5. Referencias Bibliograficas	146

INDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Proceso de Diseño Logístico.....	15
Figura 2. Lote Económico (EOQ)	33
Figura 3. Sistema Q cuando la Demanda y el <i>Lead Time</i> son inciertos	34
Figura 4. Distribución de Probabilidad Normal para encontrar el Stock de Seguridad	35
Figura 5. Sistema de Revisión Periódica (P)	36
Figura 6. Curva ABC (Ley de Pareto).....	39
Figura 7. Matriz de Servicio y Desempeño	57
Figura 8. Organigrama de FERRETERIA S.R.L.....	67
Figura 9. Proceso de Operación Logística en FERRETERIA S.R.L.....	72
Figura 10. Distribución de Frecuencias para el Thinner Acrílico	90
Figura 11. Matriz de Servicio y Desempeño para FERRETERIA S.R.L.....	94
Figura 12. Comportamiento de Demanda del Thinner Acrílico.....	96
Figura 13. Comportamiento de Demanda del Thinner Standard.....	96
Figura 14. Documento para Registro Físico de Ingreso de Existencias	105
Figura 15. Documento para Registro Físico de Salida de Existencias	106
Figura 16. Documento para Solicitud de Productos	108
Figura 17. Curva de Clasificación ABC para FERRETERIA S.R.L.....	112
Figura 18. Comportamiento del Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial Simple	120
Figura 19. Comportamiento de Demanda de la Hoja de Sierra 18d.....	120
Figura 20. Comportamiento del Pronóstico usando el Modelo de Regresión Lineal Simple.....	123
Figura 21. Comportamiento del Pronóstico, usando el Modelo de Suavización Exponencial con Tendencia	125
Figura 22. Comportamiento del Pronóstico, usando el Modelo de Promedio Móvil Ponderado.....	128
Figura 23. Comportamiento del Pronóstico, usando el Modelo de Promedio Móvil Simple	130
Figura 24. Lista de Trabajos de Mantenimiento	133

INDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Tabla de Distribución de Frecuencias	51
Tabla 2. Sistema de Codificación de Artículos de FERRETERIA S.R.L.....	74
Tabla 3. Gastos Relacionados al Departamento de Compras.....	82
Tabla 4. Determinación del Índice de Rotación de Inventario (I.R.I.)	85
Tabla 5. Artículos Según Nivel de Actividad.....	86
Tabla 6. Determinación de los Meses Equivalentes de Consumo (M.E.C.)	86
Tabla 7. Determinación del Tiempo de Duración del Stock.....	87
Tabla 8. Determinación del Nivel de Servicio del Almacén	88
Tabla 9. Demanda del Thinner Acrílico	89
Tabla 10. Distribución de Frecuencias para el Thinner Acrílico.....	90
Tabla 11. Análisis del Servicio Ofrecido	93
Tabla 12. Demanda del Thinner Standard	95
Tabla 13. Simulación de Valorización de Existencias	109
Tabla 14. Sistema de Códigos de Ubicación.....	111
Tabla 15. Clasificación ABC de FERRETERIA S.R.L. según Utilidad.....	112
Tabla 16. Clasificación ABC de FERRETERIA S.R.L. según Costo	113
Tabla 17. Demanda de la Hoja de Sierra de 1/2" x 12" x 18 dientes	114
Tabla 18. Demanda del Alcohol Industrial.....	116
Tabla 19. Método de Planificación a Aplicar según Clase de Artículo.....	117
Tabla 20. Modelo de Pronóstico a Aplicar según Clase de Artículo	118
Tabla 21. Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial Simple	119
Tabla 22. Pronóstico usando el Modelo de Regresión Lineal Simple.....	121
Tabla 23. Errores de Pronóstico en la Regresión Lineal Simple	122
Tabla 24. Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial para un Modelo de Tendencia	124
Tabla 25. Análisis de Señal de Rastreo del Error de Pronóstico	125
Tabla 26. Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial con Tendencia Amortiguada	126
Tabla 27. Pronóstico usando el Modelo de Promedio Móvil Ponderado	127
Tabla 28. Pronóstico usando el Modelo de Promedio Móvil Simple.....	129
Tabla 29. Costeo Basado en Actividades para FERRETERIA S.R.L.	136
Tabla 30. Cantidad de Personas en cada Función Logística	138

1. INTRODUCCION

Considerando que todas las funciones de una empresa convergen hacia el óptimo flujo de información y existencias, un sistema logístico se convierte en un elemento vertebral para la organización en conjunto. Por este motivo, las empresas de mediano y gran tamaño cuentan con unidades organizacionales especialmente dedicadas a desarrollar con eficiencia las funciones logísticas.

Por otro lado, en pequeñas empresas, debido a la magnitud y alcance de sus operaciones, sería muy costoso e inadecuado obtener la segregación de funciones presentadas en grandes empresas, pues muchos procedimientos se transmiten de una manera no formal y las personas pueden hacer simultáneamente labores de dirección y operativas – inclusive en diferentes funciones de la empresa.

Sin embargo, en aquellas pequeñas empresas donde se maneja una gran variedad y alto volumen de existencias, las cuales están constantemente en movimiento, sí se justifica el asignar la función logística a una unidad organizacional definida, para así optimizar el flujo de dichas existencias. Además, considerando que los recursos humanos y financieros son mucho más restringidos en pequeñas empresas, en comparación con las grandes organizaciones, se torna necesario, entonces, un sistema logístico eficiente para manejarlos. Este caso en particular se presenta en pequeñas empresas comercializadoras de artículos de ferretería, las cuales administran normalmente miles de ítems diferentes.

Por lo tanto, la complejidad de esta problemática – sumado a la restricción económica del medio Peruano – exige, para obtener un desempeño eficiente, un enfoque sustentado en los principios de la logística, en especial en el tema de planeamiento y control de inventarios. Este enfoque contribuirá al desarrollo de la pequeña empresa en estudio y servirá como referencia para experiencias similares. En este contexto, se tiene como objetivo general de esta tesis, el diseñar un modelo de sistema logístico para una pequeña empresa comercializadora, con el fin de optimizar las operaciones, minimizar costos y mejorar el flujo de existencias – todo esto dentro de la utilización eficiente de

recursos –, de tal manera que la empresa pueda tener un crecimiento sostenido. Además, los objetivos específicos son los siguientes:

- Estudiar un caso real haciendo un diagnóstico y propuesta de un sistema logístico en una pequeña empresa comercializadora, mostrando la importancia de éste en dicha empresa.
- Establecer cómo debe ser la gestión de inventarios en una empresa que presenta existencias de gran variedad y alto volumen.
- Especificar los cálculos mínimos necesarios de logística operacional referidos a una pequeña empresa.
- Realizar un diseño organizacional del departamento de logística para una pequeña empresa.
- Mostrar el funcionamiento del *Just In Time* en la logística de una pequeña empresa.

Para alcanzar estos objetivos se ha organizado esta tesis en tres capítulos principales: Marco Teórico, Estudio de Caso y Conclusiones.

En el Marco Teórico se hace un resumen de toda la teoría necesaria para el diseño de un sistema logístico. En forma introductoria, se describe el sistema logístico, enfatizando el concepto del sistema y la metodología para el diseño y planificación del mismo, lo cual permite ubicarnos en el contexto de trabajo de esta tesis. Además, se desarrolla la teoría para cada función logística (compras, distribución y servicios, almacén y planificación y control de inventarios) detallando labores operativas y administrativas dentro de cada una de estas funciones. En lo referente a la planificación y control de inventarios, se pone especial énfasis en el proceso de aplicación de los sistemas de reposición y pronósticos, pues se considera como el eje de toda operación logística en empresas similares a la estudiada en esta tesis. De otro lado, se desarrolla una teoría sobre la administración logística a nivel global, donde se pone especial atención en la evaluación de costos, políticas y procedimientos seguidos. Por último, dentro de este Marco Teórico, se trata el tema de la pequeña empresa en el Perú y se muestra cómo es la toma de decisiones, la organización y la aplicación de la logística en este tipo de empresas.

El capítulo referido al Estudio de Caso, involucra a una empresa comercializadora de ferretería dedicada a distribuir sus productos a nivel industrial. Este capítulo se divide en tres principales partes: Descripción de la Empresa, El Sistema Logístico Actual y Sistema Logístico Propuesto.

En la Descripción de la Empresa, se detalla la forma de operación de la empresa indicando la importancia de su existencia en el mercado. Además, se muestra la organización funcional de la empresa y se detallan los productos que ésta administra durante su operación.

En El Sistema Logístico Actual se realiza una descripción y análisis del sistema logístico actual, en forma global y por función logística, estableciendo las causas principales del mal desempeño. El análisis se realiza en forma cualitativa y utilizando índices de desempeño, los cuales muestran la eficiencia en el modo actual de operar de la empresa. En cuanto a la función distribución y servicio, es necesario destacar el análisis a través del Benchmarking Competitivo, el cual muestra la posición de la empresa en estudio frente a sus clientes y en comparación con sus competidores, aspecto vital, considerando la alta competencia presentada en el mercado ferretero. De otro lado, se realiza el diagnóstico del sistema, basado en el análisis anterior, especificando los problemas y aspectos positivos encontrados en cada función y a nivel global del sistema.

En el capítulo Sistema Logístico Propuesto, se realiza una propuesta dirigida para cada función logística y a nivel global del sistema logístico. Aquí se detallan los documentos a utilizar dentro del sistema logístico así como los procedimientos a seguir. Se pone gran énfasis en el control de inventarios a través del diseño de controles en el almacén, organización, métodos de reposición y pronósticos de existencias – cabe destacar que para el cálculo y evaluación de pronósticos se hace uso del paquete “*Production & Operations Management - POM*”. La propuesta también incluye la forma de operar de modo *Just In Time (JIT)* y un diseño de costeo para todo el departamento logístico. Esta propuesta está diseñada considerando un ambiente de restricción de recursos, humanos y financieros.

En el último capítulo se presenta el conjunto de conclusiones deducidas del estudio de caso. Estas conclusiones se muestran en forma separada para cada función logística y en forma global para la empresa. Muchas de estas conclusiones mostradas pueden ser el punto de partida para futuras investigaciones.

Por último, es preciso reconocer y agradecer a la Pontificia Universidad Católica del Perú, por la sólida formación universitaria recibida; al Dr. Domingo González por la asesoría y apoyo brindado, y a la empresa donde se realizó el estudio de caso, por facilitar la información necesaria para el estudio en mención.



2. MARCO TEORICO

2.1. EL SISTEMA LOGISTICO

El ambiente logístico cada vez requiere mayor consideración debido a una constante evolución de la tecnología y el mercado (competidores, proveedores y clientes). Por esta razón es necesario tener claro el concepto de sistema logístico y cómo diseñar y planificar este tipo de sistemas, con el fin de poseer flexibilidad a través del desarrollo de una capacidad de reacción rápida ante cambios futuros.

2.1.1. CONCEPTO DE SISTEMA LOGISTICO

El concepto de logística está relacionado con el manejo del flujo de materiales desde su punto de origen hasta el momento en que llega al usuario. Sin embargo, este concepto, aplicado a los negocios, ha ido variando y progresando en las últimas décadas. Hoy en día, el concepto de logística se orienta a planear y dirigir las acciones logísticas de la empresa, como un todo o sistema, y no como funciones aisladas e independientes (La Torre, 1991).

Por esta razón ahora denotamos a la Logística como “sistema logístico”, y a partir de este concepto surge el de “administración del sistema logístico” – o simplemente “administración logística”.

La Torre (1991), además nos dice que la extensa variedad de actividades relacionadas con el flujo de materiales y productos, desde su adquisición hasta la entrega al consumidor – propias de la administración logística –, tienen una gran incidencia en los costos y ésta es mayor cuando dichas actividades funcionan separadamente y bajo distintos comandos.

Normalmente un Sistema Logístico se conforma de las siguientes cuatro funciones: **Aprovisionamiento** (compras), **Gestión de Stocks** (manejo de almacenes), **Planificación y Control de Inventarios** y **Distribución y Servicios** (Solís, 2000).

2.1.2. METODOLOGIA DE DISEÑO Y PLANIFICACION DE UN SISTEMA LOGISTICO

Bowersox (1996) propone una metodología, la cual divide en tres fases. La Figura 1 muestra el procedimiento general - propuesto por Bowersox (1996) - para desarrollar una metodología de diseño y planificación de un sistema logístico.

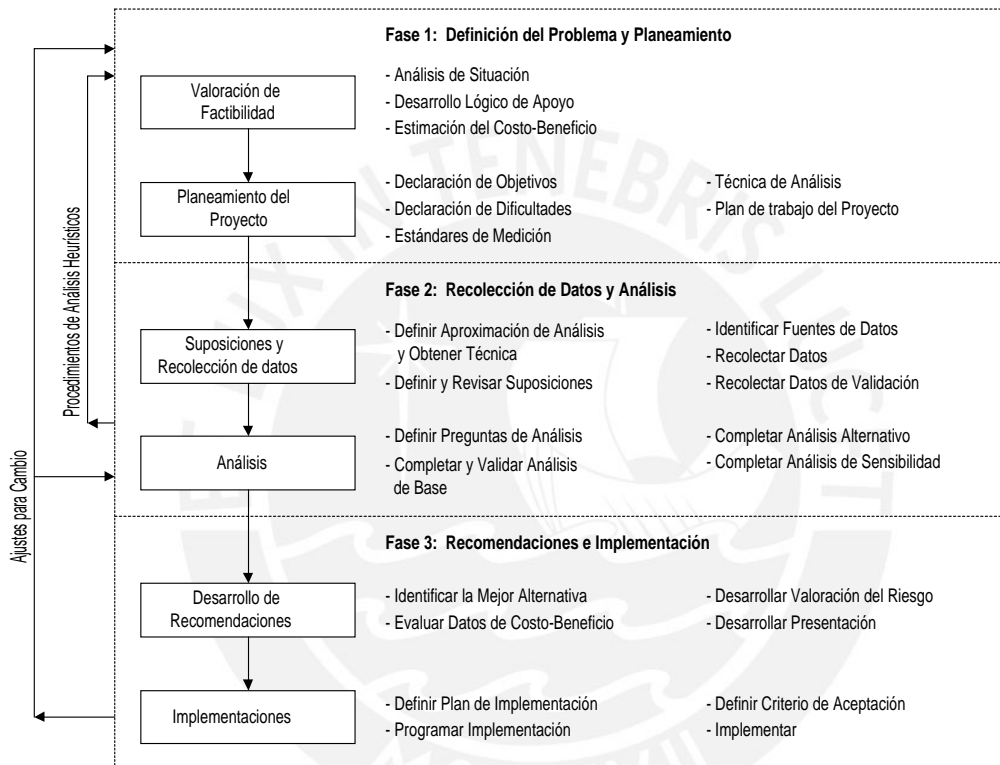


Figura 1. Proceso de Diseño Logístico

A continuación se aclaran algunas tareas en cada fase de esta metodología:

FASE 1: DEFINICION DEL PROBLEMA Y PLANEAMIENTO

Esta fase es esencial para todo el proyecto pues establece los fundamentos para todo lo que sigue. Por esta razón, es necesaria una completa y bien documentada definición del problema.

Valoración de Factibilidad

El planeamiento y diseño logístico debe tener una evaluación comprensiva de la situación logística actual. El objetivo, en este acápite, es entender el

ambiente, proceso y características de desempeño del sistema actual y determinar qué modificaciones parecen apropiadas.

Dentro de este acápite destaca el “análisis de situación”, donde se exige una revisión interna, una valoración del mercado (revisión de tendencias y demandas de servicios exigidos por los clientes), una evaluación de la competencia y evaluación de la tecnología (enfocado en la aplicación de capacidades de llaves tecnológicas logísticas), con el fin de determinar el potencial de mejoría.

Dentro de este acápite también destaca el “Desarrollo Lógico de Apoyo (DLA)”, el cual es usado para integrar los descubrimientos de la revisión interna, valoración de mercado y valoración de tecnología. El DLA actúa de la siguiente forma: primero, fuerza una revisión crítica de oportunidades de potencial y una determinación de si se justifica una investigación adicional; segundo, críticamente evalúa procedimientos y prácticas actuales usando análisis y evaluación lógica comprensiva que no es influenciada por la opinión, y tercero, incluye declaraciones claras de alternativas de rediseño de potencial, las cuales deben desafiar prácticas existentes, pero deben ser además prácticas.

Planeamiento de Proyecto

La complejidad del sistema logístico exige que cualquier esfuerzo para identificar y evaluar alternativas estratégicas o tácticas deban ser planeadas completamente para proveer una base sana para el cambio.

Dentro de este acápite se tiene la “declaración de objetivos”, la cual documenta las expectativas de costo y servicio – dentro de un aceptable presupuesto logístico – para la revisión del sistema logístico.

Además, este acápite presenta la “declaración de dificultades”, la cual nos da una perspectiva sobre las dificultades del planeamiento y nos permite limitar el alcance del plan, teniendo así, un punto de inicio bien definido.

También, es preciso desarrollar una “técnica de análisis”, la cual identifica técnicas alternativas de solución y genera la mejor alternativa.

El trabajo final en esta primera fase, es la elaboración de un “plan de trabajo”, en donde se determina, además, los recursos y tiempos requeridos para concluir la instauración del sistema.

FASE 2: RECOLECCION DE DATOS Y ANALISIS

Suposiciones y Recolección de Datos

Dentro de este acápite se tiene que “definir la aproximación de análisis”, la cual consiste en ver cómo nuestro análisis va a abordar las diferentes situaciones, según la realidad del problema. Además, se debe “obtener la técnica de análisis”, la cual consiste en la elección de la técnica más apropiada, ya sea ésta de análisis, simulación u optimización.

Dentro de este acápite, se debe también “definir y revisar suposiciones”. Según Bowersox (1996), si bien el formato diferirá según el proyecto, la suposición generalmente cae dentro de tres clases: suposición de negocios, la cual define las características del ambiente general del negocio, incluyendo mercado, consumidor, y tendencias de producto y acciones competitivas relevantes; suposición de administración, la cual define las características físicas y económicas del ambiente logístico alternativo o actual, y suposición de análisis, la cual asume las dificultades y limitaciones que deben ser incluidas para relacionar el problema a la técnica de análisis.

Además de la recolección normal de datos, deben recolectarse “datos de validación” los cuales son usados para verificar que los resultados precisamente reflejan lo que la realidad muestra. El objetivo de la validación es incrementar la credibilidad de la administración respecto del proceso de análisis.

Análisis

El Análisis usa la técnica y datos, de la actividad previa, para evaluar estrategias logísticas y alternativas tácticas. Entre las tareas a realizar, se tienen: (1) completar y validar análisis de base, en donde los resultados de esta operación son comparados con los datos de validación, recolectados previamente para determinar el grado de encaje entre ambos encuentros analíticos; (2) completar análisis alternativo, en donde las opciones deberían considerar posibles cambios en políticas y prácticas de administración, involucrando factores tales como niveles de inventario objetivo, y (3) completar análisis de sensibilidad, donde se varían factores incontrolables tales como

demanda o acciones competitivas con el fin de analizar diferentes posibilidades según la variación de condiciones.

FASE 3: RECOMENDACIONES E IMPLEMENTACION.

Desarrollo de Recomendaciones

Los resultados del análisis alternativo y de sensibilidad son revisados para determinar recomendaciones para la administración. Dos tareas incluidas son: (1) desarrollar una valoración del riesgo, el cual trata de ver cuán probable es que el ambiente de planeamiento coincida con las suposiciones, considerando el riesgo potencial con el cambio del sistema, y (2) desarrollar una presentación, el cual debe incluir mapas, gráficos y diagramas de flujo.

Implementaciones

Es la actividad de proceso final y tres tareas a realizar son: (1) programar la implementación, la cual disponga del tiempo adecuado para desarrollar procedimientos y entrenar; (2) definir criterios de aceptación, para evaluar el éxito del plan, y (3) implementar, donde se incluyen controles adecuados para asegurar que el desempeño ocurre de acuerdo a lo programado y que los criterios de aceptación son controlados con seguimiento cuidadoso.

2.2. ACTIVIDADES DESARROLLADAS POR UN SISTEMA LOGISTISCO

2.2.1. COMPRAS (APROVISAMIENTO)

Esta función se refiere a todas las actividades que conduzcan a la adquisición de bienes y servicios, por parte de una empresa y en condiciones favorables para ésta.

Lamber (1998) afirma que existen seis principales categorías de compra en la mayoría de compañías: (1) repuestos de equipos, (2) suministros, (3) provisiones para operación, (4) equipos de apoyo, (5) equipos para proceso y (6) servicios. Todas estas categorías serán enfocadas para una Empresa Comercializadora – el cual es tema de esta tesis.

2.2.1.1. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES EN COMPRAS

Según Soret (1994), las funciones más destacables de un departamento de compras se derivan de las siguientes cuatro cuestiones: ¿dónde comprar?, ¿cómo comprar?, ¿a quién comprar? y ¿en qué condiciones comprar (precio, calidad, servicio)?.

Por otro lado, Dobler (1996) menciona que la secuencia de operación de las principales actividades de la función Compras, es como sigue:

1. Coordinación con departamentos usuarios y almacén para identificar, reconocer, definir y describir las necesidades de compra; previa Requisición de Compra.
2. Diálogos y negociaciones con representantes de ventas.
3. Identificación de potenciales proveedores.
4. Estudio de mercado para materiales importantes (solicitud de cotizaciones).
5. Calificación de potenciales proveedores (precio, formas de pago y cantidades), a través de negociaciones.
6. Análisis de propuestas de proveedores (cotizaciones).
7. Selección de proveedores.
8. Preparación y emisión de Ordenes de Compra.

Siguiendo un análisis lógico podemos añadir dos pasos adicionales, a saber:

9. Hacer seguimiento de la Orden de Compra hasta la llegada del producto al almacén.
10. Cerrar la Orden de Compra.

Dobler (1996) afirma que una vez que el proveedor ha sido seleccionado, el departamento de compras prepara y emite una Orden de Compra numerada con un número de serie. En muchos casos la orden de compra llega a ser un documento legal de contrato, razón por la cual, ésta debe incluir todos los datos requeridos para asegurar un contrato satisfactorio, y debe ser redactada de una manera que deje poca posibilidad para mala interpretación por cualquiera de las partes.

Es posible modificar la Orden de Compra según previa negociación con el proveedor. En relación a esto, Dobler (1996) afirma que después de que una Orden de Compra ha sido emitida, pueden existir cambios en requerimientos

de la compañía los cuales frecuentemente exigen un cambio en el contrato. En tales casos, el comprador emite una Orden de Cambio, siguiendo los mismos procedimientos seguidos para la Orden de Compra original.

EVALUACION Y SELECCION DEL PROVEEDOR

Según Soret (1994), las tres características fundamentales que han de tenerse en cuenta cuando se valoran a los proveedores son: calidad, servicio y precio (considerando las condiciones de pago).

Christopher (1999), complementando a lo planteado por Soret, afirma que debemos buscar proveedores que puedan asegurar continuidad en los suministros, flexibilidad para aceptar cambios en las especificaciones (capacidad de respuesta) y entregas consistentes.

Lamber (1998), declara que para esta selección es necesario considerar, además, los factores de tiempo de entrega y soporte post-venta, del proveedor.

2.2.1.2. LABORES ADMINISTRATIVAS EN COMPRAS

Llamamos “labor administrativa en Compras” a aquella que no siendo notoria y obvia en cualquier proceso de compra, es desempeñada con razonamiento analítico, y desempeña una función de apoyo, importante para la parte operativa de la función compras.

El principio que ocasiona la aparición de la actividad administrativa en Compras, es la búsqueda de calidad tanto del proveedor como del producto que éste vende.

Lamber (1998) menciona que una de las labores administrativas es la reducción de los costos administrativos del departamento de compras, mediante el uso de los “programas de reducción de costo de compra”; “programas de administración de cambio de precio”, donde se cuestiona los incrementos de precio y se trabaja con el proveedor para mantenerlos bajos; “compras sin stock”, y el “establecimiento de relaciones de largo plazo con los proveedores”.

Dobler (1996), por otra parte, menciona las siguientes labores administrativas de compra – las cuales incluyen la administración de suministros:

- Compromiso temprano de Compras en el diseño de un producto.
- Continua identificación de amenazas y oportunidades en el ambiente de suministro de una compañía.
- Seguimiento de mejoras continuas en la cadena de suministro.
- Manejo de contratos y resolución de problemas relacionados.
- Participación activa en el proceso de planeamiento estratégico corporativo.

Algunas empresas hacen que su departamento de compras coteje la Orden de Compra con el Reporte de Recepción del Almacén y con la Factura que emite el proveedor, con el fin de verificar la correcta valoración de la Factura, de acuerdo a lo pactado inicialmente con la Orden de Compra (Dobler, 1996).

Es importante que la labor administrativa organice los records propios de las actividades de la función compras, con el fin de tener fácil acceso a ellos. En relación a esto, Dobler (1996) afirma que los records básicos y esenciales, para una operación efectiva del departamento de compras, son los siguientes:

- Record de las Ordenes de Compra.
- Record de la Carga de Compra (Ordenes en sí, archivadas con su descripción).
- Record de mercancías (características del material comprado).
- Record del proveedor.
- Record de contratos.

Por último, Dobler (1996) menciona que es una buena política evaluar el desempeño del proveedor, en su totalidad. Los individuos involucrados tradicionalmente incluyen al personal de compras, ingeniería, calidad, contabilidad y almacén (recepción). Cada personal que evalúa prepara un reporte de desempeño del proveedor el cual es remitido al departamento de compras.

ADMINISTRACION DEL TIPO *JUST IN TIME (JIT)*

Cuando se instaura un sistema del tipo JIT la comunicación entre el comprador y proveedor es esencial. Por esta razón, Lamber (1998) nos dice que en este caso debe existir una relación de confianza entre el comprador y el proveedor.

De aquí se concluye que la selección de los proveedores es esencial, debiendo existir contratos programados y a largo plazo.

2.2.1.3. CONSIDERACIONES ADICIONALES PARA LA FUNCION COMPRAS

UTILIDAD POTENCIAL

Según Dobler (1996), la función compras es responsable de gastar más de la mitad del monto de dinero que una compañía recibe como ingresos por ventas.

Dobler (1996) sugiere, además, que, para ver si la función compras ahorra dinero o no, es necesario analizar el Estado de Ganancias y Perdidas y el Balance General, de los cuales obtenemos las dos siguientes ecuaciones:

$$\text{Margen de Utilidad} = \frac{\text{ingreso neto}}{\text{ventas}} \quad (2.1)$$

$$\text{Ratio Volumen de Ventas del Activo} = \frac{\text{ventas}}{\text{activo total}} \quad (2.2)$$

Según Dobler (1996), el alto desempeño de la administración frecuentemente es evaluado según la capacidad de ésta para obtener ganancia del total del capital invertido en el negocio (basado en el control de costos). Esta capacidad se conoce con el nombre de ROI (*Return On Investment*), y una de las formas de medirlo la obtenemos combinando las dos ecuaciones anteriores:

$$\text{ROI} = (\text{Margen de Utilidad}) \cdot (\text{Ratio Volumen de Ventas del Activo}) \quad (2.3)$$

Dobler (1996) concluye diciendo que el ROI puede ser mejorado de tres formas: (1) reduciendo costos relativos a ventas (principalmente los gastos debido a compras), (2) consiguiendo más ventas de los activos disponibles o (3) por alguna combinación de las dos primeras. En conclusión, la función compras desempeña un papel importante en las utilidades de la empresa, y puede incrementarla mediante una disminución de los gastos ocasionados por comprar existencias.

EL PROBLEMA DE NECESIDADES DE COMPRA DE MONTO PEQUEÑO

Las Ordenes de Compra pequeñas son un problema permanente en toda organización. Dobler (1996) afirma que toda empresa tiene frecuentes

necesidades de compra con pequeño monto (algunas veces arriba del 80%), las cuales constituyen, en total, un porcentaje rara vez mayor del 10% de los gastos totales de la compañía.

A pesar de que ningún comprador quiere dedicar mayor esfuerzo administrativo en gastos de compra de menos del 10% de sus gastos totales, esto sucede frecuentemente. A continuación, y según la realidad peruana, se muestran dos propuestas de Dobler (1996), para que la función compras pueda minimizar el problema de tener Ordenes de Compra de monto pequeño:

Concentración en el Almacenaje

Cuando los mismos productos son pedidos en cantidades pequeñas una y otra vez, la solución lógica es pedirlos en cantidades más extensas y colocarlos en un inventario centralizado para ser retirados cuando se necesiten. Sin lugar a dudas, este tipo de compra debe ir de la mano de una previa clasificación ABC, la cual permita dedicar mayor atención a artículos de clase A.

Sistema de Orden por Teléfono, Fax o Transmisión Electrónica

Cuando el departamento de compras recibe una requisición, éste no prepara una Orden de Compra formal. En cambio, el pedido es colocado por teléfono, fax o e-mail, y la requisición es usada en el proceso de recepción.

REGISTRO Y ANALISIS DE RATIOS

El departamento de compras también debe analizar ratios y llevar registros, con el fin de mostrar el desempeño de la función compras. Entre los ratios y registros que propone La Torre (1991), hemos seleccionado los siguientes:

- N° de Ordenes de Pedidos recibidas, tramitadas, pendientes y anuladas.
- N° de Ordenes de Compra emitidas, atendidas, pendientes y anuladas.
- Monto de las compras en los diferentes puestos de venta.
- Porcentaje de Gastos por Compras (P.G.C.):

$$P.G.C. = \frac{\text{Gastos de Compras}}{\text{Monto de las Compras}} \cdot 100 \quad (2.4)$$

- Costo por Orden de Compra (C.O.C.):

$$C.O.C. = \frac{\text{Gastos de Compras con Orden de Compra}}{\text{N° Ordenes de Compra emitidas}} \quad (2.5)$$

- Monto de compras por caja chica.
- Distribución de las Ordenes de Compra por proveedor, y ordenadas en forma descendente, según valor de compra.

2.2.2. GESTION DE STOCKS (MANEJO DE ALMACENES)

Los almacenes basan su actividad en la “Gestión de Stocks”, la cual es el conjunto de actividades logísticas destinadas a conseguir una eficiente administración de los inventarios, mediante la responsabilidad de almacenar, custodiar, mantener y distribuir los artículos, que una empresa administra.

2.2.2.1. PROCEDIMIENTOS OPERACIONALES EN ALMACEN

Acosta (1998) hace una clasificación de estos procedimientos y responsabilidades, la cual, luego de haber revisado a varios autores, consideramos bastante acertada. La clasificación es la siguiente:

RECEPCION

Consiste en la descarga, desembalaje y recepción cuantitativa y cualitativa (control de calidad).

Según Dobler (1996), parte de la labor de recepción, es notificar a las personas interesadas de la llegada y condición del material. Por otro lado, Lamber (1998), dice que esta actividad incluye, además, la actualización de los records de inventario en el almacén, luego de la descarga del producto e inspección de daños.

ALMACENAJE

Consiste en la estiba, catalogación, codificación, ubicación y mantenimiento (el cual incluye la custodia, toma de inventarios y emisión de reportes de existencias).

En cuanto al “almacenamiento”, Lamber (1998) menciona el almacenaje semipermanente, el cual es el almacenaje de inventario en exceso que está referido como Amortiguador o Stock de Seguridad.

En cuanto a la Toma de Inventarios, Dobler (1996) menciona que cada ítem del inventario debería ser contado físicamente y chequeado contra los libros del Balance, al menos una vez al año. Los libros subsecuentemente son ajustados para emparejar la cuenta real. Dobler (1996), además, menciona que la Toma de Inventarios puede ser conducida en una de las tres formas siguientes:

1. **Inventario anual fijo:** cuando se toma inventario físico anualmente, al cierre del año físico.
2. **“Cycle Count” (inventario periódico) o inventario continuo.**
3. **Low-point inventory:** se toma inventario físico cuando el nivel de stock de un ítem alcanza su más bajo punto (es una toma de inventario irregular).

Según La Torre (1991), el problema de la toma de inventarios no puede ser adecuadamente cubierto con un “sistema de control uniforme”, en el que a todos los productos se les toman inventario con la misma frecuencia. Al respecto, La Torre recomienda:

- 3 veces al año para los productos del grupo A
- 2 veces al año para los productos del grupo B
- 1 vez al año para los productos del grupo C

(Ver Punto 2.2.3.2., para ver la proporción de cantidad de ítems que contiene cada clase (A, B y C), según la clasificación ABC).

Según la Ley de Pareto, el grupo A se refiere a los productos de mayor valor, los cuales se encuentran en menor cantidad. Por lo tanto, los “pocos ítems de alto valor” deberían ser objeto de inventarios más exactos y frecuentes.

DESPACHO

Tiene por funciones entregar los materiales (transferencia), con las debidas autorizaciones, y evitar materiales obsoletos, deteriorados y con poca rotación. Lamber (1998), considera que Despachos también se refiere a transferencia de información.

Para realizar el despacho, debe tenerse en cuenta: el embalaje a utilizar, el tipo de transporte y el peso y volumen, detallando esto último en los bultos.

SOLICITUD DE REPOSICION DE STOCK

Esta operación se realiza en coordinación con el área de planificación y control de inventarios.

Esta solicitud se hace a través de una “Requisición de Compra”, la cual, según Dobler (1996), es generalmente emitida, por el almacén, en un mínimo de dos copias; una copia es enviada al departamento de compras y la otra es retenida en el archivo del almacén.

2.2.2.2. ADMINISTRACION DE INVENTARIOS

Según Dobler (1996), la administración de inventarios se enfoca hacia el diseño de los sistemas, utilizados para desempeñar las actividades de almacenamiento.

Este diseño consiste en: desarrollar un sistema no ambiguo de identificación de existencias, diseñar adecuadamente la localización de las existencias, elegir los correctos equipos para la manipulación de existencias del almacén, diseñar el sistema de rotación y valorización de inventario y diseñar los documentos a utilizar.

ROTACION DE INVENTARIOS

Se refiere al movimiento físico de las existencias y, de acuerdo con Acosta (1998), existen dos métodos para realizarla: FIFO (*First In, First Out*), donde los primeros materiales en ingresar al almacén serán despachados primero al solicitante, y LIFO (*Last In, First Out*), donde los últimos ingresos serán las primeras salidas.

En este caso, Acosta (1998) menciona que es preferible aplicar el método FIFO, pues sería contraproducente despachar, al solicitante, en primer lugar materiales recién ingresados, mientras continúan en espera en el almacén los materiales ingresados con anterioridad.

VALORIZACION DE EXISTENCIAS

Acosta (1998) dice que los dos métodos anteriores (FIFO y LIFO) son, también, utilizados para realizar la Valorización; con la diferencia que en el caso de valorización, el movimiento es considerado netamente contable, y no físico.

Por otro lado, Solís (2000) propone un tercer método, llamado “Valorización por Precio (o Costo) Promedio”, el cual puede ser: Instantáneo o Mensual.

En el método de **Precio Promedio Instantáneo**, cada vez que se produce un ingreso, se calcula el precio promedio y cada salida sale con el valor de ese precio promedio.

Los métodos LIFO o FIFO implican llevar la cuenta del costo y fecha en el que ingresa cada producto, para utilizar ese mismo valor de costo cuando el producto salga del inventario. Por otro lado, en el método de Precio Promedio Instantáneo se requiere registrar el valor simultáneamente con su ingreso al almacén, separando el movimiento de unidades del proceso de valorización. Con esto, se quiere decir que uno puede usar un sistema de valorización de Precio Promedio Instantáneo y despachar las mercancías mediante un sistema FIFO o LIFO.

DISEÑO DE DOCUMENTOS

Acosta (1998) establece que es necesaria la existencia de tres documentos básicos: la Nota de Ingreso al almacén, la Nota de Salida del almacén, y la Ficha de Kárdex, la cual describe totalmente al producto. Además, es necesaria la Requisición de Compra (Solicitud de Compra).

Mediante la Ficha de Kárdex el almacenero puede obtener información actualizada de los saldos existentes así como los datos de consumos, para efectos de cálculos estadísticos. Por eso, es necesario que éstas contengan las columnas necesarias dónde registrar los números de Notas de Ingreso, Notas de Salida, solicitante y saldos.

2.2.2.3. CONCEPTOS DE MANIPULACION DE STOCKS

MOVIMIENTOS DE ALMACEN

Desde el punto de vista físico, cada espacio donde se almacenan las diversas existencias que una empresa maneja representa un “subalmacén”. Bajo este concepto, dichas existencias pueden tener tres tipos de movimiento físico: transferencia (movimiento entre subalmacenes), salida del almacén e ingreso al almacén.

Los **ingresos al almacén** se deben a: compra local, importaciones, ingreso por consignación, devolución por ventas y devolución interna.

Por otro lado, las **salidas del almacén** son por causa de: ventas, salidas varias para uso de la empresa, devolución de compra, reposición por devolución de venta y destrucción.

Por último, las **transferencias** pueden deberse a un cambio de ubicación en el mismo almacén o un cambio de situación (por ejemplo salir de cuarentena).

Desde el punto de vista logístico es necesario diferenciar los diversos motivos de ingreso y salida, debido a que cada movimiento posee una cuenta contable previamente asignada.

METODOS DE ALMACENAJE

Según Dobler (1996), un objetivo importante de todas las operaciones de almacenaje es diseñar sistemas que minimicen el deterioro y desperdicio. Por ejemplo, para evitar el desperdicio por obsolescencia, se diseñan sistemas FIFO; y para evitar el deterioro se diseñan sistemas de protección especial, evitando que el producto reaccione en forma no deseada (productos sensibles a la humedad, calor y/o frío).

UNIDADES DE EMISION

Un almacén no siempre emite un material en las mismas unidades en las cuales fue comprado. Por esta razón, Dobler (1996) recomienda, para evitar posibles dificultades de comunicación, que la **unidad estándar de emisión** para un material sea usualmente definida como **la más pequeña cantidad posible a ser emitida**.

EQUIPOS DE MANIPULACION

Pueden ser divididos en dos tipos: equipos de almacenaje (estantes, armarios, vitrinas, racks, balanzas, etc.) y equipos de transporte (parihuelas, plataformas con garruchas, cajas, patos, etc.). El tipo de equipo a usar (dimensión, forma, mecanismo, etc.) dependerá del tipo de producto a manipular.

2.2.2.4. ALMACENAMIENTO EN AMBIENTE *JUST IN TIME* (JIT)

Según Christopher (1999), en el área de logística, JIT genera relaciones totalmente nuevas con los proveedores y los transportistas, y exige nuevos enfoques en el manejo de inventarios. Por esta razón, para cumplir con los niveles rigurosos de servicio que demanda JIT, es muy importante que las funciones logísticas se integren – en sistemas y comunicaciones – y dirijan bien.

Por otro lado, la creciente popularidad de la manufactura JIT, la reducción de los ciclos de vida del producto y un énfasis incrementado en la competencia basado en el tiempo, han obligado a las compañías a sostener bajos niveles de inventario, debido a que cargarlos en exceso es costoso.

Por todo lo dicho, la política de JIT refiere que el material deberá llegar al almacén de una empresa en el momento preciso en el que se le necesita dejando a un lado almacenes abarrotados de material.

FUNCION ALMACENAMIENTO

Christopher (1999) menciona que en la función almacenamiento, se deben atender aspectos “estructurales” que son difíciles de cambiar a corto plazo, los cuales están relacionados con las instalaciones y los sistemas de manejo de materiales – específicamente en el desarrollo de planes de instrumentación de la parte operativa. En tal sentido, Lamber (1998) dice que debe haber una capacidad incrementada para entregar y consolidar los ítems, requiriéndose diferentes formas de equipos de entrega de materiales, para facilitar el movimiento de muchos productos en pequeñas cantidades.

Según Lamber (1998), JIT requiere niveles de inventario reducido y más sistemas logísticos de respuesta, produciendo grandes exigencias en el

almacenamiento, con el fin de maximizar tanto la eficiencia como la eficacia de éste. Entre estas exigencias, Lamber menciona las siguientes:

- Compromiso total con la calidad.
- Tamaños de lote reducidos, tanto en la recepción como en la entrega.
- Eliminación de actividades que no dan valor agregado: movimientos físicos y actividades de manipuleo no esenciales e ineficientes.
- Flujo rápido de materiales.

Además de esto, Dobler (1996) dice que la utilización de la filosofía JIT se hace para materiales del tipo A (en la clasificación ABC), comprados en una base contractual de largo plazo, con entregas frecuentes de pequeños volúmenes. En cuanto al resto de materiales (tipos B y C), ellos son manipulados por alguno de los otros sistemas estándar convencionales – pe. sistema de punto de reorden.

El personal del almacén hace un seguimiento de los niveles de stock, al menos diariamente, y comunica al comprador posibles problemas de exceso o escasez.

2.2.2.5. CONSIDERACIONES ADICIONALES PARA LA FUNCION ALMACENAMIENTO

DISEÑO DEL AREA DE ALMACENAMIENTO (*LAYOUT*)

Un buen sistema de almacenamiento depende en gran medida de un buen diseño y distribución de los espacios asignados para el almacenaje (*layout*). En consideración a esto, Dobler (1996) establece que el buen *layout* del almacén intenta lograr los siguientes cinco objetivos:

1. Flujo en línea recta de las actividades operacionales de almacenamiento, a través de las áreas del almacén, y con mínimos retornos por equivocación.
2. Mínima manipulación y transporte de materiales.
3. Mínimos viajes y movimiento de personal desperdiciados.
4. Eficiente uso del espacio.
5. Previsión para flexibilidad y expansión del *layout*.

Los criterios iniciales usados para hacer el trazado del almacén son: el tamaño, la forma y el tipo de material a ser almacenado. Una vez que estos

criterios han sido determinados, el diseño del *layout* se hace junto con un análisis del espacio físico disponible. Con el fin de obtener un óptimo *layout*, Dobler (1996) propone el desarrollo de “códigos de ubicación”.

Según Dobler (1996) existe un eslogan muy manoseado que refiere lo siguiente:

“un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”

Un “lugar para cada cosa” puede ser planeado. Sin embargo, no es una tarea fácil mantener “cada cosa en su lugar”. Por esta razón, el desarrollo de un buen sistema de “códigos de ubicación” de almacenamiento es de gran ayuda para quienes tratan de mantener cada cosa en lugar.

Este proceso, según Acosta (1998), consiste en asignar un código alfanumérico a cada espacio físico, dentro del almacén, donde se ubicará el material.

RECOJO DE MATERIALES INSERVIBLES

Según Lamber (1998), este proceso es referido como “Logística Invertida” y consiste en deshacerse de chatarra, excedentes (pe. cartones, envolturas de encogimiento, cables de embalaje, etc.) o materiales obsoletos (debido a sobrecompras), los cuales no tienen ningún valor para la empresa. Este tema está ganando importancia significativa debido al incremento de la conciencia pública acerca del ambiente, una legislación gubernamental más severa y un mejor reconocimiento a las oportunidades que este proceso ofrece en retorno.

Según Lamber, la tarea básica de la Logística Invertida incluye una clasificación de desechos, basado en si algo puede ser reutilizado, y la posibilidad de contaminación ambiental que éste ocasiona.

2.2.3. PLANIFICACION Y CONTROL DE INVENTARIOS

Consiste en determinar las cantidades a comprar en un momento dado para mantener niveles de inventario adecuados, según las operaciones y posibilidades de la empresa, satisfaciendo de ese modo su mercado.

Esta tesis sólo desarrollará la planificación y control de inventarios para productos que exhiben demanda independiente¹, debido a que la empresa usada para el estudio de caso sólo comercializa productos y no realiza ningún proceso productivo o de transformación.

2.2.3.1. EL CONCEPTO DE PLANIFICACION DE COMPRAS

PLAN DE COMPRAS

Según Dobler (1996) este plan se realiza inmediatamente después del presupuesto de compra de materiales y cuando el producto no está sujeto a factores aleatorios. Es realizado previamente a cualquier otro método de planificación de compra y en especial para los productos tipo A (en la clasificación ABC), poniéndose énfasis en los contratos de compra.

MODELOS DE REPOSICION CON SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIO

Cálculo del Lote Económico de Compra (EOQ)

Krajewski (1996) desarrolla el cálculo de EOQ de la siguiente forma:

Considerando a “Q” como el tamaño de “lote promedio” de compra, se tiene:

Costo Total Anual = Costo Anual de Almacenar + Costo Anual de Ordenar

Equivalentemente:

$$C = \frac{Q}{2} \cdot H + \frac{D}{Q} \cdot S \quad (2.6)$$

donde, C : Costo Total Anual.

Q : Tamaño del Lote (en unidades).

H : Costo de Almacenar una unidad, por un año.

D : Demanda Anual (en unidades por año).

S : Costo de Ordenar un Lote (dinero por lote).

La siguiente figura muestra cómo varían los costos de ordenar y almacenar, y el costo total.

¹ Dobler (1996) hace la diferencia entre productos que exhiben demanda dependiente y demanda independiente.

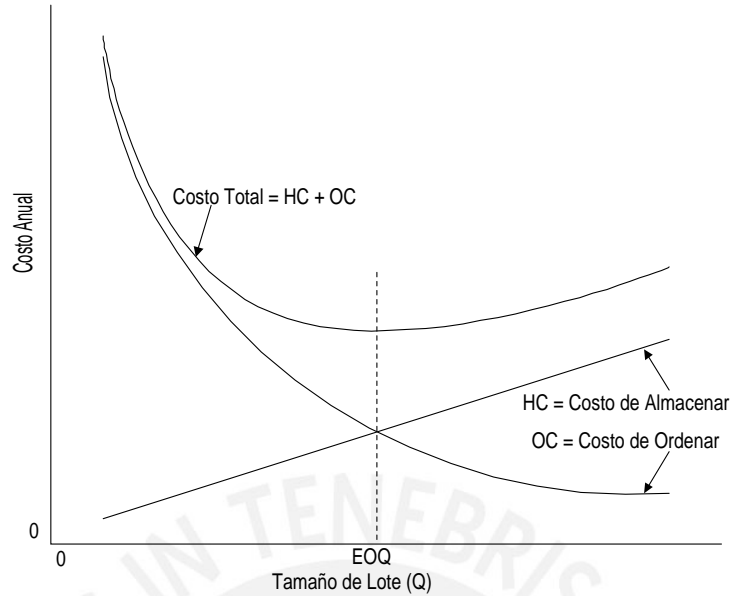


Figura 2. Lote Económico (EOQ)

Tomando, la primera derivada a la ecuación del Costo Total (C) con respecto a Q – tal cual lo hacen Krajewski (1996) y Dobler (1996) –, igualando a cero y resolviendo para Q se obtiene la siguiente representación de EOQ:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot S}{H}} \quad (2.7)$$

De este modo obtenemos el tamaño de lote o cantidad a ordenar (EOQ), para la cual el Costo Total Anual (C) es mínimo.

Algunas políticas de inventario antes que basarse en el tamaño de lote, lo hacen en el Tiempo entre Ordenes de Reposición (*Time Between Orders*: TBO). Krajewski (1996), muestra que el TBO – cuando se usa el EOQ y es expresado en términos de meses – es:

$$TBO_{EOQ} = \frac{EOQ}{D} \cdot (12 \text{ meses / año}) \quad (2.8)$$

Sistema de Revisión Continua (Q)

Según Krajewski (1996), este sistema rastrea el inventario que queda de un producto cada vez que un retiro es hecho, con el fin de determinar si es o no tiempo de reordenar. Krajewski (1996) desarrolla este sistema de la siguiente forma:

Analizando las figuras 3 y 5, la Posición de Inventario (IP) mide la capacidad para satisfacer la demanda futura; ésta incluye Recepciones Programadas

(Scheduled Receipts: SR), Inventario en Almacén (On-Hand Inventory: OH) y Ordenes Pendientes de Atender por falta de stock (Backorders: BO). De este modo se tiene:

$$IP = OH + SR - BO \tag{2.9}$$

En un sistema Q, cuando IP alcanza un nivel mínimo predeterminado, llamado Punto de Reorden (R), una cantidad fija “Q” del producto es ordenado (generalmente $Q = EOQ$); pudiendo tenerse un tiempo de entrega del proveedor (Lead Time: L) variable.

Selección del Punto de Reorden (R)

En un caso real, la demanda y el lead time son impredecibles. Por esta razón, Krajewski (1996) utiliza el concepto de Stock de Seguridad (SS) y define el punto de reorden (R) como:

$$R = \text{Demanda Promedio durante el Lead Time} + \text{Stock de Seguridad} \tag{2.10}$$

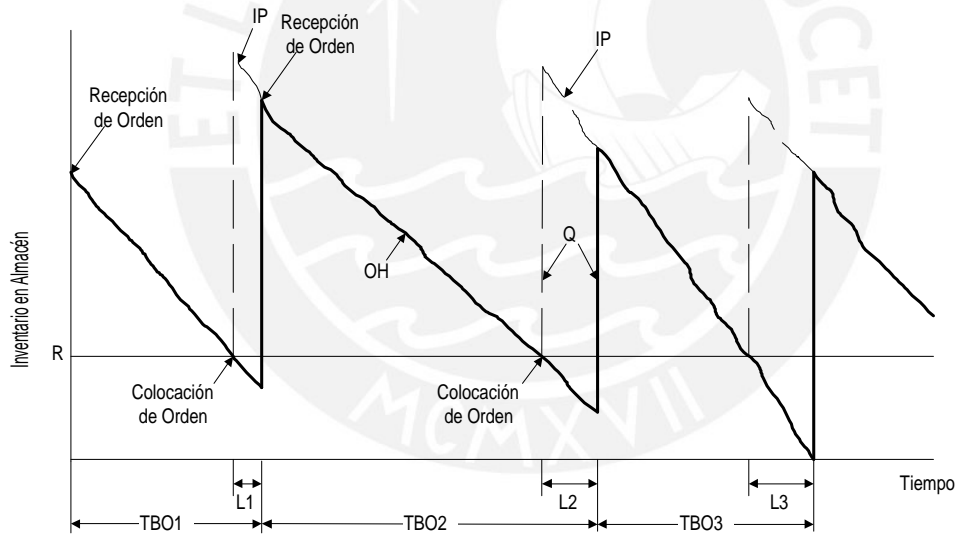


Figura 3. Sistema Q cuando la Demanda y el Lead Time son inciertos

Según la Figura 3, cuando el inventario alcanza el punto R, una nueva orden de Q unidades es colocada. El inventario en almacén continúa cayendo a través del lead time (L), hasta que la orden es recibida. En ese momento – el cual marca el fin del lead time – el inventario en el almacén se eleva en Q unidades. Krajewski (1996) nos dice que la determinación del valor de R se basa en la elección de una “política de nivel de servicio” (que es la probabilidad deseada para no quedarse sin stock en cualquier ciclo de inventario), de tal modo que

permita hallar el stock de seguridad que satisfaga esta política. Para hacer esto, Krajewski (1996) propone el uso de una función de distribución de probabilidad Normal. En la Figura 4, se observa que el área bajo la curva es el nivel de servicio, y el punto R es la suma de la demanda durante el *lead time* más el stock de seguridad (SS). La Figura 4 muestra la distribución de frecuencias para la demanda producida durante el *Lead Time*, y dependiendo del Nivel de Servicio que se quiera ofrecer, se aprecia que el Stock de Seguridad ($z \cdot \sigma_L$) puede aumentar o disminuir.

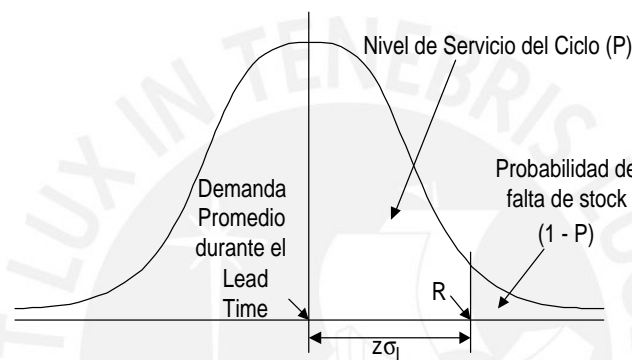


Figura 4. Distribución de Probabilidad Normal para encontrar el Stock de Seguridad

Como se observa, el SS es:

$$\text{Stock de Seguridad} = z \cdot \sigma_L \tag{2.11}$$

donde, z : número de desviaciones estándar desde la media, requerida para implementar el nivel de servicio.

σ_L : desviación estándar de la demanda durante el *lead time*.

Si se sabe la desviación estándar de la demanda σ_t , sobre algún intervalo de tiempo t , y considerando L constante (la ecuación será aplicada también para cuando L no sea constante) y expresado como un múltiplo (o fracción) de t , el valor de σ_L se obtiene de la siguiente ecuación:

$$\sigma_L = \sigma_t \cdot \sqrt{L} \tag{2.12}$$

En este caso, Silver (1998) propone hallar “ σ_t ” a través del error de pronóstico “MSE” (ver Punto 2.2.3.4.). De este modo se tiene:

$$\sigma_t = \sigma_1 = \sqrt{\text{MSE}} \tag{2.13}$$

donde “ σ_1 ” es la desviación estándar para un periodo igual al intervalo de actualización del pronóstico de la demanda.

Sistema de Revisión Periódica (P)

En este sistema el nivel de inventario se revisa en periodos fijos “P”, antes que en forma continua, y una nueva orden es colocada siempre al final de cada revisión. La Figura 5 muestra el comportamiento de este sistema.

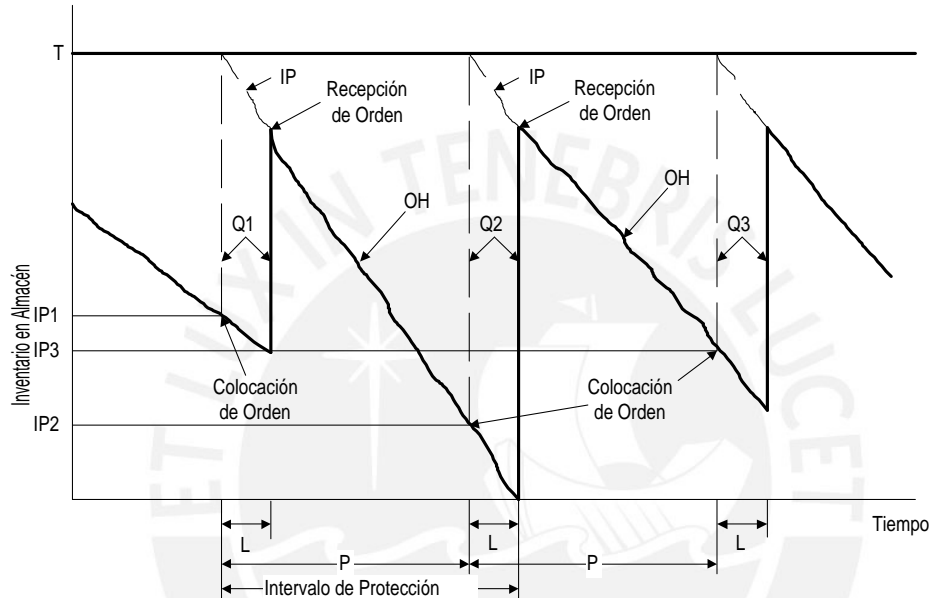


Figura 5. Sistema de Revisión Periódica (P)

Según Krajewski (1996), cuando el tiempo predeterminado P, ha transcurrido desde la última revisión, una orden es colocada para elevar el nivel de inventario (línea punteada), hasta el nivel de inventario objetivo, T.

Selección del Tiempo entre Revisiones (P)

Krajewski (1996) establece el tiempo P igual al tiempo promedio entre órdenes para la cantidad económica a pedir (EOQ); entonces:

$$P = TBO_{EOQ} \tag{2.14}$$

Selección del Nivel de Inventario Objetivo (T)

Un sistema P necesita protección contra falta de stock por un intervalo P + L, debido a que las ordenes son colocadas solamente a intervalos fijos. Por esta razón, el Nivel de Inventario Objetivo (T) debe igualar la demanda esperada durante el intervalo de protección P + L, más suficiente stock de seguridad para

protegerse contra incertidumbre de *lead time* y demanda durante ese mismo intervalo de protección. De este modo se tiene:

$$T = \begin{matrix} \text{Demanda Promedio} \\ \text{durante el intervalo} \\ \text{de protección} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{Stock de Seguridad} \\ \text{para el intervalo de} \\ \text{protección} \end{matrix} \quad (2.15)$$

El cálculo del SS para el Sistema P se realiza con la distribución normal de probabilidad – al igual que para el sistema Q – usando esta vez la desviación estándar σ_{P+L} , referida al intervalo de protección. De este modo se tiene:

$$\text{Stock de Seguridad} = z \cdot \sigma_{P+L} \quad (2.16)$$

Basado en la lógica anterior para calcular σ_L , se tiene:

$$\sigma_{P+L} = \sigma_t \cdot \sqrt{P+L} \quad (2.17)$$

Por lo tanto:

$$T = (\text{Demanda promedio durante el Intervalo de Protección}) + z \cdot \sigma_{P+L} \quad (2.18)$$

Otros métodos de reposición, utilizados para materiales de menor importancia, son: **Según Consumo** (en productos de consumo aleatorio, se compra la cantidad consumida tal que se tenga un mismo nivel de stock) y **Según Necesidad** (equivale a no tener stock y se compra cuando existe la necesidad). Dobler (1996), además hace mención a las **Compras Adelantadas** como una forma de planificación y protección contra incertidumbre.

2.2.3.2. CLASIFICACION DE INVENTARIOS POR CANTIDAD-VALOR

Según Dobler (1996), esta clasificación se basa en la teoría de la Clasificación ABC (Ley de Pareto), donde se establece que un 20 por ciento de los ítems justifica el 80 por ciento del total invertido.

Existiendo diversos criterios para hacer la Clasificación ABC, Acosta (1998) muestra el procedimiento para realizarla usando el “valor de stock almacenado”; mientras que La Torre (1991) lo hace utilizando el “valor del consumo de inventario”. Basado en estos dos criterios de aplicación, se puede describir el siguiente procedimiento genérico de Clasificación ABC:

1. Según el criterio de análisis (nivel de inventario en stock, cantidades vendidas, etc.), hallar las “cantidades físicas” de cada artículo que

muestran cómo fue su desempeño durante el periodo de análisis (nivel de stock, ventas, etc.).

2. Hallar el “valor unitario” (valor del consumo, precio de compra, utilidad del artículo, etc.) de cada ítem, considerando el criterio de análisis del Paso 1.
3. Hallar el “valor monetario”, multiplicando el valor unitario, hallado en el Paso 2, por la cantidad física, hallada en el Paso 1.
4. Ordenar en escala descendente los valores monetarios.
5. Sumar los valores monetarios y obtener el “total monetario”.
6. Calcular los “porcentajes” de cada uno de los productos en base a los valores monetarios y como una fracción del total monetario.
7. Sumar en forma descendente los porcentajes acumulándolos y agrupándolos hasta adaptarlos lo más cerca posible a la escala establecida en la Ley de Pareto. Una posible escala a utilizar puede ser la siguiente:

Grupo A representa el **80% del valor monetario**

Grupo B representa el **15% del valor monetario**

Grupo C representa el **5% del valor monetario**

8. Con los datos obtenidos se está en condiciones de trazar la curva ABC, la cual muestra los resultados de distribución de los “ítems activos”.

La Figura 6 muestra la curva ABC. Soret (1994) incluye, en el gráfico, la recta que denomina “recta de equiconcentración”. Según Soret, en esta recta todos los artículos adquieren exactamente la misma importancia, y cuanto más alejada de ésta esté la curva de Pareto, mayor es la desigualdad entre los artículos.

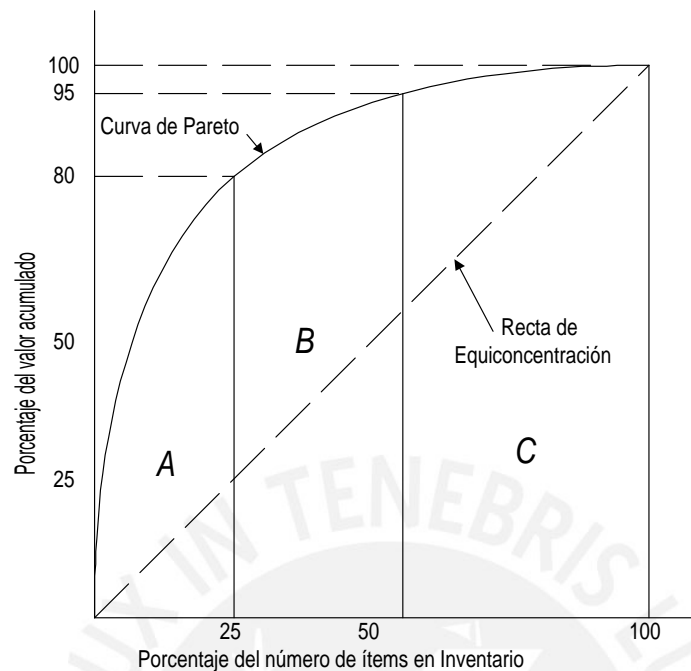


Figura 6. Curva ABC (Ley de Pareto)

Los ítems del **grupo A** son pocos y de “alto valor”, pues representan la mayor parte de la inversión en ítems activos del inventario. Los del **grupo B** tienen un “valor intermedio” y por ende, importancia secundaria. Por último, los ítems del **grupo C** son muy numerosos y de menor importancia, pues son de “bajo valor”. La Torre (1991) menciona que el grupo A debería recibir las mayores atenciones – en lo referente a programación y control –, con el fin de reducir costos; en contra parte, los ítems del grupo C deberían recibir la menor atención.

Por otro lado, Dobler (1996) sugiere que cada material podría, además, ser clasificado de una forma más detallada usando una escala de tres puntos: **1**, para indicar “crítico”; **2**, para indicar “medio”, y **3**, para indicar “no crítico”. Así, por ejemplo, un material del tipo A menos importante sería designado como ítem A-3.

Por último, existiendo criterios de costo y utilidad para hacer la clasificación ABC, Lamber (1998) recomienda hacerla utilizando la utilidad que los productos generan.

2.2.3.3. METODOS DE REPOSICION DE STOCK

Para artículos de bajo valor anual – por ejemplo ítems tipo C-3 (según la clasificación ABC) – no vale la pena utilizar enfoques de control complejos. En estos casos, se utilizan los dos métodos generales siguientes:

METODO DE LOS DOS RECIPIENTES

Según Echazú (2001) este método consiste en separar físicamente, en un segundo recipiente y sellándolo, una cantidad de stock equivalente al punto de orden. Cuando se ha consumido todo el stock del recipiente abierto, se abre este segundo recipiente y se notifica que se reponga el stock.

Este método es apropiado cuando es posible asignar la responsabilidad a una sola persona. Sin embargo, debe disciplinarse al personal para que no consuma el stock de reserva sin avisar su reposición.

METODO DE REVISION VISUAL

Consiste en revisar periódicamente el nivel de stock, pero en una forma mucho más superficial y empírica que el Sistema de Revisión Periódica tratado en el punto 2.2.3.1.

Esta técnica es más satisfactoria que el método de Dos Recipientes, cuando la responsabilidad no puede ser asignada a una sola persona. Además, funciona bien en los stocks de piso – aquellos fáciles de visualizar.

2.2.3.4. PRONOSTICOS DE CONSUMO Y PROYECCIONES

Pronosticar es el arte y ciencia de predecir los eventos del futuro, utilizando herramientas y métodos matemáticos sofisticados, junto con el juicio humano.

Según Silver (1998), los modelos más sofisticados son realmente apropiados para pronósticos de mediano o largo plazo, y tal vez, para pronósticos de corto plazo en ítems del tipo A (clasificación ABC).

MÉTODOS DE PRONOSTICO CUALITATIVOS

Según Schroeder (1995), es recomendable su uso cuando los datos del pasado no sean confiables para predecir el futuro, y cuando se hace la introducción de nuevos productos.

Lamber (1998) sugiere como parte de este método **hacer encuestas a las intenciones del comprador y solicitar las opiniones de vendedores o expertos**; todo esto con el fin de desarrollar pronósticos de ventas.

MÉTODOS DE PRONOSTICO CUANTITATIVOS

En este caso se considera que los datos del pasado son indicadores confiables para predecir el futuro. Schroeder (1995) clasifica en dos estos métodos: causales y de series de tiempo.

Pronósticos por Métodos Causales

Según Schroeder (1995), en general, los métodos causales de pronóstico desarrollan un modelo de causa y efecto entre la demanda y otras variables.

El método de Regresión Lineal Simple es uno de los métodos causales mejor conocidos, y el modelo matemático presentado por Schroeder (1995), es el siguiente:

$$\hat{y} = a + b \cdot x \quad (2.19)$$

donde, \hat{y} : demanda pronosticada.
 x : variable independiente.
 a : intersección del eje "y".
 b : pendiente.

Minimizando la suma del cuadrado del error, a través de cálculos, se obtiene el siguiente grupo de ecuaciones:

$$a = \frac{\sum y_i}{n} - b \cdot \frac{\sum x_i}{n} \quad (2.20)$$

$$b = \frac{n \cdot \sum x_i y_i - [(\sum x_i) \cdot (\sum y_i)]}{n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (2.21)$$

Usando el coeficiente de determinación (r^2), es posible determinar qué tan buen pronóstico realiza este método. Este coeficiente se calcula de la siguiente forma:

$$r^2 = \frac{[n \cdot \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)]^2}{[n \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] \cdot [n \cdot \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]} \quad (2.22)$$

Cuando el valor de r^2 se acerca a 1, se tiene un buen pronóstico.

Schroeder (1995), también menciona que la regresión de una sola variable (Regresión Lineal Simple) puede extenderse a la Regresión Múltiple, la cual utiliza más de una variable endógena.

Pronósticos por Series de Tiempo

Una ecuación genérica, propuesta por Silver (1998), es la siguiente:

$$x_t = a + b \cdot t + F_t + \varepsilon_t \quad (2.23)$$

donde, x_t : demanda pronosticada para el periodo t.

a : un nivel.

b : una tendencia (lineal).

F_t : un coeficiente (índice) estacional apropiado para el periodo t.

ε_t : variable aleatoria irregular independiente con media 0 y varianza constante σ^2 (es el error).

Promedio Móvil Simple

Según Silver (1998), se tiene el siguiente modelo de demanda:

$$x_t = a + \varepsilon_t \quad (2.24)$$

donde, la estimación del parámetro “a” al final del periodo t (\hat{a}_t) es igual al promedio móvil simple de N periodos ($\bar{x}_{t,N}$):

$$\hat{a}_t = \bar{x}_{t,N} = \frac{x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-N+1}}{N} \quad (2.25)$$

donde, los “ x_i ” son demandas observadas reales en los periodos correspondientes. De esta forma, el pronóstico, hecho al final del periodo t, de la demanda en el periodo “t + τ ” (para $\tau = 1, 2, 3, \dots$) es:

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = \hat{a}_t \quad (2.26)$$

Notar que el Promedio Móvil Simple es simplemente la media de las N observaciones más recientes. Además, sabe de estadística que $\bar{x}_{t,N}$ se distribuye con media “a” y desviación estándar $\sigma_\varepsilon / \sqrt{N}$. Por esta razón, Silver

(1998) menciona que cuanto más grande es N , más precisa será la estimación – siempre que el mismo modelo sea aplicable; sin embargo, si hay algún cambio en el parámetro “ a ”, es preferible tomar un N pequeño porque dará más peso a los datos más recientes. Aun así, igual peso es dado a los N valores más recientes, con ningún peso que diferencie los datos recientes de los antiguos. Por esta razón, puede considerarse el modelo siguiente.

Promedio Móvil Ponderado

Propuesto por Schroeder (1995), consiste en colocar un peso (W_i) mayor sobre los datos recientes, y haciendo una analogía con el modelo propuesto por Silver (1998), se tiene el mismo modelo de demanda que el caso de Promedio Móvil Simple.

En este caso, la estimación del parámetro “ a ” al final del periodo t (\hat{a}_t) es igual al promedio ponderado “ $\bar{x}_{t,N}$ ”:

$$\hat{a}_t = \bar{x}_{t,N} = W_1 \cdot x_t + W_2 \cdot x_{t-1} + \dots + W_N \cdot x_{t-N+1} \quad (2.27)$$

donde: $\sum_{i=1}^N W_i = 1$ con $W_1 > W_N$

y los “ x_i ” son demandas observadas reales en los periodos correspondientes. Igual al modelo de Promedio Móvil Simple, el pronóstico al final del periodo t , de la demanda en el periodo “ $t + \tau$ ” (para $\tau = 1, 2, 3, \dots$) es:

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = \hat{a}_t \quad (2.28)$$

Suavización Exponencial Simple

Según Schroeder (1995), la Suavización Exponencial se basa en la idea de que es posible calcular un promedio nuevo a partir de un promedio anterior y de la demanda más recientemente observada. Al igual que en el caso de Promedios Móviles, Silver (1998), propone como modelo de demanda, el modelo mostrado en la Ecuación 2.24.

Según Silver (1998), la estimación del parámetro “ a ” se hace mediante la siguiente fórmula de actualización:

$$\hat{a}_t = \alpha \cdot x_t + (1 - \alpha) \cdot \hat{a}_{t-1} \quad (2.29)$$

donde, “ α ” es conocida como “constante de suavización” y, según Silver (1998), la relación entre “ α ” y el número de periodos “ N ” para un promedio móvil es:

$$\alpha = 2 / (N + 1) \quad (2.30)$$

Como se aprecia en la Ecuación 2.29, es necesario tener un valor inicial estimado del parámetro “a”, para realizar los pronósticos. Este valor inicial \hat{a} , según Silver (1998), es igual a la demanda promedio de los últimos periodos históricos.

Por lo tanto, el pronóstico, según Silver (1998), hecho al final del periodo t, para cualquier periodo futuro “t + τ ” (para $\tau = 1,2,3, \dots$) es:

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = \hat{a}_t \quad (2.31)$$

Suavización Exponencial para un Modelo de Tendencia (Tendencia Lineal)

Según Silver (1998), un modelo de suavización algo más sofisticado es necesario cuando el patrón de demanda involucra una tendencia significativa. Para este caso, Silver (1998) propone el siguiente modelo de demanda:

$$x_t = a + b \cdot t + \varepsilon_t \quad (2.32)$$

Silver (1998), menciona la siguiente sugerencia de Holt (1957) para estimar los parámetros “a” y “b”:

$$\hat{a}_t = \alpha_{HW} \cdot x_t + (1 - \alpha_{HW}) \cdot (\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) \quad (2.33)$$

$$\hat{b}_t = \beta_{HW} \cdot (\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1 - \beta_{HW}) \cdot \hat{b}_{t-1} \quad (2.34)$$

donde, α_{HW} y β_{HW} son constantes de suavización.

Sin embargo, Silver (1998), basado en Brown (1963), propone estimar esos parámetros de la siguiente forma:

$$\hat{a}_t = \left[1 - (1 - \alpha)^2 \right] \cdot x_t + (1 - \alpha)^2 \cdot (\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) \quad (2.35)$$

$$\hat{b}_t = \left[\frac{\alpha^2}{1 - (1 - \alpha)^2} \right] \cdot (\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + \left[1 - \frac{\alpha^2}{1 - (1 - \alpha)^2} \right] \cdot \hat{b}_{t-1} \quad (2.36)$$

donde, “ α ” es la constante de suavización simple.

Para iniciar el pronóstico, es necesario tener las estimaciones iniciales de los parámetros “a” y “b”. Estas estimaciones se obtienen a través de las siguientes ecuaciones propuestas por Silver (1998):

$$\hat{a}_0 = \frac{6}{n \cdot (n - 1)} \sum_t t \cdot x_t + \frac{2 \cdot (2n - 1)}{n \cdot (n + 1)} \sum_t x_t \quad (2.37)$$

$$\hat{b}_0 = \frac{12}{n \cdot (n^2 - 1)} \sum_t t \cdot x_t + \frac{6}{n \cdot (n + 1)} \sum_t x_t \quad (2.38)$$

donde, el rango de las sumatorias es los enteros: $-(n - 1), -(n - 2), \dots, -2, -1, 0$. El pronóstico de la demanda en el periodo “ $t + \tau$ ” (para $\tau = 1, 2, 3, \dots$), hecho al final del periodo t , se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = \hat{a}_t + \hat{b}_t \cdot \tau \quad (2.39)$$

Suavización Exponencial para un Modelo de Tendencia Amortiguada

Según Silver (1998), algunas veces los datos son tan ruidosos, o la tendencia es tan errática, que una tendencia lineal no es muy precisa, especialmente cuando se pronostican varios periodos hacia adelante. En este caso, Silver presenta las siguientes ecuaciones de actualización de parámetros y de pronóstico:

$$\hat{a}_t = \alpha_{HW} \cdot X_t + (1 - \alpha_{HW}) \cdot (\hat{a}_{t-1} + \phi \cdot \hat{b}_{t-1}) \quad (2.40)$$

$$\hat{b}_t = \beta_{HW} \cdot (\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1 - \beta_{HW}) \cdot \phi \cdot \hat{b}_{t-1} \quad (2.41)$$

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = \hat{a}_t + \hat{b}_t \cdot \sum_{i=1}^{\tau} \phi^i \quad (2.42)$$

donde “ ϕ ” es un parámetro de amortiguación, y “ α_{HW} ” y “ β_{HW} ” son hallados a través de las ecuaciones:

$$\alpha_{HW} = [1 - (1 - \alpha)^2] \quad (2.43)$$

$$\beta_{HW} = \frac{\alpha^2}{1 - (1 - \alpha)^2} \quad (2.44)$$

Suavización Exponencial de Winters para un Modelo Estacional

Cuando el producto presenta demanda estacional, Silver (1998) propone el siguiente modelo de demanda:

$$x_t = (a + b \cdot t) \cdot F_t + \varepsilon_t \quad (2.45)$$

El pronóstico se realiza estimando “ a ”, “ b ” y “ F ”, según las siguientes ecuaciones:

$$\hat{a}_t = \alpha_{HW} \cdot (x_t / \hat{F}_{t-P}) + (1 - \alpha_{HW}) \cdot (\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) \quad (2.46)$$

$$\hat{b}_t = \beta_{HW} \cdot (\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}) + (1 - \beta_{HW}) \cdot \hat{b}_{t-1} \quad (2.47)$$

$$\hat{F}_t = \gamma_{HW} \cdot (x_t / \hat{a}_t) + (1 - \gamma_{HW}) \cdot \hat{F}_{t-P} \quad (2.48)$$

donde, “ α_{HW} ”, “ β_{HW} ” y “ γ_{HW} ” son las tres constantes de suavización entre 0 y 1. “P” es el número de periodos en que se divide una “estación”, tal que la suma de los índices estacionales (F), en una “estación” completa es exactamente igual a “P”. Silver (1998) desarrolla el procedimiento de estimación según los 3 pasos siguientes:

Paso 1: Estimación Inicial del Nivel en cada Periodo Histórico.- El nivel para cualquier periodo particular t, es estimado por un Promedio Móvil de una estación completa (esto es, P periodos), centrados en el periodo t.

Paso 2: Estimación del Factor Estacional (F).- Esta estimación, para cualquier periodo histórico particular t, es obtenida dividiendo la demanda x_t por el Promedio Móvil Centrado, hallado en el Paso 1. En un esfuerzo por amortiguar el efecto aleatorio, se promedian los factores estacionales (F) para periodos similares en diferentes estaciones, obteniéndose nuevos índices “F”. De este modo, se recalculan los índices estacionales (F), de tal modo que totalicen “P” para cada estación.

Paso 3: Estimación de \hat{a}_0 y \hat{b}_0 .- Usando los índices estacionales (F), encontrados en el Paso 2, se quita la estacionalidad de los datos, de la siguiente forma:

$$x'_t = x_t / F_t \quad (2.49)$$

Silver (1998) propone usar x'_t y las ecuaciones 2.37 y 2.38 para hallar los valores de \hat{a}_0 y \hat{b}_0 .

Por lo tanto, el pronóstico se realiza a través de la siguiente ecuación:

$$\hat{x}_{t,t+\tau} = (\hat{a}_t + \hat{b}_t \cdot \tau) \cdot \hat{F}_{t+\tau-P} \quad (2.50)$$

donde, $\hat{x}_{t,t+\tau}$ es el pronóstico hecho al final del periodo t, de la demanda en el periodo “t + τ ”; $\hat{F}_{t+\tau-P}$ es la más reciente estimación del índice estacional (F) para el periodo “t + τ ”. Esto asume $\tau \leq P$.

Cuando se halla \hat{F}_t , mediante la Ecuación 2.48, es preciso normalizarlo tal que al completar el número de periodos para una estación, la suma de los índices sea igual a P.

Por último, si los factores estacionales (F), iniciales, están todos cerca de la unidad o fluctúan ampliamente de estación a estación, entonces, el Modelo Estacional es probablemente inapropiado.

CONSTANTES DE SUAVIZACION

Cuando los parámetros del modelo de demanda cambian apreciablemente con el tiempo, entonces, es preferible usar valores más altos de constantes de suavización, porque ellos dan más peso a valores históricos recientes.

Según Silver (1998), para un Modelo de Suavización Exponencial Simple y un Modelo de Tendencia, el rango probable de “ α ” es de 0,01 a 0,30. Schroeder (1995), establece que por lo general “ α ” recibe un valor que se encuentra entre 0,1 y 0,3, para que se conserve una estabilidad razonable.

ERRORES EN PRONOSTICO

Según Schroeder (1995), la estimación del error (ε_t) se utiliza para observar indicadores de demandas erráticas y para determinar cuándo el método de pronóstico no es adecuado, siendo necesario volver a partir de cero.

Medidas de Variabilidad

Error Cuadrado Medio (Mean Square Error) o MSE, el cual, según Silver (1998), es posible hallarlo usando la siguiente forma de Suavización Exponencial Simple:

$$MSE_t = \omega \cdot (x_t - \hat{x}_{t-1,t})^2 + (1 - \omega) \cdot MSE_{t-1} \quad (2.51)$$

donde, MSE_t es la estimación de MSE al final del periodo t y “ ω ” es una constante de suavización con valor razonable entre 0,01 y 0,10.

En este caso, la estimación inicial de MSE se obtiene a través de la siguiente ecuación:

$$MSE_0 = \frac{\sum_{t=-n+1}^0 (x_t - \hat{x}_t)^2}{n-p} \quad (2.52)$$

donde, los “n” periodos históricos son numerados desde 0 (el periodo más reciente) hacia atrás, a través de -1, -2, hasta “-n+1”, y “p” es el número de parámetros en el modelo principal de pronóstico.

Desviación Absoluta Media (Mean Absolute Deviation) o MAD, la cual, para “n” periodos de datos, es calculada de la siguiente forma:

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |x_t - \hat{x}_{t-1,t}|}{n} \quad (2.53)$$

Medidas de Sesgo (Propensión) en Pronósticos

Silver (1998) establece que el sesgo indica si los pronósticos tienen una determinada tendencia según la demanda real. Entre estas medidas de sesgo, se tiene las siguientes:

La Suma Acumulativa de Errores de Pronóstico, la cual es calculada en forma recursiva usando la siguiente ecuación:

$$C_t = C_{t-1} + e_t \quad (2.54)$$

donde: C_t : suma acumulada de errores de pronóstico al final del periodo t.

$e_t = x_t - \hat{x}_{t-1,t}$: error de pronóstico en el periodo t.

C_t debería fluctuar alrededor de cero, si el procedimiento es sin sesgo.

La Señal de Rastreo del Error de Pronóstico, la cual, según Krajewski (1996), es calculada de la siguiente forma:

$$T_t = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{MAD_t} \quad (2.55)$$

donde: T_t : señal de rastreo del error al final del periodo t.

n : periodo final hasta donde se suma, en forma acumulada, e_t .

Según Schroeder (1995), la MAD_t es calculada mediante la forma:

$$MAD_t = \alpha \cdot |x_t - \hat{x}_{t-1,t}| + (1-\alpha) \cdot MAD_{t-1} \quad (2.56)$$

Según Heizer (1997) y Krajewski (1996), la Señal de Rastreo (T) mostrará, en forma aceptable, que el modelo de pronóstico no es adecuado si se sale del siguiente rango:

$$- 4 \cdot \text{MAD}_t \leq T_t \leq + 4 \cdot \text{MAD}_t \quad (2.57)$$

Para un procedimiento de pronóstico sin sesgo, el error “e_t” debería fluctuar alrededor de cero. Además, según Silver (1998), T_t será cercano a uno de los límites si muchos de los errores son del mismo signo; una indicación de que el sistema de pronóstico está sesgado.

Por último, según Silver (1998), a pesar de que la Regresión Lineal puede tomar como fundamento la “tendencia”, al igual que la Suavización Exponencial con Tendencia, la Regresión Lineal da **igual peso** a toda la información histórica, mientras que la Suavización reduce el peso geoméricamente cuando vamos hacia atrás en el tiempo. De otro lado, la Suavización Exponencial Simple y el Promedio Móvil Ponderado son usados para pronósticos a corto plazo, y cuando los datos oscilan alrededor de un valor promedio.

2.2.3.5. OPERACIONES REALIZADAS EN EL CONTROL DE INVENTARIOS

INDICADORES DE GESTION (ANALISIS DE RATIOS)

A través de la medición de indicadores logísticos, es posible corregir el rumbo del sistema y administrarlo adecuadamente. La Torre (1991) propone los siguientes indicadores de gestión:

- Índice de Rotación de Inventarios (I.R.I.):

$$\text{I.R.I.} = \frac{\text{Consumo Anual}}{\text{Inventario Promedio}} \quad (2.58)$$

Indica el número de veces en que el stock promedio debe ser reabastecido al año, para atender la necesidad de consumo de ese mismo año.

- Índice de Rotura de Stock (I.R.S.):

$$\text{I.R.S.} = \frac{\text{N}^\circ \text{ ítems activos con stock cero}}{\text{Total ítems activos}} \cdot 100 \quad (2.59)$$

- Índice de Inactividad (I.I.), expresado en porcentaje:

$$I.I. = \frac{N^{\circ} \text{ ítems activos}}{\text{Total ítems}} \cdot 100 \quad (2.60)$$

- Meses Equivalentes de Consumo (M.E.C.):

$$M.E.C. = \frac{\text{Inventario Promedio}}{\text{Consumo Mensual Promedio}} \quad (2.61)$$

“Si se tiene inventario para 3 meses, entonces la rotación será 4 veces al año”.

- Indicador de Soporte Logístico (I.S.L.):

$$I.S.L. = \frac{\text{Ítems activos con stock}}{\text{Total ítems activos}} \quad (2.62)$$

Solís (2000) propone el siguiente Indicador de Gestión:

- Tiempo de Duración del Stock:

$$\text{Días de Stock} = \frac{\text{Stock Actual}}{\text{Consumo Promedio diario}} \quad (2.63)$$

NIVEL DE SERVICIO EN ALMACEN

Según Acosta (1998), es posible determinar el nivel de servicio del almacén (%Ns), a través de la siguiente fórmula:

$$\%Ns = \left[1 - \frac{\left(\frac{\%Ca}{100} \right) \cdot Pu}{B \cdot F} \right] \cdot 100 \quad (2.64)$$

donde: %Ca : Porcentaje del costo de almacenar – en función del valor del inventario promedio.

Pu : Costo unitario del material en inventario.

B : Costo de un pedido pendiente de recepción².

F : Frecuencia anual de pedidos del material en estudio.

² Según Acosta (1998), este costo puede igualarse al monto gastado en atender solicitudes de informes o reclamos, por parte de los solicitantes del material pendiente de recepción, más los pagos extras que se realizan para que el material llegue lo más pronto posible.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS EN LOS CONSUMOS DEL ALMACEN

Acosta (1998), propone identificar y clasificar las frecuencias de los consumos rutinarios, a través del instrumento estadístico llamado “**distribución de frecuencias de datos agrupados**”.

Para hacer la distribución de frecuencias, es necesario agrupar los datos en “clases”. Para esto, se determina el número de clases (r) en que se dividirá el total de los datos (consumos registrados). Peña (1986) propone tomar “r” igual al entero más próximo a “ $2 \cdot \sqrt{n}$ ”, siendo “n” el número de datos. Luego de esto, se determina la “amplitud del intervalo de clase” ($R = lf_i - li_i$), hallando la diferencia entre el mayor y menor de los datos, y dividiéndola entre “r”. Con “R” se hallan los límites de clase de cada intervalo, construyéndose, así, la tabla de distribución de frecuencias (Tabla 1), tal como se muestra:

clases	y	f	h	F	H
$[li_i, lf_i[$	$y_i = (li_i + lf_i) / 2$	f_i	$h_i = f_i / \sum f_i$	$F_i = f_i + F_{i-1}$	$H_i = h_i + H_{i-1}$
		$n = \sum f_i$	1		

Tabla 1. Tabla de Distribución de Frecuencias

donde, y_i : marca de clase del intervalo i.

f_i : frecuencia del intervalo i, o cantidad de veces que se presenta y_i .

h_i : frecuencia relativa del intervalo i.

F_i : frecuencia acumulada en el intervalo i.

H_i : frecuencia relativa acumulada en el intervalo i.

li_i y lf_i : límites inferior y superior del intervalo i.

MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

Basado en la tabla de frecuencias, descrita anteriormente, Spiegel (1990) propone las siguientes medidas de tendencia central:

La **Media Aritmética (x_m)**, calculada de la siguiente forma:

$$x_m = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i \cdot f_i}{n} \tag{2.65}$$

donde, x_i : consumo en el periodo i

La **Mediana**, calculada en base a la Media Aritmética, es:

$$\text{Mediana} = li_M + \left[\frac{\frac{n}{2} - Fa_M}{f(x_m)} \right] \cdot R \quad (2.66)$$

donde, li_M : frontera inferior de la clase que contiene la Mediana³.

Fa_M : frecuencia acumulada en la clase anterior a la clase que contiene la Mediana.

$f(x_m)$: frecuencia de la clase que contiene la Media Aritmética.

La **Moda**, calculada a través de la siguiente forma estadística:

$$\text{Moda} = li_{MO} + \left(\frac{d1}{d1 + d2} \right) \cdot R' \quad (2.67)$$

donde, li_{MO} : frontera inferior de la clase que contiene a la Moda⁴.

$d1$: diferencia entre la frecuencia de la clase modal y la frecuencia de la clase anterior.

$d2$: diferencia entre la frecuencia de la clase modal y la frecuencia de la clase posterior.

R' : ancho del intervalo modal.

DESVIACION SOBRE EL LOTE ECONOMICO

Muchas veces no es posible adquirir exactamente la cantidad EOQ (ver punto 2.2.3.1.), y debido a que los costos aumentan cuando Q se aleja de este punto EOQ, Soret (1994) menciona que es interesante saber hasta donde es posible alejarse de este punto. Para esto, Soret (1994) propone limitar la Ecuación 2.6 utilizando el criterio del máximo costo total (C) a asumir:

$$C = \frac{Q}{2} \cdot H + \frac{D}{Q} \cdot S \leq \text{Valor Limite del Costo Total} \quad (2.68)$$

Resolviendo la desigualdad, se obtienen los límites de la cantidad a pedir (Q).

³ Según Acosta (1998), la clase que contiene a la Mediana será aquella que posea el F igual o exceda en primera instancia a la mitad de la población estudiada.

⁴ Según Acosta (1998), la clase que contiene a la Moda será aquella que posea la mayor frecuencia (f), diferente a la primera, en la tabla de distribución de frecuencias.

2.2.4. DISTRIBUCION Y SERVICIOS VARIOS

Según Acosta (1998), el sistema de distribución se define como el conjunto integral organizado de funciones propias de transporte, manipuleo de carga y servicios al consumidor.

2.2.4.1. ADMINISTRACION DE LA DISTRIBUCION FISICA

La administración de la distribución física, se basa en la búsqueda del equilibrio entre la eficiencia y los costos de operación de transporte, buscando la reducción al mínimo de los costos indirectos (referidos a embalaje, manipuleo, etc.).

Según Lamber (1998), la administración de la distribución física incluye temas tales como el transporte externo e interno (incluso el transporte de deshechos), acaso contratos con empresas de transporte (incluye la selección del medio de transporte), ruteo y programación. Acosta (1998), añade que parte de esta labor administrativa es la selección del tipo de embalaje, tal que ofrezca protección efectiva al producto.

TAMAÑO DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Todo sistema de distribución está limitado según su capacidad instalada. Por esta razón Acosta (1998) señala, con el fin de realizar un óptimo diseño, la necesidad de análisis de las características del mercado (incluye la ubicación de la demanda) y las tendencias de la demanda (cíclica, estacional, etc.).

ELECCION ENTRE EL USO DE TRANSPORTE PROPIO O CONTRATADO

Acosta (1998) señala que en la decisión sobre la conveniencia de algún determinado tipo de transporte deben analizarse las variables: calidad, cantidad o volumen, nivel de servicio y costo (análisis financiero).

En lo referente al análisis financiero, Lamber (1998) señala que hay dos escenarios para evaluar. El primero involucra una comparación del costo y los datos del servicio de los transportistas contratados, con aquellos de la operación privada. El segundo es la instrumentación de un plan para el control

del sistema de distribución (cuando se elige usar transporte privado, éste incluye la definición de costos fijos y variables).

TARIFA DE FLETE

La tarifa de flete se refiere al costo de un producto para transportarlo físicamente, determinado principalmente por las características del material (riesgo según su valor o facilidad de fractura, trabajo en la manipulación, etc.). Según Dobler (1996), esta tarifa se mueve dentro de dos tipos: Tarifa de Clase y Tarifa de Commodity.

Tarifa de Clase

Cuando son embarcados una gran variedad de producto, no es eficiente establecer una tarifa de transporte para cada producto, en forma individual. Por esta razón se agrupan productos similares en clases, estableciéndose una tarifa común para cada grupo o clase.

Tarifa de Commodity

A veces es necesario asignar una tarifa de transporte a cada producto. Esto se da cuando el producto es transportado en cantidades extensas y/o tiene importancia económica o competitiva, en ciertos mercados. Estas tarifas son significativamente más bajas que las “tarifas de clase”.

2.2.4.2. DISTRIBUCION EN AMBIENTE *JUST IN TIME* (JIT)

Los aspectos más importantes a tener en cuenta para operar bajo la filosofía JIT, se basan en los pasos iniciales para la instauración de esta nueva forma de trabajo. Según Christopher (1999), algunos de los aspectos a tomar en cuenta, para preparar el sistema de distribución radican en:

Rediseño de la Red de Distribución.- En este caso, el objetivo es brindar un nivel de servicio más alto, basado en la minimización de costos dentro de las restricciones impuestas por el nivel de servicio aceptable.

Mejora en el Servicio a Clientes.- Según Christopher (1999), el primer paso es definir los niveles de servicio para cada segmento. En seguida, deben establecerse sistemas de vigilancia y control en tiempo real y de evaluación, para medir el funcionamiento de los servicios.

CONTRATO DE SERVICIO DE TRANSPORTE FISICO DE PRODUCTOS

En lo referente al contrato de servicio de transporte físico, según Christopher (1999), el sistema JIT exige contratar servicios de transporte a largo plazo.

Para esto, deben considerarse los siguientes puntos:

Evaluación del Desempeño de los Transportistas.- Se evalúa el desempeño histórico según la oportunidad en las entregas, estabilidad y confiabilidad. En este caso, se deben revisar las estrategias JIT y de servicio al cliente del transportista, para determinar si hay un buen acoplamiento operativo entre el transportista y la empresa.

Criterio de Selección.- Con el objeto de reducir el número de transportistas que sirven a la empresa, Christopher (1999) propone los siguientes aspectos importantes a considerar: la habilidad del transportista para adaptar sus rutas a las necesidades de los clientes, el deseo del transportista de dedicar una parte de su flotilla al servicio de la empresa, la capacidad de telecomunicación del transportista y su voluntad de mantener la flexibilidad.

Comunicaciones.- En un sistema de transporte JIT es decisivo que el transportista cuente con sistemas de comunicación de avisos anticipados y equipo de respaldo (Christopher, 1999).

2.2.4.3. CONSIDERACIONES EN TRAFICO Y TRANSPORTE COSTOS EN LA DISTRIBUCION DE PRODUCTOS

Dependiendo del tipo de transporte (contratado o propio) la evaluación de costos varía en forma marcada. Según Acosta (1998), cuando se trabaja con transporte propio (privado), la principal problemática es el análisis del factor “peso de reparto vs. distancia recorrida”, poniendo especial atención en eliminar los falsos fletes y las rutas con poco volumen de distribución. De otro lado, cuando se contrata el servicio de transporte, el principal interés recae sobre el costo del contrato.

Basado en la teoría desarrollada por Acosta (1998) se puede obtener la siguiente clasificación de los costos, para un fácil reconocimiento de los mismos:

Costo Financiero y Administrativo.- Entre estos gastos se tiene el costo de los seguros para proteger los inventarios de siniestros, pérdidas por hurtos, roturas por manipuleo, etc.

Costo de Operación en Manipuleo (Carga y Descarga).- Referido al costo de mano de obra de operarios y técnicos, y al costo de los equipos de transporte y medición (alquiler, en contratos, o mantenimiento, en uso de flota propia).

Costos Adicionales de Operación del Sistema.- La tarifa de flete (visto en el Punto 2.2.4.1.) influye grandemente en el valor final del flete. Sin embargo, Acosta (1998) menciona que existen otros aspectos también importantes que ejercen influencia; entre estos se tiene: el medio de transporte, el volumen a transportar, la ubicación geográfica del destino (distancia de envío) y la ruta por la que se dirigirá el transporte.

ANALISIS DE LA PRODUCTIVIDAD EN EL TRANSPORTE

Según Lamber (1998), algunos de los más comunes tipos de datos que miden efectividad y eficiencia, en el transportista, incluyen reclamos y record de daños, variaciones de tiempo en tránsito, porcentajes de entrega y recojo a tiempo, costo por peso y distancia y frecuencia de quejas del cliente.

2.2.4.4. LOGISTICA ORIENTADA AL SERVICIO DEL CLIENTE

El servicio al cliente juega un papel significativo para desarrollar y mantener la lealtad del cliente y la satisfacción sucesiva. Debido a las presiones competitivas del mercado, toda empresa ha tenido que mejorarlo, con el fin de obtener una ventaja competitiva.

Según Lamber (1998), el servicio al cliente involucra el conseguir el producto correcto para el cliente correcto, en el lugar correcto, en la condición correcta y en el tiempo correcto, con el menor costo total posible.

BENCHMARKING COMPETITIVO

Christopher (1999) propone la utilización de este procedimiento para que la administración pueda evaluar la calidad del servicio ofrecido por la empresa a

sus clientes. El objetivo es “medir” y controlar el servicio, con el fin de realizar las mejoras correspondientes.

Con este objetivo, Christopher (1999) establece que el proceso recomendable de aplicación del Benchmarking Competitivo, consiste de tres pasos:

Paso 1: Identificación de los “componentes o elementos claves” del servicio, tal como los ve el cliente (pe. confiabilidad en la entrega) – es decir, el cliente especifica sus necesidades.

Paso 2: Identificación de la posición de la empresa y sus componentes claves, en relación con la competencia – el cliente evalúa el desempeño del servicio ofrecido.

Paso 3: Análisis de los componentes, comparando si el desempeño del servicio ofrecido se adapta a las necesidades del cliente.

Según Christopher (1999), los datos generados por la auditoria de servicio al cliente, pueden ser representados en forma de una matriz de desempeño, tal como lo muestra la Figura 7 – los símbolos (i), (ii), (iii), (iv) y (v) corresponden a un ejemplo de cinco componentes calificados dentro de la matriz.

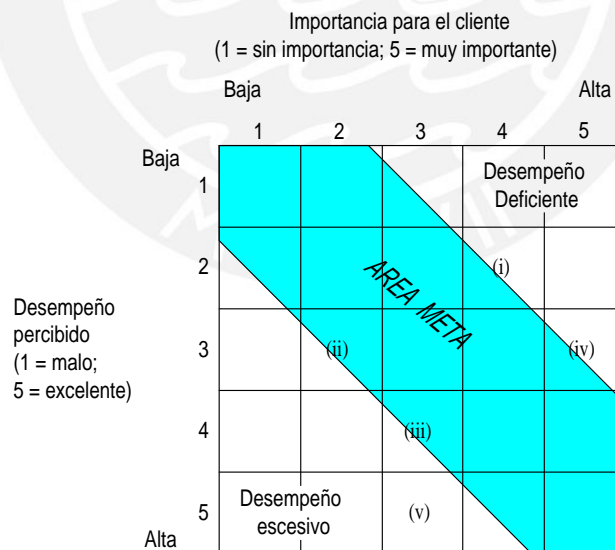


Figura 7. Matriz de Servicio y Desempeño

Lamber (1998) propone el desarrollo de estándares de desempeño, una vez que la administración ha determinado qué elementos del servicio al cliente son los más importantes.

2.3. ADMINISTRACION LOGISTICA

Una buena definición de la administración logística, es la recogida por Lamber (1998) de la *Council of Logistics Management (CLM)*, la cual define ésta como: “el proceso de planificación, implementación y control del eficiente y eficaz flujo y almacenaje de bienes (incluso deshechos), servicios e información relacionada, desde el punto de origen (adquisición) hasta el punto de consumo, con el propósito de cumplir los requerimientos del cliente”.

Christopher (1999) añade que la administración logística persigue los objetivos de operar con un mínimo de variaciones y minimizar los costos totales.

2.3.1. ANALISIS GLOBAL DE COSTOS

COSTEO BASADO EN ACTIVIDADES (ABC – *Activity-Based Costing*)

Lamber (1998) y Horngren (1996) proponen el uso de este sistema mediante un proceso de dos escenarios. El primero asigna costos a actividades específicas. El segundo utiliza el costo de estas actividades como la base para la asignación de costos a objetos tales como productos, servicios o clientes.

En este sentido, Horngren (1996) propone el uso de este sistema de costeo, dividiendo los costo en directos e indirectos. Dobler (1996) detalla cada tipo de la siguiente forma:

Costo Directo, donde se tiene principalmente los productos a comercializar.

Costo Indirecto, cuyas fuentes más comunes son: ingeniería en general (trabajos de supervisión y de apoyo, suministros indirectos y cargos fijos tales como depreciación), materiales en general y gastos generales y administrativos. Horngren (1996) considera dentro de este nivel la mano de obra en manipulación de bienes.

2.3.2. POLITICAS Y PROCEDIMIENTOS GLOBALES EN LOGISTICA OPERACIONAL

POLITICAS EN LOGISTICA

Una “política” es una declaración que describe en términos muy generales un curso de acción pretendido, sirviendo como guía para la toma de decisiones (Dobler, 1996).

Además, toda política generalmente especifica: el alcance de cada área funcional (aquello que deben y es permitido hacer), la asignación de responsabilidad, niveles de calidad aceptados, etc.

Políticas Internas a la Organización

Estas políticas se orientan a dejar en claro el curso de acción del personal del área de logística, dentro de esta área y para cada función logística.

Políticas Externas a la Organización

Son referidas a aquellas políticas que indican el curso de acción del área de logística, en función a la imagen que ofrecerá la empresa. La función compras es la que más involucrada está y, según Dobler (1996), ésta esta obligada a seguir políticas que promuevan relaciones favorables con los proveedores, pues de ellos depende el buen desempeño de esta función.

PROCEDIMIENTOS GLOBALES EN LOGISTICA

Labores de Logística coordinadas con otras Areas

Según Acosta (1998), algunos procesos logísticos se realizan en base a la relación que el área de logística tiene con otras áreas de la empresa.

Logística y Gerencia General.- Ambos coordinan en forma directa para el establecimiento de políticas y reportes de evaluación y rendimiento.

Logística y Finanzas.- El área de logística somete las Ordenes de Compra a aprobación por parte del área de finanzas (para asegurar los recursos financieros), y posteriormente coordina con Finanzas el pago de la misma, haciendo un seguimiento moderado y prudente.

Logística y Comercialización.- Logística solicita a Comercialización información sobre gustos y preferencias, necesidades e intenciones de compra del mercado con la finalidad de amoldar mejor los artículos adquiridos a las necesidades de los clientes.

Análisis de Patrones de Comportamiento

Parte de la labor de la función logística es el seguimiento de ciertos procesos – tales como variaciones de tiempo de entrega o tiempo de tránsito del embarque. Para este fin, se elaboran gráficos, basados en el tiempo, de determinado proceso o dato histórico a analizar.

2.4. LA LOGISTICA Y LA PEQUEÑA EMPRESA

2.4.1. LA PEQUEÑA EMPRESA EN EL PERU

LA PEQUEÑA EMPRESA FRENTE A LA CRISIS ECONOMICA

La crisis en el Perú ha provocado efectos considerables sobre las empresas; Cañamero (1989) menciona algunas de estas consecuencias:

Aumento de la Informalidad.- Las pequeñas empresas se han visto imposibilitadas de cumplir con tributos y otras obligaciones de ley, siendo tentadas de salir del régimen formal, pues ven escasas ventajas de permanecer en él.

Venta de Negocios.- El desaliento llega a niveles increíbles, lo que induce a muchos a pensar en recuperar su capital a través de la venta del negocio.

Cierre de Negocios.- A veces llega a ser prácticamente imposible recuperar cualquier tipo de inversión y sólo queda cerrar, rematando lo que se tenga.

Reducción de Personal.- Se presenta una eliminación paulatina del personal a medida que la disminución de las ventas se agudiza.

Como consecuencia de lo anterior, Cañamero (1989) plantea dos cursos de acción que la pequeña empresa debe tomar para enfrentar la crisis. La primera, es hacer énfasis en reducir los pasivos porque con intereses tan elevados y la presencia de la recesión, se hace sumamente crítico el cumplimiento de las obligaciones. La segunda, es dirigir los recursos hacia la captación y satisfacción de clientes, antes que a operaciones de eficiencia interna de la empresa.

LEYES DE LA PEQUEÑA EMPRESA

Cañamero (1989) afirma que es imperioso que se defina claramente, a nivel gubernamental, quiénes son pequeña empresa. Para esto, pueden usarse ciertas mediciones como unidades impositivas tributarias, ventas anuales en monto monetario, número de trabajadores, inversión hecha en la empresa, etc. Todo esto con el fin de otorgar, a estas empresas, beneficios gubernamentales.

FINANCIAMIENTO EMPRESARIAL

Existen varias líneas de crédito de fomento a la pequeña empresa, pero en la práctica, el pequeño empresario enfrenta varias objeciones para acceder a estos créditos, tales como carencia de garantías por parte de la pequeña empresa, demoras en la tramitación y montos limitados sumados al tiempo de entrega (Cañamero 1989).

CAPACITACION DEL PEQUEÑO EMPRESARIO

Demás está que una pequeña empresa se financie dinero si el pequeño empresario no está debidamente capacitado para manejar esos fondos. Según Cañamero (1989), el problema no sólo es la falta de capacitación sino la falta de formadores con experiencia en negocios pequeños. Los programas preparados generalmente adolecen de sincronización con las necesidades reales de los participantes, perdiendo efectividad pues el pequeño empresario difícilmente separa lo que puede aplicar en su empresa de lo que no.

EL PAPEL DE LA PEQUEÑA EMPRESA EN EL PERU

Si bien las pequeñas empresas llegan a ser las principales fuentes de trabajo en el Perú, según Cañamero (1989), en estos tiempos la pequeña empresa no puede asumir el papel de ser un elemento de dinamismo para la economía peruana, debido a su alta mortalidad y debilidad, basada en su poca resistencia a los embates de una economía distorsionada.

2.4.2. TOMA DE DECISIONES EN LA PEQUEÑA EMPRESA ENTRE LA FORMALIDAD E INFORMALIDAD

El pequeño empresario debe decidir, cada vez que realiza un nuevo negocio, entre operar en forma formal o no. En consideración a esto, Cañamero (1989) afirma que mientras exista un régimen legal en el que no se discrimine entre pequeña y gran empresa, el pequeño empresario tenderá a actuar en un ambiente informal buscando evadir obligaciones que hacen que reduzca su capital y disminuyan sus ingresos netos.

DECISION SOBRE MANEJO DE CAPITAL

La pequeña empresa maneja bajos niveles de capital, y debido a esto, el pequeño empresario debe decidir cómo dirigirlo, a través de un cuidadoso análisis. En relación a esto, Cañamero (1989) propone que cuanto menor sea el capital, menos activo fijo y gastos de estructura debe incluir el negocio, y la orientación debe ser hacia la creación de servicios o una pequeña industria.

EL MANDO Y LA GESTION EN LA PEQUEÑA EMPRESA

En una pequeña empresa, el mando está concentrado en el dueño, y toda gestión y accionar gira en torno a él y su proyección de mando. Por esta razón, en empresas familiares el mando entra en constante conflicto considerando cada miembro de familia tener el derecho de poseerlo, debido a la no existencia de jerarquías definidas.

No obstante la concentración del mando y los posibles conflictos, Cañamero (1989) menciona que una gestión eficaz tendrá como base la existencia de un compromiso – traducido en lealtad – entre dirigente y dirigido, así como una relación de mutua confianza y compatibilidad.

2.4.3. ORGANIZACION EN LA PEQUEÑA EMPRESA

Es preciso que el dueño de la pequeña empresa se concentre en lo importante y no en lo urgente. Por esta razón, Cañamero (1989) sugiere que el pequeño empresario delegue funciones, de tal manera que pueda concentrarse en la totalidad del negocio y pueda dirigir el rumbo de la empresa correctamente.

En cuanto a la forma de organizar el trabajo, Cañamero (1989) propone que éste debe ser hecho de tal modo que se evite duplicidad de funciones – incluye tener a dos o más personas dando órdenes sobre una misma tarea. Para esto, es necesario designar “responsabilidad” sobre la persona que desempeñe cada tarea, y “autoridad y responsabilidad” a quien le corresponda la dirección de una o conjunto de tareas.

Por último, Cañamero (1989) afirma que no es recomendable elaborar un manual de funciones en el sistema organizacional de la pequeña empresa, bastando que se enuncie claramente la posición de cada persona en ésta. En

este sentido, Cañamero (1989) afirma que es más conveniente hacer “ruta de flujo de documentos”, en la cual se expresan indicaciones específicas para el cumplimiento de una tarea determinada. De esta forma, la presencia de una persona en un puesto queda definida según los formularios, archivos y registros que manipula.

2.4.4. APLICACIONES LOGISTICAS EN LA PEQUEÑA EMPRESA LA PLANIFICACION EN LA PEQUEÑA EMPRESA

Respecto a esto, Golde (1997) menciona que la falta de recursos y de personal impiden la creación de un departamento especializado en planificación, siendo realizada por el director de la empresa, de manera informal y, por ende, con una pobre comunicación del plan.

Con el objeto de superar los obstáculos que impiden hacer planificación en la pequeña empresa, Golde (1997) propone tener presente las siguientes tres consideraciones: observar con atención las características claves de la empresa, analizar la forma en que estas características inhiben la planificación y considerar algunos métodos para eliminar o rebajar las barreras que se oponen a la planificación. Golde (1997) desarrolla estas consideraciones como sigue:

Características Claves en la Pequeña Empresa

1. El tiempo que la dirección dispone para planificar es escaso, pues ésta tiene que ocuparse de casi todas las funciones existentes en toda la empresa.
2. Gran parte de la actividad directiva es absorbida por los problemas diarios.
3. Existe una escasez crónica de dinero, ocasionando un problema de asignación de recursos, y pensando, muchas veces, sólo en sobrevivir.

Inhibición de la Planificación por las Características Claves

Debido a las características claves mencionadas, existe la siguiente tendencia cuando se planifica en la pequeña empresa:

1. Tendencia básica a rehuir la planificación.
2. Informalidad en la planificación, con falta de técnicas matemáticas.
3. Pensamiento de planificar para sacar a la empresa de una dificultad actual en vez de para evitar problemas futuros.

Métodos para Eliminar las Barreras que se Oponen a la Planificación

Tiempo y lugar.- Es preciso que el planificador se asigne un tiempo y lugar para planificar, sin que nadie lo moleste.

Un Modelo Base de Planificación.- Debido a la falta de tiempo, resulta muy útil el empleo de modelos impresos de planificación, para iniciar y poner en marcha la planificación.

Asesoramiento Exterior.- Debido a que el ejecutivo en planificación se orienta a trabajar sobre aquello que lo presiona más fuerte, es necesario una persona exterior que le recuerde continuamente que hay que dedicar tiempo a la planificación.

Previsión (Pronóstico) en la Pequeña Empresa

En cuanto al uso de las técnicas, Alonso (1988) propone el uso de las mismas utilizadas para una gran empresa, distinguiendo, de igual manera, entre los métodos cualitativos y cuantitativos – vistos en el punto 2.2.3.4. – y poniendo especial énfasis en el costo, al elegir una de ellas. Sin embargo, Alonso (1988) también menciona que la pequeña empresa tiene constante preocupación en problemas relacionados con la precisión y oportunidad de la información.

EL CONTROL EN LA PEQUEÑA EMPRESA

En lo referente al control, Brufau (1988) afirma que la inexistencia de rígidas dependencias supone una cierta facilidad para la designación de responsabilidades y para el control del correcto cumplimiento de las mismas. Sin embargo, al diseñar el sistema de control se debe considerar lo siguiente:

- a. La pequeña empresa no puede mantener un sistema de control muy sofisticado pues dificultaría la marcha normal de las operaciones.
- b. Al aumentar la complejidad e importancia cuantitativa de los negocios, mayor será el riesgo de recibir información errónea y perder sus activos.

COMPRAS EN LA PEQUEÑA EMPRESA

Las actividades de compra en una pequeña empresa, en general, siguen los mismos pasos que en una empresa grande, con la diferencia que en la primera los procedimientos se hacen en menor escala. En este sentido, Brufau (1988)

muestra las siguientes características de compra de la pequeña empresa, que la hacen diferente:

- A menudo se presta escasa atención a los pagos por compras, demorando su reconocimiento hasta que se hace evidente la exigencia del pago.
- Cuando se realiza una compra, los criterios para considerar una partida como activo o gasto rara vez están definidas con claridad.
- Por lo general, se incluye como parte de la actividad de compra la adquisición de nómina, referida a la contratación de mano de obra.



3. ESTUDIO DE CASO

3.1. DESCRIPCION DE LA EMPRESA

La empresa FERRETERIA S.R.L.⁵, fundada en 1997, es una pequeña empresa dedicada a la comercialización de artículos ferreteros a nivel industrial; es decir, esta empresa opera distribuyendo productos a industrias y ferreterías más pequeñas.

Las compañías, cada vez que realizan una compra, prefieren que el proveedor les lleve los productos a su establecimiento (fábrica o almacén). Sin embargo, una compañía puede o no acceder a este beneficio de entrega de productos, dependiendo de la cantidad de productos adquiridos por ésta. Los grandes distribuidores venden sus productos a un precio bastante bajo para el mercado, pero ponen la condición de que se les compre un determinado monto en dinero – normalmente arriba de los US\$ 100,00 (cien dólares americanos) –, para poder llevarlos hasta el local del comprador. Más aún, algunos grandes distribuidores ponen esta condición del monto mínimo para por lo menos vender el producto; caso contrario el comprador no es atendido. De otro lado, las compañías (algunas de ellas grandes industrias) normalmente tienen necesidades de comprar productos de diverso tipo, pero cada uno de ellos en cantidades menores. Es en este contexto de operación que entra el servicio de FERRETERIA S.R.L.

FERRETERIA S.R.L. ofrece el servicio de reunir aquellos diversos productos que una compañía determinada necesita comprar – no en grandes cantidades pero sí en variedad –, y no puede hacerlo a las grandes distribuidoras porque éstas no ofrecen la diversidad de productos requerida y exigen un monto mínimo de compra. Para cumplir este fin, FERRETERIA S.R.L. posee la capacidad y ventaja de comprar a las grandes distribuidoras ferreteras el monto mínimo de la poca variedad de productos que ofrecen, pues dentro de sus operaciones, los productos comprados son revendidos a diferentes compañías que lo requieren en menor cantidad.

⁵ Este nombre es ficticio, con el objeto de mantener en reserva la empresa que proporcionó los datos para realizar el Estudio de Caso.

Además, debido a que FERRETERIA S.R.L. constantemente tiene tratos comerciales con las grandes distribuidoras, obtiene beneficios en precios y hasta la reducción del monto mínimo de compra mencionado.

Por lo mencionado anteriormente, se puede concluir que FERRETERIA S.R.L. se encuentra en un punto de la “cadena de distribución” donde tiene a las grandes distribuidoras en un nivel anterior, y a las ferreterías pequeñas – aquellas que ofrecen sus productos en tienda al consumidor final – e industrias – aquellas que consumen artículos de ferretería para operar en su giro de negocio – en un nivel posterior.

Por otro lado, si observamos las relaciones cliente-proveedor, se observa que FERRETERIA S.R.L. mantiene una relación estrecha con sus clientes, pues a diferencia de los grandes distribuidores, el cliente no es un código más en el sistema de cómputo de la empresa. En este caso, FERRETERIA S.R.L. maneja una menor cantidad de clientes pero a cada uno de ellos les brinda una mayor atención.

ORGANIZACION FUNCIONAL

FERRETERIA S.R.L. es una pequeña empresa, y por esta razón presenta un sistema organizacional bastante simple, el cual se muestra en la figura siguiente:

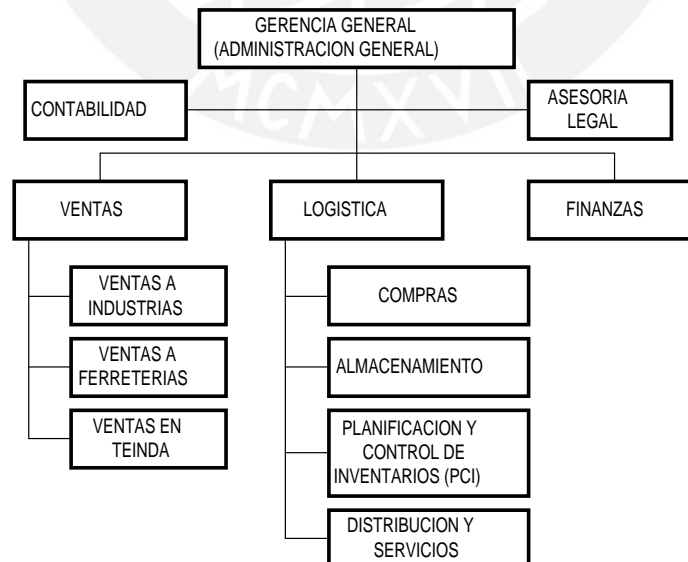


Figura 8. Organigrama de FERRETERIA S.R.L.

Tal como se observa en el organigrama, FERRETERIA S.R.L. vende según tres modalidades: venta en tienda, venta a industrias y venta a ferreterías, contando, para ello, con vendedores que impulsan las ventas a industrias y ferreterías y con una tienda que les permite hacer ventas en mostrador.

Tres áreas están claramente marcadas y diferenciadas: Ventas, Logística y Finanzas, utilizándose por lo general, personal estable. Sin embargo, debido a su naturaleza de pequeña empresa, más de una persona desempeña una actividad determinada – esto es, trabaja en más de un área específica. Por otro lado, debido a la gran diversidad de productos que la empresa maneja, el área de logística tiene personal exclusivamente dedicado a las labores propias de esta área⁶.

Con referencia a la Contabilidad, ésta es ofrecida a la empresa como un servicio externo, no existiendo un contador a tiempo completo. Sin embargo, el servicio de contabilidad está en constante contacto con Finanzas, la cual controla el flujo de dinero en la empresa.

Por último, todo el control de la empresa está regido por la gerencia general, la cual hace también las veces de administrador general, pues por lo pequeño de la empresa, no es necesario asignar una persona ajena al gerente para que realice esta labor de administración.

PRODUCTOS QUE COMERCIALIZA

FERRETERIA S.R.L. comercializa una gran diversidad de productos, propios de cualquier actividad ferretera. Con el fin de lograr una buena administración de estos productos, la empresa los ha clasificado en 17 familias (o grupos), cada una compuesta por varias subfamilias, las cuales a su vez están conformadas por ítems individuales, sumando un total de alrededor de 5000 ítems, a nivel global. A continuación se muestra la forma de agrupación de las familias, con algunos ejemplos de los productos que cada una de ellas contiene:

⁶ El presente estudio se centra en el diseño del área de logística, considerando las cuatro subáreas que se muestran en el organigrama.

- Grupo 01: ABRASIVOS Y SIERRAS; pe. lijas, piedras esmeril, hojas de sierra, etc.
- Grupo 02: ARTICULOS DE SEGURIDAD E HIGIENE INDUSTRIAL; pe. cascos, detergentes, respiradores, etc.
- Grupo 03: ARTICULOS MOLDEADOS; pe. en caucho, en neopreno, etc.
- Grupo 04: CABOS Y ELEMENTOS DE TRANSMISION; pe. cadenas, alambres, piñones, etc.
- Grupo 05: CERRAJERIA; pe. cerraduras, candados, picaportes, etc.
- Grupo 06: EMPAQUETADURAS; pe. de jebe, de vitority, de corcho, para cabezas de caño, etc.
- Grupo 07: HERRAMIENTAS; pe. llaves allen, brocas, destornilladores, etc.
- Grupo 08: ARTICULOS ELECTRICOS; pe. focos, interruptores, cables eléctricos, etc.
- Grupo 09: CINTAS ADHESIVAS Y PEGAMENTOS; pe. cinta masking tape, cola sintética, cintas de embalaje, etc.
- Grupo 10: ARTICULOS PARA FIJACION; pe. pernos, tornillos, clavos, etc.
- Grupo 11: PRODUCTOS QUIMICOS; pe. thinner, aguarrás, azufre, etc.
- Grupo 12: ARTICULOS PARA PINTAR; pe. pinturas, rodillos, brochas, etc.
- Grupo 13: ARTICULOS PARA SOLDAR; pe. soldaduras, máscaras para soldar, portaelectrodos, etc.
- Grupo 14: SANITARIOS Y ACCESORIOS; pe. accesorios para W.C., tubos de abasto, griferías, etc.
- Grupo 15: TUBERIAS Y CONEXIONES; pe. tubos, mangueras, nipples, etc.
- Grupo 16: FAJAS Y CORREAS; pe. fajas en V, fajas de transmisión, correas de transmisión, etc.
- Grupo 17: OTROS ARTICULOS; pe. cartones, garruchas, planchas de asbesto, etc.

Debido a la gran diversidad de productos que la empresa maneja, no es posible tenerlos a todos en stock. Por lo anterior, y sumado a que las operaciones de la empresa se han ido incrementando con el tiempo, se presenta la exigencia de una organización más eficiente en el manejo de los productos.

Por último, FERRETERIA S.R.L. cuenta con dos sistemas informáticos, elaborados en “Clíper” y “FoxPro”, respectivamente, los cuales permiten a la empresa hacer seguimiento y control de los productos que vende, pero al no estar integrados presentan dificultades en el manejo de información.

3.2. EL SISTEMA LOGISTICO ACTUAL

3.2.1. DESCRIPCION DEL SISTEMA LOGISTICO ACTUAL

Como fue indicado en el acápite 2.1.1., un departamento de logística se compone de cuatro funciones: Compras, Gestión de Stocks (almacenamiento), Planificación y Control de Inventarios y Distribución y Servicios. En el caso de FERRETERIA S.R.L., no se cuenta con un departamento de logística expresamente definido, y sólo se presentan las funciones de Compras, Gestión de Stocks y Distribución y Servicios, fuera de la integración propia de un sistema.

En lo referente a la función servicio – respecto al área de logística –, como fue explicado en el punto 3.1., ésta se encuentra implícita en cada operación que FERRETERIA S.R.L. realiza, mostrándose con más claridad cada vez que la empresa tiene contacto directo con el cliente, a través de su función distribución.

Dada la naturaleza de operación de todas las funciones pertenecientes a un sistema logístico, se observa que muchas de estas funciones están en continuo contacto con áreas externas al propio sistema. Considerando que FERRETERIA S.R.L. presenta varias de estas funciones, es de esperar que exista dicha relación con departamentos no relacionados con el grupo de funciones logísticas que presenta esta empresa. Por esta razón, las diferentes funciones logísticas dependen de la información que reciban (inputs) provenientes de las diferentes áreas y, además, son exigidas en la entrega de información (outputs) para lograr un eficaz desempeño.

Por otro lado, en lo referente al manejo de la autoridad sobre las actividades logísticas, ésta proviene del dueño, sin existir delegación alguna, e interviniendo en todas las decisiones de gran importancia – por ejemplo, las decisiones sobre la cantidad a comprar son tomadas por el dueño en

coordinación con el área de finanzas. Del mismo modo, el dueño realiza seguimiento personal a cada una de las operaciones logísticas; indudablemente él considera que las funciones logísticas, que presenta la empresa, deben ser atendidas personalmente por él y con mayor interés, pues dedica la mayor parte de su tiempo a trabajar sobre el manejo de estas funciones logísticas.

Debe hacerse mención que no existen políticas expresas sobre la forma de operación en las funciones logísticas de la empresa. Sin embargo, cada persona sabe cómo debe desempeñarse considerando que pertenecen a un sistema de operación de pequeña empresa; es decir, en colaboración y ayuda mutua.

Por último, las funciones logísticas que se presentan en la empresa, utilizan dos sistemas informáticos que, al no estar integrados, presentan complicaciones en el manejo de información. Uno de ellos está elaborado en Clíper, el cual es utilizado por la función Gestión de Stocks, y el otro está elaborado en FoxPro, utilizado tanto por la función Compras como por la función Gestión de Stocks. Estos sistemas informáticos se originan por la necesidad de controlar mejor una gran cantidad de existencias, agilizando operaciones administrativas.

La Figura 9 detalla el proceso de operación logística en FERRETERIA S.R.L., mostrando las tres funciones logísticas que ésta tiene, y la relación que se presenta entre dichas funciones como con las áreas externas con las que interactúa. En este caso, sólo se detalla la operación referida a Ventas a Industrias y Ferreterías más pequeñas, pues esta operación es más compleja, considerando que a veces es preciso hacer compras previas de un producto y luego entregarlo al cliente. En el caso de ventas en tienda, ésta se basa en el stock que se tiene en el almacén, siendo el proceso mucho más simple y, por ende, innecesaria una descripción en diagrama de flujo.

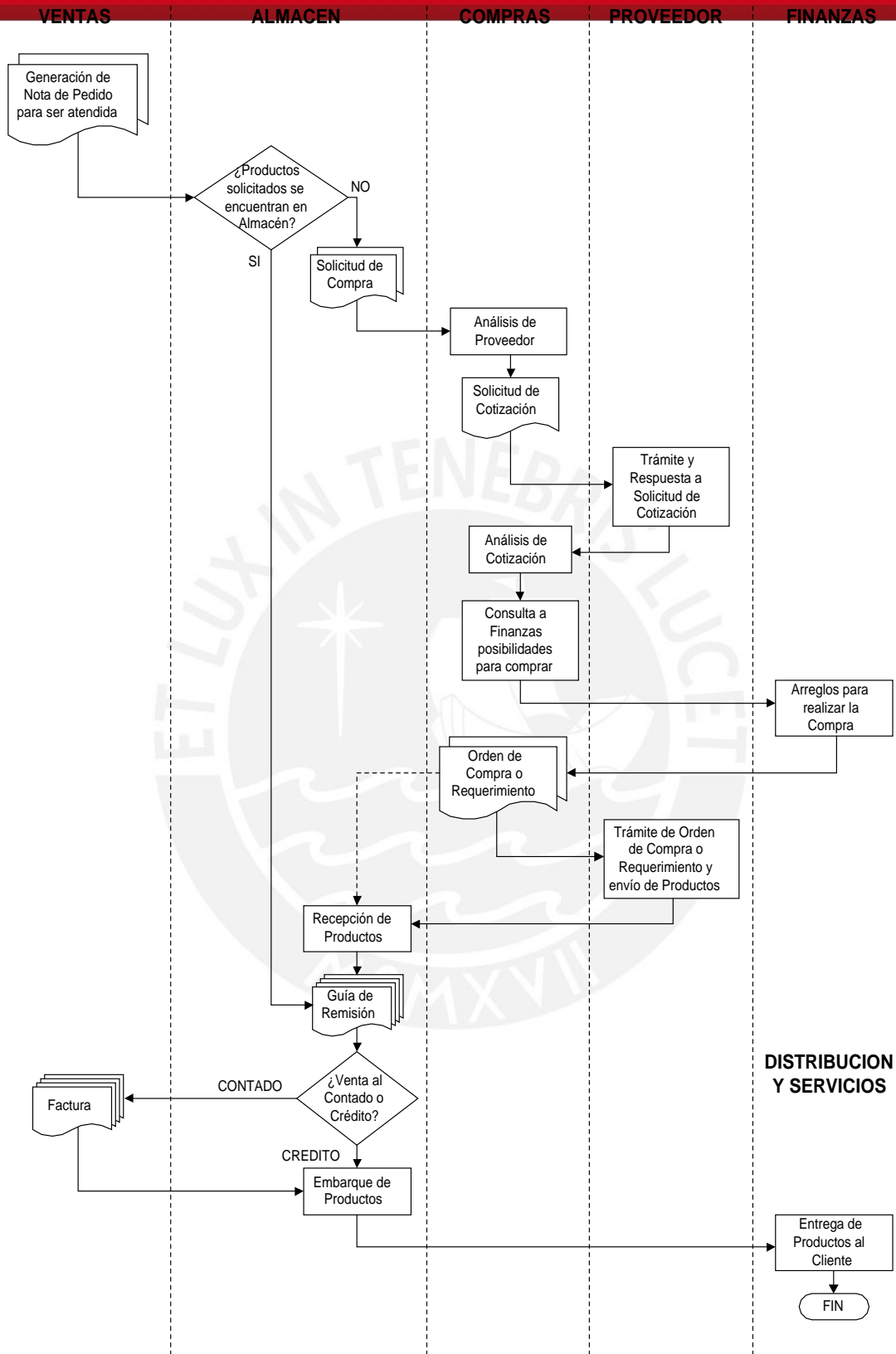


Figura 9. Proceso de Operación Logística en FERRETERIA S.R.L.

3.2.1.1. GESTION DE STOCKS (ALMACEN)

En todo proceso de venta de FERRETERIA S.R.L. a industria o ferretería, el almacén es la primera función logística que entra en operación.

Tal como el gráfico lo muestra, el almacén recibe la información, proveniente del departamento de ventas, sobre la necesidad de atender un pedido. El almacén recibe esta información a través de una “Nota de Pedido”, emitida por el departamento de ventas en dos copias (una de ellas es entregada al almacén y la otra permanece en el departamento de ventas como cargo) – la Nota de Pedido describe en detalle los artículos solicitados, sus cantidades, el cliente, el vendedor que atiende al cliente y otros datos de uso interno.

Cuando el producto solicitado no se encuentra en stock, el almacén emite una “Solicitud de Compra”, por duplicado, enviando una de ellas al departamento de compras y quedando la otra en el almacén – la Solicitud de Compra indica la necesidad de material a ser comprado, especificando las cantidades e incluso el vendedor pues él será el indicado de absolver dudas sobre la descripción y uso del material solicitado.

RECEPCION DE PRODUCTOS

Un producto puede llegar al almacén de FERRETERIA S.R.L. por dos vías: la primera es a través del proveedor, quien envía el producto al almacén, y la segunda es a través del comprador, quien personalmente realiza la compra y lleva el producto al almacén. En ambos casos los productos recibidos son contabilizados y evaluados en la calidad, cotejando la copia de la Orden de Compra o Requerimiento con el material recibido, para ver si la entrega del comprador o proveedor es acorde con lo solicitado.

Cuando el proveedor lleva el producto (*delivery*), el almacén se queda con una de las copias de la Guía de Remisión del proveedor (la copia llamada Control Administrativo), sella el resto de copias de la Guía de Remisión y se las entrega al proveedor para que las anexe a la Factura y las envíe a cobranza. Cuando es el comprador quien trae el producto al almacén, éste sólo entrega el producto, siendo enviadas las copias de la Guía de Remisión y/o Factura al

departamento de finanzas para que se haga el cargo en las cuentas por pagar (al llegar la Factura del proveedor, sin cancelar) o registre la compra cancelada.

EMBARQUE DEL PRODUCTO

Esta es otra operación adicional del almacén y se refiere, en el caso de FERRETERIA S.R.L., al último control antes de enviarlo al cliente.

Cuando se tiene el total de productos solicitados, el almacén procede a la emisión de la “Guía de Remisión”. Además, si la venta fue hecha al contado, entonces, el almacén ordena al departamento de ventas que emita una “Factura” por el producto que se envía al cliente; una vez que se tiene la Factura, ésta se anexa a la Guía de Remisión y junto con el producto son embarcados hacia el cliente – previo chequeo final antes de partir, para eliminar errores en el envío.

En muchas ocasiones el almacén no puede esperar el arribo de los productos faltantes para juntarlos con los existentes y proceder a emitir la Guía de Remisión. En estos casos, se emite la Guía de Remisión sin tener completo el producto, siendo enviada esta Guía junto con los productos existentes – solicitados por el cliente – con una persona que comprará el producto en el proveedor y lo llevará directamente al cliente, sin necesidad de pasar por el almacén – cuando la venta es al contado, la Guía de Remisión es enviada junto con la Factura, previamente emitida por el departamento de ventas.

La función principal en el embarque es corroborar la calidad embarcada y cotejar los productos que figuran en la Guía de Remisión – y Factura, en caso la venta sea al contado – con aquellos que se están embarcando.

APOYO AL ALMACEN

El almacén cuenta con su sistema de codificación como el principal elemento de apoyo, el cual sigue la siguiente nomenclatura:

	Familia	Subfamilia	Código Específico
cantidad de dígitos ⁷	X X	X X	X X X

Tabla 2. Sistema de Codificación de Artículos de FERRETERIA S.R.L.

⁷ Cada “X” representa un dígito en el sistema de codificación.

Así, por ejemplo, si consideramos el producto “**Clavo para Madera con Cabeza de 2 x 14**”, éste posee el código **10-27-010**, lo cual significa que el producto pertenece a la Familia o Grupo N° **10** (Artículos de Fijación) – ver Punto 3.1.2. –, en la Subfamilia N° **27** (Clavos Para Madera con Cabeza) y con el Código Específico N° **010** (indicando la medida 2” x 14).

Por otro lado, el almacén cuenta con dos sistemas informáticos (uno desarrollado en Clíper y otro en FoxPro) los cuales les permiten revisar en forma continua los niveles de stock, movimientos del día, mes y año, así como realizar la emisión de Guías de Remisión. No obstante, la falta de integración de estos sistemas hace que las operaciones demoren en ser realizadas.

Por último, el almacén presenta un espacio de almacenaje que ha llegado a convertirse en pequeño, debido a la gran cantidad de productos que se manejan y que han ido incrementándose con el tiempo. Con el fin de aprovechar al máximo este pequeño espacio, se ha organizado el almacén agrupando los productos según su código de artículo. Haciendo una analogía con los códigos de ubicación, los productos de una misma familia han sido ubicados en un lugar definido del almacén, de tal forma que sea más sencillo ubicarlos.

OUTPUTS EN EL ALMACEN

Entre los Outputs de uso externo al almacén se tienen:

- La Guía de Remisión, la cual muestra información entregada por el almacén.
- La Solicitud de Compra (o Requisición de Compra), la cual permite mostrar necesidades del almacén.
- El Informe al departamento de ventas para que facture Guías de Remisión.
- Entre los Outputs de uso interno en el Almacén se tienen:
 - Informes de movimientos diarios, mensuales y/o anuales del almacén.
 - Informes de stocks.
 - Informes de Guías de Remisión pendientes de facturar y ya facturadas.
 - Listado de artículos en el almacén.

INPUTS EN EL ALMACEN

Entre los Inputs provenientes del exterior del almacén, se tienen:

- La Nota de Pedido, proveniente del departamento de ventas indicando la venta de algún producto.
- Copia de la Orden de Compra o Requerimiento, proveniente del departamento de compras, para que coteje con los productos recibidos del proveedor.
- Guía de Remisión del proveedor con el producto entregado al almacén.

Por último, el almacén no cuenta con documentos escritos internos que registren y certifiquen físicamente movimientos de ingreso y salida de productos (los cuales pueden ser considerados Inputs internos al almacén, tales como Notas de Ingreso y Notas de Salida); únicamente se carga y descarga el ingreso y salida desde el sistema informático.

3.2.1.2. APROVISIONAMIENTO (COMPRAS)

La labor del departamento de compras se inicia con la información recibida del almacén – a través de la Solicitud de Compra – de la necesidad de comprar algún producto para atender a un cliente.

ANALISIS DEL PROVEEDOR

Ante la Solicitud de Compra, la primera acción que toma el departamento de compras es la búsqueda de los posibles proveedores donde se adquirirán los productos solicitados. Para esto, el departamento de compras ya cuenta con una cartera de proveedores registrada, haciendo una selección del proveedor según consideraciones de experiencia de trabajo previa. Cuando el producto es novedoso, el departamento de compras debe investigar nuevos proveedores.

ANALISIS DE COTIZACION

El comprador una vez recibida la respuesta de la Solicitud de Cotización, previamente enviada al proveedor, procede a analizarla e incluso a negociarla, con el fin de realizar una compra en condiciones favorables para FERRETERIA

S.R.L. Este análisis consiste en evaluar la calidad del producto ofrecido por el proveedor, el tiempo de entrega del proveedor, el precio, las garantías y la distancia del local del proveedor (cuando debe enviarse a una persona a recoger el producto en el local del proveedor).

CONSULTA A FINANZAS

Debido a la falta de liquidez que se presenta en FERRETERIA S.R.L., es necesario que el departamento de compras consulte con el de finanzas sobre la disponibilidad de dinero, cada vez que se pretenda efectuar una compra. Muchas veces esta disponibilidad de dinero significa tener el dinero en efectivo; otras veces, significa proyectar la disponibilidad para determinar cuándo exactamente existirá la necesidad de pago a un proveedor, si se trabaja con cheques diferidos o se manejan los retrasos en los pagos de facturas vencidas. Con la autorización del departamento de finanzas, Compras emite una “Orden de Compra” o “Requerimiento”. Cabe mencionar que la emisión de la Orden de Compra no está regida por políticas de FERRETERIA S.R.L. (pe. arriba de cierto monto cualquier compra debe ser hecha utilizando Orden de Compra), sino que depende, muchas veces, de las exigencias de los proveedores (pe. algunos proveedores exigen que se les compre con Orden de Compra cuando la compra se realiza al crédito). Por otro lado, cuando no se emite Orden de Compra, se emite simplemente un Requerimiento, el cual también es numerado pero de forma más simple para contabilizarlo históricamente.

Por último, una vez que se ha emitido la Orden de Compra o Requerimiento, el departamento de compras realiza un seguimiento del producto hasta que éste arribe al almacén – cuando el producto es enviado por el proveedor –, o envía a una persona para que realice la compra del producto y lo lleve al almacén o al cliente (ver Punto 3.2.1.3.).

APOYO AL DEPARTAMENTO DE COMPRAS

El principal elemento de apoyo es el sistema informático que posee. Desarrollado en FoxPro, este sistema le permite emitir y manipular Ordenes de Compra; solicitar cotizaciones; revisar las cuentas por pagar, con el fin de

saber a quién le puede comprar; manipular la base de datos de los artículos, y tener registrada la cartera de proveedores.

OUTPUTS EN EL DEPARTAMENTO DE COMPRAS

Entre los Outputs de uso externo al departamento de compras, se tienen:

- La Solicitud de Cotización, entregada al proveedor.
- La Orden de Compra o Requerimiento.
- Información de la Orden de Compra o Requerimiento al almacén para que coteje los productos recibidos.

Entre los Outputs de uso interno en el departamento de compras, se tienen:

- Informes, del día o de otra fecha, acerca del movimiento en las compras realizadas.
- Informes de stock en el almacén, para tener una idea de cómo es la variación de éste.

INPUTS EN EL DEPARTAMENTO DE COMPRAS

Son tres los Inputs provenientes del exterior del departamento de compras:

- La Solicitud de Compra, proveniente del almacén.
- La cotización del proveedor, en respuesta a la Solicitud de Cotización previamente enviada a éste.
- Información del almacén sobre el arribo del producto comprado (cuando el producto es llevado por el proveedor).

3.2.1.3. DISTRIBUCION Y SERVICIO

Cuando el producto es llevado al local del cliente, el almacén lo embarca en un transporte de la compañía. En ocasiones, cuando la necesidad lo exige, es necesario alquilar un transporte externo que pueda transportar mayor volumen y peso.

Para aquellos vehículos que pertenecen a la compañía, se realizan, diariamente, Hojas de Ruta para el reparto de productos. Sin embargo, no se cuenta con un sistema informático que realice y registre dichas Hojas de Ruta.

Muchas veces el distribuidor de FERRETERIA S.R.L. hace labores de comprador – lo cual muestra claramente la presencia de una pequeña empresa, al ser una operación desempeñada por más de una persona. Tal como se mencionó en el Punto 3.2.1.1. (EMBARQUE DEL PRODUCTO), algunas veces se compra un producto e inmediatamente es llevado al cliente sin pasar por el almacén de FERRETERIA S.R.L. En este caso, el comprador asigna la labor de comprar a una persona de Distribución, la cual, a su vez, entregará el producto al cliente. Esta forma de operar puede ser considerada como JIT. En todo caso, la planificación de compras y el acarreo de stock de seguridad disminuirá “micro movimientos”.

3.2.2. ANALISIS DEL SISTEMA

3.2.2.1. CONSIDERACIONES INICIALES

Tal como lo muestra la Figura 1, todo diseño logístico debe tener un análisis de la situación logística actual.

Este diseño empieza con el desarrollo de la **DEFINICION DEL PROBLEMA Y PLANEAMIENTO** (Figura 1) – fundamental y previo al desarrollo del análisis en sí; en este paso se observa lo siguiente:

Parte del **Análisis de Situación** fue desarrollado en el Punto 3.1., al describir las exigencias de los clientes de FERRETERIA S.R.L. Por otro lado, al analizarse la competencia de FERRETERIA S.R.L. se concluye que ésta existe en gran cantidad, pero con manejo de menor variedad de productos o con la limitación en la entrega, de los mismos, al cliente. Además, la **Evaluación Tecnológica** permitió seleccionar las herramientas logísticas a aplicarse en el desarrollo de este análisis. Por último, se hizo un **Desarrollo Lógico de Apoyo (DLA)**, el cual permitió determinar las oportunidades de mejora, evaluando procedimientos corrientes de operación.

Dentro de la **Declaración de Objetivos** el principal fue el entendimiento del sistema logístico actual para proceder a mejorarlo o rediseñarlo.

De otro lado, la **Declaración de Dificultades** consistió principalmente en suponer y proyectar la dificultad para obtener información para realizar el análisis, debido a la limitación del sistema informático utilizado.

Así mismo, se determinaron las Técnicas de Análisis a utilizar, las cuales consistieron en descripciones actuales sobre la forma de operar (técnica cualitativa) y cuadros estadísticos y ratios de desempeño (técnica cuantitativa). En referencia a las técnicas cuantitativas, los Estándares de Medición son determinados por las definiciones teóricas y criterios cualitativos según el tipo de empresa.

Luego de esta etapa previa de “DEFINICION DEL PROBLEMA Y PLANEAMIENTO”, se procedió a realizar la **RECOLECCION DE DATOS** para luego enfocarse en el **ANALISIS** del sistema logístico actual.

Este análisis será desarrollado, a continuación, en forma global y para cada función logística.

3.2.2.2. ANALISIS DEL SISTEMA POR FUNCIONES LOGISTICAS

A. FUNCION COMPRAS

Dada la poca cantidad de proveedores para un producto determinado, es muy difícil hacer una selección rigurosa de ellos. Por esta razón, se buscan relaciones cercanas con ellos para obtener mejores beneficios – esta relación ayuda mucho a operar de forma JIT, pues el tiempo de entrega de productos es bastante aceptable. No obstante, cuando es necesario y posible, se hace discriminación del proveedor según el precio de compra y/o la calidad del producto.

Además, el departamento de compras no realiza análisis continuo de amenazas y oportunidades en el ambiente de suministro (propia de la actividad administrativa de Compras), y por esta razón pierde oportunidades de beneficio en compras y/o sólo se da cuenta del problema cuando éste surge.

Por otro lado, si bien el departamento de compras maneja records de compras en cuanto a Ordenes de Compra, archivo de Ordenes de Compra y registro del material comprado y sus características, no maneja ningún tipo de record que le permita evaluar el desempeño de sus proveedores.

UTILIDAD POTENCIAL

Según datos del Balance General y el Estado de Ganancias y Perdidas al 30 de abril del 2002, y utilizando las ecuaciones 2.1, 2.2 y 2.3, se calcula el siguiente valor para el Retorno a la Inversión (ROI):

Ingreso neto = 10568,39 nuevos soles activo total = 69481,08 nuevos soles
entonces:

$$\text{ROI}\% = 0,1515 \cdot 100 = 15,15\%$$

Este valor es bastante bajo, mostrando la existencia de poco retorno del dinero invertido.

COMPRAS DE MONTO PEQUEÑO

FERRETERIA S.R.L. presenta muchas compras de monto pequeño, pues debe comprar en variedad. Estas compras no pueden ser hechas a grandes proveedores, siendo, además, realizadas por teléfono o con el envío de una persona al local del proveedor, para que realice la compra personalmente.

REGISTROS Y ANALISIS DE RATIOS

La empresa no lleva registro de la cantidad de pedidos recibidos, tramitados y/o anulados. Además, las Ordenes de Compra no están distribuidas por proveedor y ordenadas en forma descendente.

Por otro lado, el Porcentaje de Gastos por Compras (P.G.C.) y Costo por Orden de Compra (C.O.C.) no se pueden calcular con precisión debido a que existen algunos gastos de compra que no están claramente separados de los gastos globales de la empresa. Sin embargo, es posible hallar este gasto en base a un cálculo proporcional según la actividad operacional desempeñada por Compras, respecto a la actividad total de la empresa. La tabla adjunta muestra el monto de las compras realizadas y el monto total de gasto operacional en la empresa (referido al uso de teléfono y movilidad), para los 12 meses del año 2001:

Año 2001	Monto de Compra (S/.)	Gastos Operativos Totales de la Empresa (S/.)	
		Teléfono	Movilidad
Enero	13 971,02	1 304,80	497,00
Febrero	15 803,65	1 438,30	503,40
Marzo	15 628,47	1 054,10	471,50
Abril	9 824,97	720,00	396,50
Mayo	17 037,37	689,80	516,00
Junio	13 486,72	771,10	424,00
Julio	15 662,75	754,30	505,90
Agosto	14 012,19	855,00	545,00
Setiembre	8 959,31	1 173,55	365,00
Octubre	12 495,60	869,60	369,10
Noviembre	9 638,55	707,45	393,00
Diciembre	14 308,36	465,20	418,50
Promedio Mensual	13 402,41	900,27	450,41

Tabla 3. Gastos Relacionados al Departamento de Compras

Respecto al gasto operacional, se deduce que Compras utiliza alrededor del 60% del gasto total de teléfono, y alrededor del 35% del gasto total de transporte, para realizar las compras. Por lo tanto, según lo anterior y la Tabla 3, sumado al sueldo mensual del comprador (S/. 700,00), se tiene:

$$\text{Gasto Mensual de Compras}^8 = 700 + 0,60 \cdot 900,27 + 0,35 \cdot 450,41 = \text{S/. } 1\,397,81$$

De esta forma, y según la Tabla 3 y Ecuación 2.4, se tiene:

$$\text{P.G.C.} = \frac{1397,81}{13\,402,41} \cdot 100 = 10,43\% \text{ del monto total de compra}$$

Se observa que los gastos por compra son realmente menores con respecto al monto total de compra.

De otro lado, el número de Ordenes de Compra emitidas al mes oscila entre 25 y 30. Estas compras realizadas con Orden de Compra representan alrededor del 5% de las compras totales. Entonces, utilizando la Ecuación 2.5 se tiene:

$$\text{C.O.C.} = \frac{0,05 \cdot 1397,81}{30} = 2,33 \text{ nuevos soles por Orden de Compra}$$

Por lo tanto, el gasto de compra por cada Orden de Compra emitida – cuando se trabaja con Orden de Compra – fluctúa alrededor de 2,50 nuevos soles.

⁸ Los gastos en el área de compras, por uso de luz y agua, son despreciables.

B. FUNCION ALMACENAMIENTO

TOMA DE INVENTARIOS

La toma de inventarios se realiza “al barrer” (a todos los artículos) y únicamente a fin de año. Sin embargo, existen ocasiones en que no llega hacerse la toma de inventario en ningún momento del año, aplazándose para el año siguiente.

DESPACHO

El almacén no entrega los productos correctamente embalados, siendo entregados muchas veces en recipientes no apropiados para el tipo de producto a manipular: en cajas de poca resistencia o sin el amarre adecuado. El almacén tampoco realiza indicaciones, mediante sellos o etiquetas, de lo que lleva cada recipiente embalado.

ROTACION DE INVENTARIOS

En forma empírica se realiza un flujo de inventarios del tipo FIFO. Además, para valorizar las existencias se usa el precio de la última compra realizada, fijándose este precio para todos los materiales existentes en el almacén, sin importar los que ingresaron anteriormente. Por lo tanto, claramente se aprecia que no se aplica ninguno de los métodos mencionados en el Marco Teórico.

ALMACENAMIENTO EN AMBIENTE JIT

Una de las políticas que inconscientemente se mantiene en FERRETERIA S.R.L. es “tener bajos niveles de stock, pero en gran variedad”, debido a que no es posible mantener altos niveles cuando se manejan muchos productos. En este contexto de trabajo y con el fin de no quedarse con productos fuera de stock, el personal del almacén revisa el nivel de stock de un producto cada vez que es retirado del almacén alguna cantidad de ese producto.

Además, la calidad del producto exigida por FERRETERIA S.R.L., también es la que le ayuda a trabajar de forma JIT. Sin embargo, en contra de lo que recomienda Dobler (1996), no se aplica la filosofía JIT previa clasificación ABC y sobre los artículos tipo A; por el contrario se pretende aplicarlos a todos por igual.

LAYOUT DEL ALMACEN

El diseño es bastante adecuado, considerando la gran cantidad de productos que se deben almacenar, pues el almacén no cuenta con un gran espacio de almacenamiento. Sin embargo, dada la poca disponibilidad de espacio es difícil mantener flexibilidad en el almacenaje.

C. FUNCION PLANIFICACION Y CONTROL DE INVENTARIO

FERRETERIA S.R.L. no realiza ningún tipo de planificación para las compras – no existe ningún método definido para establecer los momentos de compra y las cantidades a comprar. Sin embargo, en forma muy superficial se verifica el nivel de stock en forma continua, al revisarse, en forma visual y no en detalle, este nivel, cada vez que existe un retiro de material. Además, el almacén no acarrea ninguna forma de stock de seguridad.

CLASIFICACION ABC

No se realiza en forma estricta y detallada. Se realiza en forma muy superficial, considerando a simple vista qué productos son más importantes, de acuerdo al movimiento que estos presentan.

PRONOSTICOS DE CONSUMO Y PROYECCIONES

Actualmente FERRETERIA S.R.L. no realiza ningún tipo de pronóstico de demanda tal que muestre la necesidad de comprar ciertos artículos para tenerlos en reserva, tal que se pueda satisfacer a los clientes. En ocasiones, y en forma cualitativa, se consulta a los clientes para determinar lo que necesitarán en un futuro cercano, con el fin de mantener el stock necesario para cuando se produzca la necesidad.

Otra forma cualitativa de pronóstico usada por FERRETERIA S.R.L. es ver la demanda para ciertas temporadas. Hay algunos productos que son pedidos por temporadas y, según esto, la empresa compra para almacenar y satisfacer la demanda en un futuro.

INDICE DE ROTACION DE INVENTARIOS (I.R.I.)

El I.R.I. no puede ser evaluado a nivel global, pues la empresa maneja gran cantidad de productos y cada uno es almacenado en diferente promedio y presenta diferente consumo anual; considerando, además, que cada artículo es almacenado en diferentes unidades de medida.

Analizando los últimos cinco años de operación de FERRETERIA S.R.L., se determina el promedio anual vendido en tres de los productos de mayor demanda para la empresa⁹, los cuales se muestran en la tabla siguiente, junto al I.R.I. hallado según la Ecuación 2.58:

	Consumo Anual Promedio	Inventario Promedio	I.R.I. (vez / año)
Thinner Acrílico (galones)	698	50	13,96
Thinner Standard (galones)	671	50	13,42
Hoja de Sierra ½"x12"x18d (unidades)	1484	100	14,84

Tabla 4. Determinación del Índice de Rotación de Inventario (I.R.I.)

Se observa que los productos de mayor venta – y por ende de mayor movimiento – son reabastecidos 14 veces al año, aproximadamente.

INDICE DE ROTURA DE STOCK (I.R.S.)

Para determinarlo, se revisó el nivel de stock de todos los productos que la empresa posee. Además, para determinar qué productos están activos en la empresa, se revisó la fecha del último movimiento que un artículo había tenido¹⁰. Considerando que la revisión se realiza en el mes de agosto del 2002, aquellos productos con fecha de último movimiento anteriores a diciembre de 1998 y con stock cero, son considerados como inactivos. De esta evaluación se encontró:

⁹ Si bien la empresa presenta varios productos con alta demanda, el análisis de los tres de mayor demanda permite dar una idea de la atención prestada para el almacenaje de los productos más importantes para la empresa.

¹⁰ Un "artículo" está referido a un ITEM. Es decir, un artículo es un tipo de producto que puede almacenarse en una determinada cantidad.

	Cantidad de Artículos (Items)
Total de Artículos en Almacén	3 479
Artículos Inactivos en Almacén	854
Artículos Activos en Almacén	2 625

Tabla 5. Artículos Según Nivel de Actividad

Por otro lado, con aquellos ítems que son activos, se evaluó el nivel de stock en agosto del 2002, encontrándose que la cantidad de **ítems activos con nivel de stock cero** asciende a **1103**. Por lo tanto, con los datos anteriores y aplicando la Ecuación 2.59, se tiene:

$$I.R.S. = 42,02\%$$

Este índice presenta un valor algo elevado, lo cual muestra la falta de stock en varios artículos que la empresa comercializa.

INDICE DE INACTIVIDAD (I.I.)

Utilizando los datos anteriores y aplicando la Ecuación 2.60, se tiene:

$$I.I. = 75,45\%$$

Se observa que es muy poco el porcentaje de ítems inactivos: 25% aprox.

MESES EQUIVALENTES DE CONSUMO (M.E.C.)

Este índice sólo puede ser hallado para cada tipo de ítem, pues cada uno es almacenado y consumido en diferente unidad de medida. Entonces, analizando tres de los productos más vendidos en el año 2001 y utilizando la Ecuación 2.61, se tiene la siguiente tabla¹¹:

Año 2001	Consumo Mensual Promedio	Inventario Promedio	M.E.C. (meses)
Thinner Acrílico (galones)	69,30	50	0,72
Thinner Standard (galones)	70,70	50	0,71
Hoja de Sierra ½"x12"x18d (unidades)	97	100	1,03

Tabla 6. Determinación de los Meses Equivalentes de Consumo (M.E.C.)

Se observa que los productos de mayor demanda presentan un stock que dura alrededor de 1 mes, antes de ser nuevamente reabastecidos.

¹¹ Es de suponer que el artículo con menor demanda presentará mayores Meses Equivalentes de Consumo, pues su demanda es menor.

INDICADOR DE SOPORTE LOGISTICO (I.S.L.)

De la Tabla 5 y considerando que en el mes de agosto del 2002 la empresa tiene 1103 ítems activos con stock cero, se tiene que $2625 - 1103 = 1522$ **ítems activos presentan stock diferente de cero**. Por lo tanto, de la Tabla 5 y Ecuación 2.62, se tiene:

$$\text{I.S.L.} = \frac{1522}{2625} = 0,5798$$

Se observa que se tiene en stock sólo alrededor de la mitad de los artículos activos del almacén.

TIEMPO DE DURACION DEL STOCK (Días de Stock)

Este debe ser analizado por artículo pues cada uno presenta diferente comportamiento de demanda. Este análisis es muy parecido al de Meses Equivalentes de Consumo (M.E.C.); entonces, considerando nuevamente el stock individual de los tres artículos más vendidos durante el año 2001 y utilizando la Ecuación 2.63, se tiene:

	Consumo Diario Promedio	Stock Actual ¹²	Días de Stock
Thinner Acrílico (galones)	3	30,25	10
Thinner Standard (galones)	3	20	6,7
Hoja de Sierra ½"x12"x18d (unidades)	5	53	10,6

Tabla 7. Determinación del Tiempo de Duración del Stock

Se observa que los tres artículos más vendidos presentarán aproximadamente igual tiempo de duración en el stock, si éstos no son reabastecidos hasta que se consuman totalmente.

NIVEL DE SERVICIO DEL ALMACEN (%Ns)

Este sólo puede ser hallado para cada artículo, pues cada uno presenta diferente comportamiento, con un grado de servicio específico. Nuevamente, considerando los tres artículos más vendidos y la Ecuación 2.64, se tiene la siguiente tabla:

¹² Este "Stock Actual" se refiere a agosto del 2002.

	%Ca	Pu (S/.)	B	F (I.R.I.)	%Ns
Thinner Acrílico (galones)	0,108	8,70	3,00	13,96	99,98
Thinner Standard (galones)	0,122	7,70	3,00	13,42	99,98
Hoja de Sierra ½"x12"x18d (unidades)	0,118	4,00	3,00	14,84	99,99

Tabla 8. Determinación del Nivel de Servicio del Almacén

donde, “F” es igual al Índice de Rotación de Inventario (I.R.I.), hallado en la Tabla 4.

Cálculo de “%Ca”.- El “costo de almacenar” básicamente se basa en el sueldo del almacenero y los gastos de luz y agua. El **sueldo del almacenero es S/. 700** y los gastos de agua y luz a nivel global de la empresa suman S/. 135 al mes – el Almacén ocupa el 25% del área total de la empresa. Por lo tanto, el **gasto de luz y agua del almacén es $0,25 \cdot 135 = 33,75$ nuevos soles por mes**. Entonces, el **Gasto Total Mensual de Almacenar es $700 + 33,75 = 733,75$ nuevos soles por mes**. Por otro lado, en el mes de agosto del 2002 se tiene en almacén **1522 ítems activos con stock diferente de cero** – este valor puede ser aproximado a **1550 ítems**, considerando una tolerancia por aumento de ítems almacenados. Por lo tanto, el “costo de almacenar” por ítem es:

$$\text{Costo de Almacenar por Ítem}^{13} = \frac{733,75}{1550} = 0,47 \text{ nuevos soles por mes}$$

además, se sabe que,

$$\text{CIP} = \text{Costo del Inventario Promedio} = \text{Pu} \cdot (\text{Inventario Promedio}) \quad (3.1)$$

entonces,

$$\%Ca = \frac{0,47}{\text{CPI}} \cdot 100 \quad (3.2)$$

De la Tabla 6, se tiene el Inventario Promedio para cada uno de los ítems más vendidos. Por lo tanto, utilizando los datos de la Tabla 8 y las ecuaciones anteriores, se halla “%Ca”, el cual se muestra en dicha Tabla 8.

Cálculo del Costo “B”.- Este es incurrido por llamadas a celulares y teléfonos fijos, y es alrededor de **3,00 nuevos soles por pedido pendiente**.

¹³ Este costo es constante para cada ítem, no importando la cantidad de artículos que se tenga por cada uno de ellos. Esto es debido a que no existen ítems que requieran cuidado especial para controlar su almacenamiento; por esta razón y debido a que se tiene gran cantidad de ítems en el almacén, este costo es bastante bajo.

Por lo tanto, con los datos anteriores se calcula el Nivel de Servicio del Almacén (%Ns), el cual se muestra en la Tabla 8.

De la Tabla 8 se observa que el Nivel de Servicio del Almacén (%Ns) es bastante alto para los productos de mayor demanda, debido a que el costo de almacenar es bastante bajo. Debido, además, a que este costo de almacenar es constante para todos los productos, este Nivel de Servicio siempre será elevado, sin importar si el producto presenta alta demanda o no.

DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS Y MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL

A continuación se analiza el comportamiento de demanda del Thinner Acrílico, el producto de mayor demanda en FERRETERIA S.R.L. Para realizar este análisis se revisaron los niveles de demanda de los años 2000 y 2001, los cuales se muestran en la tabla siguiente:

mes / año	2000	2001	mes / año	2000	2001
ENE	81,06	72,50	JUL	22,95	67,00
FEB	11,70	50,26	AGO	57,75	32,93
MAR	49,13	65,26	SET	70,80	71,50
ABR	103,95	38,52	OCT	39,43	35,00
MAY	65,26	53,34	NOV	45,60	126,41
JUN	52,76	72,25	DIC	51,18	146,00

Las unidades representadas en cada mes, de los años 2000 y 2001, son “galones”.

Tabla 9. Demanda del Thinner Acrílico

Según el procedimiento establecido en el Punto 2.2.3.5. (DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS EN LOS CONSUMOS DEL ALMACEN), el número de clases se halla de la siguiente forma:

$$n = \text{numero de datos} = 24 \text{ (debido a los 24 meses analizados)}$$

así, el “Número de Clases” es:

$$r = 2 \cdot \sqrt{24} = 9,8 \sim 10 \text{ clases}$$

entonces, la “Amplitud del Intervalo de Clase” es:

$$R = (146 - 11,70) / 10 = 13,43$$

De esta forma, y con los datos de la Tabla 9, se construye la Tabla 10, de la siguiente manera:

clase	y	f	h·100 (h%)	F	H
[11,70 25,13[	18,42	2	8,33	2	0,08
[25,13 38,56[	31,85	3	12,50	5	0,21
[38,56 51,99[	45,28	5	20,83	10	0,42
[51,99 65,42[	58,71	5	20,83	15	0,63
[65,42 78,85[	72,14	5	20,83	20	0,83
[78,85 92,28[	85,57	1	4,17	21	0,88
[92,28 105,71[	99,00	1	4,17	22	0,92
[105,71 119,14[	112,43	0	0,00	22	0,92
[119,14 132,57[	125,86	1	4,17	23	0,96
[132,57 146,00[	139,29	1	4,17	24	1,00
		24	100		

Tabla 10. Distribución de Frecuencias para el Thinner Acrílico

Un gráfico de “h%” respecto a los valores medios “y” nos da una mejor idea del comportamiento de la demanda, del Thinner Acrílico, producida en el almacén:

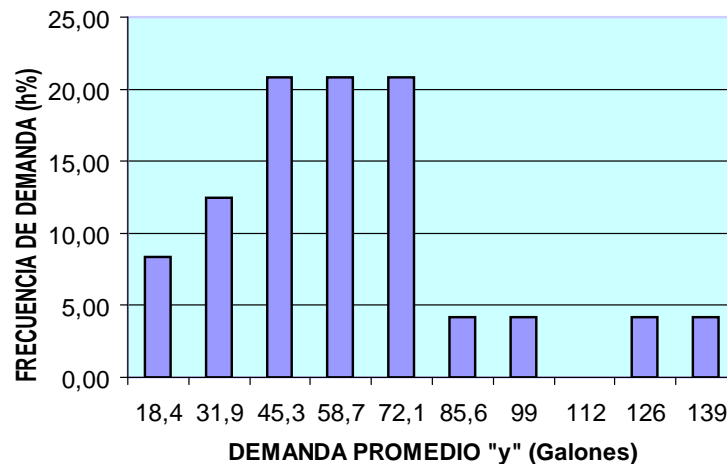


Figura 10. Distribución de Frecuencias para el Thinner Acrílico

Al observar el comportamiento de la demanda, ésta puede ser asumida como de Distribución Normal.

Por otro lado, de la Tabla 10 es posible hallar la Media, Mediana y Moda, tal como se muestra a continuación:

Media.- utilizando la Ecuación 2.65, se tiene:

$$\text{Media} = 60,95 \text{ galones / mes}$$

Mediana.- utilizando la Ecuación 2.66, se tiene:

$$F_{a_M} = 10 \quad f(x_m) = 5 \quad li_M = 51,99$$

entonces,

Mediana = 57,36 galones

Moda.- utilizando la Ecuación 2.67, se tiene:

$$li_{MO} = 38,56 \quad d1 = 5 - 3 = 2 \quad d2 = 5 - 1 = 4 \quad R' = 78,85 - 38,56 = 40,29$$

entonces,

Moda = 51,99 galones promedio

D. FUNCION DISTRIBUCION Y SERVICIO

DISTRIBUCION FISICA

FERRETERIA S.R.L. muy rara vez contrata transporte externo para distribuir los productos que vende – lo hace cuando existe necesidad de transportar gran volumen o peso. Por esta razón, la empresa genera altos costos en el transporte (en mantenimiento y combustible), optando, de esta forma, por la seguridad de sus productos transportados. Sin lugar a dudas, el transporte de menor costo es el contratado, pero también el menos seguro (existen riesgos de robos y descuido en los tiempos de entrega).

A pesar de incurrirse en altos costos en la función transporte, no existe un registro detallado de estos costos, ni tampoco existe una comparación detallada de los beneficios y costos de transportar con flota propia y con flota contratada.

En cuanto al tiempo de entrega debido al transporte, éste es bastante aceptable ocurriendo las mayores demoras en las balanzas de las compañías donde se entregan los productos. Además, no existen reclamos del cliente debido a daños causados por el transporte. Por esta razón, se puede decir que a nivel operativo la función transporte presenta una alta eficiencia y eficacia.

SERVICIO OFRECIDO AL CLIENTE

FERRETERIA S.R.L. se ha convertido en un “solucionador de problemas” para sus clientes. Además del servicio ofrecido de juntar varios artículos en pequeñas cantidades, también ofrece el servicio de asesoramiento – sin costo adicional – en la selección del mejor material y/o pieza a ser utilizada en los equipos, de acuerdo a las exigencias operativas que posean dichas industrias.

Por esta razón, se puede decir que el “nivel de servicio” ofrecido es bastante aceptable, pues con este tipo de relaciones, los operarios e ingenieros de las diferentes compañías no sólo ven a FERRETERIA S.R.L. como un simple proveedor, sino, además, como un **“solucionador de problemas”**, produciéndose, de esta forma, un sentimiento de confianza y “lealtad” para con FERRETERIA S.R.L. – debido a la satisfacción. Las empresas entienden que la intención de FERRETERIA S.R.L. es ofrecer un buen servicio no sólo de post-venta sino durante y antes de ésta.

Benchmarking Competitivo

Este análisis está basado en la teoría de Christopher (1999), mostrada en el Punto 2.2.4.4.

Paso 1:

Se realizó una lista de los “elementos de servicio al cliente”, elaborada en base a los elementos que todo cliente suele observar del departamento de logística de un proveedor. Esta lista de elementos se puede apreciar en la Tabla 11, más adelante.

Paso 2:

Los elementos, producidos en el Paso 1, fueron asignados a diferentes clientes para ser evaluados. Esta evaluación siguió el siguiente procedimiento: a cada cliente se le entregó dos hojas del mismo formato, conteniendo los “elementos de servicio al cliente”; en una de ellas el cliente tuvo que evaluar el desempeño logístico de FERRETERIA S.R.L. y en la otra el desempeño logístico de los competidores de FERRETERIA S.R.L. Para cada elemento, el cliente debió colocar: MALO, SATISFACTORIO o BUENO, según fue el caso.

Del mismo modo, se solicitó a los clientes indiquen la importancia que cada elemento significaba para ellos. Esta debía ser BAJA, MEDIA o ALTA. Para que el cliente no califique – como es su tendencia – a todos los elementos como de ALTA importancia, el método de calificación fue el siguiente: el cliente tuvo que ordenar en forma descendente los elementos desde el mayor al menor importante. Posteriormente, el cliente tuvo que indicar 4 (cuatro) elementos de alta importancia, 3 (tres) de media y 3 (tres) de baja importancia – en total se tienen diez elementos, como lo muestra la Tabla 11.

De la evaluación anterior, se obtuvo el siguiente cuadro final – desarrollado por Christopher (1999) –, ya ordenado y calificado por el cliente, donde se aprecia las fortalezas y debilidades de FERRETERIA S.R.L. y su competencia:

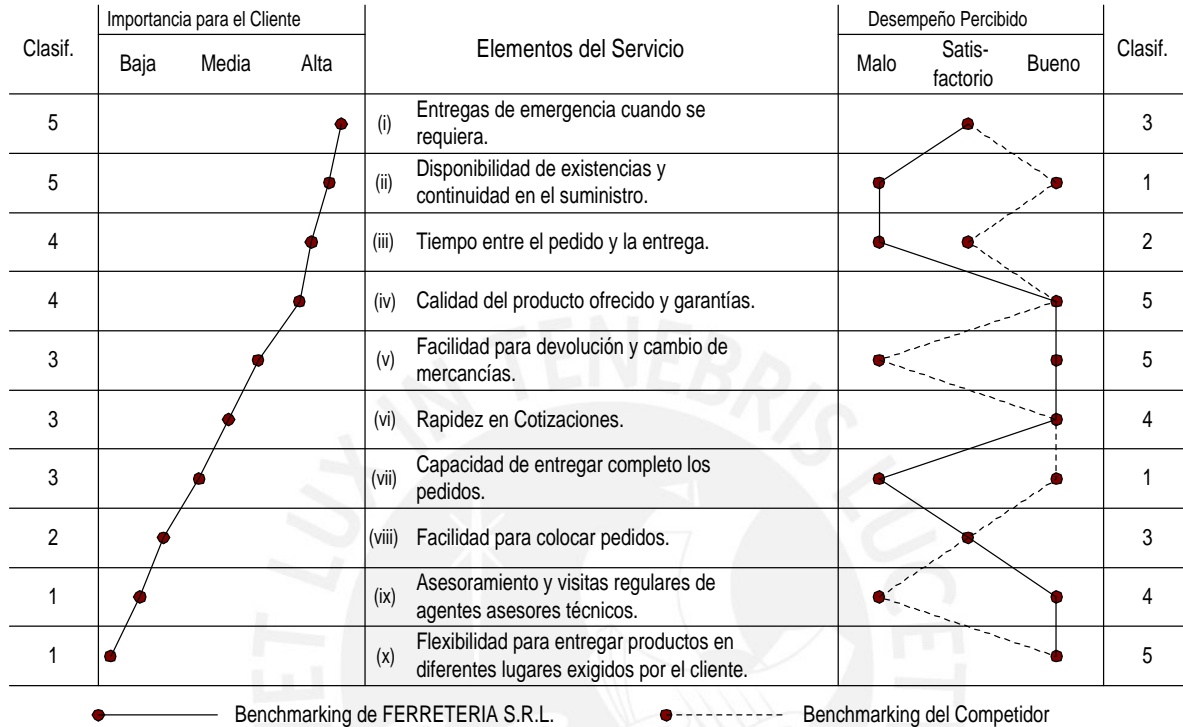


Tabla 11. Análisis del Servicio Ofrecido

Las “cotizaciones” son consideradas dentro de Logística pues generalmente éstas son transmitidas a través del personal de reparto del proveedor. El “repartidor” es el encargado de transmitir la solicitud de cotización al departamento de ventas de su compañía proveedora.

Paso 3:

Para calificar la “importancia para el cliente” de los “elementos del servicio”, se solicitó a los clientes califiquen con números del 1 al 5 estos elementos que habían ordenado en importancia, previamente (el número 5 representa el más importante). En la Tabla 11, al lado izquierdo, se muestra la numeración asignada a los elementos, según la importancia para el cliente.

Para calificar el “desempeño percibido”, el cliente hizo un procedimiento análogo a la calificación para la “importancia para el cliente”. Es decir, realizó la calificación con números del 1 al 5 – según el desempeño percibido de FERRETERIA S.R.L. –, los cuales se muestran al lado derecho de la Tabla 11.

De esta forma, y utilizando el formato de la Figura 7, se distribuyen los diez “elementos del servicio al cliente”, en el cuadro siguiente:

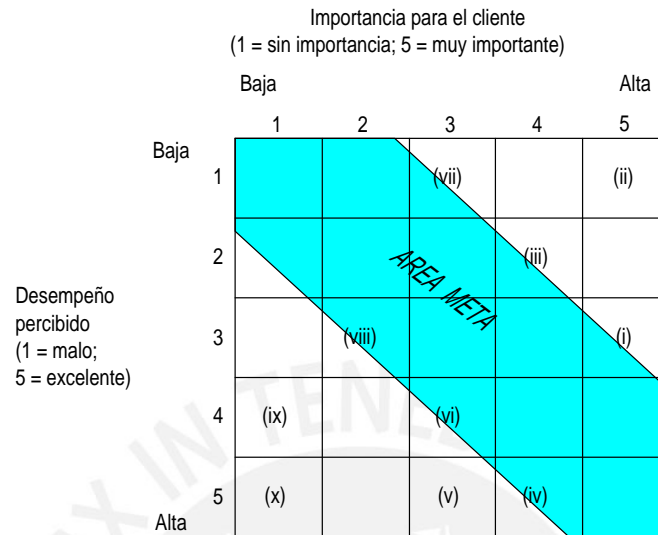


Figura 11. Matriz de Servicio y Desempeño para FERRETERIA S.R.L.

E. ANALISIS GLOBAL DE LA ADMINISTRACION LOGÍSTICA COSTEO GLOBAL

No existe un análisis global de los costos incurridos específicamente en el departamento de logística. Sólo se realiza un análisis global de los costos para toda la empresa, en conjunto. Más aun, tampoco existe un método de costeo establecido.

POLITICAS EN LOGISTICA

FERRETERIA S.R.L. no cuenta con políticas expresamente declaradas que encausen la forma de operación de la empresa. Muchas de las operaciones y acciones a tomar se hacen con conocimiento implícito de acciones que, por experiencia, se saben conducen a obtener beneficios para la empresa – por ejemplo, no transportar un producto al cliente si éste no cubre los gastos de envío.

LABORES LOGISTICAS COORDINADAS CON OTRAS AREAS

En la Figura 9 se observa claramente la relación que existe entre las diferentes funciones logísticas y otras áreas de la empresa. Con referencia a la relación de Logística con Gerencia General, ésta se aprecia a través del control directo que ejerce el Gerente General sobre las funciones logísticas.

Una relación importante es aquella que se produce con el departamento de ventas, pues éste informa continuamente a Logística sobre gustos, preferencias y quejas del cliente acerca de los productos; además de la relación normal existente con referencia a la entrega de Notas de Pedido por parte de este departamento hacia Logística.

Por otro lado, debido a que FERRETERIA S.R.L. es una pequeña empresa, la comunicación es bastante cercana y fluida. Es decir, una información no es muy formal y, por esta razón, no es complicada en ser transmitida. Sin embargo, debido a esta informalidad – información transmitida sin documento que la registre, como puede ser un memorandum –, mucha de la información no llega a destino, o si llega no es tomada con la seriedad debida.

ANALISIS DE PATRONES DE COMPORTAMIENTO

En este caso el análisis se refiere a la demanda producida, en dos de los mayores artículos que la empresa comercializa: el Thinner Acrílico y el Thinner Standard. De la Tabla 9 se tiene la demanda producida para el Thinner Acrílico durante los años 2000 y 2001. Por otro lado, la demanda del Thinner Standard se muestra en la tabla siguiente, luego de recopilar datos de los años 2000 y 2001:

mes / año	2000	2001	mes / año	2000	2001
ENE	53,03	36,50	JUL	22,02	17,75
FEB	55,00	141,10	AGO	81,00	37,26
MAR	94,00	95,50	SET	53,00	100,00
ABR	72,00	91,00	OCT	89,50	25,00
MAY	65,26	66,75	NOV	67,00	83,00
JUN	91,26	126,35	DIC	54,00	28,00

Las unidades representadas en cada mes, de los años 2000 y 2001, son "galones".

Tabla 12. Demanda del Thinner Standard

La figura siguiente muestra el comportamiento de la demanda para el Thinner Acrílico basado en la Tabla 9:

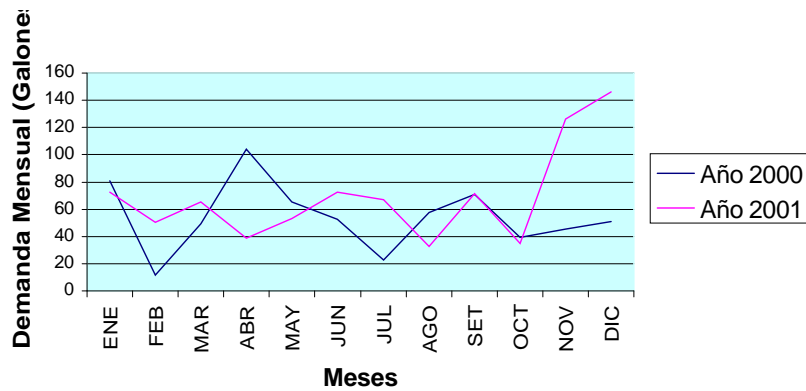


Figura 12. Comportamiento de Demanda del Thinner Acrílico

Se observa que la demanda no presenta ningún patrón definido, y es bastante fluctuante en su comportamiento. Esta demanda se incrementó en diciembre del 2001 pues muchas empresas hicieron mantenimiento de fin de año por esas fechas.

Por otro lado, la figura siguiente, basada en a Tabla 12, muestra el comportamiento de la demanda para el Thinner Standard:

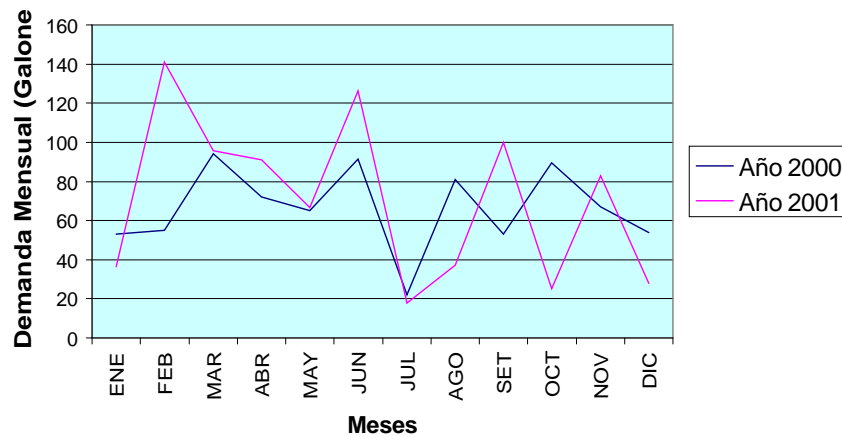


Figura 13. Comportamiento de Demanda del Thinner Standard

De la misma forma que con el Thinner Acrílico, la demanda del Thinner Standard no presenta un patrón de comportamiento definido, y es bastante oscilante a lo largo del año.

Por último, para cualquier producto, no existen políticas que indiquen un monto mínimo de venta a ser alcanzado. Sin embargo, el “análisis de comportamiento

de demanda” permite ver el comportamiento a lo largo del tiempo, para detectar patrones de demanda y poder hacer alguna forma de pronóstico.

3.2.3. DIAGNOSTICO DEL SISTEMA

FUNCION COMPRAS

FERRETERIA S.R.L. presenta, a veces, un accionar limitado en la compra de productos, debido a la poca cantidad de proveedores, y por ende las pocas elecciones al comprar.

Por otro lado, la razón del bajo retorno del dinero invertido (ROI) se debe a que muchos de los artículos comprados permanecen como inventario de reserva para futuros pedidos. Dada la gran variedad de productos, es de esperar que el valor total de los activos almacenados supere en gran medida a las utilidades recibidas por ventas. En este caso, es muy difícil que se eleve el ROI, pues se corre el riesgo de que muchos ítems presenten rotura de stock, lo cual es algo no deseable.

Además, se observa que es muy difícil eliminar los “micro movimientos” producto de compras de monto pequeño. Sin embargo, un buen planeamiento ayudaría a reducir estos tipos de movimientos.

De otro lado, el Porcentaje de Gastos por Compras (P.G.C.) de 10% del monto total de compra, indica que los esfuerzos por comprar no ocasionan gastos elevados, respecto al total comprado; indicando, además, que los productos comprados no presentan características extraordinarias.

Por último, se observa que son muy pocas las compras hechas con Orden de Compra. Esto se debe principalmente a que este tipo de compras se realiza por lo general a grandes distribuidoras o nuevos proveedores, los cuales no se presentan en gran cantidad en el mercado. Además, el Costo por Orden de Compra (C.O.C.) hallado, indica que el gasto de trabajar con Ordenes de Compra no es muy elevado. Lamentablemente, son pocas las compras realizadas con Orden de Compra.

FUNCION ALMACENAMIENTO

Claramente, del análisis, se deduce que el inventario no presenta un control riguroso, pues al no realizarse toma de inventario algunos años, se elimina la posibilidad de detectar pérdidas por robo o deterioro. Además, se reduce la posibilidad de tener el Balance General bien elaborado, respecto a la cantidad exacta de existencias que se posee como activo; esto ocasiona distorsiones en el análisis de ratios.

Por otro lado, durante el despacho, al no seleccionarse el recipiente adecuado para transportar los productos y tampoco indicarse qué contiene cada recipiente, el trato que se les da no es el adecuado, pues los productos llegan a maltratarse (producto de mala manipulación) o confundirse entre ellos.

Además, FERRETERIA S.R.L. presenta varias complicaciones al pretender trabajar en forma JIT. Esto es debido a que se pretende trabajar JIT con todos los productos del almacén – sin discriminación alguna –, y debido a la gran cantidad de productos se producen esfuerzos operacionales innecesarios, los cuales se reflejan en “micro movimientos” – fácilmente evitables con una buena clasificación y planificación.

Por último, con referencia al poco espacio del almacén, FERRETERIA S.R.L. lo aprovecha al máximo y muy bien, debido a una buena organización del mismo.

FUNCION PLANIFICACION Y CONTROL DE INVENTARIOS

Al no realizarse ningún tipo de planificación, las compras son realizadas cada vez que ocurre una necesidad. Esto produce muchos movimientos operacionales pues cuando la necesidad ocurre, generalmente lo hace con urgencia y obligando a buscar el producto. Además, la ausencia de stock de seguridad produce roturas de stock – aunque el “método de revisión visual” de alguna forma ayuda a prevenir estas roturas – y, también, incrementa el trabajo en operaciones no adecuadas para un óptimo desempeño.

Por otro lado, debido a que la empresa no realiza clasificación ABC, no se enfocan los esfuerzos en los productos más importantes, produciéndose operaciones no eficientes para la empresa.

El mal manejo de la planificación también se aprecia en la ausencia de pronósticos. Sin embargo, la observación de patrones de demanda por temporada y la consulta a clientes sobre sus necesidades en un futuro cercano, es bastante aceptable y buena, y de alguna forma permite predecir dicho futuro.

Índice de Rotación de Inventarios (I.R.I.) y Meses Equivalentes de Consumo (M.E.C.).- Ambos índices se ratifican entre sí, con los valores mostrados: un valor promedio de reposición de 14 veces al año (para el I.R.I.), lo cual equivale a un tiempo de duración del stock de alrededor de 1 mes (para el M.E.C.). Con estos valores, y tomando en cuenta que los productos más importantes son los de mayor movimiento, puede considerarse que estos productos están bien manejados. Indudablemente, la empresa maneja una gran cantidad de productos que pueden ser considerados importantes y los cuales no presentan el mismo manejo eficiente a los 3 productos mostrados en el análisis.

Índice de Rotura de Stock (I.R.S.) e Indicador de Soporte Logístico (I.S.L.).- Dada la gran cantidad de ítems que se maneja, el poco espacio disponible en el almacén y lo escaso del dinero para adquirir todos los artículos, no es posible tener toda la variedad de artículos en el almacén. Por lo tanto, puede considerarse que al tener almacenado el 42% de las existencias, es poco, pero está dentro del promedio aceptable en el almacén.

Índice de Inactividad (I.I.).- Este índice muestra que el 75% del total de artículos en FERRETERIA S.R.L., está activo, lo cual es una confirmación que la empresa maneja una inmensa cantidad de ítems.

Días de Stock.- Los productos más vendidos presentan una duración del stock de aproximadamente 10 días, lo cual puede ser considerado aceptable dada la cantidad de existencias que se tiene que manejar; pues con este tiempo de duración del stock, la atención puede ser prestada hacia otros artículos, cubriendo el control de más productos.

Nivel de Servicio del Almacén.- Al considerarlo muy ligado al costo, y teniendo en cuenta que los costos de almacenar son muy bajos, es de esperar que este Nivel de Servicio sea altísimo – la lógica en esta ecuación es: a

menor costo, mejor servicio. Es muy beneficioso tener bajos costos en el almacenaje pues indica que no existen esfuerzos operativos extraordinarios, pudiéndose enfocar los esfuerzos hacia otras operaciones más importantes y complejas.

Distribución de Frecuencias y Medidas de Tendencia Central.-

El producto de mayor demanda es un buen ejemplo del análisis del comportamiento de la demanda, porque es un producto que merece mucha atención, ya que es más trabajado y tiene mayor rotación. Los de menor demanda presentan menor atención y hacer este tipo de análisis no tiene mucha relevancia.

Analizando el Thinner Acrílico, en la Figura 10, se aprecia un comportamiento de la demanda cercano al de una distribución Normal. Por esta razón, y debido a que no existen cambios bruscos en las demandas, puede considerarse que la mayor parte de los artículos de mayor demanda presentan este tipo de “distribución”. Confirma esto, el tener valores de media, mediana y moda, para el Thinner Acrílico, bastante cercanos, lo cual indica un comportamiento uniforme de la demanda.

Por otro lado, la media, mediana y moda del Thinner Acrílico muestran un promedio de venta por mes no muy elevado. Sin embargo, considerando la gran cantidad de artículos que se comercializa, se considera este volumen de venta bastante aceptable, ya que la ganancia se produce por economía de escala y no por la ganancia producida en cada producto.

FUNCION DISTRIBUCION Y SERVICIO

Distribución Física

FERRETERIA S.R.L. realiza el transporte de mercaderías en forma eficiente, debido a que generalmente lo realiza con personal propio, existiendo mayor cuidado en el transporte (pues se conoce mejor las características del material transportado) y existiendo mayor seguridad contra robos y extravíos. Más aun, el personal propio de FERRETERIA S.R.L. es más consciente sobre la llegada del producto a destino en el menor tiempo de entrega posible; además de ser más fácilmente controlable.

Sin embargo, esta forma de trabajo ocasiona mayores costos a los incurridos cuando se contrata transporte externo a la empresa. Además, al no revisarse y analizarse estos costos, la empresa no sabe si está transportando en forma adecuada o si es necesario hacer cambios operacionales.

Servicio al Cliente – Benchmarking Competitivo

El servicio de asesoramiento que FERRETERIA S.R.L. ofrece, le permite tener una ventaja competitiva que la diferencia de sus competidores, pues le ayuda a mejorar las relaciones con sus clientes, a través de un acercamiento no formal.

De la Tabla 11 se observa que el cliente considera que FERRETERIA S.R.L. no presenta buen desempeño en los puntos: (ii) disponibilidad de existencias, (iii) tiempo entre el pedido y la entrega y (vii) capacidad de entregar completo los pedidos – todos relacionadas con la falta de stock disponible (punto (ii)). Por otro lado, la buena relación con los clientes permite desarrollar en forma satisfactoria los puntos (iv), (v), (vi), (ix) y (x) – según la Tabla 11.

Además, de la Tabla 11, se observa que si bien la competencia de FERRETERIA S.R.L. presenta mejor desempeño en mucho de los “elementos del servicio”, FERRETERIA S.R.L. la supera en aspectos relacionados con la “relación con el cliente”. Indudablemente, FERRETERIA S.R.L. debe mejorar mucho en los aspectos operativos, para ofrecer un buen servicio – sobre todo en lo referente a la planificación y control de inventarios.

Por último, al analizar la Figura 11, se observa que aquellos 6 elementos del servicio que están dentro del “Area Meta” lo están en el límite; los demás elementos simplemente están fuera de dicha área. Esto claramente indica que ningún elemento del servicio está acorde, en forma plena, con la preferencia del cliente; es decir, se ofrece un exceso de servicio o existe una escasez de éste. Por lo tanto, es indudable que debe existir un mejor manejo de las políticas sobre el servicio, y las operaciones de Logística deben desarrollarse en forma más eficiente.

DIAGNOSTICO GLOBAL DE LA ADMINISTRACION LOGISTICA

De acuerdo con el análisis realizado en las secciones anteriores, se observa una ausencia de análisis de costos – por funciones y su relación mutua desde

una perspectiva global –, lo cual impide un control riguroso del desempeño operacional del departamento de logística. Logística no analiza los costos incurridos por la función Compras, los cuales están referidos principalmente a las operaciones causadas por compras de monto pequeño. Tampoco analiza los costos incurridos en el almacenamiento, causados, principalmente, por el personal (sueldos) y actividades necesarias para la manipulación de existencias (pe. alquiler de montacargas). Del mismo modo, no se aprecia un análisis de costo de la función Distribución y Servicios, cuyos costos se refieren, principalmente, a gastos incurridos en el transporte de productos hacia los clientes (combustible, mantenimiento de vehículos, etc.).

Por otro lado, la falta de políticas impide tener claro el accionar en cada operación logística. En este aspecto, no existe ningún tipo de política expresamente declarada para aquellas funciones logísticas que desempeñan acciones mayormente operacionales, tales como Compras, Almacenamiento y Distribución y Servicios. Tampoco existen políticas acerca de la relación entre una y otra función; considerando que se trata de una pequeña empresa y que una persona puede desempeñar más de una labor, esto último se refiere a declarar el accionar máximo permitido de cada función, fuera de las acciones propias de dicha función.

De otro lado, si bien no existen problemas para transmitir la comunicación, al no tenerla registrada, la empresa presenta una deficiencia en operación pues esta información no es manejada en forma responsable. Este problema se presenta principalmente en la comunicación entre Compras y Almacén: el almacén solicita un producto y al no existir comunicación formal, Compras muchas veces considera que esta solicitud nunca le fue transmitida.

Además, FERRETERIA S.R.L. no realiza ningún tipo de análisis para determinar patrones de desempeño de la demanda. Sin lugar a dudas, este análisis debe ser hecho a los productos más importantes para la empresa, los cuales son los más demandados. Si bien, por lo regular, la demanda no presenta patrones definidos, es posible que en un momento estos patrones aparezcan, dependiendo de la coyuntura del mercado y de factores externos. Por lo tanto, la ausencia de este análisis es una deficiencia que impide las

proyecciones hacia futuro y poder amoldarse al comportamiento de la demanda durante el tiempo – en caso exista algún patrón.

Por último, se aprecia que FERRETERIA S.R.L. lleva la Logística sin la aplicación de procedimientos básicos, y otros aplicados en forma desorganizada, sin declaración de objetivos a los que se deben llegar en cada función logística. Por ejemplo, no se expresan objetivos sobre los montos de compra máximos con caja chica (referido a la función Compras), el nivel de antigüedad de los productos almacenados (referido a la función Almacenamiento), los tiempos de entrega a cumplir, niveles de los servicios a brindar, (referido a la función Distribución y Servicios) y los máximos niveles de cobertura de stock a tener almacenado (referido a la función Planificación y Control de Inventarios); tampoco se declaran los periodos de mantenimiento de equipos para despachos y manipulación de existencias, entre otros.

En síntesis se aprecia que FERRETERIA S.R.L. administra la función logística de una forma bastante empírica, observándose la ausencia de levantamiento y análisis de costos, la ausencia de políticas que encaucen el accionar, deficiencias en la comunicación durante el proceso operacional y ausencia de declaración de objetivos.

3.3. SISTEMA LOGISTICO PROPUESTO

Siguiendo con el proceso de diseño logístico de la Figura 1, se identificó la mejor alternativa, luego de hacer una evaluación costo-beneficio y desarrollar una valoración del riesgo.

A continuación, y en base a la identificación de la mejor alternativa, se propone el siguiente sistema logístico a aplicar en FERRERERIA S.R.L., una pequeña empresa comercializadora en ferretería. Esta propuesta está basada en el Análisis y Diagnóstico del Sistema Logístico Actual de FERRETERIA S.R.L. (puntos 3.2.2. y 3.2.3., respectivamente).

3.3.1. PROPUESTA POR FUNCIONES LOGISTICAS

3.3.1.1. PROPUESTAS EN LA FUNCION COMPRAS

La aplicación de un sistema logístico en el departamento de compras empieza por la evaluación del desempeño de sus proveedores (record), respecto al servicio (incluyendo tiempos de entrega, soporte posventa – especialmente en las posibilidades de hacer cambios y devoluciones de productos – y aseguramiento de continuidad en los suministros), calidad y precio. Para esto, el departamento de compras debe solicitar al almacén que evalúe el desempeño del proveedor y se le informe sobre esta evaluación.

COMPRAS EN AMBIENTE JIT

Con el fin de operar (comprar) en forma JIT, el departamento de compras debe buscar mantener relaciones cercanas y personalizadas con proveedores claves – aquellos que provean artículos trabajados en forma JIT por FERRETERIA S.R.L. Para esto, es conveniente organizar “compras adelantadas”, como lo menciona Dobler (1996) – ver Punto 2.2.3.1. –, donde Compras debe mantener contratos a largo plazo con proveedores, programando fechas de entrega a futuro, tal que el proveedor se prevenga contra roturas de stock para atender a FERRETERIA S.R.L.

EVALUACION DE RATIOS

En forma paralela a la labor operacional, Compras debe evaluar continuamente el ROI con el fin de ver en qué medida la función compras ahorra o no dinero. Para el caso analizado, el ROI puede ser mejorado haciendo compras más precisas – lo necesario para vender – y, según Dobler (1996), tratando de eliminar el nivel de inventario almacenado que no genera ningún beneficio – ya sea porque presenta baja rotación o se almacena en cantidades mayores a lo demandado. Por esta razón, debe hacerse investigación del movimiento de los artículos vendidos. Dobler (1996), además, propone reducir los costos relativos a ventas, lo cual es bastante aceptable pues incrementa el ingreso. Esta reducción consistiría en la disminución de cantidades compradas y en la compra con menores precios.

Por último, Compras debe llevar registro detallado de los pedidos transmitidos al almacén y de las Ordenes de Compra emitidas, y analizar su desempeño con evaluaciones del Porcentaje de Gastos por Compras (P.G.C.) y del Costo por Orden de Compra (C.O.C.). Además, Compras debe hacer seguimiento de los pagos realizados por FERRETERIA S.R.L. a sus proveedores para saber a quién comprar, cuándo hacerlo y sobre las posibilidades de negociación.

3.3.1.2. PROPUESTAS EN LA FUNCION ALMACENAMIENTO

RECEPCION EN ALMACEN

Esta labor incluye la emisión del siguiente documento físico:

BOLETA DE INGRESO				Nro. 0502	
FECHA: _____					
Motivo de Ingreso:					
<input type="checkbox"/> Compra		⇨ Nombre del Proveedor: _____		Código del Proveedor: _____	
<input type="checkbox"/> Devolución		⇨ Nombre del Usuario: _____			
Nro. Guía		Nro. Factura		Nro. Orden de Compra	
Item	Cantidad Recibida	U.M.	Descripción	Código de Artículo	Valor de Compra
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
_____ Vo. Bo. Computo			_____ Almacén		

Figura 14. Documento para Registro Físico de Ingreso de Existencias

DESPACHO EN ALMACEN

Para realizar un buen despacho, es preciso que el almacén empaquete los productos en forma adecuada. Para esto, deben utilizarse cajas que resistan el

peso del material transportado y no permitan que se dañen durante el trayecto; además, deben utilizarse indicaciones acerca de lo que contiene cada lote a entregar y el nombre del destinatario. Deben hacerse las indicaciones respectivas cuando el producto merezca un trato especial en el transporte. Todo despacho debe realizarse con la emisión de una Boleta de Salida, tal como se muestra en la Figura 15, la cual detalla, entre otras cosas, los motivos de la salida del almacén, la persona a quién se le entrega el producto y una descripción del producto.

BOLETA DE SALIDA

Nro. 0502

FECHA: _____

Motivo de Salida:

Venta ⇨ Nombre del Cliente: _____ Código del Cliente: _____

Uso Interno ⇨ Nombre del Usuario: _____

Nro. Guía		Transportista		Placa de Vehículo	
Item	Código de Artículo	U.M.	Descripción		Cantidad Entregada
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					

Transportista Usuario

Vo. Bo. Almacén

Figura 15. Documento para Registro Físico de Salida de Existencias

CONTROL FISICO DE EXISTENCIAS

La función almacenamiento debe ayudar a la función planificación y control de inventarios a llevar el control, en forma visual, del “almacenaje

semipermanente” – mencionado en el Marco Teórico –, pues el personal del almacén es el que tiene mayor contacto con las existencias en stock.

Con referencia a la toma de inventarios, ésta debe hacerse “al barrer” (a todos los productos en el almacén) al final de cada año, sin omitir ningún año. Además, debe tomarse inventarios periódicos a los productos tipo A y B (según clasificación ABC.), y en forma aleatoria (sin previo aviso). Tal como lo recomienda La Torre (1991), los ítems de la clase A, serán inventariados 3 veces al año (2 inventarios aleatorios); los del tipo B, 2 veces al año (un inventario aleatorio), y los del tipo C, sólo inventariados con el inventario al barrer, una vez al año.

Este control del almacén incluye la emisión de la **Requisición de Compra** (o **Solicitud de Compra**), del almacén hacia el departamento de compras. El usuario interno, cada vez que requiera un producto, informa al almacén de la necesidad; si el almacén no posee el producto solicitado, entonces, emite la **Requisición de Compra**, cuyo formato se muestra en la Figura 16.

Por último, el Control Físico incluye el Método de Almacenaje (rotación del inventario y protección del inventario contra daño). Si bien muchos de los artículos administrados por FERRETERIA S.R.L. no presentan fecha de vencimiento para su uso, es necesario optar una política de rotación del tipo FIFO, para todos los productos por igual. De esta forma, disminuirán los problemas en cuanto a obsolescencia y deterioro, por ejemplo. Por otro lado, es necesario considerar el almacenaje apropiado para aquellos productos sensibles al daño y aquellos inflamables o explosivos, que causan peligro potencial.

REQUISICION DE COMPRA

Nro. 0502

FECHA DE EMISION: _____

Solicitado Para: _____

Solicitado Por: _____

Solicitado Para (fecha): _____

Tipo de Bienes Solicitados: Capital Físico Repuestos

Existencias Otro _____

Item	Código de Artículo	Cantidad Solicitada	U.M.	Descripción

Justificación (describir las razones del pedido) _____

Emitida Por: _____

Solicitante

Vo. Bo. Almacén

Figura 16. Documento para Solicitud de Productos

VALORIZACION DE EXISTENCIAS

El almacén debe hacer “valorización de existencias”, aplicando el método del “precio promedio instantáneo”. Para esto, FERRERTERIA S.R.L. debe exigir que las Guías de Remisión, con las cuales los productos le son remitidos, sean valorizadas.

A continuación se realiza una simulación con el Thinner Acrílico, uno de los productos de mayor movimiento, con el fin de observar la aplicación del método anteriormente mencionado.

Transacc. (Fecha)	Cantidades (unidades)			Kárdex Valorizado (nuevos soles)				
	Ingreso	Egreso	Saldo	Ingreso	Egreso	Saldo	Valor de Transacción	Valor Prom. de Stock
Saldo Inicial			40			348		8,70
Salida 1		4	36		34,8	313,2	8,70	8,70
Salida 2		6	30		52,2	261	8,70	8,70
Salida 3		15	15		130,5	130,5	8,70	8,70
Salida 4		8	7		69,6	60,9	8,70	8,70
Salida 5		4	3		34,8	26,1	8,70	8,70
Ingreso 1	30		33	270		296,1	9,00	8,97
Salida 6		6	27		53,82	242,28	8,97	8,97

Tabla 13. Simulación de Valorización de Existencias

De la Tabla 8, se tiene el precio unitario del Thinner Acrílico, el cual es: 8,70 nuevos soles por galón. Por otro lado, de la tabla anterior se tiene:

$$\text{Valor Promedio de Stock} = \frac{\text{saldo en nuevos soles}}{\text{saldo en unidades}} \quad (3.3)$$

$$\text{Precio de Transacción} = \text{Precio del Material que Ingresa o Egresas} \quad (3.4)$$

Como se mencionó en el Marco Teórico, cada vez que existe un ingreso al almacén, se halla un nuevo “precio promedio instantáneo” del artículo, y cada egreso lo hace con ese valor del “precio promedio instantáneo”. En la tabla anterior se muestra un valor inicial (40 galones) y varios egresos hasta el “Ingreso 1”. Suponiendo que el Ingreso 1 se refiere a 30 galones con un Precio Unitario variado a S/. 9,00 el galón; entonces, según la Ecuación 3.5. – mostrada a continuación – se tiene el siguiente “precio promedio instantáneo”:

$$\text{Valor Prom. de Stock} = \frac{[\text{saldo anterior} + \text{ingreso}]_{\text{valor}}}{[\text{saldo anterior} + \text{ingreso}]_{\text{unidades}}} \quad (3.5)$$

$$\text{Valor Prom. de Stock} = \frac{26,1 + 270}{3 + 30} = 8,97$$

Entonces, ahora toda salida lo hará con el Valor Unitario de S/. 8,97 – tal como lo muestra la Salida 6 – hasta que surja un nuevo ingreso. El procedimiento continúa de esa forma...

ALMACENAMIENTO EN AMBIENTE JIT

Para la operación en forma JIT, además de la necesaria comunicación fluida entre todas las funciones logísticas y demás áreas externas al departamento de logística, es necesario, también, que se diseñe el almacén para que opere con óptimo flujo, tanto en las entregas como en las recepciones, eliminándose cualquier operación ineficiente.

Debido a que el sistema de operación de FERRETERIA S.R.L. es del tipo “PULL” – donde la demanda es la que activa todo el movimiento operacional –, es posible aplicar con mayor facilidad el sistema JIT.

Además, JIT debe manejarse con pequeñas cantidades de productos y, debido a que FERRETERIA S.R.L. presenta gran variedad de artículos, este sistema JIT sólo debe ser aplicado con productos del tipo “A-1” (según clasificación ABC) – si bien, se debe considerar que muchas de las actividades JIT recaen indirectamente en todos los artículos del almacén, pues exigen una organización global para que este sistema funcione.

El almacén trabajará en forma JIT de la siguiente manera:

Cada uno de los artículos del tipo A-1 se almacena utilizando 2 lotes por separado – según Punto 2.2.3.3. (METODO DE LOS DOS RECIPIENTES) –, donde cada lote contiene el monto equivalente al “Punto de Reorden” (hallado según el procedimiento seguido en el Punto 3.3.1.3. (SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA (Q)). Uno de los recipientes permanece sellado hasta que se consuma el total de artículos del segundo recipiente. Una vez consumido los artículos del segundo recipiente, se abre el recipiente sellado y se notifica a Compras para que reponga el stock en la cantidad del recipiente anteriormente sellado.

Debido a que el Almacén está a cargo de una sola persona, esta persona tiene asignada la responsabilidad de controlar el nivel de inventario, lo cual hace

posible aplicar el “método de los dos recipientes”, tal como lo exige la teoría, en el Marco Teórico.

LAYOUT DEL ALMACEN

Es necesario desarrollare “códigos de ubicación” dentro del almacén, los cuales seguirán el siguiente formato:

	Letra del Estante	Número de Fila	Número de Columna
cantidad de dígitos ¹⁴	E E	X X	X X X

Tabla 14. Sistema de Códigos de Ubicación

Las filas son contabilizadas desde abajo; es decir, la fila más cercana al piso será la Fila 01. Las columnas son contabilizadas desde una “marca” puesta a un extremo de cada estante – esto se debe a que depende de la posición de cada estante en el almacén, para empezar a contabilizar.

CONSIDERACIONES FINALES PARA EL ALMACEN

Una buena política es el uso de muchos de los recipientes en que los proveedores envían sus productos a FERRETERIA S.R.L., con el fin de generar menores desperdicios por parte del almacén.

Actualmente se lleva la Ficha de Kárdex por computadora. Sin embargo, se deben añadir campos en que se registren las Notas de Ingreso, Notas de Salida, Requisición de Compra y el solicitante que originó la salida del almacén.

3.3.1.3. PROPUESTAS EN LA FUNCION PLANIFICACION Y CONTROL DE INVENTARIOS

CLASIFICACION ABC

Para realizar la clasificación ABC, se determinó, primero, las cantidades vendidas. Luego, haciendo caso a la recomendación de Lamber (1998), se trabajó esta clasificación utilizando las utilidades que cada artículo generaba.

Debido a la gran cantidad de artículos que la empresa administra, y a que no se cuenta con un sistema computarizado que realice la clasificación ABC, ésta

¹⁴ En el sistema de codificación, cada “E” representa una letra, y cada “X” representa un dígito.

se realizó manualmente con los 500 artículos mayor demandados durante los años 1999, 2000 y 2001.

Luego de seguir los pasos del Punto 2.2.3.2., se obtuvo la siguiente tabla:

Clase	Artículos		Valor	
	Cantidad	(%)	Nuevos Soles	(%)
A – 1	59	11,8	33 810,87	42,99
A – 2	61	12,2	22 632,36	28,77
B	130	26	13 629,20	17,33
C	250	50	8 582,25	10,91
Total	500	100	78 654,68	100

Tabla 15. Clasificación ABC de FERRETERIA S.R.L. según Utilidad

El gráfico siguiente muestra, en porcentajes, el comportamiento de estos artículos clasificados:

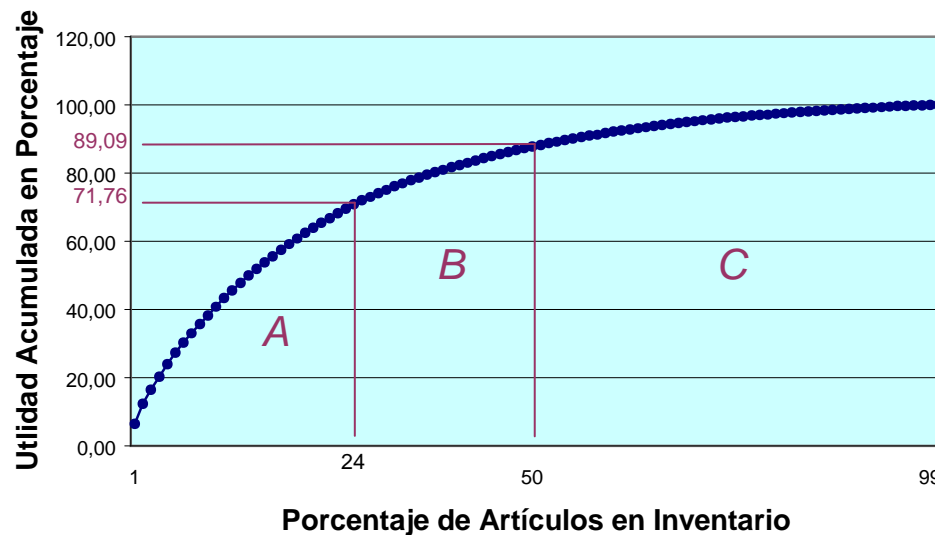


Figura 17. Curva de Clasificación ABC para FERRETERIA S.R.L.

Si se traza la “Recta de Equiconcentración” se aprecia que la curva está alejada de la recta, lo cual indica que los artículos que FERRETERIA S.R.L. administra, no presentan importancia semejante unos de otros. Además, se aprecia que la curva ABC presenta un radio de curvatura bastante grande lo cual disminuye el riesgo de la empresa, pues manipula gran variedad de artículos.

Es importante utilizar las “utilidades” como base de clasificación, pues aquellos artículos que generan mayor utilidad requerirán un sistema de planificación que

les otorgue mayor atención para evitar roturas de stock y se deje de atender al cliente.

Se observa que la clase A presenta más de la mitad del valor total de los productos clasificados, siendo estos productos no muy numerosos. Por lo tanto, estos productos requieren mejores sistemas de planificación de inventarios, en los que se les haga un control más riguroso. En el lado contrario, los productos tipo C se presentan en gran cantidad y con bajo valor¹⁵, requiriendo, por esta razón, menor atención en la planificación.

Por otro lado, debe realizarse, también, una clasificación ABC, en paralelo, en donde se considere como base de análisis el “costo” de los productos. Esto es debido a que existen productos almacenados que presentan alto nivel de costo (valor) pero generan poca utilidad (debido a que por tener alto valor no se les puede recargar alto porcentaje de ganancia). Una clasificación ABC, en base al costo, permitirá dirigir las atenciones a estos productos, con el fin de evitar robos y deterioros – éste es el caso de los artículos de del Grupo 07 (Herramientas). La tabla siguiente muestra esta clasificación:

Clase	Artículos		Valor	
	Cantidad	(%)	Nuevos Soles	(%)
A	94	18,8	6 957,20	77,53
B	165	33	1 587,97	17,69
C	241	48,2	428,56	4,78
Total	500	100	8 973,73	100

Tabla 16. Clasificación ABC de FERRETERIA S.R.L. según Costo

En este caso, la clasificación se hace utilizando los “costos unitarios” de los artículos y no los costos totales, pues interesa saber qué artículos requieren mayores cuidados en el resguardo, por su alto costo unitario. De la tabla anterior, alrededor del 20% de 500 artículos presenta los mayores costos unitarios. En este caso, el análisis ABC debe ir acompañado de una señalización física de los artículos más costosos (tipo A), y de un mejor diseño de almacenaje, con un resguardo más eficiente para estos artículos.

¹⁵ Si bien en la Figura 17 estos productos tipo C no se muestran en gran cantidad, se debe considerar la gran cantidad de artículos que la empresa maneja y concluir que es de esperar que estos artículos sean muy numerosos.

Por último, debemos mencionar que es necesario realizar el análisis ABC continuamente, pues es dinámico – en ocasiones será necesario dividir la clase B en B –1 y B – 2, por ejemplo.

SISTEMA DE REVISION CONTINUA (Q)

Este análisis se realizará con los productos tipo A–2. Analizando el artículo “Hoja de Sierra de 1/2” x 12” x 18 dientes”, uno de los elementos dentro de la clase A-2, se tiene:

Determinación del Punto de Reorden (R):

$$L = 2 \text{ días} = 2/30 \text{ mes}$$

Para hallar el R se hace uso de la siguiente tabla:

mes / año	2000	2001	mes / año	2000	2001
ENE	128	254	JUL	51	35
FEB	371	82	AGO	258	73
MAR	140	57	SET	70	48
ABR	55	144	OCT	177	49
MAY	127	181	NOV	73	13
JUN	147	80	DIC	272	148

Las unidades representadas en cada mes, de los años 2000 y 2001, son “unidades”.

Tabla 17. Demanda de la Hoja de Sierra de 1/2” x 12” x 18 dientes

Según la tabla anterior, la desviación estándar de estos valores es:

$$\sigma_{t = 1 \text{ mes}} = 89,33 \text{ unidades / mes}$$

Según la Ecuación 2.12: $\sigma_L = 89,33 \cdot \sqrt{2/30} = 23,06$ unidades

Considerando un Nivel de Servicio del 90%, se tiene de la tabla de distribución Normal:

$$z = 1,29 \text{ (considerando } 0,9015, \text{ el valor más cercano a } 0,9)$$

entonces, de la Ecuación 2.11,

$$\text{Stock de Seguridad} = (1,29) \cdot (23,06) = 29,75 \sim 30 \text{ unidades}$$

De la tabla anterior, se puede determinar el promedio diario de demanda de las Hojas de Sierra, la cual es alrededor de 4,5 unidades diarias. Al tener un $L = 2$ días, la demanda promedio es 9 unidades durante el ese *Lead Time*.

Por lo tanto, según la Ecuación 2.10: $R = 9 + 30 = 39$ unidades

Cuando el nivel de stock llegue a este punto R debe reordenarse una cantidad igual a EOQ.

Determinación del Punto EOQ:

De la Tabla 4 se tiene: $D = 1\,484$ unidades / año

Utilizando los datos del Capítulo 3.2.2.2. (página 87: NIVEL DE SERVICIO DEL ALMACEN (%Ns)), y sabiendo que el costo de almacenar (H) es constante para todos los artículos, sin importar la cantidad almacenada por cada uno de ellos, se tiene:

$$H = (0,47) \cdot (12) = 5,64 \text{ nuevos soles / año}$$

Por otro lado, el costo relacionado a ordenar (S) se basa en los gastos de teléfono y gastos operativos para recoger el producto cuando existe urgencia; consideramos el costo máximo, el cual asciende a:

$$S = 25 \text{ nuevos soles / lote}^{16}$$

Por lo tanto, según la Ecuación 2.7, se tiene:

$$EOQ = 114,70 \text{ unidades} \sim 115 \text{ unidades}$$

Cada vez que el inventario alcanza el Punto de Reorden (R), debe ordenarse una cantidad de 115 unidades, para incurrir en bajos costos.

Además, según la Ecuación 2.8, esto ocasiona una duración de inventario de:

$$TBO_{EOQ} = \frac{EOQ}{D} = \frac{115}{1484} \cdot 12 = 0,93 \text{ mes} = 27,9 \text{ días}$$

SISTEMA DE REVISION PERIODICA (P)

Este análisis se realizará con los productos pertenecientes a la clase B. Analizando el artículo “Alcohol Industrial”, uno de los artículos dentro de la clase B, se tiene:

Selección del Tiempo entre Revisiones (P):

Revisando la demanda anual de los años 1999, 2000 y 2001, se tiene el siguiente promedio:

$$D = 180,8 \text{ galones / año} \sim 181 \text{ galones / año}$$

¹⁶ En este caso, “lote” es el conjunto comprado por la empresa, enviados por el proveedor o recogidos por el personal de Compras de FERRETERIA S.R.L., en un viaje.

En forma similar al “sistema de revisión continua”, se tienen los mismos valores para H y S. Entonces, según D, H y S, mencionados, y la Ecuación 2.7, se tiene:

$$EOQ = 40,06 \text{ galones} \sim 40 \text{ galones}$$

Además, de la Ecuación 2.8, se tiene:

$$P = TBO_{EOQ} = \frac{EOQ}{D} = \frac{40,06}{181} \cdot 12 = 2,66 \text{ meses}$$

Se observa que el periodo de revisión es algo grande, como consecuencia de un consumo no muy elevado a lo largo del tiempo.

Determinación del Nivel de Inventario Objetivo (T):

Para hallar el T se hace uso de la siguiente tabla:

Mes / año	2000	2001	mes / año	2000	2001
ENE	50	10	JUL	10	5
FEB	10	15	AGO	10	5
MAR	20	15	SET	0	15
ABR	30	15,25	OCT	10	10
MAY	0	0	NOV	0	5
JUN	0	15	DIC	10	0

Las unidades representadas en cada mes, de los años 2000 y 2001, son “galones”.

Tabla 18. Demanda del Alcohol Industrial

Según la tabla anterior, la desviación estándar de estos valores es:

$$\sigma_{t = 1 \text{ mes}} = 11,20 \text{ galones / mes}$$

Considerando un “Lead Time” promedio de $L = 2/30$ mes (2 días), se tiene:

$$\text{Intervalo de Protección} = P + L = 2,66 + 2/30 = 2,73 \text{ meses}$$

lo cual produce, de la Ecuación 2.17:

$$\sigma_{P+L} = 11,20 \cdot \sqrt{2,73} = 18,51 \text{ galones}$$

Además, considerando un Nivel de Servicio del 90% ($z = 1,29$) y de la Ecuación 2.16, se obtiene:

$$\text{Stock de Seguridad} = (1,29) \cdot (18,51) = 23,88 \text{ galones} \sim 24 \text{ galones}$$

Por otro lado, se sabe que la demanda en $P + L = 2,73$ meses es 41,17 galones (181 galones / año). Entonces, de las Ecuación 2.15, se tiene:

$$T = 41 + 24 = 65 \text{ galones}$$

Por lo tanto, en cada periodo P de revisión se realizará un pedido que eleve el nivel de inventario hasta la posición T.

METODO DE REPOSICION POR CONSUMO

No tiene mucha relevancia clasificar algunos productos de forma ABC, pues no presentan alto costo ni generan elevada utilidad. Sin embargo, estos son realmente importantes pues presentan un cliente ya definido siendo demandados cada cierto tiempo en una misma cantidad. Tal es el caso, por ejemplo, de la “Cinta de Impresión ‘TESSAPRINT’”, ordenada cada mes por una empresa que la utiliza para imprimir logotipos en los empaques que fabrica.

En este tipo de productos el sistema de planificación debe ser “**Según Consumo**” (Punto 2.2.3.1), donde una vez entregado el producto se compra la misma cantidad entregada para reponerlo en el almacén y no falte dicho artículo.

METODO DE REPOSICION SEGUN NECESIDAD Y POR CRITERIO EMPIRICO

Estos métodos serán aplicados a los artículos de la clase “C”, los cuales deben controlarse por métodos más simples. En la reposición **Según Necesidad** se compra un producto cada vez que exista la necesidad de dicho producto. De otro lado, en la reposición por **Criterio Empírico** el almacenero, a través de una revisión visual – según Punto 2.2.3.3. (METODO DE REVISION VISUAL) – y criterio personal, solicita o no la compra de un determinado artículo.

En conclusión, vemos que según el tipo de artículo que se tenga (A, B o C), se aplica un determinado método de planificación de inventarios. La tabla siguiente muestra, en resumen, los métodos de planificación a utilizar según el tipo de artículo que se tenga:

Tipo de Artículo	Método Planificación utilizado
Clase A-1	<i>Just In Time</i>
Clase A-2	Sistema de Revisión Continua (Q)
Clase B	Sistema de Revisión Periódica (P)
Clase C	Reposición Según Necesidad o por Criterio Empírico
Producto Estratégico	Reposición por Consumo

Tabla 19. Método de Planificación a Aplicar según Clase de Artículo

PRONOSTICOS

La elección del pronóstico se basa en el tipo de artículo analizado. Es decir, los ítems de la clase A deben usar modelos de pronóstico que generen menos errores, los cuales, por lo general, son más complejos. Siguiendo esta lógica, los artículos menos importantes deberán utilizar métodos sencillos de pronóstico.

Por otro lado, debido a que son muy pocos los productos comprados por temporadas – e incluso, se presenta una estacionalidad esporádica – y no generan ingresos con utilidades elevadas, basta con llevar un pronóstico cualitativo de estos artículos.

La tabla siguiente muestra los métodos de pronóstico a utilizar, según el tipo de artículo analizado:

Tipo de Artículo	Modelo de Pronóstico utilizado
Clase A (A-1 y A-2), sin tendencia	Suavización Exponencial Simple.
Clase A (A-1 y A-2), con tendencia (dependiendo del comportamiento de la tendencia)	Suavización Exponencial para un Modelo de Tendencia, Regresión Lineal o Suavización Exponencial para un Modelo con Tendencia Amortiguada.
Clase B	Promedio Móvil Simple o Promedio Móvil Ponderado.
Clase C	Ningún modelo de Pronóstico.

Tabla 20. Modelo de Pronóstico a Aplicar según Clase de Artículo
Pronóstico para Artículos de la Clase A

En los artículos de clase A, antes de aplicar cualquier método de pronóstico, es necesario ver el comportamiento de la demanda pasada, a través de un gráfico; esto es, ver si existe tendencia o no, o si la tendencia es muy errática.

Quando no existe Tendencia en los Datos

Analizando el Thinner Acrílico – producto A-1 – en la Figura 12 y Tabla 9, se observa que los datos no presentan ninguna forma de tendencia. Por esta razón basta utilizar la “Suavización Exponencial Simple”.

Utilizando el paquete *Production and Operations Management (POM)*, y los datos de la Tabla 9, se tiene el resultado mostrado en la Tabla 21¹⁷ y Figura 18.

¹⁷ Para todas las tablas de pronóstico, BIAS es la “tendencia”, la cual se refiere a la Suma Acumulada de Errores de Pronóstico.

El paquete es usado asignando como dato $\alpha = 0$, tal que el éste calcule el “ α ” óptimo (aquel que otorgue el menor error de pronóstico). Además, se utiliza como punto de arranque del pronóstico la primera demanda ocurrida en el periodo 1.

Module/submodule: Forecasting/Time series analysis
 Problem title: PRONOSTICO PARA EL THINNER ACRILICO (A-1)
 Method: Exponential Smoothing
 Alpha for smoothing: .23

Results -----

Error analysis begins in period 2.

Summary of Forecasting Results

Error Measures

Bias (Mean Error) 1,1427
 MAD (Mean Absolute Deviation) 23,624
 MSE (Mean Squared Error) 1,042,959
 Standard Error 33,0207

Forecast

for next period 87,1047

Details and Error Analysis -----

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2
Past period 1	81,06				
Past period 2	11,7	81,06	-69,36	69,36	4.810,81
Past period 3	49,13	65,1072	-15,9772	15,9772	255,2707
Past period 4	103,95	61,4324	42,5176	42,5176	1.807,743
Past period 5	65,26	71,2115	-5,9515	5,9515	35,4201
Past period 6	52,76	69,8426	-17,0826	17,0826	291,8165
Past period 7	22,95	65,9136	-42,9636	42,9636	1.845,873
Past period 8	57,75	56,032	1,718	1,718	2,9515
Past period 9	70,8	56,4271	14,3729	14,3729	206,5793
Past period 10	39,43	59,7329	-20,3029	20,3029	412,2075
Past period 11	45,6	55,0632	-9,4632	9,4632	89,5527
Past period 12	51,13	52,8867	-1,7067	1,7067	2,9128
Past period 13	72,5	52,4941	20,0059	20,0059	400,2341
Past period 14	50,26	57,0955	-6,8355	6,8355	46,724
Past period 15	65,26	55,5233	9,7367	9,7367	94,8028
Past period 16	38,52	57,7628	-19,2428	19,2428	370,2839
Past period 17	53,34	53,3369	0,0031	0,0031	0,0
Past period 18	72,25	53,3376	18,9124	18,9124	357,6776
Past period 19	67	57,6875	9,3125	9,3125	86,723
Past period 20	32,93	59,8294	-26,8994	26,8994	723,5756
Past period 21	71,5	53,6425	17,8575	17,8575	318,8901
Past period 22	35	57,7497	-22,7497	22,7497	517,5502
Past period 23	126,41	52,5173	73,8927	73,8927	5.460,133
Past period 24	146	69,5126	76,4874	76,4874	5.850,319
TOTALS	1.482,54		26,2814	543,3516	23.988,05
AVERAGE	61,7725		1,1427	23,624	1.042,959

Next period forecast 87,1047

Tabla 21. Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial Simple

PRONOSTICO PARA EL THINNER ACRILICO (A-1)
Method: Exponential Smoothing - Alpha for smoothing: .23

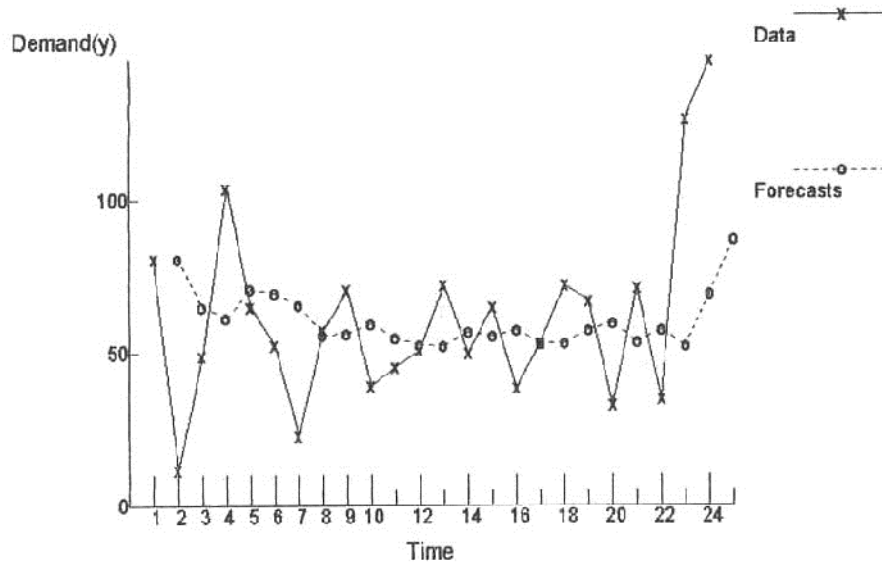


Figura 18. Comportamiento del Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial Simple

Quando existe Tendencia en los Datos

En ocasiones los datos de demanda muestran una cierta tendencia durante el tiempo. En este caso, es necesario usar la “Regresión Lineal Simple” o “Suavización Exponencial para un Modelo de Tendencia Lineal”.

Al analizar el artículo “Hoja de Sierra de 1/2” x 12” x 18d” (artículo A-2), mediante la Tabla 17 y Figura 19, se aprecia que la demanda durante el año 2001 tuvo cierta tendencia a la baja.

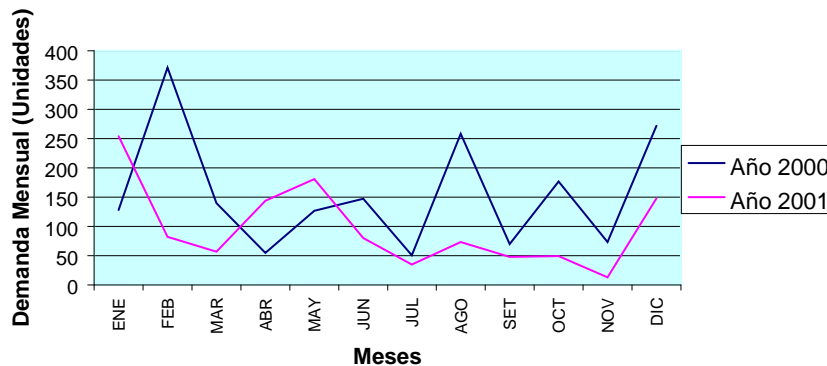


Figura 19. Comportamiento de Demanda de la Hoja de Sierra 18d

Cuando se utiliza el modelo de Regresión Lineal, se hace usando – como base de cálculo para hallar la ecuación de regresión – la variable endógena “x” referida al tiempo. Es decir, este modelo no es uno de regresión de causa-efecto.

Utilizando el paquete “POM”, y los datos de la Tabla 17, se tiene el resultado mostrado en las tablas 22 y 23, y Figura 20, para la “Regresión Lineal Simple”.

```

Module/submodule: POM for Windows
Problem title: PRONOSTICO PARA LA HOJA DE SIERRA DE 1/2" x 12" x 18d (A-2)
Method: Trend Analysis (regress over time)

Results -----

Summary of Forecasting Results

Error Measures
Bias (Mean Error)                0,0
MAD (Mean Absolute Deviation)    50,2249
MSE (Mean Squared Error)        3,511,721
Standard Error                   61,8948

Regression line
Demand(y) = 158,1818 + -9,4126 * Time(x)

Statistics
Correlation coefficient           -0,4808
Coefficient of determination (r^2) 0,2312

Forecasts for next twelve periods

Future pd Forecast
13      35,8182
14      26,4056
15      16,993
16      7,5804
17      -1,8322
18      -11,2447
19      -20,6573
20      -30,0699
21      -39,4825
22      -48,8951
23      -58,3077
24      -67,7203
    
```

Tabla 22. Pronóstico, usando el Modelo de Regresión Lineal Simple

Module/submodule: POM for Windows
 Problem title: PRONOSTICO PARA LA HOJA DE SIERRA DE 1/2" x 12" x 18d (A-2)
 Method: Trend Analysis (regress over time)

Details and Error Analysis -----

	Demand(y)	Time(x)	x ²	x * y	Forecast
Past period 1	254	1	1	254	148,7692
Past period 2	82	2	4	164	139,3566
Past period 3	57	3	9	171	129,9441
Past period 4	144	4	16	576	120,5315
Past period 5	181	5	25	905	111,1189
Past period 6	80	6	36	480	101,7063
Past period 7	35	7	49	245	92,2937
Past period 8	73	8	64	584	82,8811
Past period 9	48	9	81	432	73,4685
Past period 10	49	10	100	490	64,056
Past period 11	13	11	121	143	54,6434
Past period 12	148	12	144	1.776	45,2308
TOTALS	1.164	78	650	6.220	
AVERAGE	97	6,5			

	Error	|Error|	Error ²
Past period 1	105,2308	105,2308	11.073,51
Past period 2	-57,3566	57,3566	3.289,785
Past period 3	-72,9441	72,9441	5.320,836
Past period 4	23,4685	23,4685	550,7715
Past period 5	69,8811	69,8811	4.883,37
Past period 6	-21,7063	21,7063	471,1634
Past period 7	-57,2937	57,2937	3.282,57
Past period 8	-9,8811	9,8811	97,6367
Past period 9	-25,4685	25,4685	648,6464
Past period 10	-15,056	15,056	226,6817
Past period 11	-41,6434	41,6434	1.734,17
Past period 12	102,7692	102,7692	10.561,51
TOTALS	-0,0001	602,6993	42.140,66
AVERAGE	0,0	50,2249	3.511,721

Next period forecast 35,8182

Regression Coefficients
 Intercept 158,1818
 slope -9,4126

Tabla 23. Errores de Pronóstico en la Regresión Lineal Simple

PRONOSTICO PARA LA HOJA DE SIERRA DE 1/2" x 12" x 18d (A-2)
Method: Trend Analysis (regress over time)

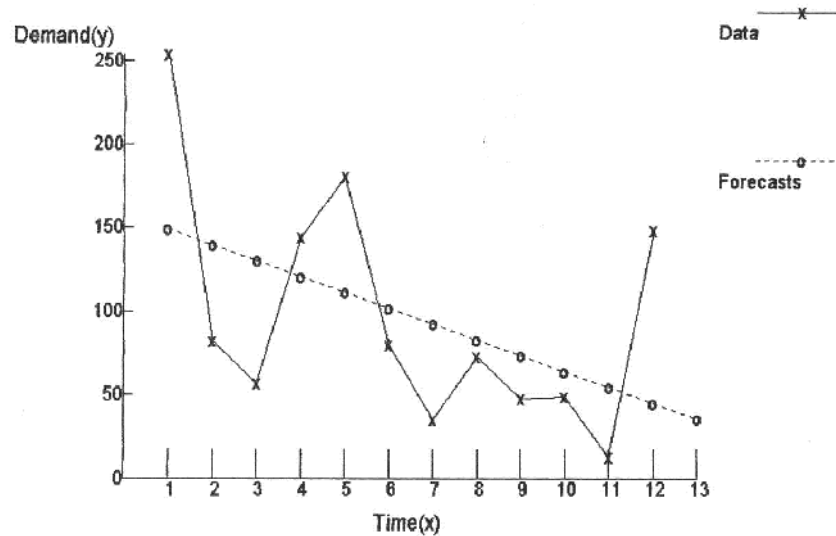


Figura 20. Comportamiento del Pronóstico usando el Modelo de Regresión Lineal Simple

Por otro lado, utilizando el POM con el modelo de “Suavización Exponencial para un Modelo de Tendencia”, y con los mismos datos usados para hacer la Regresión Lineal anterior, se tienen la Tabla 24 y Figura 21. En este caso, se usa como punto de arranque del pronóstico, el valor de la primera demanda de los periodos pasados (254 unidades). Además, se utiliza $\alpha_{HW} = 0,5$ y $\beta_{HW} = 0,5$ – variando estos valores de α_{HW} y β_{HW} se pueden obtener diferentes pronósticos, con menores errores.

Module/submodule: Forecasting/Time series analysis
 Problem title: PRONOSTICO PARA LA HOJA DE SIERRA DE 1/2" x 12" x 18d (A-2)
 Method: Exponential Smoothing with trend
 Alpha for smoothing: .5
 Beta for smoothing: .5

Results -----

Error analysis begins in period 2.

Summary of Forecasting Results

Error Measures

Bias (Mean Error) -11.0569
 MAD (Mean Absolute Deviation) 66.9253
 MSE (Mean Squared Error) 6.802,406
 Standard Error 86.5023

Forecast

for next period 111,7051

Details and Error Analysis -----

	Demand(y)	unadjusted forecast	trend	adjusted forecast	error
Past period 1	254				
Past period 2	82	254	0	254	-172
Past period 3	57	168	-43	125	-68
Past period 4	144	112.5	-49.25	63.25	80.75
Past period 5	181	128.25	-16.75	111.5	69.5
Past period 6	80	154.625	4.8125	159.4375	-79.4375
Past period 7	35	117.3125	-16.25	101.0625	-66.0625
Past period 8	73	76.1563	-28.7031	47.4531	25.5469
Past period 9	48	74.5781	-15.1406	59.4375	-11.4375
Past period 10	49	61.2891	-14.2148	47.0742	1.9258
Past period 11	13	55.1445	-10.1797	44.9648	-31.9648
Past period 12	148	34.0723	-15.626	18.4463	129.5537
TOTALS	1,164		20,6689	111,7051	-121,626
AVERAGE	97		0	0	-11,0569

	|Error|	Error ²
Past period 1		
Past period 2	172	29,584
Past period 3	68	4,624
Past period 4	80,75	6,520,563
Past period 5	69,5	4,830,25
Past period 6	79,4375	6,310,316
Past period 7	66,0625	4,364,254
Past period 8	25,5469	652,6428
Past period 9	11,4375	130,8164
Past period 10	1,9258	3,7086
Past period 11	31,9648	1,021,751
Past period 12	129,5537	16,784,16
TOTALS	736,1787	74,826,47
AVERAGE	66,9253	6,802,406

Next period forecast 111,7051

Tabla 24. Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial para un Modelo de Tendencia

PRONOSTICO PARA LA HOJA DE SIERRA DE 1/2" x 12" x 18d (A-2)
Method: Exponential Smoothing with trend - Alpha for smoothing: .5 - Beta for smoothing: .5

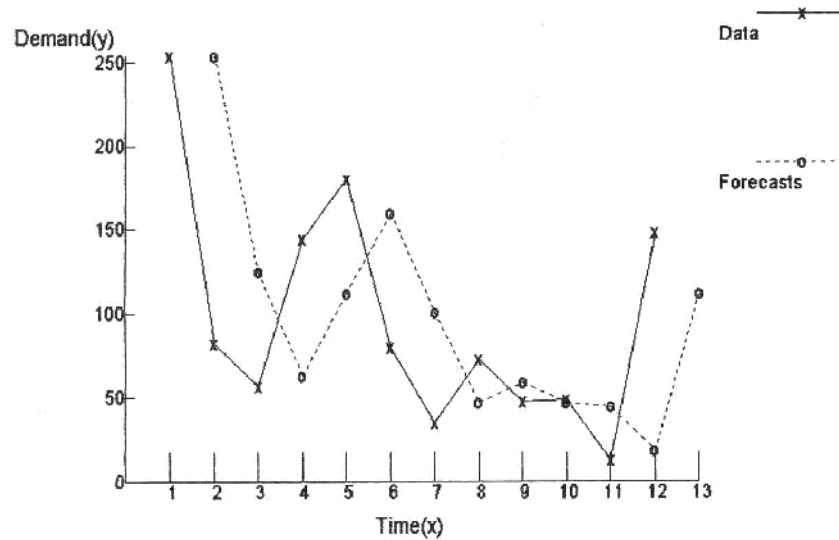


Figura 21. Comportamiento del Pronóstico, usando el Modelo de Suavización Exponencial con Tendencia

Si se analizan por separado ambos modelos anteriores, se observa que la Regresión Lineal tiene un coeficiente de determinación bastante bajo, lo cual indica que el modelo no es muy bueno pronosticando. Sin embargo, en este mismo modelo, se observan bajos errores de pronóstico. Por otro lado, con la “Suavización Exponencial con Tendencia” se producen mayores errores de pronóstico. Por lo tanto, en este caso, no es fácil la elección entre uno y otro modelo, siendo necesario un descarte utilizando otro análisis de error adicional; en estos casos utilizar la “Señal de Rastreo del Error de Pronóstico (T_t)”.

Utilizando la Ecuación 2.55 y los valores de MAD_t y $\sum e_t$ de los cuadros resultantes de usar el POM, se tiene la siguiente evaluación de T_t :

	Método de Pronóstico	
	Regresión Lineal Simple	Suavización Exponencial con Tendencia
T_{12}	$-0,0001 / 50,2249 = 0$	$-121,626 / 66,9253 = -1,82$
Rango aceptable de T_{12} (Ecuación 2.57)	$-200,8996 \leq T \leq 200,8996$	$-267,7012 \leq T \leq 267,7012$

Tabla 25. Análisis de Señal de Rastreo del Error de Pronóstico

Se observa que ambos T_t están dentro del rango aceptable, no presentando gran sesgo. Por lo tanto, considerando los bajos errores de pronóstico, y la mayor facilidad para su utilización, en esta oportunidad, se opta por la “Regresión Lineal Simple”.

Cuando existe Tendencia Errática en los Datos

Es muy difícil determinar si un conjunto de datos presenta tendencia errática o no, pues no siempre los datos siguen una tendencia uniforme. Para el último caso analizado, puede pensarse que la tendencia no es uniforme sino errática. En este caso, debe usarse la “Suavización Exponencial con Tendencia Amortiguada”, cuyo desarrollo, usando el paquete Excel, se muestra en la tabla siguiente:

PRONOSTICO PARA LA HOJA DE SIERRA DE 1/2" x 12" x 18d (A-2)

Método: Suavización Exponencial con Modelo de Tendencia Amortiguada

Nº Datos (n):	6		
Parámetro α	0,333333		
Parámetro ϕ	0,4		
Parámetro α_{HW}	0,555556	\hat{a}_0	\hat{b}_0
Parámetro β_{HW}	0,2	98,2857143	-13,8857143

Mes	Periodo (t)	Demanda Real (x_t)	\hat{a}_t	\hat{b}_t	Pronóstico del sgte. mes	error	|error|	error ²
Ene-01	-5	254						
Feb-01	-4	82						
Mar-01	-3	57						
Abr-01	-2	144						
May-01	-1	181						
Jun-01	0	80						
Jul-01	1	35	60,6584	-11,9689	92,7314	-57,7314	57,7314	3332,9178
Ago-01	2	73	65,3870	-2,8843	55,8709	17,1291	17,1291	293,4075
Set-01	3	48	55,2148	-2,9574	64,2333	-16,2333	16,2333	263,5207
Oct-01	4	49	51,2364	-1,7421	54,0318	-5,0318	5,0318	25,3194
Nov-01	5	13	29,6842	-4,8679	50,5395	-37,5395	37,5395	1409,2175
Dic-01	6	148	94,5498	11,4154	27,7371	120,2629	120,2629	14463,1680
					99,1160			

TOTALES: 20,8559 253,9282 19787,5510

Pronóstico para el periodo 13 (enero del 2002): 99,1160

MAD	MSE
42,3214	3297,9252

T_6	0,4928
-------	--------

Tabla 26. Pronóstico usando el Modelo de Suavización Exponencial con Tendencia Amortiguada

En este tipo de pronósticos, los errores varían si se varía α y ϕ .

Al compararlo con los dos anteriores modelos analizados, se observa que el modelo de "Suavización Exponencial con Tendencia Amortiguada" otorga los menores errores en el pronóstico. Sin embargo, los errores no están muy distantes de los producidos por la "Regresión Lineal Simple". Por esta razón, conviene, en este caso, usar la Regresión Lineal, pues es menos complicada de desarrollar.

Pronóstico para Artículos de la Clase B

Analizando el Alcohol Industrial en todo el año 2001 (Tabla 17) y utilizando el POM con el modelo de "Promedio Móvil Ponderado", se tiene la Tabla 27 y Figura 22.

```
Module/submodule: Forecasting/Time series analysis
Problem title: PRONOSTICO PARA EL ALCOHOL INDUSTRIAL
Method: Weighted Moving Averages
# Periods to average: 5
weights = .28, .28, .22, .11, .11
```

Results -----

Summary of Forecasting Results

```
Error Measures
Bias (Mean Error)          -1.4471
MAD (Mean Absolute Deviation) 5.3193
MSE (Mean Squared Error)   32.6494
Standard Error             6.1718
```

```
Forecast
for next period           5.8
```

Details and Error Analysis -----

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error^2
Past period 1	10				
Past period 2	15				
Past period 3	15				
Past period 4	15.25				
Past period 5	0				
Past period 6	15	10.32	4.68	4.68	21.9024
Past period 7	5	10.855	-5.855	5.855	34.281
Past period 8	5	8.9275	-3.9275	3.9275	15.4253
Past period 9	15	7.7775	7.2225	7.2225	52.1645
Past period 10	10	8.35	1.65	1.65	2.7225
Past period 11	5	10.3	-5.3	5.3	28.09
Past period 12	0	8.6	-8.6	8.6	73.96
TOTALS	110.25		-10.13	37.235	228.5457
AVERAGE	9.1875		-1.4471	5.3193	32.6494
Next period forecast		5.8			

Tabla 27. Pronóstico usando el Modelo de Promedio Móvil Ponderado

PRONOSTICO PARA EL ALCOHOL INDUSTRIAL
Method: Weighted Moving Averages - # Periods to average: 5

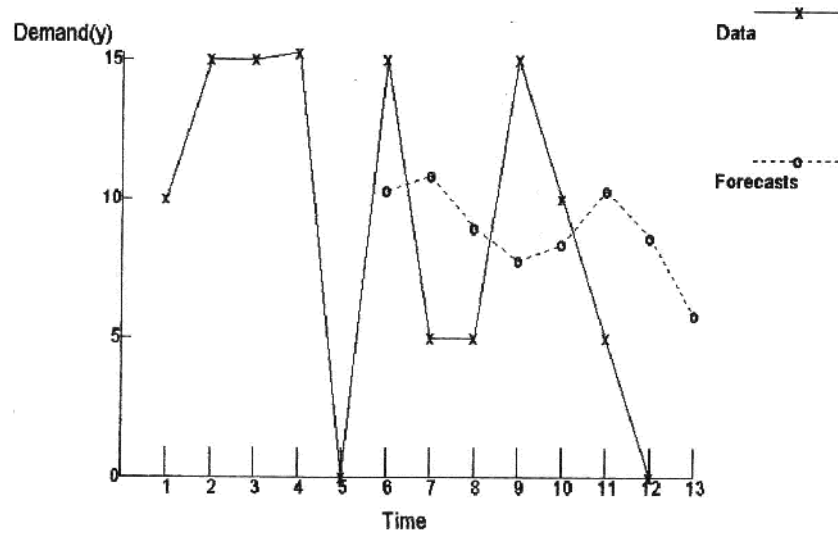


Figura 22. Comportamiento del Pronóstico, usando el Modelo de Promedio Móvil Ponderado

Por otro lado, al analizar este mismo producto con el “Promedio Móvil Simple”, se tiene la Tabla 28 y Figura 23.

Module/submodule: Forecasting/Time series analysis
 Problem title: PRONOSTICO PARA EL ALCOHOL INDUSTRIAL
 Method: Moving Averages
 # Periods to average: 5

Results -----

Summary of Forecasting Results

Error Measures
 Bias (Mean Error) -1,7429
 MAD (Mean Absolute Deviation) 5,4286
 MSE (Mean Squared Error) 33,1586
 Standard Error 6,2197

Forecast
 for next period 7

Details and Error Analysis -----

	Demand(y)	Forecast	Error	|Error|	Error ²
Past period 1	10				
Past period 2	15				
Past period 3	15				
Past period 4	15,25				
Past period 5	0				
Past period 6	15	11,05	3,95	3,95	15,6025
Past period 7	5	12,05	-7,05	7,05	49,7025
Past period 8	5	10,05	-5,05	5,05	25,5025
Past period 9	15	8,05	6,95	6,95	48,3025
Past period 10	10	8	2	2	4
Past period 11	5	10	-5	5	25
Past period 12	0	8	-8	8	64
TOTALS	110,25		-12,2	38	232,11
AVERAGE	9,1875		-1,7429	5,4286	33,1586

Next period forecast 7

Tabla 28. Pronóstico usando el Modelo de Promedio Móvil Simple

PRONOSTICO PARA EL ALCOHOL INDUSTRIAL

Method: Moving Averages - # Periods to average: 5

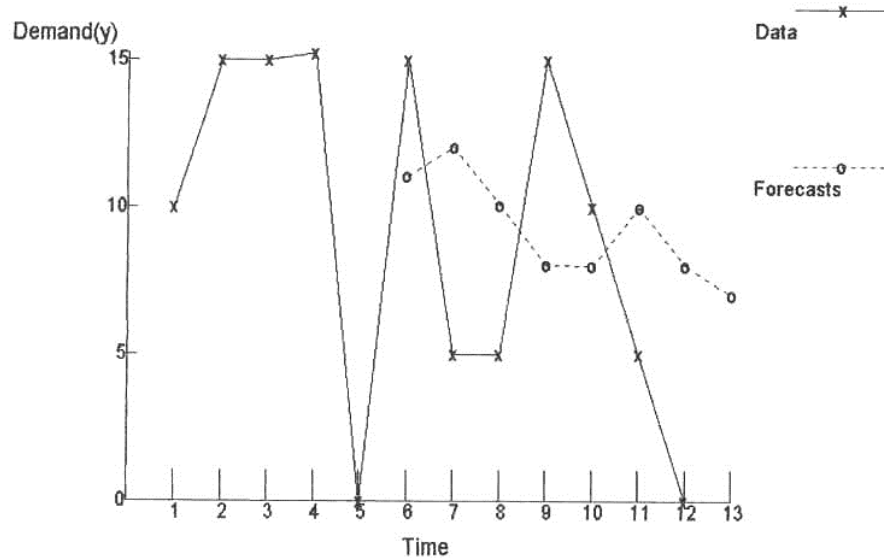


Figura 23. Comportamiento del Pronóstico, usando el Modelo de Promedio Móvil Simple

Al comparar los errores en ambos modelos, se aprecia que es más eficiente el “Promedio Móvil Ponderado”. En caso la determinación de pesos para el “Promedio Móvil Ponderado” sea demasiado complicada, es preferible usar el “Promedio Móvil Simple” pues la diferencia entre los errores no es muy grande. Todo pronóstico debe ser llevado en forma paralela a los estudios de reposición, con el fin de ver si el comportamiento de los valores pronosticados es similar a la demanda real (histórica), y poder realizar las correcciones oportunas en los sistemas de planificación. Si el comportamiento es similar, entonces basta tomar el “promedio de demanda pasada” para realizar la planificación (Sistema Q y Sistema P), y mantener los valores hallados en dicha planificación, así como el modelo de pronóstico elegido. Si no es similar, entonces, recalculamos el sistema Q y P usando la “demanda pronosticada”, y analizar nuevamente la elección del modelo de pronóstico. En todo caso, deben establecerse políticas que indiquen periodos de recálculos obligatorios,

en la planificación¹⁸. Es preciso tener presente que el error de pronóstico mostrará si el valor pronosticado es similar o no a la demanda real.

OPERACIONES REALIZADAS EN EL CONTROL DE INVENTARIOS

FERRETERIA S.R.L. debe constantemente analizar los diferentes indicadores de gestión (ratios) – detallados en el Marco Teórico –, con el fin de controlar las diferentes funciones logísticas.

Por otro lado, FERRETERIA S.R.L. debe empezar por realizar una eliminación física, gradual, de los artículos inactivos en el almacén.

3.3.1.4. PROPUESTAS EN LA FUNCION DISTRIBUCION Y SERVICIOS DISTRIBUCION FISICA

La función transporte debe trabajar junto con la función almacenamiento, diseñando los empaques (embalaje) en los cuales serán transportados los productos vendidos por FERRETERIA S.R.L.

Debido a que FERRETERIA S.R.L. es una pequeña empresa, basta que ésta cuente con un máximo de dos vehículos de transporte de tamaño pequeño.

Por lo mencionado en el capítulo 3.2.2.2. (página 91: DISTRIBUCION FISICA), FERRETERIA S.R.L. optará, generalmente, por el transporte particular (con flota propia), salvo excepciones de tamaño del producto. Por esta razón, FERRETERIA S.R.L. debe asignar, según sea el caso, “tarifas de clase” y “tarifas de commodity” – esta última en productos especiales para el transporte.

Además, deben hacerse continuas evaluaciones de quejas y solicitar opiniones a proveedores acerca del desempeño en la distribución.

Distribución en Ambiente JIT

Cuando sea necesario comprar un producto y llevarlo directamente al cliente (pues no se tiene en stock en el almacén), el personal de Distribución, Compras o Almacén debe realizarla. Es posible trabajar JIT de esta forma, pues FERRETERIA S.R.L. es una pequeña empresa. En este caso, este tipo

¹⁸ De la tablas y figuras anteriores, se concluye que el pronóstico refleja bastante bien el comportamiento de la demanda real.

de operación sólo debe realizarse con personal propio de la empresa y con productos posibles de manipular con gente de FERRETERIA S.R.L.

Por otro lado, es posible trabajar de forma JIT con entregas de último momento. En este caso, FERRETERIA S.R.L. puede hacerlas con transporte propio, pero también, debe contar con un staff de transportistas que puedan ser contratados en cualquier momento. Los transportistas a contratar deben ser de mucha confianza, tanto en la seguridad como en la eficiencia en el transporte, siendo necesaria buena comunicación con ellos.

Mantenimiento de Vehículos

Debido a que FERRETERIA S.R.L. trabajará, por lo general, con flota propia, es necesario que se establezca un programa de **Mantenimiento Preventivo de Vehículos**, el cual, incluye una auditoría interna de este mantenimiento preventivo, con el fin de determinar su desempeño. Para esta auditoría se considerarán los siguientes temas: organización, administración, personal, ejecución, supervisión y abastecimiento (de repuestos).

El sistema de mantenimiento de vehículos debe iniciarse con la elaboración de la **Ficha Técnica del Vehículo**, donde se describan los datos del vehículo así como sus componentes más importantes. Además, debe desarrollarse una **Lista de Trabajos de Mantenimiento**, el cual deberá seguir el siguiente formato (se muestran cuatro ejemplos):

- Mantenimiento: Considerando 2 vehículos, el costo, por concepto de trabajos de **mantenimiento rutinario**²⁰ en un año (afinamiento, cambio de aceite, engrase, limpieza de tanque de combustible, cambio de filtro de combustible, etc.), se eleva a S/. 1600 por los dos vehículos. Prorrateándolo, se tiene un **costo mensual** de **S/. 130**. Otras **labores mayores** son hechas después de 2 a 5 años (bajada de motor, copado de muelles, reparación de sistema de embrague, etc.), las cuales tienen un costo anual²¹ aproximado de S/. 500, lo cual ocasiona un **costo mensual** de **40 nuevos soles**²². Entonces,
 - Costo por Mantenimiento = 130 + 40 = S/. 170 al mes
- Combustible: De la Tabla 3, y sabiendo que el 55% del gasto total en Movilidad es gastado por Distribución, se tiene:
 - Costo por Movilidad = (0,55)·(450,41) = S/. 248 al mes

Por lo tanto,

$$\text{Costo de Distribución Privado} = 2450 + 170 + 248 = 2868 \text{ nuevos soles / mes}$$

Costeo con Transporte Contratado

- Costo Financiero y Administrativo = 0 (no hay ningún tipo de seguro)
- Costo del Contrato = 1250 nuevos soles / mes
(S/. 50 diarios durante 25 días al mes – considerando máximo movimiento)

Por lo tanto,

$$\text{Costo de Distribución Contratado} = 1250 \text{ nuevos soles / mes}$$

Por otro lado, la Tarifa por Flete debe presentar las siguientes unidades:

$$[\text{flete}] = [\text{unidad monetaria}] / ([\text{distancia}] \cdot [\text{volumen}]) \quad (3.6)$$

La Tarifa de Flete debe ser cargada al precio de venta, pero si se trata de una Tarifa de Commodity, debe indicarse el precio de venta y flete por separado.

²⁰ En este caso, “rutinario” significa que el mantenimiento se realiza por lo menos una vez al año.

²¹ Las labores no son hechas anualmente, pero se ha prorrateado el costo por año.

²² Este costo será asumido cada mes, para tener una forma de ahorro para cuando llegue la necesidad de reparación en este tipo de trabajo mayor.

SERVICIO AL CLIENTE

La aplicación del Benchmarking Competitivo, así como la elaboración de la Tabla 11 y Figura 11, deben realizarse frecuentemente. Aquello que presenta bajo servicio y que está relacionado con la falta de stock, será mejorado con las mejoras en la función almacenamiento y planificación y control de inventarios. Además, FERRETERIA S.R.L. debe continuar las buenas relaciones con sus clientes, y adecuar los servicios ofrecidos según las exigencias que estos presentan – esto incluye no ofrecer mayor servicio que el deseado por el cliente.

3.3.2. PROPUESTA GLOBAL DEL SISTEMA LOGISTICO

Es necesario que una persona analice y controle en forma global el desempeño logístico, a través de sus diferentes funciones. Esta persona, será, como lo viene siendo, el Gerente General. Esta persona debe coordinar todo el sistema logístico (todas las funciones) de tal forma que funcione como un “sistema”, operando con el mínimo costo y variaciones.

3.3.2.1. ANALISIS GLOBAL DE COSTOS

El sistema de costeo a utilizar es el **Costeo Basado en Actividades (ABC)**, donde se divide los productos, a asignar los costos, en base a las diferentes familias en que están divididos todos los artículos que FERRETERIA S.R.L. administra.

Analizando el año 2001 y sólo dos de los grupos, se tiene los siguientes costos logísticos:

Costo Anual (nuevos soles)	Grupo 01	Grupo 07
Costos Directos		
Costo de Bienes Vendidos	S/. 13510.95	S/. 11604.03
Mermas ²³	100.00	250.00
Costos Indirectos		
Manejo de Bienes	3374.08	2952.32
Gastos Generales y Administrativos	1771.06	1771.06
Totales:	S/. 18756.09	S/. 16577.41

Tabla 29. Costeo Basado en Actividades para FERRETERIA S.R.L.

Merma

En este caso, la merma será el monto de inventario al final del año 2001 (periodo de análisis) menos el inventario al final del año 2000 (periodo previo al análisis) – si la diferencia es cero o menor de cero, entonces no hay merma.

En forma aproximada se obtiene la merma mostrada en la tabla anterior.

Manejo de Bienes

Los costos por manejo de bienes se refieren a los sueldos de los transportistas y el almacenero, además de los gastos de movilidad por el transporte. Considerando 14 sueldos al año, de S/. 700 cada mes, y teniendo 3 personas para el transporte y un almacenero, se tiene un **costo total en sueldos de** $(4) \cdot (700) \cdot (14) = 39200$ **nuevos soles al año**. Además, el **gasto en transporte de mercaderías es** $(12) \cdot (248) = 2976$ **nuevos soles al año**, según Punto 3.3.1.4. (DISTRIBUCION FISICA; Costos Incurridos en Distribución).

Entonces, se tiene:

Costo Total por Manejo de Bienes = $39200 + 2976 = 42176$ nuevos soles / año

Por otro lado, según datos estadísticos, el Grupo 01, durante el año 2001, utilizó recursos en un 8% del total utilizado por todos los 17 grupos – esto se basa en la razón de cantidades vendidas de un Grupo respecto a la cantidad total vendida durante un año²⁴. Del mismo modo, el Grupo 07 utilizó el 7%. Entonces, la cantidad de recurso utilizado por cada Grupo, para el manejo de bienes es:

²³ Según Horngren (1996), las “mermas” son la diferencia entre los bienes comprados para su venta y los bienes realmente vendidos, después de efectuar ajustes en el inventario.

²⁴ En este caso, tal como lo recomienda Horngren (1996), se utiliza como base de distribución de los gastos, la cantidad de artículos manipulados.

Recurso usado por Grupo 01 = $(42176) \cdot (0,08) = 3374,08$ nuevos soles / año

Recurso usado por Grupo 07 = $(42176) \cdot (0,07) = 2952,32$ nuevos soles / año

Gastos Generales y Administrativos

Para hallar los gastos generales y administrativos se utiliza el sueldo del personal administrativo de Logística y los gastos ocasionados por dicho personal, los cuales incluyen gastos por mantenimiento de vehículos y gastos en movilidad, utilizados por el departamento de compras.

Se tiene un comprador y una persona en planificación y control de inventarios, cuyos sueldos son S/. 700 mensuales para cada uno. Entonces, el **gasto por sueldos** hace un total de $(14) \cdot (700) \cdot (2) = 19600$ nuevos soles al año (considerando 14 sueldos al año – 2 por concepto de gratificaciones).

Por otro lado, del coto de distribución, visto en el Punto 3.3.1.4. (DISTRIBUCION FÍSICA; Costos Incurridos en Distribución), se sabe que el **costo de mantenimiento es** $(170) \cdot (12) = 2040$ nuevos soles al año. Otros Gastos Administrativos se refieren al **gasto de teléfono por el departamento de compras**, el cual **asciende a** $(0,6) \cdot (900,27) = 540,16$ nuevos soles al mes = **6481,92 nuevos soles al año** – según Tabla 3 y análisis sucesivo²⁵.

Además el **gasto por uso de movilidad por el departamento de compras es** S/. 158 al mes = **1896 nuevos soles al año** (según Tabla 3 y cálculos sucesivos)²⁶.

Entonces, sumando los valores anteriores, se tiene:

Gastos Generales y Administrativos Total = 30017,92 nuevos soles / año

Si consideramos que son 17 grupos, los que la empresa maneja, y que en cuestión administrativa, cada Grupo recibe la misma atención, entonces, se tiene que cada grupo recibe el $(1/17) \cdot 100\%$ de atención; esto es, 5,9% del gasto total referido a Gastos Generales y Administrativos. Entonces, se tiene:

Gastos Generales y Administrativos por Grupo = 1771,06 nuevos soles / año²⁷

Nota.- Para desarrollar este ejemplo de costo, muchos de los datos son asumidos como los costos reales durante el periodo. Por ejemplo, se

²⁵ Los gastos referidos a útiles de escritorio son despreciables comparados a los otros gastos administrativos.

²⁶ Este valor podría ser considerado dentro del rubro Manejo de Bienes, pues el gasto en movilidad incurrido por Compras se debe, mayormente, al transporte de bienes comprados.

²⁷ Proviene de multiplicar $(0,059) \cdot (30017,92)$.

asume que para el mantenimiento se gastará 2040 nuevos soles al año, no siendo el costo real. Esto se debe a que muchos de los valores requeridos para formar la estructura de costo anterior no están registrados en los periodos pasados.

Por lo tanto, siendo el Costeo ABC una buena forma de controlar los costos y disminuirlos, es necesario diseñar una metodología de recolección de datos para desarrollar éste Costeo ABC.

3.3.2.2. POLITICAS EN LOGISTICA

FERRETERIA S.R.L. debe definir políticas que encaucen su accionar ante situaciones internas y externas a la organización. Debe detallarse los alcances de cada área y persona, al ocupar una determinada posición dentro de la organización; la asignación de responsabilidades, y niveles de calidad para la recepción en el almacén.

Estas políticas deben ser listadas y distribuidas al personal de Logística. Al ser FERRETERIA S.R.L. una pequeña empresa, una persona desempeña más de una función en ésta, por lo que es necesario que estas personas estén enteradas de todas las políticas a ser aplicadas en cada una de las funciones del departamento de logística.

3.3.2.3. CONSIDERACIONES GLOBALES EN LOGISTICA

Considerando que el caso de estudio se refiere a una pequeña empresa, es necesario el siguiente personal en el departamento de logística para el desempeño del mismo:

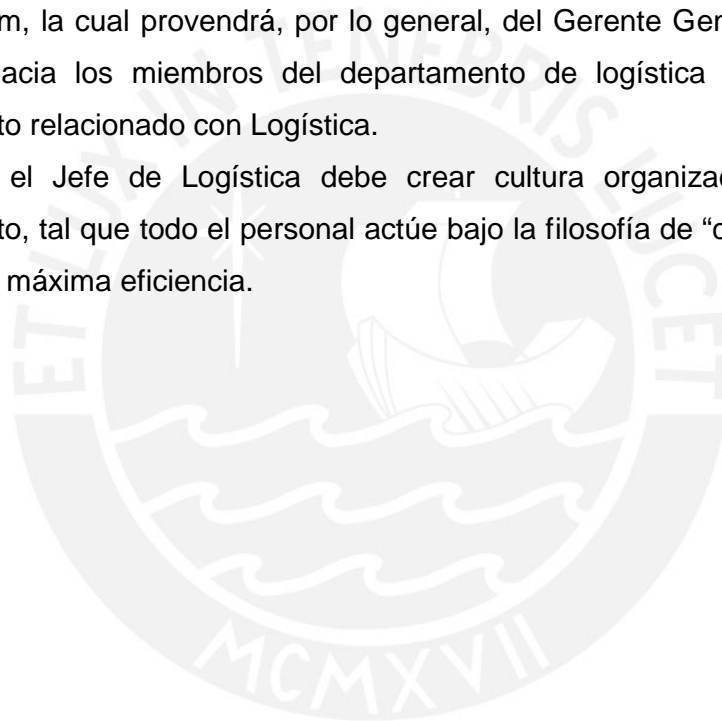
FUNCION LOGÍSTICA	CANTIDAD DE PERSONAS
Almacén	1
Compras	1
Distribución	3
Planificación y Control de Inventarios	1
Control General	1 (Jefe de Logística / Gerente General)
Total de Personas en Logística	7

Tabla 30. Cantidad de Personas en cada Función Logística

El jefe de logística debe dar autonomía para que el personal de logística decida por sí mismo sin depender de un supervisor, a menos que la decisión sea de suma importancia para la empresa. Por ejemplo, debe permitirle al repartidor chequear el producto que un cliente pretende devolver y decidir si acepta o no la devolución según el daño (trato recibido) o falla del producto; el repartidor puede aceptar la devolución si considera que esto beneficiará a FERRETERIA S.R.L. en el largo plazo.

Por otro lado, las comunicaciones serán transferidas en forma verbal. Sin embargo, aquellas importantes y trascendentes deben ser emitidas mediante memorandum, la cual provendrá, por lo general, del Gerente General (Jefe de Logística) hacia los miembros del departamento de logística o hacia otro departamento relacionado con Logística.

Por último, el Jefe de Logística debe crear cultura organizacional en su departamento, tal que todo el personal actúe bajo la filosofía de "calidad Total", buscando la máxima eficiencia.



4. CONCLUSIONES

En esta tesis ha sido respondida la pregunta de cómo hacer que una empresa que maneja gran cantidad de inventarios opere de una manera eficiente. Para responder a esta pregunta, se realizó un estudio preliminar de todas las labores logísticas aplicables al caso de una pequeña empresa comercializadora en ferretería. Luego de un riguroso estudio teórico acerca de las diferentes funciones logísticas, y utilizando una pequeña empresa comercializadora, se diseñó un sistema logístico para esta empresa.

El Estudio de Caso – en donde se realizó una identificación de acciones no tomadas o mal llevadas en el desempeño logístico, junto a un diagnóstico y propuesta de sistema logístico – permitió demostrar que sí es posible aplicar todo un sistema logístico en pequeñas empresas que administran gran cantidad de ítems. Del mismo modo, se pudo apreciar, a través de un diseño de costeo, que el costo de aplicación del sistema logístico no es muy elevado, con lo cual se concluye que el costo no es el principal obstáculo para la aplicación de este sistema logístico mencionado.

Por otro lado, puede concluirse que es necesario por lo menos una persona capacitada que controle todo el sistema logístico – en especial en la labor de planificación –, y que tome las decisiones finales basado en su conocimiento logístico.

Si bien la operación empírica en todas las funciones logísticas, por parte de FERRETERIA S.R.L., no le ha generado grandes ni graves complicaciones, esto hace que la empresa presente un desempeño ineficiente. A continuación se detallan conclusiones respecto a cada función logística y al sistema logístico a nivel global.

- **RESPECTO DE LA FUNCION COMPRAS (Aprovisionamiento)**
 - FERRETERIA S.R.L. muestra un ROI actual bastante bajo de 15,15%. Según el desempeño logístico de la función compras descrito en el Análisis y Diagnóstico del Sistema, se concluye que la principal causa de este bajo valor se debe a la gran cantidad de existencias almacenadas. Además,

dado el giro de la empresa, no es posible mantener bajos niveles de stock. Por esta razón, se concluye, también, que un valor de ROI de alrededor de 20%, es bastante aceptable.

- El Costo por Orden de Compra (C.O.C.) de S/. 2,33 y el Porcentaje de Gastos por Compras (P.G.C.) de 10,43% muestran una cierta eficiencia en el manejo de las compras. Sin embargo, toda vez que no se analizan estos ratios, y teniendo en cuenta que estos toman a los “costos” como principal base de consideración, la función compras no está controlando la eficiencia de su operación rutinaria.
- La búsqueda de relaciones cercanas con los proveedores, por parte de FERRETERIA S.R.L., permitirá que ambos, en forma conjunta, desarrollen estrategias para mejorar el suministro de productos trabajados de forma JIT.
- **RESPECTO DE LA FUNCION ALMACENAMIENTO (Gestión de Stocks)**
 - Por causa de “tomas de inventario” esporádicas y ausencia de un “sistema de valorización de existencias”, el control físico de las existencias es bastante deficiente. Sin embargo, el planteamiento de toma de inventario “al barrer” y “en forma aleatoria”, propuesto en el Punto 3.3.1.2., permitirá motivar al personal del almacén para controlar mejor las existencias administradas. Además, el sistema de valorización de “Precio Promedio Instantáneo”, propuesto, ayudará al almacén a tener un conocimiento real del valor del stock a controlar y ayudará al departamento de ventas a mantener los precios de venta al día y plantear ofertas a sus clientes según el tiempo de almacenaje. Por otro lado, esta valorización ayudará a Contabilidad a tener el Balance General acorde con la realidad de los artículos manipulados.
 - Las mejoras en los embalajes permitirán un mayor cuidado de los productos transportados, así como una entrega más eficiente al cliente – sin pérdidas ni confusiones en los envíos, debido a una correcta clasificación e indicación de lo que se transporta.
 - La utilización de documentos físicos para el registro de movimientos – tales como las Boletas de Ingreso y Salida – y solicitudes (Requisición de

Compra), permiten tener una mayor organización en la transmisión básica de necesidades y en los registros históricos.

- Con la propuesta de almacenar físicamente de forma FIFO, la rotación de inventarios es más eficiente, pues se da prioridad de salida a los productos más antiguos en el almacén, evitando, de este modo, conservar productos que a la larga se deterioran o pierden propiedades físicas. Por otro lado, con el cuidado adecuado en el almacenamiento, sumado al diseño de “códigos de ubicación”, los riesgos de accidentes disminuyen y la manipulación es más eficiente – óptimo flujo.
- Cuando FERRETERIA S.R.L. no hace clasificación ABC y pretende trabajar con bajos niveles de stock con todos los artículos por igual, debe buscar, siempre a modo de urgencia, los productos pedidos por sus clientes. Estas búsquedas de urgencia hacen que el cliente sea atendido con retrasos. Gracias a la clasificación ABC y a los sistemas de planificación, el almacén puede tener claro los productos más importantes y sobre los cuales poner su atención. De esta forma, el almacén sabrá qué productos serán trabajados con bajos niveles de stock – generalmente los trabajados de forma JIT – y así presionará al departamento de compras para que planifique con el proveedor las compras futuras, y a la función transportes para que la entrega sea en el menor tiempo posible. Podemos concluir, entonces, que la clasificación ABC es la principal herramienta a considerar para operar de forma JIT, en todas las funciones logísticas.

- **RESPECTO DE LA FUNCION PLANIFICACION Y CONTROL DE INVENTARIOS**

- Es importante realizar una clasificación ABC referida a la “utilidad” producida por cada ítem. Sin embargo, considerando que muchos de los artículos administrados por FERRETERIA S.R.L. son costosos, se concluye que es igual de necesario e importante realizar esta clasificación tomando como base el “costo unitario” de cada ítem, tal que se ubique aquellos que requieran mayor resguardo por su alto costo. En este sentido, se puede concluir que la clasificación ABC referida a las “utilidades” ayuda a planificar

las compras y evitar roturas de stock, mientras que la referida al “costo unitario” permite identificar aquellos artículos que ocasionarán mayores costos de mantenimiento, además de suministrar información a la empresa para el cuidado contra robos y daños de los productos, principalmente de aquellos clase A.

- Los productos tipo A-1 serán planeados de forma JIT, los del tipo A-2 con el método de Revisión Continua (Q), los del tipo B con el método de Revisión Periódica (P) y los del tipo C con el método de Reposición Según Necesidad y por Criterio Empírico. En forma paralela, los pronósticos son llevados según muestra el resumen de la Tabla 20. De esto podemos concluir que no todos los artículos recibirán el mismo tratamiento; aquellos más importantes recibirán mayores atenciones y requerirán mayor esfuerzo para planificarlos.
- Siendo usados los pronósticos como complemento de los sistemas de reposición (especialmente P y Q), se puede concluir que estos pueden ser usados de dos formas específicas. La primera consiste en la utilización del pronóstico para compararlo con el stock real del almacén y relacionarlo con el momento de reorden. Si se ve una discordancia, tal como que la demanda futura será superior a la planificada, debe tomarse las correcciones pertinentes para evitar la rotura próxima de stock. La segunda manera de uso del pronóstico consiste en comparar el valor de la demanda pronosticada con la demanda real producida. Si el comportamiento de la demanda real no difiere mucho de la pronosticada (bajo error de pronóstico) puede utilizarse el promedio de las demandas históricas para trabajar con los sistemas P y Q, y se puede mantener el modelo de pronóstico elegido en un inicio. Si, por el contrario, el error de pronóstico va aumentando, entonces debe elegirse otro modelo, según la Tabla 20, y volver a evaluar los sistemas P y Q.
- Del análisis de cada tipo de ítem (A, B o C) se aprecia que un elemento importante a considerar en el análisis de los modelos de pronóstico, es la búsqueda del menor error. Sin embargo, puede concluirse que el factor predominante a la hora de elegir un modelo, será el costo y complejidad de

operación. Esto es, si con un modelo muy complejo se obtiene bajo error, pero con otro, no muy complejo, el error es levemente mayor, entonces se preferirá el segundo modelo – como fue el caso en la propuesta desarrollada. Al tratarse de una pequeña empresa, no es posible utilizar mucho esfuerzo en pronósticos complejos, pues son costosos y los recursos son escasos. Sólo se realizarán pronósticos con un modelo complejo cuando este modelo produzca errores muy por debajo de los producidos por los modelos más sencillos de desarrollar.

- **RESPECTO DE LA FUNCION DISTRIBUCION Y SERVICIOS**

- El operar, por lo general, con transporte propio en vez del contratado, es una muestra clara de la disposición de FERRETERIA S.R.L. de resguardar y brindar mejor cuidado a sus productos transportados.
- Sí es posible trabajar, en el transporte, de forma JIT, tal como se detalla en el Punto 3.3.1.4. (DISTRIBUCION FISICA), pues al ser FERRETERIA S.R.L. una pequeña empresa – lo cual implica manejo de escasos recursos –, el personal de ésta no tiene asignada una única labor. Por otro lado, según el caso analizado, se concluye que esta aplicación del JIT, descrita, debe ser hecha sólo por el personal de Logística, pues se requiere alta coordinación. Por esta razón, se recomienda, desde un inicio, tener personal exclusivo en Logística, con labores funcionales segregadas pero que en ocasiones realicen labores compartidas dentro de dicha área. Es decir, en algún momento las diferentes funciones logísticas deben trabajar como un sistema unificado, no segregado, buscando alcanzar un objetivo. Ese momento de unificación se produce cuando existe la necesidad de trabajar de forma JIT. Por lo tanto, es necesario definir políticas, en Logística, que encaucen este accionar unificado, evitando obstáculos en las labores operativas: cruces de información, doble operación, etc.
- En cuanto al servicio ofrecido, se concluye que éste debe ser el adecuado al requerido por el cliente: ni mayor ni menor servicio ofrecido. Para esto, es necesario el examen riguroso del Benchmarking Competitivo,

desarrollado en el Punto 3.2.2.2. (página 91: SERVICIO OFRECIDO AL CLIENTE), el cual muestra información relevante del cliente.

- **RESPECTO AL SISTEMA LOGISTICO A NIVEL GLOBAL**

- Debido a que FERRETERIA S.R.L. es una pequeña empresa, el control global del sistema logístico debe realizarlo el Gerente General, pudiendo controlar otras áreas de la empresa además del área de logística.
- Es posible llevar el costeo global, no considerando “cada grupo” sino a todos los artículos en total. Sin embargo, al considerar cada grupo, propio del Costeo ABC, puede prestarse atención en forma más exclusiva a algunos ítems más importantes que otros. El Costeo ABC también puede ser hecho considerando cada grupo de costeo como los artículos agrupados en la clasificación ABC, en vez de utilizar cada familia del sistema de codificación de existencias del almacén, tal como lo muestra el Punto 3.3.2.1.; en este caso, el manejo de costos sigue el mismo formato detallado en dicho punto. Por esta razón, se concluye que el Costeo ABC es la mejor forma de costear en FERRETERIA S.R.L., pues al manejarse tantos artículos es necesario centrar atenciones en aquellos más importantes.
- Esta tesis fue orientada a una pequeña empresa comercializadora donde se administra gran cantidad de ítems. Por esta razón, y a pesar de ser una pequeña empresa, es necesario el sistema logístico complejo tal cual fue detallado en el “Sistema Logístico Propuesto”, donde el objetivo es la ausencia de roturas de stock.
- Un sistema informático permitirá que la aplicación de este sistema logístico – sobre todo en el tema de planificación – no sea costosa. Esto se debe a que una vez el sistema computarizado esté instaurado, no será necesario el conocimiento teórico de una persona instruida en la materia para realizar la planificación en forma operacional. Esto se debe a que esta planificación se realizará ingresando los valores requeridos de cada parámetro del sistema de ecuaciones – descrito en el Marco Teórico y Sistema Logístico Propuesto –, los cuales estarán ya definidos por sistema informático en mención.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ACOSTA, V. (1998). Logística Empresarial Moderna: Concepto y Aplicaciones. Perú, 246 pp.
- ALONSO, J. (1988). Demanda y Previsión de Ventas en la Pequeña y Mediana Empresa. España, colección: Pequeña y Mediana Empresa, 133 pp.
- BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. (1996). Logistical Management: The Integral Supply Chain Process. United States of America, McGraw-Hill, 730 pp.
- BRUFAU, A.; ALVAREZ, E.; VAZQUEZ, J. L. (1988). Medidas de Control Interno en la PYME. España, colección: Pequeña y Mediana Empresa, 180 pp.
- CAÑAMERO, L. (1989). La Gestión en la Pequeña Empresa. Perú, Códice, 95 pp.
- CHRISTOPHER, M. (1999). Logística: Aspectos Estratégicos. México, Limusa S. A., 327 pp.
- DOBLER, D. W.; BURT, D. N. (1996). Purchasing and Supply Management: Text and Cases. United States of America, McGraw-Hill, 963 pp.
- ECHAZU, J. (2001). Curso: Logística Industrial. Apuntes de clase, ciclo de verano del 2001, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- GOLDE, R. A. (1997). Planificación Práctica para la Pequeña Empresa, en Harvard Business Review. España, núm. 60.
- HEIZER J.; RENDER B. (1997). Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas. España, Prentice Hall International (UK) Ltd., 600 pp.
- HORNGREN, Ch. T.; FOSTER, G.; DATAR, S. M. (1996). Contabilidad de Costos: Un Enfoque Gerencial. México, Prentice-Hall Hispanoamericana S. A., 970 pp.
- KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. (1996). Operations Management: Strategy and Analysis. United States of America, Lifland et al., 878 pp.
- LA TORRE AYLLON, J. (1991). Logística para el Cambio. Perú, Colegio de Ingenieros del Perú (Consejo Nacional), 250 pp.
- LAMBER, D. M.; STOCK, J. R.; ELLRAM, L. M. (1998). Fundamentals of Logistics Management. United States of America, McGraw-Hill, 611 pp.
- PEÑA, Daniel. (1986). Estadística. Modelos y Métodos. Fundamentos. España, Alianza Editorial S. A., Tomo I, 402 pp.

SCHROEDER, R. G. (1995). Administración de Operaciones. México, McGraw-Hill, 855 pp.

SILVER, E. A.; PYKE, D. F.; PETERSON, R. (1998). Inventory Management and Production Planning and Scheduling. United States of America, John Wiley & Sons Inc., 754 pp.

SOLIS, J. (2000). Curso: Logística Industrial. Apuntes de clase, segundo semestre del 2000, Pontificia Universidad Católica del Perú.

SORET, I. (1994). Logística Comercial y Empresarial. España, ESIC, 413 pp.

SPIEGEL, M. R. (1990). Estadística. España, McGraw-Hill, 556 pp.

