

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

PROYECTO DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGISTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y GESTIÓN LOGÍSTICA”

TEMA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN CENTRO DE DISTRIBUCIÓN PARA UNA CADENA
FARMACÉUTICA.**

AUTOR(ES)

CARLOS ARMANDO JIMENEZ VELOZ

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO - 2016

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres Humberto y Francisca, mi esposa Daysi y mis hijos Carlos, Angie y Fabián, por haber sido mis pilares fundamentales para lograr cristalizar un proyecto más en mi vida.

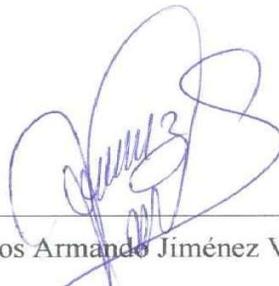
AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la salud y la fuerza para vencer las adversidades que se presentan en el camino durante el tiempo de estudio para lograr este objetivo.

A mi familia por el apoyo y comprensión que me brindaron durante los años de estudio, del tiempo no compartido con ellos por atender las clases, exigencias y responsabilidades adquiridas para cumplir la meta propuesta.

DECLARACION EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este proyecto de graduación, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo, corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica del Litoral.



Carlos Armando Jiménez Veloz

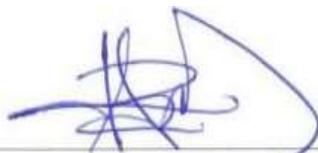
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Francisco Vera Alcívar, Ph.D.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



MSc. Daniel Agreda De La Paz
DIRECTOR DE PROYECTO



Jorge Abad Moran, Ph.D.
VOCAL DEL TRIBUNAL

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
DECLARACION EXPRESA.....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN	V
TABLA DE CONTENIDO	VI
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE TABLAS.....	X
ABREVIATURAS O SIGLAS.....	XI
OBJETIVOS GENERALES	XII
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	XIII
INTRODUCCION	XIV
CAPITULO I.....	1
1 ANTECEDENTES	1
1.1 <i>Diagnóstico</i>	1
1.1.1 Planteamiento del problema.	3
1.1.2 Formulación del problema de investigación.....	7
1.1.3 Sistematización del problema de investigación.....	7
1.2 <i>Justificación e Importancia de la Investigación</i>	7
1.3 <i>Hipótesis</i>	8
1.4 <i>Variables de la investigación</i>	8
1.4.1 Variable Independiente.....	8
1.4.2 Variable Dependiente.....	9
1.5 <i>Aspectos metodológicos de la investigación</i>	9
1.6 <i>Fuentes y técnicas para la recolección de información</i>	10
CAPITULO II.....	12
2 MARCO TEORICO Y MARCO CONCEPTUAL	12
2.1 MARCO TEORICO	12
2.1.1 <i>El rol del centro de distribución en la cadena de suministro</i>	12
2.2.2 <i>Decisiones técnicas sobre localización del Centro de distribución</i>	13
2.1.3 <i>Métodos Cuantitativos para localización de Centro de Distribución</i>	15

2.2.3.1	Método de ponderación de factores	15
2.2.3.2	Método del Centro de Gravedad	17
2.2.3.3	Método de transporte.....	20
2.1.4	<i>Distribución de planta</i>	22
2.1.5	<i>Metodología y diseño de la red de suministro y modelo de capacidades logísticas</i>	23
2.1.6	<i>Técnicas de configuración de operaciones de un centro de distribución</i>	24
2.1.6.1	Proceso de Recepción	25
2.1.6.2	Cross-Docking – Almacenaje de paso.....	26
2.1.6.3	Order Picking – Recolección de la orden.....	26
2.1.6.4	Replenishment – Reabastecimiento	26
2.1.6.5	Sorting – Clasificación	26
2.1.6.6	Packing – Empaque (Embalaje).....	26
2.1.6.7	Shipping – Despacho.....	27
2.2	MARCO CONCEPTUAL	27
2.3.1	<i>Inventarios</i>	27
2.2.2	<i>Costos de inventario</i>	28
2.3.3	<i>Modelos de control de inventario</i>	29
2.3.3.1	Modelo E.O.Q (Economic Order Quantity).....	30
2.3.3.2	Modelo EOQ básico.....	30
2.3.3.3	Modelos probabilísticos de inventario.....	33
2.3.4	<i>Stock seguridad, stock mínimo, stock máximo</i>	36
2.3.4.1	El stock de seguridad.....	36
2.3.4.2	Stock mínimo.....	36
2.3.4.3	El stock máximo	36
2.3.5	<i>Distribución</i>	36
2.3.5.1	Costo de transporte.....	36
2.3.5.2	Análisis de la demanda.....	37
2.3.5.3	Pronostico de la demanda en la cadena de suministro.....	38
2.3.5.4	Característica de los pronósticos.....	38
2.3	MARCO REFERENCIA	39
2.3.1	<i>Ecuador, Ubicación Geográfica, Extensión, Población y Características</i>	39
2.3.2	<i>Machala</i>	41
2.3.2.1	Características	41
CAPITULO III.....		43
3	IMPLEMENTACION DEL CENTRO DE DISTRIBUCION	43
3.1	<i>Análisis comparativo de la demanda vs. Capacidad de bodega</i>	43
3.2	<i>Conceptos y estimaciones adicionales</i>	45
3.3	<i>Identificación de brechas</i>	45
3.4	<i>Decisiones sobre infraestructura del centro de distribución basada en modelo de capacidades</i>	47

3.4.1	Estimación de la necesidad de área de almacenamiento.....	47
3.4.2	Proyección de áreas principales	51
3.4.3	Área de carga y descarga.....	52
3.4.4	Área de preparación de pedido	53
3.4.5	Los pasillos y su efecto en la utilización de espacios	54
3.4.6	Áreas complementarias.....	55
3.4.7	Área de retiro.	55
3.4.8	Áreas de crecimiento futuro.....	55
3.4.9	Contraste del modelo de capacidades	58
3.5	<i>Estudio de localización del centro de distribución</i>	<i>59</i>
3.5.1	Opciones de localización del CDR.....	62
3.6	<i>Definición del LAYOUT en el picking de acuerdo a la tipología de productos.....</i>	<i>64</i>
3.6.1	Método de frecuencia de entrada y salida.....	65
3.7	<i>Definición de política de control de inventario</i>	<i>67</i>
CAPITULO IV		70
4	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
4.1	<i>Conclusiones</i>	<i>70</i>
4.2	<i>Recomendaciones.....</i>	<i>71</i>
BIBLIOGRAFÍA		74

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA 1. 1 CANTONES DE LA PROVINCIA DEL ORO DONDE HAY SUCURSALES DE RETAIL FARMACÉUTICO	2
FIGURA 1. 2 EDIFICIO DONDE FUNCIONA LA ANTIGUA BODEGA RETAIL FARMACÉUTICO	3
FIGURA 1. 3 LAYOUT DE LA BODEGA ANTIGUA RETAIL FARMACÉUTICO	6
FIGURA 2. 1 FLUJO DE DISTRIBUCIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTRO	13
FIGURA 2. 2 DISEÑO DEL SISTEMA LOGÍSTICO	15
FIGURA 2. 3 CUADRICULA CON LAS ZONAS DE CONSUMO	19
FIGURA 2. 4 MODELO PARA LAS DECISIONES SOBRE DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN	24
FIGURA 2. 5 PROCESOS OPERATIVOS DENTRO DEL CENTRO DE DISTRIBUCIÓN	25
FIGURA 2. 6 VARIANTES DEL MODELO EOQ	30
FIGURA 2. 7 COMPORTAMIENTO DEL INVENTARIO EN EL MODELO EOQ	31
FIGURA 2. 8 PUNTO DE RE-ORDEN EN EL MODELO EOQ	33
FIGURA 2. 9 RESERVA DE INVENTARIO IMPUESTO AL MODELO CEP	34
FIGURA 2. 10 CLASIFICACIÓN DEL PRONÓSTICO DE LA DEMANDA	39
FIGURA 2. 11 MAPA TERRITORIAL DEL ECUADOR	40
FIGURA 2. 12 INGRESO OESTE CIUDAD DE MACHALA	42
FIGURA 3. 1 VENTAS Vs INVENTARIO EN DÓLARES PRIMER SEMESTRE 2015 Y PRIMER SEMESTRE 2016	44
FIGURA 3. 2 LUSTRACIÓN GRAFICA DE VENTAS EN UNIDADES VS CAPACIDAD DE BODEGA	47
FIGURA 3. 3 VENTAS REALES VS VENTAS PROYECTADAS AÑO 2015	49
FIGURA 3. 4 CUADRICULA CON ZONAS DE UBICACIÓN DE SUCURSALES	61
FIGURA 3. 5 OPCIÓN 1 POSIBLE UBICACIÓN DEL PROYECTO	63
FIGURA 3. 6 OPCIÓN DOS POSIBLE UBICACIÓN DEL PROYECTO	63
FIGURA 3. 7 OPCIÓN TRES POSIBLE UBICACIÓN DE PROYECTO	64
FIGURA 3. 8 LAYOUT SEGÚN CATEGORÍA DE PRODUCTOS (A B C)	65
FIGURA 3. 9 PROPUESTA DE LAYOUT PARA RETAIL FARMACÉUTICO.	67
FIGURA 4. 1 PLANO DEL PROYECTO CONSTRUCCIÓN INICIAL	72
FIGURA 4. 2 PLANO DEL PROYECTO INCLUYENDO CRECIMIENTO A FUTURO	73

INDICE DE TABLAS.

TABLA 1. 1 CRECIMIENTO DE SUCURSALES POR AÑOS	4
TABLA 2. 1 PUNTUACIONES DE LAS DISTINTAS ALTERNATIVAS	17
TABLA 2. 2 CANTIDAD DE PEDIDOS POR REGIÓN DE CONSUMO	19
TABLA 2. 3 INFORMACIÓN ESTADÍSTICA ABC COMPANY	21
TABLA 2. 4 MATRIZ DE TRANSPORTACIÓN DE ABC COMPANY	22
TABLA 3. 1 INVENTARIO VS VENTAS EN DÓLARES PRIMER SEMESTRE 2015 Vs PRIMER SEMESTRE 2016	43
TABLA 3. 2 INVENTARIO MÁXIMO EN UNIDADES VS. CAPACIDAD DE BODEGA EN UNIDADES.....	46
TABLA 3. 3 VENTAS EN UNIDADES REALES Y PROYECTADAS 2015 (PRIMER SEMESTRE)	48
TABLA 3. 4 VENTAS EN UNIDADES REALES Y PROYECTADAS 2015 (SEGUNDO SEMESTRE)	48
TABLA 3. 5 DATOS DEL PROBLEMA.....	50
TABLA 3. 6 INFORMACIÓN PARA CÁLCULO	51
TABLA 3. 7 RESUMEN DE NECESIDADES DE ÁREA.....	52
TABLA 3. 8 ESTIMACIÓN DE ÁREAS PARA MUELLE DE CARGA Y DESCARGA.....	52
TABLA 3. 9 CANTIDAD SKU DESPACHO DIARIO.....	53
TABLA 3. 10 % DE UTILIZACIÓN DE ESPACIOS DE ALMACENAMIENTO Y DE PASILLOS	54
TABLA 3. 11 ÁREAS COMPLEMENTARIAS.....	55
TABLA 3. 12 PROYECCIÓN DE CRECIMIENTO DE VENTAS EN UNIDADES TASA 5% ANUAL	56
TABLA 3. 13 NECESIDADES DE ESPACIO A FUTURO	57
TABLA 3. 14 CONSUMO MÁXIMO EN UN DÍA DETERMINADO	58
TABLA 3. 15 VENTAS EN UNIDADES DEL AÑO 2015 Y COORDENADA POR CIUDAD.....	60
TABLA 3. 16 PARES ORDENADOS POR CIUDAD.....	61
TABLA 3. 17 DESPLAZAMIENTO DE ENTRADA Y SALIDA DE PRODUCTOS.....	66
TABLA 3. 18 SIMULACIÓN DEL MODELO CEP	68

ABREVIATURAS O SIGLAS

CDR: Centro de Distribución Regional

CEP: Cantidad Económica del pedido

CFR: Cost and Freight / Costo y flete, Puerto destino convenido

CIF: Cost Insurance and Freight / Costo seguro y flete

CIP: Carriage and Insurance Paid (to) / Transporte y seguro pagado hasta

CPT: Carriage Paid To / Transporte pagado hasta

DP: Demanda Probabilística

EOQ: Economic Order Quantity

ERP: Enterprise Resource Planning, / Planificación de recursos empresariales

LT: Lead Time, tiempo de entrega o recepción

MRP: Material Requirements Planning, /Planificación de requerimiento de materiales

SKU: Stock – Keeping Unit, /Unidad de almacenamiento y control

OBJETIVOS GENERALES

Dotar de una ubicación óptima para la implementación del centro de distribución con las dimensiones necesarias para sostener el crecimiento en los próximos diez años de forma eficiente y con un control adecuado de los costos.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer la ubicación optima del Centro de Distribución apoyados en modelos matemáticos.
- Establecer la capacidad optima del Centro de Distribución apoyados en modelos matemáticos.
- Realizar el análisis adecuado para establecer los niveles de inventario eficientes para la cadena farmacéutica, asegurando costos mínimos y evitando quiebres de stock.

INTRODUCCION

En Ecuador las empresas pequeñas que experimentan crecimiento muy acelerado debido a la dinámica del negocio y a la acogida del mercado en el que se desarrolla, llegan a un nivel de expansión tal que se hace necesario evaluar la estructura organizacional a fin de diagnosticar la situación actual del negocio y establecer metas y objetivos estratégicos que permitan apalancar su crecimiento en forma organizada y sostenida.

Sin lugar a dudas el Centro de Distribución Regional (CDR) es parte fundamental dentro de la cadena de suministro, por lo que se le debe dar la atención necesaria a fin de optimizar sus costos de operación y alcanzar un eficiente control del inventario.

La presente investigación se enfoca en analizar la posibilidad de implementar un Centro de Distribución Regional (CDR) adecuado técnica y físicamente acorde a la operación de una cadena farmacéutica, en el desarrollo de la investigación se deberá establecer la ubicación óptima que permita minimizar los costos de distribución, la estructura y organización técnica del centro de distribución adaptado al tipo de negocio, la capacidad de almacenaje del Centro de Distribución Regional (CDR) que permita soportar el crecimiento de la empresa en los próximos diez años y establecer un LAYOUT que permita optimizar los tiempos de respuesta en todo el proceso de abastecimiento de entrada o salida procurando reducir los costos operativos.

Se debe explotar en beneficio de la operación, la experiencia ganada a lo largo del tiempo referente al manejo de fármacos, el cumplimiento estricto de los reglamentos emitidos por las autoridades pertinentes y aplicar los avances tecnológicos en hardware y software para que sean utilizados en la implementación de un Centro de Distribución Regional (CDR) y que en este se apliquen las mejores prácticas de manipulación, almacenamiento y transporte de fármacos e insumos de higiene, cuidado personal y consumo humano.

El proyecto se desarrollará en 4 capítulos estructurado secuencialmente de la siguiente manera:

El primer capítulo muestra los antecedentes de la empresa, la situación actual del Centro Regional de Distribución (CDR), la problemática de los procesos logísticos actuales, la formulación y justificación de la hipótesis, los objetivos generales y los objetivos específicos que se deberán cumplir de acuerdo al planteamiento de la investigación.

El segundo capítulo, muestra la información teórica técnica del problema de estudio. Corresponde a la base científica y las técnicas aplicables al caso, tales como: Técnicas de localización de un Centro de Distribución Regional (CDR), aplicación de métodos cualitativos y cuantitativos conocidos para la localización de un Centro de Distribución Regional (CDR), metodología, diseño de infraestructura (modelo de capacidades) de un Centro de Distribución Regional (CDR), métodos de control de inventario, que explícitamente se desarrollaran en el presente trabajo, así como la implementación de layout para organizar el almacenamiento.

En el tercer capítulo, se desarrollará los modelos matemáticos para dar solución a la ubicación adecuada del Centro de Distribución Regional (CDR), recomendar la capacidad optima que permita a la empresa crecer conforme a las tasas de crecimiento proyectadas para los próximos diez años sin tener problemas en el almacenamiento, desarrollar el método de control de inventario bajo el modelo de Economic Order Quantity (EOQ) que permita mantener niveles óptimos de inventario y evitar quiebres de stock en la cadena de farmacias, y establecer un layout funcional que permita minimizar los tiempos de preparar los pedidos para el abastecimiento de la cadena de farmacias.

Por último en el cuarto capítulo presentaremos las conclusiones y recomendaciones del caso en estudio, considerando los objetivos propuestos al inicio de la investigación, además sugerencias que la administración deberá considerar para complementar la propuesta central del tema.

CAPITULO I

1 ANTECEDENTES

1.1 Diagnóstico.

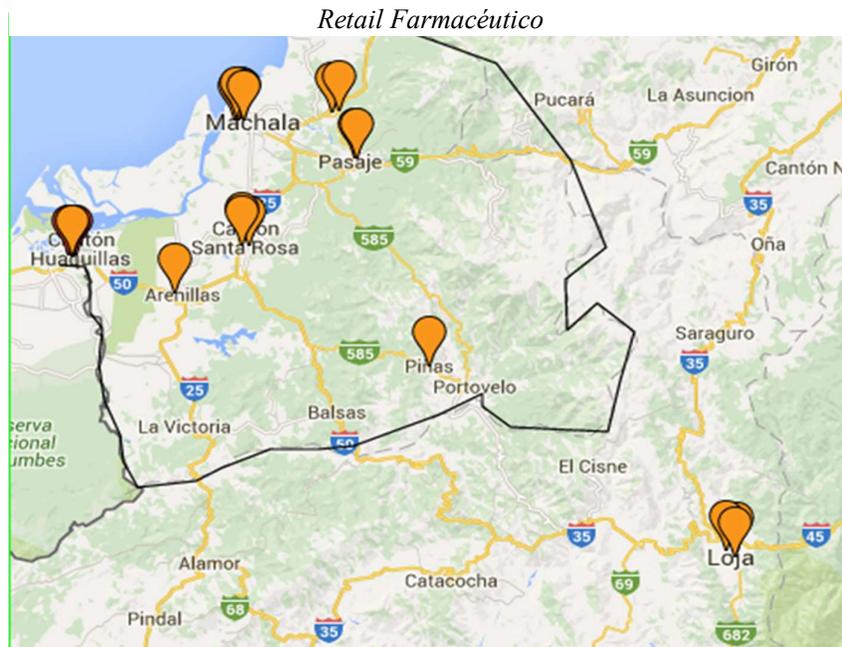
El proyecto se desarrollara en base al crecimiento comercial exitoso de una empresa familiar dedicada a la venta al consumidor minorista de productos medicinales, de cuidado personal, de higiene y nutrición infantil, entre otras líneas de productos afines a las actividad propias del sector farmacéutico, pero que con el paso del tiempo ha logrado un importante desarrollo, esta empresa se la denominará Retail Farmacéutico, la empresa inició sus actividades en 1990 en la ciudad de Huaquillas, dedicándose desde sus comienzos a la venta minorista de productos farmacéuticos, y otras líneas de productos relacionados a la actividad comercial por medio de farmacias.

Desde sus orígenes la empresa realiza actividades a nivel local en el cantón Huaquillas, posteriormente empieza a expandirse desde 1998 primero a nivel local en el mismo Cantón, luego a los cantones más representativos de la provincia de El Oro, Figura 1.1, especialmente en la ciudad de Machala, el crecimiento de puntos de venta o farmacias y el nivel de los volúmenes de ventas ha sido de 18 millones anuales en promedio los últimos años, llegando a la fecha de inicio de esta investigación a tener 23 sucursales distribuidas a lo largo de la Región Sur del Ecuador, incluyendo la ciudad de Loja en la provincia del mismo nombre, donde cuenta con tres sucursales recientemente inauguradas.

El crecimiento del área comercial y la cantidad de locales para puntos de venta han sido directamente proporcionales, no sucede lo mismo con la infraestructura que soporta la cadena de suministro, tal es el caso que en 2002 inicia actividades de almacenamiento de inventario debido a las necesidades de productos de alta rotación y con la finalidad de poder acceder a descuentos importantes por compras en volumen, junto con la necesidad de poder abastecer a las diferentes farmacias de la cadena y a su vez elevar el nivel de

servicio al cliente final, las actividades de bodegaje y almacenamiento las realiza en el primer piso de un inmueble ubicado en el Cantón Huaquillas.

Figura 1. 1 Cantones de la Provincia del Oro donde hay sucursales de



Fuente: (Google maps, 2016)

Elaborado por: El autor

Esta edificación no fue creada para actividades de almacenamiento de mercadería sin embargo por la necesidad se la fue adecuando sobre la marcha, empujados por la sinergia del crecimiento y expansión del negocio.

A medida que las necesidades de inventario crecían, pues el movimiento comercial en los puntos de ventas se hicieron cada vez más considerable, la bodega crecía verticalmente ocupando en su totalidad un edificio de tres pisos, Figura 1.2, pues era el espacio físico con el que se contaba para poder afrontar la operación de abastecimiento y distribución, si se suman los espacios físicos para almacenaje en el edificio utilizado para tal efecto son unos $500m^2$ incluidos callejones y pasillos.

Figura 1. 2 Edificio donde funciona la antigua bodega Retail Farmacéutico



*Fuente: (google maps, 2015)
Elaborado por: El Autor*

Con estos antecedentes de crecimiento y notable saturación en los espacios físicos de almacenamiento, la Gerencia General tiene la necesidad de establecer ciertos cambios estratégicos en la administración y estructura de la cadena de suministro, de tal manera que permita optimizar costos en el almacenamiento, en la distribución, mantener niveles óptimos de inventario para apalancar el crecimiento de forma organizada, lograr eficiencia en los procesos operativos del Centro de Distribución Regional y asegurar niveles de rentabilidad óptimos y en línea con las expectativas de los accionistas.

1.1.1 Planteamiento del problema. -

Para todo negocio en el cual su principal característica sea el servicio, los puntos de apalancamiento o fortaleza del mismo están en el tiempo de respuesta y en el surtido que este pueda realizar a tiempo a sus tiendas.

El Retail Farmacéutico presenta problemas que afectan directamente los procesos de su cadena de suministro, tales como:

- Altos costos en la transportación de productos por abastecimiento desde su bodega hasta cada una de las sucursales.
- Espacios para almacenamiento saturados que no permiten mantener niveles óptimos de inventario para evitar pérdidas por quiebre de stock.
- Existe sobre stock de productos de poca rotación.
- Elevados costos de almacenamiento.
- Tiempo de respuesta por preparación de pedidos muy alto, que afectan a la oferta de servicio y por ende a la operación de almacenamiento y distribución.

Uno de los puntos a ser analizados y considerados en la presente investigación es la ubicación actual de su Bodega en el centro de la ciudad de Huaquillas y la estructura no adecuada para el almacenamiento de la mercadería, un edificio de tres pisos en el que se almacena mercadería desde sus inicios cuando la empresa solo tenía cinco sucursales.

La tabla 1.1 detalla el crecimiento en sucursales de la empresa, es importante recalcar que los años que no hubo crecimiento en sucursales se mantienen el mismo número de locales, aun que el volumen de ventas si presenta crecimiento.

Tabla 1. 1 Crecimiento de sucursales por años

Año	Cantidad de sucursales
1990	1
1994	1
1998	2
2002	5
2006	7
2010	9
2011	10
2012	13
2013	16
2014	17
2015	23

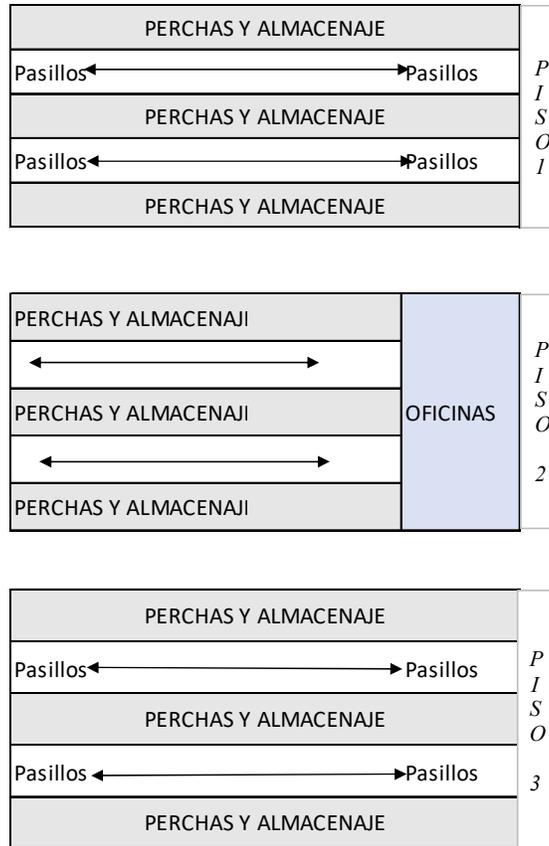
*Fuente: Retail Farmacéutico
Elaborado por: El Autor*

La mercadería cuando es recibida de los proveedores se almacena de forma caótica y desorganizada, para luego abastecer a las farmacias de la cadena, la empresa maneja un software para el control de inventario el cual trabaja en línea con los puntos de venta, de esta manera se controla los niveles de inventario máximos y mínimos.

Cuando realiza una salida de inventario por venta en la farmacia o traslado hacia otra farmacia, se genera una necesidad automática a la bodega, estas se acumulan hasta la hora de corte de necesidades de abastecimiento que por lo general se lo hace a medio día (se ejecuta un proceso), todos los días de lunes a sábado, para facilitar la preparación del pedido se ha desarrollado un módulo paralelo al software que permite con una laptop y un lector de código de barra realizar el picking o surtir la orden, el problema se presenta en la migración de la información de un sistema a otro, el archivo con la información de las unidades a ser despachadas, se lo baja a formato de reporte utilizando la herramienta de office llamada Excel, desde el software Neptuno y hay que modificarlo para que sea compatible con el sistema de lectura por código de barras, generando así también posibles errores y pérdida de tiempo.

Otra variable a considerar es el poco espacio para circular con las herramientas de picking o surtido de la orden, el proceso tarda mucho para preparar el pedido de cada sucursal, sin dejar de considerar que por el número de locales son 23 pedidos que hay que preparar por lo que se incurre en gastos innecesarios, con el debido costo que esto representa, la posibilidad de errores que se pueden presentar por estar los operadores cansados debidos a la jornada prolongada, además del escaso espacio físico disponible para ser utilizado como área de pre embarque o de preparación de pedidos.

Figura 1. 3 Layout de la bodega antigua Retail Farmacéutico



Fuente: Retail Farmacéutico
Elaborado por: El Autor

Los controles sobre el inventario físico no son los adecuados, debido a que se dificulta el levantamiento físico de la información, los resultados de inventarios físico no son confiables debido al desorden en el almacenamiento y por no tener una zona fija de preparación de pedidos Figura 1.3, los costos de transporte se han visto incrementados debido a que debe abastecer a todas las farmacias de la cadena con un solo camión propio de la empresa y la mayor demanda está en la ciudad de Machala, por lo que debe hacer hasta dos viajes al día.

Por lo antes expuesto se considera de extrema importancia el análisis técnico de la ubicación de un nuevo Centro de Distribución Regional (CDR), el estudio de la capacidad del mismo considerando crecimiento promedio de la empresa para 10 años, el diseño del Centro de Distribución Regional (CDR) de acuerdo al giro de negocio, con todas las

especificaciones técnicas de funcionalidad, establecer el layout óptimo a fin de poder almacenar y surtir de acuerdo a las necesidades propias del área farmacéutica y de artículos complementarios de aseo personas y formulas alimenticias infantiles, permitiendo reducir los tiempos de respuesta al surtir los pedidos por abastecimiento a sucursales, establecer un modelo de control de inventario para optimizar los niveles mínimos.

1.1.2 Formulación del problema de investigación

Problema: ¿La bodega actual es acorde al volumen del negocio, dispone de las condiciones de estructura para soportar el volumen de movimiento actual y futuro?

1.1.3 Sistematización del problema de investigación

¿Qué motiva a los accionistas de la compañía y a los administradores de la cadena logística a buscar el diseño e implementación de un nuevo Centro de Distribución Regional?

¿Cómo afecta operativamente a esta compañía comercializadora farmacéutica el contar con una bodega ineficiente y sin la infraestructura adecuada?

¿Cómo afecta a los costos de esta compañía comercializadora farmacéutica el contar con una bodega ineficiente y sin la infraestructura adecuada?

¿Qué beneficios espera obtener la compañía comercializadora farmacéutica al implementar un nuevo Centro de Distribución Regional?

1.2 Justificación e Importancia de la Investigación

Las empresas comercializadoras de productos farmacéuticos, se caracterizan por ser negocios de altos volúmenes y bajos márgenes, pues mueven grandes cantidades de mercadería, gran parte de esta tiene precios de venta al público muy bajo, por lo que el margen de utilidad es muy pequeño, es por ese motivo la alta importancia que tienen los despachos a tiempo y completos, pues depende del abastecimiento que las farmacias de la cadena de distribución puedan atender adecuadamente y con surtido suficiente la demanda del público.

Uno de los factores primordiales es el tiempo de respuesta en el surtido o despacho de las ordenes, pero al no contar con un centro de distribución eficiente que permita la

recepción, almacenaje, preparación y despacho de los pedidos a tiempo, ocasiona quiebres de stock en las farmacias, procurar evitar un mal servicio al cliente que acude por un determinado medicamento o insumo a la farmacia y no lo encuentra, trayendo como consecuencia daños a la imagen de la compañía y deserción de los clientes y su migración hacia otras cadenas de farmacias que le puedan prestar un mejor servicio en cuanto al surtido.

Es por estos motivos que nace la necesidad de analizar, diseñar y sugerir la implementación de un nuevo centro de distribución para que se pueda atender la demanda interna de las farmacias de la cadena, evitar las diferencias de inventario por malos despachos y reducir los costos adicionales por concepto de horas extras que se generan al verse obligados a trabajar horas adicionales para poder cumplir con el surtido solicitado.

1.3 Hipótesis

Si se implementa un eficiente Centro de Distribución Regional (CDR) con todos los estudios técnicos de factibilidad y ubicación, la infraestructura de construcción de acuerdo al giro del negocio, utilizando modelos matemáticos adecuados para calcular técnicamente la ubicación, capacidad, niveles de inventario así como una estructura organizacional moderna, mejorará sustancialmente los costos de transporte por distribución, de almacenamiento por reducción de tiempo y costos en los procesos operativos producto de mantener niveles de inventario adecuados, generando así beneficios en la calidad de servicio y económicos al optimizar la operación de distribución.

1.4 Variables de la investigación

Se debe entender por variable cualquier característica o cualidad de la realidad que es susceptible de asumir diferentes valores, es decir, que puede variar, todo depende del estudio o enfoque que se le dé, aunque para un objeto determinado que se considere puede tener un valor fijo. (Sabino, 1992)

1.4.1 Variable Independiente

Esta es considerada así porque no estar vinculados con otros factores, lo que permite que sea más fácil de manipularla y presentar resultados analizables. (Shuttleworth, 2008)

1.4.2 Variable Dependiente

Son los cambios que sufren los sujetos como consecuencia de la manipulación de la variable independiente por parte del experimentador. En este caso el nombre lo dice de manera explícita, va a depender de algo que la hace variar. Es una propiedad o característica que se trata de cambiar mediante la manipulación de la variable independiente. Las variables dependientes son las que se miden. (Wigodski, 2010).

- Número de pedidos incompletos atendidos.
- Sobretiempo ocasionado por el retraso en el despacho de pedidos por no disponer de espacio físico para su preparación.
- Sobre costo de gastos de transporte por tener que realizar la solicitud de abastecimiento directa a la farmacia por parte del distribuidor farmacéutico, ocasionado por la falta de stock y la urgencia de la reposición.
- Diferencia de inventario ocasionada por el mal despacho.
-

1.5 Aspectos metodológicos de la investigación

La metodología en la investigación es de gran importancia, plantear una metodología adecuada garantiza que las relaciones establecidas y los resultados o nuevos conocimientos adquiridos tengan el máximo grado de confiabilidad y exactitud. Se trata del procedimiento ordenado que se obedece para establecer lo relevante de los hechos y hallazgos hacia los cuales está encaminado el objetivo de la investigación, esto es lo que constituye la metodología.

En términos científicos la metodología es un procedimiento general que nos guía a lograr el objetivo de la investigación, lo cual nos facilita los métodos y técnicas para la culminación de la investigación.

Contar con un diseño metodológico, de la muestra y estadísticamente correcto es de mucha importancia en la investigación, esto va a constituir la estructura sistemática del análisis detallado de la información, dentro del marco metodológico nos lleva a plantear la interpretación de los resultados en función del problema objeto de la investigación así como los planteamientos teóricos del mismo (Tamayo y Tamayo, Mario, 2003).

1.6 Fuentes y técnicas para la recolección de información

La fuente para recolectar información se basa en hechos o antecedentes que deben ser manejados de manera sistematizada; es decir, hay que realizar un proceso donde se planifique y organice la misma considerando que sea una fuente fidedigna. La persona que realice la recolección de información debe tener amplio conocimiento del tema a investigar con el fin de disminuir el riesgo de no considerar información que podría ser de utilidad.

La información que se consigue de primera mano, es la que nos fue proporcionada de alguien que está directamente ligado o tenga experiencia en el tema de análisis; por lo que le podemos denominar a la misma **INFORMACION PRIMARIA**, la misma que se ejecuta con entrevistas, encuestas, observando, etc.

La entrevista nos permite recopilar información específica sobre un tema, dándonos apertura a que la misma se amplíe dependiendo si lo que nos facilite el entrevistado sea o no importante para la investigación; este método también nos permite observar reacciones del entrevistado ante las preguntas formuladas.

La observación permite determinar al investigador hechos que afecten o favorezcan el tema a investigar, dependiendo del tema a tratar este método podría ser de vital importancia, como por ejemplo investigación de temas ambientales; tendría el investigador que verificar y registrar en sus informes si existen fabricas que estén contaminando, que exista tala de árboles etc.

La encuesta permite recolectar información de 2 formas cuantitativamente y cualitativamente, esto a través de preguntas específicas (cerradas) que serán contestadas por cierta cantidad de personas a través de formularios.

Existe información que es proporcionado por análisis o investigaciones de terceros, misma que encontramos en libros, internet, bibliotecas, universidades etc.; esta es considerada como **INFORMACION SECUNDARIA**

La recolección de la información implica tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Determinar la técnica que se va a utilizar para la recolectar la información.
- Aplicación de la técnica.
- Tabulación de la información recolectada para su posterior análisis.
- Tratamiento de la información.

El tratamiento de la información determina los procedimientos necesarios para la codificación, tabulación de la información para su análisis e interpretación. La tabulación de la información Consiste en ordenar los datos numéricos en filas y columnas, con las especificaciones correspondientes acerca de su naturaleza. Se presentan en un cuadro o una tabla.

El análisis de la información depende del tipo de investigación que se haya seleccionado y los objetivos planteados.

La estadística se constituye en la herramienta fundamental en el análisis de la información. Y el tratamiento estadístico se selecciona dependiendo del tipo de investigación; teniendo en cuenta el enfoque cualitativo o cuantitativo, la escala de medición de las variables, la hipótesis y los objetivos.

Los datos son los que se recogen durante la recolección de la información; generalmente se organizan en tablas de frecuencia y se presenta en gráficos de barras. Estos se constituyen en una buena manera de presentar la información pues dan claridad y organización a la misma. (Tamayo y Tamayo, Mario, 2003)

En la presente investigación se usará información primaria, obtenida directamente de la fuente, se analizará y estudiará la estructura y canales de distribución, infraestructura física, distancias entre sucursales, y otra data relevante a fin de poder cumplir con el objetivo de la presente investigación.

CAPITULO II

2 MARCO TEORICO Y MARCO CONCEPTUAL

2.1 MARCO TEORICO

2.1.1 El rol del centro de distribución en la cadena de suministro.

En la actualidad las empresas comercializadora al detalle o Retail, por lo general cuenta con un sistema de distribución muy bien estructurado, Figura 2.1, con tecnología de punta e inteligencia para mejorar el funcionamiento y optimizar los procesos de la cadena de suministro, Los datos que se manejan en línea gracias al internet y la tecnología, permiten que en cada etapa de los procesos de la cadena de suministro se escuche la voz del cliente y la reacción ante ésta deberá ser inmediata, (R. B. Chase, et al., 2009), la configuración exitosa de un eficiente manejo de la cadena de suministro le permite lograr significativa ventaja frente a sus competidores, por lo que el producto que adquiere lo compra al fabricante o a un mayorista y pasa primero por la bodega principal o centro de distribución, siendo el producto enviado después a los diferentes puntos de venta o tiendas que hacen la venta al consumidor final.

Cabe notar que las tiendas no son propiedad de la empresa que fabrica el producto o productos, un fabricante puede contar con sistemas de distribución y almacenamiento regional, cuando el territorio es amplio, esto debido a que debe prever que el stock esté siempre en niveles óptimos para poder atender la demanda del distribuidor o detallista.

Figura 2. 1 Flujo de distribución de la cadena de suministro



Fuente: (<http://mundologicokys.blogspot.com/>, 2015)

Elaborado por: El Autor

Los objetivos básicos de un sistema de distribución son los siguientes:

- Dar un mejor servicio al mercado (clientes).
- Tener la menor cantidad de inventario (volumen) en el sistema de distribución, es decir tanto en la bodega central como en las tiendas.
- Disponer siempre los productos que su mercado demanda, tener los que el mercado final quiere, en la tienda que lo quiere y en el momento que lo quiere.
- No perder ninguna venta al mercado final, lo que se logra con el punto anterior ya que, en este tipo de escenarios, el verdadero cliente es el consumidor final. (CHOPRA, 2008)

2.2.2 Decisiones técnicas sobre localización del

Centro de distribución.

El problema de la localización de plantas o centro de distribución está presente en las empresas nuevas o ya existentes, empresas Industriales o comerciales, locales o transnacionales, y su implementación es crucial para el eventual éxito de una empresa, cualquiera que sea el giro del negocio de una compañía es de suma importancia tener estratégicamente ubicado su centro de distribución, por lo que en la decisión se deberá considerar algunos criterios que influyen directa o indirectamente en la toma de

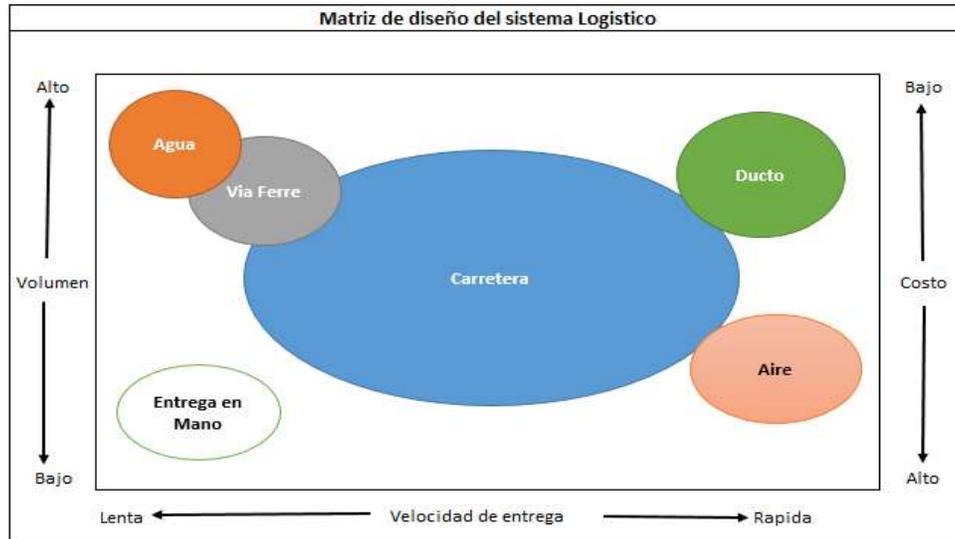
decisiones: Proximidad a los clientes, costos totales, área o la región en la que este tendrá cobertura, recursos naturales, las características de la población, disponibilidad y calidad de la fuerza de trabajo, infraestructura, limitaciones legales de circulación de transportes (ordenanzas municipales), impuestos, consumidores, fuentes de energía, acceso a la tecnología, regulaciones ambientales, ventajas competitivas, entre otras. (R. B. Chase, et al., 2009)

Así mismo se deben tener en cuenta las rutas desde y hacia las plantas de producción o centros de abastecimiento, acceso a las carreteras principales, o a la ubicación de puertos marítimos, fluviales, aéreos, estaciones de carga y zonas francas, Figura 2.2.

En el caso de los negocios de Retail deben considerar el fácil acceso de los puntos de abastecimiento por parte del proveedor y la facilidad de traslado hacia las tiendas propias de la cadena, principalmente por que deben existir las condiciones para un rápido y eficiente abastecimiento a las tiendas desde el centro de distribución.

Las empresas por cuenta propia pueden emprender la búsqueda o selección de la ubicación de su centro de distribución, como también pueden delegar esta función a un bróker inmobiliario, mismo que debe estar en contacto con los consultores logístico para darle las especificaciones del terreno, zona y tamaño, además recalando que se considere el tema de permisos municipales, que el terreno este ubicado en zona apta para construir centro de distribución y que haya un estudio de mecánica de suelos, puede darse el caso que el terreno sea muy económico pero para acondicionarlo o volverlo apto para construir un centro de distribución necesita de inversiones muy onerosas. (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

Figura 2. 2 Diseño del sistema logístico



Fuente: (R. B. Chase, et al., 2009)
Elaborado por: El Autor.

2.1.3 Métodos Cuantitativos para localización de Centro de Distribución.

2.2.3.1 Método de ponderación de factores

En la localización de centros de distribución siempre existen dos, tres o más candidatos a ubicaciones, cada una tiene aspectos positivos y negativos, aspectos cualitativos positivos que se los pueden cuantificar fácilmente. Este método aplica puntuaciones a cada factor identificado para la calificación de las alternativas, cada factor tiene una representación o peso el cual equivale a la importancia frente a las demás, la sumatoria de los factores es igual a 100 puntos o a 10 puntos de acuerdo al criterio del consultor. También hace un estudio numérico en el que se compararán entre sí las diferentes opciones para determinar una o varias Ubicaciones viables. (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

El estudio tiene como finalidad buscar varias soluciones o ubicaciones aceptables para luego por medio de la utilización de factores más subjetivos, o por decisiones gerenciales definir la ubicación óptima donde se deberá construir el nuevo centro de distribución o planta.

Debemos considerar los numerales siguientes para aplicar el método de ponderación de factores:

1. Identificar qué factores son más relevantes y su relación con el proyecto.
2. Aplicar un valor a cada factor de acuerdo a la relativa importancia.
3. Establecer escalas a cada uno de los factores identificados, la escala puede ser de: 1 a 5, 1 a 10, 1 a 100 puntos.
4. Los directivos deberán evaluar cada localización y aplicar la escala de acuerdo a cada factor.
5. Luego realizar la operación matemática entre la puntuación por los pesos para cada factor obteniendo de esta manera el resultado total para cada localización.

Modelo Matemático

$$X = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot p_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

6. De acuerdo a la puntuación obtenida por cada localización se deberá recomendar la de mayor puntuación, sin dejar considerar los resultados que se obtuvo del método cuantitativo.

Ejemplo:

Vamos a suponer que un almacén departamental desea ampliar sus instalaciones (centro de distribución) y está interesado en la ubicación de un lugar donde construir instalaciones de vanguardia, en la tabla 2.1 constan los factores que fueron seleccionados por el equipo gerencial de la empresa para analizar la ubicación más adecuada, las ponderaciones y los resultados obtenidos. (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

Tabla 2. 1 Puntuaciones de las distintas alternativas

Factor / Ubicación	Pi	Localización 1	Localización 2	Localización 3
Disponibilidad de Mano de Obra	15,00%	6	9	8
Exoneraciones de Impuesto (Zona Franca)	10,00%	3	8	9
Costo del Terreno	35,00%	8	7	9
Costo de Transporte	30,00%	7	8	7
Facilidad de Ampliación	5,00%	9	8	8
Calidad de Servicios Públicos	5,00%	6	7	8
Resultado	100,00%	6,85	7,75	8,15

Fuente: (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)
Elaborado por: El Autor

El total de puntos para cada una de las alternativas fue calculado como la sumatoria de las ponderaciones por cada factor ponderadas, según su peso relativo. Así, por ejemplo, la suma total de puntos recibida para la alternativa de ubicación 1 se obtendría como:

$$PA = 6 \times 0,15 + 3 \times 0,10 + 8 \times 0,35 + 7 \times 0,30 + 9 \times 0,05 + 6 \times 0,5 = 6,85$$

En este caso las ubicaciones probables 2 y 3 tienen mejores puntajes que la localización 1, por lo que se podrá rechazar la ubicación 1. Entre las ubicaciones probables 2 y 3, hay mínima diferencia a favor de 3, que de pronto no define definitivamente la ubicación óptima, Tabla 2.1.

En ocasiones puede suceder que varias de las personas del equipo de decisión, ponderen cada factor, si fuera este el caso, se deberá sacar el promedio de las calificaciones como puntuación de cada factor evaluado, es este promedio el que se deberá computar con el peso de cada factor.

2.2.3.2 Método del Centro de Gravedad

Es muy lógico considerar la mayor concentración de sucursales o clientes y proveedores para construir un nuevo centro de distribución o planta de producción de una empresa, el objetivo principal es minimizar los costos especialmente de transporte tanto de ingreso como de salida de la mercadería desde los proveedores y hacia los clientes o sucursales.

Para lograr este objetivo con mayor exactitud existe un modelo matemático que intenta mostrar la mejor opción de ubicación en el centro de gravedad de las sucursales o clientes, según el modelo del centro de gravedad, la ubicación la definen las coordenadas de X_0 Y_0 . que contiene la siguiente ecuación (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012).

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i . P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i . P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

Donde:

P_i P_n representa la cantidad demandada en cada punto de consumo i

X_i X_n representa las Coordenadas X de los puntos de consumo (absisa) i

Y_i Y_n representa las coordenadas Y de los puntos de consumo
(ordenadas) i .

Podemos calcular una media ponderada de las demandas por por las coordenadas de los distintos puntos de consumo, colocando todos los puntos de consumo en una cuadrícula, cada uno con coordenadas (X_i , Y_i), el resultado debe ser la ubicación mas cerca de aquellos puntos con una gran concentracion de consumo.

Ejemplo:

Suponga que distribuidora XYZ, desea saber cuál es la localización aproximadamente óptima para su centro de distribución en región costa del ecuador, la empresa tiene dividida en 5 grandes zonas de consumo, Tabla 2.2, con la siguiente información de pedidos por año.

Tabla 2. 2 Cantidad de pedidos por región de consumo

Ubicaciones	Consumo
Costa Norte (CN)	3400 Pedidos
Costa centro (CC)	14200 Pedidos
Guayaquil (GG)	12100 Pedidos
Costa Sur (CS)	18100 Pedidos
Península Sta. Elena (SE)	24500 Pedidos

Fuente: (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

Elaborado por: El Autor

Figura 2. 3 Cuadrícula con las zonas de consumo

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20											
19											
18											
17					CN						
16											
15											
14							CC				
13											
12											
11											
10						GG					
9											
8											
7					CS						
6											
5											
4											
3			SE								
2											
1											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Fuente: (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

Elaborado por: El Autor

Según la cuadrícula de la Figura 2.3, las coordenadas para cada punto de consumo son:

Costa Norte (CN) (4-17)

Costa centro (CC) (6-14)

Guayaquil (GG) (5-10.3)

Costa sur (CS) (4-7.5)

Península de Sta. Elena (SE) (2-3.4)

Con la información de las coordenadas podemos aplicar la ecuación para determinar los valores X_0 , Y_0 , representan la ubicación ideal con sus nuevas coordenadas.

$$X_0 = \frac{4 \times 3.400 + 6 \times 14.200 + 5 \times 12.100 + 4 \times 18.100 + 2 \times 24.500}{3.400 + 14.200 + 12.100 + 18.100 + 24.100}$$

$$Y_0 = \frac{17 \times 3.400 + 14 \times 14.200 + 10.3 \times 12.100 + 7.5 \times 18.100 + 3.4 \times 24.500}{3.400 + 14.200 + 12.100 + 18.100 + 24.100}$$

$$X_0 = 4.3$$

$$Y_0 = 8.4$$

Según las coordenadas (4.3 – 8.4) que representadas en la figura 2.4 con el cuadro que representa una ubicación cercana a CS y también cerca de SE, justamente los puntos de mayor número de pedidos.

2.2.3.3 Método de transporte

El método de transporte es un método especial de la programación lineal, su nombre lo obtiene de su aplicación en problemas que corresponden a la transportación de productos de varios orígenes a varios destinos, se considera que existe una red de fábricas o centros de distribución, orígenes o destino de un flujo de bienes. La nueva localización en la red afectara a toda ella, provocando reasignaciones y reajuste en sistema, contiene dos

objetivos comunes: Minimizar el costo de envío de n productos m destinos y Maximizar el beneficio de enviar n productos a m destinos (R. B. Chase, et al., 2009).

Es muy recomendable para probar el impacto que en relación a los costos especialmente de transporte que pueden tener varias localizaciones posibles.

Ejemplo

La empresa ABC Company tiene 4 Instalaciones o fábricas que abastecen a los almacenes de 4 clientes importantes, la gerencia necesita establecer el programa de envíos que minimice los costos para su producción mensual relacionada con estos clientes. Los costos de suministro a la fábrica, la demanda de almacenamiento y los costos de envío por caja. Los datos de costos y cantidades envío se muestran en las tablas 2.3 y 2.4.

Tabla 2. 3 Información estadística ABC Company

Fabrica	Suministro	Almacén	Demanda	DE	A Columbus	A St. Louis	A Denver	A Los Ángeles
Indianápolis	15	Columbus	10	Indianápolis	25	35	36	60
Phoenix	6	St. Louis	12	Phoenix	55	30	25	25
Nueva york	14	Denver	15	Nueva york	40	50	80	90
Atlanta	11	Los Ángeles	9	Atlanta	30	40	66	75

Fuente: (R. B. Chase, et al., 2009)

Elaborado por el autor

Planteamiento

i Número de fábricas o plantas de ABC Company

j Almacenes o clientes de ABC Company

1- Función objetivo:

$$ZMin Z = X_{ij} * C_{ij}$$

2- Variables:

X_{ij} Cantidad que se deberá transportar desde i hasta j (km)

3- Constantes del problema

C_{ij} Costos de transportar materiales desde i hasta j, en dólares por km

D_i Cantidad disponible de materiales en las diferentes plantas

B_j Demandas en los almacenes

4- Restricciones:

$$X_{ij} \leq D_i * X_{ij} \leq B_i * X_{ij} \geq 0$$

Tabla 2. 4 Matriz de transportación de ABC Company

DE	A				Suministro a la Fabrica
	Columbus	St. Louis	Denver	Los Ángeles	
Indianápolis	25	35	36	60	15
Phoenix	55	30	25	25	6
Nueva york	40	50	80	90	14
Atlanta	30	40	66	75	11
Requerimiento	10	12	15	9	46

Fuente: (R. B. Chase, et al., 2009)

Elaborado por el autor

2.1.4 Distribución de planta

Las decisiones sobre distribución de planta se refieren al arreglo de equipo, personas, materiales y facilidades dentro de una planta para producir bienes o servicios en forma óptima. (Franco Vincenzi Diaz, 2015)

2.1.5 Metodología y diseño de la red de suministro y modelo de capacidades logísticas.

Para el trabajo de diseñar y configurar la red logística, se debe involucrar la definición de la funcionalidad, escalabilidad de la tecnología utilizada en la operación del almacén, productividad, durabilidad, transparencia o control, seguridad y sostenibilidad, capacidad y localización de cada uno de sus elementos, todo con el objetivo de maximizar las utilidades de la compañía y satisfacer las necesidades del cliente. (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012).

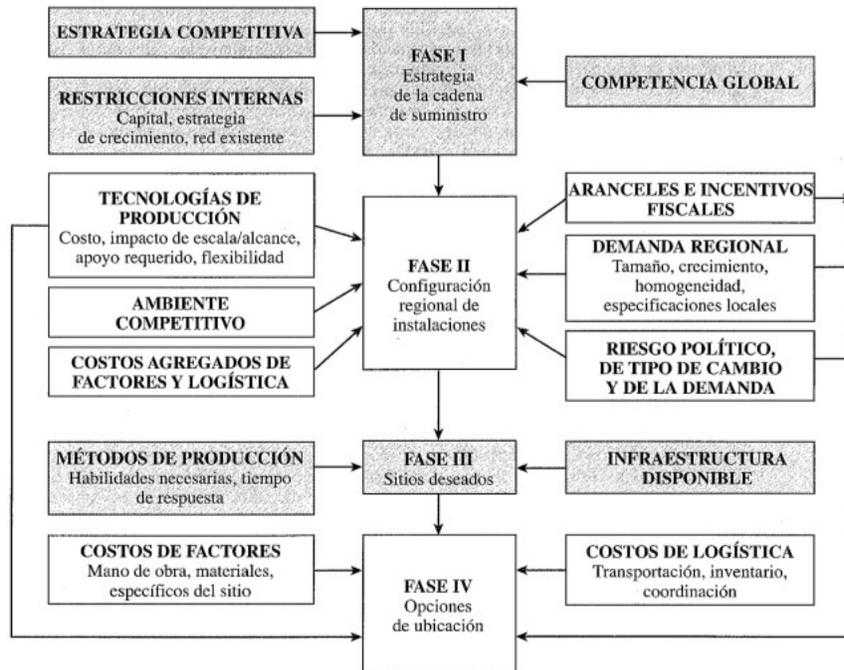
Para el cálculo de necesidad de las áreas de almacenamiento principal, se deberá utilizar un modelo de capacidades, considerando las ventas en unidades actuales y proyectadas a un horizonte de tiempo en años. Considerando la tecnología y el tipo de máquinas (manuales, de combustión o eléctrico) que se utilizarán en movimiento de mercadería en el centro de distribución se deberán estimar la amplitud de pasillos, altura, tipo de estantería, áreas de picking, áreas recepción y despacho, áreas de oficina, patios de maniobra, áreas alistamiento, pre embarque.

Diseñar una red logística constituye un trabajo estratégico Figura 2.4, porque esto involucra montos muy altos de inversión, mismo que va a tener un impacto muy significativo a nivel de estrategia competitiva de la empresa en el mediano y largo plazo, también hay un alto nivel de incertidumbre que acompaña el análisis (Ing. Iván Escalona, 2015).

Es importante para el diseño de una red logística se consideren:

- El costo total de inversión se deberá minimizar en lo posible
- El nivel de servicio al consumidor se deberá priorizar.

Figura 2. 4 Modelo para las decisiones sobre diseño de redes de distribución



Fuente (Sunil Chopra Peter Meindl, 2008)

Elaborado por el autor

2.1.6 Técnicas de configuración de operaciones de un centro de distribución.

Un centro de Distribución se lo puede conceputar como espacio habilitado para mantener, ubicar y manipular materiales o mercancías.

Este concepto encierra dos funciones relevantes: El manejo de materiales y el almacenamiento. Va a depender del giro del negocio o de la naturaleza de la empresa el papel que tome el centro de distribución en el ciclo de abastecimiento de la empresa, en algunos casos será un lugar de paso de materiales, donde se reciben productos por cajas o por pallets y se descomponen para satisfacer necesidades de clientes.

En el proceso de almacenamiento es necesario entender que hay actividades físicas que se desarrollan como punto de partida, estas actividades son: (Luis Anibal Mora Garcia, 2011)

- Recepción
- Almacenamiento
- Preparación de pedido (Picking)
- Expedición o despacho

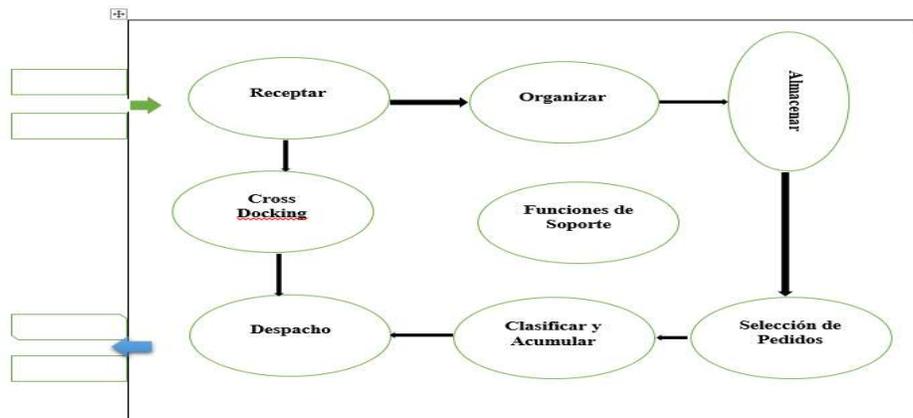
Como complemento del servicio al cliente y al proceso de almacenamiento podemos citar también el proceso de distribución o transporte como parte de la logística integral.

2.1.6.1 Proceso de Recepción

Función que abarca todo el recibo físico de materias primas, productos en procesos o productos terminados, es el primer proceso que tiene lugar en un centro de distribución, esto en referencia al flujo de materiales que ingresan al mismo y que se complementan con el almacenamiento o ubicaciones en el interior del centro de distribución. (Luis Anibal Mora Garcia, 2011).

En la Figura 2.5 definimos gráficamente los procesos operativos de un centro de distribución.

Figura 2. 5 Procesos operativos dentro del Centro de distribución



Fuente: (Luis Anibal Mora Garcia, 2011)

Elaborado por el autor

2.1.6.2 Cross-Docking – Almacenaje de paso

En logística el Cross-docking es el movimiento de materiales, materia prima o productos terminado a través de un centro de distribución, pero sin almacenar, es decir desde el muelle de recepción hasta el muelle de embarque. Dependiendo del giro del negocio, de las necesidades de cada empresa y la utilización de los recursos el cross-docking puede ser un poco más complejo, también se lo puede considerar como un método de distribución del justo a tiempo (just in time), que posibilita tener los materiales en los tiempos mínimos planificados, muy utilizado para reducir costos y tiempos de entrega especialmente en productos perecibles. (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

2.1.6.3 Order Picking – Recolección de la orden

Selección y reunión de artículos que son comprados por un cliente en un solo lote a la vez. Selección de cantidades de menos de una unidad de carga de material, para órdenes individuales. (Luis Anibal Mora Garcia, 2011)

2.1.6.4 Replenishment – Reabastecimiento

Función de transferir mercancías desde un área de almacenamiento de reserva, o directamente desde el despacho hacia un sitio principal de recogida el cual ha sido vaciado. (Luis Anibal Mora Garcia, 2011)

2.1.6.5 Sorting – Clasificación

Función de separar físicamente un subgrupo homogéneo que hace parte de una población heterogénea de cosas. (Luis Anibal Mora Garcia, 2011)

2.1.6.6 Packing – Empaque (Embalaje)

Proceso de ordenar un grupo o cantidad de objetos relacionados o material, en una forma conveniente para ser transportados o consumidos. El empaque puede contener ilustraciones que identifican los contenidos del paquete, como también información importante en relación con el paquete. Múltiples niveles de empaque pueden existir para transportar los objetos o materiales a varios niveles de almacenamiento o consumo. (Luis Anibal Mora Garcia, 2011)

2.1.6.7 Shipping – Despacho

Acciones necesarias para entregar el material a un transportador para que éste las lleve hasta un consignatario.

Función de registrar, reportar y enviar mercancías a un consumidor. (Luis Anibal Mora Garcia, 2011)

2.2 MARCO CONCEPTUAL

En la presente investigación se necesita definir y presentar los principales conceptos que son claves en el desarrollo del trabajo propuesto, siguiendo lo indicado en los objetivos específicos, es importante definir los conceptos de los procesos que se deberán optimizar para lograr el éxito del proyecto, teniendo en cuenta siempre que la optimización de estos procesos busca beneficios económicos para la organización que justifiquen la recuperación de la inversión en el largo plazo.

2.3.1 Inventarios.

El inventario es la existencia de materiales o recursos que una organización utiliza. Sistema de inventario es un conjunto de políticas y controles que regula, supervisan y vigilan que los inventarios se mantengan en niveles deseados y que de alguna manera alertan el momento de reabastecer y la cantidad a reabastecer. En términos conceptuales es inventario de manufactura se trata de los componentes que se vuelven parte del proceso productivo de una industria, el inventario de manufactura casi siempre se identifica como: Materia prima, productos en proceso, productos terminados, suministros y repuestos necesarios para administrar servicio.

Los inventarios en las empresas tienen como propósito:

- Mantener la independencia entre las operaciones.
- Cubrir incrementos inesperados de la demanda
- Hacer flexible la programación de la producción
- Cubrir variaciones en los tiempos de entrega de la materia prima o productos terminados en el caso de empresas comerciales.

- Aprovechar las oportunidades de negocios por descuentos adicionales en compras por volumen en los pedidos. (R. B. Chase, et al., 2009)

2.2.2 Costos de inventario.

Los costos de inventario son los costos relacionados con el almacenamiento y el mantenimiento del inventario durante un determinado período de tiempo. Generalmente, los costos de inventario se describen como un porcentaje del valor de inventario (inventario promedio anual; es decir, para un minorista, el promedio de bienes comprados a sus proveedores durante un año) en base anualizada.

Estos costos varían significativamente según el sector comercial, pero son siempre bastante altos. Normalmente, se acepta que los costos de almacenamiento por sí solos representen el 25% del valor de inventario disponible.

Los costos que se relacionan con la gestión de inventarios están asociados a los flujos, al stock y al proceso; necesarios para el normal funcionamiento de la operación con un fin determinado, existe también la estructura clásica donde existen los costos de operación y los costos asociados a la inversión, donde consideramos temas de amortización y depreciación.

Costo Asociado con el Flujo: Referente al costo asociado con el flujo debemos considerar los costos que en ocasiones estarán incluidos en el precio o son costeados por el proveedor como por ejemplo el transporte, este es considerado como costo de flujo de aprovisionamiento y se da en contratos CFR, CIF, CPT o CIP etc.

Costo Asociado con el Stocks: se relaciona directamente con los Inventarios, por lo que debemos considerar Costo por almacenamiento, mercadería en mal estado, pérdidas, productos de poca rotación, quiebre de stock.

Costo Asociado con procesos: aquí relacionamos los costos de compras, de gestión de actividad y de lanzamiento de pedidos; conceptos importantes que deben ligarse al costo asociado con procesos.

2.3.3 Modelos de control de inventario.

Los inventarios y su principal problema tienen que ver con almacenar reservas de productos para cumplir con los clientes en fluctuaciones de la demanda. Se transforma en un problema porque cuando almacenamos en exceso un producto se incrementan los costos de mantener, almacenar y costos financieros, por otra parte, si se almacena en menor cantidad puede incurrir en quiebre de stock y por ende clientes insatisfechos o paralización de la producción en caso de materia prima. Este problema se tiende a controlar cuando establecemos una política de control de inventarios que nos permita definir:

1. ¿Cuál es la cantidad óptima del pedido?
2. ¿Cuál es el momento óptimo de realizar el pedido? (Hamdy A. Taha, 2004).

La Función de costo genérica en que se basa el modelo de inventario la podemos definir:

$$CT = CC + CL + CQE + CA$$

CT Costo Total

CC Costo de compra

CL Costo de lanzamiento del pedido

CA Costo de almacenamiento

CQS Costo de quiebre de stock

Los costos arriba detallados suelen ser contradictorio, es decir el incremento de uno de ellos puede producir la reducción de otro, puede ser caso que, si se incrementa el número de pedidos, (pedir con mayor frecuencia) produce una reducción en los costos de almacenamiento. Por lo tanto, el objetivo de la función de minimización de costos es equilibrar estas contradicciones.

En el manejo y control de inventarios puede requerir modelos de **revisión periódica** como pedir al inicio de cada semana, de cada mes, etc. O puede requerir de un modelo de **revisión continua**, lo que se traduce en colocar un pedido cuando el nivel de inventario desciende al punto de re-orden.

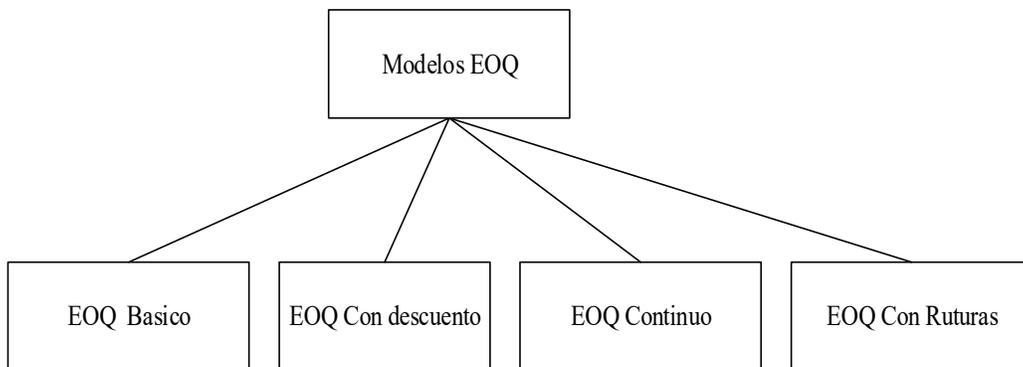
Por otra parte, la demanda juega un papel muy importante en el desarrollo de los modelos de control de inventarios, la complejidad de los mismos dependerá si la demanda tiene comportamiento determinístico o probabilístico (Hamdy A. Taha, 2004).

2.3.3.1 Modelo E.O.Q (Economic Order Quantity).

Un modelo determinístico de control de inventarios, lo podemos catalogar como uno de los modelos más conocidos en control de inventarios, el cual supone una demanda conocida y constante con reposición inmediata y sin quiebre de stock.

El modelo también contempla algunas variantes, Figura 2.6, para resolver la problemática del control de inventario en compras por volumen con descuento, modelo de reaprovisionamiento continuo y un modelo con quiebres de stock.

Figura 2. 6 Variantes del modelo EOQ



Fuente (Hamdy A. Taha, 2004)

Elaborado por el autor

2.3.3.2 Modelo EOQ básico.

Este modelo se fundamenta en los siguientes supuestos:

1. El ciclo de la gestión de stock es continuo indefinidamente
2. La demanda es continua en el tiempo.
3. Los tiempos de entrega (Lead Time) es constante y conocido.
4. No existen rupturas de stock.
5. Costo de compra constante sin importar el tamaño del lote

6. El ingreso de las unidades al sistema es inmediato considerando el lead time del proveedor.
7. Considera C_L costo de lanzamiento del pedido y C_P costo de almacenamiento o mantener stock.

Con estos supuestos se busca optimizar los pedidos de tal manera que se realice un ingreso al sistema cuando el nivel de stock sea cero (0), por lo tanto, los pedidos se deberán emitir cuando el stock sea mínimo para satisfacer la demanda durante el tiempo de entrega. Se definen

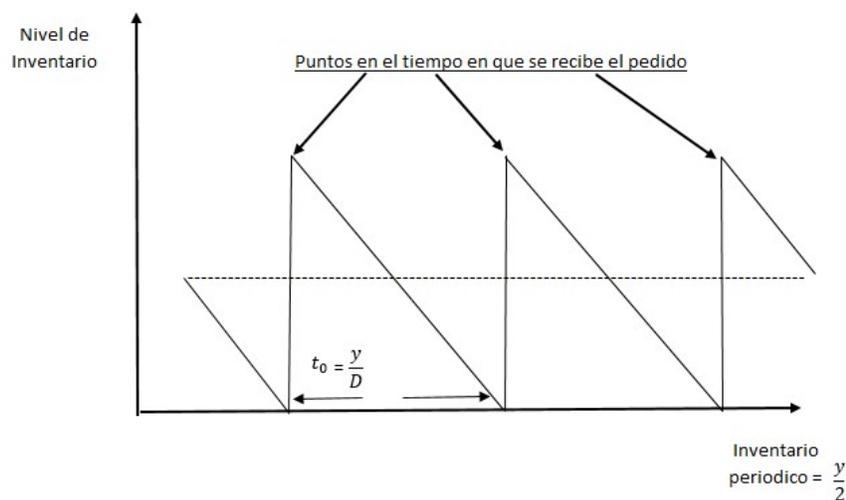
Y = Cantidad pedida (unidades)

D = Tasa de demanda (Unidades por unidad de tiempo)

t_0 = Duración del ciclo de pedido (unidad de tiempo)

Los niveles de inventario siguen el patrón de la figura 2.7, cuando el inventario es cero se coloca un pedido con tamaño Y unidades, y se recibe de forma inmediata. Posteriormente el saldo se consume a una tasa de demanda constante D . para este comportamiento el ciclo del pedido es. (Hamdy A. Taha, 2004)

Figura 2. 7 Comportamiento del inventario en el modelo EOQ



Fuente (Hamdy A. Taha, 2004)

Elaborado por el Autor

$$t_0 = \frac{Y}{D} \text{ Unidades de tiempo}$$

En nivel promedio de inventario que resulta.

$$NPI = \frac{Y}{2} \text{ Unidades}$$

Para introducir costos al modelo necesita dos parámetros:

K = costo de preparación o colocación del pedido (\$/pedido)

h = Costo de mantenimiento de inventario, son los gastos asociados al mantenimiento de los inventarios.

Gastos que son calculados al multiplicar el costo de compra por la tasa o porcentaje de corte (Porcentaje mínimo que desea ganar el accionista).

Para determinar los costos porcentuales de mantener inventario requiere asignar los costos más relevantes relacionados con el inventario, tales como: Costo del capital, costo de seguros y costos de obsolescencia y también se puede incluir costos de almacenamiento, estos costos van a variar al considerar los atributos individuales de cada producto. (Bowersox, Donald J. et al., 2007)

La cantidad optima del pedido se determina minimizando en costo con respecto a y. Suponiendo que y sea continua. Para determinar el valor óptimo de y es necesario la siguiente condición.

$$\frac{dTC(y)}{dy} = -\frac{KD}{y^2} + \frac{h}{2} = 0$$

La solución da como resultado la cantidad económica del pedido y^* :

$$y^* = \sqrt{\frac{2K}{h}}$$

Por lo tanto, la política de inventario para el modelo propuesto se resume en:

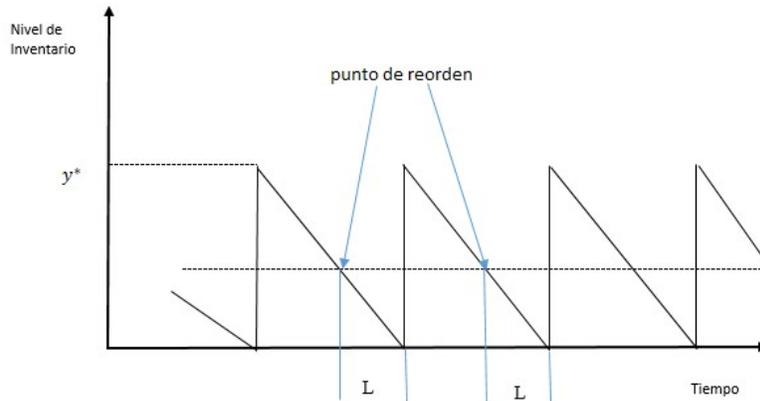
$$\text{Pedir } y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \text{ unidades cada } t_0 = \frac{Y}{D} \text{ unidades de tiempo.}$$

Realmente no es necesario hacer un nuevo pedido en el momento en que se pide, en su lugar puede transcurrir un tiempo de entrega, L, entre la colocación y la recepción de un pedido, como se muestra en la figura 2.8, en este caso, el punto de re orden se debe efectuar cuando el nivel de inventario baja a LD unidades.

En la figura 2.8 observamos que el tiempo de entrega L es menor que el ciclo t_0^* mismo que por lo general no es el caso. Para considerar otras situaciones, se va a definir el tiempo efectivo de entrega así:

$$L_e = L - nt_0^*$$

Figura 2. 8 Punto de re-orden en el modelo EOQ



Fuente (Hamdy A. Taha, 2004)

Elaborado por el Autor

Donde n es el mayor no mayor que $\frac{L}{t_0^*}$. El resultado de justifica, porque después de n ciclos de t_0^* cada uno, el nivel del inventario es como si el intervalo entre colocar un pedido y recibir otro es L_e . Así, el punto de re orden está en la $L_e D$ unidades, la política de inventario se la puede redefinir así:

Pedir la cantidad Y^* siempre que la cantidad de inventario baja a $L_e D$ unidades (Hamdy A. Taha, 2004)

2.3.3.3 Modelos probabilísticos de inventario.

Los modelos probabilísticos o estocásticos de inventarios, en los que la demanda se la describe como una distribución de probabilidades. Estos modelos se los puede clasificar en casos de revisión continua y casos de revisión periódica. Los modelos de revisión periódica incluyen casos de un solo periodo y casos de varios periodos.

Modelos de revisión continua.

En este caso analizaremos dos modelos:

σ_L = Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de entrega

B = Tamaño de la existencia de reserva

α = Probabilidad máxima admisible de que se agote el stock durante el tiempo de entrega.

X_L , la demanda durante el tiempo de entrega L , es la hipótesis principal del modelo, tiene distribución normal, con promedio μ_L y una desviación estándar σ_L , esto es $N(\mu_L, \sigma_L)$.

La figura 2.9 detalle gráfico de la relación existente entre la reserva de existencias B y los parámetros del modelo determinista de CEP, incluye el tiempo de entrega L , el promedio de demanda durante el periodo de entrega μ_L y la CEP, cantidad económica del pedido Y^* . Considerando que L debe ser igual al tiempo de entrega efectivo.

Para determinar B se usa la formulación de la probabilidad, se la puede escribir así:

$$P\{X_L \geq B + \mu_L\} \leq \alpha$$

X_L Se puede convertir en una variable aleatoria normal estándar $N(0, 1)$ si sustituimos:

$$Z = \frac{X_L - \mu_L}{\sigma_L}$$

Entonces,

$$P\left\{Z \geq \frac{B}{\sigma_L}\right\} \leq \alpha$$

En un gráfico de distribución normal se define K_α y por medio de tablas normal estándar de tal manera que:

$$P\{Z \geq K_\alpha\} = \alpha$$

Por lo tanto, el nivel de la reserva debe satisfacer:

$$B \geq \sigma_L K_\alpha$$

La media μ_L y la desviación estándar σ_L de la demanda, durante el tiempo de entrega L , se calcula

$$\mu_L = DL$$

$$\sigma_L = \sqrt{\sigma^2 L}$$

Para σ_L se necesita que L sea un valor entero (redondeado). (Hamdy A. Taha, 2004)

2.3.4 Stock seguridad, stock mínimo, stock máximo.

2.3.4.1 El stock de seguridad.

Nivel de existencias que se tienen almacenadas un poco más allá de los niveles necesarios para satisfacer la demanda que normalmente se tiene proyectado de los clientes, este excedente tiene como propósito evitar quiebres de stock en caso de tener retrasos en la entrega de nuevos pedidos por parte de los proveedores, o fluctuaciones hacia arriba es decir incrementos no programados de la demanda. (Rodrigo López Fernandez , 2006)

2.3.4.2 Stock mínimo

Nivel de inventario que permite que la tienda pueda proveer o satisfacer la demanda de clientes, sin que los mismos puedan notar carencia del producto o exista quiebres de stock, para establecer el nivel mínimo de inventario se deberá considerar la demanda y el lead time del proveedor por reabastecimiento, para mantener el nivel de servicio al consumidor.

2.3.4.3 El stock máximo

Nivel de inventario al que suele llegar el almacén en el momento de ingreso de un nuevo pedido, este se suma al nivel de inventario de seguridad.

2.3.5 Distribución.

La distribución es aquel conjunto de actividades, que se realizan desde que el producto ha sido elaborado por el fabricante hasta que ha sido comprado por el consumidor final, y que tiene por objeto precisamente hacer llegar el producto (bien o servicio) hasta el consumidor.

La distribución comercial es responsable de que aumente el valor tiempo y el valor lugar a un bien. (CHOPRA, 2008)

2.3.5.1 Costo de transporte.

Los gastos de transporte son los costos incurridos por el envío de productos desde el productor o el distribuidor hasta un cliente o consumidor. En algunos casos, el cliente

paga por los gastos de transporte como parte de su factura. Algunos proveedores ofrecen un envío gratis como parte de la promoción de bienes.

2.3.5.2 Análisis de la demanda.

La demanda se la puede conceptualizar como la cantidad de bienes y/o servicios que el mercado solicita, requiere o necesita para satisfacer una necesidad específica a un costo determinado.

Se entiendo coma análisis de la demanda cuando se tiene como objetivo medir las fuerzas del mercado que afecta los requerimientos de un bien o servicio determinado y como el mismo puede incidir en la satisfacción de la demanda.

Podemos señalar tres factores a través de los cuales funciona la demanda:

1. Cuando existe la necesidad de los bienes o servicios
2. El precio de adquisición
3. Ingreso económico de la población.

Las fuentes primarias y secundarias de información tales como indicadores económicos y sociales se convierten en información confiable para establecer un buen análisis de la demanda, también se deberán considerar factores cualitativos, no sin antes realizar una investigación de campo que permita obtener estos factores, para ejecutar el análisis.

Existen varios tipos de demanda a considerar para efectos de análisis.

- Demanda satisfecha
- Demanda insatisfecha
- Demanda de bienes suntuarios
- Demanda de bienes sustitutos
- Demanda cíclica
- Demanda continua
- Demanda de bienes finales
- Demanda de materia prima para la industria.

Etc.

2.3.5.3 Pronostico de la demanda en la cadena de suministro.

En la cadena de suministro es muy importante conocer los pronósticos de la demanda a futuro, mismos que sirven de base para la toma de decisiones sobre almacenamiento o estrategias de planificación o cambios de proceso impactados por el pronóstico.

Podemos considerar al pronóstico como la base de la planificación de la cadena de suministro, si empleamos un proceso push pull, podemos observar que los procesos push (empuje) en la cadena de suministro se ejecutan con anticipación a la demanda del cliente, mientras que los procesos pull (arrastre) se ejecutan como respuesta a la demanda de los clientes (Sunil Chopra Peter Meindl, 2008).

2.3.5.4 Característica de los pronósticos

Los gerentes o jefes de cadena de suministro deben estar conscientes de las características de los pronósticos:

1. Deben considera una variación (mas menos) como una medida de prevención debido a que los pronósticos pueden estar equivocado
2. Los pronósticos de corto plazo son más precisos que los pronósticos de largo plazo, esto se debe que los de corto plazo trabajan con una variación estándar menor que los de largo plazo
3. Los pronósticos desagregados son menos precisos que los agregados, esto es debido a que los pronósticos agregados tienden a tener una desviación estándar menor al error con relación a la media
4. Mientras más lejos del consumidor este una compañía mayor será la distorsión en la información que recibe (Sunil Chopra Peter Meindl, 2008).

Según el horizonte de tiempo Figura 2.10, el pronóstico se clasifica en:

Figura 2. 10 Clasificación del pronóstico de la demanda

DESCRIPCION	HORIZONTE DEL PRONOSTICO		
	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Duración	Generalmente menos de tres meses, máximo un año	De tres meses a tres años	Más de tres años
Aplicabilidad	Planificación de tareas, asignación de trabajadores	Planificación de ventas y producción, presupuesto	Desarrollo de nuevos productos, planificación de instalaciones

Elaborado por: El Autor

Fuente: (SMEToolkit, 2013)

2.3 MARCO REFERENCIAL

2.3.1 Ecuador, Ubicación Geográfica, Extensión, Población y Características

Ubicación

Ecuador se localiza en la costa noroccidental de América del Sur; limita por el sur y por el este con Perú, y con Colombia por el norte. Las famosas Islas Galápagos pertenecen a Ecuador, y están ubicadas a aproximadamente 1.000 kilómetros de la Costa. Ecuador cubre un área de 256.370 Km² de tierra y es el tercer país más pequeño de Sudamérica después de Uruguay y las Guayanas, Figura 2.11.

2.3.2 Machala

2.3.2.1 Características

Machala es la cuarta ciudades más importantes del país, capital de la provincia del Oro, posee el segundo puerto marítimo después de Guayaquil su principal fuente de ingreso económico es el cultivo y exportación de banano y camarón.

Además de su producción agrícola, también tiende a crecer en el sector industrial, comercial y bancario lo cual la constituye como el polo de desarrollo económico del sur del Ecuador. Su población en su mayoría agrícola bananera y portuaria, lo cual le da el nombre de “Capital Bananera del mundo”.

Machala, centro político, financiero y económico de la provincia, y también el cuarto en el país, en él se asientan grandes organismos culturales, financieros, administrativos y comerciales. Su reconocimiento a nivel mundial como Capital mundial del banano y que a través del muelle en Puerto Bolívar se exporta al mundo parte de la producción de banano del país, también se exporta por este muelle productos elaborados, alimenticios, productos de minería, envasados etc.

La provincia del oro posee una región rica y genera gran cantidad de comercio basado en la producción agrícola, minera y camaronera, entre sus principales actividades agrícolas podemos citar: cultivos de arroz, banano, café y cacao y se complementa con las actividades portuarias.

El cultivo de banano principalmente orientado a la exportación, desempeña un papel importante en el manejo económico de la ciudad, por su posición geográfica y por estar cerca de Guayaquil también hace que sea un centro muy importante y en crecimiento de transporte terrestre. Machala se muestra como una economía en crecimiento, a raíz del año 2007 que se inauguró su primer centro comercial.

Según información del INEC (reporte de pobreza Marzo del 2016) Machala se posiciona en cuarto lugar de ciudades con menor índice de pobreza y con relación al 2015 ha decrecido este indicador en -1.32%..

Figura 2. 12 Ingreso Oeste Ciudad de Machala



El Fuente: (<http://www.ecuador-turistico.com/>, 2013)

Elaborado por Autor

CAPITULO III

3 IMPLEMENTACION DEL CENTRO DE DISTRIBUCION

3.1 Análisis comparativo de la demanda vs. Capacidad de bodega

La demanda es el principal factor que puede determinar la capacidad del proyecto (centro de distribución regional CDR), en esta primera parte vamos a analizar el comportamiento de las ventas reales en dólares Vs el nivel de inventario de los primeros 6 meses del 2015, para contrastar el análisis comparamos esta información con los 6 primeros meses del 2016, para estimar una solución a largo plazo que permita apalancar el crecimiento a nivel regional o nacional sin complicaciones.

El periodo seleccionado para este análisis comprende de enero a junio del 2015 y el periodo enero a junio del 2016, contamos con información estadística real de la empresa, misma que será de mucha utilidad en la toma de decisiones para construir un Centro de Distribución Regional (CDR) y su capacidad que nos permita apalancar el crecimiento estimado hasta el año 2025 según proyecciones del plan estratégico de la empresa.

Tabla 3. 1 Inventario Vs ventas en dólares primer semestre 2015 Vs primer semestre 2016

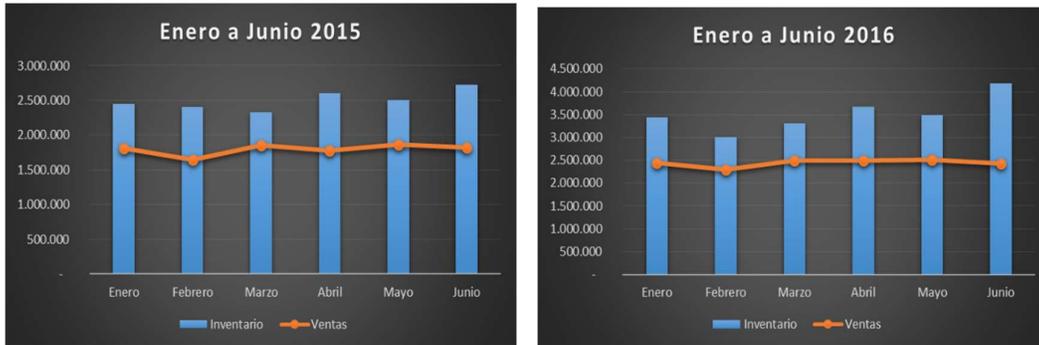
PRIMER SEMESTRE 2015			PRIMER SEMESTRE 2016		
Periodo	Inventario (en \$ dólares)	Ventas (en \$ dólares)	Periodo	Inventario (en \$ dólares)	Ventas (en \$ dólares)
Enero	2.449.027	1.815.172	Enero	3.437.937	2.437.152
Febrero	2.407.891	1.646.223	Febrero	3.007.763	2.290.794
Marzo	2.327.957	1.853.355	Marzo	3.312.464	2.495.035
Abril	2.606.235	1.780.120	Abril	3.674.881	2.494.012
Mayo	2.506.316	1.864.459	Mayo	3.486.291	2.505.841
Junio	2.729.722	1.822.569	Junio	4.181.706	2.420.210

Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor.

De acuerdo a lo detallado en la tabla 3.1 podemos observar que existe sobre stock en los inventarios de la cadena, considerando que el stock operativo no se mantiene constante,

hay meses que este stock supera los niveles deseados, esto se explica por el stock operativo o stock de exhibición de las sucursales.

Figura 3. 1 Ventas Vs Inventario en dólares primer semestre 2015 y primer semestre 2016



Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico

Elaborado por el autor

La figura 3.1 ilustra claramente que las compras superan lo que se necesita para vender en el periodo (mes), por lo tanto, se hace necesario adoptar una política de control de inventario que regule el sobre stock en la cadena.

Con la información de inventario en dólares y ventas en dólares de la tabla 3.1 del primer semestre del 2016 calculamos el **índice de rotación**.

IR Índice de rotación de inventario

$IR = \sum \text{de ventas} / \text{Promedio de inventario del semestre.}$

$$IR = \frac{14.643.045}{3.516,840}$$

$$IR = 4,16$$

Esto significa que en inventario en unidades está rotando 4,16 veces en el periodo de 6 meses.

Con los mismos datos ampliamos el análisis y llevamos a calcular los días de inventario

DI = Dian de inventario

$DI = \text{Promedio de inventario del semestre} / \sum \text{de ventas del semestre} * 180 \text{ días}$

$$DI = \frac{3.516.840}{14.643.045} * 180$$

$$DI = 43.23 \text{ días}$$

Con esto demostramos que en nuestro centro de distribución tenemos inventario para 43.23 días.

3.2 Conceptos y estimaciones adicionales

En el desarrollo del proyecto y para la estimación de algunos puntos del problema vamos a utilizar:

Unidad de carga. - En este proyecto y por razones de utilizar datos reales de la empresa trabajaremos con la **unidad**, unidades por pallets, unidades por pedido etc.

Factor de estiba. - Utilizaremos 80 unidades por pallets como factor de estiba, esto fue calculado con una muestra de los productos de mayor rotación, hicimos pruebas con 100 productos de acuerdo al volumen de cada uno y obtuvimos como resultado en promedio de la cantidad antes mencionada.

Factor de almacenamiento en percha. - Para calcular este índice hicimos simulación con 100 productos en el lugar de almacenamiento de la misma manera que calculamos el factor de estiba, la diferencia está en que en este caso es en un espacio de un m^2 y para el factor de estiba es $1.2 m^2$ (en pallet estándar de 1×1.2).

Factor pasillo. - Este factor se calcula en base al tipo de estantería que se utilizará en el proyecto (Tabla 3.10), para este proyecto utilizaremos rack selectivo con pasillos súper angosto que utilizan el 43% del área, origen del factor (1.43).

3.3 Identificación de brechas

Necesitamos mostrar la brecha entre el inventario máximo que debo almacenar en determinado momento del año Vs la capacidad de bodega en unidades por metro cuadrado m^2 , para llevar la capacidad de la bodega a unidades por metro cuadrado hacemos la multiplicación (70 unidades en promedio por m^2 por niveles, por $300m^2$ capacidad inicial de bodega, por 6 niveles de percha) así ($70U. m^2.niv*300m^2*6 niv= 126.000U$), hasta cuando la capacidad de la bodega es de $300m^2$. Es la capacidad máxima de almacenamiento disponible en unidades, ver Tabla 3.2.

En este caso la cantidad máxima de inventario en unidades que debo almacenar en algún instante del tiempo es la que muestra la tabla 3.2, para esta cantidad es que debo tener espacio para almacenar.

Tabla 3. 2 Inventario máximo en unidades vs. Capacidad de bodega en Unidades.

Periodo	Inventario máximo en unidades	Capacidad de bodega en Unidades.
2010	177.952	126.000
2011	270.134	126.000
2012	303.229	126.000
2013	304.311	210.000
2014	386.068	210.000
2015	450.727	210.000

Fuente: información Histórica de Retail Farmacéutico.
Elaborado por el autor

En la tabla 3.2 detallamos la información histórica del nivel máximo de inventario que necesitamos almacenar vs la capacidad en unidades que podemos almacenar en algún instante del tiempo, en la Figura 3.2 graficamos la brecha que existe entre estas variables, lo cual muestra claramente la saturación de espacios en la bodega y justifica la necesidad de construir un centro de distribución con la capacidad suficiente para almacenar las cantidades necesaria de mercadería para apalancar el buen funcionamiento de Retail Farmacéutico, de acuerdo a la información detallada en la tabla 3.2. La capacidad de la antigua bodega se mantiene constante hasta el año 2013 que se decidió ampliar un espacio de 200 m² del edificio en segundo y tercer piso.

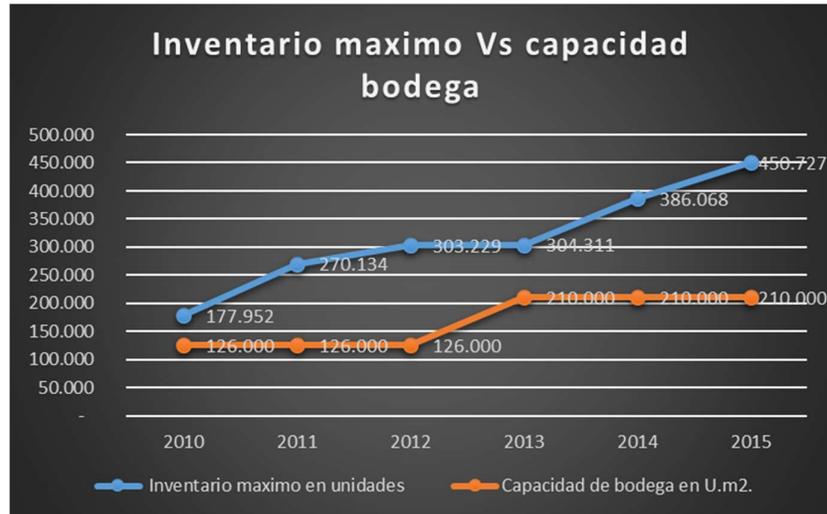
Utilizando la misma información estadística vamos a calcular ¿Cuál es el espacio mínimo necesario en m², a diciembre del 2015 para almacenar la mercadería en la bodega?

Ahora dividimos el inventario en unidades máximo en algún instante del tiempo del año 2015 para 70 unidades por m² por niveles y este resultado lo dividimos para 6 niveles, realizamos la operación y tenemos.

$$(450.727U/70U. m^2.niv/6niv) = 1.073m^2$$

Con este cálculo sencillo demostramos las necesidades urgentes de espacio en esta bodega, se está almacenando en $500m^2$ la cantidad de mercadería que se debería almacenar en $1.073m^2$.

Figura 3. 2 Ilustración grafica de ventas en unidades vs capacidad de bodega



Fuente: Información histórica de Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor.

En la figura 3.2 muestra claramente la brecha que cada año se hace mayor entre la cantidad máximo de inventario que necesito almacenar en unidades vs la capacidad de la bodega también en unidades, factor importante para determinar la viabilidad del proyecto, es importante señalar que cuando la capacidad de la bodega colapsa en día previsto para recepción de compras, se utiliza áreas asignadas para otras actividades operativas de la bodega para almacenar temporalmente la mercadería.

3.4 Decisiones sobre infraestructura del centro de distribución

basada en modelo de capacidades

3.4.1 Estimación de la necesidad de área de almacenamiento

Para calcular las necesidades del área principal vamos a estudiar procedimientos técnicos que nos permitan establecer la solución ideal para el almacenamiento actual y considerando la tasa de crecimiento para los próximos 10 años.

Con la información de ventas en unidades que tenemos disponible del último año calendario vamos a calcular la media y la desviación de los datos proyectados vs los reales.

Tabla 3. 3 Ventas en unidades reales y proyectadas 2015 (primer semestre)

	2015					
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Medicamentos Genéricos	33.200	30.971	33.875	32.435	31.927	34.273
Medicamentos de Marca	88.108	80.003	91.564	87.102	87.719	87.500
Productos de Consumo	148.546	138.037	158.559	151.273	158.214	152.846
Productos Varios	67.805	62.782	65.265	61.324	71.545	66.704
Total ventas real	337.659	311.793	349.263	332.134	349.405	341.323
Ventas proyectadas	330.500	325.200	335.581	325.500	339.570	330.580
Desviación	7.159	- 13.407	13.683	6.634	9.834	10.743
% de Desviación	2,17%	-4,12%	4,08%	2,04%	2,90%	3,25%

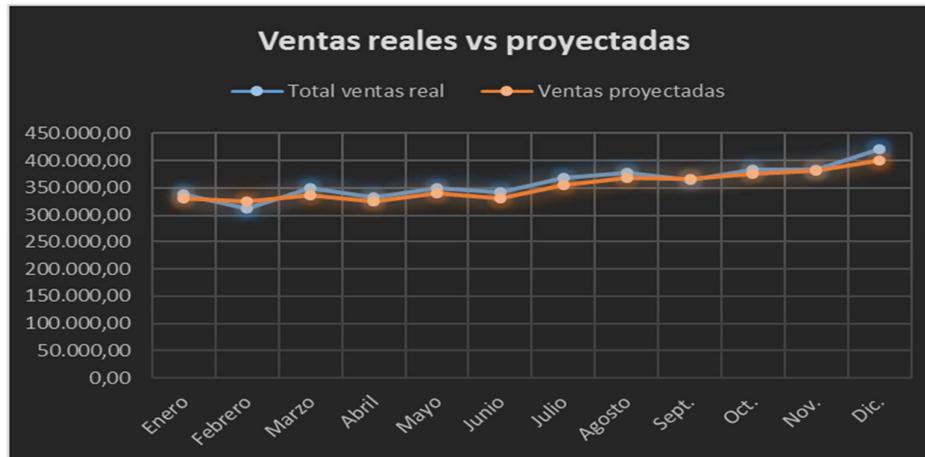
Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor

Tabla 3. 4 Ventas en unidades reales y proyectadas 2015 (segundo semestre)

	2015						
	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	TOTAL 2015
Medicamentos Genéricos	35.862	35.390	34.862	36.056	35.349	39.450	413.648
Medicamentos de Marca	94.852	97.426	92.459	94.104	95.141	104.336	1.100.315
Productos de Consumo	164.364	169.256	161.430	171.570	174.616	194.673	1.943.385
Productos Varios	73.008	76.271	76.053	82.136	77.698	81.899	862.490
Total ventas real	368.086	378.343	364.804	383.865	382.804	420.359	359.987
Ventas proyectadas	355.349	368.960	365.567	376.546	380.560	399.567	352.790
Desviación	12.738	9.383	- 763	7.319	2.243	20.791	7.196
% de Desviación	3,58%	2,54%	-0,21%	1,94%	0,59%	5,20%	2,00%

Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor

Figura 3. 3 Ventas reales vs ventas proyectadas año 2015



Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico

Elaborado por el autor

De los datos de la tabla 3.3 y 3.4 calculamos:

Desviación	29.129
Promedio	359.987
Variabilidad	8,09%

Observamos que los datos se desvían de la media en un 8.09% con un promedio de ventas 359.987 unidades mensuales, teniendo en cuenta que no hay estacionalidad o picos de ventas, durante el año. Las ventas tienen un comportamiento uniforme de crecimiento constante, además muy similares a los datos proyectados, Figura 3.3.

A continuación, y para efecto de esta investigación vamos a establecer una política de inventarios para 45 días o (1.5 mes), días en que el inventario deberá estar almacenado, no es lo mismo días de cobertura de venta (dos conceptos diferentes).

Tabla 3. 5 Datos del problema

	Denotación	
Demanda	D	
Proyección de Mercadeo	Py	420.359
Demanda de seguridad	Ds	
Nivel de servicio (dist norm)	Z	2,06
Desviación estándar	σ	29.129
Tiempo de cobertura del inv.	Vt	1,50

Fuente: (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)
Elaborado por el autor

La información de la tabla 3.5 necesarias para calcular áreas de almacenamiento futuro y área para almacenamiento actual incluyendo el stock de seguridad, lo cual vamos a calcular utilizando ecuaciones del modelo. Es importante señalar que para efectos de este caso vamos a utilizar el valor más alto de la demanda real, debido a que este valor es mayo que el proyectado.

- a) Necesidades de almacenamiento futuro, más demanda de seguridad con la ecuación:

$$D = Py + Ds$$

- b) Cobertura de seguridad en el almacenamiento Ds, aquella área de almacenamiento adicional que se deberá tener disponible por si la demanda cae, los inventarios no rotan y los niveles tienden a subir más allá de lo establecido en la política, se requiere guardar los inventarios más tiempo (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012).

$$Ds = Z * \sigma * \text{Raíz} (Vt)$$

Para esta investigación Py es el valor más alto de las ventas proyectadas.

$$Py = 420.359$$

Calculamos la demanda de seguridad

$$Ds = 2.06 * 29.129 * \text{Raíz} (1.5)$$

$$Ds = 73.492$$

Reemplazamos los valores en

$$D = 420.359 + 73.492$$

$$D = 493.850 \text{ Unidades}$$

Se deberá tener espacio disponible para almacenar 493.850 Unidades en algún instante del tiempo.

3.4.2 Proyección de áreas principales

Ahora nos queda la interrogante por determinar, ¿cuál es el área en m^2 necesaria para almacenar 493.850 unidades de producto?

Procedemos a calcular los metros cuadrados necesarios utilizando la información de la tabla 3.6.

Tabla 3. 6 Información para cálculo

	Denotación	
Nivel de Servicio	z	98%
Tiempo de cobertura	Vt	1,50
Factor de estiba	Fe	80,00
Factor de altura	Fal	6,00
Área de estiba	Ae	1,20
Factor de pasillos	Fp	1,43
Área de retiro		20%

Fuente: (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)
Elaborado por el autor

Utilizando la ecuación $Na = (D/Fe/Fal)*Ae*Fp$. Vamos a calcular el área para almacenar 458.254 unidades de inventario como maxi en algún instante del tiempo.

$$Na = (D/Fe/Fal) *Ae*Fp$$

$$Na= (493.850/80/6) *1.20*1.43)$$

$$Na = 1.766 \text{ m}^2$$

Tabla 3. 7 Resumen de necesidades de área

Áreas	Capacidad
Área de almacenamiento	1.766
Área de preparación de pedido	60
Área de muelles de carga y descarga	192
TOTAL	2.018

Fuente: Autoría propia
Elaborado por el autor

La tabla 3.7 se detalla el resumen de las áreas del nuevo centro de distribución que se deberán que se han calculado hasta ahora.

3.4.3 Área de carga y descarga.

Para calcular el área de carga y descarga tomamos como referencia información de capacidad de camiones, para el análisis utilizamos 3 medidas de camiones diferentes.

Tabla 3. 8 Estimación de áreas para muelle de carga y descarga

Calculo de áreas para cargue y descargue				
Numero de puertas requerida	4			
Elección del tipo de camión				
Vehículos grandes (24 Pallets)	1			
Vehículos medianos (12 pallets)	2			
Vehículos pequeños (8 pallets)	3			
Tipos de camiones				
	Largo	Ancho	Área para muelle	Total área de Muelle
Vehículos grandes (24 Pallets)	18,50	2,60	48,10	192
Vehículos medianos (12 pallets)	10,80	2,60	28,08	112
Vehículos pequeños (8 pallets)	4,80	2,60	12,48	50

Fuente: (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

Elaborado por el autor

La tabla 3.8 muestra 3 opciones del proyecto, para camiones con capacidad de 8, 12 y 24 pallets, de acuerdo a estas capacidades de camiones es necesario áreas de 50, 112 y 192 m^2 respectivamente, de estas tres opciones consideramos idónea la opción de mayor capacidad, (18 Pallets), esto se hace por razones de seguridad y considerando crecimiento

futuro. La empresa para el abastecimiento utiliza camiones pequeños (máximo 8 pallets) pero recibe mercaderías en volumen hasta ahora en camiones con capacidad para 24 pallets y de acuerdo al crecimiento esperado y el volumen de mercadería que necesitamos mover a futuro podemos recibir camiones de mayor capacidad (24 pallets).

La opción seleccionada nos indica que debemos disponer de 192 m^2 para muelles de carga y descarga.

El número de puertas fue estimado en base al flujo de mercadería que ingresa físicamente al centro de distribución y que se despacha por distribución a las sucursales de la cadena, considerando la operatividad actual hemos considerado 4 puertas en la primera fase y dos puertas en la segunda fase.

3.4.4 Área de preparación de pedido

El área de preparación de pedidos es la parte del Centro de distribución regional (CDR) que será utilizada para el embalaje e identificación de la mercadería previa al envío a las diferentes sucursales, esta área la vamos a calcular de acuerdo a la cantidad de SKU despachado diariamente.

Tabla 3. 9 Cantidad SKU despacho diario

	SKU despacho por día	necesidad pallets	M2 Necesarios
Lunes	2.721	34	40,82
Martes	2.454	31	36,81
Miércoles	3.609	45	54,14
Jueves	2.075	26	31,13
Viernes	2.124	27	31,86
Sábado	2.099	26	31,49

Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico

Elaborado por el Autor

En la tabla 3.9 estimamos la necesidad de áreas en m^2 para preparación de pedidos, para llegar a estos valores dividimos los SKU que se despachan por día, para 80 unidades en promedio que caben en un pallet, luego multiplicamos por el área de un pallet en m^2 y obtenemos el área para esta actividad.

De acuerdo a la información detallada en la tabla 3.9 el pico más alto de $54 m^2$, por lo que tomamos este valor como referencia y lo redondeamos a $60 m^2$ que consideramos como área óptima para el proceso de preparación de pedidos.

3.4.5 Los pasillos y su efecto en la utilización de espacios

Los sistemas de almacenamiento utilizan diferentes sistemas de manipulación de materiales y estos a su vez tienen incidencia directa en el consumo de espacios, especialmente el ancho de los pasillos por donde circular los equipos requeridos para la manipulación, Lo sofisticado de estos equipos va a depender del sistema de estantería que se necesite utilizar.

Tabla 3. 10 % de utilización de espacios de almacenamiento y de pasillos

Tipo de estantería	% Pasillo	% Utilización de Almacenamiento	Pasillo en metros
Selectivo profundidad sencilla	60%	40%	4
Selectivo doble profundidad	36%	64%	3
Selectivo pasillo angosto	50%	50%	2
Selectivo pasillo súper angosto	43%	57%	2
Drive in	27%	73%	4
Drive in pasillo angosto	20%	80%	2

Fuente. (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)
Elaborado por el autor

En la tabla 3.10 detallamos los sistemas de almacenamiento y el % de ocupación de los pasillos y área de almacenamiento, como solución a este caso y de acuerdo a los productos que comercializa Retail Farmacéutico, el tipo de estantería que proponemos utilizar es “Selectivo pasillo angosto” y “selectivo pasillo súper angosto”, debido a que la operación es manual en un 80% y un 20% con transpaleta hidráulica, la estantería Selectivo pasillo súper angosto, utilizado para picking manual.

3.4.6 Áreas complementarias

Estas áreas en algunos casos suelen ser grandes, pero en suma representan un porcentaje importante con relación al área útil de almacenamiento, en la tabla 3.11 detallamos las áreas complementarias más relevantes.

Tabla 3. 11 Áreas complementarias

AREAS COMPLEMENTARIAS			
	AREA	M2 REQUERID OS	% CON RELACION AL AREA TOTAL
1	Patio de maniobras	950	19%
2	Parqueo de camiones	400	8%
3	Salud ocupacional	20	0%
5	Estación de reciclaje	12	0%
6	Cuarto inteligente (monitoreo)	12	0%
7	Baños	36	1%
8	Oficinas Administrativas	32	1%
9	Reservorio para red contra incendio	12	0%
10	área de cuarentena (productos no conforme)	36	1%
11	Áreas para almacenamiento de suministro	36	1%
TOTAL AREAS		1.546	31%

Fuente (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

Elaborado por el Autor

3.4.7 Área de retiro.

De acuerdo a las ordenanzas municipales de cada provincia o cantón exigen los llamados retiros, las cuales se definen como áreas en las que no se puede construir ni techar, estas regulaciones pueden oscilar entre el 15% y el 30% del área total del lote, para nuestro proyecto y por ordenanza municipal de la ciudad donde se construirá el proyecto debemos considerar 20% metros del área total del terreno.

3.4.8 Áreas de crecimiento futuro.

De acuerdo a los objetivos de la presente investigación la solución deberá presentar las áreas necesarias para apalancar el crecimiento de la compañía en los próximos diez años.

Con la experiencia se ha demostrado que las operaciones diarias de los centros de distribución necesitan al menos un 15% de capacidad disponible para su funcionamiento

adecuado, esto es para cubrir los picos de demanda, por lo tanto cuando la curva de ocupación llegue al 85% está garantizada el inicio de la ampliación (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012).

Según el modelo propuesto este proyecto demanda tener disponible capacidad para almacenar 493.850 unidades, mismas que ingresadas al modelo debemos tener actualmente una área de almacenamiento a $1.766m^2$. Sumado a esto las áreas complementarias, (carga y descarga, preparación de pedidos, crecimiento futuro), necesitamos un espacio mayor o igual a $5.036 m^2$.

Para definir el área de almacenamiento futuro nos apoyaremos en las ventas en unidades máximas que se deberán almacenar en algún instante del tiempo, proyectadas a una tasa de crecimiento del 5%, esta tasa es un dato otorgado por la gerencia de la empresa que, según las metas de crecimiento en dólares para los próximos diez años, el crecimiento en unidades almacenadas no deberá ser mayor al 5%.

Tabla 3. 12 Proyección de crecimiento de ventas en unidades tasa 5% anual

Periodo	Proyeccion de ventas en unidades 5% anual
2.015	420.359
2.016	441.377
2.017	463.446
2.018	486.618
2.019	510.949
2.020	536.496
2.021	563.321
2.022	591.487
2.023	621.062
2.024	652.115
2.025	684.721

Fuente: Información Histórica empresa Retail farmacéutico

Elaborado por el autor

La tabla 3.12 muestra el crecimiento de las ventas en unidades con proyección a diez años, para determinar la necesidad de almacenamiento futuro, aplicamos el modelo con los datos. Con un nivel de servicio del 98%, $z = 2.06$, tiempo de cobertura 45 días (1.5 meses), Raíz de $(Vt) = 1.22$, la desviación estándar de los datos proyectados $\sigma = 87.632$ unidades, calculamos:

La nueva demanda de seguridad

$$D_s = z \cdot \sigma \cdot \text{Raiz}(Vt)$$

$$D_s = (2.06 \cdot 87.632 \cdot 1.22)$$

$$D_s = 221.093$$

La demanda futura será:

$$D = D_s P_y$$

P_y serán el promedio de las ventas proyectadas

$$D = 221.093 + 648.721$$

$$D = 905.814 \text{ unidades}$$

Aplicamos el modelo para calcular el área necesaria para almacenar la demanda proyectada en diez años.

$$N_a = (D/Fe/Fal) \cdot A_e \cdot F_p$$

$$N_a = 3.238 \text{ m}^2$$

Esta sería el área total de almacenamiento después de diez años de crecimiento, pero ya tenemos construidos una primera fase del proyecto 1.766 m^2 área de almacenamiento por lo tanto lo que necesitamos construir a futuro son 1.473 m^2 .

Tabla 3. 13 Necesidades de espacio a futuro

Áreas	Capacidad
Área de almacenamiento	1.766
Área de preparación de pedido	60
Área de muelles de carga y descarga	192
Áreas complementarias	1.546
Áreas de crecimiento futuro	1.473
Áreas Total	5.036

Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico

Elaborado por el autor

La tabla 3.13 muestra en detalle del proyecto total después de diez años.

3.4.9 Contraste del modelo de capacidades

De acuerdo a la teoría actual muchos profesionales coinciden en que hay que almacenar menos y vender más, debido a los costos asociado al almacenamiento y manejo de inventarios, por lo tanto, basados en estos principios vamos a simular el modelo utilizando el consumo máximo diario por los días que tarda el proveedor en reabastecer (Lead Time) y establecer cuál sería el área de almacenamiento recomendada para el proyecto bajo esta teoría.

Tabla 3. 14 Consumo máximo en un día determinado

Promedio unidades consumo mes	Promedio unidades consumo día
337.659	130.707
311.793	133.626
349.263	135.199
332.134	132.854
349.405	135.253
341.323	136.529
368.086	142.485
378.343	146.455
364.804	145.922
383.865	148.593
382.804	153.122
420.359	162.719

Fuente: Información histórica de Retail Farmacéutico

Elaborado por el autor

En la tabla 3.14 detalla la información de ventas mensual en unidades y la información de ventas promedio en un día determinado por el Lead Time del proveedor (12 días), información requerida para la aplicación del modelo, con un consumo máximo por día de 162.719 unidades, con una varianza $\sigma = 9.700$ unidades además con $z = 2.06$ (98%) y Tiempo de cobertura 45 días (1.5 meses), Raíz de (Vt) = 1.22.

Calculamos la nueva demanda de seguridad

$$D_s = z * \sigma * \text{Raiz (Vt)}$$

$$D_s = (2.06 * 9.700 * 1.22)$$

$$D_s = 24.473$$

La demanda futura será:

$$D = D_s P_y$$

P_y serán el promedio de las ventas proyectadas

$$D = 24.473 + 162.719$$

$$D = 187.192 \text{ unidades}$$

Calculamos el área en m^2 necesaria para almacenar 187.719 unidades,.

$$N_a = (D/Fe/Fal)*Ae*Fp$$

$$N_a = 669 m^2$$

Con esta información preliminar y por estrategias comerciales de la compañía Retail Farmacéutico, decidimos que la utilización de la información de ventas en unidades es la más recomendable para la solución del problema.

3.5 Estudio de localización del centro de distribución

La empresa Retail Farmacéutico necesita conocer ¿cuál es la ubicación idónea para la localización de su centro de distribución?

Utilizando el método del centro de gravedad procedemos a realizar es estudio necesario para identificar la ubicación optima del centro de distribución.

Como información tenemos las ventas en unidades del año 2015 por ciudad donde tiene presencia con sucursales tabla 3.15 y las coordenadas de cada una de las ciudades donde existen presencia de la cadena farmacéutica.

Las coordenadas de longitud y latitud geográfica fueron obtenidas por Google Earth. En esta herramienta podemos encontrar las coordenadas exactas de ubicación de la ciudad o

del lugar específico donde se encuentra la sucursal, para efectos de localización del proyecto nos hemos concentrado solo en las coordenadas de la ciudad.

Tabla 3. 15 Ventas en unidades del año 2015 y coordenada por ciudad

CIUDAD	Ventas en unidades año 2015	Coordenadas	
		X	Y
Piñas (PI)	41.261	-79.683	-3.680
Loja	64.633	0	0
Arenillas (AR)	99.867	-80.066	-3.555
El Guavo (GU)	340.283	-79.830	-3.240
Pasaje (PA)	414.443	-79.804	-3.326
Santa Rosa (SR)	585.181	-79.979	-3.464
Huaquillas (HU)	889.341	-80.241	-3.475
Machala (MA)	1.882.102	-79.959	-3.258

Fuente: información histórica Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor

Ubicando teóricamente las ciudades en que Retail Farmacéutico tiene sucursales en el Tercer cuadrante del plano cartesiano, esto se debe a que los valores de longitud y latitud geográfica son negativos.

Establecemos la ubicación de cada ciudad (cantón) en la cuadrícula figura 3.4 para de manera gráfica tener la ubicación de posible ubicación del nuevo Centro de distribución regional (CDR)

Figura 3. 4 Cuadrícula con zonas de ubicación de sucursales

	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	0
										-1
		GU								-2
		AR	SR							-3
		HU	PI							-4
		MA	PA							-5
										-6
										-7
										-8
										-9
										-10
										-11
										-12
										-13
										-14
										-15

Fuente: creación propia
Elaborado por el autor.

Con la ubicación de las ciudades donde tenemos presencia con sucursales en el cuadrante correspondiente, tenemos los siguientes pares ordenados.

Tabla 3. 16 Pares ordenados por ciudad

CIUDAD	Coordenadas	
	X	Y
Piñas (PI)	-79.683	-3.680
Loja	0	0
Arenillas (AR)	-80.066	-3.555
El Guavo (GU)	-79.830	-3.240
Pasaje (PA)	-79.804	-3.326
Santa Rosa (SR)	-79.979	-3.464
Huaquillas (HU)	-80.241	-3.475
Machala (MA)	-79.959	-3.258

Fuente: Creación propia
Elaborado por el autor

Con la información detallada en la tabla 3.16 podemos aplicar la ecuación del modelo, para calcular la nueva ubicación del centro de distribución.

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i . P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \qquad Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i . P_i}{\sum_{i=1}^n P_i}$$

$$X_o = \frac{(-80.241 * 889340.93 - 79.283 * 41260.88 - 80.066 * 99866.59 - 79.979 * 585181.49 - 79.804 * 414442.80 - 79.959 * 1882102.40 - 79.830 * 340282.58)}{(889340.93 + 41260.88 + 99866.59 + 585181.49 + 414442.80 + 1882102.40 + 340282.58)}$$

$$X_o = \frac{-340.177.522.423}{4.252.477,67} \quad X_o = -79.995$$

$$Y_o = \frac{(-3.475 * 889340.93 - 3.680 * 41260.88 - 3.555 * 99866.59 - 3.464 * 585181.49 - 3.326 * 414442.80 - 3.258 * 1882102.40 - 3.240 * 340282.58)}{(889340.93 + 41260.88 + 99866.59 + 585181.49 + 414442.80 + 1882102.40 + 340282.58)}$$

$$Y_o = \frac{-14.237.236.110}{4.252.477,67} \quad Y_o = -3.348$$

Con los resultados de la aplicación del modelo matemático tenemos la nueva ubicación del nuevo centro de distribución, mismo que queda en las coordenadas (-79.995 -3.348) estos pares ordenados según el cuadrante quedan entre las ciudades de Machala y Pasaje, por lo que definiremos la ubicación exacta considerando otros factores.

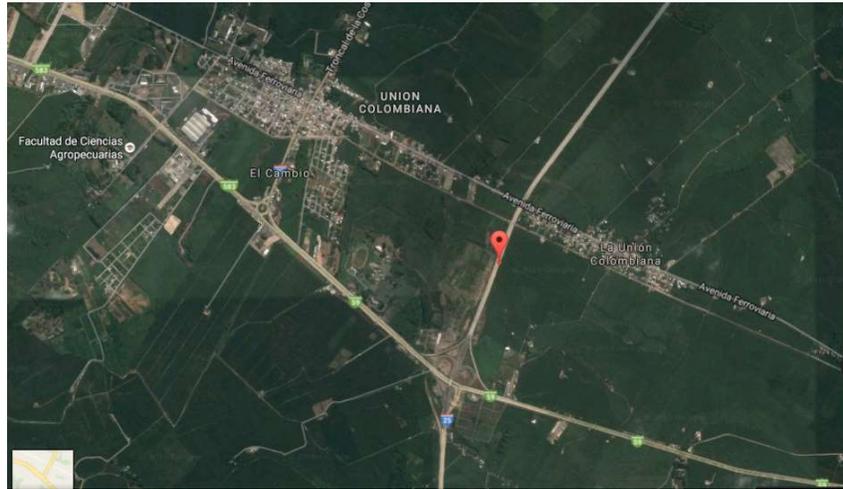
Para el presente proyecto considerando factores complementarios como acceso a la tecnología, a los servicios básicos, a mano de obra, a la infraestructura vial y comunicación, la gerencia general toma la decisión de ubicar el centro de distribución regional (CDR) en la ciudad de Machala.

3.5.1 Opciones de localización del CDR

En el proyecto se han analizado tres opciones para la ubicación del centro de distribución regional (CDR):

La opción uno por la vía pasaje por el distribuidor de tráfico de la carretera Machala – Pasaje – Huaquillas, Figura 3.5, esta opción fue descartada por el área del terreno superaba los 20.000 m².

Figura 3. 5 Opción 1 posible ubicación del proyecto

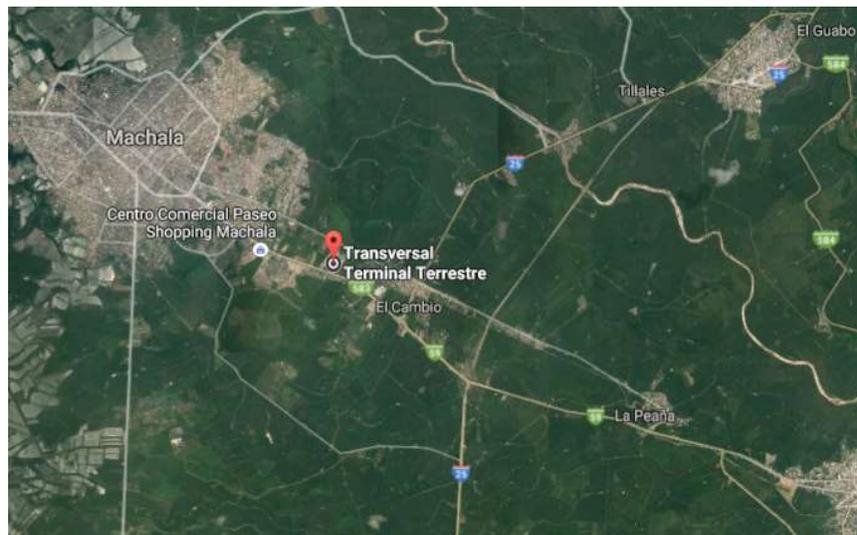


Fuente: (Google maps, 2016)

Elaborado por el autor

La opción dos por la Av. 25 de junio zona de entrada a la ciudad de Machala Figura 3.6, fue descartada por costo muy elevado y tamaño del terreno insuficiente para el proyecto.

Figura 3. 6 Opción dos posible ubicación del proyecto



Fuente: (Google maps, 2016)

Elaborado por el autor

La opción tres por la vía ferroviaria Figura 3.7, terreno cumple con las condiciones de ubicación y área apropiada para el proyecto, está en negociación posible compra.

Figura 3. 7 Opción tres posible ubicación de proyecto



Fuente: (Google maps, 2016)

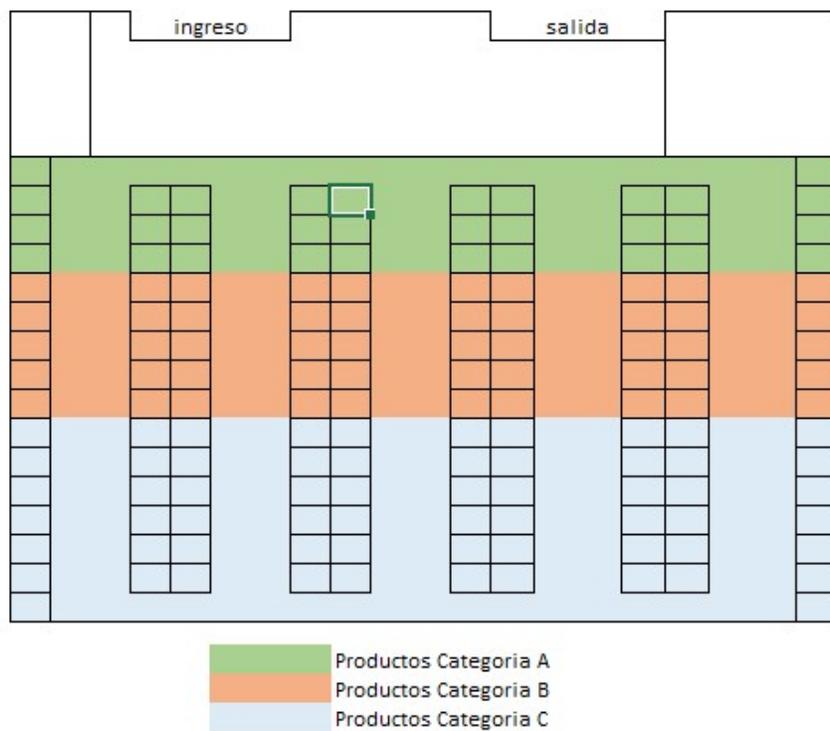
Elaborado por el autor.

3.6 Definición del LAYOUT en el picking de acuerdo a la tipología de productos.

Retail Farmacéutico es un empres que debido a su sector de negocio maneja una gran cantidad de SKU y para aprovechar las ventajas que ofrecen algunos proveedores en compras por volúmenes, le es muy conveniente comprar cantidades importantes de mercadería especialmente de la línea de consumo categoría A (alta rotación), por lo que es necesario establecer el flujo de los materiales de manera tal que se logre optimizar los tiempos de almacenamiento, de preparación de pedido y embarque para la distribución o abastecimiento a las sucursales de la cadena.

Establecer un LAY-OUT en el nuevo centro de distribución que facilite el flujo de entrada y salida de mercadería es uno de los objetivos de esta investigación, considerando que el picking es el proceso de mayor consumo de recursos es prioritaria la asignación óptima de los productos en esta área, en base a las opiniones de expertos y estudio realizados sobre este tema, se debe organizar los productos de acuerdo a la rotación, considerando producto A de muy alta rotación, Productos B de mediana rotación y productos C de baja rotación, ver Figura 3.8. (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)

Figura 3. 8 LAYOUT según categoría de productos (A B C)



Fuente: (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012)
Elaborado por el autor.

3.6.1 Método de frecuencia de entrada y salida.

Para centros de distribución que tienen una entrada y una salida diferente, es muy útil la utilización de este método, en estos casos la mercadería ingresa al almacén en una unidad

de carga ejemplo cajas por 12, pacas por 24 paletizado y salen para el despacho en unidades, esto tiene una repercusión directa en los viajes de entrada y salida.

El método nos permite relacionar el número de desplazamiento de entrada De con el número de desplazamiento de salida Ds, por lo tanto entre mayor es la relación de entrada con relación a las salidas, estos productos deben quedar más cerca a la puerta de entrada y viceversa (Diego L. Saldarriaga R. MBA., 2012).

A manera de ejemplo desarrollamos una tabla con los desplazamientos 3.17 de entrada y salida en algunos productos de las líneas de consumo.

Tabla 3. 17 Desplazamiento de entrada y salida de productos

Producto	Desplazamiento de entrada De	Desplazamiento de salida DS	De/Ds
Producto 1	100	2400	0,04
Producto 2	120	1440	0,08
Producto 3	150	150	1,00
Producto 4	500	250	2,00
Producto 5	900	300	3,00
Producto 6	20	240	0,08
Producto 7	100	600	0,17
Producto 8	10	360	0,03
Producto 9	380	380	1,00
Producto 10	100	1200	0,08

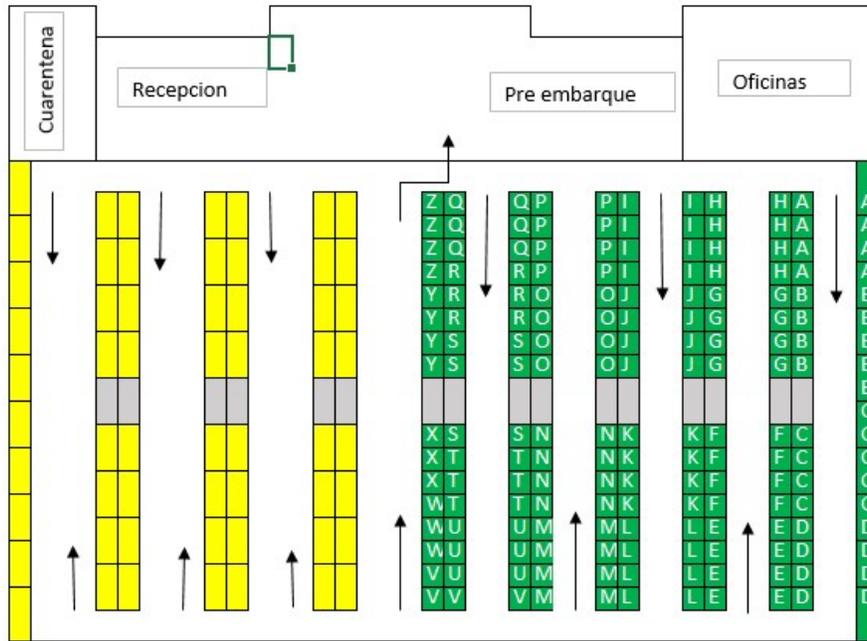
Fuente: Información histórica Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor.

Cuando la relación de De/Ds es igual a 1, significa que el producto ingresa en la misma presentación que deberá salir y se necesitan la misma cantidad de desplazamiento para el ingreso que para la salida, mientras que un valor Dc/Ds igual a 3 representa los desplazamientos por ingreso son 3 veces mayores que los desplazamientos por salida, de esta forma los productos 4 y 5 deben estar más cerca a la puerta de ingreso y los productos 1 y 8 deben estar más cerca a la puerta de salida.

Para el caso específico de Retail Farmacéutico, de acuerdo a las líneas de producto que maneja deberá utilizar un LAYOUT mixto de almacenamiento en volumen en rack selectivo simple para pallet de un metro de ancho por 3 metros de altura y un área de picking manual de 0,80m de ancho por 3m de altura y 7 niveles para ubicar mercadería,

con bandejas metálicas en cada nivel. Para la recolección de los pedidos por abastecimiento a las sucursales de la cadena en frecuencia diaria, esta área de picking deberá estar organizada por laboratorios o fabricantes y ordenada alfabéticamente por la descripción del producto en posiciones fijas, ver Figura 3.9.

Figura 3. 9 propuesta de LAYOUT para Retail Farmacéutico.



Fuente: Información de ventas Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor

La figura 3.9 la solución propuesta del layout para Retail Farmacéutico, la columna de color verde corresponde al área de picking ordenado por laboratorio y organizado alfabéticamente de acuerdo al flujo de recolección de pedidos.

El área de color amarillo corresponde al almacenamiento de productos en volumen, rack selectivo simple a tres metros de altura para almacenar por ambos lado y flujo de ida y vuelta

3.7 Definición de política de control de inventario

Para establecer los niveles de inventario óptimo en el Centro de Distribución, Retail Farmacéutico necesita implementar políticas de control de inventarios para definir cuanto pedir y cuando pedir, de tal manera que podamos optimizar los costos e incrementar la rentabilidad de la empresa.

Basados en el modelo cantidad económica del Pedido, (CEP o EOQ, del inglés economic order quantity) vamos a establecer las política de control de inventarios, con información estadística de ventas en unidades anuales de una muestra de productos categoría A. (Hamdy A. Taha, 2004)

Tabla 3. 18 simulación del modelo CEP

Por Laboratorios	Unidades demandadas (D)	Valor de (h) 25% tasa de corte	Cantidad optima del pedido y^*	Longitud del ciclo del pedido
Pañal Hugg Actsec Extgdex18,75439	2.901,00	1,78	213	27
Pañal Hugg Actsec Medx72 Sing-pack,30953	2.231,45	4,68	116	19
Dayamineral Jbex240ml,2136	2.278,00	2,00	179	29
Duspatalin Retard Capx200mgx30,2024	1.000,45	3,55	89	32
Bisolvon Jbe-pedx4mgx5mlx120ml,332	3.767,00	1,22	295	29
Buscapina Comp Nf Com-recx20,33110	2.973,15	1,75	218	27
Dulcolax Comx5mgx10,3970	3.134,40	0,96	303	35
Mucosolvan-comp Jbe-pedx7.5mgx120ml,681	1.321,00	0,88	206	57
Leche Nutrilon E-2 Latx400gr,27645	1.042,00	3,69	89	31
Leche Nutrilon Sin Lactosax400gr,14921	1.795,00	3,75	116	24

Fuente: Información histórica de ventas Retail Farmacéutico
Elaborado por el autor.

La tabla 3.18 Es muy explícita por sí sola, es importante resaltar los cálculos realizados en cada columna de resultados:

En la columna “Cantidad Optima del pedido y^* ”, consta la cantidad que se deberá pedir por cada producto, la columna “Longitud del ciclo del pedido” representa cada cuantos días se deberá pedir, nótese que le valor de “h” es diferente para cada producto esto depende del costo de corte de cada uno de ellos.

$$y^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}}$$

La longitud del ciclo se lo calcula con la ecuación:

$$t_0 = \frac{y}{D}$$

En este caso y para el primer SKU de la tabla 3.18, la política de inventario queda así:

Pedir 213 unidades cada 27 días, así para cada uno de los SKU de la muestra.

Para el caso ilustrativo hemos considerado el Costo de corte o tasa del 25% multiplicado por costo de cada SKU, el resultado es el valor de (h) utilizado en el modelo y que es diferente para cada producto.

Coto de lanzamiento de la orden (K). – Corresponde al costo que genera el emitir una orden de compra, se calcula estimado el costo proporcional de horas hombres utilizadas en realizar el pedido, desde la planificación de compras hasta el momento en que se genera la orden de compra, (\$ por pedido)

Costo de mantenimiento de posesión de inventario (h). – Corresponde al costo de compra por el % o tasa de corte, (margen esperado de rentabilidad), este valor es diferente para cada producto.

Frecuencia de reabastecimiento. – Corresponde a las veces en el año que se emite una orden de compra, mensual (12 veces al año), trimestral (4 veces en el año), semanal (52 veces en el año), siempre con relación a un año calendario.

Lead Time, (tiempos de entrega pactado). – tiempo pactado con el proveedor para la entrega del pedido, calculado en días.

CAPITULO IV

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este proyecto analizamos los datos e información estadística proporcionada por la empresa, además apoyados en técnicas y modelos matemáticos realizamos los cálculos necesarios para lograr los objetivos generales y específicos fijados.

4.1 Conclusiones

En el análisis comparativo de las ventas en unidades vs nivel de inventario de la cadena, pudimos observar que existe similitud en el comportamiento de primer semestre del año 2015 con el mismo periodo del año 2016, razón por la cual hemos considerado el proyecto como viable, considerando que las instalaciones que se utilizan actualmente como bodega no prestan las condiciones necesarias para un correcto desarrollo diario de las actividades relacionada a un Centro de Distribución Regional (CDR).

Identificamos la brecha creciente entre las unidades vendidas al año vs la capacidad de la bodega, esto nos da una imagen clara de la situación real del almacenamiento y de los riesgos que corre el inventario (deterioro, falta de control, caducidad, quiebre de stock), almacenado, lo cual nos indica que es urgente tomar la decisión de alquiler o adquisición de espacios de almacenamiento que brinden las garantías necesarias. Para transformar la capacidad de la bodega en unidades por m^2 hicimos la siguiente conversión (70 unidades en promedio por m^2 , por $300m^2$ capacidad inicial de bodega, por 6 niveles de percha) así ($70 \cdot 300 \cdot 6 = 126.000$), hasta cuando la capacidad de la bodega es de $300m^2$, luego multiplicamos por 500 cuando hubo expansión de la bodega a $500m^2$.

En nuestra investigación también estimamos la capacidad del nuevo Centro de distribución Regional (CDR), utilizando información y técnicas estadísticas para estimar la capacidad de almacenamiento actual y en base a tasas de crecimiento que la empresa tiene como meta de crecimiento a largo plazo calcular el almacenamiento futuro, que permita a la empresa Retail farmacéutico apalancar su crecimiento sin problemas.

Utilizando modelo matemático y técnicas aplicadas en el método del centro de gravedad definimos la ubicación idónea del nuevo centro de distribución regional (CDR), mismo que según la aplicación del modelo nos da como resultado la ubicación entre Machala y Pasaje, pero

considerando otros factores como: Acceso a la tecnología, servicios básicos, infraestructura, mano de obra calificada, concentración mayor cantidad de sucursales, etc. La Gerencia de la compañía y su equipo de trabajo decidieron como ubicación la ciudad de Machala.

El almacenamiento y área de picking en empresas de esta línea de negocios (Farmacéutico), es totalmente diferente a almacenamiento tradicional de empresas de consumo masivo, en las que se considera la categoría del producto para establecer un layout.

El giro del negocio de un Retail Farmacéutico se basa principal en la venta al detalle de productos de medicina y complementa sus actividades con otras líneas de productos como consumo, cuidado personal, oct. Por lo tanto, el layout establecido para esta empresa es ordenado por laboratorio y organizado en orden alfabética, esto facilita al auxiliar de bodega realizar el proceso de preparación de pedido (picking) de una manera ordenada y seguro de no cometer errores.

Finalmente establecimos como políticas de inventario, reabastecimiento continuo basado en el modelo EOQ (del inglés economic order quantity) o también llamado CEP (cantidad económica del pedido), con el objetivo de minimizar costos en el proceso.

4.2 Recomendaciones

En base a los resultados de los modelos matemáticos y técnicas científicas aplicados en el desarrollo del presente proyecto podemos recomendar la adquisición o alquiler de una área mayor o igual a $5.036 m^2$ de suelo o terreno que deberá estar ubicado en la ciudad de Machala, en el mismo que se deberá construir el centro de distribución de la compañía Retail Farmacéutico con las siguientes características:

2.213 m^2 techado donde se deberán construir área de:

- Almacenamiento principal $1.766m^2$
- Área de preparación de pedidos $60m^2$
- Área de Recepción y despacho $192m^2$
- Áreas complementarias $195m^2$

El espacio considerado para áreas complementarias corresponde a oficinas, baños (hombres y mujeres), áreas para almacenamiento de suministro, de productos en cuarentena, salud ocupacional, reservorio de agua para red hídrica, área de monitoreo o

vigilancia, etc.



En la parte externa deberá considerarse, $1.473m^2$ para para crecimiento futuro, $1.350m^2$ para parqueo de vehículos de empleados y clientes y el patio de maniobra, con área total del lote requerido $5.036 m^2$.

Figura 4. 1 Plano del proyecto construcción inicial



Fuente: Proyecto de investigación

Elaborado por el autor

En grafico 4.1 se detallan las áreas que deberán implementarse en el nuevo Centro de distribución regional (CDR) de la compañía Retail Farmacéutico, con la ampliación de

las instalaciones a futuro se podría implementar el uso de elevador eléctrico para aprovechar los espacios en altura que no lo podemos realizar de manera manual.

Además, dejamos expresado gráfica y técnicamente el área considerado para crecimiento futuro

Figura 4. 2 Plano del proyecto incluyendo crecimiento a futuro



Fuente: Proyecto

Elaborado por el autor

La figura 4.2 detalla el Centro de distribución regional (CDR) de la compañía Retail Farmacéutico en su construcción total es decir después de la ampliación a futuro, para determinar el momento ideal para iniciar la construcción de la ampliación será en el momento que la utilización del área inicial llegue al 85% de su capacidad, el monitoreo de la capacidad deberá ser controlado por el área de logística de la compañía, quien deberá reportar a la gerencia general temporalmente el desarrollo del mismo.

La construcción del proyecto deberá estar complementado de tecnología (software, wms), acorde a las instalaciones que permitan optimizar procesos que en la actualidad consumen recursos muy importantes.

Bibliografía

Formulación y evaluación de proyectos. (16 de Junio de 2014). *Ittla*. Obtenido de Ittla:

<http://proyectos-ittla.blogspot.com/2011/06/33-analisis-de-la-demanda.html>

Bowersox, Donald J. et al.,. (2007). *ADMINISTRACIÓN Y LOGÍSTICA EN LA CADENA DE SUMINISTROS*. Mexico: McGRAW-HILL.

CHAPMAN, S. N. (2006). *Planificación y Control de la producción*. Mexico: PEARSON EDUCACION.

CHOPRA, S. y. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. Mexico: PEARSON EDUCACION.

Diego L. Saldarriaga R. MBA. (2012). *Diseño Optimización y Gerencia de Centros de Distribución*. Medellín, Colombia: Impresos Begón Ltda.

Franco Vincenzi Diaz. (2 de 11 de 2015). *Monografías*. Obtenido de Monografías:

<http://www.monografias.com/trabajos40/localizacion-planta/localizacion-planta2.shtml#ixzz44EDZNYL0>

google maps. (1 de Abril de 2015). Obtenido de google maps:

https://www.google.com.ec/maps/uv?hl=es&pb=!1s0x90339a51980854fd:0xb8964ee8c3a6e46c!2m5!2m2!1i80!2i80!3m1!2i100!3m1!7e115!4s/maps/place/farmacia%2Bmia%2Bhuaquillas/@-3.4815325,-80.2390672,3a,75y,197.66h,90t/data%3D*213m4*211e1*213m2*211selPmpMrYoLJmlvY3Gc

Google maps. (14 de Abril de 2016). *Google* . Obtenido de Google.

Hamdy A. Taha. (2004). *Investigación de Operaciones*. Mexico: Pearson Education.

<http://mundologicokys.blogspot.com/>. (15 de noviembre de 2015). Obtenido de

<http://mundologicokys.blogspot.com/>:

<http://mundologicokys.blogspot.com/2015/10/canales-de-distribucion.html#>

<http://www.ecuador-turistico.com/>. (1 de junio de 2013). Obtenido de

<http://www.ecuador-turistico.com/>: <http://www.ecuador-turistico.com/2013/06/turismo-en-ecuador-ciudad-de-machala.html>

Ing. Iván Escalona. (15 de Julio de 2015). *Monografias*. Obtenido de Monografias:

<http://www.monografias.com/trabajos31/logistica-red/logistica-red.shtml#dise%C3%B1o#ixzz44cBpxbI5>

Luis Anibal Mora Garcia. (1 de Enero de 2011). *Gestion Logistica en Centros de Distribucion, Bodegas y Almacenes*. Bogotá Colombia: ECOE EDICIONES. Obtenido de Fesc:

http://www.fesc.edu.co/portal/archivos/e_libros/logistica/dic_logistica.pdf

Marco Antonio Dell'Agnolo. (25 de Noviembre de 2008). *Monografias*. Obtenido de Monografias:

<http://www.monografias.com/trabajos10/stocks/stocks.shtml#ixzz44gysSXam>

Neil Kokemuller. (16 de Febrero de 2006). *Ehowenespañol*. Obtenido de

Ehowenespañol: http://www.ehowenespanol.com/definicion-gastos-transporte-hechos_539614/

R. B. Chase, et al., (2009). *Administracion de Operaciones Produccion Y Cadena de Suministro*. Mexico: Mc Graw Hill.

Rodrigo López Fernandez . (2006). *Operaciones de Almacenaje*. Madrid: THOMSON EDITORES SPAIN.

Ronald H. Ballou. (2004). *Logistica Administracion de la cadena de suministro*. Mexico: PEARSON EDUCACION.

Sabino, C. (1992). El proceso de la investigación . En C. Sabino, *El proceso de la investigación* . Caracas: Editorial Panamericana.

Shuttleworth, M. (24 de Febrero de 2008). *www.explorable.com*. Obtenido de www.explorable.com: <https://explorable.com/es/variable-independiente>

SMEtoolkit. (5 de Junio de 2013). *SMEtoolkit*. Obtenido de SMEtoolkit:

<http://mexico.smetoolkit.org/mexico/es/content/es/416/Pron%C3%B3stico-de-la-demanda>

Sunil Chopra Peter Meindl. (2008). *Administracion de la cadena de suministro*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.

Tamayo y Tamayo, Mario. (Febrero de 2003). El proceso de la investigación científica.

En M. T. Tamayo, *El proceso de la investigación científica* (pág. 25). Mexico:

Limusa. Obtenido de Definicion.de:

<http://definicion.de/metodologia/#ixzz463tPEX62>

Wigodski, J. (10 de Julio de 2010). <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/>.

Obtenido de <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/>:

<http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/variables.html>

www.azuay.gob.ec. (17 de Abril de 2015). Obtenido de www.azuay.gob.ec:

<http://www.azuay.gob.ec/generalidades>