



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

"Rediseño de Bodega de Insumos de la Planta Productora de Bebidas
Gaseosas"

INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIEROS INDUSTRIALES

Presentado por:

David Josué Macías Porras

Otto Andrés Santos Bonilla

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2016

AGRADECIMIENTOS

Le agradecemos a Dios por habernos acompañado a lo largo de nuestra carrera y de nuestra vida.

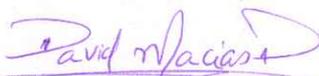
Le damos gracias a nuestros padres por apoyarnos en todo momento y por habernos inculcado valores que nos hacen ser personas y profesionales de bien.

Le agradecemos a la Dra. Pérez que nos dio la oportunidad de trabajar con ella, exigirnos al máximo y crecer de manera profesional.

David Macias – Otto Santos

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; 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"



David Josué Macias Porras

AUTOR 1



Otto Andrés Santos Bonilla

AUTOR 2



PhD. Cinthia Cristina Pérez Sigüenza

TUTOR DE MATERIA INTEGRADORA

RESUMEN

El proyecto fue realizado en la bodega de materia prima de la planta productora de gaseosas ubicada en Guayaquil, con la finalidad de mejorar el desempeño de las operaciones de almacenamiento y despacho, mediante la mejora de utilización de zonas de almacenamiento y la distancia recorrida por los montacargas al llevar insumos a las áreas de producción. La metodología empieza con la clasificación ABC por medio de un valor multicriterio, el cual agrupa los materiales según su índice de rotación y espacio físico ocupado. Al mismo tiempo, se realizó el Layout de la bodega en el software AutoCAD, con el propósito de calcular su capacidad total y distancias de rutas de entrega. Luego, se propusieron dos políticas de inventario para las familias de materia prima A y B, las cuales ocupaban el 61% del espacio físico disponible. La primera, basada en Lead time de insumos con cálculo del punto de reorden, y la segunda, un modelo de programación lineal con restricción de capacidad de almacenamiento; ambas simuladas un total de 180 días en el software Excel y Solver respectivamente. Por otro lado, se planteó un modelo de asignación con variables binarias para una nueva distribución física de los insumos que permita disminuir la distancia recorrida acorde al flujo de los despachos, tomando en cuenta la capacidad de almacenamiento de las áreas. Posteriormente, se calculó el capital invertido en inventario y utilización de bodega para las simulaciones realizadas, los cuales se reducen \$422.460 y 16,9% respectivamente en el modelo de Lead time, y \$237.295 y 11,7% en el segundo. Finalmente, se simuló 27 días de despacho para la distribución actual y propuesta, presentando reducción de 62,74 Km en distancia recorrida y 6,24 horas en tiempo invertido, lo que representa un ahorro anual de \$4.037,03 basado en combustible, mantenimiento y tiempo operativo.

Palabras Clave: Modelo de Inventario, Clasificación ABC multicriterio, Lead Time, Programación Lineal, Layout, Simulación, Variables Binarias

ABSTRACT

The project took place at the supply warehouse of beverage production plant located in Guayaquil. The goal was to improve the performance of the storage and dispatch operations by reducing the utilization of the storage areas and by shortening the travel distance by the forklift at the moment of taking the supplies to production areas. The methodology began with the ABC multi-criteria classification, which assort the materials according to their turnover ratio and the physical space available. First, a warehouse layout was created with AutoCAD software, with the purpose of calculating its total capacity and the distances of the delivery routes. Then, two inventory policies were proposed for the A and B types of supply families, which employ 61% of the space available. The first one was based on supply lead time with the corresponding re-order point; the second one was a linear programming model with a storage capacity constraint. Both inventory policies had a total of 180 days of simulation time on Excel and Solver software, respectively. On the other hand, an assignment model was developed with binaries variables for a new distribution of the supplies. The purpose was to reduce the travel distance based on its dispatch flow, taking into consideration the storage capacity. Subsequently, the capital invested on inventory and the warehouse utilization were calculated for the executed simulations, and they generated a reduction of \$422460 and 16.9%, respectively, for the lead time based model, and a reduction of \$237295 and 11.7% for the second model. Finally, 27 dispatch days were simulated for the current and for the proposed distribution of the supplies. As a result, there has a reduction of 62.74 km for travel distance and 6.24 hours for invested time, which represent an annual savings of \$4037.03 based on fuel, maintenance and work time.

Keywords: *inventory model, ABC multi-criteria classification, lead time, linear programming, layout, simulation, binaries variables.*

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	ii
DECLARACIÓN EXPRESA.....	iii
RESUMEN.....	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
ÍNDICE GENERAL.....	vi
ABREVIATURAS.....	ix
SIMBOLOGÍA.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE PLANOS.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1.....	3
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.1 Alcance.....	3
1.2 Definición de Variables.....	4
1.3 Objetivos.....	5
1.3.1 Objetivo general.....	5
1.3.2 Objetivos específicos.....	5
1.4 Marco teórico.....	6
CAPÍTULO 2.....	10
2. METODOLOGÍA.....	10
2.1 Recolección de datos.....	10
2.1.1 Selección de Datos a Recolectar.....	10
2.1.2 Descripción de Datos.....	10
2.1.3 Plan de recolección de Datos.....	11
2.2 Análisis de Causas.....	12
2.2.1 Diagrama de Ishikawa.....	13
2.2.2 Medición de Impacto de Causa Raíz.....	13

2.2.3	Priorización de Causas.....	14
2.3	Análisis de causa: Exceso de Materia Prima	15
2.3.1	Índice de Rotación y días de inventario de MP.....	15
2.3.2	Espacio utilizado por MP	16
2.3.3	Utilización de áreas de Almacenamiento.....	17
2.3.4	Pruebas de Normalidad para datos de Utilización.....	22
2.3.5	Clasificación ABC Multi-criterio.....	24
2.4	Análisis de Causa: Distribución Física de MP	27
2.4.1	Distribución actual de la Materia Prima	27
2.4.2	Cálculo de la Distancia Diaria Recorrida	28
2.4.3	Pruebas de Normalidad para distancia recorrida.....	30
CAPÍTULO 3.....		33
3.	SOLUCIONES PROPUESTAS.....	33
3.1	Matriz de Priorización de Soluciones.....	33
3.2	Desarrollo de Política de Inventario basada en Lead Time	34
3.2.1	Plan de Implementación	34
3.2.2	Formulación del modelo	35
3.2.3	Parámetros	36
3.2.4	Simulación.....	36
3.3	Política de Inventario basada en Programación Lineal.....	40
3.3.1	Parámetros	40
3.3.2	Formulación del Modelo	42
3.4	Modelo de Asignación para Distribución de MP	43
3.4.1	Plan de Implementación	43
3.4.2	Parámetros	44
3.4.3	Formulación del Modelo	45
CAPÍTULO 4.....		46
4.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.	46
4.1	Análisis de Resultados de los modelos de Inventario.....	46

4.1.1	Evaluación Financiera	51
4.2	Análisis de Resultados del Modelo de Asignación	53
4.2.1	Evaluación Financiera	58
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
	BIBLIOGRAFÍA	61
	Apéndice A.....	63
	Apéndice B.....	68
	Apéndice C	74

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
MP	Materia Prima
MCABC	Multiple Criteria ABC
BMP	Bodega de Materia Prima
VOC	Voice of Customer
SKU	Stock Keeping Unit
PRO	Punto de re-orden

SIMBOLOGÍA

m	Metros
Kg	Kilogramos
Km	Kilómetros

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 0.1: Localización a nivel global	1
Figura 1.1. Cuadro SIPOC de las operaciones de la BMP	4
Figura 1.2. Diagrama de definición de Variables	5
Figura 2.1: Diagrama de uso de datos	10
Figura 2.2. Diagrama de Ishikawa	13
Figura 2.3. Matriz de Ponderación de Causas	15
Figura 2.4: Serie de tiempo- Utilización del área 1	20
Figura 2.5: Serie de tiempo- Utilización de las áreas numeradas	21
Figura 2.6: Serie de tiempo- Utilización de los Refrigerados	21
Figura 2.7: Serie de tiempo- Utilización de los Racks	22
Figura 2.8: Gráfica de probabilidad de Normalidad para el área A1P	23
Figura 2.9: Metodología para Clasificación ABC Multi-Criterio de las MP.....	24
Figura 2.10: Gráfico de Barras de MP Clasificación A	25
Figura 2.11: Gráfico de Barras de MP Clasificación B	26
Figura 2.12: Layout de bodega: áreas de almacenamiento	27
Figura 2.13: Distribución actual de SKU's	28
Figura 2.14: Prueba de hipótesis en Minitab 16	31
Figura 3.1: Matriz de Ponderación de Soluciones Propuestas.....	34
Figura 3.2: Prueba de Normalidad de Despachos Preforma 17 Gr.....	38
Figura 4.1: Niveles de inventario para la familia Preformas	46
Figura 4.2: Niveles de inventario para la familia Tetrapack.....	47
Figura 4.3: Niveles de inventario para la familia Resinas.....	47
Figura 4.4: Niveles de inventario para la familia Tapas y Azúcar.....	48
Figura 4.5: Capital Invertido por Familia en cada Modelo	49
Figura 4.6: Utilización por área de los diferentes modelos de inventario	49
Figura 4.7: Capital invertido en Inventario para los tres modelos	52
Figura 4.8: Utilización de la BMP para los tres modelos	52
Figura 4.9: Distribución propuesta de SKU's	54
Figura 4.10: Distribución propuesta	54
Figura 4.11: Resultado de contraste de hipótesis	56
Figura 4.12: Diagrama de Cajas para muestra de distancia recorrida	56
Figura 4.13: Gráfico de Barras de Distancia Recorrida Mensual	57
Figura 4.14: Tiempo empleado en el Despacho por mes.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Plan de Recolección de Datos	12
Tabla 2: Matriz de Medición de Impacto de Causas	14
Tabla 3: Norma de Paletizado del Ác. Cítrico y Espacio Físico ocupado.....	17
Tabla 4: Capacidad (Pallets) de las diferentes áreas de almacenamiento ...	19
Tabla 5: Tabla de Valor P para Utilización de áreas de Almacenamiento	23
Tabla 6: Tabla de Clasificación ABC según Valores Multi-Criterio.....	25
Tabla 7: Familias Clasificación A y B con Días de Inventario	27
Tabla 8: Tabla de distancia entre áreas.....	29
Tabla 9: Tabla de despachos promedios, inventarios y destino.....	29
Tabla 10: Distancia recorrida de MP por día.....	32
Tabla 11: Plan de Implementación para Modelos de Inventario	35
Tabla 12: Probabilidades para Cantidad de Despacho Tapas y Tetrapack ..	37
Tabla 13: Media y varianza cantidad despachada Preforma - Resina.....	38
Tabla 14: Simulación 3 meses de las tapas verdes en Excel	39
Tabla 15: Modelo de programación lineal para preformas	41
Tabla 16: Modelo de PL para tetrapack sabor durazno 100 ml.....	42
Tabla 17: Plan de Implementación para Modelo de Asignación	43
Tabla 18: Capacidades de cada área	44
Tabla 19: Tabla de precios de las familias de MP.....	48
Tabla 20: Variaciones porcentuales de los modelos propuestos vs actual ...	50
Tabla 21: Tabla de pesos para criterios de selección de modelo	50
Tabla 22: Variaciones entre 0 y 1 de los modelos propuestos vs actual.....	51
Tabla 23: Puntuación final para selección de modelo de Inventario	51
Tabla 24: Tabla de Resultados de modelos Propuestos.....	53
Tabla 25: Matriz de asignación de áreas	53
Tabla 26: Distancia recorrida por los montacargas en despacho	55
Tabla 27: Cuadro de Ahorros de la nueva distribución de las MP	59

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 2:1: Layout Bodega Materia Prima.....	18
---	----

INTRODUCCIÓN

La planta productora pertenece a una de las multinacionales más grandes de bebidas, con presencia en más de 23 países de Latinoamérica, Asia y África. Contando con 28 años en el mercado, llega a una población de más de mil millones de consumidores en los países donde opera, abasteciendo más de 1.560.000 puntos de venta. Cuenta con 120 centros propios, además de los de sus socios estratégicos y los de distribuidores locales. A nivel de producción, la empresa tiene 32 plantas de producción, 24 en América, 6 en Asia y en África.



Figura 0.1: Localización a nivel global

La empresa llega a Ecuador en el año 2000 como parte de sus primeros pasos de internacionalización, estableciendo su planta productora y centro de distribución en la ciudad de Guayaquil e introduciendo su marca más emblemática.

Actualmente cuenta con un portafolio diversificado de bebidas, entre las cuales tenemos: cola negra, naranja, amarilla, fresa y limón; agua natural y agua regulador de PH; jugo de frutas sabor manzana, naranja melocotón y mango; té helado sabor limón; y la bebida hidratante de frutas tropicales, manzana y mandarina. Todos los productos se venden en diferentes presentaciones de volúmenes acordes a estudios de mercado realizados por el departamento de marketing.

Dentro de la planta productora en Guayaquil, se encuentran diferentes áreas referentes al proceso de elaboración de las bebidas y sus envases como: pasterizado, formulación, inyección y soplado. Adicionalmente, cuenta con 9 líneas de envasado y empaquetado para la entrega hacia los centros de distribución.

Por otra parte, la bodega de insumos está situada junto a la planta y cuenta con diferentes accesos para el traslado de la materia prima. Este espacio de 3177 m² almacena 249 materiales diferentes utilizados en la producción del portafolio antes mencionado. Además, opera las 24 horas surtiendo de los insumos necesarios a las áreas de proceso y las 9 líneas de envasado; simultáneamente realizando las tareas diarias de recepción y almacenamiento.

CAPÍTULO 1

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.

La empresa productora de gaseosas ha experimentado un crecimiento significativo del 24% de la demanda de sus productos durante los últimos dos años. Este escenario ha representado un incremento en el inventario de materia prima en la bodega de insumos. Las operaciones que se ejecutan en esta área de la planta son recepción, almacenamiento y despacho de materia prima, las mismas que han presentado deficiencias en su funcionamiento diario. Esto se ha debido a limitaciones en la capacidad de almacenamiento; restricciones económicas, como la falta de inversión para expansión o construcción de infraestructura; y fallas en el cumplimiento de la planificación de producción.

Datos históricos muestran que se realizan hasta tres re-programaciones diarias en la planificación de producción, lo que aumenta el número de despachos al día haciendo que el tiempo de esta actividad sea valioso para la entrega eficiente de materia prima. Por otra parte, existe una utilización de más de 100% de los lugares asignados para almacenamiento. Esto quiere decir, que es práctica común utilizar otras áreas fuera de las zonas designadas como pasillos para este mismo fin, esto dificulta la movilización en la bodega lo cual conlleva a un mayor desplazamiento del personal.

Es por esto que, es fundamental un rediseño de la bodega de insumos y proponer nuevas políticas de inventario para aumentar la eficiencia del uso del espacio disponible, además de disminuir la distancia recorrida en las operaciones del personal. Al mismo tiempo, es necesario incluir el uso de indicadores que ayuden a llevar un control de utilización de la capacidad y la rotación de materias primas.

1.1 Alcance

Para definir el alcance del proyecto se va a hacer uso de la herramienta SIPOC, tomando como eje central las tres operaciones que se realizan diariamente en la bodega de almacenamiento: recepción, despacho y toma de inventario.

Mediante el cuadro presentado a continuación, se observan las entradas y salidas de los procesos, así como las entidades que intervienen para la realización de los mismos.

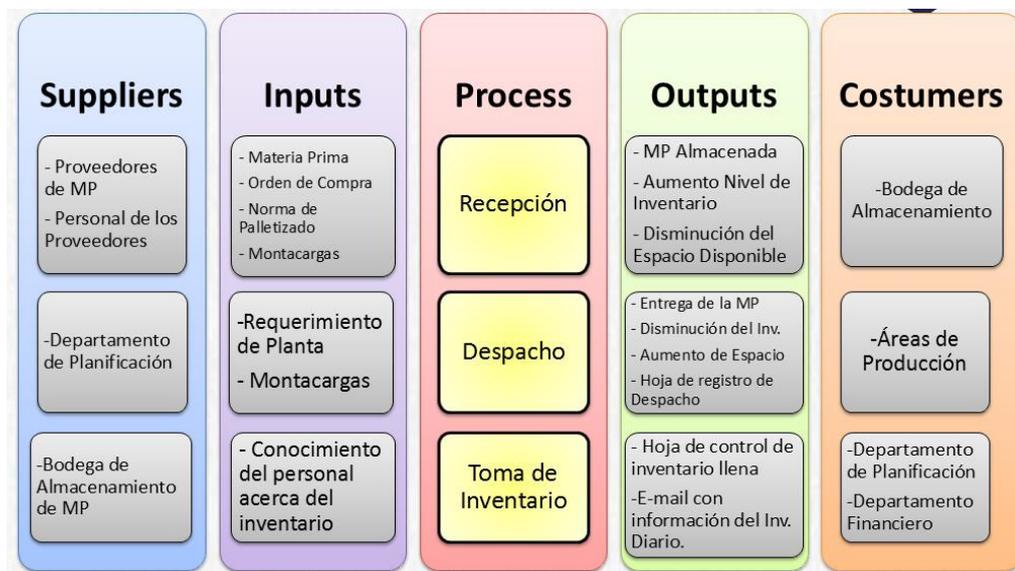


Figura 1.1. Cuadro SIPOC de las operaciones de la BMP

1.2 Definición de Variables

Para definir las variables mencionadas en la definición del problema se utilizó la herramienta VOC, basada en entrevistas a personas encargadas del área como el coordinador y supervisor.

Como resultado del diálogo se presentaron diferentes escenarios en los procesos que se manejan. La traducción de los testimonios a variables cuantificables es presentada en la Figura 1.2:

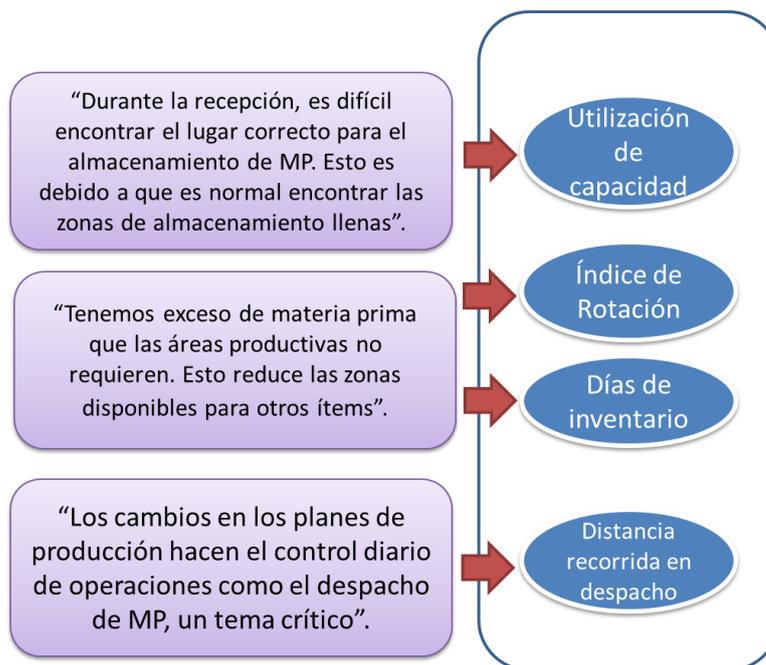


Figura 1.2. Diagrama de definición de Variables

Por lo tanto, las cuatro variables con las que van a ser medidas la situación actual y los resultados del proyecto serán: utilización de las áreas de almacenamiento en la bodega, índice de rotación y días de inventario de las materias primas, y finalmente la distancia recorrida por los montacargas en la operación de despacho.

1.3 Objetivos.

1.3.1 Objetivo general

Rediseñar la bodega de insumos de la planta de gaseosas, que establezca una eficiente distribución del espacio, para reducir las deficiencias en las operaciones de recepción, almacenamiento y despacho.

1.3.2 Objetivos específicos

- Categorizar los insumos de la bodega, según su índice de rotación.
- Definir una política de inventario que ayude a tener un uso eficiente en la bodega de insumos.

- Diseñar un Layout de la bodega de insumos, en el cual se asignarán ubicaciones a los materiales acorde a su índice de rotación y rutas de movimiento.
- Definir indicadores de desempeño para llevar un control real del inventario y operaciones en la bodega.

1.4 Marco teórico

Históricamente, las operaciones de centros de almacenamiento y distribución son unas de las funciones corporativas que más se pasan por alto, además de ser planeadas inadecuadamente [1]. Varios factores como (I) el patrón de la demanda de ítems, (II) la configuración de la bodega, (III) localización de los ítems en la bodega, y (IV) el método de recoger de ítems; son críticos para la eficiencia de esta operación [2].

Las principales actividades realizadas en un centro de almacenamiento incluyen: recepción y distribución. La recepción consiste en la descarga del producto desde el transporte de carga, la actualización de historial de inventario, la inspección para encontrar alguna inconsistencia en la cantidad o calidad del producto recibido. La distribución (transfer y put away) involucra la transferencia, el movimiento físico y en algunas ocasiones re-empaque de los productos recibidos hacia las locaciones de almacenamiento o en algunos casos, a diferentes áreas funcionales de la planta [3].

Otra actividad crítica en un centro de almacenamiento es el proceso de selección/order picking, es la actividad que tiene un mayor consumo de tiempo y dinero [2], y consiste en la obtención de la cantidad adecuada de los productos correctos para un conjunto de órdenes de clientes [3].

Adicionalmente del costo, el proceso de order picking tiene un impacto significativo en el tiempo de ciclo total. Cuando existe un requerimiento, se llevan a cabo las siguientes actividades: (I) Desplazarse a la locación de selección, (II) buscar el ítem, (III) manipulación del ítem, y (IV) regreso al área de trabajo [4]. Entre estas

actividades, la búsqueda del ítem y el manipuleo del mismo suman el 40% del tiempo total, mientras que el 55% del tiempo se les atribuye a traslados [5].

El control, manejo y la gestión de todas estas actividades mencionadas junto con el control de inventario, son una de las tareas más complejas e importantes ya que involucra la toma de decisiones en la planeación de producción, abastecimiento, distribución, almacenamiento o programación; decisiones que son fundamentales dentro de cualquier organización; en ellas existen cientos de ítems que deben ser monitoreados con el propósito de conocer sus existencias, ubicaciones, estado y demás información que es esencial para lograr realizar almacenamientos eficientes [6].

Cuando el inventario es elevado, es más difícil llevar un control de los ítems que se tienen en bodega, más espacio de almacenamiento es requerido, el dinero está atado, y es difícil el seguimiento de desperdicios. Por el otro lado, no tener suficiente inventario de ítems, debido a la falta de los mismos o un inadecuado pronóstico conlleva a un mal servicio al cliente. La meta es tener suficiente inventario para el cliente (sea interno o externo) pero no en exceso [7].

La clasificación del inventario usando el análisis ABC, el cual está basado en el principio de Pareto, es una técnica de control de inventario ampliamente utilizada en la práctica a nivel de industria. [8]. Consiste en clasificar el inventario en tres clases, nombradas, A (muy importante), B (moderadamente importante) y C (no importante). El análisis ABC tradicional es sencillo de entender y fácil de usar, sin embargo, está basado en una sola medida, más a menudo en el consumo anual, para clasificar los ítems del inventario. [9]. Existe una amplia cantidad de criterios que deben ser incluidos en el análisis, como el índice de rotación, ocupación de puestos en la bodega, utilización, entre otros. Cuando un análisis incluye dos o más criterios es llamado Clasificación ABC Multicriterio (MCABC por sus siglas en inglés) [6].

El criterio índice de rotación –ventas dividido por inventario- muestra cuántas veces el inventario es vendido y remplazado a través de un periodo de tiempo, a mayor porcentaje de rotación, menor es el dinero atado a inventario cuyo costo se deriva en el manejo del mismo [10].

El criterio utilización –espacio ocupado dividido por espacio total- representa el porcentaje de espacio cúbico (volumen) utilizado en la bodega para almacenar los ítems. Si un producto utiliza un gran espacio en el almacén, se desea controlar que el ítem no ocupe más espacio del realmente requerido y no se restrinja la cantidad de unidades que se pueda mantener de los demás insumos [11].

La propuesta para dar solución al problema de la clasificación multicriterio consiste en el uso de pesos o ponderaciones a los diferentes criterios; estas ponderaciones pueden ser establecidas de manera objetiva, mediante la utilización de modelos matemáticos, o ser establecidas de forma subjetiva, utilizando la experiencia de los operadores y encargados del almacén. Al realizar una clasificación ABC multicriterio es necesario normalizar la información ya que los diferentes criterios pueden utilizar datos o valores que no son comparables u operables entre ellos; hecho este procedimiento se obtiene el puntaje total o calificación obtenido por cada ítem. [6]. De esta manera, se obtiene una clasificación de los ítems almacenados en la bodega de almacenamiento en base a los criterios mencionados o criterios que causen un mayor impacto en el control de las operaciones críticas diarias.

Un problema muy conocido para el re-diseño de layout es el “*Facility layout problem*”, está enfocado en la correcta asignación de los recursos de la planta en las locaciones disponibles; es posible utilizar este problema de asignación para una correcta distribución de los materiales en una bodega de almacenamiento. Los costos asociados con el problema de distribución de instalaciones son los que involucran al flujo del personal, el flujo de materiales y aquellos que corresponden a re-asignación de materiales. El costo del flujo de materiales es generalmente calculado en base al costo del producto y a la distancia; para este último factor, por simplicidad se asume que el costo de asignar el producto i en la locación j es independiente de la locación [12].

La asignación de los materiales de la bodega en las diferentes locaciones disponibles tiene como principal objetivo disminuir los costos asociados. Los modelos matemáticos tratados en los problemas de distribución plantean una función objetivo, la cual busca minimizar los costos o distancias recorridas. Se hace uso de variables binarias para la asignación, teniendo como resultado una matriz de asignación [13].

La gestión de un sistema de inventarios es una actividad trascendental en toda cadena de abastecimiento; la inversión y costo asociado a un buen sistema de control de inventario son cuantiosas [14]. Las decisiones en cuanto a los procesos que involucra el control de inventario han sido apoyadas por el desarrollo de sistemas computacionales integrados (ERP) [15]. Sin embargo, con ánimos de optimizar el control, un modelo típico secuencial probabilístico puede ser modelado en términos de variables de decisión, especificando cantidad de orden como función inicial de niveles de inventario, y un proceso de transición probabilístico para las demandas de los ítems partiendo de una distribución de probabilidad de cada uno de ellos; de esta manera se optimiza la cantidad en el nivel de inventario de cada ítem, cumpliendo con la demanda de cada periodo [16].

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA.

2.1 Recolección de datos

2.1.1 Selección de Datos a Recolectar

La selección de los datos a recolectar fue llevada a cabo acorde a las necesidades de las metodologías y variables a utilizar, de tal manera que sea posible medir y evaluar no sólo las situaciones actuales, sino también soluciones propuestas más adelante.

La información inicial recolectada se presenta la Figura 2.1, el cual representa el uso futuro que estos tendrán y la posterior aplicación dentro del proyecto.

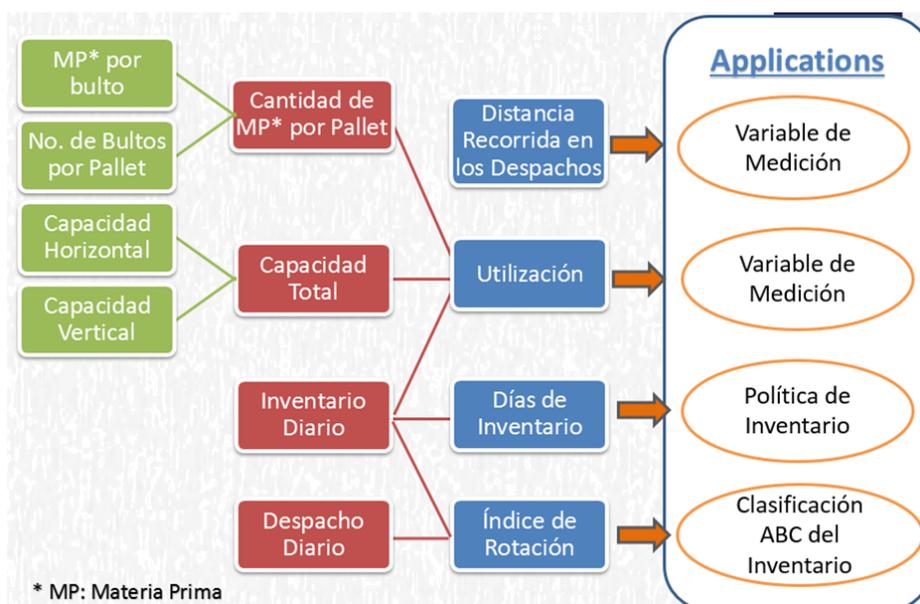


Figura 2.1: Diagrama de uso de datos

2.1.2 Descripción de Datos.

- **Materia Prima por Bulto.** - Cantidad de materia prima dentro de su presentación estándar, Ej. 50 Kg de Azúcar por Saco.

- **Número de Bultos de Materia Prima por Pallet.** - Cantidad de bultos (presentación estándar de la materia prima) que son posible apilar dentro de un pallet, Ej. 32 Sacos de azúcar por pallet.
- **Materia Prima por Pallet.** - Cantidad de materia prima total que es posible apilar dentro de un pallet, Ej. 1600 Kg de azúcar por pallet (32 sacos de 50 Kg cada uno).
- **Capacidad Horizontal de Pallet por área.** - Capacidad en pallets del área, medida de manera horizontal.
- **Capacidad Vertical de pallet por área.** - Capacidad en pallets del área, medida de manera vertical (apilamiento).
- **Inventario Diario de Materia Prima.** - Cantidad de materia prima existente el día de la toma del inventario (por cada MP).
- **Despacho Diario de Materia Prima.** - Cantidad de materia prima despachada al día (por cada MP).
- **Distancia Recorrida en el Despacho.** - Distancia recorrida por el operador de montacargas desde que recibe la orden de requerimiento, hasta que este es despachado en su totalidad.

2.1.3 Plan de recolección de Datos.

La recolección de los datos anteriormente mencionados fue realizada gracias a la colaboración del personal de la bodega de insumos. Cada uno de estos posee su unidad de medida, método de recolección, tipo, encargados y fechas durante las cuales fueron realizados. Dichos aspectos son detallados en la Tabla 1:

Tabla 1: Plan de Recolección de Datos

Medición	Unidad	Método de Recolección de Datos	Tipo de Datos	Recolector de Datos	Fecha de Recolección
Cantidad de material por bulto	Unidad acorde a la materia prima / bulto	* Entrevista con operadores * Revisión física de inventario	Cuantitativa discreta	* Asistentes Bodega de insumos * Estudiantes	30 Mayo -03 de Junio
Cantidad de bultos por pallet	# bultos / pallet	* Revisión Física de inventario	Cuantitativa discreta	* Asistentes Bodega de insumos	30 Mayo -03 de Junio
Cantidad de material por pallet	Unidad acorde a la materia prima / pallet	* Entrevista con operadores * Revisión física de inventario	Cuantitativa discreta	* Asistentes Bodega de insumos * Estudiantes	30 Mayo -03 de Junio
Despacho diario de materia prima	Unidad acorde a la materia prima	* Recolección de datos en hojas de requerimientos y despachos diarios	Cuantitativa continua	* Estudiantes * Montacarguistas	Desde: 01 Mayo Hasta: 30 Mayo
Capacidad Horizontal de Pallets por áreas	# pallets	* Revisión y medición física de bodega de insumos	Cuantitativa discreta	* Estudiantes	23 -27 de Mayo
Capacidad Vertical de Pallets por áreas	# pallets		Cuantitativa discreta	* Estudiantes	23 -27 de Mayo
Cantidad de pallets por locación/áreas	# pallets	* Revisión y medición física de bodega de insumos	Cuantitativa discreta	* Coordinación de Bodega de insumos	23 -27 de Mayo
Inventario Diario	Unidad acorde a la materia prima	* Revisión Física de inventario	Cuantitativa continua	* Asistentes Bodega de insumos	Desde: 01 Mayo Hasta: 30 Mayo

2.2 Análisis de Causas

Para determinar las herramientas a emplear en el análisis de causas, se entrevistó a todos los miembros de la BMP (estos incluían: coordinador, supervisor, asistentes y montacarguistas). De esta manera, se ofrecieron diferentes puntos de vista acerca del problema definido.

Como resultado, siete causas fueron catalogadas como determinantes en todos los conversatorios, las cuales serán tratadas en el análisis presentado en la sección 2.2.1.

2.2.1 Diagrama de Ishikawa

Se utilizó el diagrama de Ishikawa como herramienta de identificación de causas. El diagrama muestra, de acuerdo a los diferentes factores (espinas), cuáles son las causas que contribuyen a generar un efecto común (problema).

En la Figura 2.2 se muestra las causas encontradas, a las cuales se les da una numeración para su posterior identificación.

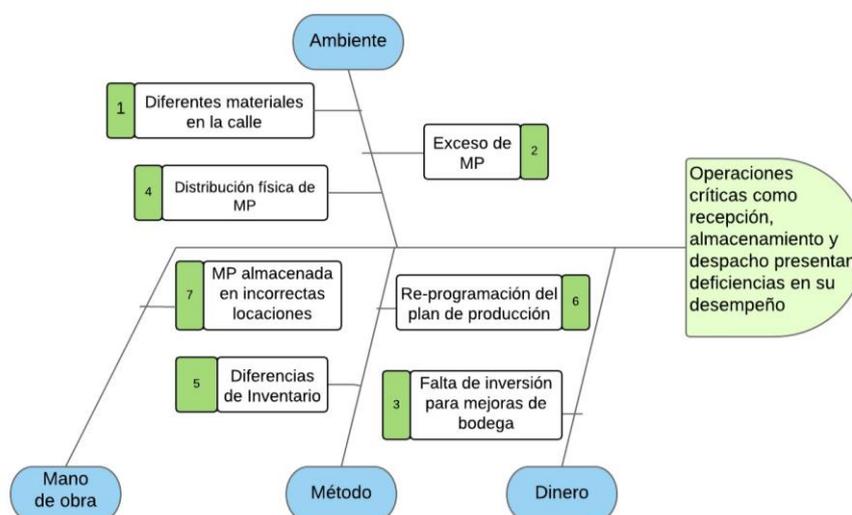


Figura 2.2. Diagrama de Ishikawa

2.2.2 Medición de Impacto de Causa Raíz

Para la medición del impacto de cada una de las causas encontradas, se utiliza una matriz de valoración basada en tres ejes: severidad, ocurrencia y costos; los cuales tienen una valoración máxima de cuatro y mínima de uno. El impacto total se lo calcula mediante la ecuación 2.1, para cada una de las causas.

$$\text{Impacto} = \text{Severidad} * \text{Ocurrencia} * \text{Costos} \quad (2.1)$$

Para el caso presentado se considera causas de alto impacto a aquellas que obtengan un puntaje mayor o igual a treinta y dos, mientras que a las restantes se las catalogará como de bajo impacto. En la Tabla 2 se puede apreciar la aplicación del método en las siete causas encontradas en el punto anterior.

Tabla 2: Matriz de Medición de Impacto de Causas

No.	Causa	Severidad	Ocurrencia	Costos	IMPACTO
1	Diferentes Materiales en la calle	2	3	2	12
2	Exceso de MP	4	4	4	64
3	Falta de Inversión para Mejoras de la BMP	4	4	4	64
4	Distribución Física de las MP	4	4	3	48
5	Diferencias de Inventario	2	4	4	32
6	Re-programaciones del plan de Producción	3	4	2	24
7	MP almacenada en incorrectas locaciones	4	4	2	32
Alto Impacto					≥32
Bajo Impacto					<32

Los valores presentados para cada una de las causas fueron asignados por parte del equipo de trabajo del proyecto incluyendo al personal de la BMP de la compañía.

2.2.3 Priorización de Causas

Se utilizó una matriz de ponderación para la priorización de las causas, la cual representa a través de su eje horizontal la factibilidad de trabajar sobre dicha idea como fácil o difícil y en su eje vertical el impacto de la misma como alto o bajo (este último cuantificado el punto anterior).

De esta manera se forman cuatro cuadrantes que podemos apreciar en la Figura 2.3 donde las siete causas han sido asignadas en su lugar correspondiente representadas por la numeración anteriormente realizada.

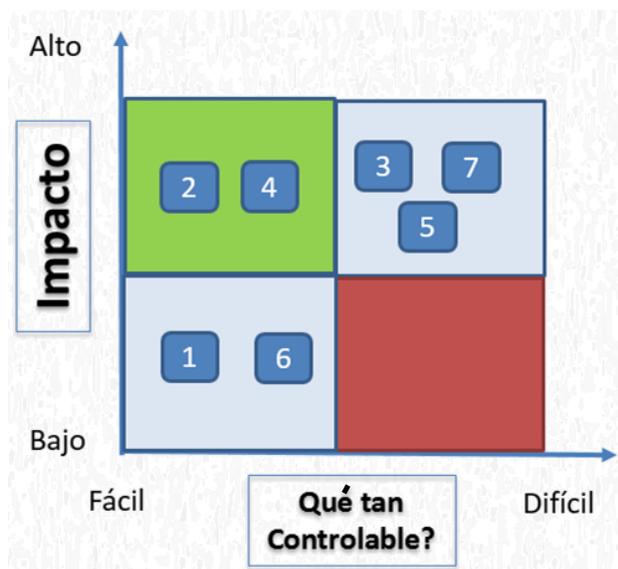


Figura 2.3. Matriz de Ponderación de Causas

Se trabajará con aquellas causas ubicadas en el cuadrante superior izquierdo, es decir, aquellas que sean factibles y posean un impacto alto sobre el problema definido (la ubicación fue validada con el equipo de trabajo de la BMP de la compañía). Para el proyecto en particular se tiene a la causa encontrada número 2 como “Exceso de materia prima” y la causa encontrada número 4 como “Distribución física de las MP”.

2.3 Análisis de causa: Exceso de Materia Prima

Para el análisis de la cantidad de insumos almacenado en la BMP, se calculan las variables: índice de rotación y días de inventario de las MP, con la finalidad de obtener la clasificación ABC de los mismos.

Adicionalmente, se calculará la utilización de las áreas de almacenamiento en base al espacio físico utilizado por las materias primas.

2.3.1 Índice de Rotación y días de inventario de MP

Para calcular los índices de rotación de las MP es necesario obtener la cantidad despachada diaria y el inventario diario, relacionándolos mediante la ecuación (2.2).

$$\text{Índice de Rotación}_{MP} = \frac{\text{Despacho diario (Unidades de la MP)}}{\text{Inventario Diario (Unidades de la MP)}} \quad (2.2)$$

Este índice representa la proporción de MP que es despachada debido a las necesidades de las áreas de producción.

Por otra parte, el cálculo de los días de inventario utiliza el inventario promedio del material y la cantidad promedio despachada; relacionándolos mediante la ecuación (2.3).

$$\text{Días de Inventario}_{MP} = \frac{\text{Inventario Promedio (Unidades de la MP)}}{\text{Despacho Promedio (Unidades de la MP)}} \quad (2.3)$$

Los días de inventario muestran la cantidad de días que en promedio se puede surtir a las áreas de producción de esa materia prima, sin recibir un nuevo cargamento de ella.

Para el cálculo de estos valores se utiliza la base de datos recolectada durante el mes de mayo de 2016.

2.3.2 Espacio utilizado por MP

Para obtener el espacio físico utilizado por las diferentes MP se desarrolló una norma de paletizado (Apéndice A), en la cual podemos encontrar la unidad fundamental del insumo en el cual es medido, la cantidad por bulto y el número de bultos por pallet.

Todo esto con la finalidad de presentar la cantidad máxima de almacenamiento del insumo en un pallet, adicionalmente se obtiene el espacio (número de pallets) usado mediante la relación presentada en la ecuación (2.4).

$$\text{Espacio Utilizado el día } x \text{ (Pallets)}_{MP} = \frac{\text{Inventario del día } x \text{ (Unidades de MP)}}{\text{Cantidad de MP por Pallet (Un. de MP/Pallet)}} \quad (2.4)$$

Es decir que la unidad fundamental por la cual se va a medir el espacio físico ocupado por las diferentes MP será pallet. En la Tabla 3 se presenta un ejemplo de la información y los cálculos utilizados para el SKU: Ácido Cítrico.

Tabla 3: Norma de Paletizado del Ác. Cítrico y Espacio Físico ocupado

DESCRIPCIÓN	U.M.	Cantidad de MP Por Bulto	Bultos por Pallet	Cantidad de MP por Pallet	Inventario 2 de Mayo	Espacio ocupado (Pallets)	Inventario 3 de Mayo	Espacio ocupado (Pallets)
ACIDO CITRICO	KG	25	50	1.250	1.250	1	3.950	3

Para el cálculo de estos valores se utiliza la base de datos recolectada durante el mes de mayo de 2016.

2.3.3 Utilización de áreas de Almacenamiento

En primer lugar, se debe determinar la capacidad total de la BMP, para lo cual se la ha dividido en dieciocho áreas de almacenamiento. Dichas zonas han sido clasificadas debido a que poseen diferentes características como capacidades verticales o características ambientales y se las separa en 3 grupos diferentes:

- **Área 1 (5 en total).** - Representa la zona de almacenamiento de mayor tamaño y con una capacidad vertical superior a las demás. Se clasifica debido a la MP almacenada. Ej. A1P representa la zona del área 1 destinadas a las preformas.
- **Áreas numeradas (5 en total).** - Zonas de almacenamiento distribuidas en diferentes locaciones de la BMP, poseen una capacidad vertical semejante. Ej. A4 destinada a las pulpas.
- **Refrigeración o zonas frías (3 en total).** - Zonas de almacenamiento climatizadas compuestas por 3 racks de características similares Ej. F1 representa la zona refrigerada en el primer rack.
- **Racks de Almacenamiento (5 en total).** - Racks estáticos de contextura gruesa de diferentes capacidades Ej. R1 representa al rack número 1.

Para una mejor visualización de las áreas se muestra en el Plano 2.1 una representación a escala de la BMP realizada en el software Autocad desde una vista aérea.



Plano 2:1: Layout Bodega Materia Prima

Luego de especificar las diferentes áreas, es necesario cuantificar su capacidad en base a la cantidad de pallets. La familia de SKU ubicadas en cada área, y la capacidad vertical, capacidad horizontal y capacidad total se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4: Capacidad (Pallets) de las diferentes áreas de almacenamiento

ÁREA	Descripción	C. H.	C.V.	C.T
A1P	Preformas	193	4	772
A1V	Vidrio	95	3	285
A1R	Resina	57	3	171
A1T	Calidad	30	3	90
A1B	Bobinas/Pitillos	133	3	399
A4	Pulpa	33	3	99
A5	Azúcar/Tapa	108	2	216
A6	Cartón	27	2	54
A7	Carril solo	9	2	18
A8	Soplado	133	3	399
F1	Refrigeración	49	3	147
F2	Refrigeración	16	3	48
F3	Refrigeración	18	3	54
R1	Rack 1	4	3	12
R2	Rack 2/Antigua Entrada	24	3	72
R3	Mantenimiento	2	2	4
R4	Mantenimiento	8	3	24
R5	Rack 5	4	2	8

Existen algunas áreas las cuales son utilizadas por otros departamentos para almacenamiento de materiales de otra índole como repuestos o material promocional. Estos se encuentran resaltados de color amarillo en la Tabla 4.

Finalmente, para calcular la utilización se utilizó la ecuación (2.5) con la cual, se va a relacionar el espacio utilizado por los diferentes insumos con la capacidad de cada área. Simultáneamente, se le asigna a cada MP un área de almacenamiento definida donde esta debe ser ubicada.

$$Utilización_{A1P}(\%) = \frac{\text{Espacio utilizados por las MP asignadas al área A1P}}{\text{Capacidad Total del área A1P}} * 100 \quad (2.5)$$

De esta manera es factible calcular la utilización diaria de cada una de las diferentes áreas. Estos valores deberán tener un valor menor al 100%, sin embargo, algunas zonas superan este límite en ciertos periodos, lo cual indica que la bodega se encuentra totalmente llena y la MP ha sido almacenada en la calle o en un lugar que no corresponde a su ubicación asignada.

En la Figura 2.4, 2.5, 2.6 y 2.7 se muestran series de tiempo del comportamiento diario de la utilización de las diferentes áreas, según la información recolectada en el mes de mayo del 2016.

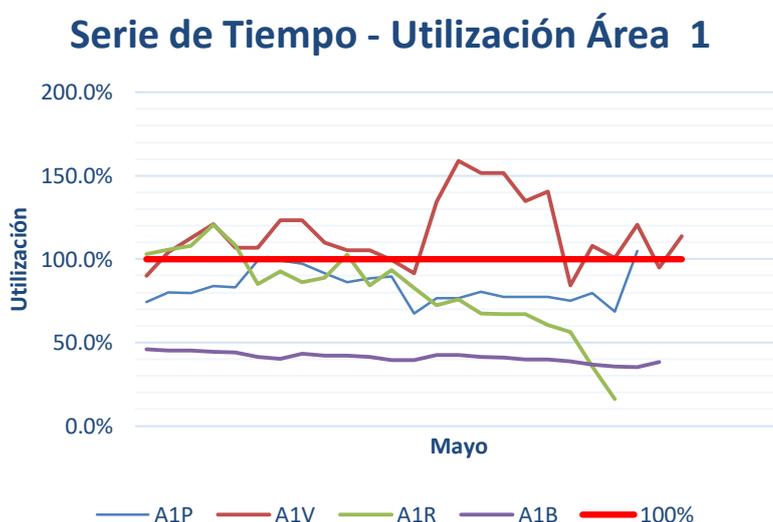


Figura 2.4: Serie de tiempo- Utilización del área 1

Serie de Tiempo - Utilización Áreas

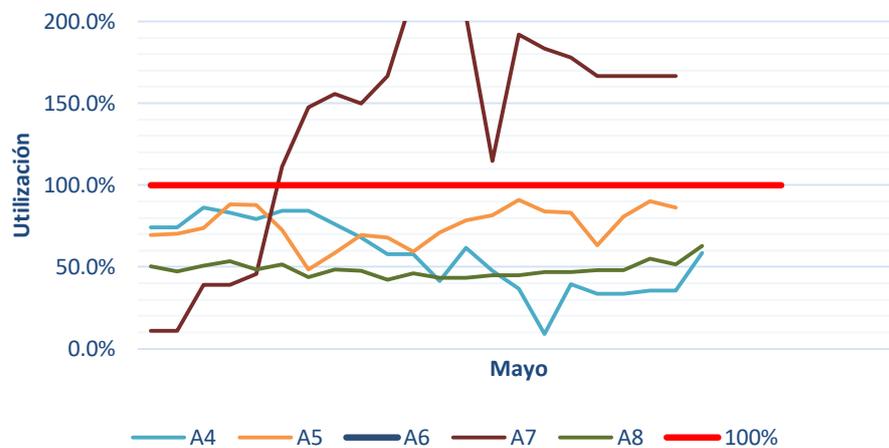


Figura 2.5: Serie de tiempo- Utilización de las áreas numeradas

Serie de Tiempo - Utilización Refrigeración

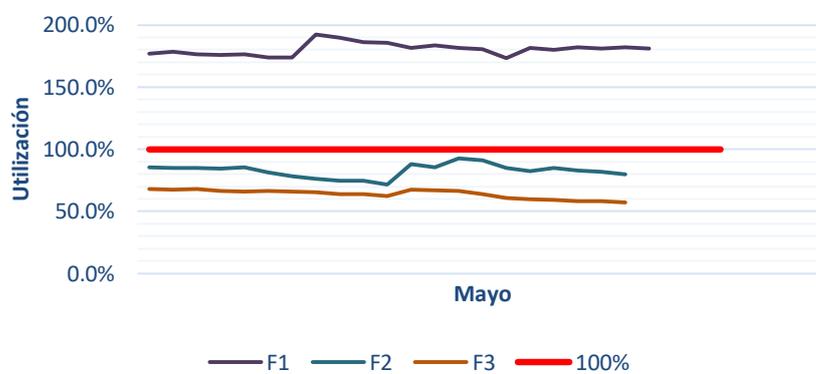


Figura 2.6: Serie de tiempo- Utilización de los Refrigerados

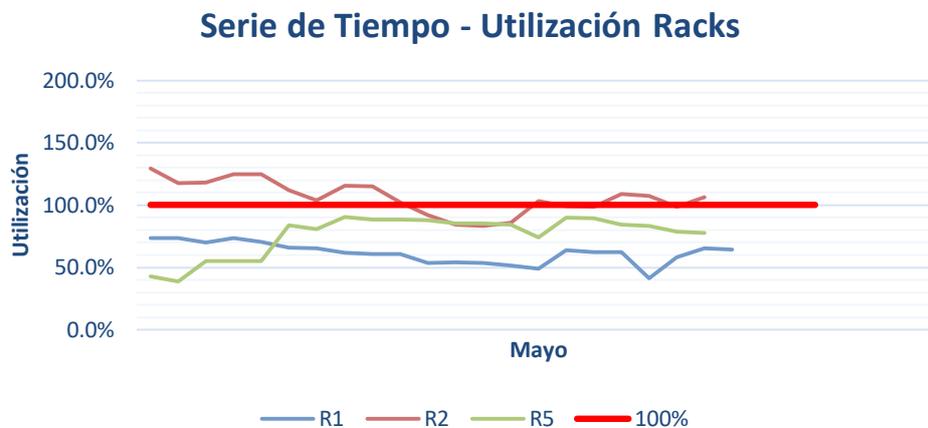


Figura 2.7: Serie de tiempo- Utilización de los Racks

2.3.4 Pruebas de Normalidad para datos de Utilización

Para poder asegurar que la media de la utilización calculada es una buena estimación de la media poblacional como variable de medición, se realiza una prueba de hipótesis a los datos obtenidos por cada área de almacenamiento:

H_0 ; Utilización_{A1P} sigue una distribución Normal

vs

H_1 ; Utilización_{A1P} no sigue una distribución Normal

Se utilizó el software Minitab 16 para las pruebas de hipótesis, por medio del método Kolmogorov–Smirnov para pruebas de Normalidad con un grado de confianza del 95%. En la Tabla 5 se observa la utilización *media* de las áreas, junto con los valores p obtenidos en las pruebas realizadas; mientras que en la Figura 2.8 se muestra el gráfico de probabilidad de Normalidad para la primera área analizada (A1P).

Tabla 5: Tabla de Valor P para Utilización de áreas de Almacenamiento

ÁREA	Descripción	Capacidad	U% Media	Valor P
A1P	Preformas	772	83,79%	0,359
A1V	Vidrio	285	114,58%	0,406
A1R	Resina	171	81,53%	0,304
A1T	Calidad	90	77,78%	-
A1B	Bobinas/Pitillos	399	41,13%	0,697
A4	Pulpa	99	55,87%	0,261
A5	Azucar/Tapa	216	75,04%	0,586
A6	Carton	54	85,21%	0,099
A7	Carril solo	18	135,49%	0,05
A8	Soplado	399	48,42%	0,121
F1	Refrigeración	147	180,97%	0,200
F2	Refrigeración	48	82,63%	0,203
F3	Refrigeración	54	63,88%	0,08
R1	Rack 1	12	61,56%	0,554
R2	Rack 2/Antigua Entr.	72	106,23%	0,837
R3	Manten.	4	100,00%	-
R4	Manten.	24	100,00%	-
R5	Rack 5	8	76,12%	0,05

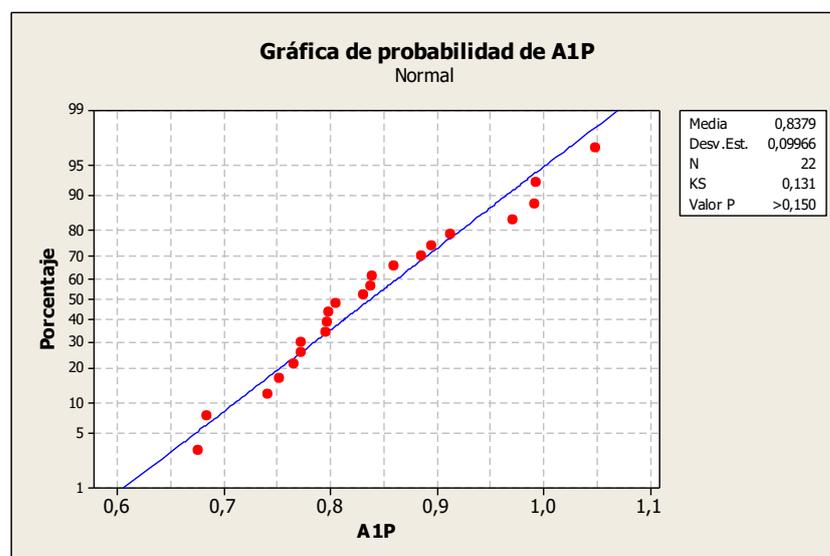


Figura 2.8: Gráfica de probabilidad de Normalidad para el área A1P

Como se puede apreciar en la Tabla 5 todos los valores p obtenidos son mayores a 0.05, es decir que no existe la suficiente evidencia estadística para rechazar H_0 . Por lo tanto, podemos usar la *media* de las utilizaciones como buen aproximado de la media poblacional.

2.3.5 Clasificación ABC Multi-criterio

La clasificación de las MP se la realizó basado en un sistema ABC, con la variación de que no solo sean tomados en cuenta los índices de rotación obtenidos en el punto 2.3.1, sino también el espacio físico utilizado por cada una de ellas como se lo presentó en el punto 2.3.2.

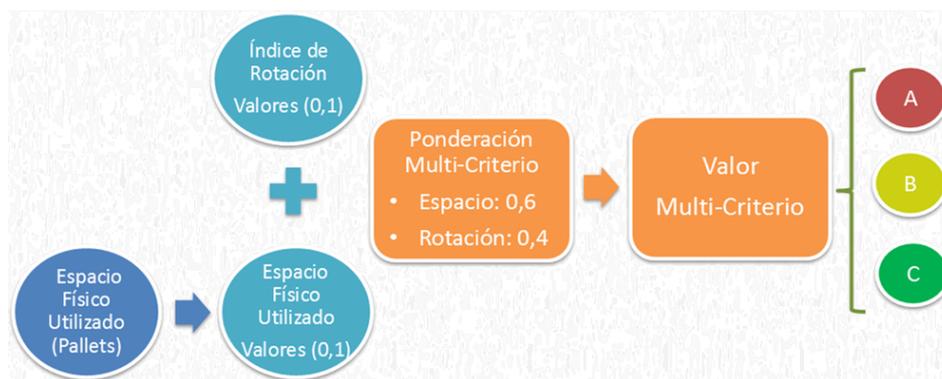


Figura 2.9: Metodología para Clasificación ABC Multi-Criterio de las MP

La Figura 2.9 muestra un diagrama de la metodología utilizada para obtener el Valor Multi-criterio de cada MP. Para empezar, se requiere que ambos criterios sean representados en un rango de valores iguales, los cuales serán los números reales desde cero hasta uno. Los índices de rotación ya poseen esta característica; por otro lado, el criterio del espacio físico utilizado es necesaria la expresión matemática descrita en la ecuación 2.6 para transformar la información obtenida al rango de valores seleccionado.

$$\text{Espacio Físico Utilizado}_{\text{valor}(0,1)} = \frac{\text{Espacio Utilizado}_{\text{Pallets}} - \text{Min Espacio Utilizado}_{\text{All RM(Pallets)}}}{\text{Max Espacio Utilizado}_{\text{All RM(Pallets)}} - \text{Min Espacio Utilizado}_{\text{All RM(Pallets)}}} \quad (2.6)$$

Posterior a esto, se utiliza una ponderación definida para cada uno de los criterios acorde a las prioridades del análisis. En el caso del proyecto, se tomó la decisión con el equipo de trabajo de fijar un peso de 0.6 al espacio utilizado y 0.4 a la rotación de cada una de las MP. Todo lo anterior con el objetivo de obtener un valor Multi-criterio

expresado mediante la ecuación 2.7 que servirá para la clasificación ABC de los insumos.

$$\text{Valor Multicriterio} = \text{Ponderación Espacio Físico} * \text{Espacio Físico(Pallets)} + \text{Ponderación Rotación} * \text{Índice de Rotación} \quad (2.7)$$

Similar a lo ocurrido con las ponderaciones, el equipo de trabajo determinó la clasificación de las MP en A, B o C según los valores mostrados en la Tabla 6.

Tabla 6:Tabla de Clasificación ABC según Valores Multi-Criterio

Valor Multi-Criterio > 0,35	A
0,35< Valor Multi-Criterio < 0,10	B
Valor Multi- criterio < 0,10	C

Finalmente, se obtienen los resultados del análisis para aquellos insumos que se encuentran la clasificación A, agrupados por familia en el gráfico de barras en la Figura 2.10.

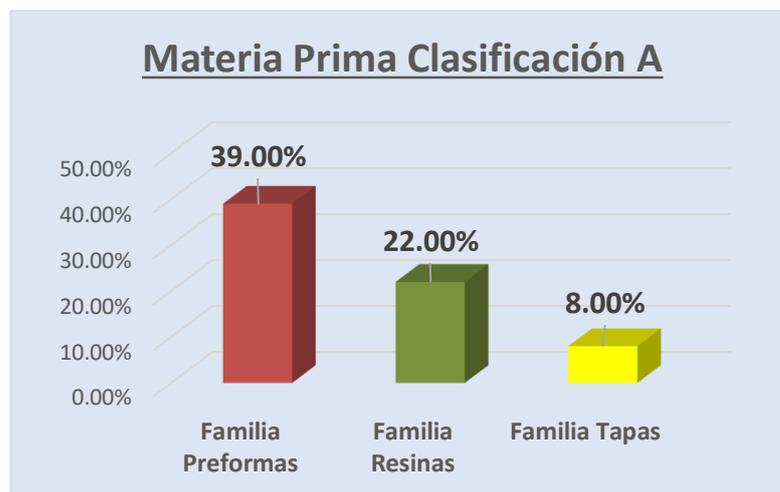


Figura 2.10: Gráfico de Barras de MP Clasificación A

En total son veinticinco materias primas que representan un 10% del total de ítems y ocupan el 48% del espacio disponible dentro de la BMP. Se debe resaltar que dentro

de este grupo se encuentra el azúcar con el índice de rotación más alto de todos con un 31%.

Del mismo modo, se muestran los resultados de la clasificación B de las materias primas mediante el gráfico de barras en la Figura 2.11 agrupado por familia.

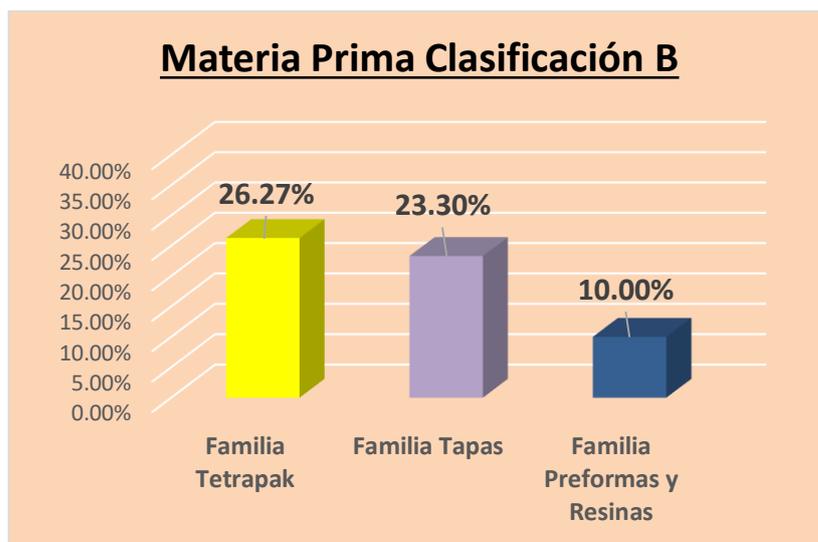


Figura 2.11: Gráfico de Barras de MP Clasificación B

El grupo B se conforma de veintiocho materias primas que representan el 11% del total de insumos, los cuales ocupan 13% del espacio físico disponible en la BMP.

En el Apéndice B se pueden observar los cálculos realizados para cada MP, con la clasificación obtenida. Para el presente proyecto se propondrán soluciones basadas en las MP mencionadas en la clasificación A y B. En la Tabla 7 se muestran las familias de estas materias primas con el número de SKU y los días de inventario promedio de cada una.

Tabla 7: Familias Clasificación A y B con Días de Inventario

Familia	# sku	Días de Inventario Promedio
Preformas	9	66
Resinas	4	12
Azúcar	1	3
Tapas	6	28
Tetrapak	12	72

2.4 Análisis de Causa: Distribución Física de MP

2.4.1 Distribución actual de la Materia Prima

La bodega de materia prima cuenta con un espacio de 3177 m², en el cual se han distribuido los SKU, cuenta con un carril para el paso de montacargas, y áreas de almacenamiento que se encuentran limitadas como se muestra en la Figura 2.12.

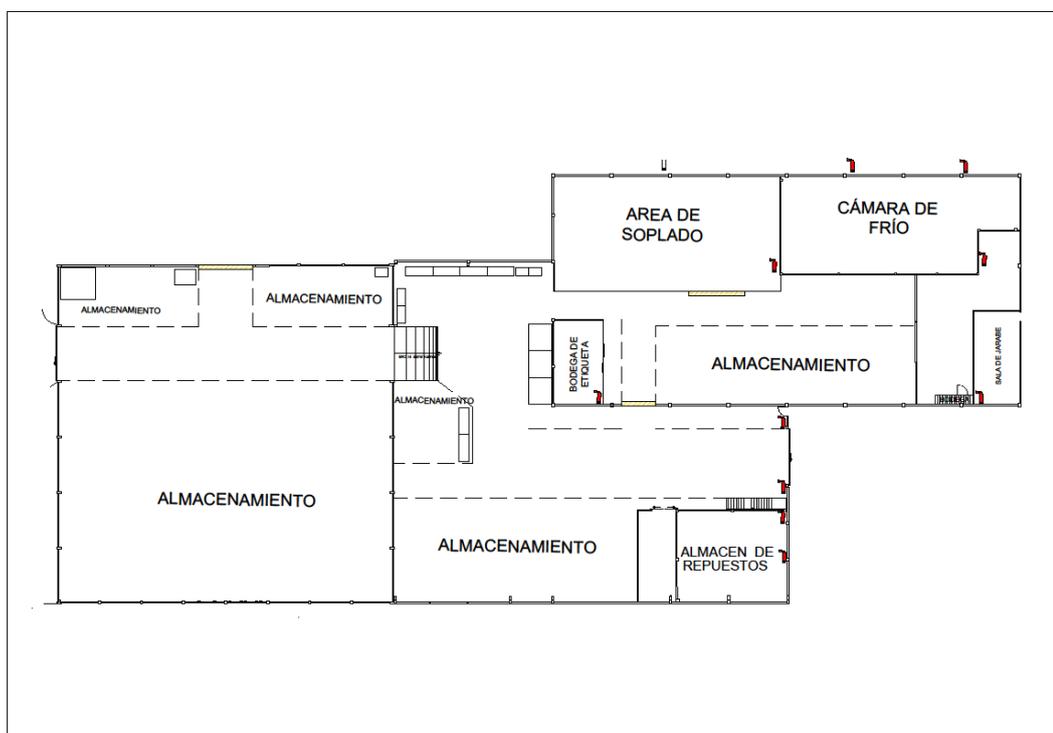


Figura 2.12: Layout de bodega: áreas de almacenamiento

A continuación, en la Figura 2.13 se presenta un modelo en 3D de la distribución actual de la bodega de materia prima:

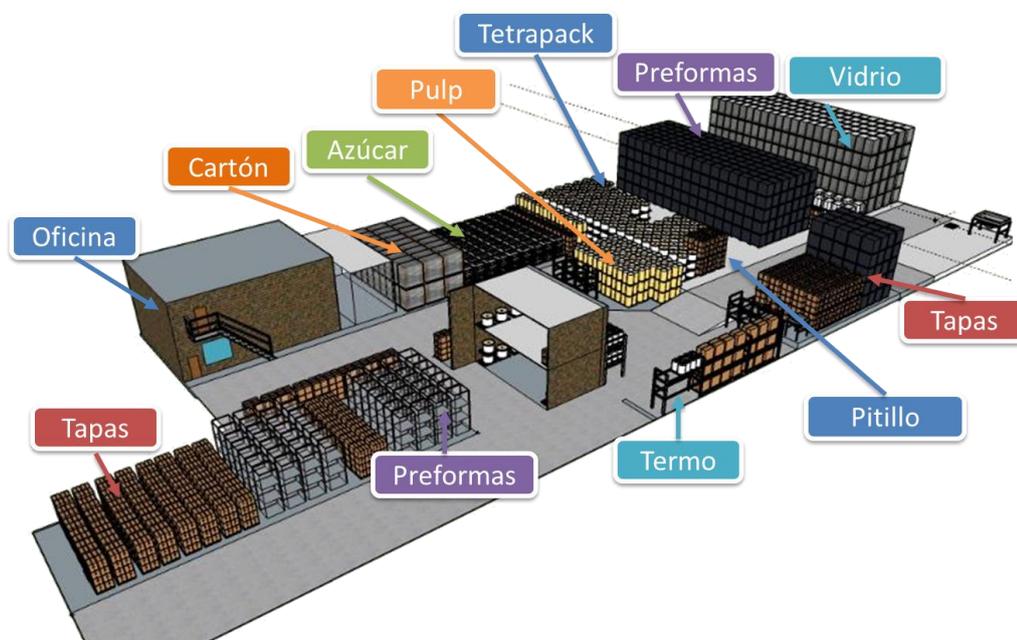


Figura 2.13: Distribución actual de SKU's

2.4.2 Cálculo de la Distancia Diaria Recorrida

La bodega de materia prima en su actividad de despacho abastece a diferentes áreas de producción, estas son:

- Soplado
- Inyección
- Jarabe
- Producto terminado
- Pulpa

En esta sección, se calcula la distancia promedio que un insumo recorre en el día desde su ubicación en la BMP hasta su área de producción destinataria.

Para realizar el cálculo mencionado se obtiene la distancia en metros entre las áreas de almacenamiento y las áreas de producción señaladas; se muestra en la Tabla 8:

Tabla 8: Tabla de distancia entre áreas

Distancia (m)	Área							
	A1	A3	A4	A5	A6	A7	A8	RACKS
Soplado	81,6	70,8	52,0	44,5	34,6	34,6	10,9	56,5
Inyección	19,7	19,7	57,9	55,9	58,6	71,1	100,0	42,5
Jarabe	108,8	108,8	72,3	66,3	54,9	65,3	21,4	77,3
PT	248,2	231,3	206,2	201,6	188,6	179,6	218,2	208,5
Pulpa	126,2	133,9	168,3	162,6	172,9	186,3	208,8	153,2

La distancia en metros fue tomada haciendo uso del software AutoCAD, en el cual se tomó la medida en el plano de la planta. Las distancias medidas corresponden al recorrido que realizan los montacarguistas para la actividad de despacho.

En segundo lugar, se presenta en la Tabla 9, el número de despachos promedio de un día en pallets de cada insumo, el inventario diario de cada insumo, y el área de destino de cada insumo.

Tabla 9: Tabla de despachos promedios, inventarios y destino

Materia prima (i)	No. Despacho Pallets	Inventario (Pallets)	Destino
Preformas	107	616	Soplado
Preformas compradas	45	99	Inyección
Resinas	39	151	Inyección
Tetrapak	16	120	PT
Tapas de a 2	9	72	PT
Tapas	10	111	PT
Azúcar	36	81	Jarabe
Cartón	7	36	PT
Pulpa	19	65	Pulpa
Termoencogibles	9	54	PT
Pitillo	2	42	PT

Estos valores fueron tomados de la información recolectada en el mes de mayo del 2016.

La distancia recorrida de cada insumo se calcula de acuerdo a la ecuación (2.7):

$$Distancia\ recorrida_{Insumo} = No.Pallets\ Despachados_{Insumo} \times Distancia\ (m) \quad (2.7)$$

La distancia es tomada de la Tabla 8, la ubicación de cada insumo dentro de la planta fue especificada anteriormente.

La distancia recorrida diaria por parte del montacargas se calcula de acuerdo a la ecuación (2.8):

$$Distancia\ total\ recorrida = \sum_{Insumos} Distancia\ recorrida_i \quad (2.8)$$

2.4.3 Pruebas de Normalidad para distancia recorrida

Para poder asegurar que la *media* de la distancia recorrida diaria calculada es una buena estimación de la media poblacional como variable de medición, se realiza una prueba de hipótesis a los datos obtenidos por cada día, se muestra el contraste de hipótesis:

H_0 ; Distancia recorrida sigue una distribución normal

vs

H_1 ; Distancia recorrida no sigue una distribución normal

Se utilizó el software Minitab 16 para las pruebas de hipótesis, por medio del método Kolmogorov–Smirnov para pruebas de Normalidad con un grado de confianza del 95%. En la Tabla 10 se observan los valores de distancias recorridas para veinte y siete días. En la Figura 2.15 se muestra el resultado de la prueba de hipótesis con el valor p y la *media*.

IC y Prueba T pareada: Actual. Propuesto

T pareada para Actual - Propuesto

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Actual	27	18818	3434	661
Propuesto	27	16092	3664	705
Diferencia	27	2726	2317	446

IC de 95% para la diferencia media:: (1810. 3642)

Prueba t de diferencia media = 0 (vs. no = 0): Valor T = 6,11

Valor P = 0,000

Figura 2.14: Prueba de hipótesis en Minitab 16

Como se puede apreciar en la Figura 2.14, el valor P resultante es igual a 0, con lo que se puede decir que con un 95% de confianza que los datos de distancia recorrida siguen una distribución normal.

Tabla 10: Distancia recorrida de MP por día

Día	Distancia (m)
Día 1	16475,29
Día 2	20305,71
Día 3	19547,25
Día 4	19639,44
Día 5	19463,31
Día 6	18931,28
Día 7	16659,57
Día 8	18828,41
Día 9	21750,27
Día 10	20022,52
Día 11	22093,49
Día 12	22125,57
Día 13	17175,37
Día 14	13476,82
Día 15	13902,81
Día 16	21482,43
Día 17	22313,46
Día 18	15696,55
Día 19	18695,30
Día 20	17271,40
Día 21	15889,67
Día 22	11268,02
Día 23	21058,67
Día 24	23169,95
Día 25	25723,86
Día 26	21657,83
Día 27	13450,60

CAPÍTULO 3

3. SOLUCIONES PROPUESTAS.

Las soluciones propuestas serán priorizadas y desarrolladas acorde a las necesidades encontradas en el análisis de causas del capítulo anterior. Se realizó una segunda lluvia de ideas con los miembros del equipo de trabajo en la cual se resaltaron tres posibles ideas:

1. Presentar diferentes políticas de inventario con el fin de reducir el exceso de MP.
2. Diseñar una nueva distribución física de las MP que permita un mejor desempeño de las operaciones diarias de la BMP.
3. Realizar un estudio para la inversión de nuevos equipos como Racks o nuevas áreas de almacenamiento, con la finalidad de aumentar la capacidad física de la BMP.

3.1 Matriz de Priorización de Soluciones

Para la clasificación de soluciones propuestas se utilizó una matriz de priorización, similar a la usada en el análisis de causas. En la Figura 3.1 se las observa representadas por la numeración dada en el punto anterior; ubicadas en los casilleros de acuerdo al costo de inversión que representan cada una de ellas (eje horizontal) y se considera por parte del equipo de trabajo que todas estas soluciones tendrán un alto impacto (eje vertical).

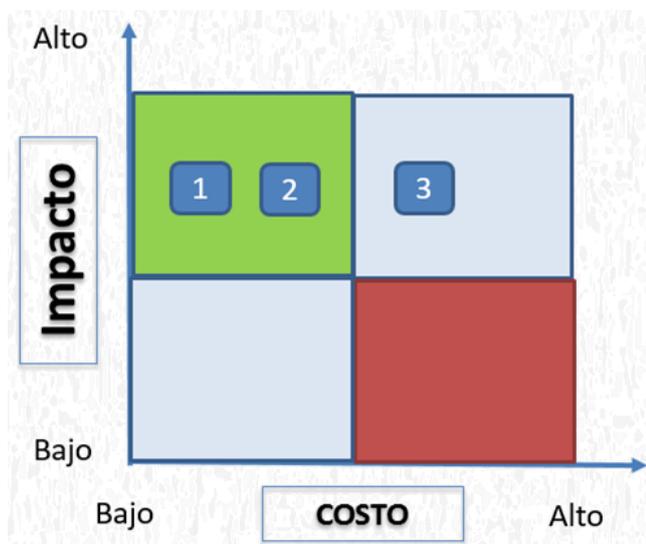


Figura 3.1: Matriz de Ponderación de Soluciones Propuestas

Nuevamente trataremos con aquellas soluciones que se encuentren en el cuadro superior izquierdo, debido a que tienen un alto impacto en el problema definido y un bajo costo al momento del desarrollo de la misma. Es decir que las soluciones resultantes son: 1. “Desarrollo de Políticas de Inventario”, y 2. “Diseño de una nueva distribución física de las MP”.

3.2 Desarrollo de Política de Inventario basada en Lead Time

3.2.1 Plan de Implementación

El plan de implementación presentado en la Tabla 11 muestra la justificación de la propuesta presentada, incluyendo aspectos relevantes de la misma como: método, responsables, plazos y costos.

Tabla 11: Plan de Implementación para Modelos de Inventario

Qué hacer?	Por qué?	Cómo?	Quién debe hacerlo?	Dónde?	Cuándo?	Costo
Presentar dos políticas de inventario diferentes a las aplicadas actualmente con el fin de reducir el exceso de Stock	El exceso de materia prima representan un costo escondido en la BMP, sin mencionar el espacio físico que requiere. Una correcta política de inventario es crucial para producir u ordenar la cantidad solicitada por la demanda interna de la planta	El proyecto presentará dos diferentes opciones: 1.- Modelo de Inventario clásico basado en Lead Time, basada en puntos de reorder y un nivel de servicio definido. 2.- Modelo de Programación Lineal, el cual muestra la cantidad semanal requerida como variables de respuesta.	Ing. Carlos Reinoso (Planning chief) facilitará la información de los proveedores como lead times y cantidad de pedidos mínimo. Los estudiantes estarán a cargo de preparar los dos modelos acorde a la data recolectada, y simularlo con un software adecuado.	Departamento de Planeación	Los modelos finales serán presentados con una simulación (de los niveles de inventario) de seis meses. Esta reunión será la tercera	No existe costo asociado, dado que la política de inventario busca reducir la cantidad de MP comprada por la compañía.

3.2.2 Formulación del modelo

El modelo será aplicable para las familias de clasificación A y B descritas en el punto 2.3.5, y tendrá las siguientes características:

- Modelo basado en Lead Times y acuerdos existentes con los proveedores para las familias de MP analizadas.
- Demanda será basada en información histórica de la MP solicitada por el área de Producción.
- Cantidad ordenada será tomada por el lote mínimo de pedido de cada proveedor.
- Los cálculos de stock de seguridad serán realizados con un nivel de servicio del 95%.

El punto de reorden para cada MP se obtendrá mediante la ecuación 3.1, donde la demanda promedio se calcula a partir de los datos recolectados en el mes de mayo del 2016, y el lead time es propio de los diferentes proveedores.

$$PRO_{MP} = \text{Demanda Promedio} * \text{Lead Time} + z * \text{Desv Demanda} * \sqrt{\text{Lead Time}} \quad (3.1)$$

3.2.3 Parámetros

- **Inventario Inicial:** Representa la cantidad de insumo en sus unidades correspondientes por MP, al inicio del día.
- **RND 1:** Número aleatorio entre cero y uno, usado como semilla para la función de probabilidad que indicará si existirá despacho de insumo o no durante el día.
- **RND 2:** Número aleatorio entre cero y uno, usado como semilla para la función de probabilidad que indicará la cantidad de insumo a despachar durante el día.
- **Despacho Generado:** Cantidad generada de un despacho, obtenida de la función de probabilidad correspondiente.
- **Despacho Real:** Cantidad a despachar del día, es decir el valor del despacho generado si ese día se solicita el material, caso contrario será cero.
- **Inventario Final:** Representa la cantidad de insumo en sus unidades correspondientes por MP, al final del día.
- **Envíos:** Será de valor uno si el inventario final del día es menor al PRO calculado y la cantidad de pedido establecida se agregará al inventario inicial del día siguiente, caso contrario será cero.
- **Pallets:** Representa el inventario de la MP en pallets, el cual usaremos para futuras comparaciones.

Finalmente se repetirán los pasos para cada día y cada MP durante ciento ochenta días, obteniendo los niveles de inventario durante el tiempo simulado.

3.2.4 Simulación

Para la simulación de los niveles de inventario se utilizó el software Excel, en el cual fue necesario el cálculo de parámetros como la probabilidad de despacho del insumo en el día, obtenido de la ecuación 3.2.

$$Probabilidad\ de\ Despachar_{MP} = \frac{\#Días\ que\ se\ despacho\ en\ el\ mes_{MP}}{\#Días\ del\ mes} \quad (3.2)$$

Además, se debe estimar la cantidad a despachar por día (si esta es solicitada) de cada material según el histórico de mayo del 2016. Para esto se tienen dos casos, el primero aplicado a la familia de las tapas y envases tetrapack, las cuales son solicitadas en ciertas cantidades específicas. Por lo tanto, se usará una distribución de probabilidad según las cantidades mostradas en la Tabla 12 para las diferentes MP.

Tabla 12: Probabilidades para Cantidad de Despacho Tapas y Tetrapack

DESCRIPCIÓN	Cantidad 1	Prob. 1	Cantidad 2	Prob. 2	Cantidad 3	Prob. 3	Cantidad 4	Prob. 4
TAPA 1881 AMARILLA PT COMPRESORA	360000	0,41	240000	0,22	480000	0,22	120000	0,15
TAPA 1881 VERDE PT COMPRESORA	360000	0,20	240000	0,33	480000	0,00	120000	0,47
TAPA 1881 AZUL PT - COMPRESORA	360000	0,07	240000	0,20	480000	0,00	120000	0,73
TAPA 1881 AZUL LIGERA `PT - COMPRESOR	360000	0,00	240000	0,46	480000	0,00	120000	0,54
TAPA ESTÁNDAR -VIOLETA	360000	0,00	240000	0,00	480000	0,00	120000	1,00
TAPA ESTÁNDAR -VIOLETA LIGERA	360000	0,00	240000	0,08	480000	0,00	120000	0,92
ENVASE SABOR DURAZNO 1000 ML TETRA	35250	0,42	70500	0,50	105750	0,08	-	-
ENVASE SABOR DURAZNO 145 ML TETRA C	260000	0,65	500000	0,29	750000	0,06	-	-
ENVASE SABOR DURAZNO 250 ML TETRA B	106400	0,40	150000	0,40	200000	0,20	-	-
ENVASE SABOR DURAZNO TETRA 1,5LTS	26000	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR MANGO 1000 ML TETRA BF	52875	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR MANGO 145 ML TETRA CLA	177145	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR MANGO 250 ML TETRA BRIH	204250	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR MANZANA 1000 ML TETRA	35250	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR MANZANA 145 ML TETRA C	270515	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR MANZANA 250 ML TETRA B	170380	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR NARANJA 0,250 ML TETRA	224345	1,00	-	-	-	-	-	-
ENVASE SABOR NARANJA 1000 ML TETRA B	22750	0,25	35250	0,25	42780	0,50	-	-

El segundo caso se aplica para las familias de las preformas y resinas, en las cuales se analiza la cantidad despachada en el mes de mayo del 2016. Se realiza una prueba de normalidad Kolmogorov-Smirnov a estos datos para cada insumo (en la Figura 3.2 se aprecia el gráfico de probabilidad para la preforma de 17 gr), obteniendo valores p mayores a 0.05; es decir que no existe suficiente evidencia estadística para asegurar que no siguen una distribución normal.

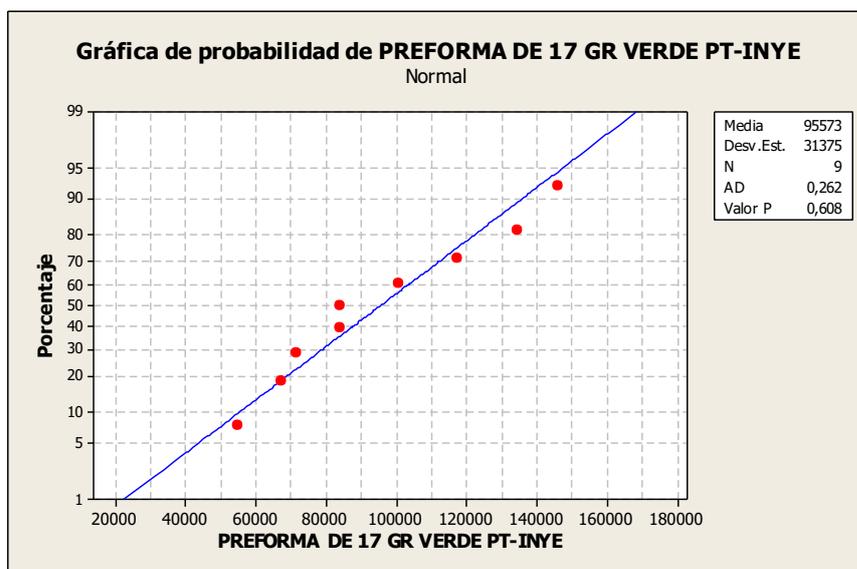


Figura 3.2: Prueba de Normalidad de Despachos Preforma 17 Gr

Dicho lo anterior, se usará la distribución de probabilidad normal con media y varianza acorde a la Tabla 13 de cada MP para generar la cantidad despachada en la simulación.

Tabla 13: Media y varianza cantidad despachada Preforma – Resina`

Media	Desviación	Distribución	DESCRIPCIÓN
117943	179084	Normal	PREFORMA DE 17 GR CR PT - AGUA
257100	205689	Normal	PREFORMA DE 17 GR CR PT - INYECCION NORMAL
272272	106975	Normal	PREFORMA DE 17 GR CRISTAL 1881
197018	88926	Normal	PREFORMA DE 17 GR U.V. PT - INYECCION
95573	31375	Normal	PREFORMA DE 17 GR VERDE PT-INYECCION
52104	62350	Normal	PREFORMA DE 20 GRAMOS CRISTAL
292148	238482	Normal	PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION
92568	38266	Normal	PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION AGUA
75600	29406	Normal	PREFORMA DE 32 GR VERDE PT - INYECCION
71040	34228	Normal	PREFORMA DE 35 GR CRI U.V. PT- INYECCION
40656	7392	Normal	PREFORMA DE 54 GR CRISTAL UV
52639	34901	Normal	PREFORMA DE 54 GRS CRISTAL AMCOR
2227,9	792,1	Normal	RESINA HIGH DENSITY POLYETHYLENE H555JA
15327	10222	Normal	RESINA PET JADE
16542	9536	Normal	RESINA PET PARA AGUA
8400	5295,5	Normal	RESINA TERMOENCOGIBLE PARTE 1+ RECUPERADA
3000	2898	Normal	RESINA TERMOENCOGIBLE PARTE 2 INDUCALIDAD

La simulación de cada día se realiza teniendo como base el inventario inicial del insumo, realizando los siguientes pasos para cada día (se tomará como ejemplo la simulación de las tapas verdes mostrada en la Tabla 14).

Tabla 14: Simulación 3 meses de las tapas verdes en Excel

TAPA 1881 VERDE PT COMPRESORA							
Inv Inicial	RND 1	RND 2	Desp.Generado	Despacho real	Inv Final	Envíos	Pallets
2.870.000	0,45880556	0,752533637	120.000	120.000	2.750.000	-	23
2.750.000	0,43979723	0,260526408	240.000	240.000	2.510.000	-	21
2.510.000	0,28618256	0,647700391	120.000	120.000	2.390.000	-	20
2.390.000	0,40632376	0,707489438	120.000	120.000	2.270.000	-	19
2.270.000	0,4658517	0,240420057	240.000	240.000	2.030.000	-	17
2.030.000	0,19359519	0,8416387	120.000	120.000	1.910.000	-	16
1.910.000	0,37426605	0,156316324	360.000	360.000	1.550.000	-	13
1.550.000	0,37867337	0,928893435	120.000	120.000	1.430.000	-	12
1.430.000	0,55904624	0,113213908	360.000	-	1.430.000	-	12
1.430.000	0,28960854	0,740713738	120.000	120.000	1.310.000	-	11
1.310.000	0,64553973	0,517856317	240.000	-	1.310.000	-	11
1.310.000	0,86292335	0,61253139	120.000	-	1.310.000	-	11
1.310.000	0,61076664	0,529785719	240.000	-	1.310.000	-	11
1.310.000	0,67764815	0,010415938	360.000	-	1.310.000	-	11
1.310.000	0,61254406	0,272702023	240.000	-	1.310.000	-	11
1.310.000	0,76693454	0,442407406	240.000	-	1.310.000	-	11
1.310.000	0,10035255	0,677400056	120.000	120.000	1.190.000	-	10
1.190.000	0,13079122	0,701345735	120.000	120.000	1.070.000	-	9
1.070.000	0,82229674	0,047887549	360.000	-	1.070.000	-	9
1.070.000	0,66812709	0,240389932	240.000	-	1.070.000	-	9
1.070.000	0,58636416	0,254280203	240.000	-	1.070.000	-	9
1.070.000	0,6362949	0,377616533	240.000	-	1.070.000	-	9
1.070.000	0,72278483	0,19593212	360.000	-	1.070.000	-	9
1.070.000	0,53065401	0,199005754	360.000	-	1.070.000	-	9
1.070.000	0,12668334	0,170551358	360.000	360.000	710.000	-	6
710.000	0,93846492	0,213318452	240.000	-	710.000	-	6
710.000	0,09893947	0,316550724	240.000	240.000	470.000	-	4
470.000	0,26702919	0,346207524	240.000	240.000	230.000	1	2
730.000	0,23241662	0,276607248	240.000	240.000	490.000	-	4
490.000	0,93883748	0,50901878	240.000	-	490.000	-	4

Finalmente, se repetirán los pasos para cada día y cada MP durante ciento ochenta días, obteniendo los niveles de inventario durante el tiempo simulado.

3.3 Política de Inventario basada en Programación Lineal

La segunda política de inventario propuesta se basó en un modelo de programación lineal, en el cual la función objetivo es de minimizar la cantidad de inventario en el periodo de tiempo a simular, cumpliendo restricciones de demanda y capacidad.

Se debe mencionar que, para cada familia de productos, se realizó un modelo de este tipo, variando solamente los valores de capacidad y demanda.

Para simular proyecciones de demanda, se hizo uso de la demanda histórica de la empresa, específicamente del mes de mayo del 2016. Así también, los valores usados para la capacidad de cada área son el resultado del análisis del capítulo anterior.

Por último, el software con el cual se va a trabajar este modelo es el complemento solver, del programa Excel.

3.3.1 Parámetros

Los parámetros y entradas del modelo son los siguientes:

- **Demanda semanal:** es la demanda presentada y explicada en la primera propuesta de políticas de inventario. Con el fin de que ambas propuestas sean comparadas haciendo uso de los mismos valores.
- **Capacidad de Bodega:** capacidad específica de cada área destinada a albergar a un tipo particular de SKU. Estos valores son tomados del análisis de situación actual de bodega en el capítulo anterior.
- **Inventario inicial:** el inventario inicial con el que arranca el modelo, estos valores fueron proporcionados por la coordinación de bodega.
- **Valor mínimo a pedir:** el valor que el modelo nos sugiera ordenar o producir (en caso de producción interna), este debe ser mayor al valor mínimo a ordenar establecido por el proveedor.

Se debe mencionar que al momento de ordenar existen dos variantes; en primer lugar, se tiene las familias de resinas y tetrapack, las cuales son adquiridas por proveedores externos a la compañía y su restricción consiste en el mínimo a pedir al proveedor; en segundo lugar, se tienen las familias de preformas y tapas, las cuales son elaboradas internamente y en este caso su restricción es la capacidad de producción de la planta.

Las variables de salida del modelo son las siguientes:

- **Cantidad a ordenar de cada SKU por familia:** cantidad a ordenar o producir, el modelo utiliza una proyección de demanda. Es por esto que la cantidad a ordenar o producir involucra un periodo largo de tiempo.
- **Tiempo a ordenar de cada SKU por familia:** el modelo toma en cuenta también el inventario semanal, el cual toma en cuenta la demanda y la producción u órdenes tomadas. De manera que, en base a la demanda proyectada, el modelo determina en qué periodo de tiempo se debe ordenar.
- **Qué ordenar:** qué SKU ordenar en ese periodo de tiempo, basado en el inventario actual y el cumplimiento de demanda.

A continuación, se presenta en la Tabla 15 un ejemplo de la semana 1, para la familia de preformas:

Tabla 15: Modelo de programación lineal para preformas

SKU	Tiempo	Inventario Inicial	Demanda	Inventario	\$\$	Producción	Pallet ocupados
PREFORMA DE 17 GR CR PT - AGUA	Semana 1	1.000.000	79.307	920.693	\$ 27.620,79	0	54,8
PREFORMA DE 17 GR CR PT - INYECCION NORMAL	Semana 1	200.000	123.638	123.638	\$ 3.709,14	47.276	7,4
PREFORMA DE 17 GR CRISTAL 1881	Semana 1	1.000.000	2.007.890	2.007.890	\$ 60.236,70	3.015.780	105,5
PREFORMA DE 17 GR CRISTAL UV 1881	Semana 1	57.120	0	57.120	\$ 1.713,60	0	3,0
PREFORMA DE 17 GR U.V. PT - INYECCION	Semana 1	200.000	162.559	162.559	\$ 4.876,77	125.118	9,7
PREFORMA DE 17 GR VERDE PT-INYECCION	Semana 1	200.000	88.060	111.940	\$ 3.358,20	0	6,7
PREFORMA DE 20 GRAMOS CRISTAL	Semana 1	88.660	24.059	64.601	\$ 1.938,03	0	4,0
PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION	Semana 1	1.000.000	804.277	804.277	\$ 24.128,31	608.554	93,1
PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION AGUA	Semana 1	1.000.000	239.540	760.460	\$ 22.813,80	0	88,0
PREFORMA DE 32 GR VERDE PT - INYECCION	Semana 1	624.960	64.069	560.891	\$ 16.826,73	0	64,9
PREFORMA DE 32 GR UV PT - INYECCION	Semana 1	600.000	0	600.000	\$ 18.000,00	0	69,4
PREFORMA DE 35 GR CRI U.V. PT- INYECCION	Semana 1	12.140	145.094	145.094	\$ 4.352,82	278.048	16,8
PREFORMA DE 54 GR CRISTAL UV	Semana 1	155.232	45.374	109.858	\$ 3.295,74	0	14,9
PREFORMA DE 54 GR VERDE	Semana 1	162.624	0	162.624	\$ 4.878,72	0	22,0
PREFORMA DE 54 GRS CRISTAL AMCOR	Semana 1	200.000	373.315	373.315	\$ 11.199,45	546.630	50,5

- **SKU:** corresponde al nombre del SKU en el sistema.
- **Tiempo:** el periodo en que se encuentra.
- **Inventario inicial:** el inventario con el que se empieza ese periodo de tiempo.
- **Demanda:** la demanda pronosticada para ese periodo de tiempo.
- **Inventario:** el inventario al final del periodo de tiempo.

- **\$\$:** valor monetario del inventario almacenado en ese periodo, es el valor a minimizar.
- **Producción:** celdas cambiantes, salida del modelo. Determina la cantidad a ordenar o producir en el instante de tiempo.
- **Pallets ocupados:** procedente de la relación entre el inventario y el número de SKU por pallets, con este parámetro se mide la ocupación del área.

Tabla 16: Modelo de PL para tetrapack sabor durazno 100 ml

Tiempo	Inventario Inicial	Demanda	Inventario	\$	Ordenar	Ocupación en bodega
Mes 1	245.720	705.000	705.000	42.300	1.164.280	20,0
Mes 2		705.000	705.000	42.300	705.000	20,0
Mes 3		669.750	669.750	40.185	634.500	19,0
Mes 4		352.500	352.500	21.150	35.250	10,0
Mes 5		669.750	669.750	40.185	987.000	19,0
Mes 6		493.500	493.500	29.610	317.250	14,0

Para la familia de envases tetrapack se tiene una tabla diferente, ya que no existe la limitante de producción, se cuida la capacidad del espacio en bodega asignado para cada envase.

3.3.2 Formulación del Modelo

La función objetivo del modelo busca minimizar el costo de almacenamiento de inventario, cumpliendo las restricciones de capacidad y demanda.

Se define las variables:

$X_{i,j}$: Cantidad de inventario del producto i en periodo j

C_i : Costo de almacenamiento del producto i

Y los parámetros:

$P_{i,j}$: Cantidad a ordenar del producto i en el periodo j

$D_{i,j}$: Demanda del producto i en el periodo j

A : Capacidad de almacenamiento del producto

$O_{i,j}$: Cantidad de pallets ocupados del producto i en el periodo j

Se define la función objetivo:

$$\min z = \sum_{j \in \text{periodo}}^j \sum_{i \in \text{producto}}^i C_i X_{i,j}$$

Sujeto a las restricciones:

$X_{i,j} \geq D_{i,j}$ Cumplimiento de la demanda

$\sum_j \sum_i O_{i,j} \leq A$ Capacidad de bodega

$X_{i,j} \geq 0$ Una por cada periodo

3.4 Modelo de Asignación para Distribución de MP

3.4.1 Plan de Implementación

El plan de implementación presentado en la Tabla 17, muestra la justificación de la propuesta presentada, incluyendo aspectos relevantes de la misma como: método, responsables, plazos y costos.

Tabla 17: Plan de Implementación para Modelo de Asignación

Qué hacer?	Por qué?	Cómo?	Quién debe hacerlo?	Dónde?	Cuándo?	Costo
Diseñar una distribución de MP que permita un eficiente desempeño de las operaciones diarias, reduciendo la distancia viajada por los operadores de Montacargas.	Una eficiente distribución de la física de la MP, acorde a la cantidad despachada y la distancia a sus destinos, reducirá los tiempos de despacho. Esto generará tiempo extra a los operadores para cumplir sus tareas.	El proyecto presentará una nueva distribución desarrollada por un modelo de asignación basada en programación lineal, la cual usará la distancia viajada por los montacargas como unidad de medida.	Los estudiantes desarrollarán el modelo que incluirá toda la información recolectada, y restricciones físicas de cada área de almacenamiento	Bodega de Materia Prima	La distribución óptima será presentada con la distancia total viajada por los montacargas. Esta reunión será la tercera semana de Julio.	No existe costo asociado, debido a que el movimiento de la MP se hará de manera gradual, con el fin de utilizar los fines de semana donde la carga de trabajo es menor.

3.4.2 Parámetros

Los parámetros utilizados para este modelo de asignación son:

- Distancias entre las áreas dentro de la bodega y lugares de despacho.
- Capacidad de cada área (número de pallets).
- Inventario promedio en pallets de cada insumo.
- Flujo de insumo diario (en pallets).
- Destino de cada insumo.

Estos parámetros son explicados en la sección anterior, el inventario promedio en pallets de cada insumo y el flujo de insumo diario es presentado en la Tabla 9 de la sección anterior.

La capacidad de cada área en general (anteriormente se han especificado por familia de material) se presenta en la Tabla 18:

Tabla 18: Capacidades de cada área

Área	Capacidad (Pallets)
A1	1484
A3	100
A4	99
A5	162
A6	180
A7	36
A8	399
RACKS	54

3.4.3 Formulación del Modelo

La función objetivo del modelo de asignación busca minimizar la distancia recorrida de los ítems hacia sus lugares de destino, asignando un lugar específico de la bodega para las familias de SKU.

Variables:

Se define una variable binaria:

$$X_{i,j} : \begin{cases} 1, & \text{si familia de MP } i \text{ es asignado al área } j \\ 0 & ; \text{ si familia de MP } i \text{ no es asignado al área } j \end{cases}$$

Parámetros:

P_i : Número diario de pallets despachados de familia de MP i

I_i : Inventario promedio de familia de MP i

C_j : Capacidad (pallets) del área j

$D_{j,k}$: Distancia de área de almacenamiento j hacia locación de destino k

Se define la función objetivo:

$$\min z = \sum_{i \in \text{Familia MP}} \sum_{j \in \text{Área Almac.}} \sum_{k \in \text{Zona de Despacho}} P_i D_{j,k} X_{i,j}$$

Restricciones:

$$\sum_{j \in \text{Área Almac.}} X_{\text{Familia MP},j} = 1 \quad ; \quad \forall i \in \text{Familia MP}$$

Restricción que nos dice que un insumo puede estar asignado solamente en un área.

$$\sum_{i \in \text{Familia MP}} I_i * X_{i,\text{Área Almac.}} \leq C_{\text{Área Almac.}} \quad ; \quad \forall j \in \text{Área Almac.}$$

Restricción que nos dice que el inventario promedio del insumo asignado a esa área va a ser menor o igual a la capacidad del área.

CAPÍTULO 4

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.

4.1 Análisis de Resultados de los modelos de Inventario

Luego de simular los seis meses descritos en el punto 3.2.4, se presentan los resultados obtenidos con respecto a los siguientes criterios:

- Inventario Promedio
- Capital Invertido
- Utilización de la BMP

Para observar el comportamiento del inventario promedio de familias de MP analizadas se presenta en las Figuras 4.1, 4.2, 4.3 y 4.4 el nivel que alcanza cada familia de insumo durante el periodo de simulación en base a cada modelo propuesto (Lead Time y Programación Lineal).

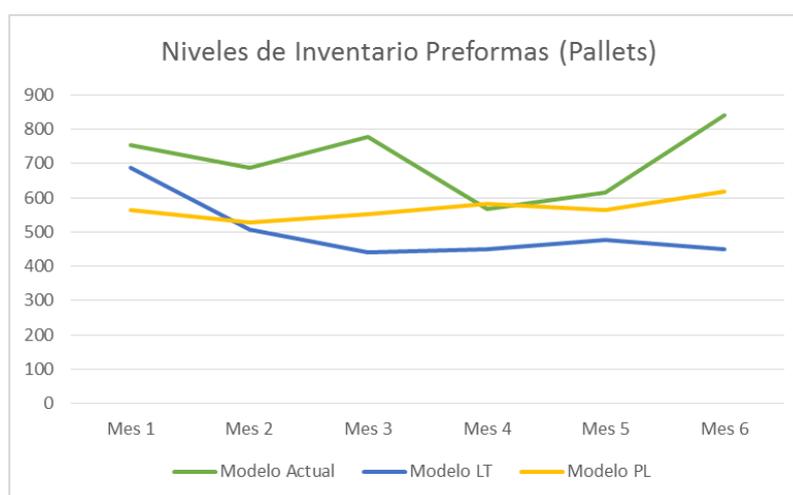


Figura 4.1: Niveles de inventario para la familia Preformas

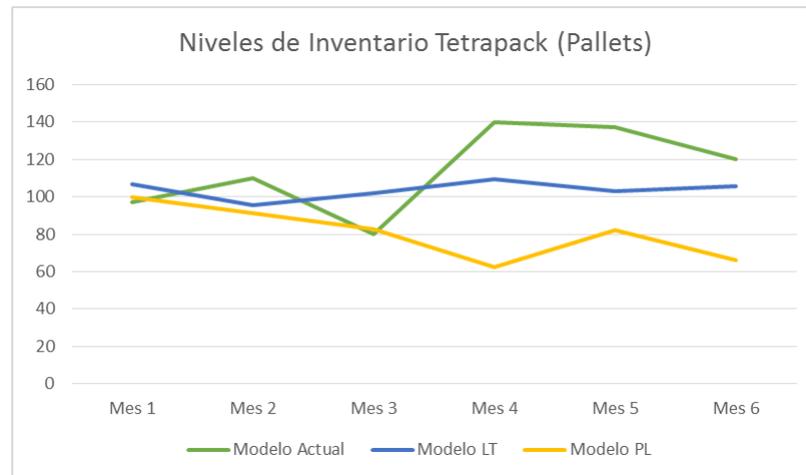


Figura 4.2: Niveles de inventario para la familia Tetrapack

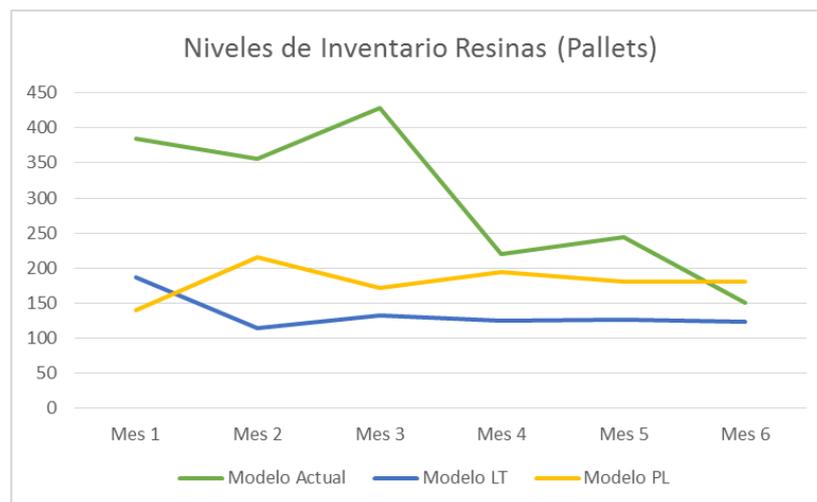


Figura 4.3: Niveles de inventario para la familia Resinas

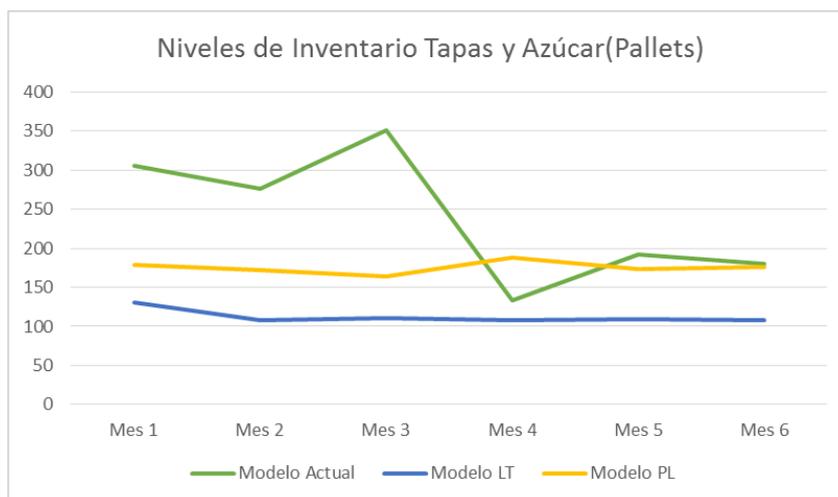


Figura 4.4: Niveles de inventario para la familia Tapas y Azúcar

En el caso del capital invertido, se presenta en la Figura 4.5 un gráfico de barras separados por familia, el cual muestra la cantidad invertida en dólares americanos (USD) según los precios mostrados en la Tabla 19; que se necesitan en cada uno de los modelos propuestos.

Tabla 19: Tabla de precios de las familias de MP

Familia	Precio
Preforma	\$0,03 por Unidad
Resina	\$1,19 por Kg
Tetrapack	\$0,06 por Unidad
Tapas	\$0,01 por Unidad
Azúcar	\$0,66 por Kg

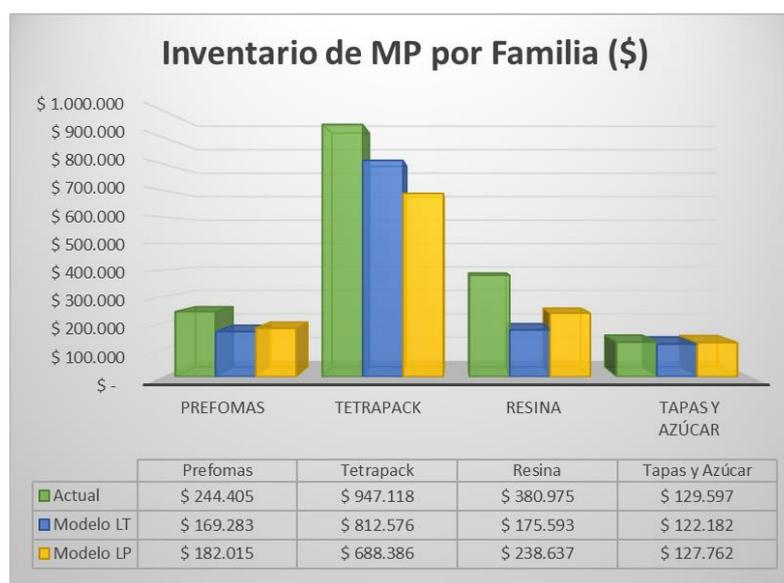


Figura 4.5: Capital Invertido por Familia en cada Modelo

La comparación de utilización entre los modelos propuestos y el modelo actual es presentada en la Figura 4.6, la cual muestra los diferentes niveles que poseen las áreas de almacenamiento A1P, A1B, A1R y A5; que almacenan las familias de preformas, tetrapack, resinas y las tapas junto con el azúcar respectivamente.

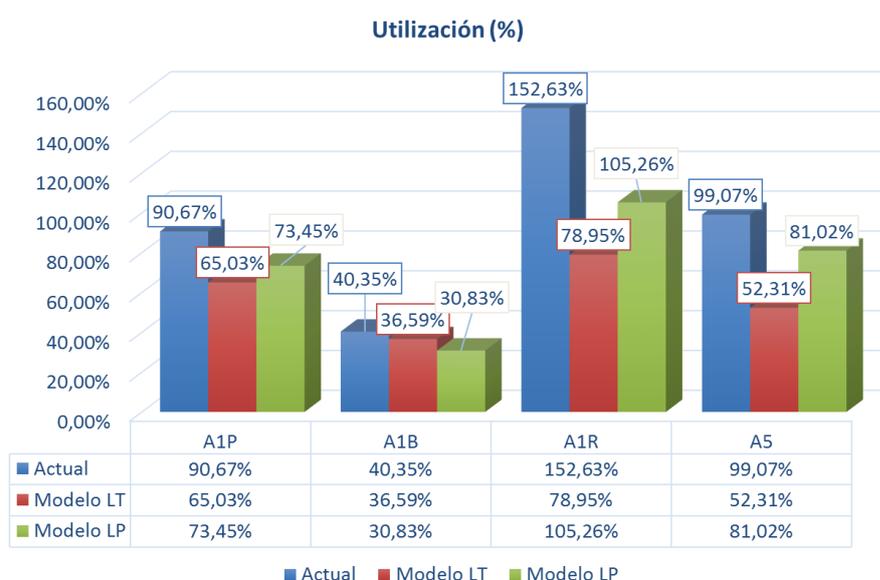


Figura 4.6: Utilización por área de los diferentes modelos de inventario

La comparación porcentual de las variaciones de los modelos propuestos con el utilizado actualmente se observa en la Tabla 20. Se aprecia que todos los valores son negativos, es decir que en ambos casos se percibe una reducción en todos los criterios propuestos.

Tabla 20: Variaciones porcentuales de los modelos propuestos vs actual

Variación Respecto al Modelo Actual		
Criterio	Modelo LT	Modelo LP
Inventario Promedio	-34,0%	-22,5%
Capital en Inventario	-24,8%	-13,9%
Utilización		
Zona de Almc.	Modelo LT	Modelo LP
A1P	-28,3%	-19,0%
A1B	-9,3%	-23,6%
A1R	-48,3%	-31,0%
A5	-47,2%	-18,2%

Para la selección del modelo ganador se usó un sistema de puntuación basado en los criterios presentados y los pesos correspondientes mostrados en la Tabla 21.

Tabla 21: Tabla de pesos para criterios de selección de modelo

#	Criterio	Peso
1	Inventario Promedio	0,25
2	Capital en Inventario	0,25
3	Utilización	0,50

Es necesario normalizar los datos de la Tabla 20, para obtener valores entre uno y cero mediante la ecuación 4.1.

$$Variación_{(0,1) \text{ Criterio } i} = \frac{\% Reducción_{\text{Criterio } i} - \text{Min } \% Reducción_{\forall \text{ Criterios}}}{\text{Max } \% Reducción_{\forall \text{ Criterios}} - \text{Min } \% Reducción_{\forall \text{ Criterios}}} \quad (4.1)$$

Tabla 22: Variaciones entre 0 y 1 de los modelos propuestos vs actual

Variación Respecto al Modelo Actual (0,1)		
Criterio	Modelo LT	Modelo LP
Inventario Promedio	0,6333	0,3385
Capital en Inventario	0,3974	0,1179
Utilización		
Zona de Almc.	Modelo LT	Modelo LP
A1P	0,487	0,249
A1B	0,000	0,367
A1R	1,000	0,556
A5	0,972	0,228

Los valores mostrados en la Tabla 21 y Tabla 22, serán utilizados en la ecuación 4.2 para la obtención de un puntaje final.

$$\text{Puntaje final} = \text{Inv. Promedio} * 0,25 + \text{Cap invertido} * 0,25 + \text{Utilización} * 0,50 \quad (4.2)$$

El puntaje para la selección del modelo es presentado en la Tabla 23, donde se observa que el valor más alto con un puntaje final de 0.57 corresponde al modelo propuesto basado en lead time de las MP.

Tabla 23: Puntuación final para selección de modelo de Inventario

Puntaje Final	
Modelo LT	0,57
Modelo LP	0,29

4.1.1 Evaluación Financiera

De acuerdo al punto anterior, el modelo cuyo puntaje fue el más alto fue aquel realizado en base a lead time. Sin embargo, el análisis final se realizó para ambas alternativas. Todo esto con el fin de que se muestren los resultados de todas las opciones presentadas.

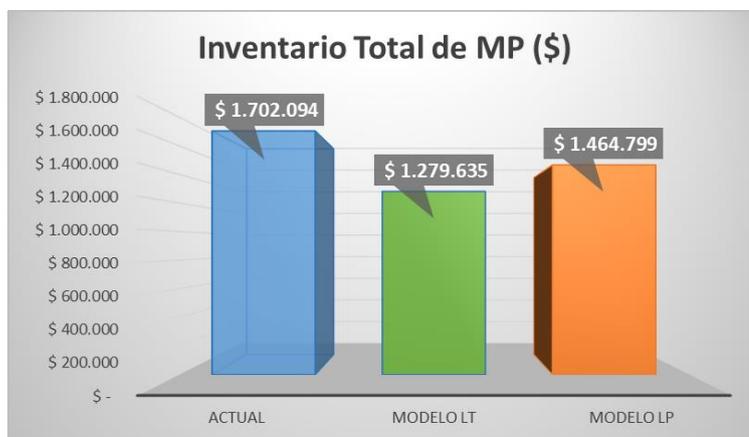


Figura 4.7: Capital invertido en Inventario para los tres modelos

En la Figura 4.7 se encuentra un gráfico de barras donde se muestra el capital invertido en los tres modelos estudiados (incluyendo el actual). Mientras que en la Figura 4.8 se observa el mismo gráfico desde el punto de vista de porcentaje de utilización de manera general, esto quiere decir que se incluyen todos los insumos almacenados (no solo las familias analizadas como en el capítulo 3). Y se refiere a la utilización con respecto al total de capacidad de almacenamiento de la BMP.

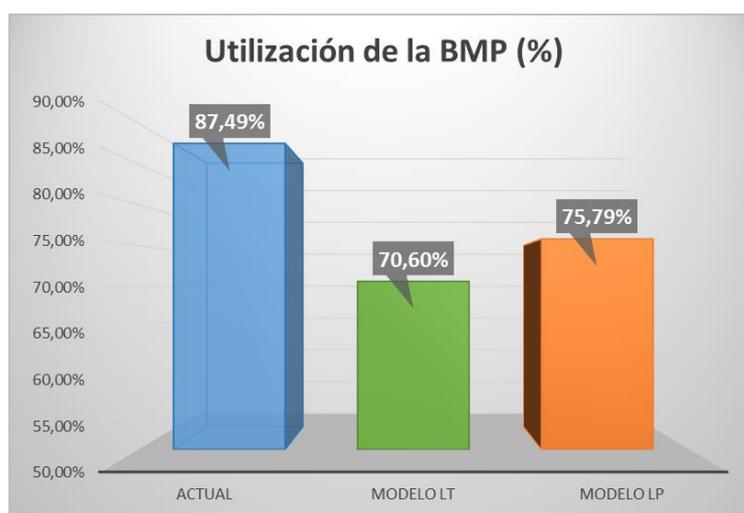


Figura 4.8: Utilización de la BMP para los tres modelos

Los costos ahorrados por temas de reducción de inventario y porcentaje de utilización reducida de toda la BMP, por cada uno de los modelos son presentados en la Tabla 24.

Tabla 24: Tabla de Resultados de modelos Propuestos

Reducción		
Modelo	Capital Invertido	Utilización
Modelo LT	\$ 422.460	16,89%
Modelo LP	\$ 237.295	11,70%

4.2 Análisis de Resultados del Modelo de Asignación

El modelo desarrollado en el punto 3.4 se ejecutó con el promedio de pallets despachados diariamente de todas las familias de MP (presentados anteriormente en la Tabla 9). Se obtuvo la matriz resultante de unos y ceros mostrada en la Tabla 25.

Tabla 25: Matriz de asignación de áreas

Matriz de Asignación de Materia Prima por área								
Materia Prima	Áreas de Almacenamiento							
	A1	A3	A4	A5	A6	A7	A8	RACKS
Preformas	1	0	0	0	0	0	0	0
Preformas Ancor	0	1	0	0	0	0	0	0
Resinas	1	0	0	0	0	0	0	0
Tetrapak	0	0	0	0	1	0	0	0
Tapas de a 2	0	0	1	0	0	0	0	0
Tapas	0	0	0	1	0	0	0	0
Azucar	0	0	0	0	0	0	1	0
Carton	0	0	0	0	0	1	0	0
Pulpa	1	0	0	0	0	0	0	0
Termoencogibles	0	0	0	0	1	0	0	0
Pitillo	0	0	0	0	0	0	0	1

Para saber en qué área es asignada cada familia de MP, se debe encontrar en cada fila el valor de uno y verificar a qué columna corresponde. De esta manera se observa, por ejemplo: la familia de pitillos que se encuentra en la última fila tiene el valor de 1 en la última columna, eso significa que esta familia será almacenada en el área racks. Para tener una mejor representación de los resultados obtenidos en el modelo, se presenta en la Figura 4.9, una muestra tridimensional de la distribución de MP propuesta.

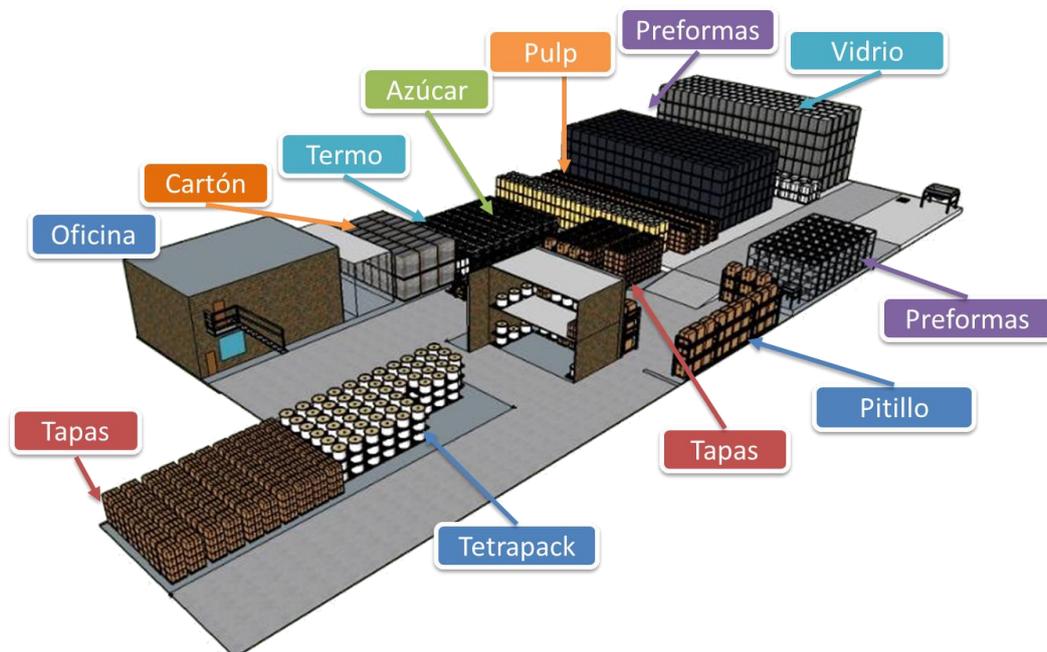


Figura 4.9: Distribución propuesta de SKU's



Figura 4.10: Distribución propuesta

Con el modelo de asignación resuelto en Excel, es factible calcular la distancia recorrida por los operadores de montacargas variando a la MP despachada. Se realizará dicho cálculo para la distribución actual y propuesta, según veintisiete días

de operaciones del mes de mayo del 2016. En la Tabla 26 se muestra la información obtenida en metros de la operación de despacho.

Tabla 26: Distancia recorrida por los montacargas en despacho

Días	Actual (m)	Propuesta (m)	Diferencia (m)
Día 1	16475,3	14187,2	2288,1
Día 2	20305,7	16785,5	3520,2
Día 3	19547,3	16688,8	2858,5
Día 4	19639,4	16714,3	2925,1
Día 5	19463,3	17117,9	2345,4
Día 6	18931,3	17209,2	1722,1
Día 7	16659,6	13694,1	2965,4
Día 8	18828,4	16229,3	2599,1
Día 9	21750,3	18016,8	3733,5
Día 10	20022,5	17453,1	2569,4
Día 11	22093,5	19961,7	2131,8
Día 12	22125,6	20299,6	1826,0
Día 13	17175,4	15840,3	1335,1
Día 14	13476,8	12330,2	1146,6
Día 15	13902,8	12769,7	1133,1
Día 16	21482,4	19516,0	1966,5
Día 17	22313,5	19951,9	2361,6
Día 18	15696,6	13882,9	1813,7
Día 19	18695,3	16675,6	2019,7
Día 20	17271,4	15352,3	1919,1
Día 21	15889,7	13744,8	2144,9
Día 22	11268,0	10134,9	1133,1
Día 23	21058,7	18218,6	2840,1
Día 24	23170,0	20336,2	2833,7
Día 25	25723,9	22996,2	2727,6
Día 26	21657,8	17758,8	3899,1
Día 27	13450,6	11461,5	1989,1
Total	508075	445327	62747,9

Para asegurar que la media de la distancia recorrida diaria presenta una diferencia significativa, se realizó la siguiente prueba de hipótesis para medias pareadas en el software Minitab 16:

$$H_0; \mu \text{ distancia recorrida}_{Actual} = \mu \text{ distancia recorrida}_{Proposed}$$

vs

$$H_1; \mu \text{ distancia recorrida}_{Actual} \neq \mu \text{ distancia recorrida}_{Proposed}$$

En la Figura 4.11 se muestra los resultados de la prueba de hipótesis, donde se aprecia un *valor p* menor 0.05. Con lo cual podemos asegurar que existe suficiente evidencia estadística para rechazar H_0 , es decir que las medias de la distancia recorrida en la distribución actual y propuesta son diferentes.

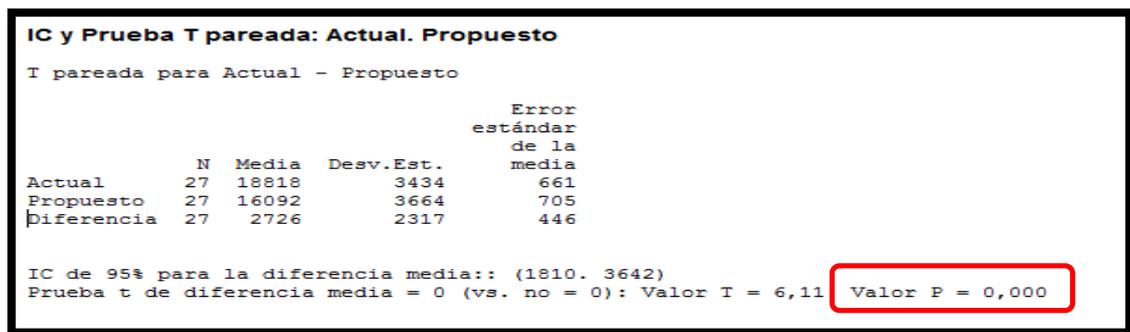


Figura 4.11: Resultado de contraste de hipótesis

Adicionalmente, se presenta en la Figura 4.12 un diagrama de cajas para ambas muestras donde se aprecia gráficamente la diferencia entre ellas.

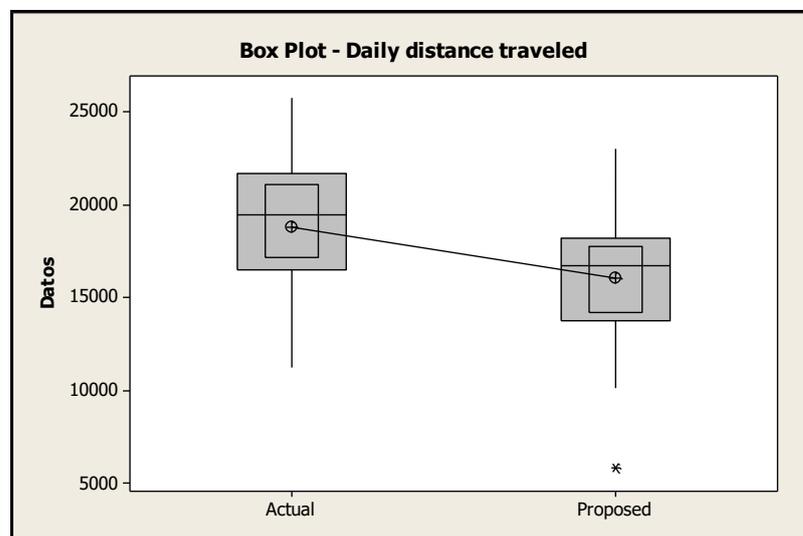


Figura 4.12: Diagrama de Cajas para muestra de distancia recorrida

En el gráfico de barras mostrado en la Figura 4.13 se aprecia la distancia total recorrida durante los veintisiete días en ambas distribuciones. Como resultado se observa una disminución de 62,74 Km con la asignación de MP resultante del modelo.

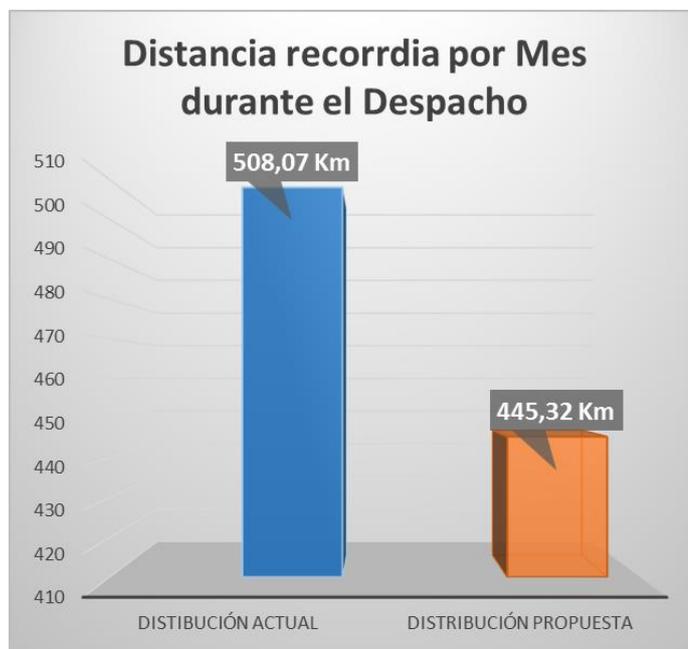


Figura 4.13: Gráfico de Barras de Distancia Recorrida Mensual

Además, en la Figura 4.14 se aprecia la diferencia de horas empleadas para realizar dichos despachos. Existe una disminución de 6,28 horas con la asignación de MP resultante del modelo, donde el tiempo fue calculado en base a la velocidad máxima de los montacargas (Velocidad Máxima = 10 Km/h).

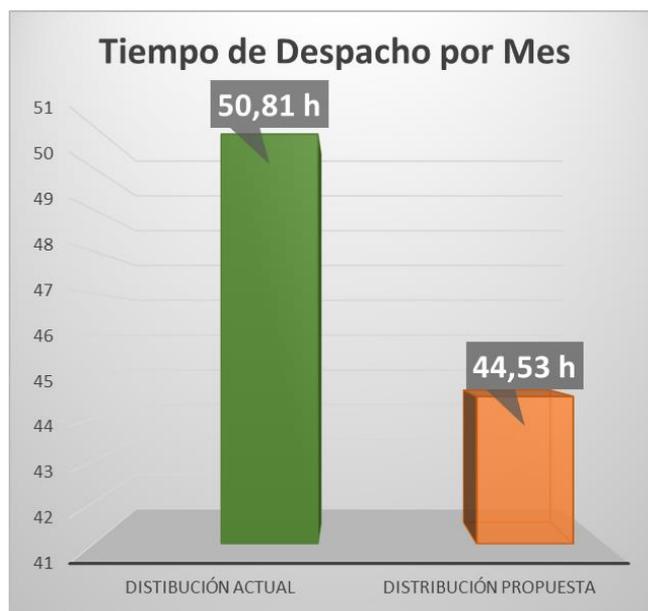


Figura 4.14: Tiempo empleado en el Despacho por mes

4.2.1 Evaluación Financiera

Para el cálculo de los ahorros de la nueva distribución de MP, se tomaron como base los siguientes costos asociados:

- Combustible (Tanque de Gas)
- Mantenimiento
- Tiempo empleado (Operador Montacargas)

Para los dos primeros criterios se calcularon los costos en base a las distancias recorridas obtenidas en el punto anterior. Por otro lado, el tiempo empleado por los operadores de montacargas es traducido a dólares mediante el valor monetario de su hora de trabajo.

Tabla 27: Cuadro de Ahorros de la nueva distribución de las MP

Cuadro de Ahorros					
Criterio	Intervalos (m)	Costo Unitario	Costo Actual	Costo Propuesto	Ahorro
Combustible	11200	\$ 16,00	\$ 725,82	\$ 636,18	\$ 89,64
Mantenimient	425000	\$ 1.570,00	\$ 1.876,89	\$ 1.645,09	\$ 231,80
Criterio	Tiempo Actual	Tiempo Propuesto	Costo Actual	Costo Propuesto	Ahorro
Tiempo	50,81	44,53	\$ 121,30	\$ 106,32	\$ 14,98
TOTAL Mensual					\$ 336,42
TOTAL ANUAL					\$ 4.037,03

En la Tabla 27 se presenta un cuadro de ahorros basados en los criterios ya mencionados, donde se puede apreciar los costos calculados para la distribución actual y la propuesta. Se percibe un ahorro anual \$4.037,03 con la asignación de las MP, además de obtener 75,3 horas disponibles de trabajo para el personal de la BMP.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

1. Las materias primas A y B representan el 21% del total de ítems y ocupan el 61% del espacio físico disponible.
2. Las nuevas políticas de inventario propuestas basadas en Lead Time de los insumos y Programación Lineal, redujeron la utilización actual de la bodega en 16,9% y 11,7% respectivamente.
3. La política seleccionada, basada en Lead Time es capaz de reducir el capital invertido en materias primas en \$422.460.
4. El diseño propuesto para la distribución física de la materia prima, redujo la distancia recorrida por los operadores de montacargas en 62,74 Km por mes, lo cual representa un ahorro de \$4.037,03 al año, basados en costo de combustible, mantenimiento y tiempo operativo.
5. El diseño propuesto de distribución de la materia prima redujo el tiempo empleado en la operación de despacho de 50.81 horas a 44.53 horas al mes, lo cual representa 75,3 horas de trabajo disponibles al año.

Recomendaciones

1. Validar el estudio con datos de por lo mínimo un año para futuros análisis en los modelos de inventario como el caso de la cantidad despachada e inventario diario.
2. Emplear plantillas en Excel basadas en el inventario diario, mediante las cuales se pueda visualizar y llevar un control sobre la utilización de las diferentes áreas de almacenamiento de la bodega de materia prima.
3. Actualizar el modelo propuesto para la distribución física de la materia prima de manera anual, debido a la flexibilidad de cantidad despachada que podrían existir.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. Tompkins, *Facilities Planning* 3rd Edition, New York: Wiley, 2002.
- [2] C. Petersen II, «The Impact of Routing and Storage Policies on Warehouse Efficiency,» *International Journal of Operations and Production Management*, nº 19(10), pp. 1053-1064, 1999.
- [3] T. L.-D. K. J. R. René de Koster¹, «Desing and Control of Warehouse Order Picking: a literature review,» *European Journal of Operational Research*, nº 182(2), pp. 481-501, 2007.
- [4] S. Ramakrishnan, «A Novel Methodology to Allocate Commodities and Re-Layout a warehouse,» de *Industrial Engineering Research Conference*, 2009.
- [5] P. K. S. Damodaran, «Optimal Products Slotings,» de *Proceedings of the IERC*, Portland OR, 2003.
- [6] V. M. C. J. Castro C., «Clasificación ABC Multicriterio: Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos,» *ITECKNE*, vol. 8, pp. 163-170, 2011.
- [7] National Food Service Management Institute, *Inventory Management and Tracking*, Mississippi, 2012.
- [8] R. Ramanathan, «ABC Inventory classification with multicriteria using weighted linear optimization,» *Computer and Operations Research*, vol. 33, nº 3, pp. 695-700, 2006.
- [9] T. D. Z. Eslaminasab¹, «ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted non-linear programming,» de *Advanced Mathematics and Its Applications*, Mobarakeh Branch, 2012.
- [10] K. Shinkle, «A Measure Of Success Can Be Speed At Which Firms Move Goods; Inventory turnover is a key ratio, but one CEO says it's not always best,» *Investor's Business Daily*, p. 1, 10 Dec 2002.

- [11] «cloudfront.net,» 3 Enero 2003. [En línea]. Available: <https://www.cloudfront.net>. [Último acceso: 2016].
- [12] B. U. a. T. Sarac, «Determining the parameters of MSG algorithm for multi period layout problem,» *JMTM*, pp. 922-933, 2011.
- [13] A. A. J. M. A. Krishna k. Krishnan, «A mixed integer programming formulation for multifloor layout,» *African Journal of Business Management*, vol. III, nº 10, pp. 616-620, 2009.
- [14] S. Axater, *Inventory Control*, Boston: Kluwer Academic Plubishers, 2000.
- [15] A. H. G. R. K. P. H. Z. S. C. Graves, *Handbooks in Operations Research and Management Science*, North Holland: Elsevier Science Publishers, 1993.
- [16] A. S. Manne, «Linear Programming and Sequential Decisions,» *Management Science* , vol. 6, nº 3, p. 259, 1960.

APÉNDICE A

Norma de Paletizado de las Materias Primas

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	MP por Bulto	# Bultos por Pallet	MP por Pallet
ACIDO CITRICO	KG	25	50	1.250
ACIDO FOSFÓRICO GRADO ALIMENTICIO AL 75%	KG	35	24	840
ADITIVO AZUL METALICO VOLT	KG	20	10	200
ADITIVO CODIFICADOR VIDEOJET COD.16-8535Q (MAKE-UP-FLUID VIDEOJ	LT	1	30	30
ADITIVO COLOR VERDE INYECCION PREFORMA	KG	18	16	290
ADITIVO ULTRA VIOLETA INYECCION PREFORMA	KG	18	16	290
AGARRADERA PLASTICA AZUL	UN	3.800	18	68.400
AYUDA FILTRO	KG	23	40	908
AYUDA FILTRO STÁNDAR SPECIAL	KG	23	40	908
AZUCAR BLANCA ESPECIAL	KG	50	32	1.600
BASE BEBIDA CARBONATADA LIMON	CAJ	1	27	27
BASE CIFRUT LIMONADA 47868	CAJ	1	54	54
BASE DE BEBIDA A 27824	CAJ	1	54	54
BASE DE BEBIDA B 42143	CAJ	1	54	54
BASE DE BEBIDA ENERGIZANTE FANTASY 47099	CAJ	1	36	36
BASE DE BEBIDA FRUIT PUNCH 34541	CAJ	1	27	27
BASE DE BEBIDA FRUIT PUNCH 47833	CAJ	1	27	27
BASE DE BEBIDA GASIF SABOR AMARILLO 47322	CAJ	1	54	54
BASE DE BEBIDA GASIFICADA FRESA 40420	CAJ	1	63	63
BASE DE BEBIDA ISOTONICA MANZANA COD 47294	CAJ	1	24	24
BASE DE BEBIDA ISOTONICA UVA COD 47244	CAJ	1	27	27
BASE DE BEBIDA NARANJA COD.47759/U	CAJ	1	15	15
BASE DE BEBIDA NECTAR DURAZNO 47302	CAJ	1	45	45
BASE DE BEBIDA NECTAR MANGO 47303	CAJ	1	45	45
BASE DE BEBIDA NECTAR MANZANA CRECAMAX 31784	CAJ	1	36	36
BASE DE BEBIDA NECTAR MANZANA CRECAMAX 47827	CAJ	1	36	36
BASE DE BEBIDA NECTAR NARANJA COD 47332	CAJ	1	45	45
BASE DE BEBIDA NECTAR NARANJA COD 47850	CAJ	1	45	45
BASE DE BEBIDA TROPICAL 40978	CAJ	1	27	27
BASE GASIFICADA NARANJA	CAJ	1	36	36
BASE REHIDRATANTE MANDARINA COD. 23538/U	CAJ	1	18	18
BASE REHIDRATANTE TROPICAL COD.23541/U	CAJ	1	18	18
BENZOATO DE SODIO	KG	25	50	1.000
BICARBONATO DE SODIO	KG	25	50	1.250

BOTELLAS SOPLADAS 0 5 LTS - LINEA VIDRIO	UN	3.192	1	3.192
CAJAS CARTON CORRUGADO ENVASE 1,5 LTS X 8 U	UN	4.800	1	4.800
CAJAS CARTON CORRUGADO ENVASE 1,5 LTS X 6 U	UN	4.800	1	4.800
CAJAS CARTON P/PREFORMA	PZA	100	1	100
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE 0 25 LT	UN	4.950	1	4.950
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE 1LTS X 6 UNIDADES	UN	4.400	1	4.400
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE DE 145ML	UN	4.500	1	4.500
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE TBA 1000 EDGE	UN	5.400	1	5.400
CAJAS TETRAPACK 100 UNIDADES	UN	1.500	1	1.500
CAL HIDRATADA P-24	KG	25	30	750
CARBON ACTIVADO	KG	20	50	800
CARTON CORRUGADO ANCHO 44 CMS X 35 CMS ALTO X 53 CMS LARGO	UN	960	1	960
CARTUCHO DE TINTA IC-234BK	PZA	1		1
CARTUCHO FILTRANTE DE 5 MICRAS X 30	PZA	12	20	240
CINTA DE EMBALAJE 2	PZA	12	32	384
CINTA DE SELLADO 8729728-01 TAB STRIP	KG	2.190	10	21.900
CITRATO DE SODIO	KG	25	50	1.250
CLORURO DE SODIO GRADO ALIMENTICIO	KG	25	40	1.000
COLA PARA PITILLOS HOT MELT ADHESIVE JOWATERM 25030 COD.90458-1	KG	25	25	625
COLA PARA TAPAS JOWATERM HOTMELT 25000 COD.90153-59	KG	12	16	192
COMPOIND 01	KG	25	25	625
DEXTROSA MONOHIDRATADA	KG	25	40	1.000
EMULSION SN-668772	KG	27	24	658
EMULSION FLAVOUR MANDARINA 91.02 60	KG	20	24	480
EMULSION FRACCION A 135540	KG	16	48	776
EMULSION FRACCION B TC-2441-11	KG	21	48	1.003
EMULSION VQ-760-659-7	KG	28	24	669
EMULSION MANZANA 82377 DO-PARTE-3 LIQUIDO	KG	25	24	600
EMULSION NARANJA SV 725-787-2+D1	KG	20	24	480
EMULSION RED FRUITS	KG	25	24	600
EMULSION SWEETNESS OE 895209-9	KG	20	32	640
EMULSION TROPICAL SN 474156	KG	26	24	636
ENTURBIANTE 6266-38	KG	5	40	400
ENVASE DE VIDRIO 300ML	PZA	3.740	1	3.740
ENVASE DE VIDRIO 475ML	PZA	2.376	1	2.376
ENVASE DE VIDRIO TE 475ML	PZA	2.376	1	2.376
ENVASE SABOR DURAZNO 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	UN	35.250	1	35.250
ENVASE SABOR DURAZNO 145 ML TETRA CLASSIC ASEPTIC	UN	260.010	1	260.000
ENVASE SABOR DURAZNO 250 ML TETRA BRIK ASEPTIC	UN	106.400	1	106.400

ENVASE SABOR DURAZNO TETRA 1,5LTS	UN	26.000	1	26.000
ENVASE SABOR MANGO 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	UN	35.250	1	35.250
ENVASE SABOR MANGO 145 ML TETRA CLASSIC ASEPTIC	UN	260.010	1	260.010
ENVASE SABOR MANGO 250 ML TETRA BRIK ASEPTIC	UN	131.200	1	131.200
ENVASE SABOR MANZANA 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	UN	35.250	1	35.250
ENVASE SABOR MANZANA 145 ML TETRA CLASSIC ASEPTIC	UN	260.010	1	260.010
ENVASE SABOR MANZANA 250 ML TETRA BRIK ASEPTIC SLIM	PZA	260.010	1	260.010
ENVASE SABOR NARANJA 0,250 ML TETRA BRIK ASEPTIC	PZA	131.200	1	131.200
ENVASE SABOR NARANJA 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	PZA	35.250	1	38.500
ESENCIA MANZANA 28284	KG	10	32	314
ESENCIA LIMÓN	KG	28	24	660
ESENCIA DE MANZANA 7U 25247	CJ	1	18	18
ESENCIA- NARANJA 26382/7U	KG	27	24	658
ESENCIA ENERGY HY-082-570-1	KG	20	24	480
ESENCIA FRESA 562958 SE	KG	15	20	300
ESENCIA LIMA LIMON NUEVA PRESENTACION	KG	20	32	640
ESENCIA MANGO SN 631218	KG	25	24	605
ESENCIA NARANJA 3N-3803	KG	4	90	360
ESENCIA NARANJA 3N-9760-00	KG	4	90	360
ESENCIA NECTAR MANZANA 21530	KG	17	32	544
ESENCIA SABOR KOLA AMARILLA 49273	KG	17	32	544
ESENCIA UVA SN469142	KG	28	24	667
EXTRACTO STABIL ENHANCE WSR D 4BA694048	KG	20	3	60
FLAVOR SN497002	KG	25	24	600
FOSFATO MONOPOTASICO	KG	25	40	1.000
FUNDA PLASTICA POLIETILENO BD 100	UN	50	40	2.000
FUNDA PLASTICA POLIETILENO BD 36 (PARA TAPAS)	UN	500	40	20.000
GLUCURONOLACTONA	KG	25	18	450
HIPOCLORITO DE CALCIO	KG	45	18	810
LAMINA PLASTICA 170 mm x 170 mm	UN	100	10	1.000
MASTERBACH - COLORANTE AMARILLO	KG	25	40	1.000
MASTERBACH - COLORANTE AMARILLO LASER	KG	25	40	1.000
MASTERBACH - COLORANTE AZUL 46	KG	25	40	1.000
MASTERBACH - COLORANTE VERDE	KG	25	40	1.000
MASTERBACH COLORANTE VIOLETA	KG	25	40	1.000
PEGAMENTO PARA ETIQUETADORA FULLER	KG	15	50	750
PEGANTE TETRA PAK TRAYFIX 300, 1606013-0250	KG	14	20	272
PITILLO CURVO PARA ENVASE DE 250 ML TBA	PZA	18.000	12	216.000
PITILLO RECTO 10 CM PARA JUGO TETRA	PZA	45.000	12	540.000

PREFORMA DE 17 GR AZUL 1881	PZA	16.800	1	16.800
PREFORMA DE 17 GR CR PT - AGUA	PZA	16.800	1	16.800
PREFORMA DE 17 GR CR PT - INYECCION NORMAL	PZA	16.800	1	16.800
PREFORMA DE 17 GR CRISTAL 1881	PZA	19.040	1	19.040
PREFORMA DE 17 GR CRISTAL UV 1881	PZA	19.040	1	19.040
PREFORMA DE 17 GR U.V. PT - INYECCION	PZA	16.800	1	16.800
PREFORMA DE 17 GR VERDE PT-INYECCION	PZA	16.800	1	16.800
PREFORMA DE 20 GR AZUL 1881	PZA	16.032	1	16.032
PREFORMA DE 20 GR CR PT - INYECCION	PZA	16.800	1	16.800
PREFORMA DE 20 GR VERDE PT-INYECCION	PZA	16.800	1	16.800
PREFORMA DE 20 GRAMOS CRISTAL	PZA	16.032	1	16.032
PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION AGUA	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 32 GR VERDE PT - INYECCION	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 32 GR UV PT - INYECCION	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 35 GR CR EXP PT - INYECCION	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 35 GR CR PT - INYECCION	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 35 GR CR PT - INYECCION - AGUA	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 35 GR CRI U.V. PT- INYECCION	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 35 GR CRISTAL	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 35 GR VERDE PT - INYECCION	PZA	8.640	1	8.640
PREFORMA DE 54 GR CRISTAL UV	PZA	7.392	1	7.392
PREFORMA DE 54 GR VERDE	PZA	7.392	1	7.392
PREFORMA DE 54 GRS CRISTAL	UN	7.392	1	7.392
PULPA CONCENTRADA DE NARANJA CONGELADA	KG	265	4	1.060
PULPA CONCENTRADA DURAZNO	KG	237	4	948
PULPA CONCENTRADA MANGO CRIOLLO 29º BRIX	KG	230	4	920
PULPA CONCENTRADA MANGO HADEN 29º BRIX	KG	230	4	920
PULPA CONCENTRADA MANZANA	KG	237	4	948
RESINA HIGH DENSITY POLYETHYLENE H555JA PARA TAPAS	KG	25	40	1.000
RESINA PET JADE	KG	1.100	1	1.100
RESINA PET PARA AGUA	KG	1.150	1	1.150
RESINA TERMOENCOGIBLE PARTE 1+ RECUPERADA	KG	25	40	1.000
RESINA TERMOENCOGIBLE PARTE 2 INDUCALIDAD	KG	25	50	1.250
SAL INDUSTRIAL	KG	25	40	1.000
SEPARADOR DE CARTON 105 X 115 CM	PZA	1.000	1	1.000
SOPORTE PARA CAJA DE CARTON PREFORMA	UN	1.200	1	1.200
SORBATO DE POTASIO	KG	25	40	1.000
STRECH FILM 50 CM 15KGS	KG	16	60	960

STRECH FILM 75 CM 10KGS	KG	6	83	498
TAPA 1881 AMARILLA PT COMPRESORA	PZA	5.000	24	120.000
TAPA 1881 VERDE PT COMPRESORA	PZA	5.000	24	120.000
TAPA 1881 AZUL PT - COMPRESORA	PZA	5.000	24	120.000
TAPA 1881 AZUL LIGERA `PT - COMPRESORA	PZA	5.000	24	120.000
TAPA AMARILLA DE PROVEEDOR LATIENVASES	PZA	3.000	27	81.000
TAPA AZUL NORMAL PROVEEDOR LATIENVASES	UN	4.000	27	108.000
TAPA ESTÁNDAR -VIOLETA	PZA	5.000	24	120.000
TAPA ESTÁNDAR -VIOLETA LIGERA	PZA	5.000	24	120.000
TAPA METALICA TWIST OFF	UN	3.700	45	166.500
TAPA METÁLICA TWIST OFF NARANJA	UN	3.700	45	166.500
TAPA METALICA TWIST OFF	UN	3.700	45	166.500
TAPA METALICA TWIST OFF TEE	PZA	3.800	40	152.000
TAPA CAP AGUA	UN	2.000	36	72.000
TAPA VERDE DE PROVEEDOR LATIENVASES	UN	4.000	27	108.000
TAPAS RECAP 3 COLOR NARANJA	UN	5.928	8	47.424
TAPAS NARANJA SCREWCAP LIGHT CAP 30	PZA	3.500	30	105.000
TAPAS PLASTICAS 500 ML	UN	3.000	27	81.000
TAURINA	CJ	1	40	40
TERMOCONTRAIBLE 16 MM (MAQUILA)	KG	25	24	530
TERMOCONTRAIBLE 18 MM (MAQUILA)	KG	25	24	530
TERMOCONTRAIBLE 20 MM (MAQUILA)	KG	22	24	530
TERMOCONTRAIBLE 33 MM (MAQUILA)	KG	30	20	600
TERMOCONTRAIBLE 14	KG	15	18	261
TERMOCONTRAIBLE 33	KG	31	20	610
TERMOENCOGIBLE 16	KG	25	36	907
TERMOENCOGIBLE 20	KG	22	40	860
ZUNCHOS	UN	36	1	36

APÉNDICE B

Indicadores y Clasificación ABC Multi criterio de las MP

DESCRIPCIÓN	Espacio Usado (Pallets)	Índice de Rotación	Espacio Usado (Datos Normalizados)	Valor Multi Criterio	Clasificación Multicriterio	Días de Inventario
ACIDO CITRICO	3	10,98%	0,02	0,05	B	9
ACIDO FOSFÓRICO GRADO ALIMENTICIO AL 75%	0	0,85%	0,00	0,00	C	117
ADITIVO COLOR VERDE INYECCION PREFORMA	0	0,00%	0,00	0,00	C	-
ADITIVO ULTRA VIOLETA INYECCION PREFORMA	1	0,00%	0,01	0,00	C	-
AGARRADERA PLASTICA AZUL	6	1,25%	0,03	0,03	C	80
AYUDA FILTRO	2	3,94%	0,01	0,02	C	25
AYUDA FILTRO STÁNDAR SPECIAL	2	0,33%	0,01	0,01	C	303
AZUCAR BLANCA ESPECIAL	81	30,84%	0,49	0,42	A	3
BASE BEBIDA CARBONATADA LIMON	4	6,72%	0,02	0,04	C	15
BASE LIMÓN 47868	2	1,89%	0,01	0,01	C	53
BASE DE BEBIDA A 27824	0	-	0,00	-	-	-
BASE DE BEBIDA B PUNCH 42143	4	3,87%	0,02	0,03	C	26
BASE DE BEBIDA ENERGIZANTE FANTASY 47099	2	0,00%	0,01	0,01	C	-
BASE DE BEBIDA 34541	2	0,31%	0,01	0,01	C	325
BASE DE BEBIDA 47833	0	-	0,00	-	-	-
BASE DE BEBIDA GASIF SABOR AMARILLO 47322	6	2,73%	0,03	0,03	C	37
BASE DE BEBIDA GASIFICADA FRESA 40420	3	2,42%	0,02	0,02	C	41
BASE DE BEBIDA ISOTONICA MANZANA COD 47294	3	1,52%	0,02	0,02	C	66
BASE DE BEBIDA ISOTONICA UVA COD 47244	2	0,93%	0,01	0,01	C	107
BASE DE BEBIDA NARANJA COD.47759/U	1	17,18%	0,00	0,07	B	6
BASE DE BEBIDA NECTAR DURAZNO 47302	18	8,32%	0,11	0,10	B	12
BASE DE BEBIDA NECTAR MANGO 47303	2	0,77%	0,01	0,01	C	130
BASE DE BEBIDA NECTAR MANZANA CRECAMAX 31784	3	1,82%	0,02	0,02	C	55
BASE DE BEBIDA NECTAR MANZANA CRECAMAX 47827	0	-	0,00	-	-	-

BASE DE BEBIDA NECTAR NARANJA COD 47332	0	0,31%	0,00	0,00	C	319
BASE DE BEBIDA NECTAR NARANJA COD 47850	4	0,21%	0,02	0,02	C	481
BASE DE BEBIDA TROPICAL 40978	1	2,33%	0,01	0,01	C	43
BASE GASIFICADA NARANJA	3	0,17%	0,02	0,01	C	595
BASE REHIDRATANTE MANDARINA COD. 23538/U	0	1,40%	0,00	0,01	C	71
BASE REHIDRATANTE TROPICAL COD.23541/U	5	2,09%	0,03	0,03	C	48
BENZOATO DE SODIO	1	1,83%	0,00	0,01	C	55
BICARBONATO DE SODIO	-	0,20%	-	-	-	499
BOTELLAS SOPLADAS 0 5 LTS - LINEA VIDRIO	166	1,06%	1,00	0,60	A	94
CAJAS CARTON P/PREFORMA	1	0,00%	0,01	0,00	C	-
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE 0 25 LT	8	3,55%	0,05	0,04	C	28
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE 1LTS X 6 UNIDADES	7	14,79%	0,04	0,09	B	7
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE DE 145ML	18	11,09%	0,11	0,11	A	9
CAJAS DE CARTON CORRUGADO ENVASE TBA 1000 EDGE	0	-	0,00	-	-	-
CAJAS DE 100 UNIDADES	3	5,59%	0,02	0,03	C	18
CAL HIDRATADA P-24	1	1,18%	0,01	0,01	C	84
CARBON ACTIVADO	1	3,58%	0,01	0,02	C	28
CARTON CORRUGADO ANCHO 44 CMS X 35 CMS ALTO X 53 CMS LARGO	5	0,16%	0,03	0,02	C	631
CARTUCHO FILTRANTE DE 5 MICRAS X 30	3	1,14%	0,02	0,02	C	88
CINTA DE EMBALAJE 2	1	2,97%	0,00	0,01	C	34
CINTA DE SELLADO 8729728-01 TAB STRIP	0	3,88%	0,00	0,02	C	26
CITRATO DE SODIO	1	2,54%	0,01	0,01	C	39
CLORURO DE SODIO GRADO ALIMENTICIO	0	7,66%	0,00	0,03	C	13
COLA PARA PITILLOS HOT MELT ADHESIVE JOWATERM 25030 COD.90458-1	1	5,77%	0,00	0,02	C	17
COLA PARA TAPAS JOWATERM HOTMELT 25000 COD.90153-59	0	0,50%	0,00	0,00	C	202
COMPOIND 01	2	3,52%	0,01	0,02	C	28
DEXTROSA MONOHIDRATADA	6	10,71%	0,03	0,06	B	9
EMULSION CITRUS PUNCH SN-668772	48	1,31%	0,29	0,18	A	76
EMULSION FLAVOUR MANDARINA 91.02 60	1	0,64%	0,00	0,01	C	157
EMULSION FRACCION A 135540	19	1,03%	0,12	0,07	B	97

EMULSION FRACCION B TC-2441-11	17	1,19%	0,10	0,07	B	84
EMULSION FRUIT VQ-760-659-7	1	0,17%	0,00	0,00	C	576
EMULSION MANZANA 82377 DO-PARTE-3 LIQUIDO	0	3,89%	0,00	0,02	C	26
EMULSION NARANJA SV 725-787-2+D1	0	-	0,00	-	-	-
EMULSION RED FRUITS	1	0,72%	0,00	0,01	C	138
EMULSION SWEETNESS OE 895209-9	1	0,35%	0,01	0,01	C	283
EMULSION TROPICAL SN 474156	3	1,17%	0,02	0,02	C	86
ENTURBIANTE 6266-38	0	1,94%	0,00	0,01	C	51
ENVASE DE VIDRIO 300ML	18	19,11%	0,11	0,14	A	5
ENVASE DE VIDRIO 475ML	108	51,91%	0,65	0,60	A	2
ENVASE DE VIDRIO TE 475ML	17	0,00%	0,10	0,06	B	-
ENVASE SABOR DURAZNO 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	12	5,86%	0,07	0,07	B	17
ENVASE SABOR DURAZNO 145 ML TETRA CLASSIC ASEPTIC	38	2,12%	0,23	0,15	A	47
ENVASE SABOR DURAZNO 250 ML TETRA BRIK ASEPTIC	16	1,41%	0,10	0,06	B	71
ENVASE SABOR DURAZNO TETRA 1,5LTS	14	1,46%	0,09	0,06	B	69
ENVASE SABOR MANGO 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	4	1,29%	0,02	0,02	C	77
ENVASE SABOR MANGO 145 ML TETRA CLASSIC ASEPTIC	3	1,47%	0,02	0,02	C	68
ENVASE SABOR MANGO 250 ML TETRA BRIK ASEPTIC	4	1,25%	0,03	0,02	C	80
ENVASE SABOR MANZANA 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	3	3,95%	0,02	0,03	C	25
ENVASE SABOR MANZANA 145 ML TETRA CLASSIC ASEPTIC	3	1,11%	0,02	0,02	C	90
ENVASE SABOR MANZANA 250 ML TETRA BRIK ASEPTIC SLIM	2	1,17%	0,01	0,01	C	85
ENVASE SABOR NARANJA 0,250 ML TETRA BRIK ASEPTIC	8	0,70%	0,05	0,03	C	143
ENVASE SABOR NARANJA 1000 ML TETRA BRIK ASEPTIC EDGE	13	1,06%	0,08	0,05	C	94
ESENCIA MANZANA 28284	3	1,35%	0,02	0,02	C	74
ESENCIA LIMON	14	0,23%	0,09	0,05	B	434
ESENCIA DE MANZANA 7U 25247	17	1,56%	0,10	0,07	B	64
ESENCIA- EMULS NARANJA 26382/7U	4	1,07%	0,02	0,02	C	94
ESENCIA ENERGY HY-082-570-1	0	-	0,00	-	-	-
ESENCIA FRESA 562958 SE	4	1,19%	0,02	0,02	C	84
ESENCIA LIMA LIMON	1	1,74%	0,01	0,01	C	58
ESENCIA MANGO SN 631218	1	0,47%	0,01	0,01	C	214

ESENCIA NARANJA 3N-3803	0	0,00%	0,00	0,00	C	-
ESENCIA NARANJA 3N-9760-00	3	0,30%	0,02	0,01	C	329
ESENCIA NECTAR MANZANA 21530	0	1,08%	0,00	0,01	C	93
ESENCIA SABOR KOLA AMARILLA 49273	3	1,20%	0,02	0,01	C	83
ESENCIA UVA SN469142	0	9,88%	0,00	0,04	C	10
EXTRACTO STABIL ENHANCE WSR D 4BA694048	1	1,55%	0,00	0,01	C	65
FLAVOR SN497002	9	1,04%	0,05	0,04	C	96
FOSFATO MONOPOTASICO	0	6,99%	0,00	0,03	C	14
FUNDA PLASTICA POLIETILENO BD 100	2	0,42%	0,01	0,01	C	235
FUNDA PLASTICA POLIETILENO BD 36 (PARA TAPAS)	0	0,00%	0,00	0,00	C	-
GLUCURONOLACTONA	5	0,00%	0,03	0,02	C	-
HIPOCLORITO DE CALCIO	0	7,00%	0,00	0,03	C	14
LAMINA PLASTICA 170 mm x 170 mm	3	3,30%	0,02	0,02	C	30
MASTERBACH - COLORANTE AMARILLO	0	4,00%	0,00	0,02	C	25
MASTERBACH - COLORANTE AMARILLO LASER	0	0,00%	0,00	0,00	C	-
MASTERBACH - COLORANTE AZUL 46	0	2,43%	0,00	0,01	C	41
MASTERBACH - COLORANTE VERDE	0	6,08%	0,00	0,02	C	16
MASTERBACH COLORANTE VIOLETA	0	0,50%	0,00	0,00	C	200
PEGAMENTO PARA ETIQUETADORA FULLER	0	4,24%	0,00	0,02	C	24
PEGANTE TETRA PAK TRAYFIX 300, 1606013-0250	3	0,40%	0,02	0,01	C	250
PITILLO CURVO PARA ENVASE DE 250 ML TBA	15	1,37%	0,09	0,06	B	73
PITILLO RECTO 10 CM PARA JUGO TETRA	27	1,59%	0,16	0,11	A	63
PRECINTO DE SEGURIDAD	14	8,67%	0,08	0,08	B	12
PREFORMA DE 17 GR CR PT - AGUA	146	4,60%	0,88	0,55	A	22
PREFORMA DE 17 GR CR PT - INYECCION NORMAL	39	22,78%	0,23	0,23	A	4
PREFORMA DE 17 GR CRISTAL 1881	30	13,00%	0,18	0,16	A	8
PREFORMA DE 17 GR CRISTAL UV 1881	3	17,28%	0,02	0,08	B	6
PREFORMA DE 17 GR U.V. PT - INYECCION	63	6,38%	0,38	0,25	A	16
PREFORMA DE 17 GR VERDE PT- INYECCION	41	4,28%	0,25	0,17	A	23
PREFORMA DE 20 GR AZUL 1881	0	-	0,00	-	-	-
PREFORMA DE 20 GR CR PT - INYECCION	0	-	0,00	-	-	-

PREFORMA DE 20 GR VERDE PT- INYECCION	0	-	0,00	-	-	-
PREFORMA DE 20 GRAMOS CRISTAL	8	2,74%	0,05	0,04	C	36
PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION	157	11,85%	0,95	0,62	A	8
PREFORMA DE 32 GR CR PT - INYECCION AGUA	103	5,27%	0,62	0,39	A	19
PREFORMA DE 32 GR VERDE PT - INYECCION	45	3,08%	0,27	0,17	A	32
PREFORMA DE 32 GR UV PT - INYECCION	124	0,00%	0,75	0,45	A	-
PREFORMA DE 35 GR CR EXP PT - INYECCION	0	-	0,00	-	-	-
PREFORMA DE 35 GR CR PT - INYECCION	0	-	0,00	-	-	-
PREFORMA DE 35 GR CR PT - INYECCION - AGUA	0	-	0,00	-	-	-
PREFORMA DE 35 GR CRI U.V. PT- INYECCION	22	10,05%	0,13	0,12	A	10
PREFORMA DE 35 GR CRISTAL	0	-	0,00	-	-	-
PREFORMA DE 35 GR VERDE PT - INYECCION	0	-	0,00	-	-	-
PREFORMA DE 54 GR CRISTAL UV	16	4,82%	0,09	0,08	B	21
PREFORMA DE 54 GR VERDE	6	0,61%	0,03	0,02	C	164
PREFORMA DE 54 GRS CRISTAL	37	14,58%	0,22	0,19	A	7
PULPA CONCENTRADA DE NARANJA CONGELADA	45	0,65%	0,27	0,16	A	153
PULPA CONCENTRADA DURAZNO	51	10,38%	0,31	0,23	A	10
PULPA CONCENTRADA MANGO CRIOLLO 29º BRIX	0	-	0,00	-	-	-
PULPA CONCENTRADA MANGO HADEN 29º BRIX	3	9,51%	0,02	0,05	C	11
PULPA CONCENTRADA MANZANA	12	13,35%	0,07	0,10	B	7
RESINA HIGH DENSITY POLYETHYLENE H555JA PARA TAPAS	29	4,45%	0,18	0,12	A	22
RESINA PET JADE	45	15,85%	0,27	0,23	A	6
RESINA PET PARA AGUA	42	15,40%	0,25	0,21	A	6
RESINA TERMOENCOGIBLE PARTE 1+ RECUPERADA	28	5,23%	0,17	0,12	A	19
RESINA TERMOENCOGIBLE PARTE 2 INDUCALIDAD	7	7,11%	0,04	0,05	B	14
SAL INDUSTRIAL	1	6,25%	0,00	0,03	C	16
SEPARADOR DE CARTON 105 X 115 CM	2	22,06%	0,01	0,10	B	5
STRECH FILM 50 CM 15KGS	6	5,48%	0,04	0,04	C	18
STRECH FILM 75 CM 10KGS	1	18,40%	0,01	0,08	B	5
TAPA 1881 AMARILLA PT COMPRESORA	23	10,11%	0,14	0,12	A	10
TAPA 1881 VERDE PT COMPRESORA	14	5,32%	0,09	0,07	B	19

TAPA 1881 AZUL PT - COMPRESORA	22	2,67%	0,13	0,09	B	37
TAPA 1881 AZUL LIGERA `PT - COMPRESORA	25	2,59%	0,15	0,10	B	39
TAPA AMARILLA DE PROVEEDOR LATIENVASES	0	-	0,00	-	-	-
TAPA AZUL NORMAL PROVEEDOR LATIENVASES	1	0,00%	0,01	0,00	C	-
TAPA ESTÁNDAR -VIOLETA	6	2,33%	0,04	0,03	C	43
TAPA ESTÁNDAR -VIOLETA LIGERA	9	4,85%	0,06	0,05	B	21
TAPA METALICA TWIST OFF	5	0,65%	0,03	0,02	C	153
TAPA METÁLICA TWIST OFF NARANJA	3	3,19%	0,02	0,02	C	31
TAPA METALICA TWIST OFF	22	3,88%	0,13	0,09	B	26
TAPA METALICA TWIST OFF TEE	1	0,00%	0,00	0,00	C	-
TAPA SPORT CAP AGUA	14	5,66%	0,09	0,07	B	18
TAPA VERDE DE PROVEEDOR LATIENVASES	0	-	0,00	-	-	-
TAPAS RECAP 3 COLOR NARANJA	6	1,19%	0,04	0,03	C	84
TAPAS NARANJA SCREWCAP LIGHT CAP 30	21	0,43%	0,13	0,08	B	233
TAPAS PLASTICAS 500 ML	11	0,49%	0,06	0,04	C	205
TAURINA	4	0,00%	0,02	0,01	C	-
TERMOCONTRAIBLE 16 MM (MAQUILA)	4	17,55%	0,02	0,08	B	6
TERMOCONTRAIBLE 18 MM (MAQUILA)	34	1,94%	0,21	0,13	A	52
TERMOCONTRAIBLE 20 MM (MAQUILA)	11	8,38%	0,06	0,07	B	12
TERMOCONTRAIBLE 33 MM (MAQUILA)	6	20,96%	0,03	0,10	A	5
TERMOCONTRAIBLE 14	8	1,78%	0,05	0,04	C	56
TERMOCONTRAIBLE 33	0	-	0,00	-	-	-
TERMOENCOGIBLE 16	1	0,00%	0,01	0,00	C	-
TERMOENCOGIBLE 20	0	0,00%	0,00	0,00	C	-
TINTA NEGRA CODIFICADOR VIDEOJET COD.16-8530Q (INK VIDEOJET)	-	13,56%	-	-	-	7
ZUNCHOS	-	13,79%	-	-	-	7

APÉNDICE C

Hoja de Excel de Utilización diaria por áreas

C. H.	Utilización Bodega de Insumos			U > 85%						
	Capacidad Horizontal (Pallets)	Capacidad Vertical (Pallets)	Capacidad Total I (Pallets)		65%<U<85%					
C.V.				U<65%						
C.T										
ÁREA	Descripción	C. H.	C.V.	C.T	2-Mayo (Pallets)	Utilización	3-Mayo (Pallets)	Utilización	4-Mayo (Pallets)	Utilización
A1P	Preformas	193	4	772	572,22	74,1%	616,57	79,9%	615,64	79,7%
A1V	Vidrio	95	3	285	256,59	90,0%	296,59	104,1%	320,59	112,5%
A1R	Resina	57	3	171	176,15	103,0%	180,88	105,8%	184,33	107,8%
A1T	Calidad	30	3	90	70,00	77,8%	70,00	77,8%	70,00	77,8%
A1B	Bobinas/Pitillos	133	3	399	183,41	46,0%	180,07	45,1%	180,07	45,1%
A4	Pulpa	33	3	99	73,31	74,0%	73,31	74,0%	85,36	86,2%
A5	Azucar/Tapa	108	2	216	150,40	69,6%	151,55	70,2%	159,11	73,7%
A6	Carton	27	2	54	41,81	77,4%	44,32	82,1%	43,65	80,8%
A7	Carril solo	9	2	18	2,00	11,1%	2,00	11,1%	7,00	38,9%
A8	Soplado	133	3	399	201,49	50,5%	187,82	47,1%	202,49	50,7%
F1	Refrigeración	49	3	147	260,09	176,9%	262,24	178,4%	259,15	176,3%
F2	Refrigeración	16	3	48	41,10	85,6%	40,73	84,8%	40,73	84,8%
F3	Refrigeración	18	3	54	36,82	68,2%	36,45	67,5%	36,57	67,7%
R1	Rack 1	4	3	12	8,83	73,6%	8,83	73,6%	8,38	69,8%
R2	Rack 2/Antigua Entr.	24	3	72	93,02	129,2%	84,75	117,7%	85,01	118,1%
R3	Manten.	2	2	4	4,00	100,0%	4,00	100,0%	4,00	100,0%
R4	Manten.	8	3	24	24,00	100,0%	24,00	100,0%	24,00	100,0%
R5	Rack 5	4	2	8	3,41	42,7%	3,10	38,8%	4,39	54,9%