

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

Diseño de un modelo de reposición de inventarios de productos no  
perecederos de un almacén minorista

**PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingenieros Industriales**

Presentado por:

Edwin Bolívar Delgado Cedeño

Manuel Alexander Pillapa Agila

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

## **DEDICATORIA**

Este trabajo es dedicado para mis padres por ser mi sendero de luz en los días más difíciles, enseñándome el valor de la perseverancia y la tenacidad ante las adversidades e inculcarme el espíritu de lucha.

Edwin Bolívar Delgado Cedeño

## **DEDICATORIA**

El presente proyecto es dedicado a mi familia por estar siempre a mi lado, por apoyarme a lo largo de mi vida universitaria y por ser siempre incondicionales. Todos mis logros, incluyendo este, son reflejo de su amor y esfuerzo.

Manuel Alexander Pillapa Agila

# AGRADECIMIENTO

A Dios, por ser parte fundamental en los momentos más duros.

A mi familia, por brindarme su apoyo y amor incondicional.

A Manuel, por ser un gran amigo y compañero de trabajo durante mi etapa universitaria.

A Alejandro Leyva por ser una guía desde mi adolescencia y adultez.

A la MSc. María Laura Retamales por guiarme durante toda mi vida universitaria con sus valiosos consejos.

Edwin Bolívar Delgado Cedeño

## **AGRADECIMIENTO**

Primero que nada, quiero agradecer a Dios por permitirme completar una etapa más de mi vida.

A mis padres por impartirme todos sus valores y su sabiduría en cada momento. A mi hermana por acompañarme en todo momento y por alentarme a nunca rendirme en los momentos más difíciles de la carrera.

A mi compañero Edwin por acompañarme en el último proyecto universitario.

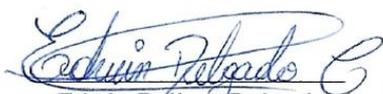
A Darwin Gonzaga por siempre darme ánimos a seguir adelante, por darme la mano en todo lo que ha podido y por la amistad que venimos forjando desde el colegio.

Y finalmente a Víctor Zambrano y a Raúl Gamboa por brindarme su amistad y su apoyo a lo largo de esta etapa universidad.

Manuel Alexander Pillapa Agila

## DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Edwin Bolívar Delgado Cedeño* y *Manuel Alexander Pillapa Agila* y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

  
Edwin Bolívar Delgado  
Cedeño

  
Manuel Alexander  
Pillapa Agila

# EVALUADORES

**Jorge Fernando Abad M., Ph. D**

PROFESOR DE LA MATERIA

**María Laura Retamales G., MSc**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

El proyecto se realizó en una tienda minorista de productos varios localizada en la ciudad de Guayaquil, donde surge la idea de mejorar el sistema de control de inventario de la bodega de la tienda, esto debido a que existe una gran cantidad de sobre inventario tanto en los racks como en el piso. Por esta razón, se plantea como objetivos, rediseñar las políticas de reabastecimiento para así reducir la cantidad de productos presentes en la bodega y los costos asociados a estos, así mismo se busca rediseñar la distribución de los productos para reducir los tiempos de picking dentro de la misma.

Se utilizó la metodología DMADV (Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar) la cual permitió desarrollar y alcanzar el objetivo de diseño el cual se centra en la implementación de una política de revisión periódica mensual (T, S). Por otro lado, para el rediseño de la distribución de los productos se implementó un modelo de organización ABC. Los diseños propuestos fueron desarrollados para los productos tipo A de la unidad de negocio más crítica de la tienda, los cuales fueron determinados mediante una clasificación ABC bajo el criterio de mayor utilidad durante los años 2019 al 2021.

Las mejoras propuestas tuvieron como resultado la reducción de los costos asociados al reabastecimiento de productos en un 50.8% respecto a la situación actual. Además, se redujo la distancia recorrida en un 18% y el tiempo de picking en un 16%, cumpliendo así, con las especificaciones de diseño planteadas.

**Palabras Clave:** ABC, sobre inventario, picking, políticas de reabastecimiento

## **ABSTRACT**

*The project was carried out in a retail store of various products located in the city of Guayaquil, where the idea arises to improve the inventory control system of the store's warehouse, because there is a large amount of overstock both in the racks and on the floor. For this reason, the objectives were to redesign the restocking policies to reduce the number of products in the warehouse and their associated costs, and to redesign the distribution of products to reduce picking times within the warehouse.*

*The DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify) methodology was used to develop and achieve the design objective, which focuses on the implementation of a monthly periodic review policy (T, S). On the other hand, for the redesign of the product distribution, an ABC organization model was implemented. The proposed designs were developed for the type A products of the most critical business unit of the store, which were determined through an ABC classification under the criterion of "higher utility" during the years 2019 to 2021.*

*The proposed improvements resulted in a 50.8% reduction in the costs associated with product replenishment compared to the current situation. In addition, the distance traveled was reduced by 18% and the picking time by 16%, thus complying with the proposed design specifications.*

*Keywords: ABC, over inventory, picking, restocking policies*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	I
ABSTRACT .....	II
ÍNDICE GENERAL .....	III
ABREVIATURAS.....	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	IX
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción .....	1
1.1 Descripción del problema .....	1
1.2 Justificación del problema .....	2
1.3 Objetivos .....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2 Objetivos Específicos.....	3
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Definir .....	3
1.4.2 Medir.....	4
1.4.3 Analizar .....	4
1.4.4 Diseñar .....	6
1.4.5 Prototipar .....	6
CAPÍTULO 2.....	7
2. Metodología .....	7
2.1 Definir.....	7
2.1.1 Alcance .....	7
2.1.2 Voz del cliente.....	11
2.1.3 Quality Function Deployment:.....	12

2.1.4	Restricciones de diseño .....	13
2.2	Medir .....	13
2.2.1	Plan de recolección de datos .....	13
2.2.2	Verificación de datos.....	16
2.3	Análisis .....	16
2.3.1	Lluvia de ideas de las posibles opciones de diseño.....	17
2.3.2	Ventajas y desventajas de las opciones de diseño .....	17
2.3.3	Selección de alternativas que se ajustan a los requerimientos.....	19
2.3.4	Modelos de revisión de inventarios.....	21
2.3.5	Análisis financiero de las opciones de diseño.....	21
2.3.5.1	Costos y Beneficios de implementación de políticas de inventario .....	21
2.3.5.2	Costos y Beneficios de implementación de sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda .....	22
2.3.5.3	Análisis VNA y TIR de las ideas de diseño.....	23
2.4	Diseño .....	24
2.4.1	Política de revisión periódica modelo (T, S).....	24
2.4.2	Sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda.....	28
CAPÍTULO 3.....		32
3.	Resultados y Análisis.....	32
3.1	Utilización de indicadores de desempeño .....	32
3.2	Análisis de sensibilidad .....	32
3.2.1	Análisis de sensibilidad variando el periodo de revisión .....	32
3.2.1.1	Comparación de indicadores de desempeño para el producto “Cubiertos Juegos” .....	36
3.2.1.2	Análisis de los indicadores de desempeño a los productos críticos ....	36
3.2.2	Análisis de sensibilidad de la demanda .....	39
3.3	Análisis de los costos de implementación de los modelos de revisión .....	41
3.4	Análisis del comportamiento de la política seleccionada vs la situación actual	42

3.5	Simulación del sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda.....	46
3.5.1	Análisis estadístico de la simulación.....	48
3.6	Resultados de la Triple Línea Base.....	48
CAPÍTULO 4.....		50
4.	Conclusiones Y Recomendaciones .....	50
4.1	Conclusiones.....	50
4.2	Recomendaciones.....	51

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

## **ABREVIATURAS**

DMADV	Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Verificar
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
QFD	Quality Function Deployment
SIPOC	Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers
SKU	Stock Keeping Unit
TBL	Triple Bottom Line
TIR	Tasa Interna de Retorno
VAN	Valor Actual Neto
VOC	Voice of Customer
WMS	Warehouse Management System

## SIMBOLOGÍA

m	Metro
D	Demanda anual
d	Demanda promedio del periodo
$\sigma_d$	Desviación estándar de la demanda
L	Lead Time
T	Periodo (intervalo) de revisión
$D_{T+L}$	Demanda estimada (promedio) dentro de T+L
$\sigma_{T+L}$	Desviación estándar de la demanda durante T+L
ss	Inventario de seguridad (en unidades)
k	Factor de seguridad o nivel de servicio
A	Costo fijo de ordenar un lote de reabastecimiento
H	Costo de mantener unidad de inventario por unidad de tiempo

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama Sipoc .....	7
Figura 2.2 Diagrama 80-20 de las unidades de negocio .....	8
Figura 2.3 Pareto por consumo monetario de los grupos de “Hogar” .....	9
Figura 2.4 QFD.....	12
Figura 2.5 Dashboard tipo Velocímetro para verificación del estado actual del inventario en bodega.....	28
Figura 2.6 Layout Isométrico de la bodega .....	29
Figura 2.7 Vista superior de la bodega.....	29
Figura 2.8 Distribución de las Unidades de Negocio dentro de bodega .....	31
Figura 3.1 Simulación gráfica del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=1) para “Cubiertos Juegos” .....	33
Figura 3.2 Simulación gráfica del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=2) para “Cubiertos Juegos” .....	34
Figura 3.3 Simulación gráfica del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=3) para “Cubiertos Juegos” .....	35
Figura 3.4 Gráfica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del grupo de “Servicio de mesas y bebidas”.....	43
Figura 3.5 Gráfica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Charoles” .....	44
Figura 3.6 Gráfica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Adorno para bar” .....	44
Figura 3.7 Gráfica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Copas” .....	45
Figura 3.8 Gráfica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Vajillas” .....	45
Figura 3.9 Resultados de la prueba de hipótesis realizada .....	48

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Diferencias entre Inventario promedio mensual y promedio de la demanda mensual .....	2
Tabla 2.1 Subgrupos y dinero en bodega de “Servicio de mesas y bebidas” .....	10
Tabla 2.2 Productos presentes en “Servicio de mesas y Bebidas” .....	11
Tabla 2.3 Restricciones de diseño .....	13
Tabla 2.4 Plan de recolección de datos .....	15
Tabla 2.5 Ventajas y desventajas de las ideas de diseño para la reposición de productos .....	18
Tabla 2.6 Ventajas y desventajas de las ideas de diseño para la organización de productos.....	19
Tabla 2.7 Opciones de diseño para la organización dentro de bodega .....	20
Tabla 2.8 Opciones de diseño para el reabastecimiento de producto en bodega .....	20
Tabla 2.9 Costos de implementar una política de inventario .....	21
Tabla 2.10 Beneficios de Implementar una política de inventarios.....	22
Tabla 2.11 Costos de implementar un sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda .....	22
Tabla 2.12 Beneficios de implementar un sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda .....	23
Tabla 2.13 Resultados de análisis VNA y TIR para las ideas de diseño .....	23
Tabla 2.14 Datos iniciales para el cálculo del modelo de revisión periódica de “Cubiertos Juegos” .....	25
Tabla 2.15 Parámetros de la política (T, S) para productos de “Servicio de mesas y bebidas” .....	27
Tabla 2.16 Clasificación ABC de las unidades de negocio .....	30
Tabla 2.17 Distribución de racks y slots para las unidades de negocio.....	31
Tabla 3.1 Simulación del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=1) para “Cubiertos Juegos” .....	33
Tabla 3.2 Simulación del Modelo (T, S) con periodos de revisión bimensual (T=2) para “Cubiertos Juegos” .....	34
Tabla 3.3 Simulación del Modelo (T, S) con periodos de revisión bimensual (T=3) para “Cubiertos Juegos” .....	35

Tabla 3.4 Comparación de los indicadores de desempeño para los diferentes modelos de revisión de inventario .....	36
Tabla 3.5 Top de indicadores de desempeño de los modelos de revisión de inventario .....	37
Tabla 3.6 Indicadores de desempeño de los modelos de revisión de inventario .....	38
Tabla 3.7 Incremento en la demanda 20% .....	39
Tabla 3.8 Simulación de política de reabastecimiento con demanda actual .....	39
Tabla 3.9 Simulación de política de reabastecimiento con demanda Incrementada ...	40
Tabla 3.10 Evaluación de los indicadores de desempeño para los diferentes escenarios .....	40
Tabla 3.11 Costos de pedir producto y de mantener en inventario .....	41
Tabla 3.12 Comparación de los costos de implementación para los diferentes modelos de revisión de inventario .....	42
Tabla 3.13 Réplicas de las distancias recorridas realizadas en el software Flexsim ...	47

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el sector minorista del Ecuador ha crecido tornando más fuerte la competencia por captar a los clientes, volviendo más atractivos aquellos establecimientos que pueden ofrecer un mejor precio por sus productos. Para esto las empresas deben tener un estricto control sobre sus costos para así obtener una ventaja competitiva.

El presente proyecto se desarrolló en la bodega de una tienda perteneciente a una empresa dedicada a la venta al por mayor y menor de productos no perecibles. Entre su catálogo de productos se tienen adornos para hogar, útiles escolares, electrodomésticos, juguetes entre otros.

Actualmente la bodega posee cerca de 1,000 Sku's almacenados tanto en los racks como en los pasillos provocando desorganización en ella.

El motivo de este proyecto es de reducir los niveles de sobre inventario el cual afecta directamente a los procesos de recepción, devolución, perchado y picking de mercadería elevando los costos de manipuleo y mantenimiento de inventario y transporte.

### 1.1 Descripción del problema

Ante los cambios estructurales que ha tenido la compañía en los últimos años, esta ha decidido elevar su horizonte de planeación de la demanda para sus locales siendo este de tres meses, provocando el envío masivo de productos desde los proveedores hacia las bodegas de sus tiendas minoristas; sin tener en cuenta las capacidades de almacenaje, desencadenando en el abarrotamiento de los racks, el apilamiento en el piso y el almacenamiento aleatorio.

La compañía busca establecer en sus tiendas las capacidades máximas de almacenaje de las distintas unidades de negocio conforme a la demanda, para la

implementación de alertas de sobre inventario con el fin de evitar el aumento de los tiempos de búsqueda de los productos, las averías por mal manejo y la obsolescencia.

## 1.2 Justificación del problema

El sobre inventario de los productos dentro de la bodega de una de las tiendas de la compañía ha generado: inconvenientes en el correcto flujo de productos y aumento en el tiempo de búsqueda. Como se evidencia en la Tabla 1.1. existen productos que poseen un inventario que supera con creces a su demanda.

**Tabla 1.1 Diferencias entre Inventario promedio mensual y promedio de la demanda mensual [Elaboración Propia]**

<b>Código</b>	<b>Inventario promedio mensual en bodega (unidades de producto)</b>	<b>Promedio demanda mensual (unidades de producto)</b>	<b>Diferencia (unidades de producto)</b>
70001649	98	32	66
70001658	265	56	209
70001662	1005	407	598
70001670	55	17	38
70001675	462	202	260
70001558	41	15	26
70001564	207	53	154
70001592	18	12	6
70001598	51	11	40

Evidenciada la problemática se identifica que la compañía necesita replantear su manera de reabastecer su inventario además de distribuir y conocer las capacidades máximas de almacenamiento de su bodega.

En consecuencia, el presente proyecto tiene como beneficios en cuanto a lo económico reducir los costos relacionados a la reposición de inventario dentro de la bodega, en lo ambiental reducir el consumo de cajas de cartón corrugado usados durante la reposición de la tienda y finalmente en lo social reducir el retrabajo realizado al momento de la búsqueda del producto en la bodega.

## 1.3 Objetivos

### 1.3.1 Objetivo General

Diseñar políticas de reabastecimiento en una tienda minorista, mediante la definición de límites de almacenamiento de categorías de productos dentro de la bodega y asignación de ubicaciones conforme a su demanda, para la reducción de tiempos de búsqueda.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

1. Evaluar sistemas de revisión de inventario que se ajusten a las especificaciones de la tienda.
2. Diseñar alertas de sobre inventario a partir de las políticas de reabastecimiento.
3. Agrupar y categorizar los productos de la tienda en base a un análisis de clasificación ABC.
4. Asignar ubicaciones dentro de las estanterías a los productos por unidad de negocio acorde a la demanda.

## 1.4 Marco teórico

### 1.4.1 Definir

- **Voice of customer (Voz del cliente):** Es una herramienta utilizada en el ámbito laboral para condensar los requerimientos de los clientes al momento del desarrollo de un nuevo producto. Tiene múltiples beneficios como la jerarquización y priorización de los clientes (Griffin & John, 1991).
- **SIPOC (Suppliers, inputs, Process, Outputs, Customers):** O por su significado en español proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes es un diagrama que permite a los agentes involucrados dentro de un proyecto six sigma definir el alcance y si es realizable dentro del tiempo establecido (Pizdek & Paul , 2010).
- **Quality Function Deployment:** Es una metodología desarrollada en Japón la cual recolecta los principales requerimientos del cliente y los relaciona con las

especificaciones técnicas que debe tener el producto o solución (Hauser , Garry Katz, Griffin, & Gaskin, 2010).

#### 1.4.2 Medir

En esta etapa se recolectaron todos los datos necesarios para realizar un análisis e identificar la situación actual de la compañía y para posteriores etapas proponer ideas de diseño para solucionarlo.

- **Plan de recolección de datos:** Es un cuadro resumen donde se detallan todos los atributos de las variables de estudio y su función principal es discernir la utilidad de las variables durante el desarrollo del proyecto.
- **Demanda:** Es la tasa que existe entre el precio del producto y la cantidad adquirida del mismo. Su valor se encuentra dictado por los precios del mercado, si el mercado dicta un alza en el valor de la demanda esta se incrementará y viceversa (Michael, 2018).
- **Índice de rotación de inventarios:** Es igual al número de veces que el inventario ha sido vendido y reemplazado durante un periodo de tiempo (Muller, 2005).

#### 1.4.3 Analizar

- **Pronosticar:** Se refiere al acto de emitir un juicio de valor sobre el futuro de una variable, en donde se toman en cuenta valores históricos o el expertiz que se tenga sobre la variable estudiada con el fin de tomar una decisión (Montemayor Gallegos , 2013).
- **Categorización ABC:** Es una clasificación de productos basado en el principio de Pareto donde se divide el inventario en secciones según su importancia. Siendo los productos tipo A donde se concentra el 80% del valor del inventario, tomando el nombre minoría vital y dejando al resto de productos como una mayoría trivial (Muller, 2005).
- **5S:** Es una metodología desarrollada en japon la cual se basa en el orden, limpieza y disciplina, tiene como finalidad la organización dentro de las instalaciones de trabajo (Gutierrez, 2010).

- **WMS:** Un sistema de gestión de almacenes o WMS está destinado principalmente a controlar el movimiento y el almacenamiento de materiales en el almacén y manejar las transacciones asociadas, incluida la recepción, el envío, la recolección y el envío. Un sistema de gestión de almacenes (WMS) es una aplicación informática basada en una base de datos que mejora la eficiencia del almacén al dirigir los desechos y mantiene un inventario preciso al registrar las transacciones del almacén (Subramanya & Rangaswamy, 2012).
- **Sku (stock keeping unit):** O por su significado en español número de referencia único que posee un producto el cual puede estar conformado por números o letras.
- **Dashboard:** Es una herramienta que sirve para obtener información de los datos y centralizar los indicadores de desempeño que se necesita saber para ver lo que realmente está sucediendo en su negocio. (Amy Mayer & Kevin McGinley, 2009)
- **Modelo programación mixta:** Es un problema en el que solo ciertas variables deben tener un valor entero mientras que otras pueden tomar cualquier valor continuo
- **Método Max /Min de inventario:** El método Min/Max fue uno de los primeros métodos de reposición de inventario utilizados en el software de gestión de inventario empresarial. La principal ventaja de este método es su implementación extremadamente simple (Anton, 2009).
- **Ditribution Resource Planning (DRP):** También conocido como planificación de reabastecimiento de entrega, DRP es un enfoque basado en el tiempo para identificar cuándo es probable que se agoten las existencias y planificar el reabastecimiento para evitar la escasez de existencias. DRP utiliza una estructura de árbol, donde la instalación central, como un almacén, proporciona las instalaciones regionales, que a su vez proporcionan las demás instalaciones del árbol. Esta estructura puede contener cualquier número de clases. (Martin, A. J. , 1995)

- **Demand Driven:** DDMRP es un método de planificación avanzado que impulsa Intuíflow y permite un flujo de materiales en cadenas de suministro complejas. Este es un paso importante para alinear el negocio con las demandas cambiantes del mercado e impulsar la innovación y la agilidad a través de esta conexión. (Smith & Smith, 2016)

#### 1.4.4 Diseñar

- **Modelo de revisión periódica (T, S):** Un sistema de clasificación de inventario periódico (T, S) es un sistema en el que el inventario de un artículo se revisa en cada intervalo fijo y se realiza un pedido con la cantidad adecuada, es decir, el tamaño del pedido varía dependiendo del comportamiento de la demanda. En general, el sistema de revisión periódica requiere un mayor nivel de seguridad en comparación al sistema de revisión continua (Chopra, S & Meindl, P, 2000).

#### 1.4.5 Prototipar

En esta fase del proyecto integrados se modelarán los diseños elegidos mediante diferentes filtros o características que se acoplen a los requerimientos del cliente y a las restricciones planteadas en anteriores fases de este proyecto, esto con la finalidad de poder diferenciar los contrastes de la situación actual vs las opciones de diseño a implementar y así poder verificar la viabilidad de cada uno de los modelos de diseño.

- **Flexsim:** Es una herramienta de software de simulación de eventos discretos que proporciona animación gráfica realista y extensos informes de rendimiento que permiten al usuario identificar problemas y evaluar soluciones alternativas en un corto período de tiempo (Wang & Chen , 2016).

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

La metodología empleada en este proyecto posee las siguientes fases Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar (DMADV). La finalidad de esta metodología es el desarrollo de un nuevo producto o solución acorde a los requerimientos del cliente.

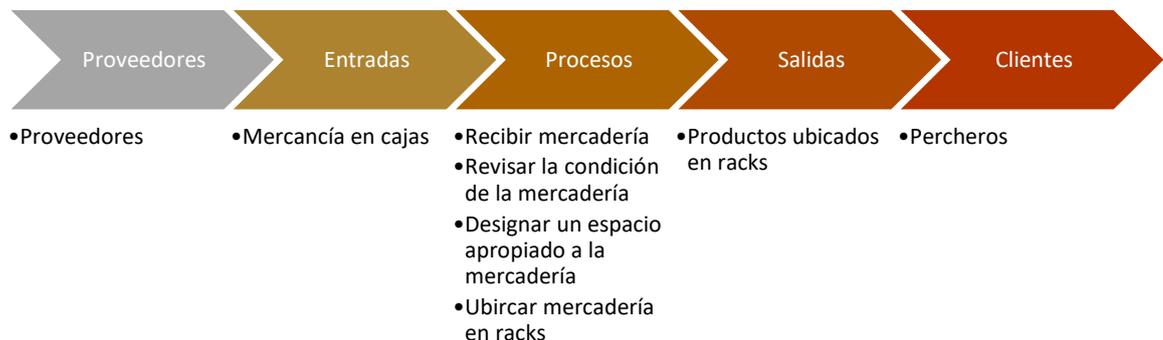
### 2.1 Definir

Como fase inicial del proyecto se mantuvo una reunión de arranque donde se detalló el alcance y lugar de desarrollo. Los involucrados en esta reunión por parte de la empresa fueron:

- Gerente de operaciones
- Jefes de tiendas
- Jefe regional
- Analista en procesos

#### 2.1.1 Alcance

Para definir el alcance del proyecto y donde se desarrolló se formuló un diagrama SIPOC Figura 2.1 el cual recogió los procesos que se realizan dentro de la bodega.

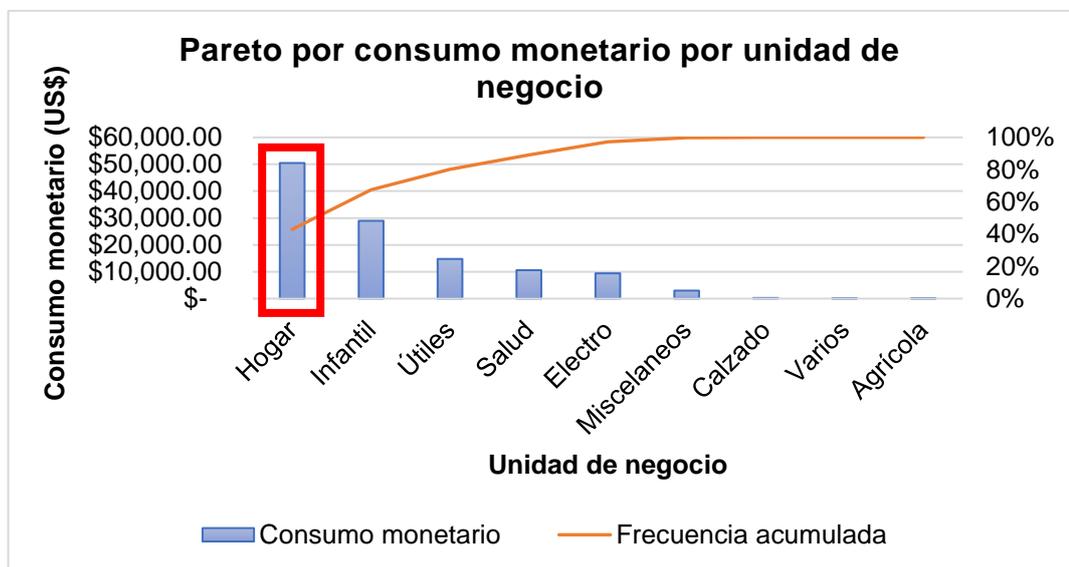


**Figura 2.1 Diagrama Sipoc [Elaboración Propia]**

Al ser una empresa minorista esta cuenta con una gran cantidad de productos y estos a su vez están etiquetados de forma jerárquica de la siguiente manera:

- Unidad de negocio
- Grupo
- Subgrupo
- Categoría
- Subcategoría

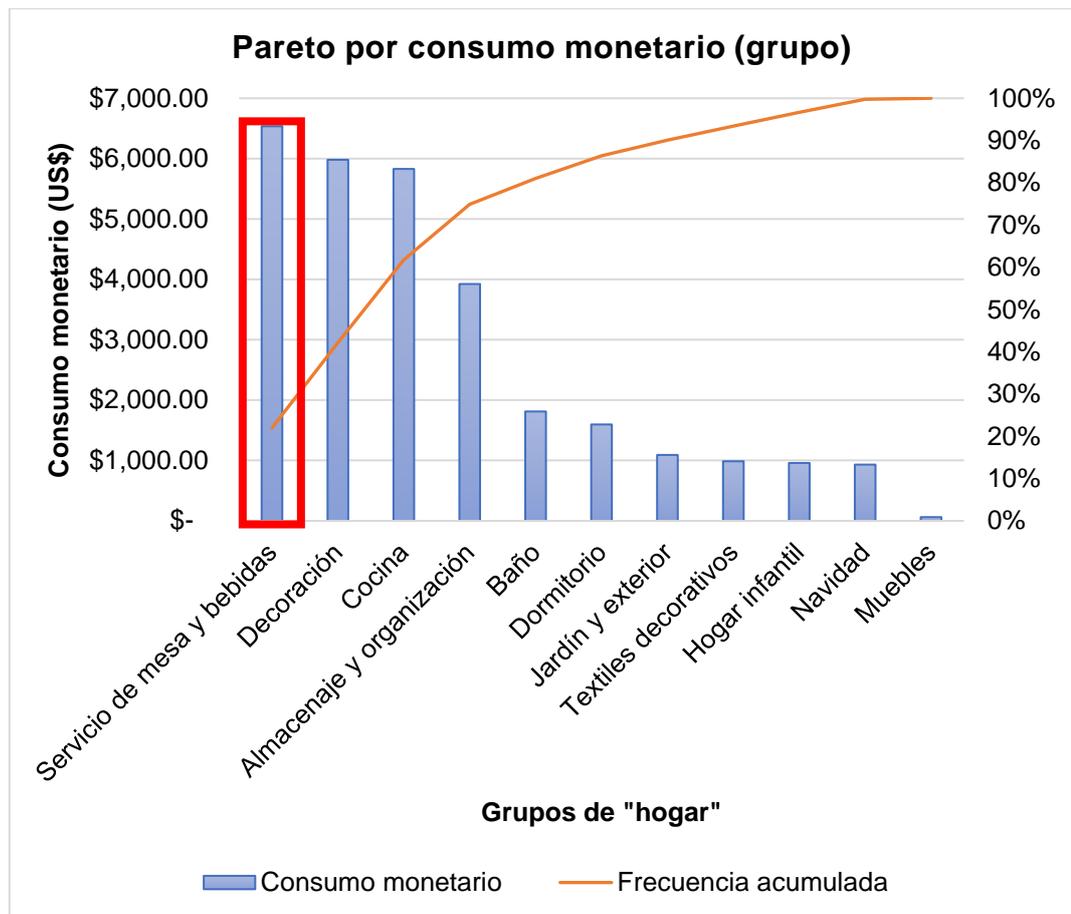
Por esta razón se necesita segmentar aquellos productos “críticos” que generen el mayor impacto durante el desarrollo del proyecto. La segmentación se realizó con el criterio de mayor consumo monetario que poseen dentro de bodega.



**Figura 2.2 Diagrama 80-20 de las unidades de negocio [Elaboración Propia]**

Como se aprecia en la Figura 2.2, existen 3 unidades de negocio que forman parte de lo más importante de la tienda, pero como es una empresa minorista, la cantidad de productos existentes dentro de cada una de las unidades es grande, por lo que, por las restricciones de tiempo, solo nos centraremos en la unidad de negocio con mayor aporte dentro del diagrama Pareto, en este caso se trata de “Hogar”.

Una vez definida la unidad de negocio más representativa se procedió a realizar un Pareto por consumo monetario a los grupos que son parte de la unidad, de igual manera se escogió al que mayor aporte tenga dentro del Pareto dada la cantidad de productos presentes en cada uno de estos.



**Figura 2.3 Pareto por consumo monetario de los grupos de “Hogar” [Elaboración Propia]**

En la Figura 2.3 se puede observar que el grupo que mayor aporte tiene es el de “Servicio de mesas y bebidas” por lo que los posteriores análisis se centrarán en los productos presentes en este grupo, en la Tabla 2.1, se muestran los subgrupos presentes en este grupo.

**Tabla 2.1 Subgrupos y dinero en bodega de “Servicio de mesas y bebidas”**

[Elaboración Propia]

<b>UNIDAD DE NEGOCIO</b>	<b>DINERO EN BODEGA (US\$)</b>
<b>Hogar</b>	
<b>SERVICIO DE MESA Y BEBIDAS</b>	
ACCESORIOS DE MESA	\$ 209.54
AZUCARERO Y CREMERA	\$ 7.78
BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS	\$ 620.10
BOTELLAS Y DISPENSADORES	\$ 41.14
COMPLEMENTO PARA BAR	\$ 224.23
COPAS PIEZAS SUELTAS	\$ 119.29
CUBIERTOS JUEGOS	\$ 446.83
CUBIERTOS PZ SUELTAS	\$ 331.77
JARRAS	\$ 157.60
JUEGOS DE COPAS	\$ 392.17

Finalmente, el análisis de todo el proyecto integrador se centró en los productos que parten de cada uno de los subgrupos mostrados anteriormente, en la Tabla 2.2 se muestran los productos de cada subgrupo.

**Tabla 2.2 Productos presentes en “Servicio de mesas y Bebidas”**

[Elaboración Propia]

<b>SERVICIO DE MESA Y BEBIDAS</b>
<b>VAJILLAS</b>
VAJILLAS EN PIEZAS SUELTAS
JUEGOS DE VAJILLAS
PLATOS BASE
<b>CUBIERTOS</b>
CUBIERTOS PZ SUELTAS
CUBIERTOS JUEGOS
<b>VASOS</b>
VASOS PIEZAS SUELTAS
VASOS JUEGOS
<b>FUENTES Y PORTA PIQUEOS</b>
BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS
PORTADULCES
<b>COPAS</b>
JUEGOS DE COPAS
COPAS PIEZAS SUELTAS
<b>SERVICIO DE BAR</b>
COMPLEMENTO PARA BAR
UTENSILIOS DE BAR
<b>PZAS AUXILIARES SERVICIO DE MESA</b>
MANTEQUILLEROS Y QUESERA
SALERO Y PIMENTERO
SALSERO Y AJICERO
TETERAS
SERVIDORES
AZUCARERO Y CREMERA
SERVILLETERO
ACEITERO/VINAGRERO
OTRAS PIEZAS AUXILIARES
<b>SERVICIO DE ALIMENTOS</b>
CHAROLES
<b>JARRAS Y BOTELLAS</b>
JARRAS
BOTELLAS Y DISPENSADORES

De los 9 subgrupos presentes en “Servicio de mesas y bebidas” se encuentran un total de 25 SKU’s, esta información fue obtenida de las bases de datos proporcionadas por la empresa.

### 2.1.2 Voz del cliente

Para establecer cuales fueron la necesidades y requerimientos del cliente se elaboró un VOC para identificar las más importantes y cuales generaban más “dolencias” a la empresa, estas fueron:

- Reducir el nivel de sobre inventario
- Determinar la capacidad de la bodega

- Reducir el tiempo de búsqueda de producto
- Mantener la bodega organizada
- Evitar la entrada de mercadería que se encuentra ya en stock
- Identificar los productos más representativos
- Asignar posiciones fijas a los productos

### 2.1.3 Quality Function Deployment:

Para traducir la voz del cliente en requerimientos técnicos se utilizó la herramienta QFD Figura 2.4 la cual pondera y enfoca los principales requerimientos que deben ser atendidos.

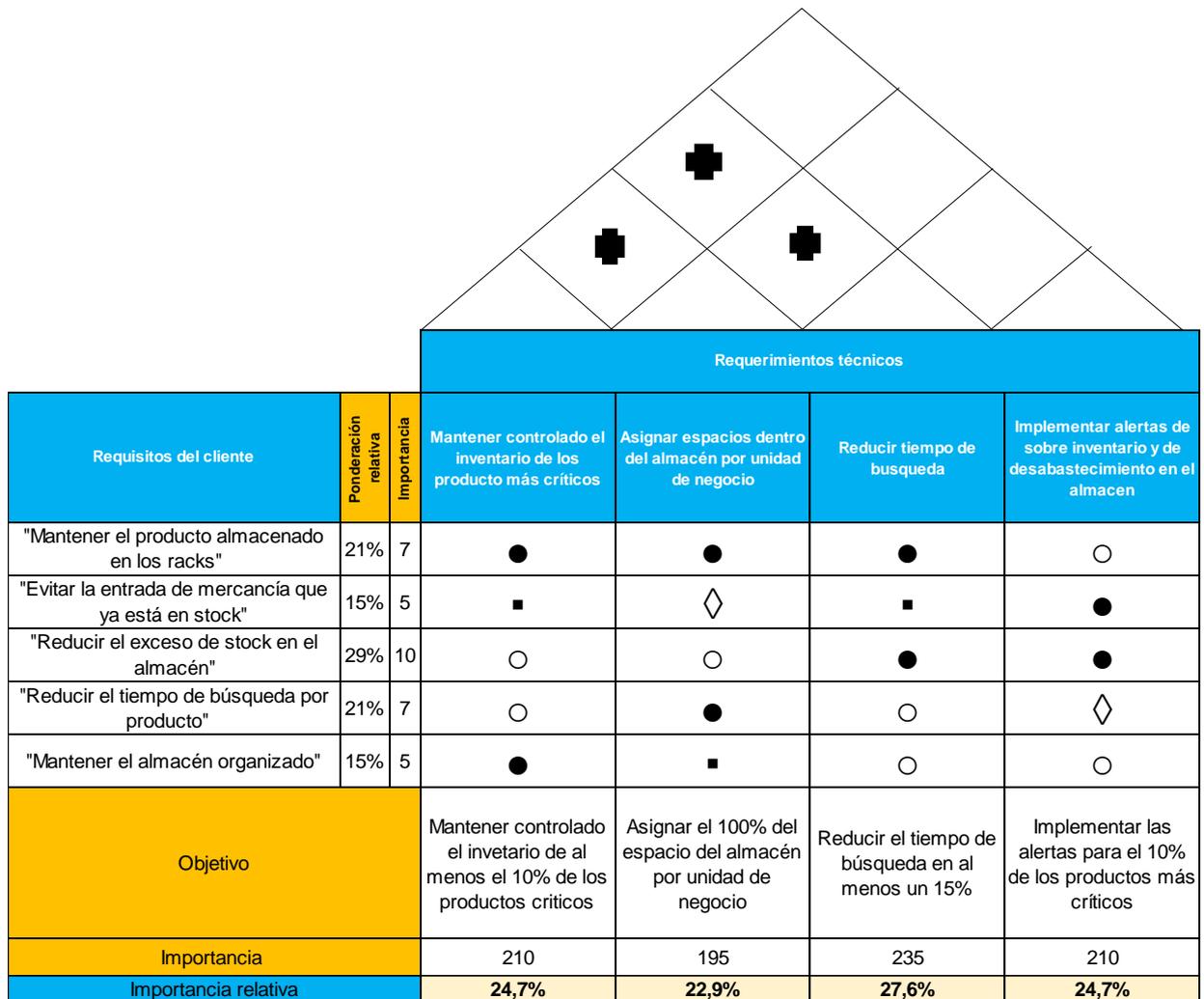


Figura 2.4 QFD [Elaboración Propia]

Luego de que se aplicó la casa de la calidad se seleccionaron los siguientes objetivos de diseño:

- Tiempo de búsqueda (27.6% de importancia relativa).
- Mantener el inventario controlado en los grupos más representativos (24.7% de importancia relativa).
- Implementar alertas de sobre inventario y desabastecimiento (24.7% de importancia relativa).

#### 2.1.4 Restricciones de diseño

El presente proyecto se desarrolló en la bodega de una tienda minorista la cual posee restricciones en su Layout mostradas en la Tabla 2.3

**Tabla 2.3 Restricciones de diseño [Elaboración Propia]**

Descripción	Cantidad	Unidades
Volumen	338.1	$m^3$
superficie	132,58	$m^2$
Racks	34	Cantidad de racks
Distancia entre pasillos	1,13	$m$

Adicionalmente se tienen las siguientes restricciones:

1. No es posible incrementar la capacidad de almacenamiento del racks ni estanterías.
2. Una persona realiza las funciones de recepción, almacenamiento y la recolección en el almacén.
3. Se cuenta solo con datos de demanda mensual para realizar los análisis.

## 2.2 Medir

### 2.2.1 Plan de recolección de datos

Para definir un plan de recolección de datos, es fundamental establecer información que contribuya al desarrollo de una política de inventario y opciones de diseño acertadas, teniendo en cuenta las limitaciones mencionadas anteriormente, por lo que la información servirá como contraste entre la situación

actual y el nuevo desarrollo propuesto, en la Tabla 2.4 se muestra el plan de recolección de datos.

El plan de recolección de datos consta de:

- ¿Qué se va a medir?
- Unidad de medida
- Tipo de dato
- Método de recopilación de datos
- Responsable de la recolección
- Condiciones relacionadas
- Notas de muestreo
- ¿Dónde se recolecto?

**Tabla 2.4 Plan de recolección de datos [Elaboración Propia]**

PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS								
Medir	Unidad de medida	Tipo de dato	Método de recopilación de datos	Responsable de la recolección	Condiciones relacionadas	Notas de muestreo	¿Dónde se recolecto?	¿Por qué Recopila?
Dimensión de la bodega	m3	Cuantitativo Continuo	Revisión física	Líderes de proyecto	Tipo de Rack	La información completa se registrará en un formato detallado	Esta información fue recopilada en el almacén de la tienda minorista.	Es necesario conocer la capacidad máxima de la bodega
Inventario de almacén	unidad	Cuantitativo Discreto	La información se extrae de la empresa (ERP)	Líderes de proyecto	Tipo de producto	Se realizó una muestra de los productos en la bodega	Esta información fue recopilada en el almacén de la tienda minorista.	Es necesario identificar qué productos se mantienen en la bodega
Unidad de productos por pallet	unidad/pallet	Cuantitativo Discreto	Revisión física	Analista de Procesos y Líderes de Proyectos	Tipo de producto	Se realizó una muestra de los productos en la bodega	Esta información fue recolectada en el centro de distribución	Es necesario identificar cuántos productos se pueden apilar en un pallet
Beneficio por producto	US\$	Cuantitativo Continuo	Información proporcionada por la empresa	Analista de Procesos y Líderes de Proyectos	Tipo de producto	La información completa se registrará en un formato detallado	Esta información proviene de un archivo de Excel que se descargó del ERP de la empresa (DOBRA)	Sirve para identificar qué productos son más importantes en términos monetarios
Tasa de rotación de los productos	-	Cuantitativo Continuo	Información proporcionada por la empresa	Analista de Procesos y Líderes de Proyectos	Tipo de producto	La información completa se registrará en un formato detallado	Esta información proviene de un archivo de Excel que se descargó del ERP de la empresa (DOBRA)	Es necesario identificar cuáles son los productos que tienen más rotación dentro de la bodega

### **2.2.2 Verificación de datos**

Para la validación de los datos recolectados se realizó lo siguiente:

Para verificar las dimensiones de la bodega se realizó las mediciones de capacidad y dimensiones superficiales de cada uno de los racks, todo esto con ayuda de un flexómetro, además, se tomaron medidas de las dimensiones de la bodega para su posterior desarrollo del layout.

Para verificar el inventario presente en la bodega se realizó una revisión física de los productos presentes tanto en exhibición como los productos que se encuentran en bodega para posteriormente realizar una comparativa con la base de datos proporcionada por la empresa del “Stock actual”

Para verificar la cantidad de unidades por pallet se procedió a realizar una visita al centro de distribución de la empresa donde se tomaron muestras de diferentes productos que llegan en pallets al centro de distribución, y con esto se procedió a verificar con la base de datos proporcionada por la empresa denominada “Uni/Pallets centro de distribución”

Finalmente, tanto para el beneficio por producto y la rotación del mismo, se realizó la verificación de este acorde a las ventas realizadas por día dentro de la tienda, por lo que con las órdenes de venta se procedió a comparar una muestra de productos y así verificar dicha información con la base de datos proporcionada por la empresa.

### **2.3 Análisis**

Esta etapa del proyecto integrador se analizaron los diferentes diseños propuestos los cuales ayuden a satisfacer las necesidades de clientes recopiladas en la parte de definición de tal manera que se ajusten a los requerimientos de diseño definidos en el QFD levantado anteriormente.

### **2.3.1 Lluvia de ideas de las posibles opciones de diseño**

Antes de proceder a realizar la lluvia de ideas, es necesario realizar una recapitulación de los requerimientos de diseño que fueron seleccionados en base a su importancia relativa, y, son los siguientes:

- Mantener el control de inventario de los productos más críticos (24,7 %).
- Asigne espacios dentro del almacén de la tienda por negocio (22,9%).
- Tiempo de búsqueda por producto (27,6 %).
- Implementar alertas de sobre stock/desabastecimiento en el almacén (24,7 %).

Una vez definidos los requerimientos de diseño, se planteó una lluvia de ideas con el fin de ampliar las posibles propuestas a desarrollarse durante este proyecto. Las propuestas a considerar durante el proyecto se dividen en 2 enfoques, el primero es el reabastecimiento del producto y la segunda es la organización de los productos dentro de la bodega.

Opciones de diseño para el reabastecimiento de producto en bodega

- Modelo Max/Min de inventario
- Modelos de revisión de inventarios
- Modelo/ Sistema WMS

Opciones de diseño para la organización de producto en bodega

- Asignación ABC acorde a la Utilidad
- Modelo de optimización de ubicaciones
- 5s

### **2.3.2 Ventajas y desventajas de las opciones de diseño**

La Tabla 2.5 y Tabla 2.6 contienen de manera detallada las diferentes ventajas y desventajas de cada una de las opciones de diseño para cada enfoque de mejora.

**Tabla 2.5 Ventajas y desventajas de las ideas de diseño para la reposición de productos**

[Elaboración Propia]

<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS IDEAS DE DISEÑO PARA LA REPOSICIÓN DE PRODUCTOS</b>		
<b>MÉTODO</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>Método de inventario máximo/mínimo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de entender</li> <li>• Fácil implementación</li> <li>• Bajo costo de implementación</li> <li>• Indica los niveles de inventario mínimos y máximos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es útil en entornos con demanda estocástica</li> <li>• El coeficiente de variación de la demanda debe ser inferior a 1</li> <li>• No utiliza la previsión de la demanda</li> <li>• Método no sensible a la estacionalidad de la demanda.</li> </ul>
<b>Modelos de revisión de inventarios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de entender</li> <li>• Fácil implementación</li> <li>• Utiliza la previsión de la demanda.</li> <li>• Usa Excel como método de simulación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se necesita personal para revisión del inventario</li> <li>• No trabajan con Coeficientes de variación menores al 0.5</li> </ul>
<b>Sistema de gestión de almacenes (WMS)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio optimizado y menores gastos operativos</li> <li>• Visibilidad del inventario</li> <li>• Gestión eficiente de envíos que proporciona un mejor servicio al cliente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muchos procesos están integrados en un sistema: un error en un lugar implica errores en otros.</li> <li>• Largo tiempo de implementación y desarrollo.</li> <li>• Alto costo de implementación.</li> </ul>

**Tabla 2.6 Ventajas y desventajas de las ideas de diseño para la organización de productos [Elaboración Propia]**

<b>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS IDEAS DE DISEÑO PARA LA ORGANIZACIÓN DE PRODUCTOS DENTRO DEL ALMACÉN</b>		
<b>MÉTODO</b>	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
<b>5S</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantiene el orden dentro de la bodega.</li> <li>• Evacuar unidades obsoletas lo cambia.</li> <li>• Asignar posiciones fijas.</li> <li>• Organizar el ALMACÉN</li> <li>• Bajo costo de implementación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos tiempos de implementación</li> <li>• No considera las distancias recorridas</li> <li>• No considera la rotación del producto</li> </ul>
<b>Asignación ABC según la demanda</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fácil de entender</li> <li>• Fácil implementación</li> <li>• Bajo costo de implementación</li> <li>• Asignar posiciones según los productos más demandados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No considera las distancias recorridas</li> </ul>
<b>Modelo de optimización de ubicaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analiza la rotación del producto</li> <li>• Asigna posiciones fijas a unidades de negocio</li> <li>• Mantiene el orden en la bodega</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Altos costos de implementación</li> <li>• Altos tiempos de implementación</li> </ul>

### **2.3.3 Selección de alternativas que se ajustan a los requerimientos**

Para el análisis de las diferentes opciones de diseño se realizó una matriz de decisión la cual permite realizar un contraste entre los diferentes criterios de mejora y las opciones de diseño, los criterios de mejora se ajustan a las necesidades del cliente para así tomar el método que mayor impacto y peso genere, A continuación, en la Tabla 2.7 y Tabla 2.8 se presentan las matrices.

**Tabla 2.7 Opciones de diseño para la organización dentro de bodega [Elaboración Propia]**

Criterios de mejora	Ponderación	Asignación ABC según la demanda	Modelo de optimización de ubicaciones	5s
Reducir Tiempos de Búsqueda	10%	5	10	10
Asigna posiciones fijas	10%	10	10	10
Bajo costo de implementación	25%	10	1	5
Fácil Implementación	30%	10	1	10
Considera a la demanda como criterio de ubicación	25%	10	5	1
<b>IMPORTANCIA RELATIVA</b>	100%	8,75	6,55	7,65

**Tabla 2.8 Opciones de diseño para el reabastecimiento de producto en bodega [Elaboración Propia]**

Criterios de mejora	Ponderación	Modelo Max/Min de inventario	Modelos de revisión de inventarios	Modelo/Sistema WMS
Reducir costos de inventario	25%	10	10	10
Reducir cantidad de sobre inventario	30%	10	10	10
Facilidad de implementación	20%	10	5	1
Bajo costo de implementación	10%	10	10	1
Utiliza el pronóstico de la demanda	15%	1	10	5
<b>IMPORTANCIA RELATIVA</b>	100%	8,65	9,00	6,55

Para el enfoque de reabastecimiento la opción de la implementación de las políticas de inventario fue seleccionada mientras que para el enfoque de la organización de productos en la bodega quedó seleccionada la opción de asignación de ABC de ubicaciones, estas opciones son las que además de tener mayor cantidad de importancia relativa, se ajustan de mejor manera a las necesidades del cliente

## 2.3.4 Modelos de revisión de inventarios

Dentro de los modelos de revisión de inventarios se barajaron distintas alternativas las cuales se presentan a continuación:

- Política de revisión continua
- Política de revisión periódica
- Demand Driven
- Distribution Resource Planning

Estas cuatro alternativas fueron analizadas a partir del ambiente y restricciones donde se desarrolla este proyecto integrador, arrojándonos como resultado más idóneo la implementación de políticas de revisión periódicas debido a que no requiere de muchos recursos informáticos y no trabaja con demandas diarias que es una restricción del sistema.

## 2.3.5 Análisis financiero de las opciones de diseño

### 2.3.5.1 Costos y Beneficios de implementación de políticas de inventario

Para la implementación de las políticas de inventario se tienen los siguientes costos presentados en la Tabla 2.9 y Tabla 2.10.

**Tabla 2.9 Costos de implementar una política de inventario**

[Elaboración Propia]

<b>ANÁLISIS DE COSTOS DE IMPLEMENTAR UNA POLÍTICA DE INVENTARIO</b>			
<b>Elementos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor unitario (US\$)</b>	<b>Valor total (US\$)</b>
Licencia de software de Excel	1	\$ 34,00	\$ 34,00
Costo de retornar mercadería en pasillos	57,55 m3	\$ 33,00	\$ 1.271,00
Costos de mantenimiento del sistema	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Horas empleadas en la reubicación y manipuleo del inventario dentro de bodega.	80	\$ 2,65	\$ 212,00
TOTAL			\$ 1.667,00

En cuanto a los beneficios se tiene que actualmente la tienda recibe alrededor de 160 cajas por semana acorde a las notas de entrega. Se proyecta que con el uso de la política de inventarios se reduzca ese número en 50% lo cual significaría una reducción de costos en el transporte, otro beneficio sería reducir costos por obsolescencia o averías que son alrededor de una caja por mes.

**Tabla 2.10 Beneficios de Implementar una política de inventarios**

[Elaboración Propia]

Ahorro	Cantidad actual	Reducción	Cantidad esperada	Costo unitario (US\$)	Ahorro mensual (US\$)
Mantener inventario	128 m3	25%	95,7 m3	\$ 2,65	\$ 24,30
Transporte de mercadería	160 cajas semanal	59%	66 cajas semanal	\$ 1,60	\$ 601,60
Obsolescencia u averías en mercadería	1 caja	100%	0	-	\$ 15,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 640,90</b>

### 2.3.5.2 Costos y Beneficios de implementación de sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda

Para la implementación de las políticas de inventario se tienen los siguientes costos mostrados en la tabla 2.11.

**Tabla 2.11 Costos de implementar un sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda [Elaboración Propia]**

<b>ANÁLISIS DE COSTOS DE ASIGNACIÓN ABC ACORDE A LA DEMANDA</b>			
Elementos	Cantidad	Valor unitario (US\$)	Valor total (US\$)
Licencia de Microsoft Excel	1	\$ 34,00	\$ 34,00
Horas de capacitación al personal para la formulación del sistema	4	\$ 2,65	\$ 10,60
Horas empleadas en la reubicación y manipuleo del inventario dentro de bodega.	80	\$ 2,65	\$ 212,00
Costo de retornar mercadería en pasillos	57,55 m3	\$ 33,00	\$ 1.271,00
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 1.493,60</b>

Los beneficios de implementar una asignación ABC de ubicaciones es la de reducir los tiempos de búsqueda por mercadería que actualmente es de 3.5 minutos, un valor alto para una tienda minorista. El objetivo es reducirlo en un 20% lo cual traería beneficios como evitar ventas perdidas por no encontrar los productos. En la tabla 2.12, se detallan los beneficios monetarios.

**Tabla 2.12 Beneficios de implementar un sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda [Elaboración Propia]**

<b>BENEFICIOS DE IMPLEMENTAR LAS IDEAS DE DISEÑO DE REABASTECIMIENTO</b>					
<b>Ahorro</b>	<b>Cantidad actual</b>	<b>Reducción</b>	<b>Cantidad esperada</b>	<b>Costo unitario (US\$)</b>	<b>Ahorro anual (US\$)</b>
Ahorro en mantener inventario no crítico	20 m3	25%	15 m3	-	\$3.120,00
Ahorro en ventas perdidas por no encontrar stock	9	100%	0	-	\$15,00
<b>TOTAL</b>					<b>\$3.135,00</b>

### 2.3.5.3 Análisis VNA y TIR de las ideas de diseño

Es un análisis que compara las alternativas de inversión. Esta indica el porcentaje de beneficio o pérdida de las distintas alternativas. En la Tabla 2.13 se muestra el análisis de cada una de las alternativas de diseño.

$$TIR = \sum_{n=1}^N \frac{Q_n}{(1 + Tir)^n} - I = 0 \quad (2.1)$$

**Tabla 2.13 Resultados de análisis VNA y TIR para las ideas de diseño**

[Elaboración Propia]

<b>Sistema ABC</b>	VAN (US\$)	\$101,38
	TIR	20%
	TASA DE DESC	10%
<b>Sistema de loteo mediante programación lineal</b>	VAN (US\$)	\$413,00
	TIR	16%
	TASA DE DESC	10%

Dentro de las opciones de diseño que existe para organizar la bodega se tiene que mediante el criterio de la TIR la opción de implementar un sistema ABC posee una TIR del 20% y un Van de \$101.38 siendo una inversión positiva su implementación. Por otra parte, dentro de las opciones de diseño para un modelo de reabastecimiento se tiene que el implementar un sistema de loteo mediante programación lineal es viable ya que posee una Van \$413 y una TIR de 16%. En el apéndice A se presentan los flujos de caja evaluados para idea de diseño.

## 2.4 Diseño

Dentro de esta etapa se desarrollan las ideas seleccionadas en la fase anterior las cuales fueron:

- Política de revisión periódica modelo (T, S)
- Sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda.

### 2.4.1 Política de revisión periódica modelo (T, S)

Este tipo de política nos permite tomar 2 decisiones claves:

1. ¿Cuándo realizar el pedido?
2. ¿Qué tan grande debe de ser el pedido?

Para responder la primera pregunta se realizan los pedidos cada T periodos de revisión, mientras que la cantidad que se tiene que ordenar viene dado de la formula:

$$Q = S - I \quad (2.2)$$

Donde:

- Q: Es la cantidad para ordenar
- S: Nivel máximo de inventario
- I: Posición del inventario al momento de la revisión

Para el cálculo de los parámetros antes mencionados se debe tener a consideración las siguientes variables que los afectan de manera directa:

D = Demanda (en unidades) anual

d = Demanda (días, semanas, meses) promedio del periodo

$\sigma_d$  = Desviación estándar de la demanda

L = Lead time

T = Periodo (intervalo) de revisión

$D_{T+L}$  = Demanda estimada (promedio) dentro de T+ L

$\sigma_{T+L}$  = Desviación estándar de la demanda durante T+ L

ss = Inventario de seguridad (en unidades)

k = Factor de seguridad o nivel de servicio

A = Costo fijo de ordenar un lote de reabastecimiento

H = Costo de mantener una unidad de inventario por unidad de tiempo

A continuación, se presenta de manera detallada los cálculos que se realizaron para el producto “Cubiertos Juegos”, para ello se necesitó de algunos datos iniciales mostrados en la tabla 2.14.

**Tabla 2.14 Datos iniciales para el cálculo del modelo de revisión periódica de “Cubiertos Juegos” [Elaboración Propia]**

DATO	CANTIDAD	MÉTRICA
PRODUCTO	Cubiertos Juegos	
CONSUMO ANUAL	282	Unidad
PROMEDIO DEMANDA	23.50	Unidad
DESVIACION DEMANDA	4.03	Unidad
INVENTARIO INICIAL	57	Unidad
COSTO UNITARIO	\$ 13.63	US dólares
SET-UP COST	\$ 11.01	US dólares
HOLDING COST	\$ 0.55	US dólares
T	1	Mes
L	1	Mes
K	1.64	

$$D_{(T+L)} = \bar{x}_{Demanda} \times (T + L) \quad (2.4)$$

$$D_{(T+L)} = 23.50 \times (1 + 1)$$

$$D_{(T+L)} \cong 47$$

$$\sigma_{(T+L)} = \sqrt{T + L} \times \sigma_{Demanda} \quad (2.5)$$

$$\sigma_{(T+L)} = \sqrt{1 + 1} \times 4.03$$

$$\sigma_{(T+L)} \cong 6$$

$$ss = k \times \sigma_{(T+L)}$$

$$ss = 1.64 \times 6$$

$$ss \cong 9$$

$$S = D_{(T+L)} + ss \quad (2.6)$$

$$S = 47 + 9$$

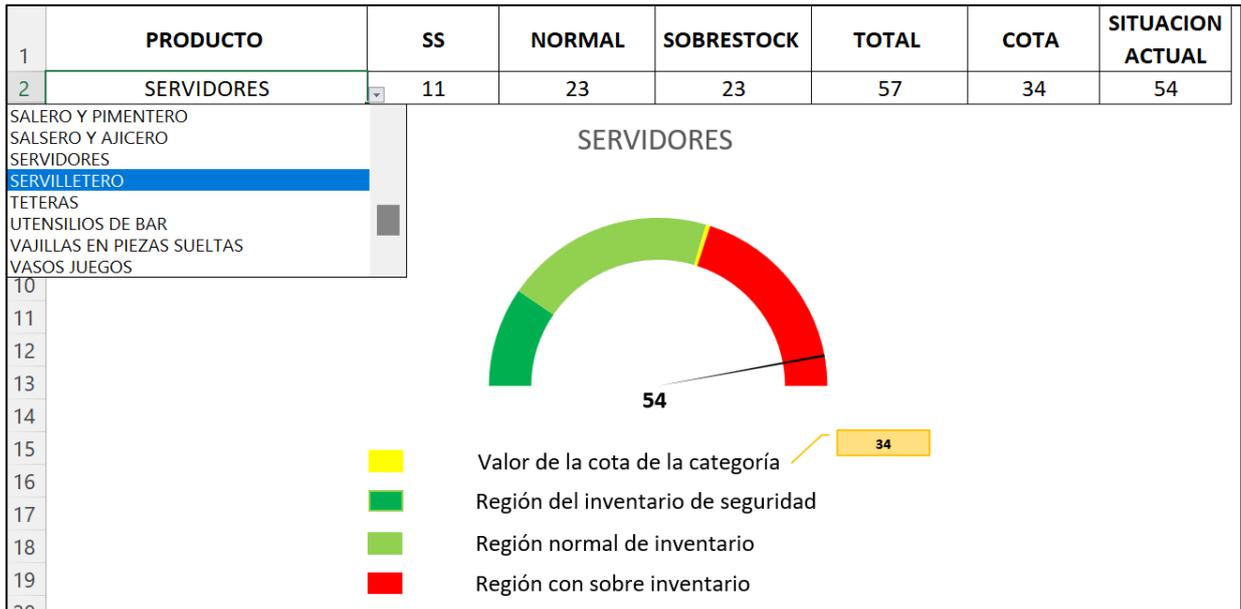
$$S = 56$$

Consecutivamente se realizaron los cálculos de los parámetros para los 26 productos críticos identificados en el grupo más representativo “Servicio de mesas y bebidas”, la Tabla 2.15 muestra los parámetros de la política (T, S) de todos los productos analizados.

**Tabla 2.15 Parámetros de la política (T, S) para productos de “Servicio de mesas y bebidas” [Elaboración Propia]**

<b>PRODUCTO</b>	<b>INVENTARIO DE SEGURIDAD (Unidades de producto)</b>	<b>INVENTARIO MAXIMO (Unidades de producto)</b>
CHAROLES	17	67
ACEITERO/VINAGRERO	11	24
AZUCARERO Y CREMERA	13	23
BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS	41	132
BOTELLAS Y DISPENSADORES	12	33
COMPLEMENTO PARA BAR	31	81
COPAS PIEZAS SUeltas	36	113
CUBIERTOS JUEGOS	9	56
CUBIERTOS PZ SUeltas	32	141
JARRAS	105	288
JUEGOS DE COPAS	9	40
JUEGOS DE VAJILLAS	51	148
MANTEQUILLEROS Y QUESERA	24	57
OTRAS PIEZAS AUXILIARES	4	9
PLATOS BASE	137	366
PORTADULCES	54	114
SALERO Y PIMENTERO	11	36
SALSERO Y AJICERO	33	119
SERVIDORES	11	34
SERVILLETERO	30	87
TETERAS	2	4
UTENSILIOS DE BAR	17	48
VAJILLAS EN PIEZAS SUeltas	267	1575
VASOS JUEGOS	25	89
VASOS PIEZAS SUeltas	111	552

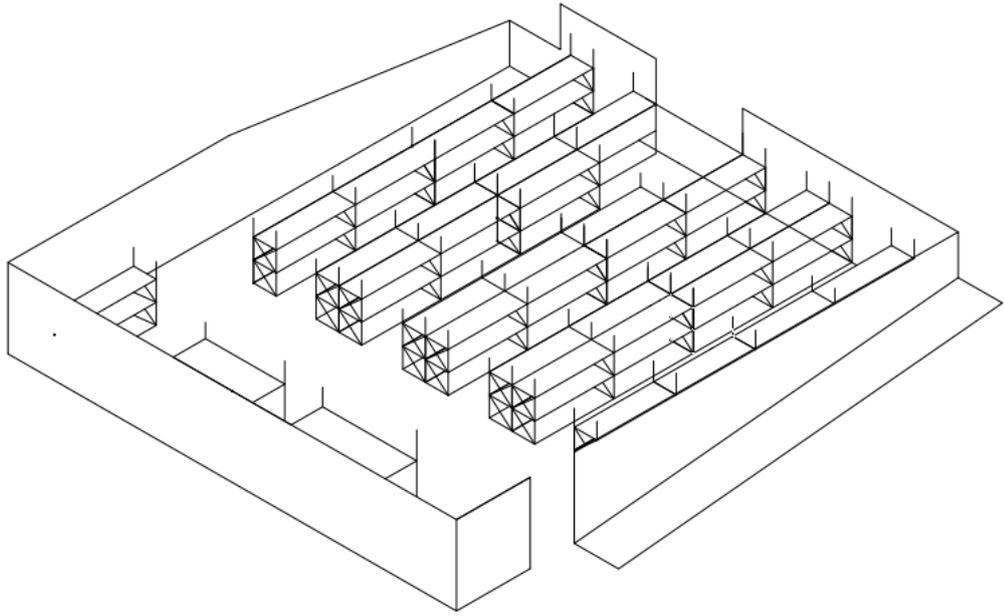
Además, se diseñó mediante los datos antes calculados un velocímetro para el control visual del inventario haciendo uso de la herramienta Excel, este archivo funciona con la recopilación de los productos que se encuentran en la bodega y su relación respecto a los cálculos antes mencionados, de esta manera nos permiten definir los límites de capacidad, en la Figura 2.5 se puede apreciar de mejor manera cada uno de los segmentos empleados para el desarrollo de este dashboard. De igual manera todos los cálculos de la política de revisión mensual se encuentran en el apéndice B, donde se detallan todos los resultados obtenidos para los 26 productos críticos.



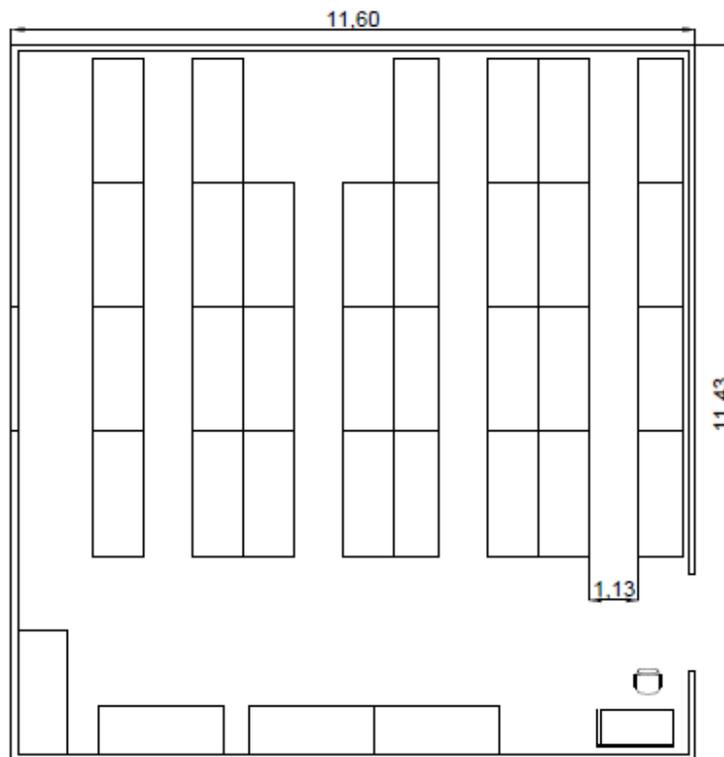
**Figura 2.5 Dashboard tipo Velocímetro para verificación del estado actual del inventario en bodega [Elaboración Propia]**

#### 2.4.2 Sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda

Debido al problema de sobre inventario la compañía opta por un sistema de ubicación aleatoria dentro de la bodega generando altos tiempos de búsqueda y desorden, por estas razones se propuso un sistema de ubicación fija basado en un ordenamiento ABC acorde a las unidades de negocio más demandadas las cuales serán colocadas más cerca de la puerta de acceso, para esto se necesitó conocer la capacidad de almacenamiento y la disposición de los racks, además de sus dimensiones. En la Figura 2.6 y Figura 2.7 se muestra el Layout actual de la bodega.



**Figura 2.6 Layout Isométrico de la bodega [Elaboración Propia]**



**Figura 2.7 Vista superior de la bodega [Elaboración Propia]**

Actualmente la bodega cuenta con 34 racks para almacenar productos, cada rack puede albergar 6 slots de aproximadamente 0.494 metros cúbicos de capacidad dándonos una capacidad máxima de 100.8 metros cúbicos o 204 slots de capacidad.

Para distribuir la cantidad de slots por unidad de negocio se utilizó la frecuencia relativa de la cantidad de productos demandados anualmente como se muestra en la tabla 2.16.

**Tabla 2.16 Clasificación ABC de las unidades de negocio [Elaboración Propia]**

Unidad de negocio	Cantidades demandadas anualmente (Unidades de producto)	% Frecuencia Relativa	Clasificación ABC
Hogar	34957	35,21%	A
Infantil	33145	33,39%	A
Útiles	22182	22,34%	B
Salud	4393	4,43%	B
Misceláneos	3139	3,16%	B
Electro	1228	1,24%	C
Calzado	39	0,04%	C
Agrícola	22	0,02%	C

A continuación, en la tabla 2.17, se presenta la manera de calcular la cantidad de racks y slots asignados a las distintas unidades de negocio.

$$\text{capacidad por unidad de negocio} = \text{capacidad total de almacenamiento} * \% \text{Frecuencia relativa}$$

$$\text{Capacidad asignada a hogar} = 100.8m^3 * 35.21\% = 35.49m^3$$

$$\text{Cantidad de slots asignados a hogar} = 35.49m^3 * \frac{1 \text{ slot}}{0.494m^3} \cong 72 \text{ slots}$$

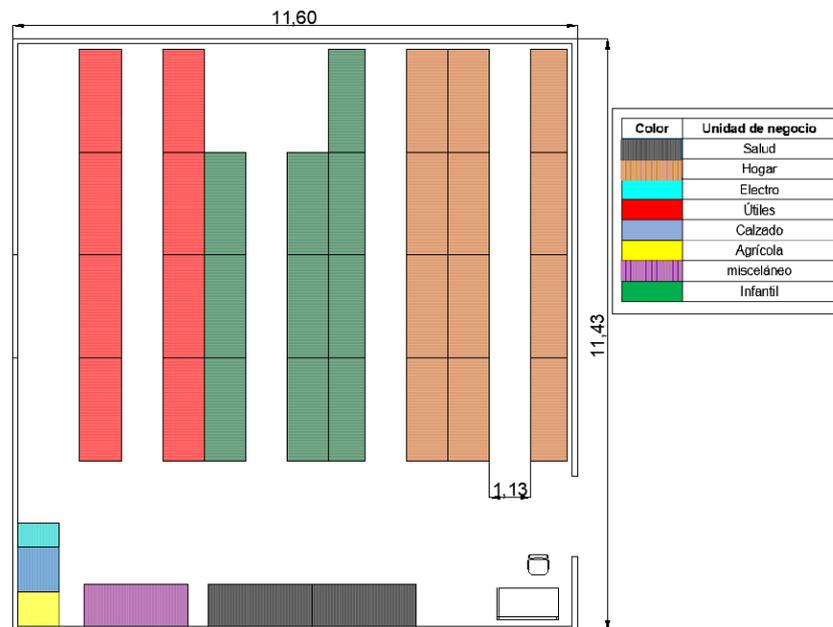
$$\text{Cantidad de racks asignados a hogar} = 72 \text{ slots} * \frac{1 \text{ rack}}{6 \text{ slots}} \cong 12 \text{ racks}$$

**Tabla 2.17 Distribución de racks y slots para las unidades de negocio**

[Elaboración Propia]

Unidad de negocio	Cantidad de Slots asignados	Cantidad de Racks asignados
Hogar	72	12
Útiles	68	10
Infantil	46	8
Salud	9	2
Misceláneos	5	1
Electro	3	1
Calzado	1	
Agrícola	1	

Finalmente se presenta como serían distribuidas las diferentes unidades de negocio dentro de la bodega. A las categorías “Electro”, “Calzado” y “Agrícola” se les designa 1 solo rack debido a que su cantidad demandada anualmente es escasa comparado con el resto de las unidades de negocio. En la Figura 2.8 se muestra las ubicaciones propuestas.



**Figura 2.8 Distribución de las Unidades de Negocio dentro de bodega**

[Elaboración Propia]

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 3.1 Utilización de indicadores de desempeño

Para comprobar la robustez de la política de inventario a lo largo de este capítulo se utilizaron dos indicadores claves de desempeño estos son:

- Inventario promedio
- Días de inventario

**Inventario promedio:** Es la cantidad de productos promedio almacenados de un solo producto durante un periodo de tiempo.

$$\text{Inventario promedio} = \frac{\sum \text{Inventario promedio por mes (unidades de producto)}}{\text{Número total de meses}} \quad (3.1)$$

**Días de inventario:** Es igual a la cantidad de días que pasa un producto almacenado en bodega.

$$\text{Días de inventario} = \frac{\sum \text{Inventario promedio (unidades de producto)} * 365}{\text{Consumo Anual (unidades de producto)}} \quad (3.2)$$

### 3.2 Análisis de sensibilidad

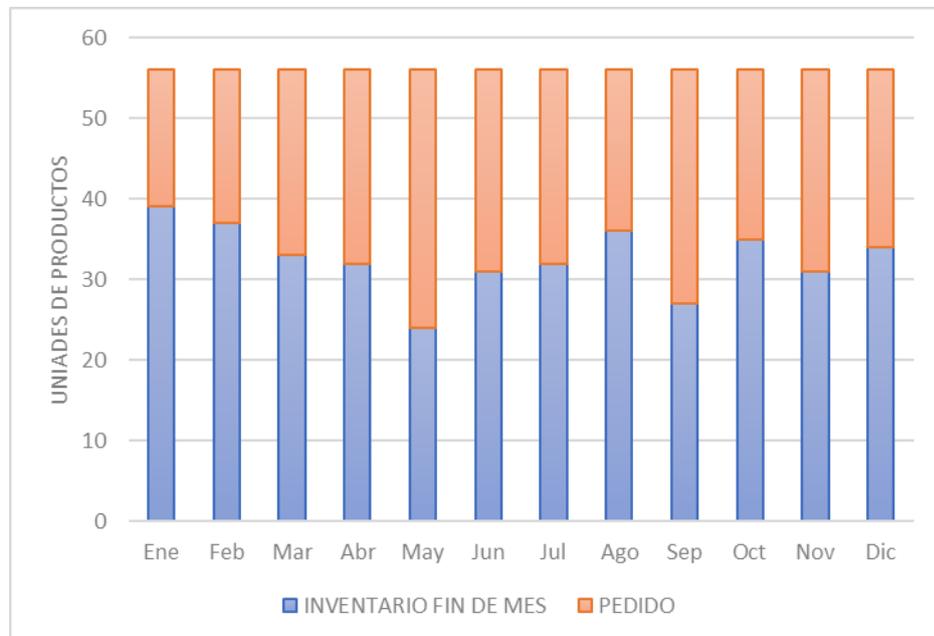
#### 3.2.1 Análisis de sensibilidad variando el periodo de revisión

Para conocer que escenario es el más idóneo para implementar se procedió a aplicar la política de inventario con diferentes periodos de revisión (T), se lo evaluó de manera mensual, bimensual y trimestral dándonos como resultados:

- En la Tabla 3.1 y Figura 3.1 se presenta la revisión de 1 mes (T=1)

**Tabla 3.1 Simulación del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=1) para “Cubiertos Juegos” [Elaboración Propia]**

CUBIERTOS JUEGOS	DEMANDA (Unidades de producto)	INVENTARIO FIN DE MES (Unidades de producto)	PEDIDO (Unidades de producto)	S (Unidades de producto)
i0		57		56
Ene	18	39	17	56
Feb	19	37	19	56
Mar	23	33	23	56
Abr	24	32	24	56
May	32	24	32	56
Jun	25	31	25	56
Jul	24	32	24	56
Ago	20	36	20	56
Sep	29	27	29	56
Oct	21	35	21	56
Nov	25	31	25	56
Dic	22	34	22	56
<b>INVENTARIO PROMEDIO</b>		33		

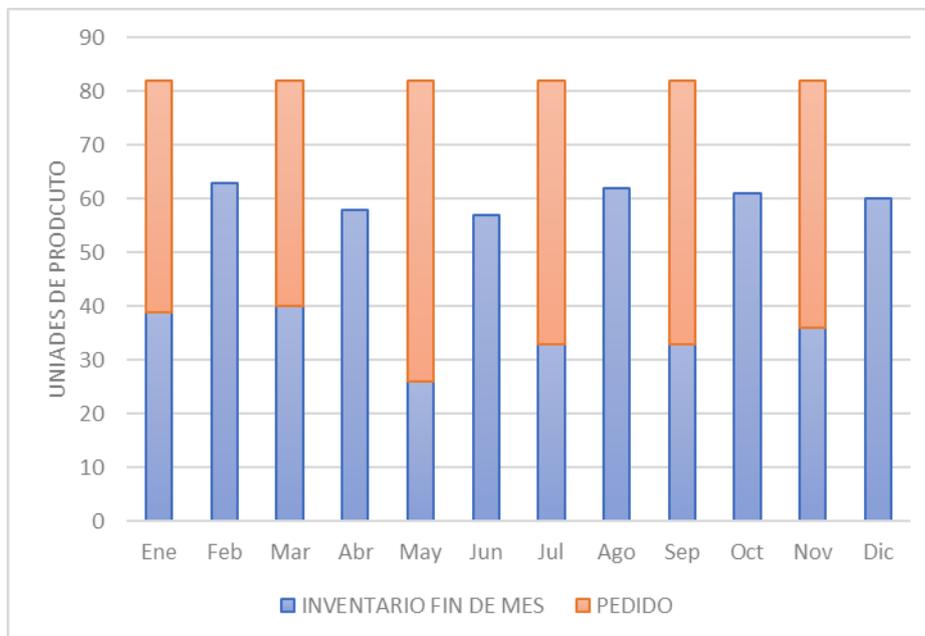


**Figura 3.1 Simulación gráfica del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=1) para “Cubiertos Juegos” [Elaboración Propia]**

- En la Tabla 3.2 y Figura 3.2 se presenta la revisión de 2 meses (T=2)

**Tabla 3.2 Simulación del Modelo (T, S) con periodos de revisión bimensual (T=2) para “Cubiertos Juegos” [Elaboración Propia]**

CUBIERTOS JUEGOS	DEMANDA (Unidades de producto)	INVENTARIO FIN DE MES (Unidades de producto)	PEDIDO (Unidades de producto)	S (Unidades de producto)
i0		57		82
Ene	18	39	43	82
Feb	19	63		82
Mar	23	40	42	82
Abr	24	58		82
May	32	26	56	82
Jun	25	57		82
Jul	24	33	49	82
Ago	20	62		82
Sep	29	33	49	82
Oct	21	61		82
Nov	25	36	46	82
Dic	22	60		82
<b>INVENTARIO PROMEDIO</b>		48		

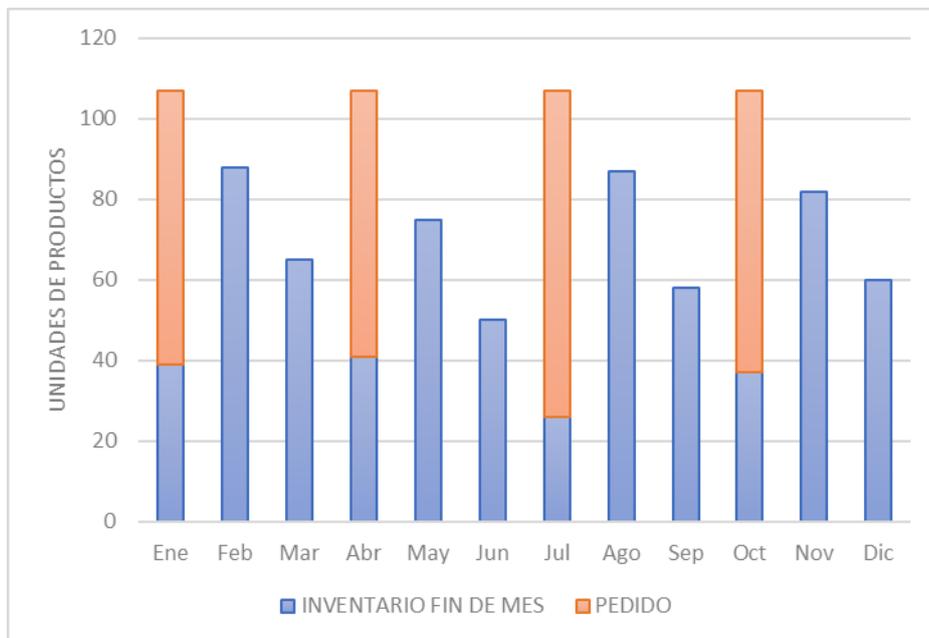


**Figura 3.2 Simulación gráfica del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=2) para “Cubiertos Juegos” [Elaboración Propia]**

- En la Tabla 3.3 y Figura 3.3 se presenta la revisión de 3 meses (T=3)

**Tabla 3.3 Simulación del Modelo (T, S) con periodos de revisión bimensual (T=3) para “Cubiertos Juegos” [Elaboración Propia]**

CUBIERTOS JUEGOS	DEMANDA (Unidades de producto)	INVENTARIO FIN DE MES (Unidades de producto)	PEDIDO (Unidades de producto)	S (Unidades de producto)
i0		57		107
Ene	18	39	68	107
Feb	19	88		107
Mar	23	65		107
Abr	24	41	66	107
May	32	75		107
Jun	25	50		107
Jul	24	26	81	107
Ago	20	87		107
Sep	29	58		107
Oct	21	37	70	107
Nov	25	82		107
Dic	22	60		107
<b>INVENTARIO PROMEDIO</b>		59		



**Figura 3.3 Simulación gráfica del Modelo (T, S) con periodos de revisión mensual (T=3) para “Cubiertos Juegos” [Elaboración Propia]**

### 3.2.1.1 Comparación de indicadores de desempeño para el producto “Cubiertos Juegos”

Una vez realizadas las simulaciones para cada uno de los modelos de revisión se procedió a realizar una comparativa de los indicadores de desempeño de cada uno de estos.

**Tabla 3.4 Comparación de los indicadores de desempeño para los diferentes modelos de revisión de inventario [Elaboración Propia]**

Cubiertos Juegos	MODELO (T, S) [1]	MODELO (T, S) [2]	MODELO (T, S) [3]
Inventario Promedio (Unidades de producto)	33	48	59
Costo promedio de inventario (US\$)	\$ 449.71	\$ 654.13	\$ 804.03
Días de inventario	43	62	76

Se puede denotar en la tabla 3.4 que la relación que existe entre los indicadores de desempeño y el periodo de revisión es directamente proporcional, ya que cuando se aumenta el periodo de revisión, los indicadores tienden a incrementar su valor, por lo que se optó por aplicar una política de revisión periódica mensual.

### 3.2.1.2 Análisis de los indicadores de desempeño a los productos críticos

Concluidas las simulaciones de las políticas para todos los modelos de revisión de inventario se procedió a generar con los datos obtenidos una tabla que englobe todos los indicadores de desempeño para su posterior análisis, a continuación, en la Tabla 3.6 se muestran los resultados obtenidos.

Se puede apreciar en la Tabla 3.5 que los Indicadores que mejor desempeño tienen son los de la revisión periódica mensual la cual destaca en todos los indicadores propuestos, de igual manera se puede verificar que cualquier modelo de revisión es mejor que la situación actual de la tienda.

**Tabla 3.5 Top de indicadores de desempeño de los modelos de revisión de inventario [Elaboración Propia]**

<b>MODELO DE REVISION DE INVENTARIO</b>	<b># TOP</b>
<b>MODELO (T,S) [1]</b>	<b>1</b>
<b>MODELO (T,S) [2]</b>	<b>2</b>
<b>MODELO (T,S) [3]</b>	<b>3</b>
<b>SITUACION ACTUAL</b>	<b>4</b>

**Tabla 3.6 Indicadores de desempeño de los modelos de revisión de inventario [Elaboración Propia]**

PRODUCTOS	SITUACION ACTUAL			MODELO (T,S) [1]			MODELO (T,S) [2]			MODELO (T,S) [3]		
	INVENTARIO PROMEDIO (Unidades de producto)	COSTO INV. PROMEDIO (US\$)	DIAS DE INVENTARIO	INVENTARIO PROMEDIO (Unidades de producto)	COSTO INV. PROMEDIO (US\$)	DIAS DE INVENTARIO	INVENTARIO PROMEDIO (Unidades de producto)	COSTO INV. PROMEDIO (US\$)	DIAS DE INVENTARIO	INVENTARIO PROMEDIO (Unidades de producto)	COSTO INV. PROMEDIO (US\$)	DIAS DE INVENTARIO
CHAROLES	116	\$ 861.48	140	46	\$ 341.62	56	63	\$ 467.87	76	78	\$ 579.27	94
ACEITERO/VINAGRERO	36	\$ 104.71	164	27	\$ 78.53	123	33	\$ 95.99	151	35	\$ 101.80	160
AZUCARERO Y CREMERA	41	\$ 77.12	241	12	\$ 22.57	71	10	\$ 18.81	59	7	\$ 13.17	41
BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS	112	\$ 993.51	75	137	\$ 1,215.28	92	126	\$ 1,117.70	85	153	\$ 1,357.21	103
BOTELLAS Y DISPENSADORES	28	\$ 258.87	81	22	\$ 203.40	64	30	\$ 277.36	87	37	\$ 342.08	107
COMPLEMENTO PARA BAR	76	\$ 658.36	92	54	\$ 467.78	65	72	\$ 623.71	87	88	\$ 762.31	106
COPAS PIEZAS SUELTAS	110	\$ 229.60	87	85	\$ 177.42	67	110	\$ 229.60	87	132	\$ 275.52	104
CUBIERTOS JUEGOS	84	\$ 1,144.72	109	33	\$ 449.71	43	48	\$ 654.13	62	59	\$ 804.03	76
CUBIERTOS PZ SUELTAS	384	\$ 1,325.47	214	122	\$ 421.11	68	159	\$ 548.83	89	180	\$ 621.32	100
JARRAS	225	\$ 681.40	82	200	\$ 605.69	73	265	\$ 802.54	97	335	\$ 1,014.54	123
JUEGOS DE COPAS	77	\$ 928.45	151	28	\$ 337.62	55	39	\$ 470.25	77	49	\$ 590.83	96
JUEGOS DE VAJILLAS	181	\$ 2,554.07	114	102	\$ 1,439.31	64	141	\$ 1,989.64	89	179	\$ 2,525.85	113
MANTEQUILLEROS Y QUESERA	96	\$ 172.38	180	46	\$ 82.60	86	56	\$ 100.56	105	68	\$ 122.10	127
OTRAS PIEZAS AUXILIARES	7	\$ 6.08	91	7	\$ 6.08	91	9	\$ 7.82	117	9	\$ 7.82	117
PLATOS BASE	500	\$ 2,685.04	133	255	\$ 1,369.37	68	334	\$ 1,793.61	89	420	\$ 2,255.44	111
PORTADULCES	89	\$ 597.48	90	76	\$ 510.21	77	96	\$ 644.48	97	115	\$ 772.03	116
SALERO Y PIMENTERO	148	\$ 256.79	358	26	\$ 45.11	63	36	\$ 62.46	87	43	\$ 74.61	104
SALSERO Y AJICERO	85	\$ 80.24	60	71	\$ 67.02	50	96	\$ 90.62	68	125	\$ 118.00	88
SERVIDORES	101	\$ 283.74	269	38	\$ 106.75	101	45	\$ 126.42	120	49	\$ 137.65	131
SERVILLETERO	63	\$ 217.08	67	56	\$ 192.96	60	76	\$ 261.87	81	93	\$ 320.45	100
TETERAS	62	\$ 542.66	320	4	\$ 35.01	162	4	\$ 35.01	162	5	\$ 43.76	203
UTENSILIOS DE BAR	93	\$ 498.08	182	37	\$ 198.16	72	49	\$ 262.43	96	60	\$ 321.34	117
VAJILLAS EN PIEZAS SUELTAS	1900	\$ 4,513.75	88	530	\$ 1,259.10	25	1294	\$ 3,074.10	60	1650	\$ 3,919.83	77
VASOS JUEGOS	99	\$ 695.60	94	56	\$ 393.47	53	78	\$ 548.05	74	97	\$ 681.54	92
VASOS PIEZAS SUELTAS	898	\$ 2,625.50	124	347	\$ 1,014.53	48	507	\$ 1,482.32	70	617	\$ 1,803.93	85
<b>TOTAL</b>	<b>5611</b>	<b>\$ 22,992.18</b>		<b>2417</b>	<b>\$ 11,040.43</b>		<b>3776</b>	<b>\$ 15,786.17</b>		<b>4683</b>	<b>\$ 19,566.43</b>	

### 3.2.2 Análisis de sensibilidad de la demanda

Otro aspecto importante para estudiar la robustez de la solución es la variación de la demanda, para ello se aumentó en un 20% la demanda del producto “Platos base” y se simuló la política de inventario. En la tabla 3.7 se presenta el incremento de la demanda y en las Tablas 3.8 y 3.9 la situación actual y la simulación.

**Tabla 3.7 Incremento en la demanda 20% [Elaboración Propia]**

Demanda actual (Unidades de producto)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	100	61	108	46	68	209	128	194	63	205	121	73
Aumento del 20%												
Demanda modificada (Unidades de Producto)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	120	74	130	56	82	251	154	233	76	246	146	88

**Tabla 3.8 Simulación de política de reabastecimiento con demanda actual [Elaboración Propia]**

PLATOS BASE	DEMANDA (Unidades de producto)	INVENTARIO FIN DE MES (Unidades de producto)	PEDIDO (Unidades de producto)	S (Unidades de producto)
<b>i0</b>		405		366
<b>Ene</b>	100	305	61	366
<b>Feb</b>	61	305	61	366
<b>Mar</b>	108	258	108	366
<b>Abr</b>	46	320	46	366
<b>May</b>	68	298	68	366
<b>Jun</b>	209	157	209	366
<b>Jul</b>	128	238	128	366
<b>Ago</b>	194	172	194	366
<b>Sep</b>	63	303	63	366
<b>Oct</b>	205	161	205	366
<b>Nov</b>	121	245	121	366
<b>Dic</b>	73	293	73	366
<b>INVENTARIO PROMEDIO</b>		255		

**Tabla 3.9 Simulación de política de reabastecimiento con demanda Incrementada**

[Elaboración Propia]

PLATOS BASE	DEMANDA (Unidades de producto)	INVENTARIO FIN DE MES (Unidades de producto)	PEDIDO (Unidades de producto)	S (Unidades de producto)
i0		405		440
Ene	120	285	155	440
Feb	74	366	74	440
Mar	130	310	130	440
Abr	56	384	56	440
May	82	358	82	440
Jun	251	189	251	440
Jul	154	286	154	440
Ago	233	207	233	440
Sep	76	364	76	440
Oct	246	194	246	440
Nov	146	294	146	440
Dic	88	352	88	440
<b>INVENTARIO PROMEDIO</b>		299		

Luego de realizar la simulación de la política de inventario, se utilizaron los indicadores de desempeño mencionados anteriormente para evaluar si la solución sigue siendo útil ante el cambio de la demanda.

**Tabla 3.10 Evaluación de los indicadores de desempeño para los diferentes escenarios [Elaboración Propia]**

<b>Situación Actual</b>			
Producto	Inventario promedio (Unidades de producto)	Costo inventario promedio (US\$)	Días de inventario
PLATOS BASES	500	\$ 2.685,04	133
<b>Modelo (T, S) 1 mes (Demanda actual)</b>			
Producto	Inventario promedio (Unidades de producto)	Costo inventario promedio (US\$)	Días de inventario
PLATOS BASES	255	\$ 1.369,37	68
<b>Modelo (T, S) 1 mes (Incremento de un 20% en la demanda)</b>			
Producto	Inventario promedio (Unidades de producto)	Costo inventario promedio (US\$)	Días de inventario
PLATOS BASES	299	\$ 1.605,66	66

Como se puede observar en la Tabla 3.10 los indicadores de desempeño del modelo (T, S) 1 mes con un incremento del 20 % de la demanda sigue siendo un mejor escenario que la situación actual que presenta la bodega, comprobando que la política de inventario es efectiva ante estas variaciones.

### 3.3 Análisis de los costos de implementación de los modelos de revisión

Para poder conocer los costos de implementación de los modelos de revisión es imprescindible tener como datos el costo de pedir producto y el costo de mantener inventario, en este caso de estudio el costo de pedir producto es diferente para cada uno de ellos, mientras que el costo de mantener inventario la empresa lo definió como el 5% del costo de pedir producto. En la Tabla 3.11 se muestran los costos de pedir y mantener inventario

**Tabla 3.11 Costos de pedir producto y de mantener en inventario**

[Elaboración Propia]

PRODUCTO	COSTO DE PEDIR (US\$)	COSTO DE MANTENER (US\$)
CHAROLES	\$ 6.38	\$ 0.32
ACEITERO/VINAGRERO	\$ 2.33	\$ 0.12
AZUCARERO Y CREMERA	\$ 1.30	\$ 0.06
BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS	\$ 5.97	\$ 0.30
BOTELLAS Y DISPENSADORES	\$ 6.43	\$ 0.32
COMPLEMENTO PARA BAR	\$ 6.34	\$ 0.32
COPAS PIEZAS SUELTAS	\$ 1.56	\$ 0.08
CUBIERTOS JUEGOS	\$ 11.01	\$ 0.55
CUBIERTOS PZ SUELTAS	\$ 1.99	\$ 0.10
JARRAS	\$ 2.14	\$ 0.11
JUEGOS DE COPAS	\$ 8.68	\$ 0.43
JUEGOS DE VAJILLAS	\$ 10.42	\$ 0.52
MANTEQUILLEROS Y QUESERA	\$ 1.38	\$ 0.07
OTRAS PIEZAS AUXILIARES	\$ 0.69	\$ 0.03
PLATOS BASE	\$ 3.52	\$ 0.18
PORTADULCES	\$ 4.77	\$ 0.24
SALERO Y PIMENTERO	\$ 1.42	\$ 0.07
SALSERO Y AJICERO	\$ 0.80	\$ 0.04
SERVIDORES	\$ 1.99	\$ 0.10
SERVILLETERO	\$ 2.76	\$ 0.14
TETERAS	\$ 6.97	\$ 0.35
UTENSILIOS DE BAR	\$ 3.32	\$ 0.17
VAJILLAS EN PIEZAS SUELTAS	\$ 1.78	\$ 0.09
VASOS JUEGOS	\$ 5.73	\$ 0.29
VASOS PIEZAS SUELTAS	\$ 2.04	\$ 0.10

Una vez obtenidos estos costos se procedió a realizar las simulaciones de los productos anteriormente presentados para saber el costo real de la aplicación de estos modelos de revisión dentro de la empresa.

En la Tabla.3.12 se puede verificar que el modelo de revisión que menor costo de implementación representa es el modelo de revisión mensual, el cual una vez

realizadas las simulaciones para cada uno de los productos nos da un total de \$6,111.11.

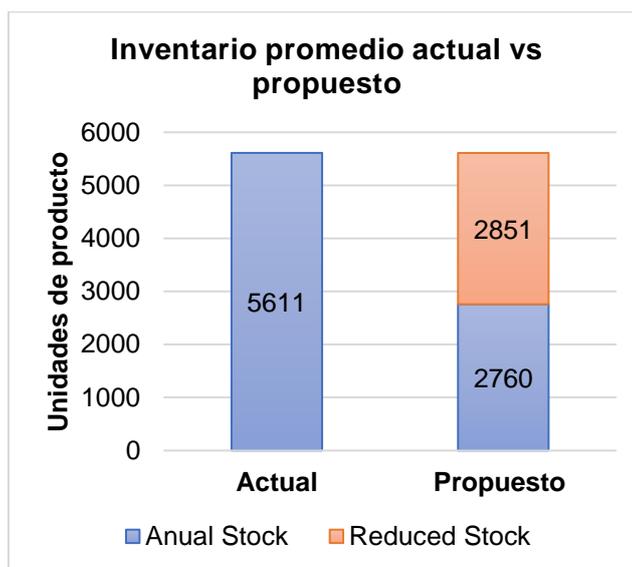
**Tabla 3.12 Comparación de los costos de implementación para los diferentes modelos de revisión de inventario [Elaboración Propia]**

PRODUCTOS	MODELO (T, S) [1] (US\$)	MODELO (T, S) [2] (US\$)	MODELO (T, S) [3] (US\$)
CHAROLES	\$ 247.08	\$ 267.83	\$ 315.40
ACEITERO/VINAGRERO	\$ 55.61	\$ 52.82	\$ 53.52
AZUCARERO Y CREMERA	\$ 19.47	\$ 11.88	\$ 7.20
BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS	\$ 400.47	\$ 470.90	\$ 563.71
BOTELLAS Y DISPENSADORES	\$ 162.08	\$ 155.01	\$ 172.05
COMPLEMENTO PARA BAR	\$ 281.68	\$ 315.94	\$ 368.91
COPAS PIEZAS SUELTAS	\$ 96.41	\$ 104.83	\$ 125.40
CUBIERTOS JUEGOS	\$ 347.26	\$ 378.63	\$ 433.66
CUBIERTOS PZ SUELTAS	\$ 162.81	\$ 183.46	\$ 206.79
JARRAS	\$ 281.78	\$ 357.35	\$ 449.50
JUEGOS DE COPAS	\$ 240.40	\$ 244.31	\$ 281.63
JUEGOS DE VAJILLAS	\$ 755.23	\$ 922.54	\$ 1,161.78
MANTEQUILLEROS Y QUESERA	\$ 50.75	\$ 53.79	\$ 61.25
OTRAS PIEZAS AUXILIARES	\$ 10.46	\$ 7.75	\$ 6.50
PLATOS BASE	\$ 579.53	\$ 713.20	\$ 902.98
PORTADULCES	\$ 275.02	\$ 320.78	\$ 370.59
SALERO Y PIMENTERO	\$ 36.40	\$ 37.68	\$ 41.81
SALSERO Y AJICERO	\$ 43.36	\$ 51.99	\$ 65.31
SERVIDORES	\$ 58.77	\$ 57.28	\$ 60.66
SERVILLETERO	\$ 125.17	\$ 146.15	\$ 171.54
TETERAS	\$ 57.89	\$ 35.57	\$ 40.45
UTENSILIOS DE BAR	\$ 111.19	\$ 108.36	\$ 127.47
VAJILLAS EN PIEZAS SUELTAS	\$ 1,003.57	\$ 1,370.27	\$ 1,779.45
VASOS JUEGOS	\$ 261.50	\$ 301.31	\$ 362.32
VASOS PIEZAS SUELTAS	\$ 447.20	\$ 609.49	\$ 751.28
<b>COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>\$ 6,111.11</b>	<b>\$ 7,279.11</b>	<b>\$ 8,881.16</b>

### 3.4 Análisis del comportamiento de la política seleccionada vs la situación actual

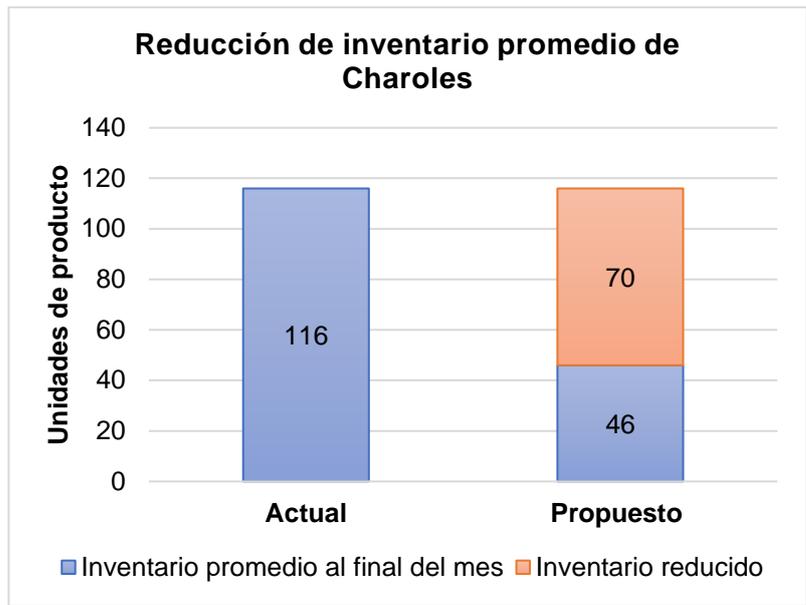
Concluidas las simulaciones y luego de haber seleccionado el sistema de revisión con mejor desempeño, en este caso el periódico mensual, se procedió a comparar los resultados finales de inventario de la situación actual vs la propuesta.

Analizando el grupo más representativo en este caso el de “Servicio de mesas y bebidas” perteneciente a la unidad de negocio “Hogar”, se tiene que, aplicando la política de revisión mensual, existe una reducción aproximada del promedio de inventario del 50.8% respecto de la situación actual, lo que nos indica que con la propuesta se tiene un mejor control del inventario dentro de la bodega para de esta manera poder reducir el sobre inventario. En la Figura 3.4 se muestra la reducción de inventario promedio.

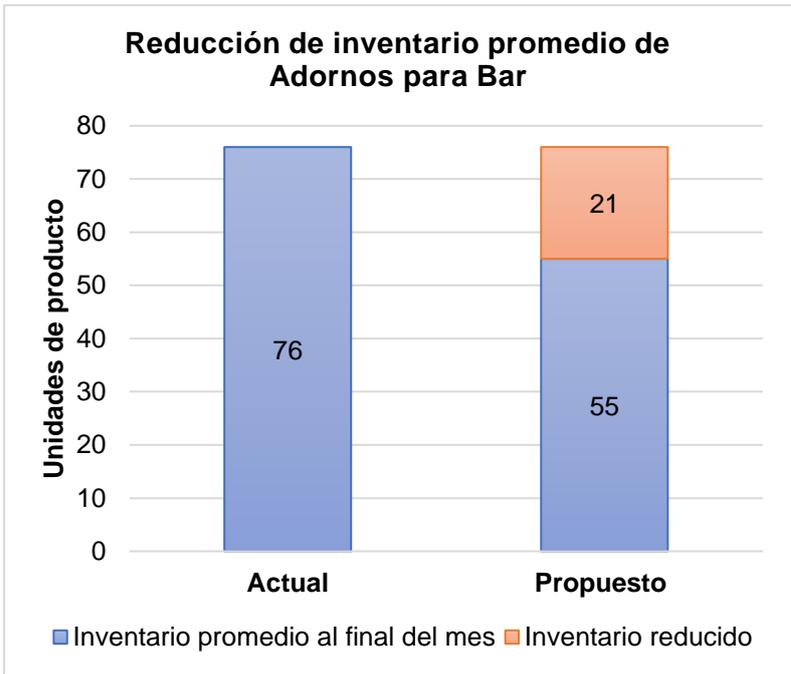


**Figura 3.4 Grafica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del grupo de “Servicio de mesas y bebidas” [Elaboración Propia]**

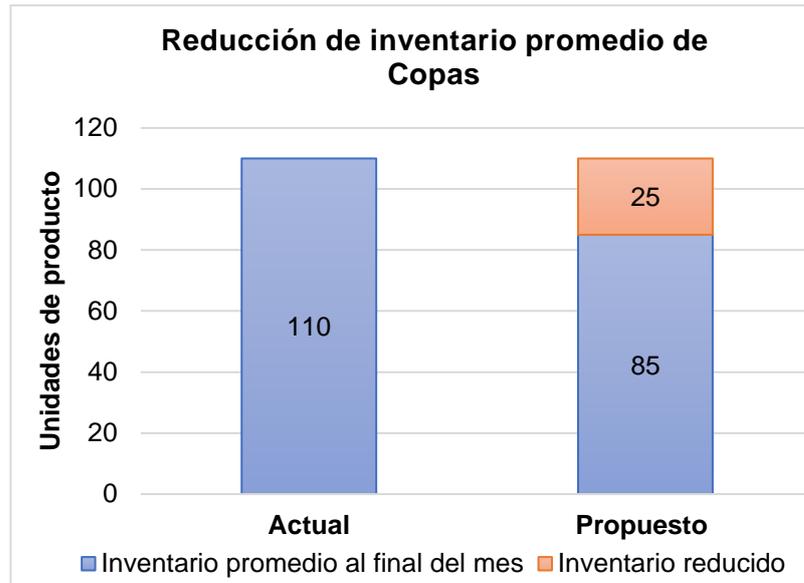
De igual manera se realizaron los análisis independientes de cada uno de los productos de “Servicio de mesas y bebidas”, a continuación, en las Figuras 3.5, 3.6 3.7 y 3.8 se muestran algunos ejemplos de lo que se analizó.



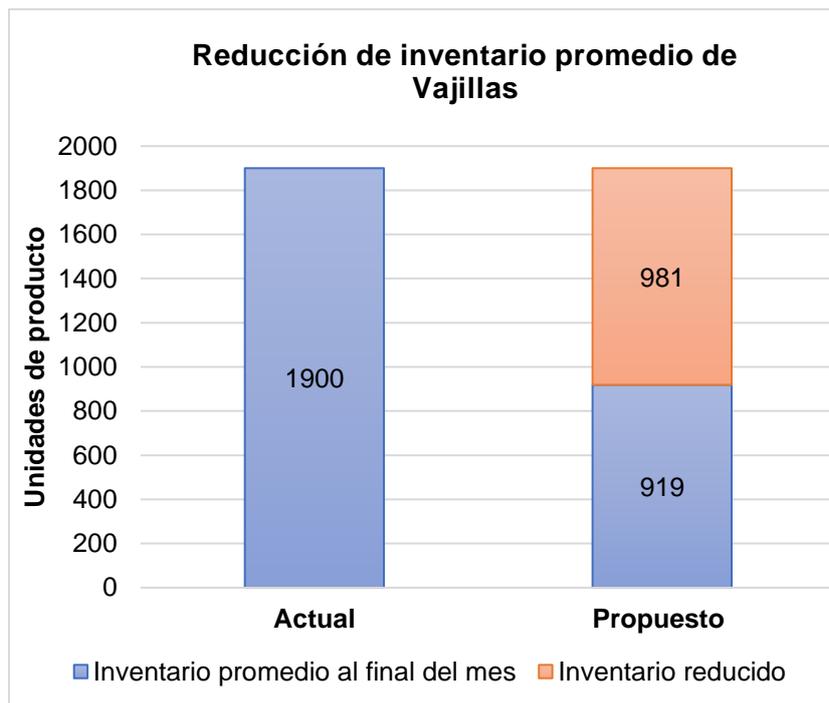
**Figura 3.5 Grafica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Charoles” [Elaboración Propia]**



**Figura 3.6 Grafica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Adorno para bar” [Elaboración Propia]**



**Figura 3.7 Grafica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Copas” [Elaboración Propia]**

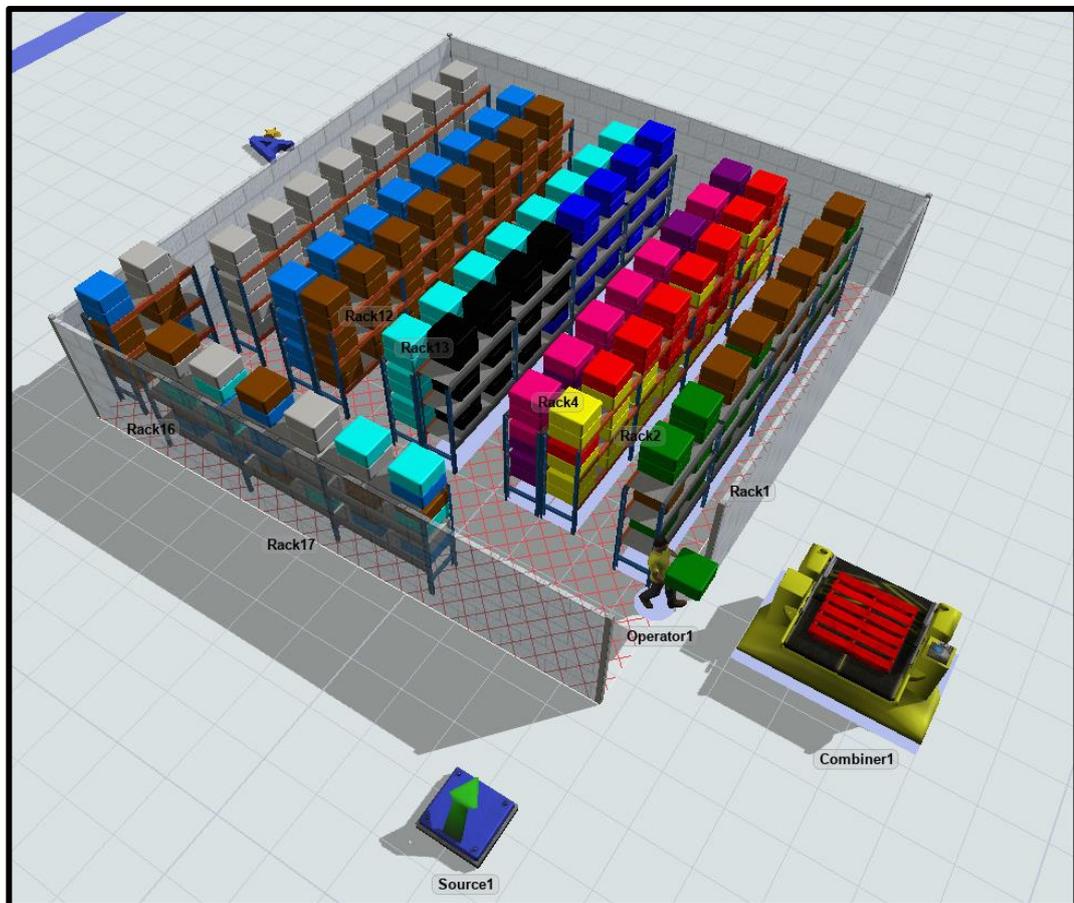


**Figura 3.8 Grafica comparativa del inventario promedio actual vs propuesto del producto “Vajillas” [Elaboración Propia]**

### 3.5 Simulación del sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda

Para comprobar la efectividad de la organización ABC dentro de la bodega se realizó una simulación en el software Flexsim donde se recreó el espacio que existe actualmente en bodega mediante la importación del plano actual de la bodega con las respectivas distancias entre racks y pasillos.

Para ejemplificar la reducción de las distancias recorridas y tiempos de picking se simularon listas de picking. En la Figura 3.9 se muestra el layout de la bodega en Flexsim.



**Figura 3.9 Modelado 3D de la propuesta de diseño [Elaboración Propia]**

En la Tabla 3.13, se presentan los resultados de las réplicas realizadas mediante el uso de la herramienta experimenter, se realizaron 50 réplicas y se muestra la situación actual comparada con la propuesta.

**Tabla 3.13 Réplicas de las distancias recorridas realizadas en el software Flexsim**

[Elaboración Propia]

Réplica	Distancia actual (metros)	Distancia recorrida modelo ABC (metros)
1	1524,78	1124,09
2	1544,83	1108,09
3	1499,24	1106,09
4	1516,83	1106,09
5	1504,95	1090,09
6	1446,07	1144,09
7	1582,42	1106,09
8	1501,01	1122,09
9	1499,71	1124,09
10	1435,06	1136,09
11	1524,02	1132,09
12	1529,77	1096,09
13	1484,54	1126,09
14	1471,71	1132,09
15	1463,3	1108,09
16	1506,07	1124,09
17	1463,84	1078,09
18	1537,66	1118,09
19	1566,25	1126,09
20	1511,3	1080,09
21	1484,02	1120,09
22	1459,24	1130,09
23	1484,25	1092,09
24	1502,25	1104,09
25	1503,01	1112,09

Réplica	Distancia actual (metros)	Distancia recorrida modelo ABC (metros)
26	1460,6	1112,09
27	1545,95	1084,09
28	1438,36	1126,09
29	1519,3	1076,09
30	1532,42	1104,09
31	1419,42	1124,09
32	1481,42	1124,09
33	1541,48	1102,09
34	1530,6	1102,09
35	1559,01	1090,09
36	1516,42	1078,09
37	1546,42	1116,09
38	1519,66	1074,09
39	1444,6	1112,09
40	1467,01	1132,09
41	1480,6	1102,09
42	1508,12	1102,09
43	1493,42	1076,09
44	1489,48	1076,09
45	1514,6	1096,09
46	1524,6	1128,09
47	1569,6	1066,09
48	1537,95	1100,09
49	1457,84	1110,09
50	1490,12	1112,09

Como resultado se obtuvo que el sistema de ubicación fija acorde al ABC de la demanda refleja una reducción del 26% de las distancias recorridas y una reducción de tiempos del 25%.

### 3.5.1 Análisis estadístico de la simulación

A partir de los resultados obtenidos en la simulación se realizó una prueba de hipótesis con la finalidad de validar estadísticamente si la media del escenario actual es superior al escenario propuesto para esto se utilizó la herramienta Minitab, en la Figura 3.10 se muestran los resultados obtenidos.

#### Método

$\mu_1$ : media de Distance actual  
 $\mu_2$ : media de Distance Traveled ABC  
Diferencia:  $\mu_1 - \mu_2$

#### Prueba

Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna  $H_1: \mu_1 - \mu_2 > 0$

Valor T	GL	Valor p
66,60	73	0,000

**Figura 3.10 Resultados de la prueba de hipótesis realizada [Elaboración Propia]**

Como se observa en la Figura 3.10 el resultado de la prueba de hipótesis de diferencias de medias se concluye que existe suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula dado que el valor p es menor a 0.05 por lo tanto se puede concluir que la media de la distancia actual es mayor que la propuesta por el escenario de asignación ABC.

### 3.6 Resultados de la Triple Línea Base

La triple línea base (TBL) es un marco contable que incluye los resultados sociales, medioambientales y financieros como líneas de fondo. Las empresas, las organizaciones sin ánimo de lucro y las entidades gubernamentales utilizan el TBL para evaluar sus ganancias financieras, así como su impacto social y medioambiental. En las Figuras 3.11 y 3.12 se muestran los objetivos TBL alcanzados con este proyecto integrador.



Figura 3.11 Leyendas de los gráficos del TBL [Elaboración Propia]



Figura 3.12 Objetivos (TBL) alcanzados [Elaboración Propia]

# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 Conclusiones

El objetivo de este proyecto fue implementar la política de control de inventario y rediseñar la distribución de los productos en la bodega, con el objetivo de reducir el exceso de inventario y mejorar los tiempos de búsqueda de productos. De acuerdo con nuestras propuestas, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- La política de inventario (T, S), permitió tener una reducción del promedio de inventario anual de productos críticos en un 50.8%, resultado que se obtuvo a partir de la simulación de la demanda de todo el año 2021.
- Dado que política de revisión periódica mensual fue desarrollada con un nivel de servicio del 95%, se considera que el porcentaje de desabastecimiento de producto es del 5%.
- El indicador de días de inventario se redujo en un 50% por motivo de la reducción del inventario promedio.
- Debido a que la política de inventario indica cuanto producto pedir, se redujo la cantidad de productos situados en el piso de la bodega.
- Al modificar la organización de la bodega actual por un ordenamiento ABC se obtuvo una reducción del 26% en tiempos de picking y un 25% de reducción de distancias recorridas acorde a la simulación propuesta.
- Gracias a que la ubicación de los productos es fija, se eliminó el retrabajo realizado por el encargado de bodega al momento de ingresar, buscar y despachar productos.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda implementar bases de datos separadas que contengan la cantidad de productos que se encuentran tanto en piso como en la bodega de la tienda, para tener un mejor control de inventario.
- Señalizar de mejor manera el rotulado de los racks que se encuentran en la bodega para una fácil localización de los productos pertenecientes a cada unidad de negocio.
- Gestionar mediante una revisión física de los productos las diferentes características (Unidad de negocio, grupo, subgrupo, nombre del producto, dimensiones, etc) de cada uno de los productos, para de esta manera facilitar el análisis de cada uno de estos.
- Se recomienda mejorar el registro de ingreso y salida de productos de la bodega de la tienda.
- Replicar el proceso realizado en el proyecto integrado a las demás unidades de negocios que posean productos críticos para así determinar el nivel máximo de inventario y su inventario de seguridad.

# BIBLIOGRAFÍA

- Amy Mayer, & Kevin McGinley. (2009). *Oracle BI Enterprise Edition Dashboard and Report Best Practices*. Eagan: Lulu.com.
- Anton, F. R. (2009). *Logística del transporte*. Catalunya: Universitat Politècnica de Catalunya. Iniciativa Digital Politècnica.
- Blank, L., & Anthony, T. (2012). *Ingeniería Económica*. México: McGraw-Hill.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2000). *Supply Chain Management: Strategy, Planning and Operations*. United Kingdom: Pearson Prentice Hall.
- Griffin, A., & John, H. (1991). The Voice of the Customer. *Marketing Science*, 6.
- Gutierrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. Ciudad de México : Mc Graw Hill.
- Hauser, J., Garry Katz, Griffin, A., & Gaskin, S. (2010). Quality Function Deployment (QFD). *Researchgate*, 16.
- Martin, A. J. . (1995). *Distribution Resource Planning: The Gateway to True Quick Response and Continuous Replenishment*. New York: John Wiley and Sons.
- Michael, P. (2018). *Economía*. Mexico: Pearson.
- Montemayor Gallegos, J. E. (2013). *Métodos de pronósticos para negocios*. Monterrey : Digital Tecnológico de Monterrey.
- Muller, M. (2005). *Fundamentos de administración de inventarios*. Norma.
- Pizdek, T., & Paul, K. (2010). *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts, and Managers at All Levels*. New York: McGraw-Hill.
- propia, E. (s.f.).
- Smith, D., & Smith, C. (2016). *Demand Driven Performance*. New York: McGraw Hill Professional.
- Subramanya, K., & Rangaswamy, T. (2012). Impact of Warehouse Management System in a Supply Chain. *International Journal of Computer Applications*, 54. doi:10.5120/8530-2062
- Wang, Y., & Chen, A. (2016). PRODUCTION LOGISTICS SIMULATION AND OPTIMIZATION OF INDUSTRIAL ENTREPRISE BASED ON FLEXIM. 1. Obtenido de [http://m.ijssimm.com/Full\\_Papers/Fulltext2016/text15-4\\_732-741.pdf](http://m.ijssimm.com/Full_Papers/Fulltext2016/text15-4_732-741.pdf)

# APÉNDICES

# APÉNDICE A

## A.1 Flujo de caja de un sistema de loteo mediante programación lineal

Opción 1		SISTEMA DE LOTEO MEDIANTE PROGRAMACIÓN LINEAL									
		Meses									
Inversiones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Licencia de software Gams	\$ 640,00										
Licencia de software de Excel	\$ 34,00										
Costo de retomar mercadería en pasillos	\$ 1.271,00										
<b>Ingresos</b>		\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	
Ahorro de Mantener inventario		\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	
Ahorro en Transporte de mercadería		\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	
Ahorro en Obsolescencias u averías en mercadería		\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	
<b>Egresos</b>		\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	
costos empleados en la reubicación y manipuleo del inventario dentro de bodega.		\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	
Costos de capacitación en el uso de software Gams		\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	
<b>utilidad</b>		\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	
Flujo de caja	\$ -1.945,00	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	\$ 416,70	
Flujo de caja acumulado	\$ -1.945,00	\$ -1.528,30	\$ -1.111,60	\$ -694,90	\$ -278,20	\$ 138,50	\$ 555,20	\$ 971,90	\$ 1.388,60	\$ 1.805,30	

## A.2 Flujo de caja de un WMS

opcion2		WMS									
		Meses									
Inversiones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Desarrollo del software	\$ 5.600,00										
Costo de retomar mercadería en pasillos	\$ 1.271,00										
Consultoría	\$ 9.000,00										
<b>Ingresos</b>		\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	
Ahorro de Mantener inventario		\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	
Ahorro en Transporte de mercadería		\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	
Ahorro en Obsolescencias u averías en mercadería		\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	
<b>Egresos</b>		\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	
Mantenimiento del sistema		\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	
<b>utilidad</b>		\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	
Flujo de caja	\$ -15.871,00	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	\$ 239,30	
Flujo de caja acumulado	\$ -1.945,00	\$ -1.705,70	\$ -1.466,40	\$ -1.227,10	\$ -987,80	\$ -748,50	\$ -509,20	\$ -269,90	\$ -30,60	\$ 208,70	

### A.3 Flujo de caja de un Sistema ABC

opcion 3		Sistema ABC								
		Meses								
Inversiones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Licencia de Microsoft excel	\$ 34,00									
Costos de capacitación al personal para la implementación del método	\$ 5,30									
costos empleados en la reubicación y manipuleo del inventario dentro de bodega.	\$ 212,00									
<b>Ingresos</b>		\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00
Ahorro de Mantener inventario no crítico		\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00
Ahorro en Obsolescencias u averías en mercadería		\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
<b>Egresos</b>		\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00
Costos en mantenimiento mensual del sistema		\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00
<b>utilidad</b>		\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00
<b>Flujo de caja</b>	\$ -251,30	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00
<b>Flujo de caja acumulado</b>	\$ -1.945,00	\$ -1.882,00	\$ -1.819,00	\$ -1.756,00	\$ -1.693,00	\$ -1.630,00	\$ -1.567,00	\$ -1.504,00	\$ -1.441,00	\$ -1.378,00

### A.4 Flujo de caja de un Modelo de optimización de ubicaciones

opcion 3		Modelo de optimizacion de ubicaciones								
		Meses								
Inversiones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Licencia de software gams	\$ 640,00									
Licencia de Microsoft excel	\$ 34,00									
Costos de capacitación al personal para la formulación del sistema	\$ 5,30									
Costos empleados en la reubicación y manipuleo del inventario dentro de bodega.	\$ 212,00									
<b>Ingresos</b>		\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00
Ahorro de Mantener inventario		\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00
Ahorro en averías por manipuleo		\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
<b>Egresos</b>		\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00
Costos de mantnimiento mensual del sistema		\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00
<b>utilidad</b>		\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00
<b>Flujo de caja</b>	\$ -891,30	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00	\$ 63,00
<b>Flujo de caja acumulado</b>	\$ -251,30	\$ -188,30	\$ -125,30	\$ -62,30	\$ 0,70	\$ 63,70	\$ 126,70	\$ 189,70	\$ 252,70	\$ 315,70

### A.5 Flujo de caja de un 5S

opcion 3		5s								
		Meses								
Inversiones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Costos de zonificar bodega	\$ 25,00									
Horas empleadas en la reubicación y manipuleo del inventario dentro de bodega.	\$ 212,00									
<b>Ingresos</b>		\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00	\$ 275,00
Ahorro de Mantener inventario		\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00	\$ 260,00
Ahorro en Obsolescencias u averías en mercadería		\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
<b>Egresos</b>		\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60	\$ 222,60
costo de capacitación al personal para la implementación del método		\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00	\$ 212,00
Costos en mantener la metodología		\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60
<b>utilidad</b>		\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40
<b>Flujo de caja</b>	\$ -237,00	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40	\$ 52,40
<b>Flujo de caja acumulado</b>	\$ -237,00	\$ -184,60	\$ -132,20	\$ -79,80	\$ -27,40	\$ 25,00	\$ 77,40	\$ 129,80	\$ 182,20	\$ 234,60

## A.6 Flujo de caja de un Modelo Máx/Mín

opción 3		Max Min								
		Meses								
Inversiones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Licencia de Microsoft excel	\$ 34,00									
Costo de retomar mercadería en pasillos	\$ 1.271,00									
<b>Ingresos</b>		\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30	\$ 639,30
Ahorro de Mantener inventario		\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30	\$ 24,30
Ahorro en Obsolescencias u averías en mercadería		\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00	\$ 600,00
Ahorro en Transporte de mercadería		\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00	\$ 15,00
<b>Egresos</b>		\$ 410,60	\$ 410,60	\$ 410,60	\$ 410,60	\$ 410,60	\$ 410,60	\$ 410,60	\$ 410,60	\$ 410,60
Costos de implementarlo periódicamente		\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00	\$ 400,00
costo de capacitación al personal para la implementación del método		\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60	\$ 10,60
<b>utilidad</b>		\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70
Flujo de caja	\$ -1.305,00	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70	\$ 228,70
Flujo de caja acumulado	\$ -1.271,00	\$ -1.042,30	\$ -813,60	\$ -584,90	\$ -356,20	\$ -127,50	\$ 101,20	\$ 329,90	\$ 558,60	\$ 787,30

## APÉNDICE B

### B.1 Datos del modelo revisión periódica mensual

PRODUCTO	CONSUMO ANUAL (Unidades de producto)	PROMEDIO DEMANDA (Unidades de producto)	INVENTARIO INICIAL (Unidades de producto)	COSTO UNITARIO	COSTO DE PEDIR PRODUCTO	COSTO DE MANTENER INVENTARIO	T	L	D T+L	$\sigma$ T+L	SS (Unidades de producto)	S (Unidades de producto)
CHAROLES	302	25.17	101	\$ 7.43	\$ 6.38	\$ 0.32	1	1	50	10	17	67
ACEITERO/VINAGRERO	80	6.67	60	\$ 2.91	\$ 2.33	\$ 0.12	1	1	13	7	11	24
AZUCARERO Y CREMERA	62	5.17	25	\$ 1.88	\$ 1.30	\$ 0.06	1	1	10	8	13	23
BANDEJAS Y PORTA PIQUEOS	543	45.25	186	\$ 8.87	\$ 5.97	\$ 0.30	1	1	91	25	41	132
BOTELLAS Y DISPENSADORES	126	10.50	27	\$ 9.25	\$ 6.43	\$ 0.32	1	1	21	7	12	33
COMPLEMENTO PARA BAR	302	25.17	59	\$ 8.66	\$ 6.34	\$ 0.32	1	1	50	19	31	81
COPAS PIEZAS SUELTAS	463	38.58	183	\$ 2.09	\$ 1.56	\$ 0.08	1	1	77	22	36	113
CUBIERTOS JUEGOS	282	23.50	57	\$ 13.63	\$ 11.01	\$ 0.55	1	1	47	6	9	56
CUBIERTOS PZ SUELTAS	655	54.58	316	\$ 3.45	\$ 1.99	\$ 0.10	1	1	109	20	32	141
JARRAS	998	91.68	226	\$ 3.03	\$ 2.14	\$ 0.11	1	1	183	64	105	288
JUEGOS DE COPAS	186	15.50	70	\$ 12.06	\$ 8.68	\$ 0.43	1	1	31	5	9	40
JUEGOS DE VAJILLAS	580	48.33	181	\$ 14.11	\$ 10.42	\$ 0.52	1	1	97	31	51	148
MANTEQUILLEROS Y QUESERA	195	16.25	74	\$ 1.80	\$ 1.38	\$ 0.07	1	1	33	14	24	57
OTRAS PIEZAS AUXILIARES	28	2.33	10	\$ 0.87	\$ 0.69	\$ 0.03	1	1	5	2	4	9
PLATOS BASE	1376	114.67	405	\$ 5.37	\$ 3.52	\$ 0.18	1	1	229	83	137	366
PORTADULCES	361	30.08	21	\$ 6.71	\$ 4.77	\$ 0.24	1	1	60	33	54	114
SALERO Y PIMENTERO	151	12.58	55	\$ 1.74	\$ 1.42	\$ 0.07	1	1	25	7	11	36
SALSERO Y AJICERO	516	43.00	57	\$ 0.94	\$ 0.80	\$ 0.04	1	1	86	20	33	119
SERVIDORES	137	11.42	93	\$ 2.81	\$ 1.99	\$ 0.10	1	1	23	7	11	34
SERVILLETTERO	341	28.42	51	\$ 3.45	\$ 2.76	\$ 0.14	1	1	57	19	30	87
TETERAS	9	0.75	6	\$ 8.75	\$ 6.97	\$ 0.35	1	1	2	1	2	4
UTENSILIOS DE BAR	187	15.58	89	\$ 5.36	\$ 3.32	\$ 0.17	1	1	31	10	17	48
VAJILLAS EN PIEZAS SUELTAS	7845	653.75	1550	\$ 2.38	\$ 1.78	\$ 0.09	1	1	1308	162	267	1575
VASOS JUEGOS	386	32.17	80	\$ 7.03	\$ 5.73	\$ 0.29	1	1	64	15	25	89
VASOS PIEZAS SUELTAS	2648	220.67	728	\$ 2.92	\$ 2.04	\$ 0.10	1	1	441	67	111	552