

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL



**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE POSTGRADOS**

PROYECTO DE TITULACIÓN

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

**“MAGÍSTER EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE CON MENCIÓN EN
MODELOS DE OPTIMIZACIÓN”**

TEMA:

DISEÑO DE UN MODELO MATEMÁTICO PARA LA ASIGNACIÓN
DE UBICACIONES DE LOS PRODUCTOS EN UNA BODEGA DE
UNA EMPRESA PRODUCTORA Y EXPORTADORA DE
CONSERVAS DE SARDINAS Y ATÚN

AUTOR:

ING. OMAR ROLANDO RODRIGUEZ OBANDO

Guayaquil - Ecuador

2019

DEDICATORIA

Este proyecto es dedicado primeramente a Dios por darme salud, fortaleza y sabiduría, a mi Esposa, a mis Hijos y a mis Padres que han sido un apoyo en cada etapa de mi vida y más ahora en culminar otro título académico que me ayudará en mi vida profesional.

Omar Rodríguez O.

AGRADECIMIENTO

Muy agradecido me encuentro con Dios , con mis Padres por apoyarme siempre, a mi Esposa le agradezco por haber comprendido el tiempo que no pude compartir con Ella y con mis Hijos y a toda mi familia por ayudarme a seguir creciendo en mi vida personal y profesional.

Omar Rodríguez O.

DECLARACIÓN EXPRESA

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



Ing. Omar Rolando Rodríguez Obando

Autor

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Mgtr. Brenda Cobeña Terán

Presidente



M.Sc. Víctor Vega Chica

Director



Mgtr. Nadia Cárdenas Escobar

Vocal



M.Sc. Pedro Ramos De Santis

Vocal

AUTOR DEL PROYECTO



Ing. Omar Rolando Rodríguez Obando

Autor

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	vii
CAPÍTULO I.....	1
ANTECEDENTES, PROBLEMA, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA.....	1
1.1. ANTECEDENTES.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	4
1.4. HIPÓTESIS.....	5
1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	5
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	5
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.6. METODOLOGÍA	6
CAPÍTULO II.....	8
MARCO TEÓRICO, ESTADO DEL ARTE Y ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL.....	8
2.1. MARCO TEÓRICO	8
2.2. ESTADO DEL ARTE	13
2.3. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL	14
CAPÍTULO III.....	15
DISEÑO DE LA SOLUCIÓN	15
3.1. PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
3.2. ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN	15
3.3. DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN	16
3.3.1 ANALISIS DE LA BODEGA	16
3.3.2 CLASIFICACIÓN ABC.....	18
3.3.3 ANALISIS DEL LAYOUT.....	21
3.3.3 ANALISIS ACTUAL.....	34
3.4. DISEÑO Y APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO	42
3.4.1 ÍNDICES DEL MODELO	42
3.4.2 PARÁMETROS.....	43
3.4.3 VARIABLES	46
3.4.4 FUNCION DE OBJETIVO	46
3.4.5 RESTRICCIONES.....	47
3.4.6 APLICACIÓN DEL MODELO MATEMATICO	48
3.4.6 RESULTADOS OBTENIDOS.....	50

CAPÍTULO IV	64
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	64
4.1. CONCLUSIONES	64
4.2. RECOMENDACIONES	65
REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS	66
ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 VENTAS ANUALES EN (\$)	1
FIGURA 1.2 DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS	3
FIGURA 2.1 TRANSPALETA	8
FIGURA 2.2 LAYOUT	9
FIGURA 2.3 MUELLE	10
FIGURA 2.4 ESTANTERIA EN BLOQUE	11
FIGURA 2.5 MONTACARGAS	12
FIGURA 2.6 TIEMPOS PROMEDIOS DE CARGUE	15
FIGURA 3.1. LAYOUT ACTUAL	31
FIGURA 3.2 DOMICILIO DE UBICACIONES	32
FIGURA 3.3 MAPEO DE DISTANCIAS	33
FIGURA 3.4 MAPEO ACTUAL POR PRODUCTO	40
FIGURA 3.5 MAPEO ACTUAL POR TIPO ABC	41
FIGURA 3.6 PROGRAMACIÓN GAMS #1	48
FIGURA 3.7 PROGRAMACIÓN GAMS #2	49
FIGURA 3.8 PROGRAMACIÓN GAMS #3	49
FIGURA 3.9 PROGRAMACIÓN GAMS #4	50
FIGURA 3.10 PROGRAMACIÓN GAMS #5	51
FIGURA 3.11 MAPEO PROPUESTO POR PRODUCTO	53
FIGURA 3.12 MAPEO PROPUESTO POR TIPO ABC	54
FIGURA 3.13 ESTRUCTURA PARA LA SIMULACION	55
FIGURA 3.14 SIMULACION PRODUCTOS TIPO A	57
FIGURA 3.15 ESTADISTICAS MONTACARGA DESPACHO TIPO A	57
FIGURA 3.16 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS A DESPACHOS TIPO A	58
FIGURA 3.17 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS B DESPACHOS TIPO A	58
FIGURA 3.18 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS C DESPACHOS TIPO A	58
FIGURA 3.19 SIMULACION PRODUCTOS TIPO B	59
FIGURA 3.20 ESTADISTICAS MONTACARGA DESPACHO TIPO B	59
FIGURA 3.21 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS A DESPACHOS TIPO B	60
FIGURA 3.22 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS B DESPACHOS TIPO B	60
FIGURA 3.23 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS C DESPACHOS TIPO B	60
FIGURA 3.24 SIMULACION PRODUCTOS TIPO C	61

FIGURA 3.25 ESTADISTICAS MONTACARGA DESPACHO TIPO B	61
FIGURA 3.26 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS A DESPACHOS TIPO C	61
FIGURA 3.27 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS B DESPACHOS TIPO C	62
FIGURA 3.28 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS C DESPACHOS TIPO C	62
FIGURA 3.29 TIEMPOS DE CARGUE ACTUAL VS PROPUESTA	63

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1. TIEMPOS DE CARGUE POR TIPO DE PRODUCTO ABC	15
TABLA 2.2 SUELDOS DEL PERSONAL	16
TABLA 3.1 TAMAÑOS Y PESOS DE UNIDAD DE EMPAQUE	17
TABLA 3.2 NOMINA DEL PERSONAL	17
TABLA 3.3 CLASIFICACION ABC.....	20
TABLA 3.4 DISTANCIA ENTRE MUELLE Y UBICACION	30
TABLA 3.5 . MAPEO DE DISTANCIAS.....	36
TABLA 3.6. MAPEO DE DISTANCIAS.....	37
TABLA 3.7 PONDERACION POR PRIORIDAD	38
TABLA 3.8 STOCK PROMEDIO	39
TABLA 3.9 INDICES DEL MODELO MATEMATICO	42
TABLA 3.10 DISTANCIA POR UBICACIONES	44
TABLA 3.11 INVENTARIO DE PRODUCTOS.....	45
TABLA 3.12 PRIORIDAD DEL PRODUCTO	45
TABLA 3.13 VARIABLES.....	46
TABLA 3.14 AHORRO ANUAL	63

ABREVIATURAS O SIGLAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SKU	Stock Keeping Unit
GAMS	General Algebraic Modeling System
WMS	Sistema de Gestión de Almacenes
AML	Lenguaje de Modelo Algebraico

CAPÍTULO I

ANTECEDENTES, PROBLEMA, OBJETIVOS Y METODOLOGÍA

1.1. ANTECEDENTES

En el presente proyecto se analizará a una empresa que tiene como actividad económica el procesamiento y exportación de conservas de Sardiná y Atún. La empresa está situada y administrada en Ecuador, pero sus propietarios son del país Colombia. Dicha empresa tiene una planta propia en la Provincia de Santa Elena y en la Provincia de Manabí una empresa les ofrece el servicio de co-packing.

Aproximadamente el 99.8% del producto que es procesado entre ambas plantas se lo exporta a Colombia y el 0.2% es exportado a otros países. La mayor demanda es de un Cliente de Colombia cuyo requerimiento es recibido mensualmente y a medida que van produciendo, se va coordinando los despachos de modo terrestre usando tracto-camiones de capacidad máxima 30 ton. desde las Plantas procesadoras hasta Ipiales- Colombia, mientras tanto para los otros países (Uruguay y Panamá) la demanda depende de las necesidades y es exportada en contenedores por modo marítimo.

En los últimos 3 años la empresa ha venido teniendo un decrecimiento en las ventas como se puede ver en el siguiente gráfico.

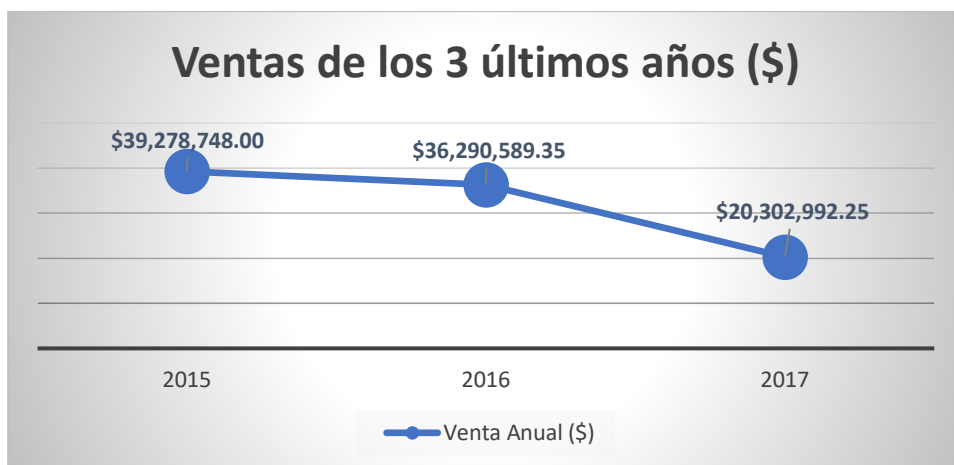


FIGURA 1.1 VENTAS ANUALES EN (\$)
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

Las actividades que se realizan dentro de la empresa para cubrir las necesidades de los clientes son: Gestión de compras de materia prima e Insumos, almacenamiento, producción, almacenamiento de producto terminado y distribución. En la presente tesis nos vamos a enfocar en diseñar un modelo matemático para asignar las ubicaciones de los productos terminados dentro de la bodega para corroborar la hipótesis planteada.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La empresa lleva 20 años como productora y exportadora de conservas de Sardinias y Atún en el Ecuador, en los últimos 5 años ha estado invirtiendo con la finalidad de disminuir los trabajos manuales y que todos los procesos sean sistematizados. Actualmente tiene un proyecto de implementar un sistema WMS (Sistema de Gestión de Almacenes) con el objetivo de disminuir errores en los despachos, faltantes, sobrantes de inventarios, evitar atrasos en los despachos y acceso rápido a la trazabilidad de todos los productos, pero tiene como problemática la organización efectiva de la bodega, almacenamiento y capacidades, por lo tanto; existe la necesidad de reorganizarla por medio de un modelo matemático para una eficiente asignación de ubicación de los productos.

El siguiente diagrama de causas y efectos sirve para identificar la causa origen de la problemática que está presentando la empresa.

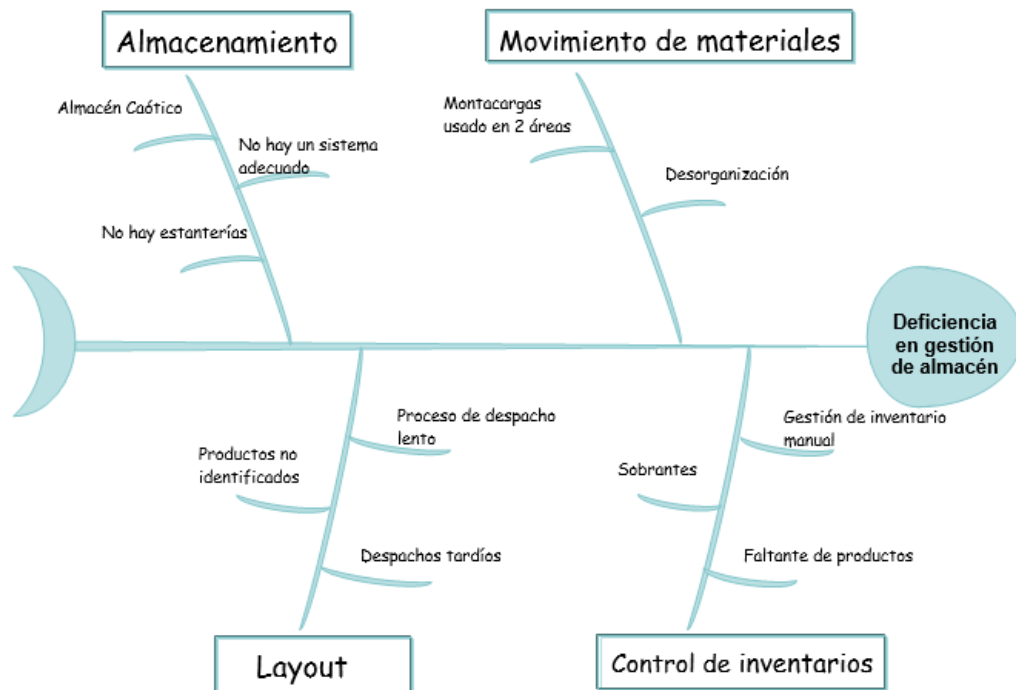


FIGURA 1.2 DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

ALMACENAMIENTO

Almacén caótico: Es un almacén en donde los productos no se encuentran en ubicaciones fijas, sino en los huecos libres donde el almacén los permite.

No hay estanterías: Actualmente se utiliza el sistema de almacenamiento en bloque que consiste en apilar el producto pallet sobre pallet, pero como máximo son 2 niveles.

No hay un Sistema adecuado: Se almacena en espacios disponibles, pero no está registrado en ningún lugar en donde se encuentra el producto.

MOVIMIENTO DE MATERIALES

Montacargas usado en 2 áreas: No existe un solo montacargas para el almacén de Producto terminado, sino que también el operador debe ir al área de etiquetado y encartonado a retirar el Producto Terminado y llevarlo a la Bodega de Producto terminado.

Desorganización: Los productos siendo de la misma referencia se encuentran ubicados en diferentes lugares.

LAYOUT

Productos no identificados: El hecho de manejar todo de forma manual, existen pallets que no se encuentran con identificadores de pallets que indiquen fecha de producción y lote.

Proceso de despacho lento: Los productos siendo de la misma referencia se encuentran ubicados en diferentes lugares.

Despachos tardíos: El exceso de tiempo que toma cargar un tracto-camión provoca no cumplir con la orden de despacho programada para el día.

CONTROL DE INVENTARIOS

Sobrantes: En la toma de inventarios, la cantidad física es superior a la cantidad que registra el sistema contable.

Gestión de inventario manual: Para la recepción y despacho no existe sistema, por lo tanto, todo se lo lleva de manera manual.

Faltante de productos: En la toma de inventarios, la cantidad física es inferior a la cantidad que registra el sistema contable.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Es importante que la empresa solucione cada una de las problemáticas que existe, porque lograría tener un almacén ordenado, identificado, la ubicación de los productos va a depender de la rotación; por lo tanto, disminuye los

recorridos del montacargas dentro de la bodega, estas decisiones ayudarán a gestionar los despachos de una manera eficiente y eficaz para evitar perder ventas por atrasos en los despachos.

Se toma como base las ventas del año 2015, en donde se puede observar que ha venido decreciendo durante los años 2016 y 2017.

1.4. HIPÓTESIS

Poder asignar ubicaciones dinámicas y optimas que ayude a eliminar o reducir: los faltantes y sobrantes de inventarios, los errores en despachos, la demora en los cargues de los tracto-camiones sin realizar inversiones adicionales ni aumento de personas en el área.

1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Diseño de un Modelo matemático para la asignación de ubicaciones de los productos en una bodega de una empresa productora y exportadora de conservas de Sardinias y Atún.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar la situación actual del manejo de las bodegas
2. Clasificar los SKU's por rotación.
3. Construir el modelo matemático para una óptima asignación de ubicaciones dentro de la bodega de producto terminado.
4. Reducir al máximo los recorridos dentro de la bodega, el mismo que ayudará a reducir costos operativos.
5. Acomodar de una manera óptima la carga para maximizar el espacio utilizado en el transporte.

1.6. METODOLOGÍA

La metodología que será usada en este proyecto es soportada en el Modelo de Referencia de Operaciones para la Cadena de Suministro; SCOR, éste provee las herramientas necesarias para describir cada uno de los procesos de la cadena de suministros de una empresa y determinar los problemas que se presentan en cada proceso.

Uno de los componentes críticos del Modelo SCOR es medir el desempeño de los procesos básicos que son Planeación, Aprovechamiento, Fabricación, Distribución y Retorno.

Para poder analizar la problemática de la empresa, se debe enfocar en el macro proceso de Gestión de Almacenes que está compuesta por un conjunto de procesos tales como la recepción, almacenamiento y preparación de pedidos.

El objetivo de la gestión de almacenes es tener el nivel de servicio que requiere el mercado, donde se pueda realizar entregas inmediatas, cumplimiento con la fecha y hora comprometida al cliente con costos aceptables para la empresa.

Para tener el almacén organizado eficazmente es necesario utilizar indicadores de desempeño logísticos que permiten medir el cumplimiento de los objetivos de la gestión de almacenes.

Los indicadores que se utilizarán son los siguientes:

$$(\%) \text{ de utilización de espacio en almacén} = \frac{\# \text{ posiciones utilizadas}}{\text{Capacidad total de espacios}}$$

$$\text{Exactitud de preparación de pedidos} = \frac{\# \text{ ordenes de pedidos preparadas}}{\text{Total ordenes de pedidos recibidas}}$$

$$\text{Porcentaje de productos no despachados} = \frac{\# \text{ productos no despachados}}{\text{Total de productos solicitados}}$$

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, ESTADO DEL ARTE Y ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

2.1. MARCO TEÓRICO

INVENTARIO

Es una lista de bienes valorados que componen el patrimonio de una empresa, dichos bienes pueden ser los utiliza para el proceso productivo o para ser vendidos. Una de las funciones más importantes es mantener el flujo de entrada y salida equilibradas.

TRANSPALETA

También llamada transpalé, es un aparato utilizado en almacenes para tareas relacionadas con la mercadería almacenada como cargas, descargas y traslados de un lugar a otro.

Un transpalé está formado por una horquilla de dos brazos paralelos unidas a un cabezal donde se encuentra la parte Hidráulica o eléctrica, el asidero y las ruedas principales.



FIGURA 2.1 TRANSPALETA
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

LAYOUT

Es un término de la lengua inglesa, suele utilizarse para mostrar el esquema de distribución de los productos dentro de un almacén, estrategias de entradas y salidas del almacén y el tipo de almacenamiento que sea más efectivo que va a depender de los tipos de productos que se manejen.

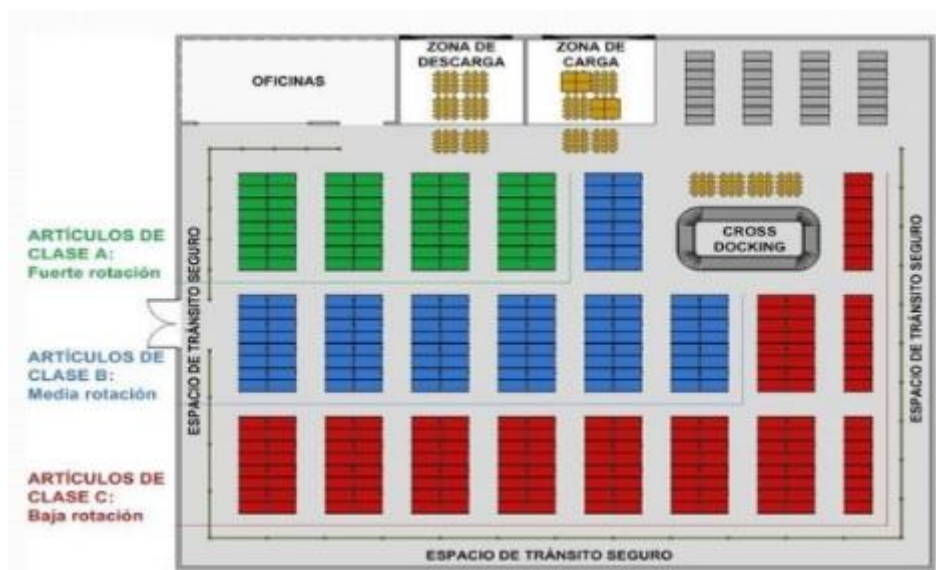


FIGURA 2.2 LAYOUT
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

UBICACIÓN

Es aquel lugar en donde está ubicada alguna cosa o lugar donde se puede localizar, instalar o situar un determinado espacio.

MUELLE

Se denomina muelle de carga al espacio en un almacén o lugar donde se carga y descarga camiones.



FIGURA 2.3 MUELLE
FUENTE: INTERNET

STOCK MÁXIMO

Se considera stock o inventario máximo a la mayor cantidad de existencia que se puede tener en una bodega sean estos por costos y por espacio. Cuando los costos de almacenamientos son muy bajos, es muy probable que a las empresas les interese tener inventarios altos.

STOCK MÍNIMO

Se considera stock o inventario mínimo a la menor cantidad de existencia que se tiene en una bodega, con la finalidad que se pueda entregar a los clientes sin llegar al punto de quedar sin stock.

ESTANTERIA

En el ámbito logístico, unas estanterías metálicas diseñadas para almacenar mercancías en pallets. Estas estanterías están compuestas por puntales fijados en el suelo y largueros horizontales que dividen cada uno de los niveles de altura.

SISTEMA DE ESTANTERIA EN BLOQUE

El sistema de almacenamiento en bloque o llamado también almacenamiento compacto, consiste en apilar el producto uno sobre otro siendo el suelo la base.

Se lo puede utilizar para productos paletizados o no paletizados teniendo las siguientes ventajas:

- Reduce el número de pasillos en el almacén
- No necesita maquinarias complejas para poderlos manipular.
- No requiere invertir en materiales para almacenamiento.
- Control visual de stock disponible.

En el uso del almacenamiento en bloque se tiene las siguientes desventajas: Límite de apilamiento va a depender de la Resistencia del empaque y el peso del producto, porque puede provocar inestabilidad y aplastamiento de la mercancía.

Se debe almacenar el mismo lote en las filas para no tener problemas al sacar una sola referencia al momento del picking.

El almacenamiento compacto hace que el conteo y control físico de la mercancía sea difícil.

El almacenamiento en bloque se lo recomienda cuando la carga se pueda apilar sin exigencia de rotación.



FIGURA 2.4 ESTANTERIA EN BLOQUE
FUENTE: INTERNET

ALMACENAJE “Hueco libre”

Es un sistema de almacenaje conocido también como almacenamiento caótico, que consiste en asignar la mercancía en los lugares o huecos disponibles sin que exista algún orden sino más bien analizan tamaño, cercanía, condiciones, etc.

CARRETILLA CONTRAPESADA O MONTACARGAS

Es una maquinaria que se utiliza para transportar, empujar, apilar, subir o bajar productos o elementos. Este dispositivo tiene como característica principal es soportar el peso que una persona no puede tolerar, lo cual facilita el movimiento de la mercancía.

Los montacargas pueden ser motor a diésel, eléctrico, gasolina o gas licuado.



FIGURA 2.5 MONTACARGAS
FUENTE: INTERNET

ITEMS

Es llamado también artículo o referencia, es la menor unidad física que se encuentra almacenada en una bodega.

Esta referencia se define por el volumen, color, envoltura, tamaño o cualquier característica que lo diferencie entre sí.

CLASIFICACIÓN ABC

La clasificación ABC o también llamada Ley de Pareto, es una metodología para segmentar los productos dependiendo de la rotación, costo unitario y volumen anual demandado.

La clasificación ABC es realizada en base a las ventas, las mismas se las interpreta que el 80% de las ventas se concentran en el 20% de los productos. Por lo tanto, los productos que pertenecen a la zona A, son aquellos que tienen un 80% de valor en el inventario y el otro 20% restante se divide para la zona B el 15% y zona C el 5% del valor del inventario.

MODELO MATEMATICO

En programación lineal el modelo matemático está estructurado por una función objetivo y un conjunto de restricciones con varias variables, se quiere determinar los valores positivos para dichas variables que maximizan o minimizan el valor de la función objetivo.

2.2. ESTADO DEL ARTE

En la reestructuración del layout de la zona de picking de una bodega industrial aplicaron un modelo cuya función objetivo era determinar el número óptimo de espacios y estantes necesarios para el almacenamiento, buscando minimizar las áreas y espacios requeridos, así como las dimensiones optimas del almacén en cuanto a longitud y ancho. Para ese modelo utilizaron técnicas matemáticas exactas que permitieron encontrar la mejor solución basándose en una serie de suposiciones. Arango Serna Martin, Zapata Julián, Pemberthy Jorge. (2010). En cambio, en una bodega de Agroquímicos para la ubicación de mercadería diseñaron un modelo matemático cuya función objetivo fue minimizar el número de pallets no asignados a un bin, luego desarrollaron un

programa en Matlab para asignar las ubicaciones en los bins. Fernández Luis (2013). El almacenamiento se ha descrito como “Transportación a cero millas por hora” porque estas actividades pueden absorber hasta 20% del costo de distribución física de una empresa, por lo tanto, son merecedoras de consideraciones cuidadosas y proponen cuatro estrategias de ubicaciones como son: Ubicaciones Alfanuméricas, rápidas, por frecuencia y por selección del factor de densidad. Ronald H. Ballou. (2004). La investigación de operaciones mejora la efectividad de las operaciones, decisiones y la principal característica consiste en construir un modelo del sistema del cual se puedan predecir y comparar resultados de diversas estrategias. En la empresa de consumo masivo aplicaron un modelo matemático en el generador AMPL para minimizar los costos de producción, almacenamiento y distribución. Gamboa Ocampo John, Tabares Pineda José (2012). Usando modelos matemáticos se logrará aumento de la capacidad en la bodega, ubicar los productos dependiendo de la rotación para un rápido despacho. Caviedes Charry Fabián, González Coronado Juan Manuel. (2016). Simulando pedidos se confirma si se puede realizar una mejor programación de distribución o transporte y establecer modelos de inventarios eficientes que permitan un uso más racional de ellos y ahorro en los costos. Peña Guerrero Edgar, Forero Forero Esmeraldas. (2012)

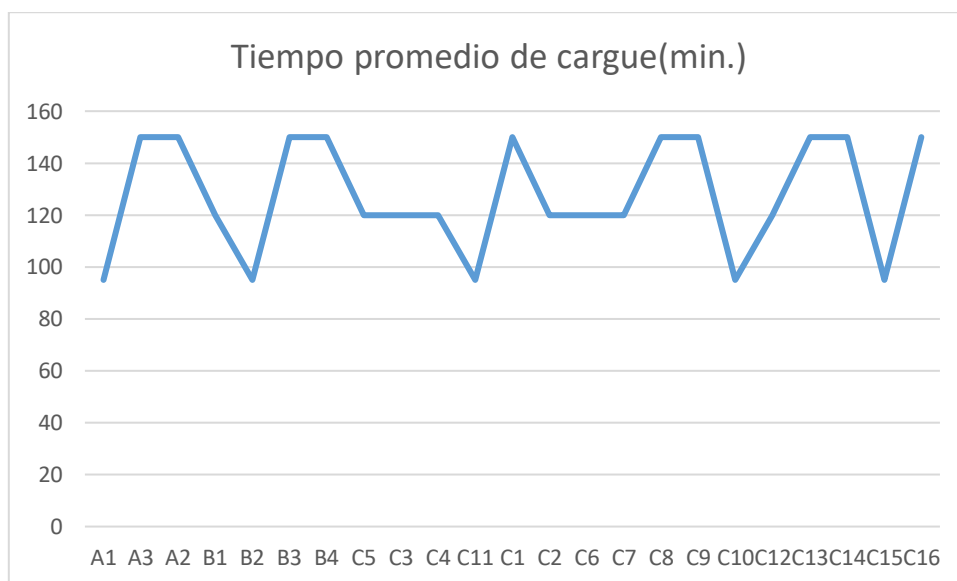
2.3. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL

En la tabla 2.1 se muestra los tipos de productos ABC, el código como se va a identificar a cada uno de ellos, la descripción del producto, la cantidad de cajas que se carga por tracto-camión, los tiempos actuales promedio de carga por cada uno de los veintitrés SKU's y un promedio de carga por caja.

Tipo de producto ABC	Código	Referencia	Cantidad	Tiempo promedio de cargue(min.)	Tiempo promedio de cargue por caja (min.)
A	A1	CONSERVAS EN TOMATE LA SOBERANA 425 GR	1.200	95	0,08
A	A3	SARDINA TINAPA TOMATE LA SOBERANA 155 GR	2.700	150	0,06
A	A2	ATUN LOMO ACEITE LA SOBERANA 170 G	2.850	150	0,05
B	B1	SARDINA TALL TOMATE LA SOBERANA 425 GR	2.400	120	0,05
B	B2	CONSERVAS EN TOMATE BOCADO DE MAR 400G	1.200	95	0,08
B	B4	ATUN LOMO AGUA LA SOBERANA 170 GR	2.850	150	0,05
C	C5	SARDINA OVAL ACEITE RIO DE LA PLATA 425	1.800	120	0,07
C	C3	SARDINA OVAL TOMATE MONTECARLO 425GR	1.800	120	0,07
C	C4	ATUN LOMOS EN ACEITE OLIMPICA 170GR	1.925	120	0,06
C	C11	SARDINA OVAL TOMATE JBO 425G	1.200	95	0,08
B	B3	SARDINA TINAPA TOMATE BOCADO DE MAR 155	2.700	150	0,06
C	C1	SARDINA TINAPA ACEITE SOBERANA 155 GR	2.700	150	0,06
C	C2	SARDINA OVAL ACEITE LA SOBERANA 425 GR	2.400	120	0,05
C	C6	SARDINA TALL NATURAL RIO DE LA PLATA 425	1.800	120	0,07
C	C7	SARDINA TALL TTE RIO DE LA PLATA 425 GR	1.800	120	0,07
C	C8	ATUN LOMO ACEITE INDUVAL 170 GR	2.850	150	0,05
C	C9	ATUN RALLADO ACEITE LA SOBERANA 170 GR	2.850	150	0,05
C	C10	SARDINA OVAL TOMATE METRO 425G	1.200	95	0,08
C	C12	SARDINA TINAPA TOMATE METRO 155G	1.800	120	0,07
C	C13	ATUN LOMO ACEITE EXTRA 170GR	2.850	150	0,05
C	C14	ATUN LOMO EN AGUA EXTRA 170GR	2.850	150	0,05
C	C15	SARDINA OVAL TOMATE MI DIA 425 GR	1.200	95	0,08
C	C16	SARDINA TINAPA TOMATE MI DIA 155 GR	2.700	150	0,06

TABLA 2.1. TIEMPOS DE CARGUE POR TIPO DE PRODUCTO ABC

Se puede visualizar en la figura 2.6 cómo se comporta la curva en los tiempos de cargue para cada uno de los productos ABC, no es una curva constante.



**FIGURA 2.6 TIEMPOS PROMEDIOS DE CARGUE
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ**

Cuando no se logra despachar el pedido dentro de las horas laborables, el personal del área debe hacer sobretiempo que aproximadamente va de 1:30 a 2:00 horas diarias y los sábados aproximadamente 4 horas, provocando se genere valores de sobretiempo como se muestra en la tabla 2.2.

CARGO	CANTIDAD	SALARIO INDIVIDUAL (Mes)	SALARIO TOTAL (Mes)	HORAS		HORA DE TRABAJO	RECARGO 50%	RECARGO 100%	PAGO SOBRETIEMPO (MES)	PAGO TOTAL SALARIO
				SUPLEMENTARIAS (PROMEDIO MES)	HORAS EXTRAS (PROMEDIO MES)					
Supervisor de insumos	1	\$ 550,00	\$ 550,00	30	16	\$ 2,29	\$ 1,15	\$ 2,29	\$ 176,46	\$ 726,46
Auxiliares de embarques	5	\$ 394,00	\$ 1.970,00	30	16	\$ 1,64	\$ 0,82	\$ 1,64	\$ 336,54	\$ 2.306,54
Operador de montacargas	1	\$ 625,00	\$ 625,00	30	16	\$ 2,60	\$ 1,30	\$ 2,60	\$ 200,52	\$ 825,52
									\$ 713,52	\$ 3.858,52

TABLA 2.2 SUELDOS DEL PERSONAL
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

CAPÍTULO III

DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

3.1. PRIORIZACIÓN DEL PROBLEMA

La problemática radica en determinar las ubicaciones ideales de almacenamiento dentro de la bodega para los productos de mayor rotación, para mantener una bodega ordenada, reducir el recorrido del montacargas dentro de la bodega y así disminuir el tiempo de los despachos.

3.2. ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN

Las estrategias que serán usadas para la solución a la problemática, es la aplicación de un modelo matemático en lenguaje Gams y una simulación de los resultados obtenidos en Flexsim.

Gams

Gams fue el primer (AML) lenguaje de modelo algebraico, sus siglas significan General Algebraic Modeling System, es un software utilizado para modelar y resolver problemas de programación lineal, no lineales y optimización entera mixta. Es considerado un software de alto nivel porque se puede crear grandes modelos y a escalas complejas.

Flexsim

Es un software que es utilizado para simular eventos discretos, este software permite modelar, analizar y optimizar procesos industriales. Se puede simular procesos de fabricación hasta cadena de suministro. Muchas empresas utilizan este simulador para analizar los resultados obtenidos antes de llevar un proyecto a la realidad.

3.3. DESARROLLO DE LAS ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN

3.3.1 ANALISIS DE LA BODEGA

a) Información general de bodega

La fábrica objeto de estudio posee solo una bodega destinada para el almacenamiento de producto terminado, la bodega dentro de la fábrica ocupa un área de 480.73 metros cuadrados.

La fábrica posee un total de 23 SKU's, de los cuales 7 corresponden a Atunes y 16 a Sardinias, todas las presentaciones tienen como unidad de empaque cajas de cartón corrugado y las unidades por cajas van a depender de los siguientes tipos de producto:

- Productos sardinias en formato Oval, presentación en cajas de 24 y 48 unidades.
- Productos sardinias en formato Tall (cilíndricas), presentación en cajas de 24 unidades.
- Productos sardinias en formato Tinapa (cilíndricas), presentación en cajas de 50 unidades.
- Productos Atunes, presentación en cajas 48 unidades.

b) Tipos de pedidos

Actualmente se tiene 2 tipos de pedidos que son:

- 1) **Pedidos cargados en tracto-mulas:** pedidos que son asignados a clientes en Colombia, son por vía terrestre hasta Ipiales y se despachan con una capacidad máxima de 30 toneladas. Estos pedidos pueden tener un único producto o pueden estar combinados con otros productos, pueden estar mezclados Sardinias y Atunes.

- 2) **Pedidos cargados en contenedores de 20'**: pedidos que son asignados a clientes en Colombia, Uruguay y Panamá, son por vía marítima y se despachan con una capacidad máxima de 26 toneladas. Estos pedidos pueden tener un único producto o pueden estar combinados con otros productos, pueden estar mezclados Sardinias y Atunes.

En la tabla 3.1 se detalla los tamaños de cada una de las cajas de cartón corrugado que son utilizadas para los productos y el peso bruto de cada referencia que son considerados para que no supere la capacidad máxima por tracto-mula o contenedor.

Formato	Tipo	Largo (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Peso (K)
Tinapa	Regular	28	28	18,4	10,76
Tall	Regular	31	23,6	24,3	12,41
Atún 109X48	Regular	35	26,7	16,2	10,40
Oval 15 oz.X24	Regular	45,5	33	11,6	12,65
Oval 15 oz.X48	Regular	45,5	33	21,5	25,30

TABLA 3.1 TAMAÑOS Y PESOS DE UNIDAD DE EMPAQUE
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

c) Información del personal

En la bodega se trabaja de lunes a viernes y los sábados solo cuando hay pedidos pendientes que no pudieron ser despachados el día anterior. Solo existe un turno de trabajo al cual se le reconoce el respectivo sobretiempo cuando se exceden de la jornada de 8 horas diarias, 40 horas a la semana.

CARGO	CANTIDAD
Supervisor de insumos	1
Auxiliares de embarques	5
Operador de montacargas	1

TABLA 3.2 NOMINA DEL PERSONAL
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

3.3.2 CLASIFICACIÓN ABC

Se realizó la clasificación ABC de los veintitrés productos entre conservas de Sardinias y Atunes que anualmente tiene una demanda de 480.328 cajas con un valor de \$ 12'768,489, en donde tres de las veintitrés referencias pertenecen a productos tipo A con una demanda anual de 356.374 cajas anuales con una participación de 74.19% en la demanda acumulada y un valor de \$9'532,511.23, a las tres referencias se le asignó unos códigos que están definidos como A1, A2, A3.

Cuatro de las veintitrés referencias pertenecen a productos tipo B con una demanda anual de 99.643 cajas anuales con una participación de 20.74% en la demanda acumulada y un valor de \$2'539,538.61 a las tres referencias se le asignó unos códigos que están definidos como B1, B2, B3, B4.

Dieciséis de las veintitrés referencias pertenecen a productos tipo C con una demanda anual de 24.311 cajas anuales con una participación de 5.06% en la demanda acumulada y un valor de \$696,439.12 a las tres referencias se le asignó unos códigos que están definidos como C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, C9, C10, C11, C12, C13, C14, C15, C16.

	Referencia	Unidad de empaque	Demanda (Unidades) Anual	Demanda (Cajas) Anual	Demanda (Dólares) Anual	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Clasificación ABC	Código
1	CONSERVAS EN TOMATE LA SOBERANA 425 GR	24	3.709.914	154.580	\$ 2.931.286,39	32,18%	32,18%	A	A1
2	ATUN LOMO ACEITE LA SOBERANA 170 G	48	6.921.944	144.207	\$ 5.379.303,67	30,02%	62,20%	A	A2
3	SARDINA TINAPA TOMATE LA SOBERANA 155 GR	50	2.879.379	57.588	\$ 1.221.921,16	11,99%	74,19%	A	A3
4	SARDINA TALL TOMATE LA SOBERANA 425 GR	24	828.647	34.527	\$ 635.944,23	7,19%	81,38%	B	B1
5	CONSERVAS EN TOMATE BOCADO DE MAR 400G	48	1.147.847	23.913	\$ 743.540,29	4,98%	86,36%	B	B2
6	SARDINA TINAPA TOMATE BOCADO DE MAR 155	50	1.074.478	21.490	\$ 460.944,75	4,47%	90,83%	B	B3
7	ATUN LOMO AGUA LA SOBERANA 170 GR	48	946.216	19.713	\$ 699.109,34	4,10%	94,94%	B	B4
8	SARDINA TINAPA ACEITE SOBERANA 155 GR	50	305.646	6.113	\$ 136.391,18	1,27%	96,21%	C	C1
9	SARDINA OVAL ACEITE LA SOBERANA 425 GR	48	267.854	5.580	\$ 232.379,29	1,16%	97,37%	C	C2
10	SARDINA OVAL TOMATE MONTECARLO 425GR	24	52.428	2.185	\$ 39.531,30	0,45%	97,83%	C	C3
11	ATUN LOMOS EN ACEITE OLIMPICA 170GR	48	92.086	1.918	\$ 72.955,83	0,40%	98,23%	C	C4
12	SARDINA OVAL ACEITE RIO DE LA PLATA 425	24	43.488	1.812	\$ 38.458,47	0,38%	98,60%	C	C5
13	SARDINA TALL NATURAL RIO DE LA PLATA 425	24	43.223	1.801	\$ 30.075,62	0,37%	98,98%	C	C6

14	SARDINA TALL TTE RIO DE LA PLATA 425 GR	24	43.214	1.801	\$ 32.751,89	0,37%	99,35%	C	C7
15	ATUN LOMO ACEITE INDUVAL 170 GR	48	48.430	1.009	\$ 42.359,34	0,21%	99,56%	C	C8
16	ATUN RALLADO ACEITE LA SOBERANA 170 GR	48	24.114	502	\$ 20.672,93	0,10%	99,67%	C	C9
17	SARDINA OVAL TOMATE METRO 425G	48	20.237	422	\$ 15.426,67	0,09%	99,76%	C	C10
18	SARDINA OVAL TOMATE JBO 425G	48	16.814	350	\$ 12.941,74	0,07%	99,83%	C	C11
19	SARDINA TINAPA TOMATE METRO 155G	50	15.775	316	\$ 6.134,90	0,07%	99,90%	C	C12
20	ATUN LOMO ACEITE EXTRA 170GR	48	7.248	151	\$ 5.168,55	0,03%	99,93%	C	C13
21	ATUN LOMO EN AGUA EXTRA 170GR	48	7.214	150	\$ 5.038,98	0,03%	99,96%	C	C14
22	SARDINA OVAL TOMATE MI DIA 425 GR	48	6.412	134	\$ 4.842,56	0,03%	99,99%	C	C15
23	SARDINA TINAPA TOMATE MI DIA 155 GR	50	3.375	68	\$ 1.309,89	0,01%	100,00%	C	C16

18.505.98

3 480.328 12.768.489

TABLA 3.3 CLASIFICACION ABC
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

3.3.3 ANALISIS DEL LAYOUT

a) Layout

En la figura 3.1 se muestra el layout actual de la bodega que se encuentra compuesta de la siguiente manera:

- Dos zonas disponibles para el almacenamiento de los productos.
- Una sola puerta que es utilizada para el ingresos y salida de personas, montacargas y productos.
- Tiene veinticuatro columnas para almacenar
- No cuenta con pasillos entre cada columna, pero si tiene un pasillo disponible que es utilizado para el movimiento de productos y personas.
- Una oficina que es utilizada por el Supervisor de Bodega.
- Una balanza en donde se pesa cada pallet con su respectivo producto.
- Un área que es utilizada para el archivo de documentos.

b) Capacidad de almacenamiento

La bodega en estudio cuenta con 166 pilas y cada pila tiene 2 niveles verticales que nos permite tener capacidad para 2 pallets, por lo tanto, la bodega tiene capacidad para albergar 332 pallets.

c) Domicilio de las ubicaciones

En la figura 3.2 se muestra como fue domiciliada las ubicaciones, como por ejemplo para la ubicación A.1.1 se aplicaron los siguientes criterios:

- La letra A es el identificador de cada una de las veinticuatro columnas para lo cual comienza desde la A hasta la W respectivamente para cada una de las columnas.
- Le sigue el número 1 que significa el número de la para cada columna, la bodega tiene veintidós columnas de siete pilas cada una y dos columnas de seis pilas cada una.
- Finalmente, el número 1 significa el nivel en que se encuentra el producto, en este caso como cada pila tiene solo capacidad para dos pallets entonces este último dígito solo va a ser 1 o 2 dependiendo del nivel.

d) Distancias desde el muelle hasta cada una de las ubicaciones

En la tabla 3.4 se muestra la distancia en cm. que hay entre la puerta de entrada/salida o muelle hacia cada una de las 332 ubicaciones.

Para obtener la distancia total se consideró lo siguiente:

- Se le asignó un código que va desde la J1 a la J332 que nos servirá para definir cada una de las ubicaciones cuando se diseñe el modelo matemático.
- El desplazamiento vertical es la distancia que debe de recorrer el montacargas desde inicio de la primera pila ubicada en cada columna.
- El desplazamiento adicional por nivel solo aplica cuando el montacargas tiene que hacer la maniobra de subir las horquillas para colocar o sacar el pallet que se encuentra en el segundo nivel.
- El desplazamiento horizontal significa el desplazamiento que debe ir haciendo el montacargas cada vez que se aleja del muelle, es decir cada vez que va llegando a las columnas que se encuentran al fondo de la bodega.
- El desplazamiento obligatorio es la distancia que no debe afectar en los resultados porque es un recorrido obligatorio para llegar al muelle o puerta de entrada/salida.

- En la figura 3.3 se muestra el mapeo de las distancias con el código asignado para cada ubicación.

	Desplazamiento Vertical	Desplazamiento adicional por nivel	Desplazamiento Horizontal	Desplazamiento Obligatorio	Distancia Total
J1	7.903		-	11.795	7.903
J2	7.903	300	-	11.795	8.203
J3	6.774		-	11.795	6.774
J4	6.774	300	-	11.795	7.074
J5	5.645		-	11.795	5.645
J6	5.645	300	-	11.795	5.945
J7	4.516		-	11.795	4.516
J8	4.516	300	-	11.795	4.816
J9	3.387		-	11.795	3.387
J10	3.387	300	-	11.795	3.687
J11	2.258		-	11.795	2.258
J12	2.258	300	-	11.795	2.558
J13	7.903		1.480	11.795	9.383
J14	7.903	300	1.480	11.795	9.683
J15	6.774		1.480	11.795	8.254
J16	6.774	300	1.480	11.795	8.554
J17	5.645		1.480	11.795	7.125
J18	5.645	300	1.480	11.795	7.425
J19	4.516		1.480	11.795	5.996
J20	4.516	300	1.480	11.795	6.296
J21	3.387		1.480	11.795	4.867
J22	3.387	300	1.480	11.795	5.167
J23	2.258		1.480	11.795	3.738
J24	2.258	300	1.480	11.795	4.038
J25	1.129		1.480	11.795	2.609
J26	1.129	300	1.480	11.795	2.909
J27	7.903		2.960	11.795	10.863
J28	7.903	300	2.960	11.795	11.163
J29	6.774		2.960	11.795	9.734
J30	6.774	300	2.960	11.795	10.034
J31	5.645		2.960	11.795	8.605
J32	5.645	300	2.960	11.795	8.905

J33	4.516		2.960	11.795	7.476
J34	4.516	300	2.960	11.795	7.776
J35	3.387		2.960	11.795	6.347
J36	3.387	300	2.960	11.795	6.647
J37	2.258		2.960	11.795	5.218
J38	2.258	300	2.960	11.795	5.518
J39	1.129		2.960	11.795	4.089
J40	1.129	300	2.960	11.795	4.389
J41	7.903		4.440	11.795	12.343
J42	7.903	300	4.440	11.795	12.643
J43	6.774		4.440	11.795	11.214
J44	6.774	300	4.440	11.795	11.514
J45	5.645		4.440	11.795	10.085
J46	5.645	300	4.440	11.795	10.385
J47	4.516		4.440	11.795	8.956
J48	4.516	300	4.440	11.795	9.256
J49	3.387		4.440	11.795	7.827
J50	3.387	300	4.440	11.795	8.127
J51	2.258		4.440	11.795	6.698
J52	2.258	300	4.440	11.795	6.998
J53	1.129		4.440	11.795	5.569
J54	1.129	300	4.440	11.795	5.869
J55	7.903		5.920	11.795	13.823
J56	7.903	300	5.920	11.795	14.123
J57	6.774		5.920	11.795	12.694
J58	6.774	300	5.920	11.795	12.994
J59	5.645		5.920	11.795	11.565
J60	5.645	300	5.920	11.795	11.865
J61	4.516		5.920	11.795	10.436
J62	4.516	300	5.920	11.795	10.736
J63	3.387		5.920	11.795	9.307
J64	3.387	300	5.920	11.795	9.607
J65	2.258		5.920	11.795	8.178
J66	2.258	300	5.920	11.795	8.478
J67	1.129		5.920	11.795	7.049
J68	1.129	300	5.920	11.795	7.349
J69	7.903		7.400	11.795	15.303
J70	7.903	300	7.400	11.795	15.603
J71	6.774		7.400	11.795	14.174
J72	6.774	300	7.400	11.795	14.474
J73	5.645		7.400	11.795	13.045
J74	5.645	300	7.400	11.795	13.345
J75	4.516		7.400	11.795	11.916

J76	4.516	300	7.400	11.795	12.216
J77	3.387		7.400	11.795	10.787
J78	3.387	300	7.400	11.795	11.087
J79	2.258		7.400	11.795	9.658
J80	2.258	300	7.400	11.795	9.958
J81	1.129		7.400	11.795	8.529
J82	1.129	300	7.400	11.795	8.829
J83	7.903		8.880	11.795	16.783
J84	7.903	300	8.880	11.795	17.083
J85	6.774		8.880	11.795	15.654
J86	6.774	300	8.880	11.795	15.954
J87	5.645		8.880	11.795	14.525
J88	5.645	300	8.880	11.795	14.825
J89	4.516		8.880	11.795	13.396
J90	4.516	300	8.880	11.795	13.696
J91	3.387		8.880	11.795	12.267
J92	3.387	300	8.880	11.795	12.567
J93	2.258		8.880	11.795	11.138
J94	2.258	300	8.880	11.795	11.438
J95	1.129		8.880	11.795	10.009
J96	1.129	300	8.880	11.795	10.309
J97	7.903		10.360	11.795	18.263
J98	7.903	300	10.360	11.795	18.563
J99	6.774		10.360	11.795	17.134
J100	6.774	300	10.360	11.795	17.434
J101	5.645		10.360	11.795	16.005
J102	5.645	300	10.360	11.795	16.305
J103	4.516		10.360	11.795	14.876
J104	4.516	300	10.360	11.795	15.176
J105	3.387		10.360	11.795	13.747
J106	3.387	300	10.360	11.795	14.047
J107	2.258		10.360	11.795	12.618
J108	2.258	300	10.360	11.795	12.918
J109	1.129		10.360	11.795	11.489
J110	1.129	300	10.360	11.795	11.789
J111	7.903		11.840	11.795	19.743
J112	7.903	300	11.840	11.795	20.043
J113	6.774		11.840	11.795	18.614
J114	6.774	300	11.840	11.795	18.914
J115	5.645		11.840	11.795	17.485
J116	5.645	300	11.840	11.795	17.785
J117	4.516		11.840	11.795	16.356
J118	4.516	300	11.840	11.795	16.656

J119	3.387		11.840	11.795	15.227
J120	3.387	300	11.840	11.795	15.527
J121	2.258		11.840	11.795	14.098
J122	2.258	300	11.840	11.795	14.398
J123	1.129		11.840	11.795	12.969
J124	1.129	300	11.840	11.795	13.269
J125	7.903		13.320	11.795	21.223
J126	7.903	300	13.320	11.795	21.523
J127	6.774		13.320	11.795	20.094
J128	6.774	300	13.320	11.795	20.394
J129	5.645		13.320	11.795	18.965
J130	5.645	300	13.320	11.795	19.265
J131	4.516		13.320	11.795	17.836
J132	4.516	300	13.320	11.795	18.136
J133	3.387		13.320	11.795	16.707
J134	3.387	300	13.320	11.795	17.007
J135	2.258		13.320	11.795	15.578
J136	2.258	300	13.320	11.795	15.878
J137	1.129		13.320	11.795	14.449
J138	1.129	300	13.320	11.795	14.749
J139	7.903		14.800	11.795	22.703
J140	7.903	300	14.800	11.795	23.003
J141	6.774		14.800	11.795	21.574
J142	6.774	300	14.800	11.795	21.874
J143	5.645		14.800	11.795	20.445
J144	5.645	300	14.800	11.795	20.745
J145	4.516		14.800	11.795	19.316
J146	4.516	300	14.800	11.795	19.616
J147	3.387		14.800	11.795	18.187
J148	3.387	300	14.800	11.795	18.487
J149	2.258		14.800	11.795	17.058
J150	2.258	300	14.800	11.795	17.358
J151	1.129		14.800	11.795	15.929
J152	1.129	300	14.800	11.795	16.229
J153	7.903		16.280	11.795	24.183
J154	7.903	300	16.280	11.795	24.483
J155	6.774		16.280	11.795	23.054
J156	6.774	300	16.280	11.795	23.354
J157	5.645		16.280	11.795	21.925
J158	5.645	300	16.280	11.795	22.225
J159	4.516		16.280	11.795	20.796
J160	4.516	300	16.280	11.795	21.096
J161	3.387		16.280	11.795	19.667

J162	3.387	300	16.280	11.795	19.967
J163	2.258		16.280	11.795	18.538
J164	2.258	300	16.280	11.795	18.838
J165	1.129		16.280	11.795	17.409
J166	1.129	300	16.280	11.795	17.709
J167	1.129		16.280	11.795	17.409
J168	1.129	300	16.280	11.795	17.709
J169	2.258		16.280	11.795	18.538
J170	2.258	300	16.280	11.795	18.838
J171	3387		16.280	11.795	19.667
J172	3387	300	16.280	11.795	19.967
J173	4516		16.280	11.795	20.796
J174	4516	300	16.280	11.795	21.096
J175	5645		16.280	11.795	21.925
J176	5645	300	16.280	11.795	22.225
J177	6774		16.280	11.795	23.054
J178	6774	300	16.280	11.795	23.354
J179	7903		16.280	11.795	24.183
J180	7903	300	16.280	11.795	24.483
J181	1129		14.800	11.795	15.929
J182	1129	300	14.800	11.795	16.229
J183	2258		14.800	11.795	17.058
J184	2258	300	14.800	11.795	17.358
J185	3387		14.800	11.795	18.187
J186	3387	300	14.800	11.795	18.487
J187	4516		14.800	11.795	19.316
J188	4516	300	14.800	11.795	19.616
J189	5645		14.800	11.795	20.445
J190	5645	300	14.800	11.795	20.745
J191	6774		14.800	11.795	21.574
J192	6774	300	14.800	11.795	21.874
J193	7903		14.800	11.795	22.703
J194	7903	300	14.800	11.795	23.003
J195	1129		13.320	11.795	14.449
J196	1129	300	13.320	11.795	14.749
J197	2258		13.320	11.795	15.578
J198	2258	300	13.320	11.795	15.878
J199	3387		13.320	11.795	16.707
J200	3387	300	13.320	11.795	17.007
J201	4516		13.320	11.795	17.836
J202	4516	300	13.320	11.795	18.136
J203	5645		13.320	11.795	18.965
J204	5645	300	13.320	11.795	19.265

J205	6774		13.320	11.795	20.094
J206	6774	300	13.320	11.795	20.394
J207	7903		13.320	11.795	21.223
J208	7903	300	13.320	11.795	21.523
J209	1129		11.840	11.795	12.969
J210	1129	300	11.840	11.795	13.269
J211	2258		11.840	11.795	14.098
J212	2258	300	11.840	11.795	14.398
J213	3387		11.840	11.795	15.227
J214	3387	300	11.840	11.795	15.527
J215	4516		11.840	11.795	16.356
J216	4516	300	11.840	11.795	16.656
J217	5645		11.840	11.795	17.485
J218	5645	300	11.840	11.795	17.785
J219	6774		11.840	11.795	18.614
J220	6774	300	11.840	11.795	18.914
J221	7903		11.840	11.795	19.743
J222	7903	300	11.840	11.795	20.043
J223	1129		10.360	11.795	11.489
J224	1129	300	10.360	11.795	11.789
J225	2258		10.360	11.795	12.618
J226	2258	300	10.360	11.795	12.918
J227	3387		10.360	11.795	13.747
J228	3387	300	10.360	11.795	14.047
J229	4516		10.360	11.795	14.876
J230	4516	300	10.360	11.795	15.176
J231	5645		10.360	11.795	16.005
J232	5645	300	10.360	11.795	16.305
J233	6774		10.360	11.795	17.134
J234	6774	300	10.360	11.795	17.434
J235	7903		10.360	11.795	18.263
J236	7903	300	10.360	11.795	18.563
J237	1129		8.880	11.795	10.009
J238	1129	300	8.880	11.795	10.309
J239	2258		8.880	11.795	11.138
J240	2258	300	8.880	11.795	11.438
J241	3387		8.880	11.795	12.267
J242	3387	300	8.880	11.795	12.567
J243	4516		8.880	11.795	13.396
J244	4516	300	8.880	11.795	13.696
J245	5645		8.880	11.795	14.525
J246	5645	300	8.880	11.795	14.825
J247	6774		8.880	11.795	15.654

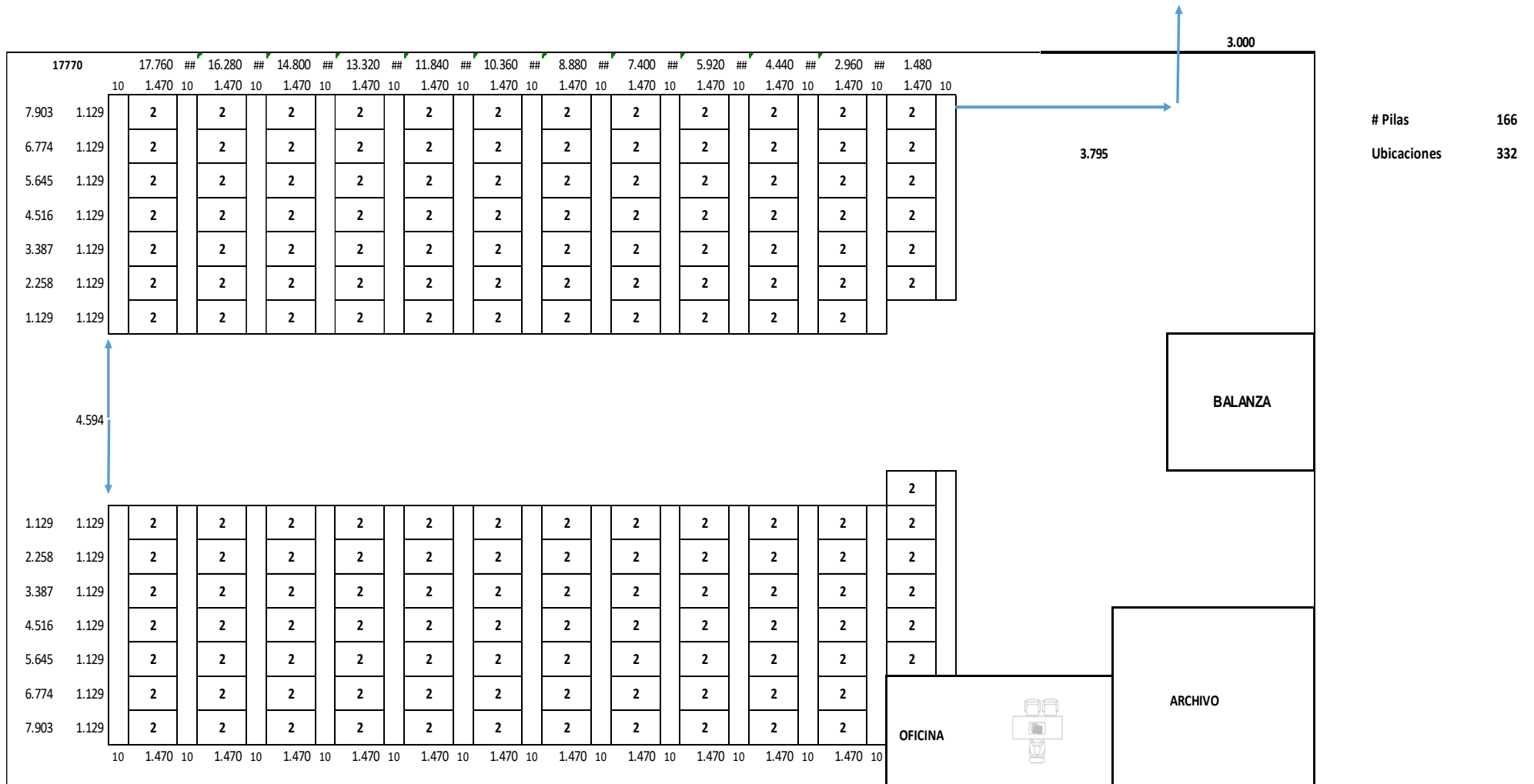
J248	6774	300	8.880	11.795	15.954
J249	7903		8.880	11.795	16.783
J250	7903	300	8.880	11.795	17.083
J251	1129		7.400	11.795	8.529
J252	1129	300	7.400	11.795	8.829
J253	2258		7.400	11.795	9.658
J254	2258	300	7.400	11.795	9.958
J255	3387		7.400	11.795	10.787
J256	3387	300	7.400	11.795	11.087
J257	4516		7.400	11.795	11.916
J258	4516	300	7.400	11.795	12.216
J259	5645		7.400	11.795	13.045
J260	5645	300	7.400	11.795	13.345
J261	6774		7.400	11.795	14.174
J262	6774	300	7.400	11.795	14.474
J263	7903		7.400	11.795	15.303
J264	7903	300	7.400	11.795	15.603
J265	1129		5.920	11.795	7.049
J266	1129	300	5.920	11.795	7.349
J267	2258		5.920	11.795	8.178
J268	2258	300	5.920	11.795	8.478
J269	3387		5.920	11.795	9.307
J270	3387	300	5.920	11.795	9.607
J271	4516		5.920	11.795	10.436
J272	4516	300	5.920	11.795	10.736
J273	5645		5.920	11.795	11.565
J274	5645	300	5.920	11.795	11.865
J275	6774		5.920	11.795	12.694
J276	6774	300	5.920	11.795	12.994
J277	7903		5.920	11.795	13.823
J278	7903	300	5.920	11.795	14.123
J279	1129		4.440	11.795	5.569
J280	1129	300	4.440	11.795	5.869
J281	2258		4.440	11.795	6.698
J282	2258	300	4.440	11.795	6.998
J283	3387		4.440	11.795	7.827
J284	3387	300	4.440	11.795	8.127
J285	4516		4.440	11.795	8.956
J286	4516	300	4.440	11.795	9.256
J287	5645		4.440	11.795	10.085
J288	5645	300	4.440	11.795	10.385
J289	6774		4.440	11.795	11.214
J290	6774	300	4.440	11.795	11.514

J291	7903		4.440	11.795	12.343
J292	7903	300	4.440	11.795	12.643
J293	1129		2.960	11.795	4.089
J294	1129	300	2.960	11.795	4.389
J295	2258		2.960	11.795	5.218
J296	2258	300	2.960	11.795	5.518
J297	3387		2.960	11.795	6.347
J298	3387	300	2.960	11.795	6.647
J299	4516		2.960	11.795	7.476
J300	4516	300	2.960	11.795	7.776
J301	5645		2.960	11.795	8.605
J302	5645	300	2.960	11.795	8.905
J303	6774		2.960	11.795	9.734
J304	6774	300	2.960	11.795	10.034
J305	7903		2.960	11.795	10.863
J306	7903	300	2.960	11.795	11.163
J307	1129		1.480	11.795	2.609
J308	1129	300	1.480	11.795	2.909
J309	2258		1.480	11.795	3.738
J310	2258	300	1.480	11.795	4.038
J311	3387		1.480	11.795	4.867
J312	3387	300	1.480	11.795	5.167
J313	4516		1.480	11.795	5.996
J314	4516	300	1.480	11.795	6.296
J315	5645		1.480	11.795	7.125
J316	5645	300	1.480	11.795	7.425
J317	6774		1.480	11.795	8.254
J318	6774	300	1.480	11.795	8.554
J319	7903		1.480	11.795	9.383
J320	7903	300	1.480	11.795	9.683
J321	0		-	11.795	-
J322	0	-	-	11.795	-
J323	1129		-	11.795	1.129
J324	1129	300	-	11.795	1.429
J325	2258		-	11.795	2.258
J326	2258	300	-	11.795	2.558
J327	3387		-	11.795	3.387
J328	3387	300	-	11.795	3.687
J329	4516		-	11.795	4.516
J330	4516	300	-	11.795	4.816
J331	5645		-	11.795	5.645
J332	5645	300	-	11.795	5.945

TABLA 3.4 DISTANCIA ENTRE MUELLE Y UBICACION

Diseño de un Modelo matemático para la asignación de ubicaciones de los productos en una bodega de una empresa productora y exportadora de conservas de Sardinas y Atún

**Maestría en Logística y Transporte
Mención en Modelos de Optimización**



**FIGURA 3.1. LAYOUT ACTUAL
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ**

7,903	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	17.770				
7,903	J153		J139		J125		J111		J97		J83		J69		J55		J41		J27		J13		J1														6,774	3.795		
7,903	J154		J140		J126		J112		J98		J84		J70		J56		J42		J28		J14		J2																	
6,774	J155		J141		J127		J113		J99		J85		J71		J57		J43		J29		J15		J3																	
6,774	J156		J142		J128		J114		J100		J86		J72		J58		J44		J30		J16		J4																	
5,645	J157		J143		J129		J115		J101		J87		J73		J59		J45		J31		J17		J5																	
5,645	J158		J144		J130		J116		J102		J88		J74		J60		J46		J32		J18		J6																	
4,516	J159		J145		J131		J117		J103		J89		J75		J61		J47		J33		J19		J7																	
4,516	J160		J146		J132		J118		J104		J90		J76		J62		J48		J34		J20		J8																	
3,387	J161		J147		J133		J119		J105		J91		J77		J63		J49		J35		J21		J9																	
3,387	J162		J148		J134		J120		J106		J92		J78		J64		J50		J36		J22		J10																	
2,258	J163		J149		J135		J121		J107		J93		J79		J65		J51		J37		J23		J11																	
2,258	J164		J150		J136		J122		J108		J94		J80		J66		J52		J38		J24		J12																	
1,129	J165		J151		J137		J123		J109		J95		J81		J67		J53		J39		J25																			
1,129	J166		J152		J138		J124		J110		J96		J82		J68		J54		J40		J26																			
	#																																							
4,594																																								
1,129	J167		J181		J195		J209		J223		J237		J251		J265		J279		J293		J307		J321																	
1,129	J168		J182		J196		J210		J224		J238		J252		J266		J280		J294		J308		J322																	
2,258	J169		J183		J197		J211		J225		J239		J253		J267		J281		J295		J309		J323																	
2,258	J170		J184		J198		J212		J226		J240		J254		J268		J282		J296		J310		J324																	
3,387	J171		J185		J199		J213		J227		J241		J255		J269		J283		J297		J311		J325																	
3,387	J172		J186		J200		J214		J228		J242		J256		J270		J284		J298		J312		J326																	
4,516	J173		J187		J201		J215		J229		J243		J257		J271		J285		J299		J313		J327																	
4,516	J174		J188		J202		J216		J230		J244		J258		J272		J286		J300		J314		J328																	
5,645	J175		J189		J203		J217		J231		J245		J259		J273		J287		J301		J315		J329																	
5,645	J176		J190		J204		J218		J232		J246		J260		J274		J288		J302		J316		J330																	
6,774	J177		J191		J205		J219		J233		J247		J261		J275		J289		J303		J317		J331																	
6,774	J178		J192		J206		J220		J234		J248		J262		J276		J290		J304		J318		J332																	
7,903	J179		J193		J207		J221		J235		J249		J263		J277		J291		J305		J319																			
7,903	J180		J194		J208		J222		J236		J250		J264		J278		J292		J306		J320																			
17770	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	1.470	10	17.770		
		17.760	###	16.280	###	14.800	###	13.320	###	11.840	###	10.360	###	8.880	###	7.400	###	5.920	###	4.440	###	2.960	###	1.480	###															

FIGURA 3.3 MAPEO DE DISTANCIAS
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

3.3.3 ANALISIS ACTUAL

Para realizar el análisis actual se va a tomar como referencia el stock promedio para cada uno de los productos, tal como se muestra en la tabla 3.8.

a) Indicadores

- **Indicador de utilización de espacio en almacén**

Este indicador sirve para medir en qué porcentaje se está utilizando el almacenamiento disponible que se encuentra en la bodega.

$$(\%) \text{ de utilización de espacio en almacén} = \frac{\# \text{ posiciones utilizadas}}{\text{Capacidad total de espacios}}$$

$$(\%) \text{ de utilización de espacio en almacén} = \frac{303}{332} = 91.26\%$$

El almacenamiento con el que cuenta la bodega de producto terminado está siendo ocupada en un 91.26% quedando un 8.74% disponible por si existiera un aumento en la producción.

- **Indicador de preparación de pedidos**

Este indicador sirve para medir en qué porcentaje se ha hecho despachos con las cantidades que fueron requeridas en los pedidos, en este indicador se consideró como cumplido los pedidos que se despacharon cantidades iguales y superiores a las requeridas en el pedido.

$$\text{Exactitud de preparación de pedidos} = \frac{\# \text{ ordenes de pedidos preparadas}}{\text{Total ordenes de pedidos recibidas}}$$

$$\text{Exactitud de preparación de pedidos} = \frac{18}{23} = 78.26\%$$

La exactitud de la preparación de los pedidos está en un 78.26% quedando un 21.74% de productos que no fueron despachadas las cantidades que fueron requeridas.

- **Indicador de porcentaje de productos no despachados**

Este indicador sirve para medir que porcentaje representa las cajas que fueron solicitadas pero que por algún motivo no fueron despachadas.

$$\text{Porcentaje de productos no despachados} = \frac{\# \text{ productos no despachados}}{\text{Total de productos solicitados}}$$

$$\text{Porcentaje de productos no despachados} = \frac{1.633}{480.328} = 0.34\%$$

El porcentaje de cajas que no fueron despachadas corresponde a un 0.34%, se podría considerar que es un indicador muy bajo porque si se despachó un 99.66% de productos requeridos.

	Referencia	Unidad de empaque	Pedidos (Cajas) Anual	Producido (Cajas) Anual	Despachos (Cajas) anual	Status
1	CONSERVAS EN TOMATE LA SOBERANA 425 GR	24	154.580	157.328	155.080	Cumplido
2	ATUN LOMO ACEITE LA SOBERANA 170 G	48	144.207	145.300	145.300	Cumplido
3	SARDINA TINAPA TOMATE LA SOBERANA 155 GR	50	57.588	61.026	61.026	Cumplido
4	SARDINA TALL TOMATE LA SOBERANA 425 GR	24	34.527	34.005	34.005	No Cumplido
5	CONSERVAS EN TOMATE BOCADO DE MAR 400G	48	23.913	24.190	24.190	Cumplido
6	SARDINA TINAPA TOMATE BOCADO DE MAR 155	50	21.490	23.469	22.200	Cumplido
7	ATUN LOMO AGUA LA SOBERANA 170 GR	48	19.713	19.978	19.978	Cumplido
8	SARDINA TINAPA ACEITE SOBERANA 155 GR	50	6.113	5.783	5.783	No Cumplido
9	SARDINA OVAL ACEITE LA SOBERANA 425 GR	48	5.580	4.816	4.816	No Cumplido
10	SARDINA OVAL TOMATE MONTECARLO 425GR	24	2.185	2.186	2.185	Cumplido
11	ATUN LOMOS EN ACEITE OLIMPICA 170GR	48	1.918	1.919	1.918	Cumplido
12	SARDINA OVAL ACEITE RIO DE LA PLATA 425	24	1.812	1.814	1.812	Cumplido
13	SARDINA TALL NATURAL RIO DE LA PLATA 425	24	1.801	1.802	1.801	Cumplido
14	SARDINA TALL TTE RIO DE LA PLATA 425 GR	24	1.801	1.805	1.801	Cumplido
15	ATUN LOMO ACEITE INDUVAL 170 GR	48	1.009	1.200	1.200	Cumplido
16	ATUN RALLADO ACEITE LA SOBERANA 170 GR	48	502	600	600	Cumplido
17	SARDINA OVAL TOMATE METRO 425G	48	422	423	423	Cumplido
18	SARDINA OVAL TOMATE JBO 425G	48	350	352	352	Cumplido
19	SARDINA TINAPA TOMATE METRO 155G	50	316	300	300	No Cumplido
20	ATUN LOMO ACEITE EXTRA 170GR	48	151	151	151	Cumplido
21	ATUN LOMO EN AGUA EXTRA 170GR	48	150	149	149	No Cumplido
22	SARDINA OVAL TOMATE MI DIA 425 GR	48	134	135	135	Cumplido
23	SARDINA TINAPA TOMATE MI DIA 155 GR	50	68	68	68	Cumplido

TABLA 3.5 MAPEO DE DISTANCIAS
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

Resúmen	
Pedido anual (cajas)	480.328
Cajas Producidas	488.799
Despachos (cajas)	485.273
Cumplido	18
No cumplido	5
No despachado	1.633

TABLA 3.6. MAPEO DE DISTANCIAS
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

b) Mapeo en base a stock promedio

En la figura 3.4 se muestra el mapeo de todos los productos tomando en cuenta el stock promedio de las bodegas, se puede evidenciar existen productos i1, i2 y i3 que están clasificados como tipo A, pero se ciertas cantidades se encuentran alejadas del muelle, como también hay productos que pertenecen a tipo C y se encuentran cerca del muelle.

En la figura 3.5 se muestra el mapeo de todos los productos, pero se consolidó descuerdo a la clasificación ABC para poder observar cómo están distribuidos cada uno de los tipos de producto dentro de la bodega.

c) Prioridades de productos

Se procedió a dar prioridades a cada uno de los productos usando el criterio que se ponderaría con 23 al que mantenía más cantidad de pallets y así sucesivamente hasta ponderar con 1 al que mantenía la menor cantidad. Esta ponderación se la realizó con la finalidad de ajustar el modelo matemático para obligarlo que los productos que tienen mayor rotación estén más cerca del muelle.

En la tabla 3.7 se muestra la ponderación realizada.

Tipo de producto ABC	Código	Referencia	Total de pallets	Prioridad	Índices
A	A1	CONSERVAS EN TOMATE LA SOBERANA 425 GR	75	23	i1
A	A3	SARDINA TINAPA TOMATE LA SOBERANA 155 GR	66	22	i3
A	A2	ATUN LOMO ACEITE LA SOBERANA 170 G	58	21	i2

B	B1	SARDINA TALL TOMATE LA SOBERANA 425 GR	53	20	i4
B	B2	CONSERVAS EN TOMATE BOCADO DE MAR 400G	21	19	i5
B	B4	ATUN LOMO AGUA LA SOBERANA 170 GR	7	18	i7
C	C5	SARDINA OVAL ACEITE RIO DE LA PLATA 425	4	17	i12
C	C3	SARDINA OVAL TOMATE MONTECARLO 425GR	2	16	i10
C	C4	ATUN LOMOS EN ACEITE OLIMPICA 170GR	2	15	i11
C	C11	SARDINA OVAL TOMATE JBO 425G	2	14	i18
B	B3	SARDINA TINAPA TOMATE BOCADO DE MAR 155	1	13	i6
C	C1	SARDINA TINAPA ACEITE SOBERANA 155 GR	1	12	i8
C	C2	SARDINA OVAL ACEITE LA SOBERANA 425 GR	1	11	i9
C	C6	SARDINA TALL NATURAL RIO DE LA PLATA 425	1	10	i13
C	C7	SARDINA TALL TTE RIO DE LA PLATA 425 GR	1	9	i14
C	C8	ATUN LOMO ACEITE INDUVAL 170 GR	1	8	i15
C	C9	ATUN RALLADO ACEITE LA SOBERANA 170 GR	1	7	i16
C	C10	SARDINA OVAL TOMATE METRO 425G	1	6	i17
C	C12	SARDINA TINAPA TOMATE METRO 155G	1	5	i19
C	C13	ATUN LOMO ACEITE EXTRA 170GR	1	4	i20
C	C14	ATUN LOMO EN AGUA EXTRA 170GR	1	3	i21
C	C15	SARDINA OVAL TOMATE MI DIA 425 GR	1	2	i22
C	C16	SARDINA TINAPA TOMATE MI DIA 155 GR	1	1	i23

**TABLA 3.7 PONDERACION POR PRIORIDAD
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ**

Tipo de producto ABC	Código	Referencia	Empaque	Unidades por empaque	Stock (Unidades)	Stock (Cajas)	Cajas por plancha	Altura por pallet	Pallets por pila	Total Cajas/Pallet	Total de pallets	
A	A1	CONSERVAS EN TOMATE LA SOBERANA 425 GR	Caja	24	179.564	7.482	10	10	3	100	75	
A	A2	ATUN LOMO ACEITE LA SOBERANA 170 G	Caja	48	287.563	5.991	15	7	3	105	58	
A	A3	SARDINA TINAPA TOMATE LA SOBERANA 155 GR	Caja	50	328.620	6.572	20	5	3	100	66	
B	B1	SARDINA TALL TOMATE LA SOBERANA 425 GR	Caja	24	125.300	5.221	20	5	3	100	53	
B	B2	CONSERVAS EN TOMATE BOCADO DE MAR 400G	Caja	48	48.536	1.011	10	5	3	50	21	
B	B3	SARDINA TINAPA TOMATE BOCADO DE MAR 155	Caja	50	1.500	30	20	5	3	100	1	
B	B4	ATUN LOMO AGUA LA SOBERANA 170 GR	Caja	48	35.000	729	15	7	3	105	7	
C	C1	SARDINA TINAPA ACEITE SOBERANA 155 GR	Caja	50	3.000	60	20	5	3	100	1	
C	C2	SARDINA OVAL ACEITE LA SOBERANA 425 GR	Caja	48	106	2	10	5	3	50	1	
C	C3	SARDINA OVAL TOMATE MONTECARLO 425GR	Caja	24	3.500	146	10	10	3	100	2	
C	C4	ATUN LOMOS EN ACEITE OLIMPICA 170GR	Caja	48	5.760	120	15	7	3	105	2	
C	C5	SARDINA OVAL ACEITE RIO DE LA PLATA 425	Caja	24	4.312	180	10	5	3	50	4	
C	C6	SARDINA TALL NATURAL RIO DE LA PLATA 425	Caja	24	368	15	20	5	3	100	1	
C	C7	SARDINA TALL TTE RIO DE LA PLATA 425 GR	Caja	24	489	20	20	5	3	100	1	
C	C8	ATUN LOMO ACEITE INDUVAL 170 GR	Caja	48	1.569	33	15	7	3	105	1	
C	C9	ATUN RALLADO ACEITE LA SOBERANA 170 GR	Caja	48	4.587	96	15	7	3	105	1	
C	C10	SARDINA OVAL TOMATE METRO 425G	Caja	48	2.333	49	10	5	3	50	1	
C	C11	SARDINA OVAL TOMATE JBO 425G	Caja	48	2.698	56	10	5	3	50	2	
C	C12	SARDINA TINAPA TOMATE METRO 155G	Caja	50	1.222	24	20	5	3	100	1	
C	C13	ATUN LOMO ACEITE EXTRA 170GR	Caja	48	50	1	15	7	3	105	1	
C	C14	ATUN LOMO EN AGUA EXTRA 170GR	Caja	48	89	2	15	7	3	105	1	
C	C15	SARDINA OVAL TOMATE MI DIA 425 GR	Caja	48	90	2	10	5	3	50	1	
C	C16	SARDINA TINAPA TOMATE MI DIA 155 GR	Caja	50	50	1	20	5	3	100	1	
					1.036.306	27.843						303

TABLA 3.8 STOCK PROMEDIO
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

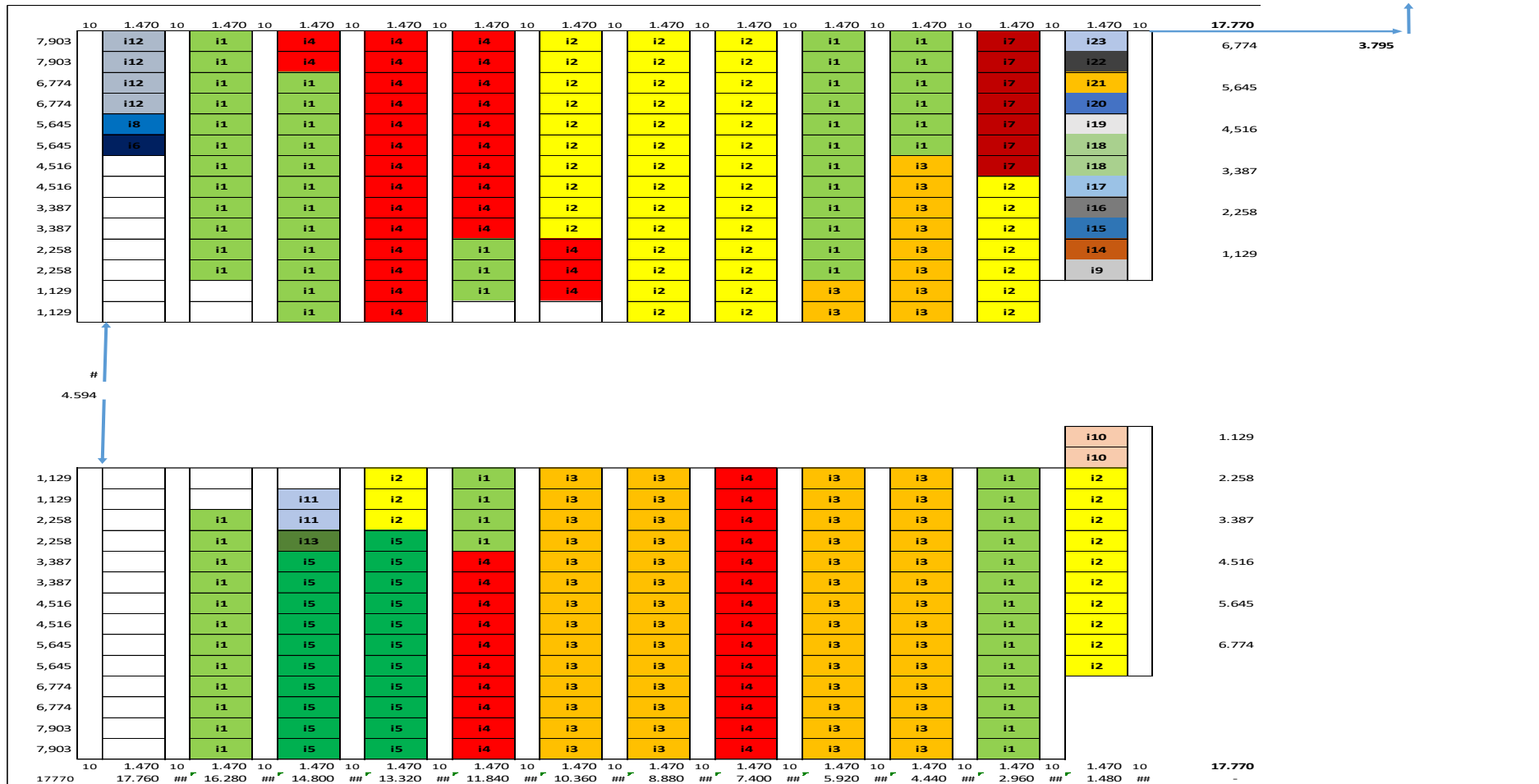


FIGURA 3.4 MAPEO ACTUAL POR PRODUCTO
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

3.4. DISEÑO Y APLICACIÓN DEL MODELO MATEMÁTICO

3.4.1 ÍNDICES DEL MODELO

Los índices para el modelo matemático que se utilizarán son los siguientes:

- (i) Productos
- (j) Ubicaciones

En donde:

- (i) Son todos los productos terminados que produce la Fabrica, en el cual se los detalla en la siguiente tabla:

	Referencia
1	CONSERVAS EN TOMATE LA SOBERANA 425 GR
2	ATUN LOMO ACEITE LA SOBERANA 170 G
3	SARDINA TINAPA TOMATE LA SOBERANA 155 GR
4	SARDINA TALL TOMATE LA SOBERANA 425 GR
5	CONSERVAS EN TOMATE BOCADO DE MAR 400G
6	SARDINA TINAPA TOMATE BOCADO DE MAR 155
7	ATUN LOMO AGUA LA SOBERANA 170 GR
8	SARDINA TINAPA ACEITE SOBERANA 155 GR
9	SARDINA OVAL ACEITE LA SOBERANA 425 GR
10	SARDINA OVAL TOMATE MONTECARLO 425GR
11	ATUN LOMOS EN ACEITE OLIMPICA 170GR
12	SARDINA OVAL ACEITE RIO DE LA PLATA 425
13	SARDINA TALL NATURAL RIO DE LA PLATA 425
14	SARDINA TALL TTE RIO DE LA PLATA 425 GR
15	ATUN LOMO ACEITE INDUVAL 170 GR
16	ATUN RALLADO ACEITE LA SOBERANA 170 GR
17	SARDINA OVAL TOMATE METRO 425G
18	SARDINA OVAL TOMATE JBO 425G
19	SARDINA TINAPA TOMATE METRO 155G
20	ATUN LOMO ACEITE EXTRA 170GR
21	ATUN LOMO EN AGUA EXTRA 170GR
22	SARDINA OVAL TOMATE MI DIA 425 GR
23	SARDINA TINAPA TOMATE MI DIA 155 GR

TABLA 3.9 INDICES DEL MODELO MATEMATICO
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

(j) Son las 332 ubicaciones con las que cuenta la bodega en análisis.

3.4.2 PARÁMETROS

Los parámetros que se utilizaran en el modelo, se los representará mediante las siguientes tablas:

Distancia(j): Distancia desde el muelle a la ubicación j

J1	7.903	J61	10.436	J121	14.098	J181	15.929	J241	12.267	J301	8.605
J2	8.203	J62	10.736	J122	14.398	J182	16.229	J242	12.567	J302	8.905
J3	6.774	J63	9.307	J123	12.969	J183	17.058	J243	13.396	J303	9.734
J4	7.074	J64	9.607	J124	13.269	J184	17.358	J244	13.696	J304	10.034
J5	5.645	J65	8.178	J125	21.223	J185	18.187	J245	14.525	J305	10.863
J6	5.945	J66	8.478	J126	21.523	J186	18.487	J246	14.825	J306	11.163
J7	4.516	J67	7.049	J127	20.094	J187	19.316	J247	15.654	J307	2.609
J8	4.816	J68	7.349	J128	20.394	J188	19.616	J248	15.954	J308	2.909
J9	3.387	J69	15.303	J129	18.965	J189	20.445	J249	16.783	J309	3.738
J10	3.687	J70	15.603	J130	19.265	J190	20.745	J250	17.083	J310	4.038
J11	2.258	J71	14.174	J131	17.836	J191	21.574	J251	8.529	J311	4.867
J12	2.558	J72	14.474	J132	18.136	J192	21.874	J252	8.829	J312	5.167
J13	9.383	J73	13.045	J133	16.707	J193	22.703	J253	9.658	J313	5.996
J14	9.683	J74	13.345	J134	17.007	J194	23.003	J254	9.958	J314	6.296
J15	8.254	J75	11.916	J135	15.578	J195	14.449	J255	10.787	J315	7.125
J16	8.554	J76	12.216	J136	15.878	J196	14.749	J256	11.087	J316	7.425
J17	7.125	J77	10.787	J137	14.449	J197	15.578	J257	11.916	J317	8.254
J18	7.425	J78	11.087	J138	14.749	J198	15.878	J258	12.216	J318	8.554
J19	5.996	J79	9.658	J139	22.703	J199	16.707	J259	13.045	J319	9.383
J20	6.296	J80	9.958	J140	23.003	J200	17.007	J260	13.345	J320	9.683
J21	4.867	J81	8.529	J141	21.574	J201	17.836	J261	14.174	J321	-
J22	5.167	J82	8.829	J142	21.874	J202	18.136	J262	14.474	J322	-
J23	3.738	J83	16.783	J143	20.445	J203	18.965	J263	15.303	J323	1.129
J24	4.038	J84	17.083	J144	20.745	J204	19.265	J264	15.603	J324	1.429
J25	2.609	J85	15.654	J145	19.316	J205	20.094	J265	7.049	J325	2.258
J26	2.909	J86	15.954	J146	19.616	J206	20.394	J266	7.349	J326	2.558
J27	10.863	J87	14.525	J147	18.187	J207	21.223	J267	8.178	J327	3.387
J28	11.163	J88	14.825	J148	18.487	J208	21.523	J268	8.478	J328	3.687
J29	9.734	J89	13.396	J149	17.058	J209	12.969	J269	9.307	J329	4.516
J30	10.034	J90	13.696	J150	17.358	J210	13.269	J270	9.607	J330	4.816
J31	8.605	J91	12.267	J151	15.929	J211	14.098	J271	10.436	J331	5.645
J32	8.905	J92	12.567	J152	16.229	J212	14.398	J272	10.736	J332	5.945
J33	7.476	J93	11.138	J153	24.183	J213	15.227	J273	11.565		
J34	7.776	J94	11.438	J154	24.483	J214	15.527	J274	11.865		

J35	6.347	J95	10.009	J155	23.054	J215	16.356	J275	12.694
J36	6.647	J96	10.309	J156	23.354	J216	16.656	J276	12.994
J37	5.218	J97	18.263	J157	21.925	J217	17.485	J277	13.823
J38	5.518	J98	18.563	J158	22.225	J218	17.785	J278	14.123
J39	4.089	J99	17.134	J159	20.796	J219	18.614	J279	5.569
J40	4.389	J100	17.434	J160	21.096	J220	18.914	J280	5.869
J41	12.343	J101	16.005	J161	19.667	J221	19.743	J281	6.698
J42	12.643	J102	16.305	J162	19.967	J222	20.043	J282	6.998
J43	11.214	J103	14.876	J163	18.538	J223	11.489	J283	7.827
J44	11.514	J104	15.176	J164	18.838	J224	11.789	J284	8.127
J45	10.085	J105	13.747	J165	17.409	J225	12.618	J285	8.956
J46	10.385	J106	14.047	J166	17.709	J226	12.918	J286	9.256
J47	8.956	J107	12.618	J167	17.409	J227	13.747	J287	10.085
J48	9.256	J108	12.918	J168	17.709	J228	14.047	J288	10.385
J49	7.827	J109	11.489	J169	18.538	J229	14.876	J289	11.214
J50	8.127	J110	11.789	J170	18.838	J230	15.176	J290	11.514
J51	6.698	J111	19.743	J171	19.667	J231	16.005	J291	12.343
J52	6.998	J112	20.043	J172	19.967	J232	16.305	J292	12.643
J53	5.569	J113	18.614	J173	20.796	J233	17.134	J293	4.089
J54	5.869	J114	18.914	J174	21.096	J234	17.434	J294	4.389
J55	13.823	J115	17.485	J175	21.925	J235	18.263	J295	5.218
J56	14.123	J116	17.785	J176	22.225	J236	18.563	J296	5.518
J57	12.694	J117	16.356	J177	23.054	J237	10.009	J297	6.347
J58	12.994	J118	16.656	J178	23.354	J238	10.309	J298	6.647
J59	11.565	J119	15.227	J179	24.183	J239	11.138	J299	7.476
J60	11.865	J120	15.527	J180	24.483	J240	11.438	J300	7.776

TABLA 3.10 DISTANCIA POR UBICACIONES
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

Inventario(i): Inventario del producto i.

Producto	Inventario pallets
i1	75
i3	66
i2	58
i4	53
i5	21
i7	7
i12	4
i10	2
i11	2
i18	2
i6	1
i8	1

i9	1
i13	1
i14	1
i15	1
i16	1
i17	1
i19	1
i20	1
i21	1
i22	1
i23	1

TABLA 3.11 INVENTARIO DE PRODUCTOS

ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

Prioridad(i): Prioridad del producto i.

Producto	Prioridad
i1	23
i3	22
i2	21
i4	20
i5	19
i7	18
i12	17
i10	16
i11	15
i18	14
i6	13
i8	12
i9	11
i13	10
i14	9
i15	8
i16	7
i17	6
i19	5
i20	4
i21	3
i22	2
i23	1

TABLA 3.12 PRIORIDAD DEL PRODUCTO

ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

3.4.3 VARIABLES

Los resultados que se obtendrán del modelo se obtendrán utilizando las siguientes variables:

Variable	Descripción
$x(i,j)$	Numero de pallets del producto i en la ubicación j
z	Función objetivo

TABLA 3.13 VARIABLES
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

En donde:

x es una variable binaria.

3.4.4 FUNCION DE OBJETIVO

El objetivo principal de la aplicación del modelo es minimizar el recorrido desde el muelle hasta cada una de las ubicaciones de los productos.

La función objetivo es:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^{23} \sum_{j=1}^{332} \text{Distancia}_j * x_{ij} * \text{Prioridad}_i$$

En donde:

Distancia_j representa la distancia desde el muelle a cada una de las ubicaciones.

x_{ij} variable binaria que nos indica si se ocupa o no la ubicación.

Prioridad_i representa el grado de prioridad del producto para que lo ubique siempre cerca del muelle.

3.4.5 RESTRICCIONES

Las restricciones que van a ser usadas para el modelo se muestran mediante las siguientes expresiones:

Capacidad (j)

La restricción capacidad permite que para cada ubicación solo se le asigne un pallet con producto.

$$\sum_{i=1}^{23} x_{ij} = 1$$

En donde:

x_{ij} variable binaria que nos indica si se ocupa o no la ubicación.

Balance (i)

La restricción balance permite que el número de las ubicaciones que se activen sea mayor al número de pallets que tenemos en inventario.

$$\sum_{j=1}^{332} x_{ij} > \text{Inventario}_i$$

En donde:

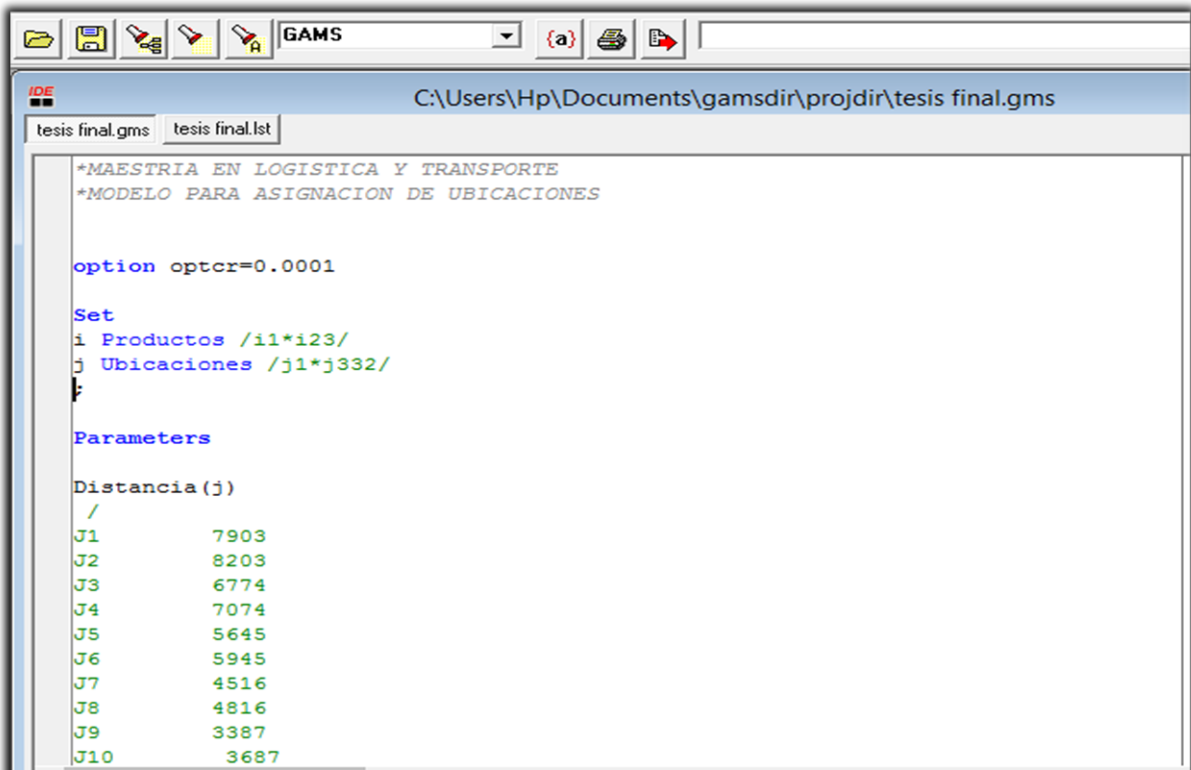
x_{ij} variable binaria que nos indica si se ocupa o no la ubicación.

Inventario_i representa el inventario en stock para cada uno de los productos.

3.4.6 APLICACIÓN DEL MODELO MATEMATICO

En la figura 3.6 se muestra un capture de la programación del modelo en Gams, en donde se pueden notar los sets o índices: (i) y (j) y el parámetro distancia(j).

En la figura 3.7 se muestra la programación del parámetro inventario(i) y en la figura 3.8 se muestra la programación del parámetro prioridad (i).



```
*MAESTRIA EN LOGISTICA Y TRANSPORTE
*MODELO PARA ASIGNACION DE UBICACIONES

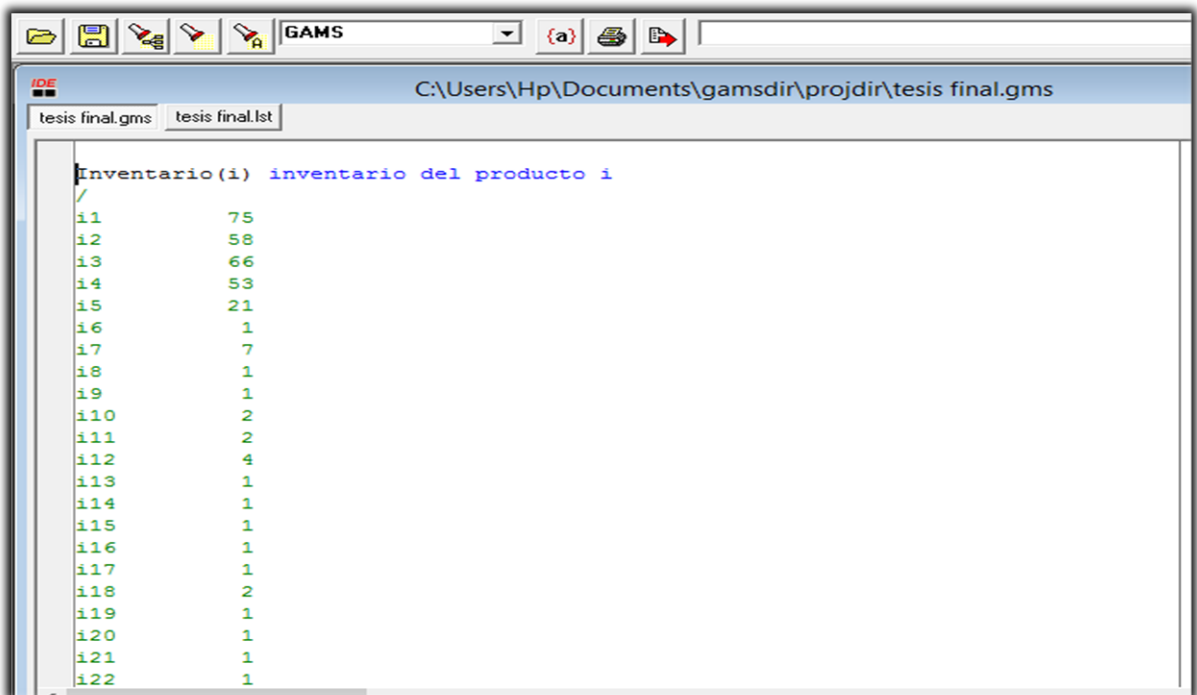
option optcr=0.0001

Set
i Productos /i1*i23/
j Ubicaciones /j1*j332/

Parameters

Distancia(j)
/
J1      7903
J2      8203
J3      6774
J4      7074
J5      5645
J6      5945
J7      4516
J8      4816
J9      3387
J10     3687
```

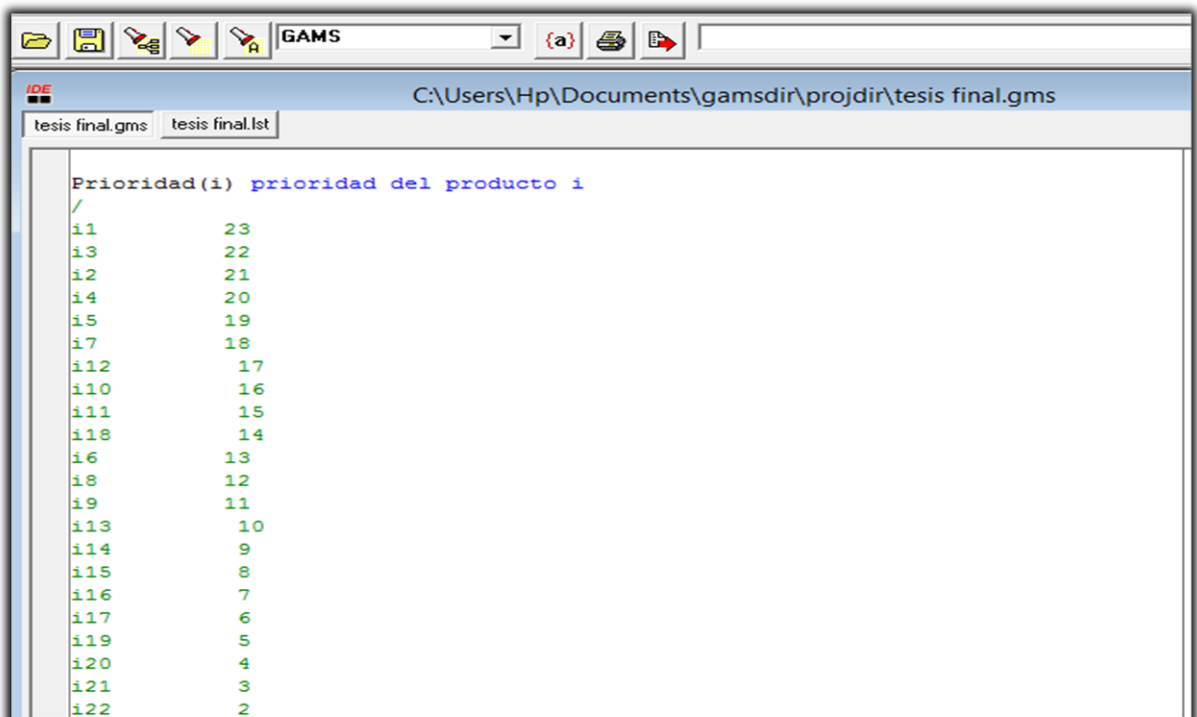
FIGURA 3.6 PROGRAMACIÓN GAMS #1
FUENTE: SOFTWARE GAMS



The screenshot shows the GAMS IDE interface with a file named 'tesis final.gms' open. The main window displays a GAMS data table for 'Inventario(i) inventario del producto i'. The table lists 22 items (i1 to i22) and their corresponding inventory values.

Item	Inventory Value
i1	75
i2	58
i3	66
i4	53
i5	21
i6	1
i7	7
i8	1
i9	1
i10	2
i11	2
i12	4
i13	1
i14	1
i15	1
i16	1
i17	1
i18	2
i19	1
i20	1
i21	1
i22	1

FIGURA 3.7 PROGRAMACIÓN GAMS #2
FUENTE: SOFTWARE GAMS

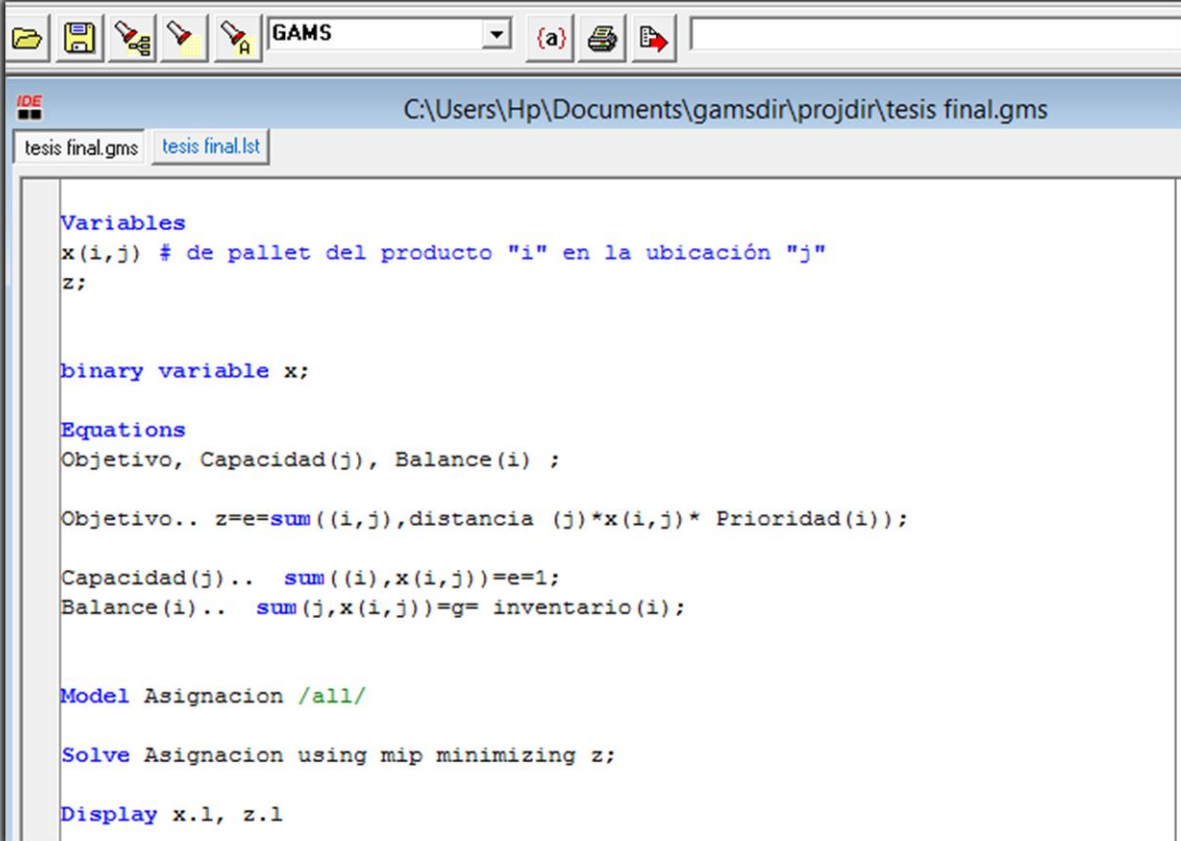


The screenshot shows the GAMS IDE interface with a file named 'tesis final.gms' open. The main window displays a GAMS data table for 'Prioridad(i) prioridad del producto i'. The table lists 22 items (i1 to i22) and their corresponding priority values.

Item	Priority Value
i1	23
i3	22
i2	21
i4	20
i5	19
i7	18
i12	17
i10	16
i11	15
i18	14
i6	13
i8	12
i9	11
i13	10
i14	9
i15	8
i16	7
i17	6
i19	5
i20	4
i21	3
i22	2

FIGURA 3.8 PROGRAMACIÓN GAMS #3
FUENTE: SOFTWARE GAMS

En la figura 3.9 se muestra las variables que van a ser usadas en modelo matemático, la función objetivos y las restricciones.



```
Variables
x(i,j) # de pallet del producto "i" en la ubicación "j"
z;

binary variable x;

Equations
Objetivo, Capacidad(j), Balance(i) ;

Objetivo.. z=e=sum((i,j),distancia (j)*x(i,j)* Prioridad(i));

Capacidad(j).. sum((i),x(i,j))=e=1;
Balance(i).. sum(j,x(i,j))=g= inventario(i);

Model Asignacion /all/

Solve Asignacion using mip minimizing z;

Display x.l, z.l
```

FIGURA 3.9 PROGRAMACIÓN GAMS #4
FUENTE: SOFTWARE GAMS

3.4.6 RESULTADOS OBTENIDOS

a) Resultados del modelo matemático en Gams

Mediante la herramienta Gams dio como resultado que tipo de los 23 productos se le debe asignar a cada una de las 332 ubicaciones con las que cuenta la bodega como muestra la figura 3.10 que se encuentra a continuación.

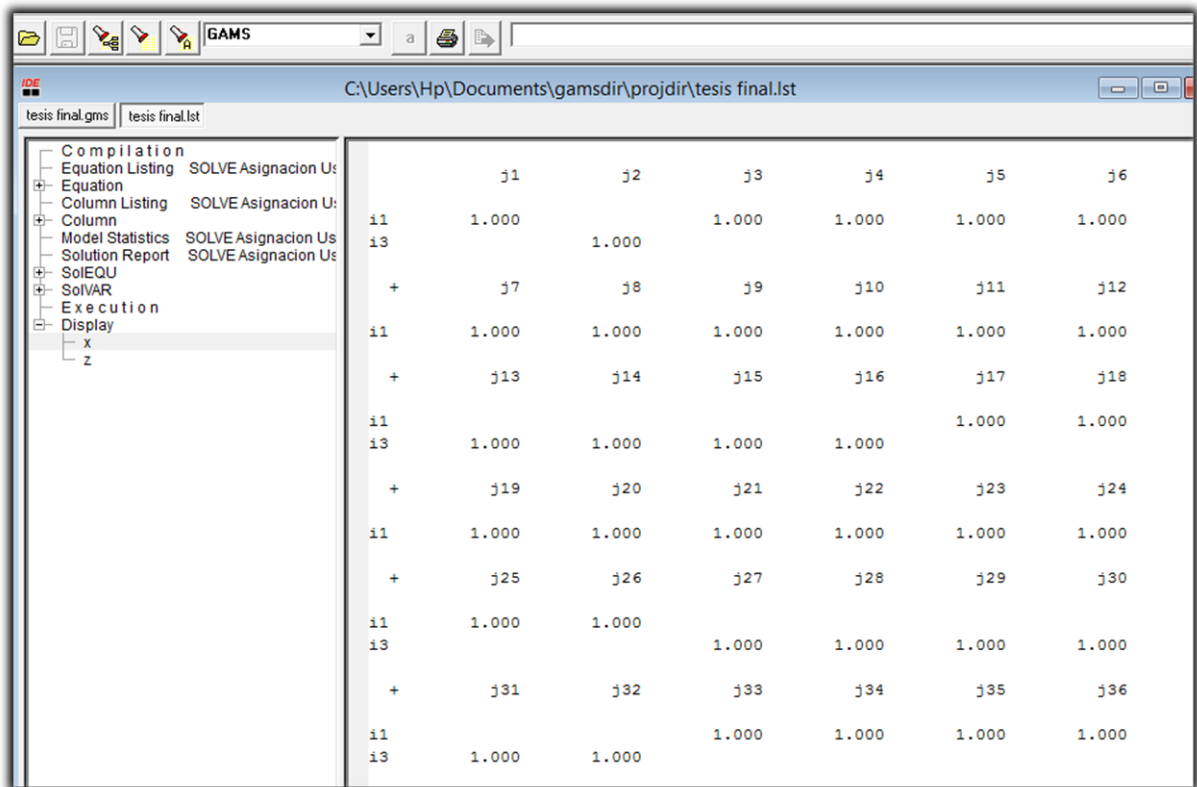


FIGURA 3.10 PROGRAMACIÓN GAMS #5
FUENTE: SOFTWARE GAMS

b) Mapeo con la nueva asignación de ubicaciones

En la figura 3.11 se muestra el mapeo de todos los productos tomando en cuenta el stock promedio de las bodegas y la asignación que fue sugerida por el modelo matemático, se puede evidenciar que todos los productos i1, i2 e i3 que pertenecen a los productos tipo A, se encuentran ubicados en cerca del muelle, los productos i4, i5, i6 e i7 que pertenecen a los productos tipo B se encuentran ubicados después de los productos tipo A y finalmente los productos i8, i9, i10, i11, i12, i13, i14, i15, i16, i17, i18, i19, i20, i21, i22 e i23 se encuentran al final de la bodega porque son productos de baja rotación.

En la figura 3.12 se muestra el mapeo de todos los productos, pero se consolidó de acuerdo a la clasificación ABC para poder observar cómo están distribuidos cada uno de los tipos de producto dentro de la bodega.

Se puede notar claramente que existen solo 3 franjas de colores, corroborando que los resultados del modelo dieron fueron los esperados para poder asignar los productos tipo A cerca del muelle siendo estos los que tienen más rotación.

c) Estructura de la Simulación en Flexsim

Para la simulación se consideró que se produce tres tipos de productos que serían tipo A (pallets en color amarillo), tipo B (pallets en color verde) y tipo C (pallets en color celeste), existen 2 montacargas, 3 estanterías que están clasificadas para cada uno de los tipos de producto y un tracto-camión para simular el despacho.

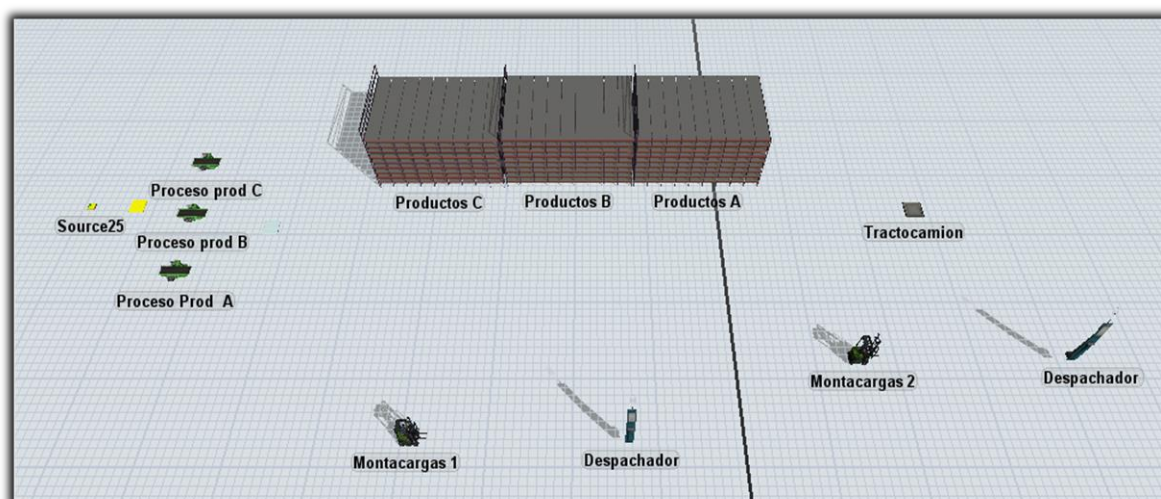


FIGURA 3.13 ESTRUCTURA PARA LA SIMULACION
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ

d) Resultados obtenidos en Flexsim

En el software Flexsim se simuló tres escenarios: despachos de productos tipo A, tipo B y tipo C. Los criterios que se consideraron para todos los escenarios fue la siguiente:

- El arribo de los productos a la fuente source25 es de 332 pallets que es la capacidad de almacenamiento.
- Los pallets van a llegar a una distribución uniforme (1,3).
- Se parametrizó para que se produzca 3 tipos de productos, para la simulación los productos se consideró que el producto 1 son

todos los productos tipo A, el producto 2 son todos los productos tipo B y el producto 3 los productos tipo C.

- Los objetos van a ser seleccionados por cada uno de los tres procesos por el color, Proceso producto A seleccionará solo los productos de color Amarillo, Proceso producto B seleccionará solos los productos de color verde y Proceso producto C seleccionará solos los productos de color celeste.
- Se parametrizó las colas para que máximo contenga 332 pallets, sean enviados a los puertos por color de pallets y se use transporte para conectar los objetos con los puertos.
- Para los tres racks que contienen los productos ABC respectivamente, sé parametrizó las ocupaciones para que se almacene de manera aleatoria en cada rack dependiendo del tipo de producto ABC (color de pallet). Para el rack de productos A máximo debe contener 199 ocupaciones, el rack de productos B máximo debe tener 82 ubicaciones y el producto C máximo debe tener 22 que son los stocks promedios.
- El montacargas se lo parametrizó de diferente manera para cada escenario, donde la capacidad de recolección es de un pallet, velocidad máxima de 4 km/hora. Para el escenario 1 el load time=20 y unload time=30, para el escenario 2 el load time=30 y unload time=50, para el escenario 3 el load time=30 y unload time=60.
- La capacidad del cada tracto-camión va a depender del tipo producto, pero máximo son 20 pallets y el número de cajas por pallets también va a depender del tipo de producto como se muestra en la tabla 3.8.

- Escenario 1 Tipo A

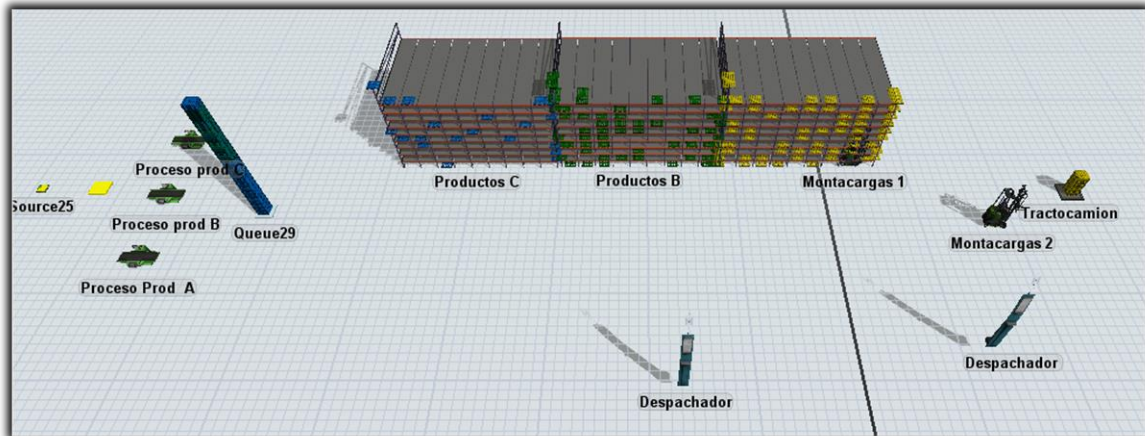


FIGURA 3.14 SIMULACION PRODUCTOS TIPO A
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

El tiempo que se tomó el montacargas en el recorrido para recoger los 20 pallets (Input) y colocarlos en el tracto-camión (Output) fue de 30.14 minutos.

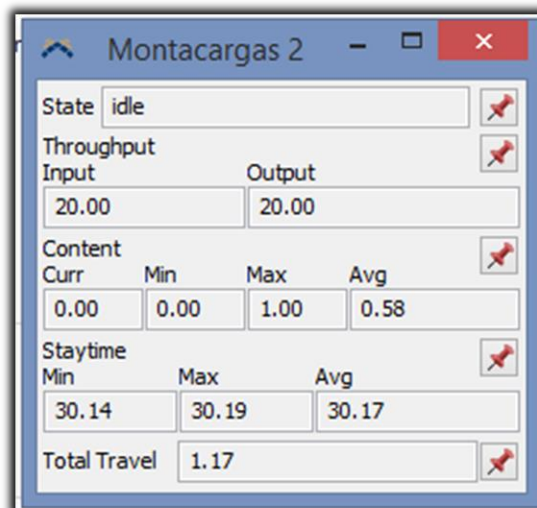


FIGURA 3.15 ESTADISTICAS MONTACARGA DESPACHO TIPO A
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

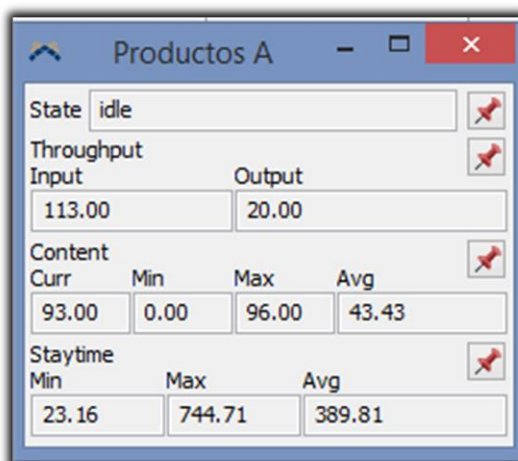


FIGURA 3.16 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS A DESPACHOS TIPO A
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

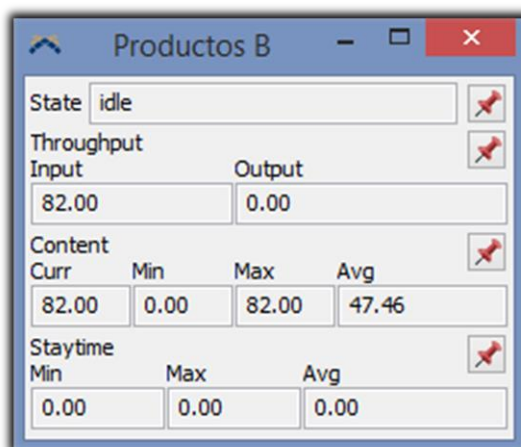


FIGURA 3.17 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS B DESPACHOS TIPO A
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

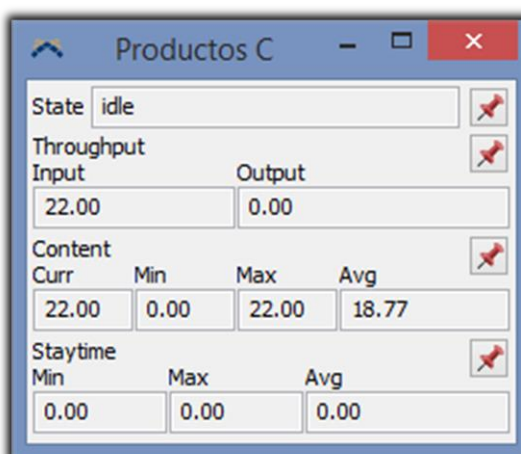


FIGURA 3.18 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS C DESPACHOS TIPO A
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

- Escenario 2 Tipo B

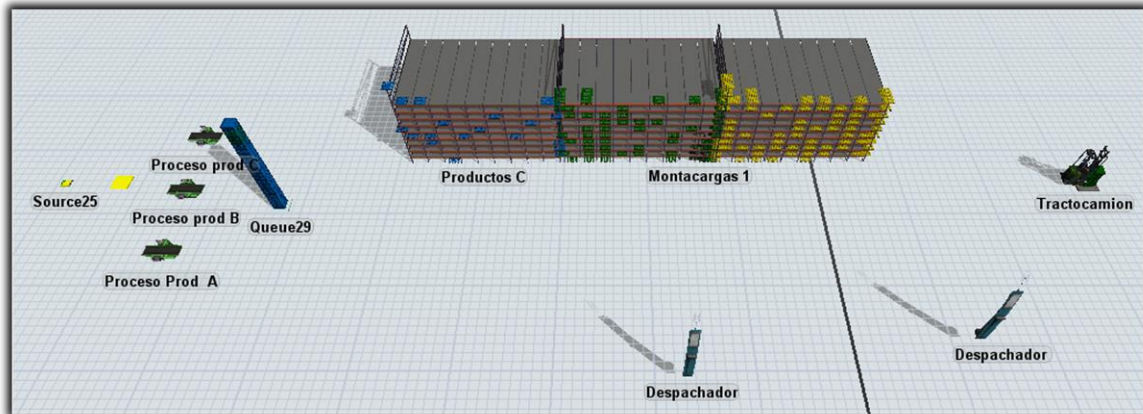


FIGURA 3.19 SIMULACION PRODUCTOS TIPO B
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

El tiempo que se tomó el montacargas en el recorrido para recoger los 18 pallets (Input) y colocarlos en el tracto-camión (Output) fue de 50.19 minutos.

Montacargas 2				
State	unloading			
Throughput				
Input	Output			
18.00	17.00			
Content				
Curr	Min	Max	Avg	
1.00	0.00	1.00	0.60	
Staytime				
Min	Max	Avg		
50.19	50.23	50.21		
Total Travel	1.59			

FIGURA 3.20 ESTADISTICAS MONTACARGA DESPACHO TIPO B
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

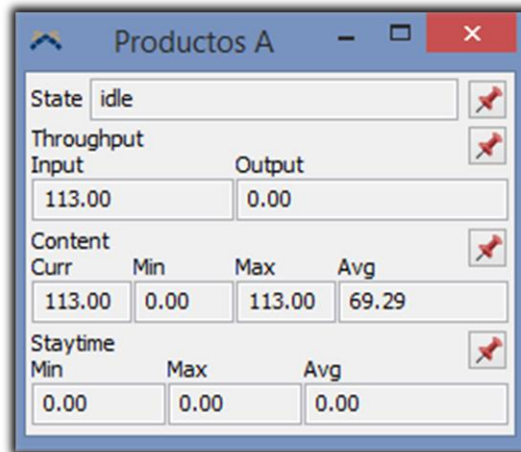


FIGURA 3.21 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS A DESPACHOS TIPO B
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

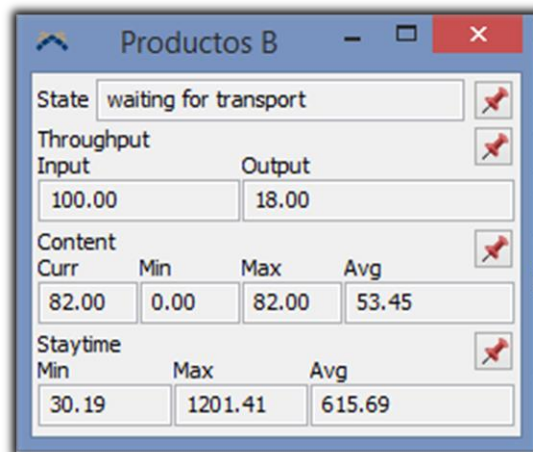


FIGURA 3.22 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS B DESPACHOS TIPO B
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

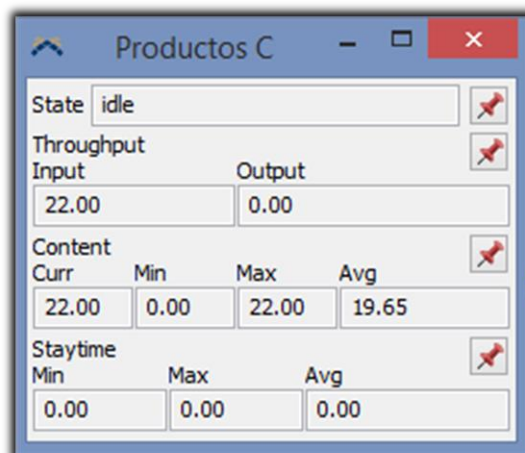


FIGURA 3.23 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS C DESPACHOS TIPO B
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

- Escenario 3 Tipo C

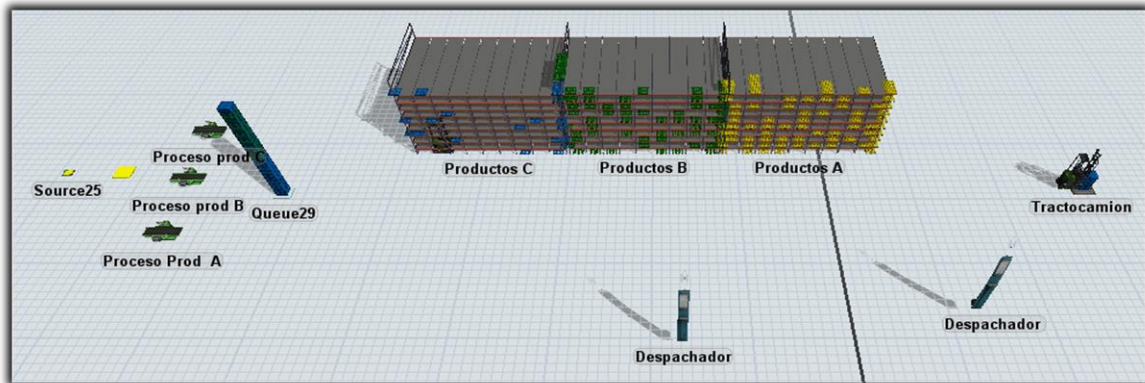


FIGURA 3.24 SIMULACION PRODUCTOS TIPO C
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

El tiempo que se tomó el montacargas en el recorrido para recoger los 16 pallets (Input) y colocarlos en el tracto-camión (Output) fue de 60.24 minutos.

Montacargas 2				
State	unloading			
Throughput				
Input	16.00		Output 15.00	
Content				
Curr	Min	Max	Avg	
1.00	0.00	1.00	0.64	
Staytime				
Min	Max	Avg		
60.24	60.27	60.26		
Total Travel	2.17			

FIGURA 3.25 ESTADISTICAS MONTACARGA DESPACHO TIPO C
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

Productos A				
State	idle			
Throughput				
Input	113.00		Output 0.00	
Content				
Curr	Min	Max	Avg	
113.00	0.00	113.00	68.97	
Staytime				
Min	Max	Avg		
0.00	0.00	0.00		

FIGURA 3.26 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS A DESPACHOS TIPO C
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

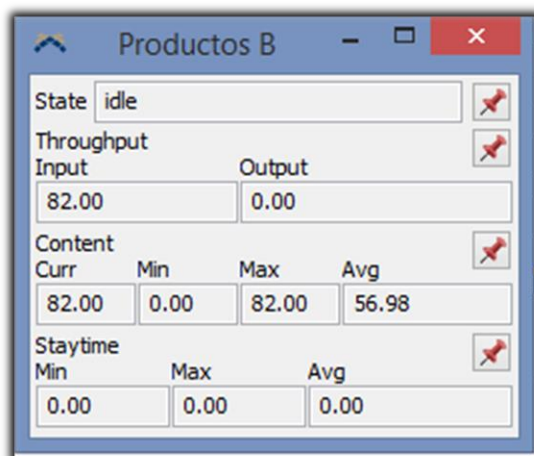


FIGURA 3.27 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS B DESPACHOS TIPO C
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

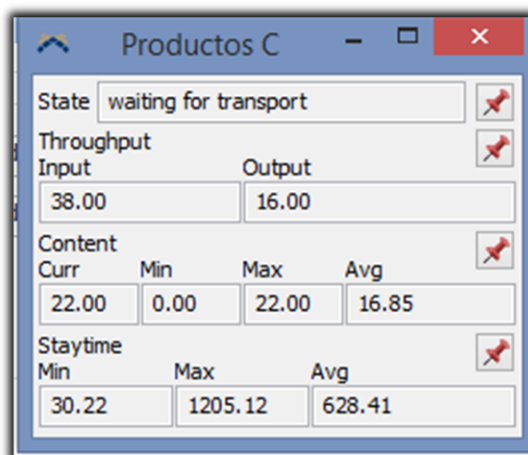


FIGURA 3.28 ESTADISTICAS RACK PRODUCTOS C DESPACHOS TIPO C
FUENTE: SOFTWARE FLEXSIM

e) Ahorros

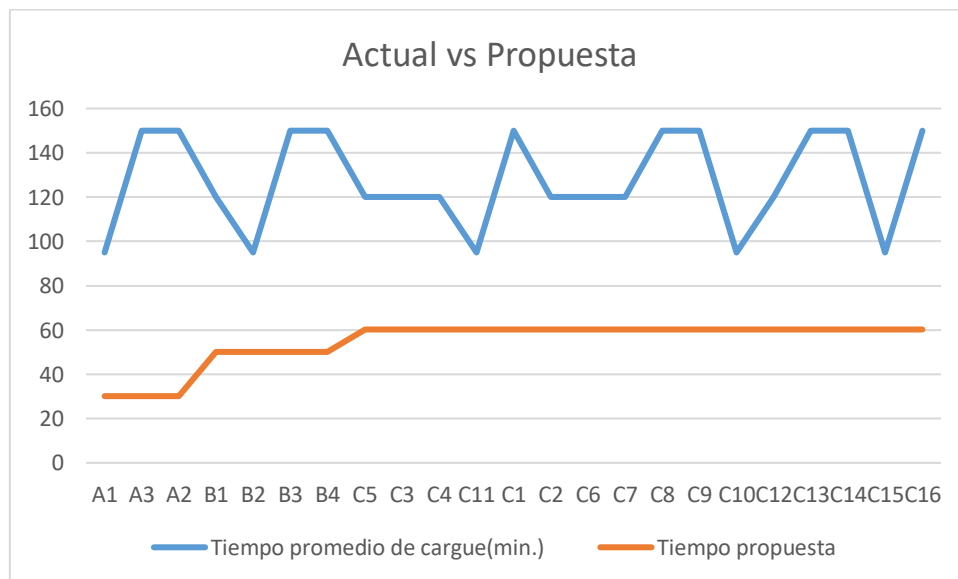
Si se asigna las ubicaciones propuestas por el modelo matemático, disminuye el recorrido del montacargas dentro de la bodega, se reduce el tiempo de despachos ocasionando que el personal de bodega no genere pago de

sobretiempos y se llegaría a tener un ahorro mensual de aproximadamente \$713.52 y un ahorro anual de \$8.562.24.

CARGO	CANTIDAD	SALARIO INDIVIDUAL (Mes)	SALARIO TOTAL (Mes)	HORAS		HORA DE TRABAJO	RECARGO 50%	RECARGO 100%	PAGO SOBRETIEPO (MES)	PAGO TOTAL SALARIO
				SUPLEMENTARIAS (PROMEDIO MES)	HORAS EXTRAS (PROMEDIO MES)					
Supervisor de insumos	1	\$ 550,00	\$ 550,00	0	0	\$ 2,29	\$ 1,15	\$ 2,29	\$ -	\$ 550,00
Auxiliares de embarques	5	\$ 394,00	\$ 1.970,00	0	0	\$ 1,64	\$ 0,82	\$ 1,64	\$ -	\$ 1.970,00
Operador de montacargas	1	\$ 625,00	\$ 625,00	0	0	\$ 2,60	\$ 1,30	\$ 2,60	\$ -	\$ 625,00
			\$ 3.145,00						\$ -	\$ 3.145,00
Ahorro mensual										\$ 713,52
Ahorro Anual										\$ 8.562,24

TABLA 3.14 AHORRO ANUAL

En la figura 3.29 se puede notar el comportamiento de la curva, en la curva superior muestra los tiempos de cargue por tipos de productos ABC y en la inferior los tiempos de carga con la propuesta sugerida en el cual se mantienen constantes dependiendo del tipo de producto.



**FIGURA 3.29 TIEMPOS DE CARGUE ACTUAL VS PROPUESTA
ELABORADO POR: OMAR RODRIGUEZ**

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- Se analizó la situación actual, en donde se pudo notar que una de las problemáticas más relevantes era la demora en los despachos de los productos terminados debido a los extensos recorridos que hacían el montacargas dentro de la bodega.
- Se clasificó los veintitrés SKU's por tipo ABC, donde tres pertenecen al tipo A, cuatro pertenecen al tipo B y dieciséis pertenecen al tipo C.
- Por medio del software Gams se pudo construir el modelo matemático y se obtuvo como resultado la asignación las ubicaciones óptimas para cada uno de los tipos de productos.
- Almacenar los productos por ABC dentro de la bodega va a disminuir el recorrido del montacargas dentro la bodega, optimizando el tiempo de cargue, que actualmente está de 1 hora 30 minutos a 2 horas 30 minutos dependiendo del tipo de producto y con la nueva propuesta estaría de 30 minutos a 60 minutos, el mismo que ayudaría a disminuir el pago de sobretiempo del personal.
- Mediante la simulación se pudo obtener los tiempos de cargue para cada tipo de producto, Si se despacha productos tipo A el tiempo de carga promedio es de 30.17 minutos, si se despacha productos tipo B el tiempo de carga promedio es 50.21 minutos y los productos tipo C el tiempo de carga promedio es 60.26 minutos.
- Es ideal ubicar los carros con productos que pertenezcan al mismo tipo de producto para evitar que el montacargas se desplace a donde están los otros tipos de producto provocando incremento en el tiempo de cargue.

4.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un modelo matemático en donde se obtenga las cantidades óptimas a producir por producto para evitar mantener en bodega saldos de productos que no se logró despachar por producción excesiva.
- Se debe conversar con el Departamento de ventas para que se converse con los clientes para poder vender los excesos de producción que sobrepasan las cantidades solicitadas en cada uno de los pedidos, se hace esa recomendación porque el 54.5% de los productos tipo C tienen como stock promedio un pallet, ocupando ubicaciones que podrían servir en el caso de aumento de la demanda.
- La ocupación promedio actual de almacenamiento es del 91.26% pero si existe aumento de la demanda, se recomienda implementar estanterías para ganar 256 ubicaciones adicionales. Ver cotización referencial en Anexo A

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

Arango Serna Martin, Zapata Julián, Pemberthy Jorge. (2010). Reestructuración del layout de la zona de picking en una bodega Industrial. Red de revistas científicas de America latina y el caribe, España y Portugal. Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/1210/121018987007/>

Fernández Luis. (2013). Diseño de un modelo de soporte a la decisión de asignación de ubicaciones de mercadería en una bodega de agroquímicos. Recuperado de <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24814/1/Tesis%20Luis%20Fern%C3%A1ndez%20S-2013.pdf>

Ballou, Ronald H. (2004). Logística, Administración de la cadena de suministro. México: Pearson Educación

Gamboa Ocampo John, Tabares Pineda Jose. (2012). Diseño de modelo matemático aplicado a la planeación de producción y distribución de la supply chain de una empresa de consumo masivo. Recuperado de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/68152/1/dise%C3%B1o_modelo_matematico.pdf

Caviedes Charry Fabián, Gonzalez Coronado Juan Manuel. (2016). Diseño de la distribución física de la bodega: “Arrocera la esmeralda S.A.S.” para mejorar la capacidad de almacenamiento. Recuperado de <http://hdl.handle.net/11522/7697>

Peña Guerrero Edgar, Forero Forero Esmeraldas. (2012). Modelo de simulación del proceso de almacenamiento y distribución en la bodega de la distribuidora de papel de la empresa Muebles & Accesorios S.A., para el mejoramiento de su sistema de inventarios. Recuperado de <http://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/9271/PROYECTO.pdf?sequence=1>

ANEXOS

ANEXO A

CÓDIGO	CANT.	PRODUCTO	COLOR	PRECIO UNIT.	TOTAL
RSS100-600X90X270	11	RACKS SELECTIVO DE 7 MODULOS H=600 F=90 L=270 CON 3 NIVELES + PISO DE VIGA ENCAJONADA, INCLUIVE TUNEL DE 300CM	Azul/Naranja	\$2.629,79	\$28.927,68
PESO POR NIVEL EN VIGAS DE 2,7M. = 2000KG.					
PESO POR NIVEL EN VIGAS DE 3,0M. = 1500KG.					
MEDIDA DE PALLETS CONSIDERADA H=15 x L=120 x F=100CM					

CÓDIGO	CANT.	PRODUCTO	COLOR	PRECIO UNIT.	TOTAL
RSS100-600X90X270	1	RACKS SELECTIVO DE 2 MODULOS H=600 F=90 L=270 CON 3 NIVELES + PISO DE VIGA ENCAJONADA	Azul/Naranja	\$840,28	\$840,28
PESO POR NIVEL EN VIGAS DE 2,7M. = 2000KG.					
MEDIDA DE PALLETS CONSIDERADA H=15 x L=120 x F=100CM					

Piezas:	648
Pernos:	1410
ΣElementos:	2058

SUBTOTAL:	\$29.767,96
*MANEJO DE CARGA E INSTALACIÓN:	1.450,00
SUBTOTAL2:	\$31.217,96
IVA: 12%	\$3.746,16
TOTAL A PAGAR:	\$34.964,12

AREA DISPONIBLE	DESCRIPCION	POSICION	VALOR/POSICION	TOTAL
BODEGA	RACKS SELECTIVO S100 CON 3 NIVELS + PISO Y TUNEL PARA TRANSITO MONTACARGA	588	\$53,09	\$31.217,96

TIEMPO DE ENTREGA:
20 DÍAS LABORABLES
CONTANDO DESDE EL RECIBO DEL ANTICIPO

F. DE PAGO:	%	TOTAL
ANTICIPO	50%	\$17.482,06
CONTRAENTREGA	50%	\$17.482,06

LUGAR DE ENTREGA:
VALDIVIA ATRÁS DE LA CANCHA DE FUTBOL

VALIDEZ DE LA PROFORMA:
15 DÍAS

TIPO DE ACABADO:
APLICACIÓN DE PINTURAS ELECTROSTÁTICAS (PINTURA EN POLVO) PARA GARANTIZAR ACABADOS DE EXCELENTE CALIDAD, MAYOR RESISTENCIA A LA CORROSIÓN Y DURABILIDAD. Y GRAN VARIEDAD DE COLORES NORMATIVOS A CONVENIR ENTRE LAS PARTES.

OBSERVACIONES:
*UNA VEZ FIRMADO ESTE PRESUPUESTO, ACEPTA QUE ESTA DE ACUERDO CON TODO LO ESTIPULADO Y SE COMPROMETE A CANCELAR EL VALOR TOTAL DEL TRABAJO EN EL TIEMPO ACORDADO.

