



ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas.
Departamento de Matemáticas.**

“COMBINACIÓN DE SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y
ELEMENTOS DE MANIPULACIÓN EN UNA BODEGA:
RESOLUCIÓN MEDIANTE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD
ECONÓMICA.”

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Título de:

**MAGISTER EN CONTROL DE OPERACIONES Y
GESTION LOGISTICA**

Presentada por:

Miguel Ángel Eras Correa
Mario Eduardo Pérez Ycaza.

GUAYAQUIL – ECUADOR.

Año: 2015

AGRADECIMIENTO.

Agradecemos a todos quienes han colaborado en nuestras vidas para nuestro crecimiento profesional: profesores, padres, amigos, y en especial a nuestros motivadores personales, nuestros hijos.

DEDICATORIA.

A nuestros hijos.

DECLARACION EXPRESA.

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA POLITECNICA DEL LITORAL”.

(Reglamento de Graduación de la ESPOL).



Ing. Miguel Ángel Eras Correa



Ing. Mario Eduardo Pérez Ycaza.

TRIBUNAL DE GRADUACION.



M.Sc. Erwin Delgado Bravo

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



M.Sc. Víctor Vega Chica.

DIRECTOR DE TESIS.



M.Sc. Carlos Martín Barreiro

VOCAL

RESUMEN.

El presente estudio trata sobre la aplicación de varias técnicas de análisis en torno a un centro de distribución, con el fin de establecer los dimensionamientos óptimos y planificados en lo que respecta a sistemas de almacenamiento y manipuleo de cargas, de una empresa importadora y comercializadora de productos de bazar, hogar y juguetes.

Los análisis corresponden sobre una empresa en marcha, con varias décadas en el mercado, lo cual le da un valor adicional de poder dimensionar los problemas producidos por la falta de planificación propia de los emprendimientos, lo cual con el paso del tiempo se refleja en baja rentabilidad del negocio, producido por los sobregastos de una operación logística ineficiente.

En la primera parte se definirá todo el marco situacional de la operación logística de la empresa, se identifican las problemáticas y se establece su estructura de análisis y búsqueda de solución.

En la segunda parte se detallan teóricamente todas las opciones tecnológicas de solución presente en el mercado de uso común a la presente fecha.

Luego se define cual es la necesidad actual y futura de la operación logística de la empresa, para ahí poder establecer las combinaciones posibles de solución de sistemas de almacenaje y equipos de manipuleo.

Una vez establecida las opciones, se realiza el análisis y elección de opción optima, en función de beneficios financieros de rentabilidad en el mediano plazo, y oportunidad financiera en el largo plazo.

ÍNDICE GENERAL.

| | Pág. |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| RESUMEN..... | v |
| ÍNDICE GENERAL..... | vii |
| INDICE DE FIGURAS..... | x |
| ÍNDICE DE TABLAS..... | xi |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| | |
| CAPITULO 1 | |
| 1. GENERALIDADES..... | 3 |
| 1.1. Antecedentes..... | 3 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 5 |
| 1.3. Justificación del Problema..... | 6 |
| 1.4. Objetivo General..... | 9 |
| 1.5. Objetivos Específicos..... | 10 |
| 1.6. Metodología..... | 10 |
| 1.7. Estructura de la tesis..... | 11 |
| | |
| CAPITULO 2 | |
| 2. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y ELEMENTOS DE MANIPULACION: DEFINICIONES CONCEPTUALES. | 13 |
| 2.1. Antecedentes. | 13 |

| | |
|-------------------------------------------------------|----|
| 2.2. Sistemas de almacenamiento. | 14 |
| 2.2.1. Estanterías Convencionales. | 15 |
| 2.2.2. Estanterías Compactas o drive-in. | 17 |
| 2.2.3. Estanterías Dinámicas. | 20 |
| 2.2.4. Estanterías Drive in Satélite. | 21 |
| 2.2.5. Estanterías Especiales. | 22 |
| 2.3. Elementos de Manipulación. | 24 |
| 2.3.1. Transpaletas manuales. | 25 |
| 2.3.2. Transpaletas eléctricas. | 26 |
| 2.3.3. Apiladores manuales. | 27 |
| 2.3.4. Apiladores eléctricos. | 28 |
| 2.3.5. Carretillas contrapesadas de combustión. | 29 |
| 2.3.6. Carretillas contrapesadas eléctricas..... | 30 |
| 2.3.7. Carretillas contrapesadas retractiles, | 31 |
| 2.3.8. Carretillas contrapesadas trilaterales | 32 |
| 2.3.9. Carretillas contrapesadas Cuatro caminos. | 34 |
| 2.3.10. AGVS (Automatic Guided Vehicle Systems)..... | 36 |

CAPÍTULO 3

| | |
|--------------------------------------|----|
| 3. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA. | 37 |
| 3.1. Calculo de necesidades. | 37 |
| 3.2. Propuestas. | 47 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2.1. Revisión de propuesta de Simple Profundidad..... | 49 |
| 3.2.2. Revisión de propuesta de Simple Profundidad con pasillo súper-angosto. | 52 |
| 3.2.3. Revisión de propuesta de Doble Profundidad. | 54 |
| 3.3. Análisis del Estudio de Factibilidad Económica. | 57 |
| 3.3.1. Análisis Económico de opción de Estantería Simple. | 74 |
| 3.3.2. Análisis Económico de opción de Estantería Simple con pasillo angosto. | 76 |
| 3.3.3. Análisis Económico de opción de Doble Profundidad..... | 78 |
| 3.4. Análisis Comparativo de los Beneficios Financieros de las Opciones..... | 80 |

CAPÍTULO 4

| | |
|-----------------------------------------|----|
| 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. | 83 |
| 4.1. Conclusiones. | 83 |
| 4.2. Recomendaciones. | 84 |

APÉNDICES.

BIBLIOGRAFIA.

ÍNDICE DE FIGURAS.

Pág.

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1.1 Productos mal logrados por mal apilamiento. | 7 |
| Figura 1.2 Productos mal logrados por excesivo apilamiento. | 8 |
| Figura 1.3. Espacios de circulación reducidos. | 9 |
| Figura 2.1. Estantería Convencional. | 17 |
| Figura 2.2. Estantería Drive in | 19 |
| Figura 2.3. Estantería Dinámica | 21 |
| Figura 2.4. Estantería Drive in Satélite | 22 |
| Figura 2.5. Estantería Especial | 23 |
| Figura 2.6. Transpaleta manual | 26 |
| Figura 2.7. Transpaleta eléctrica | 27 |
| Figura 2.8. Apilador Manual | 28 |
| Figura 2.9. Apilador Eléctrico | 29 |
| Figura 2.10. Carretilla Contrapesada de combustión | 30 |
| Figura 2.11. Carretilla contrapesada Eléctrica | 31 |
| Figura 2.12. Carretilla Contrapesada Retráctil | 32 |
| Figura 2.13. Carretilla Contrapesada Trilateral | 34 |
| Figura 2.14. Carretilla contrapesada Cuatro Caminos | 35 |
| Figura 2.15. AGVS | 36 |
| Figura 3.1. Almacenaje a piso 1. | 38 |
| Figura 3.2. Almacenaje a piso 2. | 38 |
| Figura 3.3. Almacenaje a piso 3. | 39 |
| Figura 3.4. Espacios alquilados en proveedores externos. | 39 |
| Figura 3.5. Grafica Venta Anual absoluta y tasa de crecimiento anual, periodo 2010-2014..... | 43 |
| Figura 3.6. Variación porcentual del PIB del Ecuador, periodo 2010 al 2014..... | 44 |
| Figura 3.7. Estantería de Simple profundidad..... | 50 |
| Figura 3.8. Carretilla de contrapeso retráctil tipo single reach..... | 51 |
| Figura 3.9. Transpaleta eléctrica uso montado. | 51 |
| Figura 3.10. Transpaleta eléctrica uso a pie. | 51 |
| Figura 3.11. Carretilla de contrapeso retráctil tipo Trilateral. | 53 |
| Figura 3.12. Estantería de doble profundidad. | 55 |
| Figura 3.13. Carretillas de contrapeso retráctil tipo double reach. | 56 |
| Figura 3.14. Carretillas de contrapeso retráctil tipo double reach con Mástil en altura..... | 56 |
| Figura 3.15. Grafica comparativa de TIR, y Tasa de rendimiento futuro anual contra inversión inicial. | 82 |

ÍNDICE DE TABLAS.

| | Pág. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 3.1. Venta Anual periodo 2010 - 2014..... | 42 |
| Tabla 3.2. Proyección lineal de Venta Anual periodo 2015 – 2019..... | 45 |
| Tabla 3.3. Tabla detalle de Costos de inversión en opción Estantería Simple..... | 52 |
| Tabla 3.4. Tabla detalle de Costos de inversión en opción Estantería Simple con pasillo angosto..... | 54 |
| Tabla 3.5. Tabla detalle de Costos de inversión en opción Doble Profundidad..... | 57 |
| Tabla 3.6. Tabla Gasto Anual real de sueldos y beneficios sociales de un auxiliar de bodega. | 60 |
| Tabla 3.7. Tabla Gasto Anual real de sueldos y beneficios sociales de un montacargista. | 61 |
| Tabla 3.8. Consumo Eléctrico anual de Equipo Single Reach..... | 63 |
| Tabla 3.9. Consumo Eléctrico Anual de Equipo Trilateral. | 63 |
| Tabla 3.10. Consumo Eléctrico Anual de Equipo Double Reach. | 64 |
| Tabla 3.11. Consumo Eléctrico Anual de Equipo Transpaleta. | 64 |
| Tabla 3.12. Consumo Eléctrico de máquinas requeridas para Opción Estantería Simple..... | 65 |
| Tabla 3.13. Consumo Eléctrico de máquinas requeridas para opción Estantería Simple con pasillo estrecho. | 65 |
| Tabla 3.14. Consumo Eléctrico de máquinas requeridas para opción Estantería Doble Profundidad..... | 65 |
| Tabla 3.15. Costo de mantenimiento anual de máquinas para opción de Estantería Simple. | 67 |
| Tabla 3.16. Costo de mantenimiento anual de máquinas para opción de Estantería Simple con pasillo estrecho..... | 67 |
| Tabla 3.17. Costo de mantenimiento anual de máquinas para opción de Doble Profundidad. | 67 |
| Tabla 3.18. Calculo de valor de desecho por método comercial de las inversiones en opción de Estantería Simple..... | 70 |
| Tabla 3.19. Calculo de valor de desecho por método comercial de las inversiones en opción de Estantería Simple con pasillo estrecho..... | 71 |
| Tabla 3.20. Calculo de valor de desecho por método comercial de las inversiones en opción de Doble Profundidad..... | 72 |
| Tabla 3.21. Flujo de caja detallado de Evaluación Financiera de opción Estantería Simple. | 75 |
| Tabla 3.22. Flujo de caja detallado de Evaluación Financiera de opción Estantería Simple con Pasillo Angosto. | 77 |

| | Pág. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| Tabla 3.23. Flujo de caja detallado de Evaluación Financiera de opción Esterería de Doble Profundidad. | 79 |
| Tabla 3.24. Resumen Comparativo de Beneficios por Opción..... | 80 |

INTRODUCCIÓN.

Según la teoría de la evolución de Charles Darwin, todo ecosistema donde viven los seres vivos cuentan con recursos finitos, y estos seres vivos deben competir por estos recursos para subsistir; y los que logren adaptarse mejor al ecosistema logran más recursos y por ende la supervivencia. Dicha teoría ampliamente aceptada en el mundo científico, se practica con facilidad en el mundo de los negocios: Las Economías de todos los países cuentan con recursos limitados, y las empresas deben competir de la mejor manera para obtener dichos recursos económicos; las empresas que mejor se han adaptado a la forma de hacer las cosas (tecnología), son las que sobreviven. Las palabras claves son Adaptación y Supervivencia.

El presente estudio pretende ser un ejemplo de guía lógica y científica, de como las empresas deben considerar la constante evolución de sus formas de hacer las cosas, para adaptarse al entorno económico y tecnológico en que se desenvuelve y poder trascender en el tiempo. Este estudio se desarrolla en el entorno operativo del centro de distribución de una compañía Importadora de artículos de Bazar, juguetería y hogar.

En el desarrollo del Estudio, se establecerá con claridad las problemáticas detectadas en la operación de bodega, se analizarán las opciones tecnológicas

disponibles para su solución y se realizara el análisis financiero de sus conveniencias de aplicación en el mediano y largo plazo.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

“El éxito de la ejecución es la planificación”, es una de las máximas administrativas conocidas en las escuelas de administración, la cual a través de la historia empresarial notamos por demás la confirmación de esta teoría. Sin embargo hay que considerar que en nuestra realidad Ecuatoriana donde la mayoría de unidades empresariales son emprendimientos familiares, representando estas el 77% de las 500 empresas más grandes del Ecuador según un estudio del Instituto de Dirección de Empresas (IDE)¹; dichas empresas familiares surgen muchas veces producto de la necesidad de independencia económica de un individuo o la visión de una oportunidad de negocios de un microempresario; en la cual dichos emprendimientos son impulsados por individuos no necesariamente organizados empresarialmente, o con las capacidad de visión que demanda dicho negocio; con lo cual producto del éxito o suerte de dicho negocio, con el pasar de los años prosperan y crecen de una

forma poco eficiente en cuanto al uso de los recursos; llegando a un punto en el que el mismo crecimiento del cual se siente orgullosa la empresa comienza a ser fuente de pérdidas económicas por la poca previsión u organización del crecimiento ordenado y proyectado.

Manteniendo el manejo de las empresas con sus emprendedores fundadores, suelen caer en el mismo error de planificación, cuando para minimizar las pérdidas suelen hacer inversiones en soluciones poco efectivas afectando directamente a la utilidad económica de la empresa.

La antigua escuela de negocios establecía que para mejorar la utilidad, simplemente había que mejorar la venta y disminuir los gastos, lo cual es una regla esencial ineludible e irrefutable, pero con el pasar de los años y la profesionalización y tecnificación de las herramientas en las tomas de decisiones ha hecho de que esta brecha entre la venta y el gasto sea definido por soluciones científicas de la forma de hacer las cosas, esto es por intermedio de cálculos matemáticos de los momentos y cantidades exactas de hacer o producir las cosas.

1.2. Planteamiento del problema

La compañía ESAN es una empresa familiar que se dedica a la importación y distribución nacional de artículos de bazar y juguetería, cuyas actividades de su negocio gira principalmente en el manejo del tránsito de mercadería desde un centro de distribución nacional hacia todos los almacenes propios y de distribuidores en todo el Ecuador.

La Empresa ESAN en sus inicios presento operaciones altamente rentables en cuanto al cuidado de sus productos, y uso eficiente de sus recursos, pero en los últimos años dicha eficiencia se ha visto disminuida al tener reportes mensuales de hasta el 2% de deterioro de unidades despachadas en determinados ítems. Dicho incremento en el porcentaje de perdidas curiosamente va de la mano con el incremento de ventas de la compañía. Por lo cual hasta el día de hoy dichas perdidas se han visto justificadas por el crecimiento total del ingreso neto por ventas en positivo.

Adicional al crecimiento de los volúmenes de ventas, se ha identificado el crecimiento en la necesidad de alquiler de espacios en empresas especializadas en este tipo de servicio, con sus respectivos costos adicionales y afectación a la utilidad general.

1.3. Justificación del Problema

Realizando un análisis pormenorizado del incremento de las pérdidas por deterioro (ver figura 1.1 y 1.2) y de los costos de almacenamiento, notamos que el dimensionamiento y diseño del sistema logístico de almacenamiento no está acorde con el manejo y tráfico actual de la compañía, por lo cual la compañía ESAN está registrando adicional a las pérdidas por deterioro:

- pérdidas de dinero e imprecisión en las extensas tomas de inventarios.
- pérdidas de dinero en la ocupación de tiempo-hombre al tener despachos más complicados de ubicar dentro del almacén.
- pérdida de valor por el costo de oportunidad de ventas de producto no ubicado o malogrado en el almacén.
- pérdida de imagen y credibilidad en el mercado al tener productos defectuosos o de mala calidad por aplastamiento de almacenaje (ver figura 1.1 y 1.2).
- pérdida de imagen por despachos muy lentos y demorados en comparación con la competencia, por los reducidos espacios de circulación (ver figura 1.3).



Figura 1.1. Productos mal logrados por mal apilamiento.



Figura 1.2 Productos mal logrados por excesivo apilamiento.



Figura 1.3. Espacios de circulación reducidos.

1.4. Objetivo General

Diseñar un sistema logístico de almacenamiento que combine infraestructuras y elementos de manipulación, acordes con la realidad actual de la empresa, y que se proyecten para un crecimiento organizado de la misma.

1.5. Objetivos Específicos

Los objetivos específicos que persigue la tesis son:

- Establecer un óptimo sistema de almacenaje determinado por la necesidad Volumétrica real de la compañía, acorde a sus estadísticas de ventas.
- Disminuir los tiempos de despacho permitiendo un mejor acceso a los productos.
- Determinar las alternativas de manipulación de productos para el giro del negocio.
- Establecer las posibles combinaciones del sistema de almacenaje y de los elementos de manipulación, y determinar la combinación optima de acuerdo al análisis económico que se ajuste a la realidad de inversión de la compañía.
- Disminuir todas las pérdidas de valor y dinero inherentes a la manipulación del inventario.

1.6. Metodología

En función de los antecedentes descritos, la metodología aplicada en la presente tesis consistirá de lo siguiente:

- Analizar y comprender el giro de negocio de la empresa, establecer su realidad actual e inferir su proyección futura. Para lo

cual determinaremos el número de sku's, determinar la demanda promedio, luego determinar las posiciones requeridas y sus respectivas estibas.

- Determinar los recursos de herramientas y espacios con los que cuenta la empresa para analizar una mejor adaptación del sistema de almacenaje a este.
- Establecer alternativas de sistemas de almacenamiento y manipulación.
- Valorar cada alternativa, mediante un análisis de costo – beneficio.
- Proponer la solución final mejorando la logística interna de la bodega.

1.7. Estructura de la tesis

La presente tesis buscará la solución al problema planteado a través de dos fases:

Fase 1. Análisis y Descripción del sistema de Almacenaje y manipuleo de cargas.

En la fase 1 se definirá el modelo del negocio, su funcionamiento y pormenores dentro del centro de distribución, la capacidad de

almacenaje, así como un análisis de las tendencias de ventas y sus implicaciones operativas,.

Fase 2. Identificación de posibles combinaciones de solución del sistema de almacenaje-manipuleo y determinación de combinación óptima.

En esta fase con la información de la fase 1 se analiza todo el espectro posible de soluciones para sistemas de almacenaje y manipuleo de carga, acotándolas hacia la realidad de la compañía, para luego establecer una matriz de costo beneficio de las opciones y determinar la óptima considerando los crecimientos futuros de la compañía.

CAPÍTULO 2

2. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y ELEMENTOS DE MANIPULACION: DEFINICIONES CONCEPTUALES.

2.1. Antecedentes.

Desde el principio de los tiempos, donde el hombre primitivo aprendió a cazar para sobrevivir en tiempos favorables, y a guardar alimentos para sobrevivir en tiempos no favorables, rudimentariamente desarrolló los primeros conceptos de stock de seguridad y su respectivo sistema de almacenamiento. El desarrollo de estas ideas las vemos a través de la historia tanto en el aspecto comercial como industrial, esta última alcanzando saltos increíbles de desarrollo en la llamada revolución Industrial, donde indiscutiblemente el objetivo de eficacia y eficiencia de las líneas de producción que conllevaban a la implementación de la conocida economías de escalas, lo que traducido en términos matemáticos es producir más a menor costo unitario; y es

precisamente donde este producir más implicaba mayor capacidad volumétrica para almacenar, lo que en el transcurrir de los tiempos y disponibilidad de nuevas tecnologías requirió el análisis y profundización de los sistemas de almacenamientos, llegando a desarrollarse hasta la actualidad una gran gama de opciones para las diferentes necesidades de almacenamiento y sus respectivos elementos de manipuleo.

2.2. Sistemas de almacenamiento.

Es indudable que de forma superflua el concepto de almacén o sistema de almacenamiento va ligado con el pensamiento de mercadería o productos guardados en un área física, que en términos monetarios sería dinero guardado, lo cual sería un desperdicio en términos de rentabilidad, y es esto último lo que precisamente busca evitar los modernos sistemas de almacenamiento: evitar el desperdicio de rentabilidad, ya sea por:

- Quiebres de inventarios para atender la demanda,
- Ineficiencias en los sistemas de distribución física al mercado.
- Daños de mercadería.
- Perdidas de oportunidades comerciales en compras por volumen, etc.

De todo esto nace la extrema responsabilidad de adoptar sistemas de almacenamientos que representen una solución acorde a la realidad de las empresas.

Por ende procederemos a analizar los distintos tipos de sistemas de almacenamientos disponibles en la actualidad, para lo cual acotaremos nuestro análisis en los tipos de sistemas de almacenamiento según el tipo de estanterías para carga paletizada:

- Estanterías convencionales.
- Estanterías compactas o drive-in.
- Estanterías dinámicas.
- Drive in Satélite.
- Estanterías especiales.

2.2.1 Estanterías Convencionales.

Es el sistema de almacenamiento más conocido y usado, por su costo y versatilidad para almacenajes de gran cantidad de ítems y relativos pocos pallets por ítem.

Este sistema consiste en la disposición paralela de una serie de estanterías con profundidad de un pallet y con alturas relativa de hasta 12 o un poco más de niveles (ver figura 2.1).

La administración de la ubicación de los productos se facilita con la ayuda de modernos software de manejo de bodegas o llamados WMS (Warehouse Management System), en el cual a cada pallets se le asigna un "domicilio", que consiste en una nomenclatura alfanumérica que indica el pasillo, percha y altura en la que se encuentra el pallet.

Cabe indicar que este sistema de "domiciliado" no es exclusivo de este tipo de perchas, pero es más sencillo explicarlas y aplicarla en este tipo.

Dado que la naturaleza de este tipo de estanterías es de uno o dos pallets por posición, facilita para que la accesibilidad sea siempre optima, con el obvio costo de necesitar más pasillos por estantería. Este sistema es altamente recomendado en almacenes con una gran cantidad de referencias o ítems, y una relativa baja cantidad por ítems.

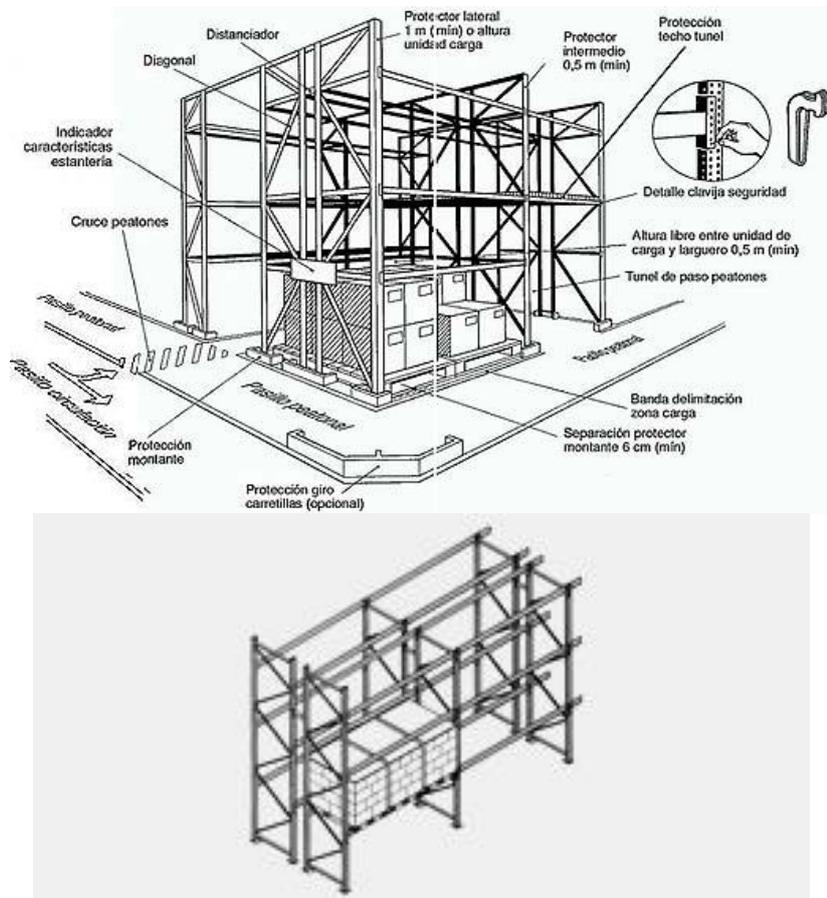


Figura 2.1. Estantería Convencional

2.2.2. Estanterías Compactas o drive-in.

Este tipo de estanterías son de uso común en industrias como la de refrescos y gaseosas, donde existen un reducido número de ítems, pero gran volumen de productos por ítem, en la cual procura la ocupación máxima del almacén.

En este tipo de estanterías se forman calles dentro de la misma estantería, en la que ingresa el montacargas a dejar o retirar el pallet con el producto (Ver figura 2.2).

Como notamos en la gráfica, el uso de este tipo de estantería requiere la definición de reglas básicas en su uso, por cuanto como notamos para acceder a los pallets de al fondo hay que retirar los del frente, y para retirar los de arriba, hay que retirar los de abajo, para que pueda acceder el montacargas, por lo cual lo aconsejable es el uso para almacenes de altísimo volumen por referencia o el uso del espacio es demasiado caro, por ejemplo áreas refrigeradas. Para el uso de este tipo de estanterías, tenemos la restricción del ancho de los montacargas, por lo cual debería ser no menos de 1,20 metros, es decir que los pallets son colocados con su lado más ancho frontalmente al área de trabajo del montacargas.

Otra de las limitantes de este tipo de estantería es el tema de las fechas de caducidad o sistemas de administración de inventarios FIFO (first in, first out), ya que al alimentar la estantería con producto fresco, habría que retirar primero el producto antiguo para ponerlo luego al frente, y facilitar el despacho ordenado. Lo cual implica mayor cantidad de

movimientos. Cuando la estantería drive-in tiene acceso por ambos lados de los callejones, se los denomina estanterías drive-through.

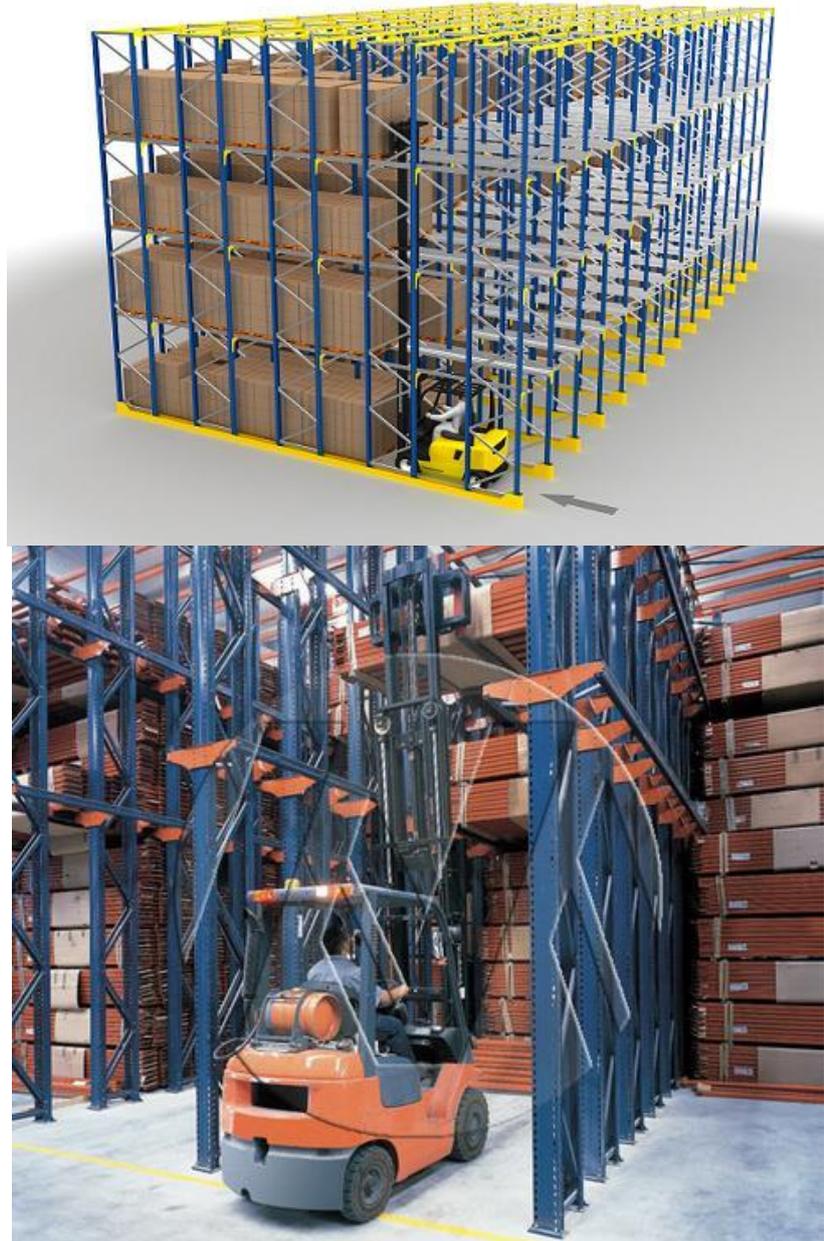


Figura 2.2. Estantería Drive in .

2.2.3. Estanterías Dinámicas.

La disposición estructural espacial de este tipo de estanterías es parecida a la Drive-in, por cuanto es un volumen compacto mono-elemento, pero con la diferencia de que no hay acceso de callejones para los montacargas, y en vez de esto hay un sistema de rodillos en cada nivel de pallets.

Su funcionamiento consiste en la alimentación de pallets desde un extremo, luego este pallets por efecto de la gravedad por la ligera inclinación de los rodillos avanza hasta el siguiente extremo de la estantería o hasta encontrarse con otro pallets, de esta manera por efecto de la gravedad siempre hay un pallet disponible para el despacho. (ver figura 2.3)

Este sistema tiene la bondad de mayor accesibilidad que el drive in, por cuanto la limitante solo está en el área de un pallets y no en el área frontal del montacargas como en el drive-in, adicional que el mismo sistema de gravedad nos asegura la disponibilidad inmediata del pallet.

Adicional a esto, por el mismo hecho de siempre estar abastecida el frente de despacho según vayan

ingresando los pallets, asegura un correcto FIFO en el sistema.

El inconveniente de este tipo de estantería está en el nivel de inversión mayor, por la disposición de rodillos, llegando a ser hasta 9 veces mayor que las drive-in.

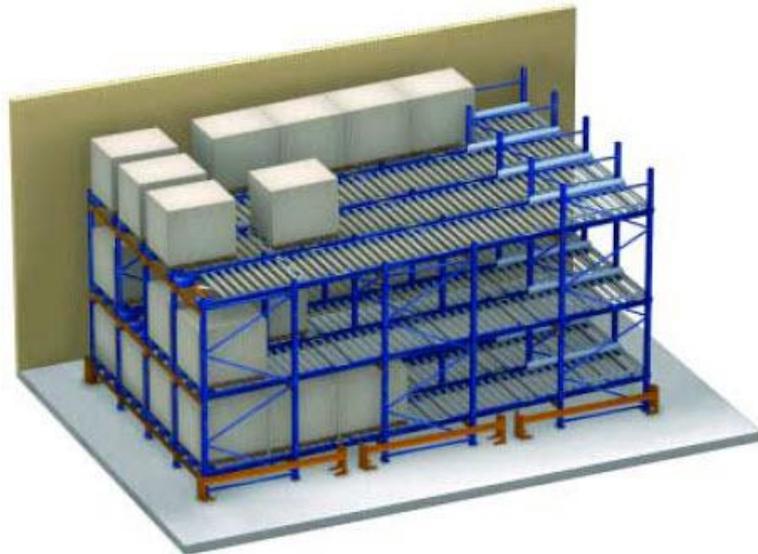


Figura 2.3. Estantería Dinámica.

2.2.4. Estanterías Drive in Satélite.

Este tipo de estantería es una variación del tipo de estantería compacta o drive-in, para lo cual se requiere de montacargas especiales, dotados con un sistema de cabezal o brazo extensible que coloca el pallet en profundidad de hasta 5 o 6 pallet de profundidad de altura (ver figura 2.4).

Adicional, la estantería tiene un sistema especial de rodillos para su desplazamiento interno del pallet.

Este tipo de estantería da una versatilidad mayor al drive in, ya que podemos almacenar diferentes tipos de productos por nivel sin perder accesibilidad, lo cual es el problema del drive-in, pero con la desventaja de un mayor costo en equipos.



Figura 2.4. Estantería Drive in Satélite .

2.2.5. Estanterías Especiales.

Como es de imaginar, la gran variedad de productos que existen en el mercado da paso a una infinidad de

requerimientos en los tipos de almacenaje, tal como son los casos de cargas largas, bidones, balas, carretes, etc.

A la par de estos tipos de requerimientos, se han creado una variedad de soluciones, por ejemplo estanterías para cargas largas o cantiléver, especiales para el almacenamiento de tubos y perfiles. Consisten en bastidores verticales y escuadras a diferentes alturas insertadas en orificios especiales de los bastidores. Disponiendo un almacenamiento en horizontal de dichas cargas. (ver figura 2.5)

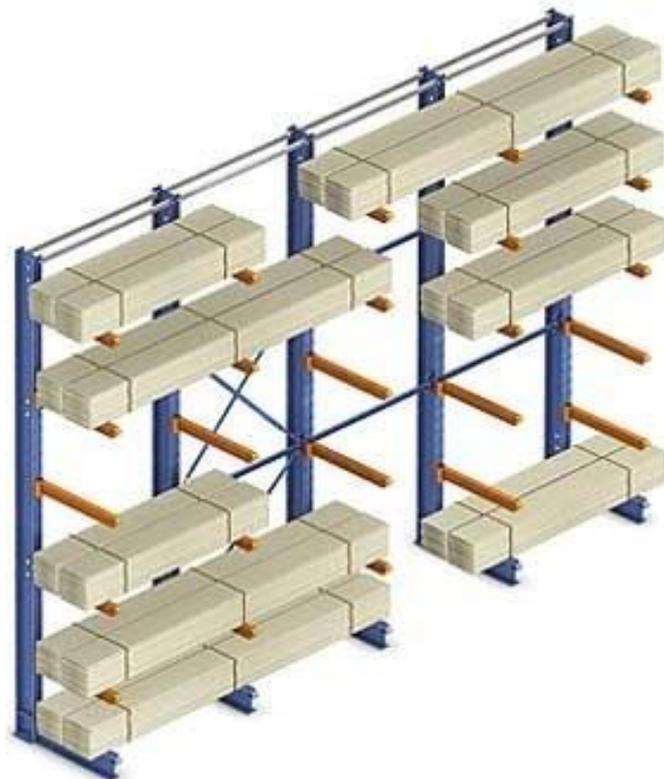


Figura 2.5. Estantería Especial.

2.3. Elementos de Manipulación.

El principio de libre mercado en macroeconomía consiste en permitir la actuación libre y voluntaria de los actores comerciales en competencia mutua, para ofrecer al consumidor productos de mejor calidad y más económicos de lo que pueda ofrecer la competencia. Y es precisamente este principio de libre mercado, que ha obligado a las empresas a estar en un constante proceso de mejora y eficiencia continua a través del tiempo, para entregar productos en menor tiempo, de óptima calidad en manipulación y con costos de manipulación más bajos, lo cual se ha logrado mediante las innovaciones tecnológicas en la producción y manipulación, con lo cual llegamos a encontrar una variedad de opciones modernas de manipuleo móvil de cargas, entre las cuales las más importantes son:

- Transpaletas manuales,
- Transpaletas eléctricas,
- Apiladores manuales,
- Apiladores eléctricos,
- Carretillas contrapesadas de combustión.
- Carretillas contrapesadas eléctricas
- Carretillas contrapesadas retractiles,
- Carretillas contrapesadas trilaterales

- Carretillas contrapesadas Cuatro caminos.
- AGVS.

2.3.1. Transpaletas manuales.

Este equipo es el más común, básico y económico de los sistemas de manipuleo de cargas,

Está compuesto de dos brazos paralelos horizontales y una horquilla, un timón guía y ruedas. La carga en el pallet es levantada mediante la horquilla hasta unos 15 cm para que no toque el suelo y poder desplazarla; hay con capacidad de hasta 2 Toneladas, y en término medio es utilizado para traslado de cargas a cortas distancias, solo en el plano horizontal. (ver figura 2.6).



Figura 2.6. Transpaleta manual.

2.3.2. Transpaletas eléctricas.

Este equipo es básicamente el mismo equipo descrito líneas atrás pero con el plus de un motor eléctrico en la rueda trasera para apoyar el desplazamiento. Funcionan con una batería eléctrica recargable con autonomía de hasta 12 horas; la capacidad de carga es de hasta 3

toneladas, y el conductor puede ir a pie o subido en una plataforma en el mismo equipo. (Ver figura 2.7).



Figura 2.7. Transpaleta eléctrica.

2.3.3. Apiladores manuales.

La necesidad de optimización del uso de espacios obliga a ocupar espacios en altura, lo que conlleva a la evolución de las transpaletas para que levanten cargas, de esta manera se logra el dominio de la carga en el sentido horizontal y vertical. Su composición estructural es la de las transpaletas, el mástil, y un sistema hidráulico que puede funcionar por acción manual o eléctrica para el levantamiento de cargas. (ver figura 2.8).



Figura 2.8. Apilador Manual .

2.3.4. Apiladores eléctricos.

La base conceptual es la misma que el apilador manual, pero con la diferencia de ser accionado mediante motor eléctrico, que mejora el rendimiento de horas hombre.

El conductor puede ir de acompañante o en plataforma en el equipo.

Su uso es para distancias relativamente cortas, pero con necesidad en altura, por lo general en grandes comisariatos donde la mercadería va en perchas de altura.

Su capacidad es de hasta 1,5 toneladas para alturas de no más de 4 metros. (ver figura 2.9).



Figura 2.9. Apilador Eléctrico .

2.3.5. Carretillas contrapesadas de combustión.

La evolución de la tecnología de motores permitió combinar los motores de combustión interna, con las transpaletas y elevadores, permitiendo la disponibilidad de un equipo de alta capacidad de carga, y versatilidad de trabajo tanto en distancia como en altura.

En términos generales requieren pasillos de hasta 4 metros de ancho, pueden cargar en promedio 3,5 toneladas, pero claro está que a mayor altura lo recomendable es disminuir la carga sometida, pudiendo llegar hasta 5 metros de altura, para lo cual se utiliza brazos hidráulicos telescópicos. Las horquillas pueden disponer de movimientos giratorios o de un desplazador lateral. (ver figura 2.10).



Figura 2.10. Carretilla Contrapesada de combustión .

2.3.6. Carretillas contrapesadas eléctricas

En ciertos países por regulaciones ambientales de seguridad y calidad, se prohíbe el uso de equipos de combustión interna, por la emanación de humo, con lo cual las alternativas de uso conlleva al desarrollo de las carretillas con propulsión de motores eléctricos, (ver figura 2.11).



Figura 2.11. Carretilla contrapesada Eléctrica.

2.3.7. Carretillas contrapesadas retractiles,

Son como las carretillas convencionales detalladas anteriormente, con el aditamento de un sistema en el mástil que permite extender la carga hacia atrás y adelante, mediante un carro portador; la gran ventaja de este tipo de carretillas es la necesidad de menor espacio de pasillos (2,50 metros), así como la gran capacidad de altura, de hasta 12 metros. (ver figura 2.12). Dado que este equipo se fundamenta en la poca necesidad de espacio de pasillos, su accionamiento es mediante motores eléctricos que ocupan menos espacio que los de combustión interna, por lo cual su logística de funcionamiento requieren cargadores

eléctricos para sus baterías y baterías de repuesto para usos prolongados.

Dada su capacidad para manejo en altura, el equipo es relativamente más pesado y lento que la carretilla convencional, pero suple esta desventaja con sus capacidades ya descritas.

Su uso es específicamente para manipuleo de cargas dentro del almacén, no siendo viable su utilización para la estiba dentro del camión (debido a la altura del mástil).



Figura 2.12. Carretilla Contrapesada Retráctil .

2.3.8. Carretillas contrapesadas trilaterales

Son equipos dotados con un sistema articulado frontal, que le permite operar tanto en sentido frontal como izquierdo y derecho del pasillo, sin necesidad que la parte móvil de la

carretilla tenga que moverse en el sentido de la carga. Lo cual dota al sistema de gran ventaja en cuanto a requerimiento espacial. Tan solo se requiere de hasta 2 metros de ancho.

Puede operar en alturas de hasta 12 metros, con lo cual es necesario que a esa altura, donde el operario ya no alcanza a divisar la exactitud de trabajo, se dote a los equipos de sistemas de cámaras. (ver figura 2.13).



Figura 2.13. Carretilla Contrapesada Trilateral .

2.3.9. Carretillas contrapesadas Cuatro caminos.

Son equipos dotados especialmente para manejo de cargas largas, con la facilidad de movimiento en los cuatros

sentidos horizontales, más la característica de elevación.
(ver figura 2.14).



Figura 2.14. Carretilla contrapesada Cuatro Caminos .

2.3.10. AGVS (Automatic Guided Vehicle Systems).

Son equipos de la llamada era robótica, por cuanto funcionan con computadoras y sistemas algorítmicos capaces de seguir instrucciones guiadas por sensores electromagnéticos y radiofrecuencias. Es de elevado costo, por lo cual su uso se ha limitado a industrias de alta tecnología como la automotriz y electrónica. (ver figura 2.15).

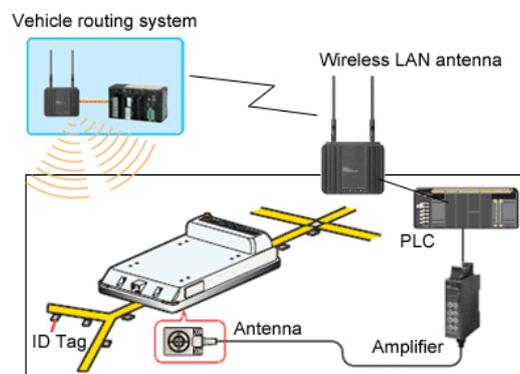


Figura 2.15. Equipo AGVS .

CAPÍTULO 3

3. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGIA.

3.1. Calculo de necesidades.

ESAN es una compañía con un movimiento comercial de alrededor \$10`000,000 anuales en ventas en el 2014, especializado en productos de tendencia en el sector de Bazar, accesorios de hogar, juguetería, y artículos de uso hospitalario, con canales de distribución al detal y mayorista, cuyo ciclo operativo-comercial consiste en la búsqueda internacional de proveedores, negociación, producción, transporte internacional, almacenaje en bodega y despacho a clientes.

En lo que respecta al almacenaje, materia del presente estudio, ESAN, producto del crecimiento comercial se ha ido adaptando a los movimientos comerciales haciendo uso de un mix de sistema de almacenaje a piso en sus instalaciones (ver gráfica 3.1, 3.2, y 3.3) y alquilando espacios de racks en proveedores externos especializados en almacenaje (ver gráfica 3.4).



Figura 3.1. Almacenaje a piso 1.



Figura 3.2. Almacenaje a piso 2.



Figura 3.3. Almacenaje a piso 3.



Figura 3.4. Espacios alquilados en proveedores externos.

En lo que respecta al almacenaje a piso, lo hace en sus bodega de 12 m de altura en el centro y 8 m de altura a los costados, de 5458 m² con una capacidad aproximada de 3000 posiciones (carga palletizada), y mensualmente alquila alrededor de 4000

posiciones a un costo de \$12 mensual por posición, incluido el costo del flete hacia y desde la bodega.

En lo que respecta al manipuleo de carga, cuenta con 4 montacargas de combustión para la carga y descarga desde contenedor hasta el interior de la bodega, y carretillas manuales para el despacho.

Su Operación de abastecimiento consiste en mantener en stock en su bodega a piso todos los ítems hasta completar su capacidad, y el saldo lo envía a almacenaje externo; y cuando se agota el disponible en bodega, ejecuta la transferencia física desde las bodegas externas hacia sus bodegas, con los respectivos gastos de transporte y manipuleo.

Para establecer las opciones de optimización de recursos y operaciones de ESAN, debemos partir de la proyección de los volúmenes de ventas históricas de la compañía.

Dada la naturaleza del negocio de distribución de mercadería de bazar y juguetes, el negocio se maneja en gran parte en función de las estacionalidades festivas a lo largo del año, es decir que presentan representativos picos de ventas en determinadas épocas del año, las cuales son:

- Carnaval.

- Inicio de clases.
- Día de la madre.
- Día del padre.
- Día del niño.
- Halloween.
- Navidad.
- Fin de año.

Esto significa que en el análisis de las ventas hay que considerar la periodicidad y estacionalidad de dichas ventas, para lo cual hay una complicación en el análisis, por cuanto si bien la compañía tiene ya varias décadas establecida en el mercado, solo hay acceso a la estadística de venta global anual desde el año 2010 por cambios de plataformas informática, lo cual nos impide poder pronosticar las ventas con el uso de algún método estadístico más exacto que un promedio; sin embargo a pesar de esta limitante, y considerando el hecho de que el negocio de importación requiere varios meses de anticipación para temas de negociación con fabricante, proceso de fabricación, transporte desde las plantas en el exterior, y procesos de nacionalización; lo cual implica un amplio stock de seguridad, y casi ninguna capacidad para reaccionar a variaciones puntuales y rápidas de

ventas, tomaremos los valores macros de ventas anuales y proyectaremos su incremento para un panorama de 5 años, considerando la variación porcentual anual y comparando con la tasa de variación del PIB del país; y una vez definida la tasa optima de crecimiento definiremos la capacidad requerida investigando el requerimiento volumétrico en bodega por cada dólar de venta.

Como notamos en la tabla 3.1 las ventas en el año 2014 fueron de \$10,681,054.77 y considerando dicho histórico tenemos que el incremento promedio de la variación de venta anual de los últimos 5 años está en 3.01% (ver gráfica 3.5)

| AÑO | VENTA | VARIACION % VTA. |
|------------|------------------|-------------------------|
| 2010 | \$ 9,488,239.15 | |
| 2011 | \$ 9,802,299.86 | 3.31% |
| 2012 | \$ 10,064,021.27 | 2.67% |
| 2013 | \$ 10,356,884.29 | 2.91% |
| 2014 | \$ 10,681,054.77 | 3.13% |

Tabla 3.1. Venta Anual periodo 2010 - 2014.

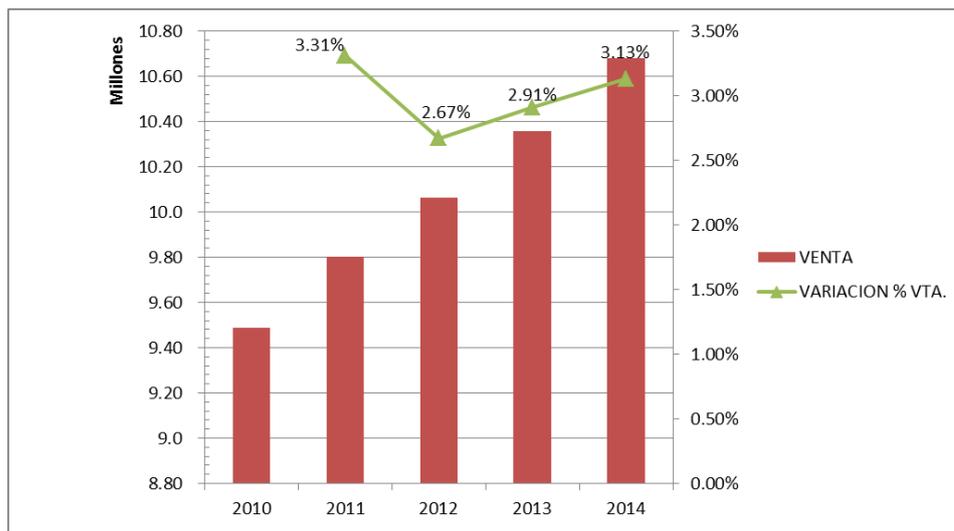


Figura 3.5. Grafica Venta Anual absoluta y tasa de crecimiento anual, periodo 2010-2014.

Considerando lo dicho en el párrafo anterior, comparamos el crecimiento porcentual promedio de la venta del 3.01% con el valor de la variación de la Tasa del Producto Interno Bruto (PIB) de la República del Ecuador¹ en el mismo periodo, el cual cómo podemos ver en la gráfica 3.6 su valor promedio es 4.98%. Considerando estos dos valores y tomando en cuenta el actual panorama económico nacional e internacional, en el cual por la baja del precio del petróleo Ecuatoriano que ha provocado una baja en la inversión pública, y control de gasto estatal, sumado a las devaluaciones de las monedas internacionales en contraposición con el dólar, provocando una reducción del flujo de dinero en el sistema económico Ecuatoriano, consideramos tomar

¹ Fuente: Estadísticas del Banco Central del Ecuador.

como valedera la tasa de crecimiento de ventas de la empresa (3.01%) como un valor prudente para la proyección de venta a un panorama de 5 años plazo del proyecto.

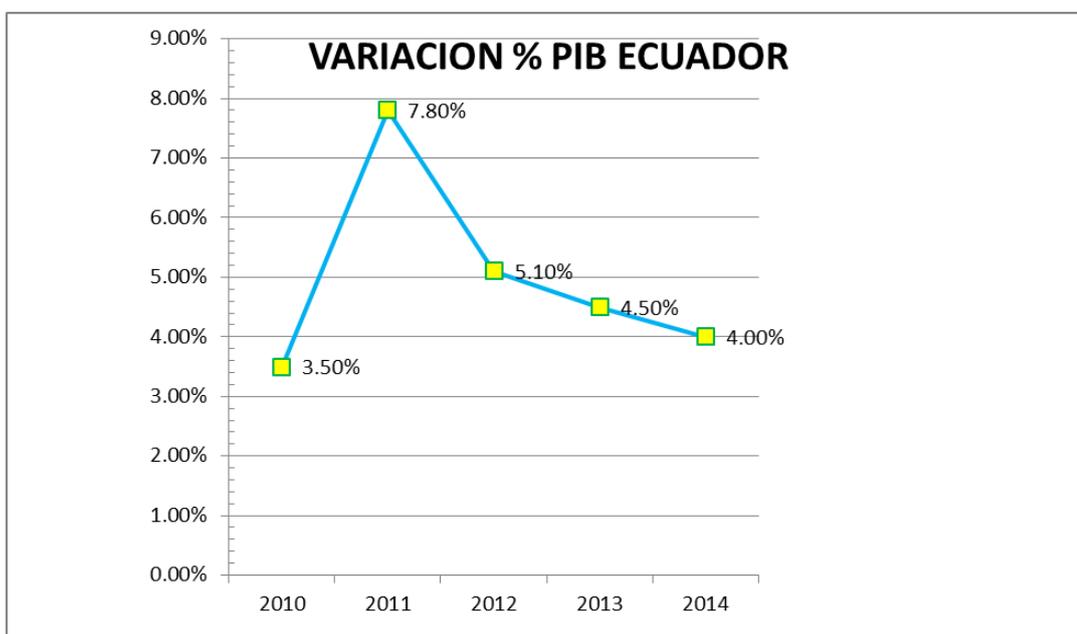


Figura 3.6. Variación porcentual del PIB del Ecuador, periodo 2010 - 2014.

Con este valor proyectamos el promedio de venta para el 2019 en \$ 12`385,275.57 (ver tabla 3.2), es decir que la venta promedio mensual para el año 2019 es \$ 1`032,106.30.

| AÑO | VENTA | VARIACION % VTA. |
|------|-------------------------|------------------|
| 2010 | \$ 9,488,239.15 | |
| 2011 | \$ 9,802,299.86 | 3.31% |
| 2012 | \$ 10,064,021.27 | 2.67% |
| 2013 | \$ 10,356,884.29 | 2.91% |
| 2014 | \$ 10,681,054.77 | 3.13% |
| 2015 | \$ 11,002,020.46 | 3.01% |
| 2016 | \$ 11,332,631.18 | 3.01% |
| 2017 | \$ 11,673,176.74 | 3.01% |
| 2018 | \$ 12,023,955.70 | 3.01% |
| 2019 | \$ 12,385,275.57 | 3.01% |

Tabla 3.2. Proyección lineal de Venta Anual periodo 2015 - 2019.

De los datos Logístico de Importaciones y almacenes de la compañía, se debe considerar que el contenedor de 40" importado, tiene un volumen de 67.7 m³ y un valor aproximado de venta de \$41,076; adicional de que un pallet promedio tiene 1m x 1,2m x 1,41m = 1,69m³; es decir que un contenedor requiere de $(67.7/1.69)= 40$ ubicaciones de almacenaje (pallets); lo cual significa que por cada \$1.000 de ventas se requiere $(\$1000*40/\$41,076) = 0.97380$ posiciones en bodega.

Considerando el ultimo valor obtenido, significaría que para el proyecto de bodega al 2019 con una venta mensual de \$1`032,106.30 se requeriría de

$((\$1`032,106.30 /1,000)*0.97380)=$ **1,005.07 posiciones de almacenamiento.**

Como vimos en la definición del modelo de negocio, hay grandes tiempos previos a la venta, los cuales consisten en término medio así:

-Negociación internacional a fabrica: 0.75 mes.

-Fabricación del pedido: 1 mes.

-Transporte Internacional: 3 meses.

-Nacionalización: 0.25 mes.

Es decir que previo a estar el producto disponible a la venta hay un periodo promedio de 5 meses que debe ser considerado como inventario de seguridad que sumado al inventario de venta de 1 mes, da un requerimiento de espacio de bodega para 6 meses. Con lo cual proyectamos que se requeriría de $(1,005.07 * 6) = 6030.42$ posiciones.

Como notamos en la parte inicial de este capítulo, la empresa actualmente tiene en término medio 7000 posiciones, y al buscar el valor de inventario óptimo notamos una disminución del espacio requerido (6030), lo cual es una bondad de la tecnificación de los usos de espacios y sistemas de almacenamiento: la reducción de necesidad de inventarios e inversiones en estos.

3.2. Propuestas.

Dada la naturaleza del inventario, en el cual tenemos una gran cantidad de ítems activos (alrededor de 3000), y en término medio entre 2 y 3 pallets por referencia; y de acuerdo a lo revisado en el capítulo 2, lo recomendable sería la utilización de Estanterías convencionales, las cuales pueden ser de simple profundidad (acceso a un solo pallet por posición), o doble profundidad (acceso a dos pallets en la posición).

Adicional analizaremos la posibilidad de utilización de estantería de simple profundidad con una disposición espacial estrecha para colocar más ubicaciones y maniobrar con la ayuda de equipo especial para este tipo de pasillos.

Considerando la disposición modular de los cuerpos de estanterías, proyectaremos el análisis para 6100 posiciones.

Para el análisis de capacidad de almacenamiento en las tres opciones a plantear, utilizaremos técnicas ingenieriles de uso de espacios con la ayuda de programas de diseños como el AutoCAD, para lo cual específicamente se utilizaran las normas ya establecidas por los fabricantes en cuanto a requerimientos de espacios de circulación de equipos, distancias por seguridad

industrial, y espacios de tolerancia para carga y descarga de mercadería en perchas.

Obviamente que por los tamaños de alturas y longitudes a recorrer, cada tipo de estantería y disposición (simple, simple con pasillo estrecho, y doble) requerirá de una forma diferente de acceso, lo cual requiere de un tipo de equipo específico para manipuleo de carga en altura, y equipos para transporte de carga entre las áreas de carga, descarga, despacho y almacenamiento para su manipuleo dentro del almacén (Transpaleta eléctrica), datos que lo incluiremos en cada análisis.

En lo que respecta a equipos de manipuleo de carga, de acuerdo a las normas de buenas prácticas de almacenamiento, y especificaciones técnicas de equipos, por cada 2000 ubicaciones de almacenamiento se requieren de 1 equipos de manipuleo en altura, y por cada uno de estos se requieren de 1,5 equipos de transporte de carga.

Tal como es el objetivo de la presente análisis de establecer opciones de optimización de uso de recursos y reducción de costos, la implementación de estas implicara la reducción de personal operativo en el área de almacenamiento, y la eliminación de gastos por el alquiler de espacios de almacenamiento externo, lo cual significa un ahorro en los costos

operativos del almacén, cuyas implicaciones en el análisis de la viabilidad económica del proyecto la veremos más adelante en la parte de análisis de factibilidades económicas.

3.2.1. Revisión de propuesta de Simple Profundidad.

Las Estanterías de simple profundidad consisten de cuerpos independientes de almacenamiento (nichos), dispuestos uno sobre otro, a lado de otra columna de nichos (ver gráfica 3.8), son las de mayor uso difundido por su versatilidad y bajo costo de implementación.

Considerando la disposición espacial de la bodega, y de acuerdo a las normas técnicas de requerimiento de pasillos de circulación de los equipos, determinamos la idoneidad de la bodega para poder colocar hasta 6100 posiciones como lo podemos ver en el Apéndice A.

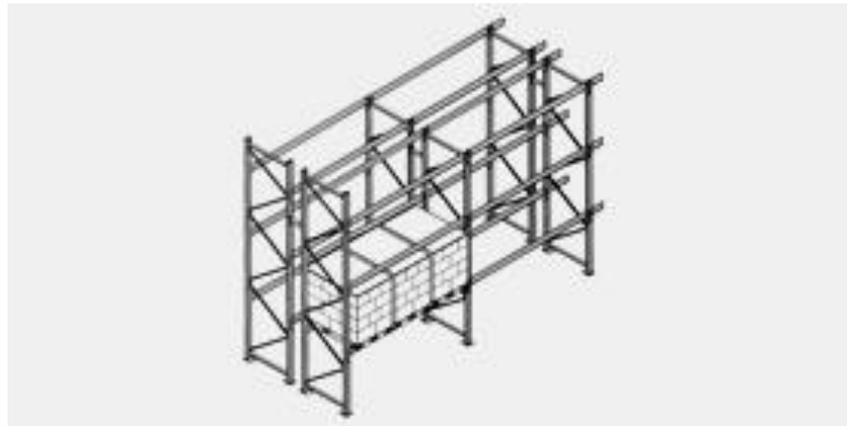


Figura 3.7. Estantería de Simple profundidad.

El tipo de equipo de manipuleo de carga en altura idóneo serían 4 carretillas de contrapeso retráctil tipo single reach (ver figura 3.8); y como equipo de transporte de carga sería necesario 6 transpaletas eléctricas (ver figura 3.9 y 3.10).



Figura 3.8. Carretilla de contrapeso retráctil tipo single reach



Figura 3.9. Transpaleta eléctrica uso montado.



Figura 3.10. Transpaleta eléctrica uso a pie.

El detalle de los costos de inversión sería de \$695,500 de acuerdo a la tabla 3.3.

| OPCION ESTANTERIA SIMPLE | | | | |
|--------------------------|--------------------------------|----------|----------------|-------------------|
| | Concepto. | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
| Posiciones | Estantería convencional simple | 6100 | \$ 55 | \$ 335,500 |
| Equipo de Altura | Single reach | 4 | \$ 60,000 | \$ 240,000 |
| Equipo de Transporte | Transpaleta eléctrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 |
| | | | TOTAL | \$ 695,500 |

Tabla 3.3. Tabla detalle de Costos de inversión en opción Estantería Simple.

Como punto de evaluación adicional tenemos que con la configuración de espacio detallada en esta opción, queda espacio en la bodega para una futura ampliación con capacidad de 470 espacios adicionales.

3.2.2. Revisión de propuesta de Simple Profundidad con pasillo súper-angosto.

Esta opción es básicamente el uso de las estanterías convencionales pero optimizando en extremo los espacios de pasillos, para colocar más posiciones por metro cuadrado, con el uso de equipo especial para el manipuleo en altura, permitiéndonos una mayor capacidad de expansión futura.

Con esta disposición espacial de la bodega, y de acuerdo a las normas técnicas de requerimiento de pasillos de

circulación de los equipos, determinamos la idoneidad de la bodega para poder colocar las 6100 posiciones como lo podemos ver en el Apéndice B.

El tipo de equipo de manipuleo de carga en altura idóneo serían 4 carretillas de contrapeso retráctil tipo Trilateral (ver figura 3.11); y como equipo de transporte de carga sería necesario 6 transpaletas eléctricas (ver figura 3.9 y 3.10).



Figura 3.11. Carretilla de contrapeso retráctil tipo Trilateral.

El detalle de los costos de inversión sería de \$929,400 de acuerdo a la tabla 3.4.

| OPCION ESTANTERIA SIMPLE CON PASILLO ANGOSTO | | | | |
|-----------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-----------------------|----------------------|
| | Concepto. | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
| Posiciones | Estantería convencional simple | 6100 | \$ 54 | \$ 329,400 |
| Equipo de Altura | Trilateral | 4 | \$ 120,000 | \$ 480,000 |
| Equipo de Transporte | Transpaleta eléctrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 |
| | | | TOTAL | \$ 929,400.00 |

Tabla 3.4. Tabla detalle de Costos de inversión en opción Estantería Simple con pasillo angosto.

Como punto de evaluación adicional tenemos que con la configuración de espacio detallada en esta opción, queda espacio en la bodega para una futura ampliación con capacidad de 164 espacios adicionales.

3.2.3. Revisión de propuesta de Doble Profundidad.

Las estanterías de doble profundidad consisten en la disposición de las estanterías convencionales de tal manera que en cada ubicación de almacenamiento ingresen dos pallets (uno detrás de otro), lo cual da la ventaja de mayor capacidad de almacenamiento por unidad de metro cuadrado, y que requiere el uso de equipo especial para el manipuleo en altura (ver figura 3.12).

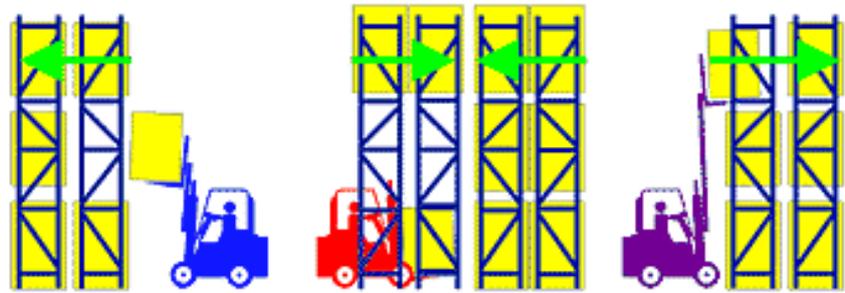


Figura 3.12. Estantería de doble profundidad.

Con esta disposición espacial de la bodega, y de acuerdo a las normas técnicas de requerimiento de pasillos de circulación de los equipos, determinamos la idoneidad de la bodega para poder colocar las 6100 posiciones como lo podemos ver en el Apéndice C.

El tipo de equipo de manipuleo de carga en altura idóneo serían 4 carretillas de contrapeso retráctil tipo double reach (ver figura 3.13 y 3.14); y como equipo de transporte de carga sería necesario 6 transpaletas eléctricas (ver figura 3.9 y 3.10).



Figura 3.13. Carretillas de contrapeso retráctil tipo double reach.



Figura 3.14. Carretillas de contrapeso retráctil tipo double reach con mástil en altura.

El detalle de los costos de inversión sería de \$776,500 de acuerdo a la tabla 3.5.

| OPCION DOBLE PROFUNDIDAD | | | | |
|-----------------------------|-------------------------------|----------|----------------|----------------------|
| | Concepto. | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal |
| Posiciones | Estantería convencional doble | 6100 | \$ 65 | \$ 396,500 |
| Equipo de Altura | Double reach | 4 | \$ 65,000 | \$ 260,000 |
| Equipo de Transporte | Transpaleta eléctrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 |
| TOTAL | | | | \$ 776,500.00 |

Tabla 3.5. Tabla detalle de Costos de inversión en opción Doble Profundidad.

Con esta configuración de estantería y equipo queda espacio en la bodega para una futura ampliación con capacidad de 2184 espacios adicionales.

3.3. Análisis del Estudio de Factibilidad Económica.

Una vez establecido los detalles de los elementos necesarios para cada opción de mejora, y conocido sus valores de inversión, procederemos a valorar sus beneficios económicos productos de su implementación, mediante herramientas matemáticas propias de la Ingeniería Económica, con la cual determinaremos su Tasa Interna de Retorno (TIR)² y su Valor Actual Neto (VAN)³ considerando la tasa de oportunidad establecida por la empresa del 15%, el cual es el valor promedio de la utilidad neta de la mercadería importada para una temporada específica (una vez al

² La Tasa Interna de Retorno o de Rentabilidad (TIR), es un método de valoración de inversiones que mide la rentabilidad de los cobros y los pagos actualizados, generados por una inversión, en términos relativos, es decir en porcentaje.

³ Valor Actual Neto es aquel que permite determinar la valoración de una inversión en función de la diferencia entre el valor actualizado de todos los cobros derivados de la inversión y todos los pagos actualizados originados por la misma a lo largo del plazo de la inversión realizada

año); este análisis lo realizaremos sobre el flujo de caja en un horizonte de 5 años (tiempo común de análisis de este tipo de proyectos).

Como detallamos en la primera parte de este capítulo, el objetivo de la implementación de las mejoras es optimizar el uso de los recursos, entre los cuales está la reducción de gastos por mano de obra, y eliminación de gastos de alquiler de espacios externos en empresas de almacenamiento.

En lo referente a la mano de obra, la implementación de las opciones tiene una afectación directa en la mano de obra requerida, ya que si bien cada máquina de manipuleo de carga requiere una mano de obra especializada para el manejo de la misma, por cada máquina de manipuleo de carga en altura se elimina la necesidad de 6 auxiliares de bodega para trabajar con cargas a piso (acarreos).

Para poder asentar la afectación tanto como gasto y ahorro del personal, primero procedemos a evidenciar los gastos comunes anuales de la mano de obra, esto es, considerar aparte del sueldo los gastos por aportaciones patronales al seguro social, decimotercer sueldo, decimocuarto sueldo, vacaciones, y fondos de reserva, y cuyos valores para su cálculo se definen a continuación:

Aportaciones patronales al seguro social.- El patrono aporta el 11,5% del sueldo del empleado al seguro social para las diferentes coberturas de salud y fondos del afiliado.

Decimotercer sueldo.- El empleado tendrá derecho a recibir en Diciembre, el valor correspondiente a todos sus ingresos desde Diciembre del último año hasta Noviembre del año en curso dividido para el numero de meses trabajados en ese periodo.

Decimocuarto sueldo.- El empleado tendrá derecho a recibir dependiendo del ciclo escolar al cual pertenezca su lugar de trabajo (Marzo en la costa y Agosto en la Sierra y Amazonia), el valor correspondiente a un sueldo básico unificado, esto es \$354 a la presente fecha, dividido para el numero de meses trabajados en ese periodo.

Vacaciones.- Luego de cumplido un año de trabajo, el empleado tiene derecho a 15 días de vacaciones remuneradas; por lo cual se considera el pago como un gasto adicional para cubrir su plaza de trabajo en el periodo de vacaciones.

Fondos de reserva.- El empleado luego de cumplir un año de trabajo, al décimo tercer mes tiene derecho a recibir el 8,33% de su remuneración de aportación al seguro social. Consideraremos

este valor como plano para todo el análisis por cuanto hay un mix de empleados de menos y más de un año.

Considerando lo expuesto en los párrafos anteriores, notamos la verdadera afectación de las diversas aportaciones y beneficios sociales al valor real de gasto por trabajador, así notamos que el sueldo de un Auxiliar de bodega siendo \$354 corresponde al gasto real de \$496,71 mensuales (ver tabla 3.6), y la de un operario de montacargas siendo su sueldo \$600 corresponde al gasto real de \$821,38 (ver tabla 3.7).

Sueldo mensual Aux. Bodega \$ 354.00

| | |
|-------------------------------------------------------|--------------------|
| Sueldo anual | \$ 4,248.00 |
| Aportación patronal 11.15% | \$ 473.65 |
| Decimo Tercero | \$ 354.00 |
| Decimo Cuarto | \$ 354.00 |
| Vacaciones | \$ 177.00 |
| Fondo de Reserva 8.33% | \$ 353.86 |
| Gasto Anual real Sueldos y beneficios sociales | \$ 5,960.51 |
| Gasto promedio mensual Salario | \$ 496.71 |

Tabla 3.6. Tabla Gasto Anual real de sueldos y beneficios sociales de un auxiliar de bodega.

Sueldo mensual Montacargista \$ 600.00

| | |
|-------------------------------------------------------|--------------------|
| Sueldo anual | \$ 7,200.00 |
| Aportación patronal 11.15% | \$ 802.80 |
| Decimo Tercero | \$ 600.00 |
| Decimo Cuarto | \$ 354.00 |
| Vacaciones | \$ 300.00 |
| Fondo de Reserva 8.33% | \$ 599.76 |
| Gasto Anual real Sueldos y beneficios sociales | \$ 9,856.56 |
| Gasto promedio mensual Salario | \$ 821.38 |

Tabla 3.7. Tabla Gasto Anual real de sueldos y beneficios sociales de un montacargista.

Otra de los ahorros está en la eliminación del gasto de alquiler de espacios de almacenajes que corresponde a 4000 ubicaciones mensuales en promedio con un gasto de \$12 por espacio mensual incluido el transporte, lo cual da un valor a considerar de \$576.000 anuales.

En lo que corresponde al análisis de la implementación con el uso de máquinas de manipuleo de carga, tenemos que considerar que dichas maquinas tienen un gasto anual por concepto de consumo de energía eléctrica, para determinar dicho gasto, primero calcularemos el consumo de potencia por hora (kw/hora), para lo cual usaremos la fórmula de cálculo de potencia de elementos eléctricos:

$$P_{(W)} = I_{(A)} \times V_{(V)}$$

Dónde:

$P_{(W)}$: Potencia eléctrica (watts)

$I_{(A)}$: Amperaje consumido en el periodo de carga (una hora).

$V_{(V)}$: Voltaje del elemento eléctrico (Voltios).

A dicha potencia $P_{(W)}$ le aplicaremos un factor de uso de la batería, el cual corresponde a las recomendaciones de los fabricantes de baterías, los cuales recomiendan que una batería debe ser recargada al llegar al 20% de su capacidad de almacenamiento, es decir que solo se cargara el faltante 80%, adicional consideraremos un factor del 90% de eficiencia del cargador considerando que este equipo de carga consume un 10% como parte de su trabajo de consumo para la respectiva carga. Finalmente transformaremos la unidad de watts a kilowatts, dividiendo dicho valor por 1000.

Potencia almacenada (Kw) = Potencia nominal \times Factor de uso de la batería \times Factor de eficiencia del cargador de batería / 1000.

Esta potencia almacenada en la batería la multiplicaremos por el costo del kilowatts hora del sector industrial Ecuatoriano, el cual está alrededor de los 10 centavos, con lo cual obtendremos el consumo en dólares por turno de carga de un día, finalmente lo multiplicaremos por 22 días laborables al mes, y luego por 12 meses al año para obtener el consumo en dólares anual de cada

equipo, cuyo detalle lo podemos notar en las tablas 3.8, 3.9, y 3.10.

| Calculo Consumo Electrico Equipo Single Reach | |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Consumo de energia electrica | |
| Voltaje | 36 V |
| Amperaje de carga | 1000 amp-h |
| Factor de uso de bateria | 80% |
| Eficiencia de carga del cargador | 90% |
| Potencia Almacenada en bateria | 32 Kw |
| | |
| costo de kw hora para el sector industrial | \$ 0.10 |
| Costo por cada carga de bateria en cada turno de 8 horas | \$ 3.20 |
| dias efectivos de uso al mes | 22 |
| | |
| Costo de consumo electrico mensual por equipo. | \$ 70.40 |
| Costo de consumo electrico anual por equipo. | \$ 844.80 |

Tabla 3.8. Consumo Eléctrico anual de Equipo Single Reach.

| Calculo Consumo Electrico Equipo Trilateral | |
|----------------------------------------------------------|-------------|
| Consumo de energia electrica | |
| Voltaje | 72 V |
| Amperaje de carga | 1000 amp-h |
| Factor de uso de bateria | 80% |
| Eficiencia de carga del cargador | 90% |
| Potencia Almacenada en bateria | 64 Kw |
| | |
| costo de kw hora para el sector industrial | \$ 0.10 |
| Costo por cada carga de bateria en cada turno de 8 horas | \$ 6.40 |
| dias efectivos de uso al mes | 22 |
| | |
| Costo de consumo electrico mensual por equipo. | \$ 140.80 |
| Costo de consumo electrico anual por equipo. | \$ 1,689.60 |

Tabla 3.9. Consumo Eléctrico Anual de Equipo Trilateral.

| Calculo Consumo Electrico Equipo Double Reach | |
|----------------------------------------------------------|------------|
| Consumo de energia electrica | |
| Voltaje | 36 V |
| Amperaje de carga | 1000 amp-h |
| Factor de uso de bateria | 80% |
| Eficiencia de carga del cargador | 90% |
| Potencia Almacenada en bateria | 32 Kw |
| | |
| costo de kw hora para el sector industrial | \$ 0.10 |
| Costo por cada carga de bateria en cada turno de 8 horas | \$ 3.20 |
| dias efectivos de uso al mes | 22 |
| | |
| Costo de consumo electrico mensual por equipo. | \$ 70.40 |
| Costo de consumo electrico anual por equipo. | \$ 844.80 |

Tabla 3.10. Consumo Eléctrico Anual de Equipo Double Reach.

| Calculo Consumo Electrico Equipo Transpaleta | |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| Consumo de energia electrica | |
| Voltaje | 24 V |
| Amperaje de carga | 510 amp-h |
| Factor de uso de bateria | 80% |
| Eficiencia de carga del cargador | 90% |
| Potencia Almacenada en bateria | 10.88 Kw |
| | |
| costo de kw hora para el sector industrial | \$ 0.10 |
| Costo por cada carga de bateria en cada turno de 8 horas | \$ 1.09 |
| dias efectivos de uso al mes | 22 |
| | |
| Costo de consumo electrico mensual por equipo. | \$ 23.94 |
| Costo de consumo electrico anual por equipo. | \$ 287.23 |

Tabla 3.11. Consumo Eléctrico Anual de Equipo Transpaleta.

Considerando estos valores, determinamos los valores de consumo eléctrico anual de las máquinas de acuerdo a los

requeridos por cada una de las tres opciones analizadas, cuyo valor lo detallamos en las tablas 3.12, 3.13, y 3.14.

| COSTO CONSUMO ELECTRICO AUAL DE EQUIPO PARA ESTANTERIA SIMPLE | | | |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-----------------|
| Equipo | Cantidad | Costo consumo electrico anual por equipo | Subtotal |
| Single reach | 4 | \$ 845 | \$ 3,379 |
| Transpaleta electrica | 6 | \$ 287 | \$ 1,723 |
| | | TOTAL | \$ 5,103 |

Tabla 3.12. Consumo Eléctrico de máquinas requeridas para Opción Estantería Simple.

| COSTO CONSUMO ELECTRICO AUAL DE EQUIPO PARA ESTANTERIA SIMPLE CON PASILLO ESTRECHO | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-----------------|
| Equipo | Cantidad | Costo consumo electrico anual por equipo | Subtotal |
| Trilateral | 4 | \$ 1,690 | \$ 6,758 |
| Transpaleta electrica | 6 | \$ 287 | \$ 1,723 |
| | | TOTAL | \$ 8,482 |

Tabla 3.13. Consumo Eléctrico de máquinas requeridas para opción Estantería Simple con pasillo estrecho.

| COSTO CONSUMO ELECTRICO AUAL DE EQUIPO PARA ESTANTERIA DE DOBLE PROFUNDIDAD | | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------|-----------------|
| Equipo | Cantidad | Costo consumo electrico anual por equipo | Subtotal |
| Double reach | 4 | \$ 845 | \$ 3,379 |
| Transpaleta electrica | 6 | \$ 287 | \$ 1,723 |
| | | TOTAL | \$ 5,103 |

Tabla 3.14. Consumo Eléctrico de máquinas requeridas para opción Estantería Doble Profundidad.

Otro de los costos a considerar en la implementación de las opciones, y que afectan directamente a los gastos de la operación, serían los mantenimientos propios de los desgastes y daños de las máquinas, estos gastos serían por concepto de: mano de obra, repuestos, cambio de aceites, cambio de ruedas (2 veces al año), kit de carbones de todos los motores, sensores y calibración, mantenimiento de batería y cargadores. Dependiendo del año de fabricación y marca de las máquinas, los planes de mantenimiento y corrección de fallos son variables de una marca a otra, sin embargo la mayoría de fabricantes coinciden que los gastos por mantenimiento durante los 5 primeros años, corresponden a un porcentaje del precio de venta de la máquina, que se presenta de forma lineal que va desde el 7% el primer año, 8% al segundo, 9% al tercero, 10% al cuarto, y 11% al quinto.

Según lo detallado en el párrafo anterior procedemos a calcular los costos de mantenimiento de las maquinarias para el horizonte de 5 años por cada opción de implementación analizada (ver tablas 3.15, 3.16 y 3.17).

| EQUIPO PARA ESTANTERIA SIMPLE | | | | COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL | | | | |
|-------------------------------|----------|----------------|------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 7% | 8% | 9% | 10% | 11% |
| Equipo | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal | año 1 | año 2 | año 3 | año 4 | año 5 |
| Single reach | 4 | \$ 60,000 | \$ 240,000 | \$ 16,800 | \$ 19,200 | \$ 21,600 | \$ 24,000 | \$ 26,400 |
| Transpaleta electrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 | \$ 8,400 | \$ 9,600 | \$ 10,800 | \$ 12,000 | \$ 13,200 |
| | | | total | \$ 25,200 | \$ 28,800 | \$ 32,400 | \$ 36,000 | \$ 39,600 |

Tabla 3.15. Costo de mantenimiento anual de máquinas para opción de Estantería Simple.

| EQUIPO PARA ESTANTERIA SIMPLE CON PASILLO ESTRECHO | | | | COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL | | | | |
|----------------------------------------------------|----------|----------------|------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 7% | 8% | 9% | 10% | 11% |
| Equipo | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal | año 1 | año 2 | año 3 | año 4 | año 5 |
| Trilateral | 4 | \$ 120,000 | \$ 480,000 | \$ 33,600 | \$ 38,400 | \$ 43,200 | \$ 48,000 | \$ 52,800 |
| Transpaleta electrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 | \$ 8,400 | \$ 9,600 | \$ 10,800 | \$ 12,000 | \$ 13,200 |
| | | | total | \$ 42,000 | \$ 48,000 | \$ 54,000 | \$ 60,000 | \$ 66,000 |

Tabla 3.16. Costo de mantenimiento anual de máquinas para opción de Estantería Simple con pasillo estrecho.

| EQUIPO PARA ESTANTERIA DE DOBLE PROFUNDIDAD | | | | COSTO DE MANTENIMIENTO ANUAL | | | | |
|---------------------------------------------|----------|----------------|------------|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | | | 7% | 8% | 9% | 10% | 11% |
| Equipo | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal | año 1 | año 2 | año 3 | año 4 | año 5 |
| Double reach | 4 | \$ 65,000 | \$ 260,000 | \$ 18,200 | \$ 20,800 | \$ 23,400 | \$ 26,000 | \$ 28,600 |
| Transpaleta electrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 | \$ 8,400 | \$ 9,600 | \$ 10,800 | \$ 12,000 | \$ 13,200 |
| | | | total | \$ 26,600 | \$ 30,400 | \$ 34,200 | \$ 38,000 | \$ 41,800 |

Tabla 3.17. Costo de mantenimiento anual de máquinas para opción de Doble Profundidad.

Para el cálculo financiero de los beneficios de cada opción, debemos determinar la utilidad neta de las implementaciones, para lo cual consideraremos que los ahorros propios de cada implementación representan un flujo positivo al actual flujo de la compañía, eso es ahorro en pago de personal y alquiler de espacios externos, así como también consideraremos los gastos de las implementaciones, esto es consumo de energía eléctrica y

mantenimiento; esta diferencia entre el ahorro y el gasto generara un flujo positivo para la empresa (o una disminución de gastos generales), los cuales implican un pago adicional de impuesto a la renta (22%)⁴ por esa baja del gasto, adicional debemos considerar para el cálculo del pago del impuesto a la renta todo lo inherente a las depreciaciones de infraestructura (estanterías) y maquinarias (equipos de manipuleo) de acuerdo a las NORMAS INTERNACIONALES DE INFORMACION FINANCIERA (NIFF), las cuales establecen como periodo de depreciación para infraestructura 10 años, y para maquinaria 5 años, esto desde el punto de vista contable dista un poco con la realidad, dado que como es conocido en el ámbito comercial luego de estos periodos los activos suelen tener un valor diferente al que dicen los libros, lo cual puede ser mayor o menor, lo cual tiene una afectación directa a la contabilidad, por lo cual utilizamos el cálculo del valor de desecho por el método comercial, el cual considera que la diferencia entre el valor comercial y el de los libros generan una diferencia a descontar o asumir en el pago del impuesto a la renta, y una vez descontado ese valor se lo suma al valor en libro del activo:

⁴ Fuente: Servicio de Rentas Internas del Ecuador.

$$\begin{array}{r} \text{VALOR COMERCIAL} \\ - \text{VALOR EN LIBRO} \\ \hline \text{UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS} \\ - \text{IMPUESTO A LA RENTA (22\%)} \\ \hline \text{UTILIDAD NETA} \\ + \text{VALOR EN LIBRO} \\ \hline \text{VALOR DE DESECHO.} \end{array}$$

Procedemos a aplicar lo descrito en el último párrafo para el cálculo de la depreciación de las inversiones de acuerdo a la composición de cada opción analizada, con las consideraciones de que nuestro horizonte de análisis del proyecto es 5 años, y que de acuerdo a una revisión del mercado y consulta con expertos en el área la infraestructura de estanterías luego de 5 años de uso tienen un valor comercial de venta del 50% de lo que cuestan nuevas, y que las máquinas de manipuleo de carga de segunda mano de 5 años de fabricación cuestan alrededor del 40% de su precio de nuevas. Con estas puntualizaciones procedemos a calcular los valores de depreciación y valor de desecho de cada opción (ver tablas 3.18, 3.19, y 3.20).

| CALCULO DE VALOR DE DESECHO COMERCIAL DE OPCION ESTANTERIA SIMPLE | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------------|------------|------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| | Concepto. | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal | Total | Periodo de depreciación en años | Depreciación anual | Depreciación acumulada en 5 años | Valor Contable al 5to año | Valor de Venta 5to año (50%/-40%) | Valor de desecho (comercial) |
| Infraestructura | Estantería convencional simple | 6100 | \$ 55 | \$ 335,500 | \$ 335,500 | 10 | \$ 33,550 | \$ 167,750 | \$ 167,750 | \$ 167,750 | \$ 167,750 |
| | single reach | 4 | \$ 60,000 | \$ 240,000 | \$ 360,000 | 5 | \$ 72,000 | \$ 360,000 | \$ 0 | \$ 144,000 | \$ 112,320 |
| Maquinaria | Transpaleta eléctrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 | | | | | \$ 167,750 | total | \$ 280,070 |

Tabla 3.18. Calculo de valor de desecho por método comercial de las inversiones en opción de Estantería Simple.

| CALCULO DE VALOR DE DESECHO COMERCIAL DE OPCION ESTANTERIA SIMPLE CON PASILLO ANGOSTO | | | | | | | | | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|----------|----------------|------------|------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | Concepto. | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal | Total | Periodo de depreciacion en años | Depreciacion anual | Depreciacion acumulada en 5 años | Valor Contable al 5to año | Valor de Venta 5to año (50%/40%) | Valor de desecho (comercial) |
| Infraestructura | Estanteria convencional simple | 6100 | \$ 54 | \$ 329,400 | \$ 329,400 | 10 | \$ 32,940 | \$ 164,700 | \$ 164,700 | \$ 164,700 | \$ 164,700 |
| | Trilateral | 4 | \$ 120,000 | \$ 480,000 | \$ 600,000 | 5 | \$ 120,000 | \$ 600,000 | \$ 0 | \$ 240,000 | \$ 187,200 |
| Maquinaria | Transpaleta electrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 | \$ 120,000 | | | | \$ 164,700 | total | \$ 351,900 |

Tabla 3.19. Calculo de valor de desecho por método comercial de las inversiones en opción de Estantería Simple con pasillo estrecho.

| CALCULO DE VALOR DE DESECHO COMERCIAL DE OPCION DOBLE PROFUNDIDAD | | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------|----------|----------------|------------|------------|---------------------------------|--------------------|----------------------------------|---------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| | Concepto. | Cantidad | Costo Unitario | Subtotal | Total | Periodo de depreciacion en años | Depreciacion anual | Depreciacion acumulada en 5 años | Valor Contable al 5to año | Valor de Venta 5to año (50%/-40%) | Valor de desecho (comercial) |
| Infraestructura | Esntaleria convencional ddble | 6100 | \$ 65 | \$ 396,500 | \$ 396,500 | 10 | \$ 39,650 | \$ 198,250 | \$ 198,250 | \$ 198,250 | \$ 198,250 |
| | Double reach | 4 | \$ 65,000 | \$ 260,000 | \$ 380,000 | 5 | \$ 76,000 | \$ 380,000 | \$ 0 | \$ 152,000 | \$ 118,560 |
| Maquinaria | Transpaleta electrica | 6 | \$ 20,000 | \$ 120,000 | | | | | \$ 198,250 | total | \$ 316,810 |

Tabla 3.20. Calculo de valor de desecho por método comercial de las inversiones en opción de Doble Profundidad.

Con todo lo expuesto hasta aquí en lo referente a los ahorros, gastos, depreciaciones e impuestos, procedemos a plasmar el respectivo flujo de caja con horizonte a 5 años, determinamos la Utilidad neta (después de impuestos) de las opciones de implementación, y le sumamos luego los valores de depreciaciones anuales y valores de desecho finales, los cuales en realidad no son desembolsos económicos sino un reflejo contable del paso de la inversión inicial a un gasto contable que la compañía genera para cubrir la inversión inicial.

Con el flujo de caja final, procedemos al cálculo del Valor Actual Neto con una tasa de oportunidad base del 15% explicado anteriormente, y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para cada una de las opciones. Cabe destacar que estos cálculos los realizaremos con la ayuda de hojas Electrónicas disponibles en el mercado.

Como punto de análisis adicional de cada opción tenemos que cada opción genera una capacidad de ampliación futura de la bodega, la cual considerando un precio promedio de mercado de \$12 por posición, nos dará una utilidad potencial futura de ingresos adicionales. Esto lo consideraremos en el comparativo final para determinar la mejor opción de implementación.

3.3.1. Análisis Económico de opción de Estantería Simple.

Considerando los valores correspondientes a la combinación de estanterías y equipos necesarios para la opción de Estantería Simple, procedemos al cálculo de los indicadores financieros (ver tabla 3.21).

Los indicadores financieros de esta opción son:

| OPCION | INVERSION INICIAL | VAN | TIR |
|-------------------|-------------------|-----------------|--------|
| ESTANTERIA SIMPLE | \$ 695,500.00 | \$ 1,066,859.42 | 65.99% |

Y un ingreso potencial futuro de:

| OPCION | ESPACIOS DISPONIBLES PARA EXPANSION FUTURA | PRECIO PROMEDIO DE ALQUILER POR UNIDAD DE ALMACENAJE MENSUAL | INGRESO POTENCIAL POR SERVICIOS DE ALQUILER U AHORRO DE CONTRATACION ANUAL. |
|--------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| OPCION ESTANTERIA SIMPLE | 470 | \$ 12 | \$ 67,680 |

| MODELO DE FLUJO DE FONDOS | PERIODO 0 | PERIODO 1 | PERIODO 2 | PERIODO 3 | PERIODO 4 | PERIODO 5 |
|--------------------------------------------------------------|---------------|---------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. (+) Ahorros operacionales | | | | | | |
| Sueldos y Salarios | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 |
| Alquiler de espacios externos | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 |
| 1. (-) Gastos Operacionales | | | | | | |
| Sueldos y Salarios | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 |
| Consumo de Energía Eléctrica | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 |
| Mantenimiento de montacargas | \$ 25,200.00 | \$ 28,800.00 | \$ 32,400.00 | \$ 36,000.00 | \$ 39,600.00 | \$ 43,200.00 |
| 2. (-) Gastos no desembolsables | | | | | | |
| Depreciaciones Infraestructura | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 |
| Depreciaciones maquinarias | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 |
| Valor en libros | | | | | | \$ 167,750.00 |
| Utilidad antes de impuestos | \$ 484,634.06 | \$ 481,034.06 | \$ 477,434.06 | \$ 473,834.06 | \$ 470,234.06 | \$ 466,634.06 |
| (-) Impuesto a la renta | | | 22% | | | |
| | \$ 106,619.49 | \$ 105,827.49 | \$ 105,035.49 | \$ 104,243.49 | \$ 103,451.49 | \$ 102,659.49 |
| 3. Utilidad después de impuestos | \$ 378,014.56 | \$ 375,206.56 | \$ 372,398.56 | \$ 369,590.56 | \$ 366,782.56 | \$ 363,974.56 |
| 4. (+) Ajustes de gastos no desembolsables | | | | | | |
| Depreciaciones obras físicas | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 | \$ 33,550.00 |
| Depreciaciones maquinarias | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 | \$ 72,000.00 |
| Valor en libros | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 |
| 5. (.) Beneficios y Costos que no afectan a impuestos | | | | | | |
| Inversión en infraestructura | \$ 335,500.00 | | | | | |
| Inversión en maquinaria | \$ 360,000.00 | | | | | |
| Valor de desecho | | | | | | \$ 280,070.00 |
| Flujo Neto | \$ 695,500.00 | \$ 483,564.56 | \$ 480,756.56 | \$ 477,948.56 | \$ 475,140.56 | \$ 472,332.56 |
| VAN | | 15% | \$ 1,066,859.42 | | | |
| TIR | | | 65.99% | | | |

Tabla 3.21. Flujo de caja detallado de Evaluación Financiera de opción Estantería Simple.

3.3.2. Análisis Económico de opción de Estantería Simple con pasillo angosto.

Considerando los valores correspondientes a la combinación de estanterías y equipos necesarios para la opción de Estantería Simple con pasillo angosto, procedemos al cálculo de los indicadores financieros (ver tabla 3.22).

Los indicadores financieros de esta opción son:

| OPCION | INVERSION INICIAL | VAN | TIR |
|---------------------------------------|-------------------|---------------|--------|
| ESTANTERIA SIMPLE CON PASILLO ANGOSTO | \$ 929,400.00 | \$ 839,713.68 | 46.06% |

Y un ingreso potencial futuro anual de:

| OPCION | ESPACIOS DISPONIBLES PARA EXPANSION FUTURA | PRECIO PROMEDIO DE ALQUILER POR UNIDAD DE ALMACENAJE MENSUAL | INGRESO POTENCIAL POR SERVICIOS DE ALQUILER U AHORRO DE CONTRATACION ANUAL. |
|----------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| OPCION ESTANTERIA SIMPLE CON PASILLO ANGOSTO | 164 | \$ 12 | \$ 23,616 |

| MODELO DE FLUJO DE FONDOS | PERIODO 0 | PERIODO 1 | PERIODO 2 | PERIODO 3 | PERIODO 4 | PERIODO 5 |
|--------------------------------------------------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. (+) Ahorros operacionales | | | | | | |
| Sueldos y Salarios | | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 |
| Alquiler de espacios externos | | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 |
| 1. (-) Gastos Operacionales | | | | | | |
| Sueldos y Salarios | | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 |
| Consumo de Energía Eléctrica | | \$ 8,481.79 | \$ 8,481.79 | \$ 8,481.79 | \$ 8,481.79 | \$ 8,481.79 |
| Mantenimiento de montacargas | | \$ 42,000.00 | \$ 48,000.00 | \$ 54,000.00 | \$ 60,000.00 | \$ 66,000.00 |
| 2. (-) Gastos no desembolsables | | | | | | |
| Depreciaciones Infraestructura | | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 |
| Depreciaciones maquinarias | | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 |
| Valor en libros | | | | | | \$ 164,700.00 |
| Utilidad antes de impuestos | | \$ 417,064.86 | \$ 411,064.86 | \$ 405,064.86 | \$ 399,064.86 | \$ 228,364.86 |
| (-) Impuesto a la renta | | \$ 91,754.27 | \$ 90,434.27 | \$ 89,114.27 | \$ 87,794.27 | \$ 50,240.27 |
| 3. Utilidad después de impuestos | | \$ 325,310.59 | \$ 320,630.59 | \$ 315,950.59 | \$ 311,270.59 | \$ 178,124.59 |
| 4. (+) Ajustes de gastos no desembolsables | | | | | | |
| Depreciaciones obras físicas | | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 | \$ 32,940.00 |
| Depreciaciones maquinarias | | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 |
| Valor en libros | | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 164,700.00 |
| 5. (-) Beneficios y Costos que no afectan a impuestos | | | | | | |
| Inversión en infraestructura | | | | | | \$ 329,400.00 |
| Inversión en maquinaria | | | | | | \$ 600,000.00 |
| Valor de desecho | | | | | | \$ 351,900.00 |
| Flujo Neto | | \$ 478,250.59 | \$ 473,570.59 | \$ 468,890.59 | \$ 464,210.59 | \$ 847,664.59 |
| VAN | 15% | | | | | \$ 839,713.68 |
| TIR | | | | | | 46.06% |

Tabla 3.22. Flujo de caja detallado de Evaluación Financiera de opción Estantería Simple con Pasillo Angosto.

3.3.3. Análisis Económico de opción de Doble Profundidad.

Considerando los valores correspondientes a la combinación de estanterías y equipos necesarios para la opción de Doble Profundidad, procedemos al cálculo de los indicadores financieros (ver tabla 3.23).

Los indicadores financieros de esta opción son:

| OPCION | INVERSION INICIAL | VAN | TIR |
|-------------------|-------------------|-----------------|--------|
| DOBLE PROFUNDIDAD | \$ 776,500.00 | \$ 1,010,348.76 | 58.50% |

Y un ingreso potencial futuro anual de:

| OPCION | ESPACIOS DISPONIBLES PARA EXPANSION FUTURA | PRECIO PROMEDIO DE ALQUILER POR UNIDAD DE ALMACENAJE MENSUAL | INGRESO POTENCIAL POR SERVICIOS DE ALQUILER U AHORRO DE CONTRATACION ANUAL. |
|--------------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| OPCION DOBLE PROFUNDIDAD | 2184 | \$ 12 | \$ 314,496 |

| MODELO DE FLUJO DE FONDOS | PERIODO 0 | PERIODO 1 | PERIODO 2 | PERIODO 3 | PERIODO 4 | PERIODO 5 |
|--------------------------------------------------------------|-----------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1. (+) Ahorros operacionales | | | | | | |
| Sueldos y Salarios | | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 | \$ 143,052.25 |
| Alquiler de espacios externos | | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 | \$ 576,000.00 |
| 1. (-) Gastos Operacionales | | | | | | |
| Sueldos y Salarios | | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 | \$ 98,565.60 |
| Consumo de Energía Eléctrica | | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 | \$ 5,102.59 |
| Mantenimiento de montacargas | | \$ 26,600.00 | \$ 30,400.00 | \$ 34,200.00 | \$ 38,000.00 | \$ 41,800.00 |
| 2. (-) Gastos no desembolsables | | | | | | |
| Depreciaciones Infraestructura | | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 |
| Depreciaciones maquinarias | | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 |
| Valor en libros | | | | | | \$ 198,250.00 |
| Utilidad antes de impuestos | | \$ 473,134.06 | \$ 469,334.06 | \$ 465,534.06 | \$ 461,734.06 | \$ 259,684.06 |
| (-) Impuesto a la renta | | \$ 104,089.49 | \$ 103,253.49 | \$ 102,417.49 | \$ 101,581.49 | \$ 57,130.49 |
| 3. Utilidad después de impuestos | | \$ 369,044.56 | \$ 366,080.56 | \$ 363,116.56 | \$ 360,152.56 | \$ 202,553.56 |
| 4. (+) Ajustes de gastos no desembolsables | | | | | | |
| Depreciaciones obras físicas | | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 | \$ 39,650.00 |
| Depreciaciones maquinarias | | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 | \$ 76,000.00 |
| Valor en libros | | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 0.00 | \$ 198,250.00 |
| 5. (-) Beneficios y Costos que no afectan a impuestos | | | | | | |
| Inversión en infraestructura | | | \$ 396,500.00 | | | |
| Inversión en maquinaria | | | \$ 380,000.00 | | | |
| Valor de desecho | | | | | | \$ 316,810.00 |
| Flujo Neto | | \$ 484,694.56 | \$ 481,730.56 | \$ 478,766.56 | \$ 475,802.56 | \$ 833,263.56 |
| VAN | 15% | \$ 1,010,348.76 | | | | |
| TIR | | 58.50% | | | | |

Tabla 3.23. Flujo de caja detallado de Evaluación Financiera de opción Estantería de Doble Profundidad.

3.4. Análisis Comparativo de los Beneficios Financieros de las Opciones.

Con los datos obtenidos de rendimientos financieros de las opciones, y de los ingresos potenciales futuros anuales de cada opción, procedemos hacer un comparativo de cada opción en los parámetros de inversión inicial, VAN, TIR, Ingreso Potencial Anual por ampliación. Y adicional establecemos un parámetro de comparación entre cada dólar del Ingreso Potencial Anual por Ampliación y cada dólar de la Inversión Inicial; ver tabla 3.24.

| RESUMEN COMPARATIVO DE BENEFICIOS POR OPCION | | | | | |
|----------------------------------------------|-------------------|-----------------|--------|----------------------------------------|-----------------------|
| OPCION | INVERSION INICIAL | VAN | TIR | INGRESO POTENCIAL ANUAL POR AMPLIACION | TASA ING.POT/INV.INIC |
| ESTANTERIA SIMPLE | \$ 695,500.00 | \$ 1,066,859.42 | 65.99% | \$ 67,680.00 | 9.73% |
| ESTANTERIA SIMPLE CON PASILLO ANGOSTO | \$ 929,400.00 | \$ 839,713.68 | 46.06% | \$ 23,616.00 | 2.54% |
| DOBLE PROFUNDIDAD | \$ 776,500.00 | \$ 1,010,348.76 | 58.50% | \$ 314,496.00 | 40.50% |

Tabla 3.24. Resumen Comparativo de Beneficios por Opción.

Como primera observación notamos que las tres opciones de inversión son viables por cuanto presentan un VAN (Valor Actual Neto) positivo (>0), lo cual significa que cumple y supera las expectativas de inversión de la compañía de la tasa de retorno de oportunidad objetivo.

Comparativamente notamos que si nuestra limitante fuera la capacidad de inversión nos inclinaríamos por la opción de

Estantería Simple por ser la de menor requerimiento económico de inversión, pero dicha limitante no es parte del presente análisis.

Analizando el VAN de cada opción, notamos que la opción de Estantería simple es la de mayor VAN, pero con una diferencia no muy grande de la tercera opción (Doble Profundidad). Lo cual va de la mano con la TIR, que mantiene la misma relación de diferencia (65,99% vs 58,50%), lo cual coloca a ambas opciones como atractivas por la cercanía de sus rendimientos económicos.

En lo que representa el Ingreso Potencial anual por ampliación futura, notamos que la tercera opción (Doble Profundidad) presenta el mayor valor de las tres, \$314,496 lo cual es 465% mayor a la opción más cercana, que es la opción de simple profundidad (\$67,680), por lo cual considerando la cercanía de las TIR descrita en el párrafo anterior y la evidente superioridad de la tercera opción, es altamente recomendable la tercera opción.

Para reforzar este análisis establecimos una tasa comparativa adicional, la cual es la Tasa de relación del Ingreso Potencial de ingresos futuros anuales contra la Inversión Inicial, en la cual podemos ver que la tercera opción presenta un rendimiento del 40,50% contra el 9,73% de la primera opción y del 2,54% de la segunda opción (ver grafica 3.15). Por lo cual la conclusión final

del análisis comparativo es recomendar la implementación de la tercera opción: DOBLE PROFUNDIDAD.

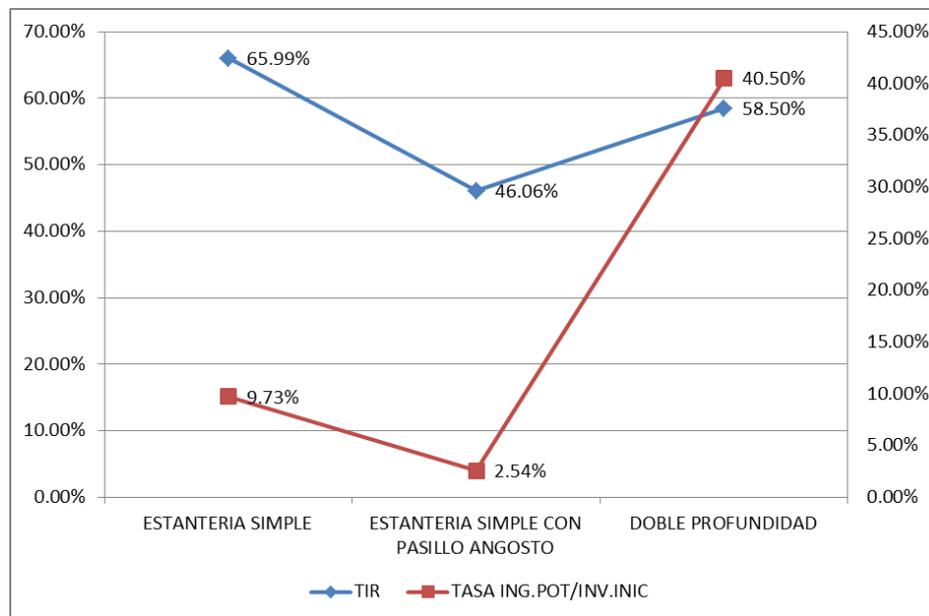


Figura 3.15. Grafica comparativa de TIR, y Tasa de rendimiento futuro anual contra inversión inicial.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

4.1. Conclusiones.

- Las empresas como ESAN en sus etapas de nacimiento o emprendimiento inicial les es suficiente sistemas rústicos de almacenamiento y manipuleo de carga, tales como áreas cubiertas como bodega y fuerza humana como sistema de manipuleo de carga; sin embargo esta forma “óptima” de uso de recursos se puede convertir en un generador de pérdidas económicas en las etapas de evolución de crecimiento de las empresas.
- El uso de sistemas de almacenamiento y manipuleo que no estén actualizados con la realidad operativa de una empresa pueden generar pérdidas económicas ocultas que suelen ser mayores a las inversiones requeridas para una actualización tecnológica.
- Las empresas como instituciones, deben estar conscientes de identificar el momento de dar el paso del manejo de toda la gestión de parte del emprendedor fundador, hacia administradores

especializados por áreas que puedan identificar constantemente el dimensionamiento de la compañía y sus necesidades, y tener la capacidad de planificación y reacción operativa.

- Mediante la aplicación de los análisis técnicos, propio de los métodos modernos de almacenamiento y manipuleo de cargas aplicados en la empresa ESAN, pudimos identificar que existen tres alternativas de opciones para la optimización de los recursos de la empresa.
- En los análisis financieros de las opciones de almacenamiento y equipos, para el escogimiento de la mejor opción, aparte de considerar su retorno financiero se debe considerar su proyección futura de crecimiento, de tal manera que no siempre la inversión más rentable al mediano plazo suele ser la mejor para un horizonte estratégico a largo plazo.

4.2. Recomendaciones.

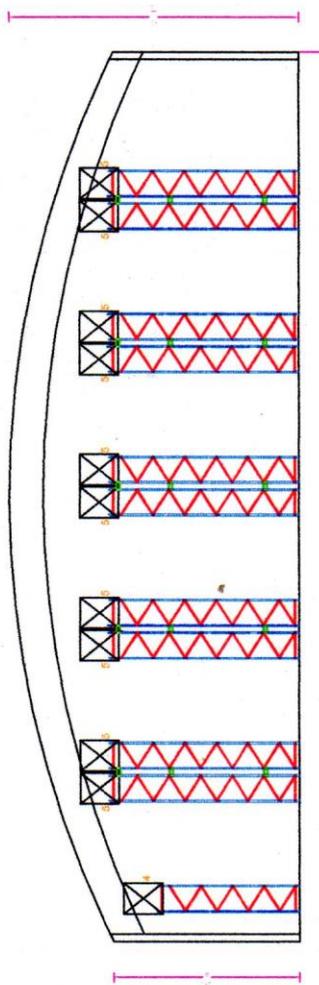
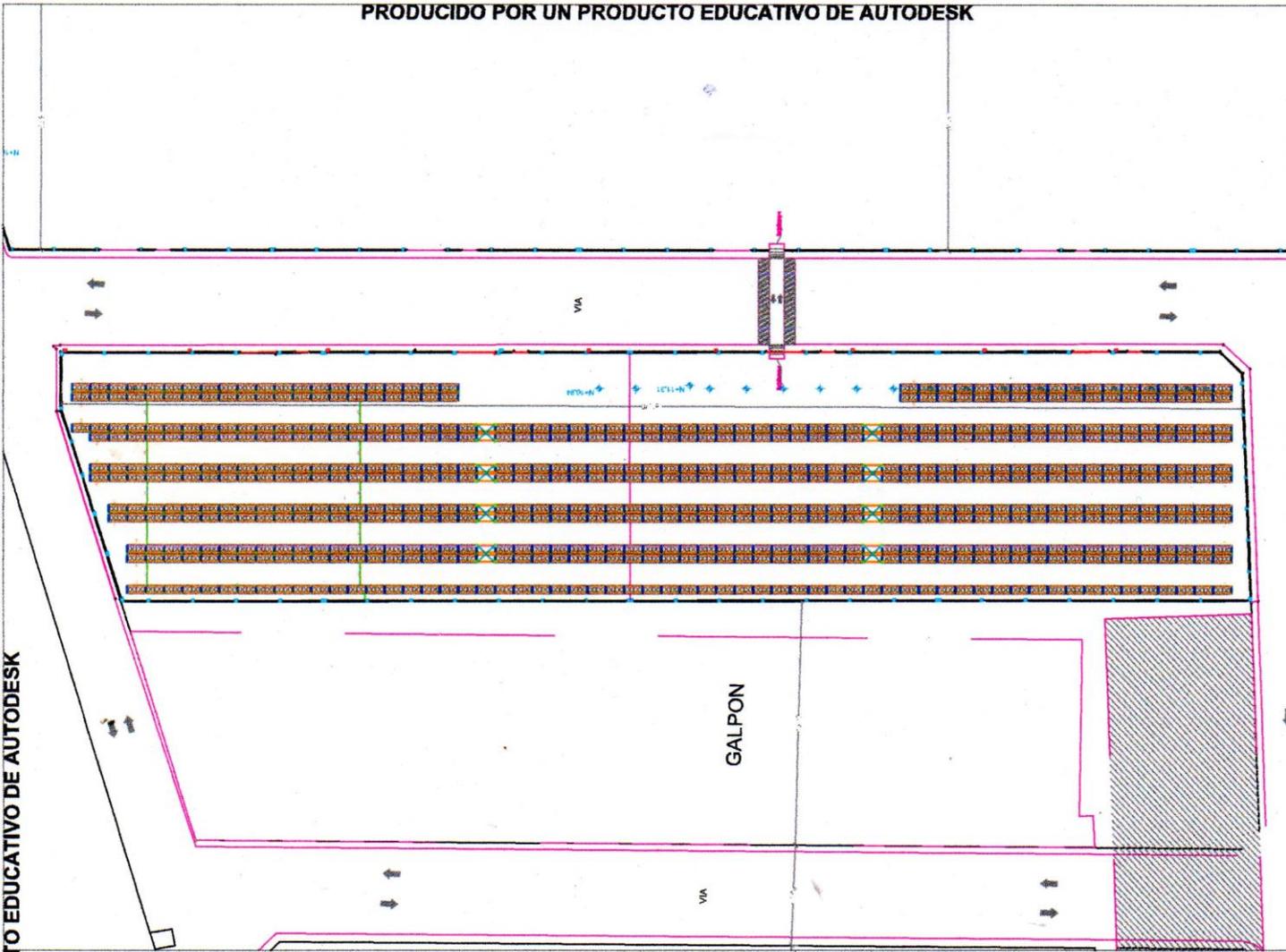
- Se recomienda la implementación de la opción de Estanterías de Doble profundidad con el uso de Montacargas de altura tipo Doble Reach y transpaletas eléctricas de acuerdo a los detalles del capítulo anterior; considerando que esta configuración optimiza el

uso de recursos y presenta un mejor horizonte de crecimiento futuro.

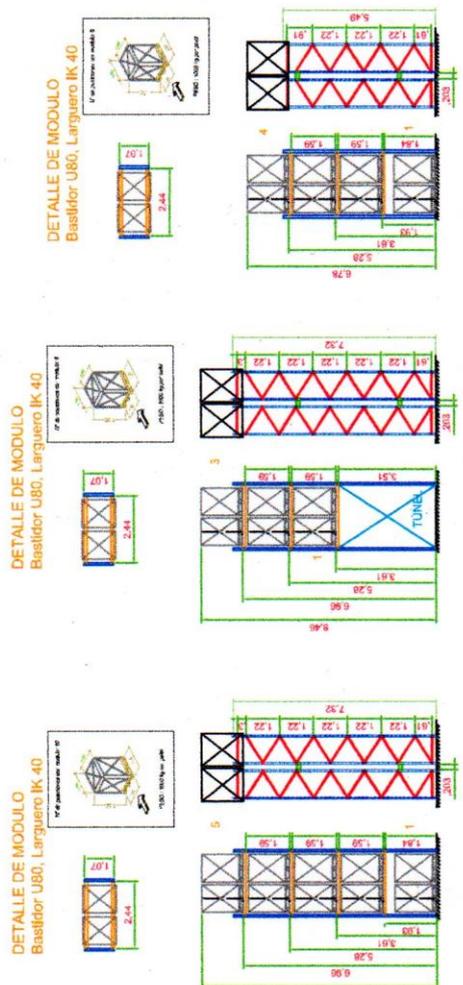
- Una vez implementada las opciones de almacenamiento y equipos recomendadas en el punto anterior, se recomienda la reducción de personal y alquiler de espacios externos de acuerdo al detalle del análisis financiero de la configuración sugerida, para así alcanzar los ahorros y eficiencias propuestos.
- Se recomienda mantener una medición constante con indicadores de gestión de Almacenes, en aspectos de costos por unidad almacenada y pérdidas de valor por venta total, con el fin de mantener el control de la gestión óptima del almacén y poder reaccionar a tiempo en cuanto a necesidades de actualización tecnológica.

APÉNDICES.

APÉNDICE A.



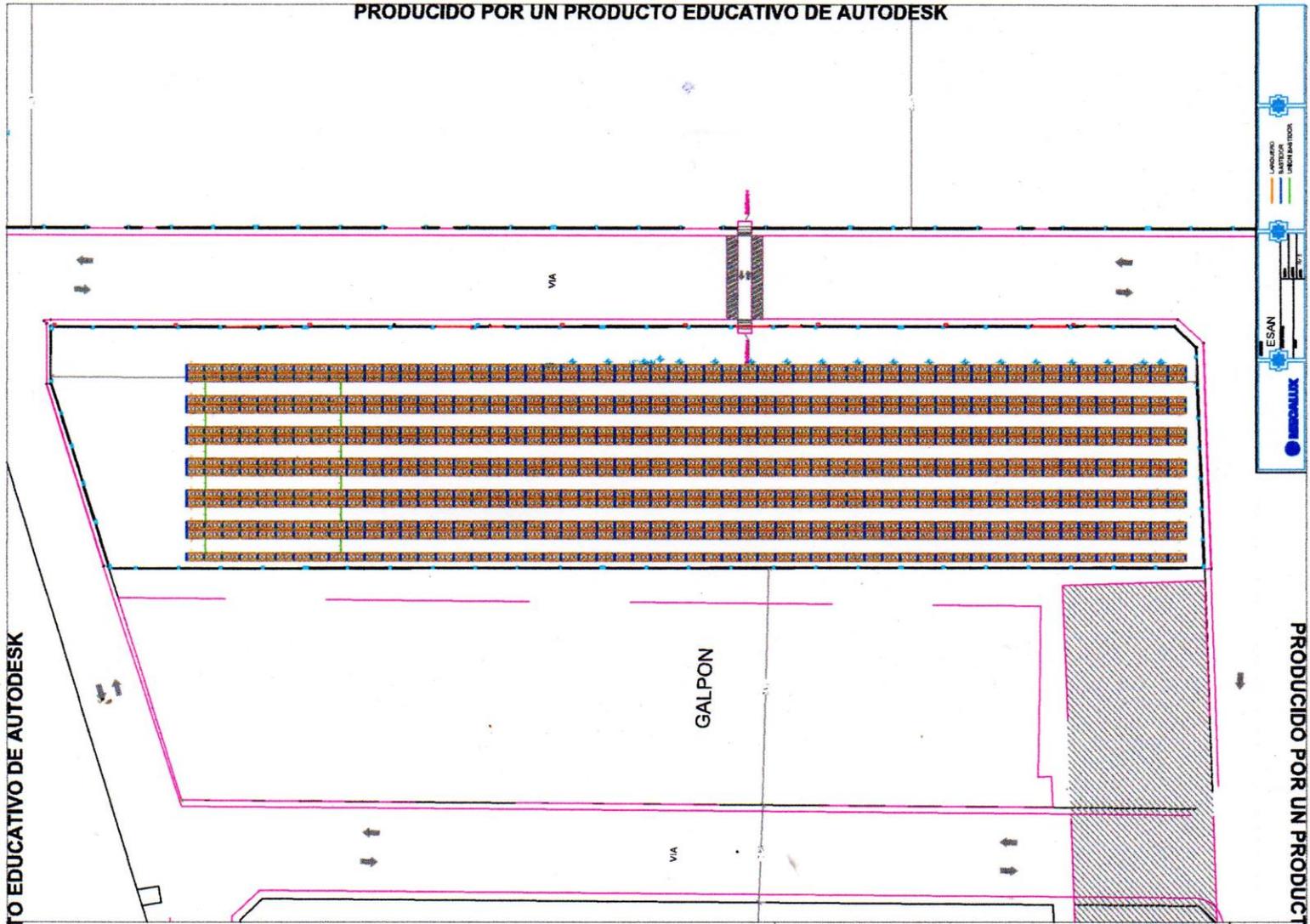
CORTE A - A"



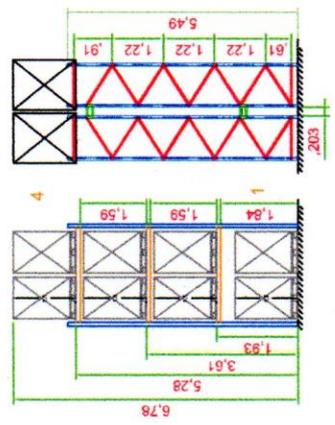
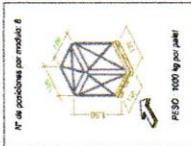
APÉNDICE B.

PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK

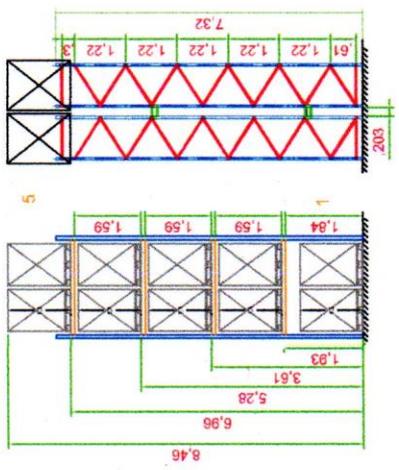
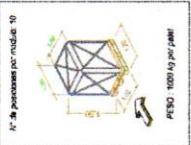
PRODUCIDO POR UN PRODUCTO EDUCATIVO DE AUTODESK



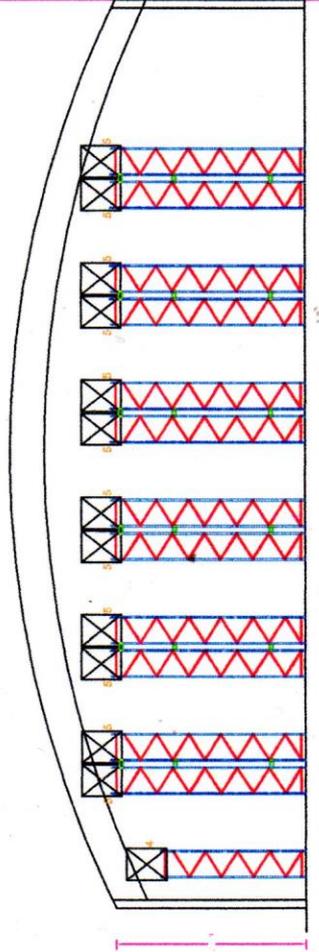
DETALLE DE MODULO
 Bastidor U80, Larguero IK 40



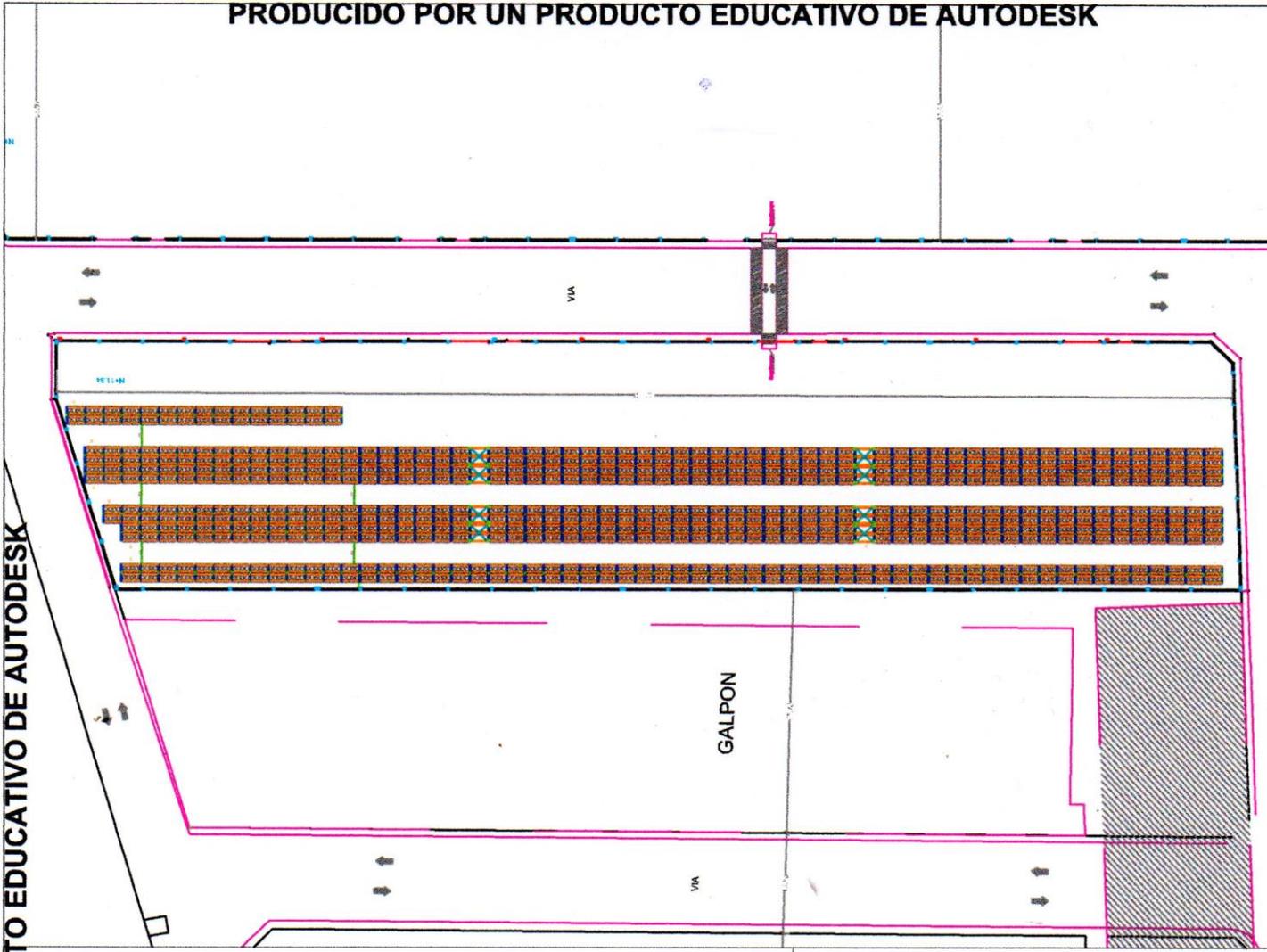
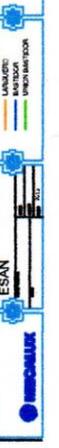
DETALLE DE MODULO
 Bastidor U80, Larguero IK 40



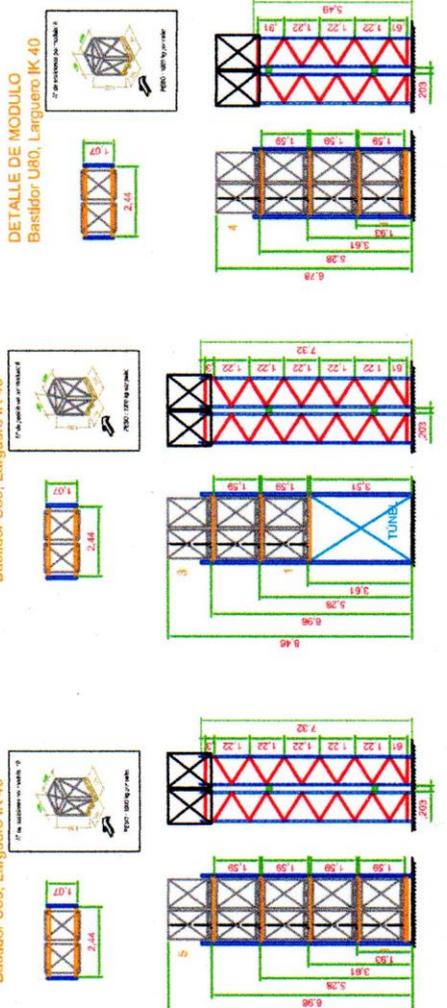
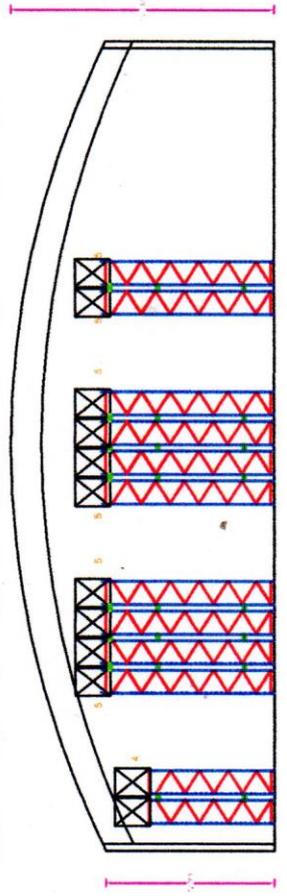
CORTE A - A"



APÉNDICE C.



CORTE A - A"



BIBLIOGRAFÍA.

5. SALDARRIAGA R. DIEGO LUIS, Diseño, Optimización y Gerencia de Centros de Distribución, Editorial Zona Logística, Colombia, 2012.
6. MAULEÓN TORRES MIKEL, Gestión de Stock Excel como herramienta de análisis, Ediciones Díaz de Santos, España, 2008.
7. KONZ STEPHAN, Manual de Distribución en Plantas Industriales, Grupo Noriega Editores, Primera Edición, México, 1992.
8. SHROEDER ROGER, Administración de Operaciones, Editorial McGraw-Hill, Tercera Edición, México, 1992.
9. MAULEÓN TORRES MIKEL, Sistemas de Almacenaje y Picking, Ediciones Díaz de Santos, España, 2003.
10. MULLER MAX, Fundamentos de administración de inventarios, Editorial Norma, España, 2005.
11. GUERRERO SALAS HUMBERTO, Inventarios, Manejo y Control, Editorial STARBOOK, España, 2010.
12. MARIN VASQUEZ RAFAEL, Almacén de Clase Mundial. Propuesta para una operación logística rentable, Editorial: Universidad Pontificia Bolivariana, Colombia, 2008.

13. ANAYA TEJERO JULIO JUAN, Almacenes: Análisis, diseño y organización, Editorial ESIC, España, 2008.
14. ROUX MICHEL, Manual de Logística para la Gestión de Almacenes, Editorial Gestión 2000, España, 2009.