



**CASO APLICADO: PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA NUEVA BODEGA DE MATERIA PRIMA Y  
PRODUCTO TERMINADO PARA UNA EMPRESA DE BIENES INDUSTRIALES**

**Elaborado por  
JAIR MERA TORRES  
CARLOS ALBERTO ZUÑIGA QUINTERO**

**Asesor de investigación  
LEONARDO RIVERA  
Ph.D.**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERIA  
MAESTRÍA EN INGENIERIA INDUSTRIAL  
SANTIAGO DE CALI  
DICIEMBRE 2013**

## TABLA DE CONTENIDO

1. Título del Proyecto .....	1
2. Contexto .....	1
3. Análisis del Problema .....	1
3.1 Síntomas del Problema .....	1
3.2 Planteamiento del Problema .....	2
4. Objetivos .....	3
4.1 Objetivo General .....	3
4.2 Objetivos Específicos.....	3
5. Justificación y Antecedentes.....	3
6. Marco Teórico .....	4
7. Descripción Actual .....	10
7.1 Descripción de la Situación Actual del Área de Planta .....	10
7.1.1 Descripción de la Planta Actual.....	10
7.1.2 Ubicación Interna de las Instalaciones.....	11
7.1.3 Asignación Interna del Área de las Bodegas – Bodegas en Planta .....	13
7.1.4 Asignación Interna del Área de las Bodegas – Bodega Externa.....	15
7.1.5 Asignación Interna del Área Total para Almacenamiento .....	17
7.2 Tipos de Almacenamiento Existentes en la Bodega .....	18
7.3 Descripción de las Operaciones de la Bodega .....	19
7.3.1 Recepción de Materiales.....	19
7.3.2 Entrega de Ordenes de Producción .....	20
7.3.3 Despacho de Producto Terminado .....	21
7.3.4 Devoluciones.....	21
7.4 Diagramas de Recorrido de Material .....	22
7.5 Recursos Utilizados para las Operaciones .....	22
7.6 Necesidades de Almacenamiento por Familia de Productos, Insumos y Materia Prima .....	22
7.7 Costos de Operación de las Bodegas de Almacenamiento.....	25
8. Propuesta de Diseño de la Nueva Bodega de Producto Terminado e Insumos .....	26

8.1 Clasificación por Características Físicas del Producto.....	28
8.2 Distribución Materiales con Nueva Bodega.....	31
8.2.1 Aspectos Generales.....	32
8.2.2 Distribución según Clasificación.....	32
8.2.3 Zona de Producto Terminado .....	38
8.3 Dispositivos para Movimiento de Material.....	43
8.4 Tipos de Racks.....	45
8.5 Análisis de Ocupación con la Nueva Propuesta .....	49
9. Análisis de Beneficios.....	53
9.1 Costos de Operación de la Bodega de Almacenamiento con la Inversión en la Ampliación .....	53
9.2 Análisis de Inversión .....	55
9.3 VPN.....	57
10. Observaciones Obtenidas .....	58
11. Conclusiones .....	59
12. Bibliografía .....	60

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Agrupación de familias por características similares .....	8
Tabla 2. Relación entre departamentos .....	9
Tabla 3. Análisis de áreas .....	15
Tabla 4. Análisis áreas bodega existente .....	17
Tabla 5. Resumen área total almacenamiento existente .....	17
Tabla 6. Análisis de áreas con racks .....	18
Tabla 7. Resumen área total almacenamiento existente con racks .....	18
Tabla 8. Flujo de Recepción de materiales .....	19
Tabla 9. Flujo de Entrega de órdenes de Producción .....	20
Tabla 10. Flujo de Despacho de producto terminado .....	21
Tabla 11. Flujo de Devoluciones .....	21
Tabla 12. Análisis de Necesidades de área por familia .....	24
Tabla 13. Costo de operación .....	25
Tabla 14. Área general disponible .....	49
Tabla 15. Área a descontar por pasillos, escaleras y oficinas .....	50
Tabla 16. Áreas almacenamiento por zona .....	51
Tabla 17. Áreas por zona teniendo en cuenta almacenamiento vertical .....	52
Tabla 18. Análisis áreas .....	52
Tabla 19. Comparativo área actual vs área propuesta .....	53
Tabla 20. Costo operación bodega nueva.....	53
Tabla 21. Esquema de ahorro .....	54
Tabla 22. Valor Montaje Nueva Bodega .....	55
Tabla 23. Valor Equipamiento Nueva Bodega .....	56
Tabla 24. Valor Adecuación Bodega Actual .....	56
Tabla 25. Inversión requerida .....	56
Tabla 26. Análisis de inversión .....	57

## LISTA DE IMAGENES

Imagen 1. Distribución general de la bodega actualmente .....	10
Imagen 2. Distribución actual de la zona de almacenamiento en bodega de planta .....	13
Imagen 3. Distribución actual de la zona de almacenamiento en bodega externa .....	16
Imagen 4. Distribución de la bodega <Presenta sector de ampliación> .....	28
Imagen 5. Distribución de la bodega propuesta .....	31
Imagen 6. Ubicación en planta zona lateral superior izquierda .....	34
Imagen 7. Ubicación en planta zona lateral inferior izquierda .....	35
Imagen 8. Ubicación en planta zona lateral derecha .....	37
Imagen 9. Modelo de Mezanine .....	39
Imagen 10. Esquema de almacenamiento nivel 1 .....	40
Imagen 11. Esquema de almacenamiento nivel 2 .....	41
Imagen 12. Esquema de almacenamiento nivel 3 .....	42
Imagen 13. Esquema de almacenamiento nivel 4 .....	43
Imagen 14. Montacargas eléctricos .....	44
Imagen 15. Montacargas de combustión .....	44
Imagen 16. Estibador manual .....	45
Imagen 17. Racks para material grande .....	46
Imagen 18. Sliding racks .....	46
Imagen 19. Racks tipo estante pequeño .....	47
Imagen 20. Racks tipo árbol .....	48
Imagen 21. Racks especializado .....	48

## **1. TÍTULO DEL PROYECTO**

Caso Aplicado: Propuesta de diseño de una nueva bodega de materia prima y producto terminado para una empresa de bienes industriales.

## **2. CONTEXTO**

El mercado de productos de refrigeración comercial (Neveras en punto de venta), actualmente se encuentra en crecimiento a nivel latinoamericano debido a la dinámica del sector bebidas y el ingreso de nuevos participantes en el mismo, lo que da dinamismo y genera interés en la inversión de grandes organizaciones en frío.

Existen muchas oportunidades en tecnología y el avance en este tipo de productos está teniendo un impacto muy positivo en su venta, siempre apuntando a requerimientos del mercado como eficiencia en refrigeración, compromiso medio ambiental, bajos costos de mantenimiento para el punto de venta y excelente visibilidad para los productos que quiera ofertar en las neveras los clientes.

Un producto de refrigeración es un bien de alto costo, el cual requiere materia prima de difícil consecución a nivel del país generando largos lead times y un proceso de fabricación que conlleva a manejar altos niveles de material sin procesar para minimizar los tiempos de respuesta al cliente.

Todas las empresas buscan reducir los costos generales y mejorar la coordinación entre la oferta y la demanda a través de tenencia de inventario debido a restricciones que se presentan dentro de la organización tales como la inexactitud del pronóstico de la demanda, el tiempo de fabricación y la confiabilidad del transporte; la compensación de los costos generales asociados al mantenimiento del inventario se ve reflejada en la reducción de los costos de producción y transporte y teniendo disponibilidad de producto terminado.

## **3. ANÁLISIS DEL PROBLEMA**

### **3.1 Síntomas del Problema**

- Actualmente la empresa está incurriendo en un costo por alquiler de bodegas externa, traslado en vehículos de flota de terceros entre planta y bodegas, sumando costo de personal y equipos para la manipulación del producto.

- Actualmente la empresa incurre en costos por documentación y tiempos adicionales por ser un usuario industrial de bienes y servicios calificado dentro de una zona franca, lo cual conlleva a cumplir con requisitos adicionales a la operación para realizar traslados de producto terminado y/o materia prima con almacenamiento externo a la planta.
- Se generan paros en la producción por retrasos en el surtimiento de materiales desde bodega, depende de disponibilidad de transporte y personal.
- El material en bodegas externas se deteriora más rápido por estar almacenado en condiciones no ideales, en bodegas rentadas no se invierte en dispositivos o racks especiales para el almacenamiento.

### **3.2 Planteamiento del Problema**

En la actualidad, la compañía en la cual se desarrollará el proyecto cuenta con muy buena trayectoria en el país, alrededor de 20 años, y con presencia internacional en países como Venezuela y Ecuador, en los cuales está bien posicionada frente a empresas multinacionales. Con el apoyo de sus pares productivos se han desarrollado y homologado tecnologías de punta en sus productos, además de adecuarlos eficazmente a las diferentes necesidades de sus clientes buscando mejorar su competitividad en el mercado actual.

Esta compañía pertenece a una multinacional con presencia en varios países a nivel latinoamericano y dentro de su desarrollo estratégico esta direccionando la unión de procesos productivos y generando crecimiento de una marca única. Este grupo tiene una participación productiva a nivel mundial muy importante.

La compañía se encuentra en una etapa de crecimiento importante, debido a sus ventas y mayor nivel de producción. Frente a los requerimientos del mercado debe reducir costos, por lo cual está buscando una mejora en la competitividad actual. Como parte de las decisiones estratégicas que la organización está tomando recientemente se calificó como usuario Industrial de Bienes y Servicios en una Zona Franca, lo que conlleva unos beneficios contractuales en reducciones arancelarias, manejo y transformación de materias primas importadas con desgravámenes en el país si se entregan en mercados internacionales y unos beneficios tributarios que impactan directamente el flujo operativo de la compañía.

Esta calificación lleva a la compañía a buscar alternativas y oportunidades de mejora en sus procesos internos productivos y en alto grado en las operaciones logísticas donde se observa su mayor impacto, debido al mantenimiento del régimen tributario el cual es muy estricto en el control

administrativo. Al calificar también se establecen unos requerimientos de inversión mínima con cierto plazo obligando a la generación de proyectos de gran escala en la organización.

Por lo anterior y desde la perspectiva interna la organización no se puede permitir un incremento en los costos y estar a la retaguardia del desarrollo logístico. En este punto el Almacén juega un papel importante de la organización ya que aquí están concentrados una parte significativa de los procesos logísticos y los activos de la empresa. El montaje de una bodega nueva es una decisión estratégica que apunta a controlar costos de alquiler de bodegas, optimización del uso del terreno (terreno disponible para construcción contiguo a la planta), disminución de costos de transporte, mejor disponibilidad de la materia prima y mejoramiento en el flujo del proceso productivo.

#### **4. OBJETIVOS**

##### **4.1 Objetivo General**

Proponer el diseño de una nueva bodega para el almacenamiento de materia prima y producto terminado para una compañía de bienes industriales.

##### **4.2 Objetivos Específicos**

1. Realizar una descripción, análisis y evaluación de los procesos y condiciones actuales de la bodega.
2. Definir los procesos que se realizarán con la nueva bodega.
3. Establecer la necesidad de espacios y equipos para cumplir con la operación del almacén y organizar el flujo de procesos que se generará entre los bloques contando con la nueva bodega y las restricciones presentes.
4. Validar y establecer las consideraciones necesarias para la implementación de la propuesta.
5. Investigar la aplicabilidad de un algoritmo de distribución de planta al problema objeto de estudio.

#### **5. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES**

A continuación se describen los aspectos relacionados con las causas que generan la necesidad de este proyecto, estos puntos hacen referencia al ámbito y las variables que se presentan en la actualidad de la organización:

- Se genera la necesidad de tener en inventario grandes cantidades de producto terminado cuando no se despacha oportunamente, incurriendo en costos logísticos adicionales por movimientos a bodegas de terceros, el pago de su alquiler y la manipulación interna.
- Existe una dependencia con proveedores internacionales para el 70% de las materias primas, lo que genera la necesidad de tener stocks más altos por el lead time asociado.
- Se presenta una tendencia creciente en las ventas lo que se traduce en incremento en el volumen de producción como en el flujo de materia prima y producto terminado.
- Debido a la condición de Usuario Industrial de Bienes y Servicios se generan restricciones en los procesos de traslado o manipulación de materias primas y producto terminado.
- El ensamble del producto trae consigo gran variedad de ítems con diversidad en forma de manejo y control, exigiendo espacio dedicado con condiciones específicas. Además no se cuenta con un sistema de posicionamiento físico que complementa al ERP que se maneja.
- Se presenta una restricción de espacio dificultando el almacenamiento consolidado de los ítems lo que genera dispersión y dificultad en el control de inventarios.
- Producto terminado de alto volumen y riguroso cuidado.
- Incremento en los costos de transporte por traslado entre planta y bodegas.
- Tiene un terreno disponible sin uso.
- Permite la implementación efectiva de proyectos o mejoras enfocadas al control de inventarios, cuya confiabilidad se ve afectada por la restricción de espacio.

## 6. MARCO TEÓRICO

La decisión de almacenamiento no debe ser tomada sin un previo análisis completo donde se tengan en cuenta variables financieras, logísticas y productivas. Las razones básicas para usar un espacio en almacenamiento son:

1. *Reducir los costos de producción y transporte:* Tanto el almacenamiento como el inventario en el que se incurre son gastos que se añaden a las actividades productivas los cuales pueden ser compensados gracias a la mejora en la eficiencia del transporte y la producción.
2. *Coordinar la oferta y la demanda:* Al tener una demanda estacional o incierta lo que se plantea es tener un nivel constante de producción al año con el fin de minimizar los costos de producción y construir inventarios para satisfacer la demanda.
3. *Ayudar en el proceso de mercadeo:* El almacenamiento se usa para agregar un valor al producto para el cliente, en cuanto a oferta de servicio teniendo esté disponible de forma rápida.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Logística, Administración de la Cadena de Suministro, Ronald Ballou, 5ª edición. Página 470

Tomada la decisión del montaje de un almacén se ejecuta un análisis que debe tener en cuenta variables de influencia a largo y corto plazo, las primeras hacen referencia a la proyección de crecimiento de la organización, el tamaño de la instalación, catálogo de productos y comportamiento de los proveedores. Las segundas hacen referencia a los aspectos como el flujo y manejo de materiales, condiciones de almacenamiento de los productos, la disponibilidad de accesos para ingresar la materia prima y evacuar el producto terminado, además de los equipos requeridos para toda la operación. Otros aspectos a tener en cuenta son el medio ambiente y los códigos de construcción de la zona.

Al realizar la distribución de espacio se busca como objetivo optimizar la distribución del espacio, disminuir la suma de los costos de manejo de materiales, áreas de almacenamiento y el costo anual asociado con el tamaño de la edificación<sup>2</sup>, en la práctica no necesariamente todos al tiempo. En términos generales se debe realizar una buena planeación de la demanda buscando disminuir los costos de manejo de movimiento de materiales o costos logísticos propios de la operación, un mal resultado de tamaño puede ocasionar mayores costos de manejo de materiales de lo necesario u obligar a costos innecesarios de espacio sobre el sistema logístico.

Para la planificación de la bodega se busca generar alternativas con base en las relaciones entre las actividades y los requerimientos del espacio.

Buscando la disminución de costos es importante establecer los requerimientos de espacio y la distribución de la bodega acorde a la organización de los diferentes departamentos con sus procesos y características. En cada departamento los aspectos a tener en cuenta son los niveles de inventario, las unidades, métodos y estrategias de almacenamiento, los requerimientos de equipo, las limitaciones de la edificación y el personal disponible para las diferentes actividades.

La ubicación relativa de los departamentos con base en sus “calificaciones de cercanía” o intensidad de flujo de materiales se puede reducir a un proceso algorítmico. Los modelos y algoritmos que pueden aplicar ayudan al analista a desarrollar o mejorar una disposición, y al mismo tiempo le brindan criterios objetivos para facilitar la evaluación de diversas alternativas de disposición que surgen en el proceso.

### Clasificación de algoritmos<sup>3</sup>

Muchos algoritmos de disposición se clasifican de acuerdo con el tipo de datos que se requieren, ya sea datos de “flujo” cualitativo o matriz de flujo (cuantitativo).

Así mismo los algoritmos de disposición se clasifican acorde con el objetivo de sus funciones objetivo. Existen dos objetivos básicos: uno pretende minimizar la suma de los flujos por las distancias, mientras que el otro pretende maximizar una calificación de adyacencia.

---

<sup>2</sup> Logística, Administración de la Cadena de Suministro, Ronald Ballou, 5ª edición. Página 517

<sup>3</sup> Planeación de Instalaciones, James A. Tompkins, 3ª edición. pág. 310 - 315

Los algoritmos de disposición se pueden clasificar también de acuerdo con su función principal; es decir, mejoramiento de la disposición comparado con la construcción de la distribución; los algoritmos para mejoramiento suelen iniciar con una disposición inicial suministrada por el analista y buscan mejorar la función objetivo a través de cambios “graduales” en la disposición. Los algoritmos para construcción crean una disposición “a partir de cero”. Además, se pueden dividir en dos categorías: los que suponen que se proporcionan las dimensiones del edificio y los que suponen que no.

A continuación se nombran algunos algoritmos que se encuentran en la literatura reciente:

1. **Método de intercambio pareado:** Este sugiere una mejor disposición con base en la actual. Su objetivo es la adyacencia. No garantiza la obtención de una solución óptima porque el resultado depende de la disposición inicial.
2. **Método basado en gráficos:** Algoritmo de disposición para construcción, se basa en teorías gráficas. Generalmente se emplea con un objetivo basado en adyacencia.
3. **CRAFT:** De los primeros algoritmos de disposición para el mejoramiento. Su función objetivo apunta a la disminución del “costo”. Emplea una tabla desde-hacia como datos originales. Este elige solo el mejor intercambio en cada iteración, lo cual es un procedimiento tipo “descenso más abrupto”.
4. **BLOCPLAN:** Emplea una tabla desde-hacia como datos originales. Aplica como algoritmo de mejoramiento como construcción. Su objetivo está basado en la adyacencia.
5. **Programación entera mixta, PEM:** Este modelo se maneja como un algoritmo de “empaquetado” en dos dimensiones. Es considerado un modelo de disposición para construcción. Tiene un objetivo basado en las distancias.
6. **LOGIC (Optimización de la disposición con cortes tipo guillotina):** Emplea una tabla desde-hacia como datos originales. Tiene un objetivo basado en las distancias. Aplica como algoritmo de mejoramiento como construcción.
7. **Múltiple (MULTI-floorplantlayoutevaluation):** Origen para plantas de varios pisos pero aplica para plantas de uno solo. Emplea una tabla desde-hacia como datos originales. Tiene una función objetivo idéntica a la de CRAFT. Algoritmo de disposición para el mejoramiento. Es un algoritmo tipo “descenso más abrupto”.

Con la aplicación de cualquiera de los algoritmos enunciados anteriormente se pretende establecer una distribución física más adecuada con base en un estudio técnico de los departamentos obteniéndose resultados sustentables. Pero más allá de la distribución general de la bodega, debe realizarse un análisis de los procesos en cada una de las actividades que se ejecutan en el almacén, el cual soporta la configuración de herramientas con posible aplicación en el alcance de este proyecto, lo que las hará susceptibles de mejora:

Las actividades comunes en un almacén son<sup>4</sup>:

- La recepción
- La inspección y control de calidad
- El reempaque
- El despacho
- El almacenamiento
- La recolección de pedidos
- El empaque y el embarque
- El traslado de material
- El reabastecimiento.

Se revisarán aspectos particulares de cada una ayudando a la planificación del espacio y el flujo de cada departamento, permitiendo configuraciones internas adecuadas. A continuación presentamos algunas de las actividades y posibles procesos sujetos a revisión:

- Operaciones de recepción y embarque (despacho):
  - Flujo del transporte externo
  - Plataformas
  - Sistemas de información aplicado a la gestión de pedidos
  - Disposición de materiales en zonas de descargue o alistamiento
  - Tipos de empaque
  - Consolidación de producto y su identificación
  - Tipo y flujo equipo de manipulación
  - Vías de acceso
  
- Operación de recolección de pedido y almacenamiento
  - Principios de recolección de pedidos
  - Planificación de la disposición de almacenamiento de los materiales acorde a los siguientes principios; popularidad, similitud, tamaño, características y utilización del espacio.
  - Equipo de manipulación
  - Sistemas de información aplicados al picking
  - Estanterías o racks
  - Tipos de empaque

---

<sup>4</sup>Bartholdi, J. J.& Hackman, S. T.(2002). Warehouse operations (release 0.1.2). *Warehouse & distribution science*. (pp. 11-18).

A través de este planteamiento se busca establecer un sistema de almacenamiento alineado con la estrategia de la organización que logre:

- Dimensionar las áreas de la bodega.
- Establecer requerimientos de recursos.
- Establecer las disposiciones de las zonas de almacenamiento y vías de acceso.
- Desarrollar estrategias de funcionamiento y relaciones de flujo para los departamentos.

Al desarrollarse el ejercicio de asignación de espacios con el programa LAYOUTVT se buscó que el programa estableciera una organización de los insumos, materia prima y productos de acuerdo a una matriz que ponderaba las relaciones entre departamentos y adicionalmente controlar la entrega de materia prima a la planta y de almacenamiento a despachos

En este análisis se encontró que al ser una bodega de almacenamiento de insumos, materia prima y producto terminado los cuales no tenían relación entre los mismos todos convergían hacia dos puntos en particular

- Entrega de Materia prima e insumos a bodega de producción
- Entrega de Producto terminado a muelle de cargue

En el desarrollo del ejercicio se realizaron dos etapas que correspondían a la agrupación por características similares y la matriz de flujo interdepartamental donde se planteaba la relación entre los departamentos críticos, la siguiente tabla muestra la agrupación de materiales por características comunes:

Tabla 1. Agrupación de familias por características similares

Agrup	Descripción Agrupación	Area en M <sup>2</sup>	Tipo Agrup	Bodega
1	Compresores & accesorios	80	Libre	1
	Adaptadores & conexiones	59	Libre	1
2	Capilares & Cobre	19	Libre	1
	Cha, Fil, Mang, Reg, Var, Base	64	Libre	1
3	Louv, Rej, Sop Mot, Tolva	114	Libre	1
4	Single Face, Variables	39	Libre	1
5	base omega, tubería base om	151	Libre	2
6	Perfil, preensamble, tub ret	27	Libre	1
7	Papelería, tornillería	22	Libre	1
8	Calcomanías, pantallas	19	Libre	1
9	Condensador, evaporador	70	Libre	1
10	Emp, lam, puert, bm, polioli	351	Libre	1
11	Gases	12	Libre	1
12	Magnético	125	Libre	1
13	Maquillas	11	Libre	1
14	Moldura	19	Libre	1
	Parrillas	39	Libre	1
15	Producto terminado	2.196	Libre	1 & 2
16	Zona entrega a bodega	21	Fijo	1
17	Muelle cargue y descargue	885	Fijo	1 & 2

Fuente: Propia

Tabla 2. Relación entre departamentos

Matriz Flujo Interdepartamental <Carga>																	
Rel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	-															14	
2		-														5	
3			-													9	
4				-												22	
5					-											4	
6						-										5	
7							-									2	
8								-								2	
9									-							6	
10										-						15	
11											-					1	
12												-				3	
13													-			1	
14														-		5	
15															-		55
16																-	
17																	-

Fuente: Propia

La anterior tabla muestra la matriz de flujo del problema, principal razón por la cual los algoritmos de distribución de planta no son atractivos para este, cuando se corría el algoritmo con estos parámetros el resultado que aportaba el programa no es mayor al que se planteó con el conocimiento que tiene el personal a cargo de la administración del mismo, por lo cual se optó por hacer un análisis detallado de la situación de la bodega y esquematizar la nueva distribución con base en el conocimiento práctico adquirido con el tiempo en el desarrollo de las actividades de almacenamiento y cargue.

Lo anterior permite aplicar métodos cualitativos como el Delphi, aplicado a pronósticos, donde realizando análisis con base en criterios de expertos, en este caso personal de la organización, se llega a conclusiones y decisiones acertadas referentes al problema de estudio.

Linston y Turoff<sup>5</sup> definen la técnica Delphi como un método de estructuración de un proceso de comunicación grupal que es efectivo a la hora de permitir a un grupo de individuos, como un todo, tratar un problema complejo.

El método Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en

<sup>5</sup> Linstone, H., Turoff, M. : « The Delphi Method. Techniques and Applications », Addison-Wesley, 1975, p.3

sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes.

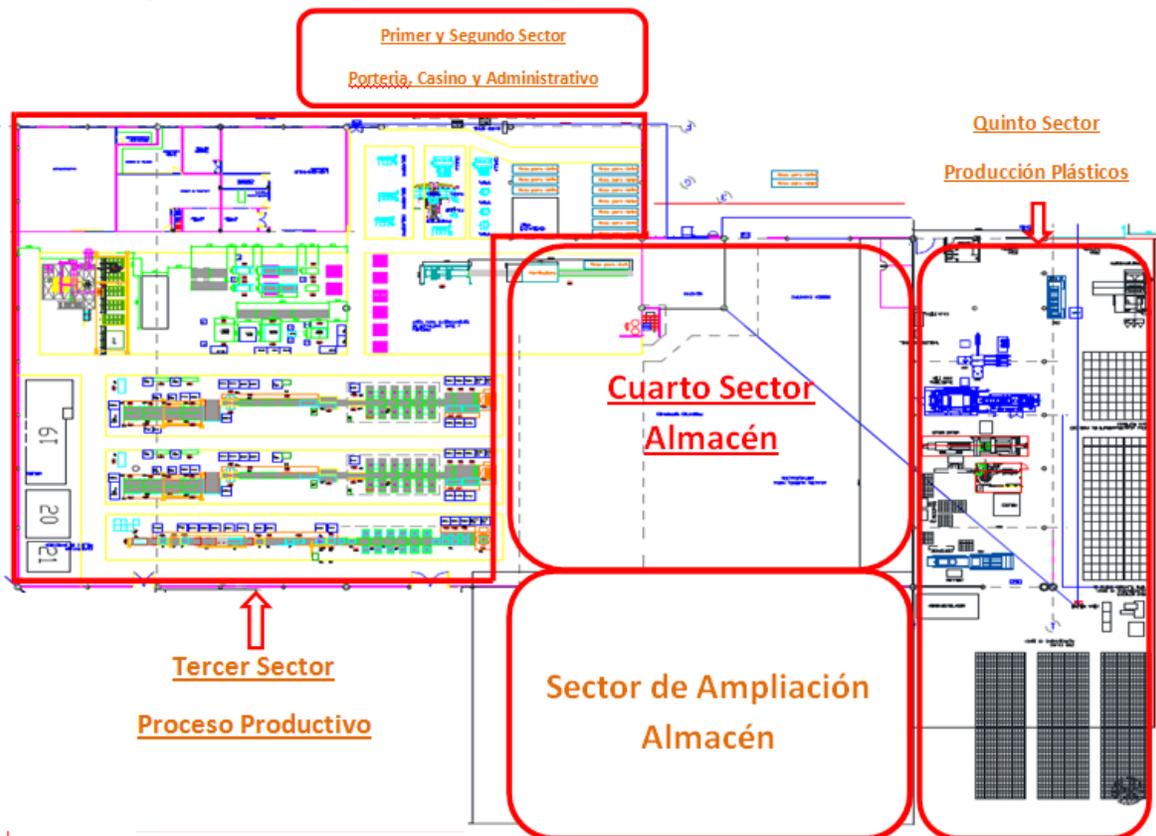
## 7. DESCRIPCION ACTUAL

### 7.1 Descripción de la situación actual del área de Planta

#### 7.1.1 Descripción de la planta actual

La planta de procesamiento de este tipo de bienes se encuentra establecida en una sola bodega, y esta a su vez está dividida en diferentes sectores donde se desarrollan las operaciones correspondientes a Producción, Logística, Calidad, Almacén, Gestión Humana, Contabilidad y finanzas, Ingeniería, Casino y Portería. Cada uno de estos sectores se encuentra conectado por pasillos internos y externos y se presentan en la siguiente imagen.

Imagen 1. Distribución general de la bodega actualmente <Incluye todas las áreas de operación>



Fuente: Propia

### 7.1.2 Ubicación interna de las instalaciones

#### **Primer Sector**

Está conformado por la portería principal, un área de almacenamiento temporal de materiales y producto terminado y un área de parqueadero de motos para trabajadores. Esta es la zona de ingreso a la planta y oficinas. La zona de almacenamiento relacionada solo se ocupa por situaciones coyunturales de espacio. Solo existe una portería por donde ingresa personal y materiales centralizando el flujo de entrada.

#### **Segundo Sector**

Está conformado por la mayor parte de oficinas las cuales se encuentran ubicadas en el segundo piso, en este sector se realiza el proceso de toma de decisiones y gestión estratégica, la administración de personal activo, el diseño y soporte de los productos, la administración financiera y contable y el proceso de abastecimiento. En esta área se encuentra el 80% de las oficinas del personal administrativo de la empresa. Las demás oficinas se encuentran en planta y almacén.

#### **Tercer Sector**

En este sector se encuentra el proceso productivo de la planta y el cual soportan directamente las áreas de Producción y Calidad. A continuación se describen sus diferentes áreas:

- **Metalmecánica:** zona dedicada al proceso de lámina, este se caracteriza por tener máquinas para el manejo de este tipo de material, existen dobladoras, cizallas y troqueles. Este es el proceso con el cual comienza la fabricación y se alimenta de bobinas de lámina.
- **Preensamble del mueble:** Principal cliente de metalmecánica, en el cual se ensamblan las piezas del mueble del equipo. Es un proceso muy manual, el cual se caracteriza por tener dispositivos de baja complejidad.
- **Inyección de Poliuretano:** Zona donde se inyectan los muebles preensamblados con poliuretano. Este proceso se caracteriza por tener una máquina inyectora de alta complejidad y moldes para el espumado.
- **Líneas de ensamble:** Actualmente se cuenta con tres líneas.

En este sector se encuentran áreas soporte como mantenimiento, laboratorios de ingeniería y calidad, zona de reparaciones y pruebas de calidad.

#### **Cuarto Sector**

Está conformado por las zonas de almacenamiento de materia prima, insumos, y para producto terminado de manera transitoria, su función principal está dada por el control y rotación de inventario, gestión de almacenamiento en áreas determinadas, carga y descarga de producto terminado, materia prima e insumos. También se incluye la zona de muelles y pequeños almacenamientos de materiales especiales.

Este sector tiene alto flujo de tangibles e intangibles, tales como:

- Materiales
- Documentación
- Producto terminado

#### **Quinto Sector**

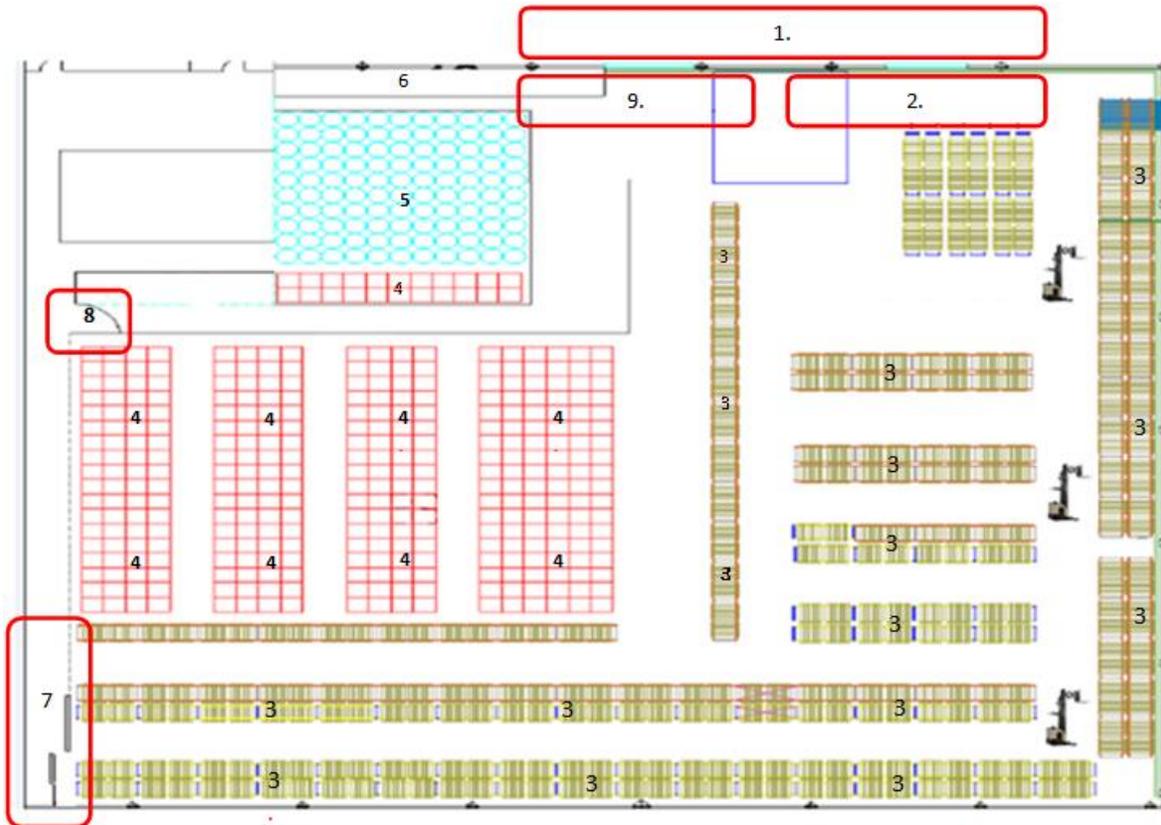
En esta zona se ubica el proceso productivo de plásticos, se cuenta con maquinaria para inyección de plásticos y zonas de almacenamiento de producto terminado. Este proceso no es el núcleo de negocio pero es muy importante para la organización. Actualmente se está en adquisición de nuevas máquinas para incrementar su capacidad.

#### **Sector Ampliación Almacén**

En esta zona no hay construcción, es un espacio disponible. Es aquí donde se propone generar la ampliación del almacén, el cual es el interés de este proyecto.

### 7.1.3 Asignación interna del área de las bodegas - Bodega en Planta

Imagen 2. Distribución actual de la zona de almacenamiento en bodega de planta



Fuente: Propia

1. Muelles de cargue y descargue
2. Zona de Recepción
3. Racks de almacenamiento de Materia prima e Insumos
4. Zona de almacenamiento de Producto terminado
5. Zona de almacenamiento de Tornillería, papelería, refacciones y devoluciones
6. Oficinas
7. Zona de entrega de Materia prima e Insumos a proceso productivo
8. Zona de Recepción de Producto terminado a Almacén
9. Zona despachos de producto terminado

La bodega en planta actualmente cuenta con diferentes zonas donde se almacenan materias primas de diferentes tipos y condiciones, además se almacena producto terminado que se recibe del proceso productivo. Así como otras áreas funcionales de la misma. Estas se presentan en la imagen2.

La primera zona corresponde al muelle por donde se reciben los materiales y se despachan el producto terminado a bodega o clientes.

La segunda zona corresponde al área donde se descargan los materiales recibidos.

La tercera zona contiene las familias de materia prima necesarias para iniciar el proceso productivo, cuenta con diferentes clases de material como lámina, componentes plásticos, químicos, puertas de vidrio, tubería de cobre, entre otros.

La cuarta zona corresponde al espacio donde se recibe y almacena provisionalmente el producto terminado de proceso. Provisionalmente debido que la capacidad es mínima y es solo para dar flujo operativo, de forma rápida este debe despacharse a cliente o bodega externa.

La quinta zona contiene las familias de materia prima que son de bajo volumen como tornillería y papelería.

La sexta zona corresponde a las oficinas donde se desarrollan las labores administrativas.

La séptima zona corresponda al punto de conexión con planta para la entrega de materiales prelistados para la fabricación de equipos.

La octava zona corresponde a la entrada de la bodega por donde ingresan el producto terminado.

La novena corresponde al espacio donde se realiza el proceso de despachos de los equipos, cargue y documentación.

### **Espacios Establecidos**

Al realizar la revisión de las zonas y los sectores presentes en la bodega de estudio se identificaron los espacios actuales disponibles para la realización de las diferentes actividades que se desarrollan, a continuación se detallan cada una:

Tabla 3. Análisis de áreas

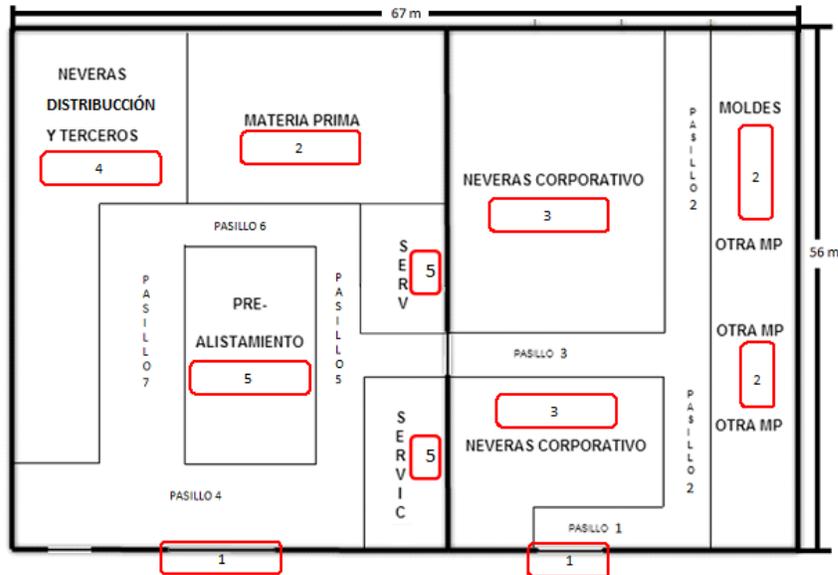
Zona	Sector	Área <m <sup>2</sup> >
1	Muelle de Cargue y Descargue	837.5
2	Zona Recepción	107.0
3	Sector 1	62.4
	Sector 2	31.2
	Sector 3	34.3
	Sector 4	34.3
	Sector 5	62.4
	Sector 6	74.9
	Sector 7	87.4
	Sector Compresores	82.1
	Sector Almac	92.7
	Pasillos	640.6
4	Zona de almacenamiento de PT Parte 1	425.0
4	Zona de almacenamiento de PT Parte 2	103.0
5	Zona de almacenamiento de Tornillería, papelería Parte 1	52.0
5	Zona de almacenamiento de Tornillería, papelería Parte 2	28.0
6	Oficinas	20.0
7	Zona de entrega de MP e Insumos a proceso productivo	21.0
8	Zona de Recepción de PT a Almacén	14.0
9	Zona de Despacho	57.3
10	Contenedores	115.4
<b>Área Disponible</b>		<b>2,982.5</b>

Fuente: Propia

#### 7.1.4 Asignación Interna del área de las bodegas - Bodega Externa

Corresponde a la bodega que tienen en alquiler en una zona cercana, en la cual se realiza el almacenamiento de producto terminado y materia prima, su área totales 3740 metros cuadrados, pero sin contar el área de repuestos postventa de una empresa filial el área disponible es 3200 metros cuadrados. Esta bodega sirve para almacenar el producto terminado que se tiene para stock y el pendiente por despacho, además, la materia prima de volumen y que no es almacenada en planta por falta de espacio. El movimiento de material tiene un costo asociado de transporte y de alquiler de equipo. En la siguiente imagen se muestran las diferentes zonas de la bodega externa:

Imagen 3. Distribución actual de la zona de almacenamiento en bodega externa



Fuente: Propia

1. Muelles de carga y descarga.
2. Zona almacenamiento materia prima.
3. Zona de almacenamiento de Producto terminado corporativos.
4. Zona de almacenamiento de Producto terminado distribución y terceros.
5. Zona almacenamiento repuestos post venta.

La primera zona corresponde al muelle por donde se reciben y despachan los materiales y el producto terminado.

La segunda zona corresponde al almacenamiento de materia prima como elementos plásticos de gran volumen, evaporadores y condensadores, compresores, lámina, moldes para inyección de poliuretano y tubería base omega.

La tercera zona corresponde al almacenamiento de producto terminado para corporativos (producto que se fabrica por orden). Este producto se fabrica en grandes volúmenes y cuando no se despacha inmediatamente se debe guardar una cantidad significativa de equipos.

La cuarta zona corresponde al almacenamiento de producto terminado para distribución y terceros (producto fabricado para inventario). Este producto se fabrica en volúmenes bajos pero se debe mantener inventario de los sku's requeridos. Este espacio mantiene ocupado por este tipo de producto.

La quinta zona corresponde al área subarrendada a una empresa filial de servicio postventa para el producto que fabricamos. Esta área no se tendrá en cuenta para el proyecto.

### Espacios Establecidos

Al realizar la revisión de las zonas y los sectores presentes en la bodega de estudio se identificaron los espacios actuales disponibles para la realización de las diferentes actividades que se desarrollan, a continuación se detallan cada una

Tabla 4. Análisis áreas bodega existente

Zona	Sector	Área <m <sup>2</sup> >
1	Muelle de Cargue y Descargue	130.0
2	Zona almacenamiento Materia Prima	826.5
3	Zona almacenamiento PT Corporativo	884.5
4	Zona almacenamiento PT Distribución y Terceros	680.0
5	Zona almacenamiento repuestos post venta	545.0
6	Pasillos	678.0
<b>Área Disponible</b>		<b>3,744</b>
<b>Área Disponible sin repuestos</b>		<b>3,199</b>

Fuente: Propia

#### 7.1.5 Asignación Interna del área total para almacenamiento

En la actualidad se cuenta con un espacio total de 5344 m<sup>2</sup>, a continuación se muestra el resumen, se debe tener en cuenta que el muelle no aplica como almacenamiento:

Tabla 5. Resumen área total almacenamiento existente

No.	Bodega	Área <m <sup>2</sup> >
1	Bodega en Planta-Sin muelle	2,145.0
2	Bodega Externa	3,199.0
<b>Área disponible total</b>		<b>5,344</b>

Fuente: Propia

Esta revisión no tiene en cuenta la capacidad de almacenamiento en racks, por lo tanto, se realiza el análisis para tener el dato real y poder comparar posteriormente. Este análisis aplica para algunas zonas de la bodega en planta, ya que en bodega no se encuentran racks instalados.

En la actualidad cuentan con un espacio total de 6500 m<sup>2</sup>, a continuación se muestra la tabla con cada sector de la bodega en planta y el resumen, se debe tener en cuenta que el muelle no aplica como almacenamiento:

Tabla 6. Análisis de áreas con racks

Zona	Sector	Área <m <sup>2</sup> >	Área <m <sup>2</sup> > con racks
1	Muelle de Cargue y Descargue	837.5	837.5
2	Zona Recepción	107.0	107.0
3	Sector 1	62.4	249.6
	Sector 2	31.2	93.6
	Sector 3	34.3	137.3
	Sector 4	34.3	137.3
	Sector 5	62.4	187.2
	Sector 6	74.9	224.6
	Sector 7	87.4	349.4
	Sector Compresores	82.1	246.4
	Sector Almac	92.7	92.7
	Pasillos	640.6	640.6
4	Zona de almacenamiento de PT Parte 1	425.0	425.0
4	Zona de almacenamiento de PT Parte 2	103.0	103.0
5	Zona de almacenamiento de Tornillería, papelería Parte 1	52.0	52.0
5	Zona de almacenamiento de Tornillería, papelería Parte 2	28.0	28.0
6	Oficinas	20.0	20.0
7	Zona de entrega de MP e Insumos a proceso productivo	21.0	21.0
8	Zona de Recepción de PT a Almacén	14.0	14.0
9	Zona de Despacho	57.3	57.3
10	Contenedores	115.4	115.4
<b>Área Disponible</b>		<b>2,982.5</b>	<b>4,138.9</b>

Fuente: Propia

Tabla 7. Resumen área total almacenamiento existente con racks

No.	Bodega	Área <m <sup>2</sup> >	Área <m <sup>2</sup> > con racks
1	Bodega en Planta-Sin muelle	2,145.0	3,301.4
2	Bodega Externa	3,199.0	3,199.0
<b>Área disponible total</b>		<b>5,344</b>	<b>6,500</b>

Fuente: Propia

## 7.2 Tipos de almacenamiento existentes en la bodega

De acuerdo a los diferentes tipos de productos que se manejan en la bodega se pueden realizar varios esquemas de almacenamiento buscando el mejor aprovechamiento del espacio disponible y la necesidad de uso de los mismos, a continuación describimos los utilizados actualmente:

**Almacenamiento Vertical:** Se utiliza en materiales cuya geometría y capacidad de soporte de peso sea adecuado, en la bodega de planta se pueden almacenar verticalmente el 95% del total de ítems,

los cuales llegan en cajas o empaques cuyas estructuras soporten apilación de esta forma. Para esto se utilizan estibas de madera ubicadas en los racks. En la bodega externa por falta de racks solo se apilan aquellos cuyo empaque permite apilar directamente uno sobre otro.

**Almacenamiento Horizontal:** Se utiliza en materiales que no se pueden apilar verticalmente por su naturaleza, en este momento se tienen este sistema materiales de volumen y bajo peso los cuales tienen mayor rendimiento arrumados a nivel de piso. Las referencias de producto terminado también se apilan de esta forma ya que no soportan material encima por seguridad y conservación del producto, este sistema no permite el aprovechamiento de espacio en su totalidad.

### 7.3 Descripción de las operaciones de Bodega

A continuación se realiza una descripción de las distintas operaciones que se desarrollan dentro de la bodega y su interrelación correspondiente con cada área

Actividad	Icono
Operación	●
Transporte	→
Demora	D
Inspección	■
Almacenaje	▼

#### 7.3.1 Recepción de Materiales:

Tabla 8. Flujo de Recepción de materiales

Nro	Descripción de la actividad	símbolo					Observaciones	
1	Ingreso de vehículo a muelle	●					P	
2	Verificación de documentación	●	→	D	■	▼	P	Revisión de facturas y ordenes de compra
3	Inspección de mercancía	●	→	D	■	▼	P	Verificación visual
4	Planeación de descargue	●	→	D	■	▼	P	Incluye búsqueda de saldos, espacio y organización de recursos
5	Se descarga en zona recepción <Muelle>	●	→	D	■	▼	P	La mercancía se baja del vehículo a una zona determinada, Incluye estibado y en algunos casos se lleva directo al rack asignado
6	Verificación de físico vs documentación	●	→	D	■	▼	P	Se verifican las cantidades contra la factura
7	Entrega de documentación a líder	●	→	D	■	▼	P	Encargado de ingreso al sistema
8	Transporte a sitio de almacenamiento	●	→	D	■	▼	P	
9	Etiqueteado de material	●	→	D	■	▼	P	Conservar trazabilidad de la mercancía
10	Organización de mercancía en rack asignado	●	→	D	■	▼	P	Incluye estibado o desestibado
11	Ingreso de factura al ERP actual	●	→	D	■	▼	P	Se ingresa al sistema - Validación de aspectos en

Fuente: Propia

Realiza el ingreso del vehículo con la mercancía al muelle y reciben la documentación (factura o remisión y orden de compra) para su correspondiente verificación y aprobación, posterior a su aprobación realizan la inspección visual de la mercancía que llega y ejecutan el proceso de

planeación de descargue donde se define el espacio con base en los saldos existente, los recursos y equipos necesarios para dicha operación y el turno que debe ser asignado.

La siguiente actividad es el descargue de la mercancía en la zona de recepción ubicada en el muelle, se realiza la verificación de cantidades físicas contra la remisión o factura y se realiza el cargue del material en el ERP actual (ingreso teórico), a cada material se le asigna una etiqueta con código interno para conservar la trazabilidad de la mercancía, después de esta operación se acomoda en la zona establecida previamente, quedando disponible para las siguientes operaciones.

### 7.3.2 Entrega de Ordenes de Producción:

Tabla 9. Flujo de Entrega de órdenes de Producción

Nro	Descripción de la actividad	símbolo					Observaciones
1	Recepción de orden de fabricación (líder)	●	→	●	■	▼	P Se recibe del área de planeación
2	Clasifica los materiales de la orden para asignarlos a los auxiliares encargados del picking	●	→	●	■	▼	P Se baja la orden de SAP y se generan listados para cada auxiliar
3	Entrega listados a cada auxiliar encargado del picking	●	→	●	■	▼	P Listados físicos
4	Picking de materiales verificando su existencia contra los listados	●	→	●	■	▼	P Auxiliares operativos de almacén
5	Entrega al líder de los listados validando el prelistamiento de los materiales de la orden	●	→	●	■	▼	P Auxiliares operativos de almacén
6	Traslado en el sistema de los materiales del almacén a Producción	●	→	●	■	▼	P Se validan las diferencias en el sistema
7	Movimiento del material a zona de traslado	●	→	●	■	▼	P
8	Entrega de orden de producción física a Planta	●	→	●	■	▼	P Entrega por día y por línea aproximadamente

Fuente: Propia

Inicia con la recepción de una orden de fabricación, la cual es generada por el área de planeación. El líder de almacén procede a realizar la clasificación teórica de los ítems acorde a ciertas características y ubicación para generar los listados que los auxiliares de almacén utilizarán para el picking. El proceso de separación de los materiales se realiza acorde a los listados y deben estar todos los ítems.

Posteriormente proceden con la entrega al proceso, inicialmente se realiza un traslado en el ERP y luego se traslada el material de forma física, siendo retirado de la zona donde ese encuentra almacenado y entregado en la zona de recepción de materiales e insumos que la bodega tiene establecida como zona de transición, esta operación se realiza con montacargas, cargadores y/o manualmente dependiendo de la naturaleza de la mercancía solicitada.

En este proceso de traslado de materiales participa personal de producción certificando que los ítems entregados están acorde a los movimientos en el sistema ERP.

### 7.3.3 Despacho de Producto Terminado:

Tabla 10. Flujo de Despacho de producto terminado

Nro	Descripción de la actividad	símbolo					Observaciones
1	Generación de tablas de cubicaje.	●	→	⬇	■	▽	P Solo varia cuando se ingresan modelos nuevos
2	Recepción de PT de producción.	●	→	⬇	■	▽	P Se realiza con traslados de almacen Pn a almacen despachos
3	Listar los pedidos corporativos de comercial en el sistema.	●	→	⬇	■	▽	P Se genera programa de despachos de pedidos corporativos y se realizan entregan parciales durante un periodo establecido.
4	Listar los pedidos de terceros de comercial en el sistema.	●	→	⬇	■	▽	P Se descargan del sistema diariamente y se deben despachar antes de tres días.
5	Validación de inventario físico contra el pedido a despachar.	●	→	⬇	■	▽	P Apoyado en el sistema ERP
6	Solicitud de transporte para los despachos que se van a realizar.	●	→	⬇	■	▽	P
7	Llegada del vehículo a muelle.	●	→	⬇	■	▽	P
8	Traslado de producto terminado al camión	●	→	⬇	■	▽	P
9	Generación de orden de embarque y cargue de PT.	●	→	⬇	■	▽	P Se realiza el embalaje y aseguramiento de la carga dentro del vehículo.
10	Generación de factura y documentos para zona franca.	●	→	⬇	■	▽	P En este paso el vehículo sale de las instalaciones con los documentos y la mercancía.

Fuente: Propia

Inicia con la generación de tablas de cubicaje e información técnica soporte para los despachos y su programación.

Posterior a la recepción de producto terminado por parte de producción se realiza una revisión de los pedidos comerciales tanto corporativos como terceros y se listan para su pre alistamiento. A continuación se realiza la verificación de existencias físicas contra sistema, con base en lo anterior calculan las necesidades de transporte y realizan la solicitud a las transportadoras.

Para los despachos que van a realizar se realiza una orden de embarque y cuando el vehículo se encuentra en las instalaciones se procede con el proceso de cargue y la generación de documentación requerida para la salida de la mercancía a destino.

### 7.3.4 Devoluciones:

Tabla 11. Flujo de Devoluciones

Nro	Descripción de la actividad	símbolo					Observaciones
1	Recepción de documento con relación de material no conforme	●	→	⬇	■	▽	P Se genera un informe por parte de Pn y/o Calidad especificando el tipo de avería y el ente responsable. <Planta o proveedor>
2	Validación de existencia del material averiado para hacer la reposición correspondiente	●	→	⬇	■	▽	P Se entrega física
3	Realización de traslados en el sistema de los materiales.	●	→	⬇	■	▽	P Acorde al ente generador
4	Recepción física del material averiado.	●	→	⬇	■	▽	P Dependiendo del origen <Planta y/o Proveedor> el material se desecha o se almacena.
5	Esperar decisión del proveedor para reponer material	●	→	⬇	■	▽	P Nota crédito o reposición física

Fuente: Propia

Se hace la recepción de material no conforme y genera un informe de producción y calidad especificando el tipo de avería presente y el ente responsable del mismo ya sea la planta o el proveedor. Posteriormente revisan si existe inventario disponible para su reposición y se realiza la entrega física, en el ERP se ejecutan los traslados correspondientes a los almacenes virtuales para mantener su confiabilidad.

Si es material no conforme asignado a proveedor, este debe decidir si lo repone o genera una nota crédito, así como su disposición final, puede decidir destrucción o despacho del mismo.

#### **7.4 Diagramas de Recorrido de Material**

Corresponde al recorrido que tiene el material por intermedio de montacargas, personas, gatos hidráulicos desde zona de inicio a zona destino o de necesidad determinando la distancia recorrida y el tiempo utilizado en las actividades

#### **7.5 Recursos Utilizados para las Operaciones**

El almacén cuenta con 2 recursos principales personas y equipos de movimiento de material. El equipo de trabajo cuenta con 2 personas administrativas; Coordinador y Auxiliar de despachos y cuenta con 18 operativos y auxiliares de Almacén.

Para el movimiento de material se cuenta con los siguientes dispositivos y herramientas:

Producto Terminado: Se cuenta con carretas y 1 montacargas eléctricos de pasillo angosto ocasional, lo anterior para equipos muy grandes.

Materia Prima: Se cuenta con 3 montacargas eléctricos de pasillo angosto y 7 gatos hidráulicos para el movimiento de material.

#### **7.6 Necesidades de almacenamiento por familia de productos, insumos y materia prima - Capacidad de almacenamiento por Familias**

Se realiza un análisis de las referencias de productos, insumos y materia prima que se maneja en bodega y se establece el requerimiento de espacio por familia, pasillos y otras áreas requeridas.

En el siguiente cuadro se presentan las agrupaciones por familia que tienen las mismas características por tipo de material y por su uso en el producto, estas esquematizan los materiales que se utilizan en la organización para los diferentes procesos de manufactura. Es importante esta clasificación debido a que dicho agrupamiento permite una facilidad en el proceso de picking teniendo materiales comunes cercanos de acuerdo a las necesidades de cada estación de trabajo, adicional permite establecer una mejor trazabilidad por cada agrupación que se tiene dentro de la bodega. Esta clasificación también esta direccionada a la preservación de las materias primas e insumos basados en las especificaciones técnicas que sugiere el proveedor para su almacenamiento.

La tabla 12 muestra los nombres de las familias que hacen referencia al tipo de material, la cantidad de stock promedio requerido, cantidad por estiba, cantidad de posiciones ocupadas en los racks, Los niveles a los cuales puede ser almacenado en los racks y el área ocupada.

Es importante también definir el espacio ocupado por los pasillos y por el producto terminado con el fin de obtener los requerimientos reales totales de espacio.

El espacio que se requiere acorde al análisis es 6084 m<sup>2</sup>, y el espacio disponible es 6500 m<sup>2</sup> (contando pasillos), acorde a la tabla 7, evidenciando que el espacio está muy preciso y cualquier variación hace vulnerable a la organización en temas de almacenamiento.

Tabla 12. Análisis de Necesidades de área por familia

# Pos	FAMILIA	Cantidad Total <Un>	Cantidad Estiba <Un>	Posición			Racks Promedio ocupados	Area Necesaria m2
				Ancho	Largo	Alto		
				1.30	1.20	1.50		
1	ACCESORIOS COMPRESOR	6,400	400	16	4	4	6.24	
2	ADAPTADORES Y REGULADORES	15,000	620	24	6	4	6.24	
3	ARNES	144,000	4,000	36	6	6	9.36	
4	ASPA	24,000	2,000	12	6	2	3.12	
5	BASE OMEGA	1,500	13	116	1	116	180.96	
6	TUBERIA BASE OMEGA	50,000	2,000	25	1	25	39.00	
7	CALCOMANIA	5,000	625	8	4	2	3.12	
8	CHAROLA	4,800	400	12	6	2	3.12	
9	CIF	14,400	1,200	12	6	2	3.12	
10	COMPRESOR	15,320	80	192	4	48	74.88	
11	CONDENSADOR	6,050	72	84	3	28	43.68	
12	CONEXIONES TOMACORRIENTE	4,800	400	12	6	2	3.12	
13	EMPAQUE	21,600	900	24	3	8	12.48	
14	EVAPORADOR	6,480	120	54	3	18	28.08	
15	FILTRO	7,000	583	12	6	2	3.12	
16	GASES	6,000	750	8	1	8	12.48	
17	LAMINA	600,000	7,000	86	1	86	134.16	
18	LEDS	143,000	4,000	36	6	6	9.36	
19	LOUVER	5,780	80	72	3	24	37.44	
20	MAGNETICO	4,800	60	80	4	20	31.20	
21	MANGUERA	20,000	1,700	12	6	2	3.12	
22	MAQUILAS	1,200	50	24	3	8	12.48	
23	MOLDURA	40,000	2,500	16	1	16	24.96	
24	MOTOR	24,000	400	60	6	10	15.60	
25	PANTALLAS	3,600	300	12	6	2	3.12	
26	PAPELERIA	100,000	25,000	4	1	4	6.24	
27	PARRILLAS	25,800	240	108	6	18	28.08	
28	PERFIL	18,000	1,500	12	6	2	3.12	
29	PREENSAMBLE			24	6	4	6.24	
30	PUERTA	4,000	80	50	1	50	312.00	
31	REGILLAS	120,000	10,000	12	6	2	3.12	
32	REJILLA	11,520	960	12	3	4	6.24	
33	SINGLE FACE	2,400	200	12	3	4	6.24	
34	SOPORTE MOTOR	7,400	600	12	3	4	6.24	
35	TOLVA	10,060	60	168	3	56	87.36	
36	TORNILLERIA	1,500,000	150,000	10	1	10	15.60	
37	VARIABLES		-	96	6	16	24.96	
38	VARIOS		-	120	6	20	31.20	
39	TUBO RETORNO	6,000	250	24	6	4	6.24	
40	CAPILARES	140,000	12,000	12	4	3	4.68	
41	COBRE	90,000	1,500	60	3	20	31.20	
42	BASE MOTOR	12,000	1,000	12	6	2	3.12	
43	BASE MADERA	700		18	1	18	28.08	
44	POLIOL E ISOCIANATO	45,000	1,500	30	1	30	46.80	
45	PRODUCTO TERMINADO			305	1	305	475.80	
46	PRODUCTO TERMINADO 2			1411	1	1411	2201.16	
47	PASILLO PT 2			423	1	423	659.88	
48	PASILLO 1 <MAS LARGO>			71	1	71	110.76	
49	PASILLO 3			69	1	69	107.64	
50	PASILLO 4			21	1	21	32.76	
51	PASILLO 5			21	1	21	32.76	
52	PASILLO 6			21	1	21	32.76	
53	PASILLO 2			64	1	64	99.84	
54	PASILLO 0			46	1	46	71.76	
55	PASILLO 7			64	1	64	99.84	
56	RACKS PRELISTAMIENTO			12	4	3	4.68	
57	PASILLOS BODEGA EXTERNA			435	1	435	678.60	
58	POLIETILENO			74	1	74	115.44	
						<b>TOTAL</b>	<b>6,084</b>	

Fuente: Propia

## 7.7 Costos de operación de las bodegas de almacenamiento

Tabla 13. Costo de operación

<b>Costos de operación y mantenimiento bodega propia y externa/mes</b>			
<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Monto COP</b>	<b>Monto USD</b>
<b>1</b>	Personal auxiliar bodega	\$ 24,150,000	USD 12,513.0
<b>2</b>	Personal auxiliar bodega externa	\$ 1,207,500	USD 625.6
<b>3</b>	Equipos	\$ 15,550,000	USD 8,057.0
<b>4</b>	Insumos y varios	\$ 7,940,000	USD 4,114.0
<b>5</b>	Comunicaciones	\$ 258,500	USD 133.9
<b>6</b>	Transporte y alimentación personal	\$ 3,933,750	USD 2,038.2
<b>7</b>	Energía eléctrica	\$ 1,072,000	USD 555.4
<b>8</b>	Mobiliario y oficina	\$ 768,000	USD 397.9
<b>9</b>	Mantenimiento edificio	\$ 3,795,000	USD 1,966.3
<b>10</b>	Seguridad bodega externa	\$ 5,706,800	USD 2,956.9
<b>11</b>	Transporte entre bodegas	\$ 11,500,000	USD 5,958.5
<b>12</b>	Arrendamiento bodega externa	\$ 40,000,000	USD 20,725.4
<b>13</b>	Arrendamiento contenedores	\$ 1,400,000	USD 725.4
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 117,281,550</b>	<b>USD 60,767.6</b>

Fuente: Propia

En el cuadro anterior se presentan los aspectos relevantes que generan costo en la operación de las bodegas, a continuación se da una breve descripción de cada uno de ellos:

- Los auxiliares de bodega son los encargados de realizar las actividades de control, recepción y entrega de productos e insumos en la bodega tanto interna como externa.
- Dentro de los equipos se consideran los rubros del alquiler y mantenimiento de montacargas, compra y mantenimiento de herramientas. En este caso se rentan 4 montacargas; 3 eléctricas pasillo angosto y 1 combustión para el movimiento de bobinas de lámina.
- Los insumos y varios corresponden a materiales que se requieren para la operación tales como materiales de embalaje, almacenamiento y despacho, pago a contratistas para la operación de despacho y descargue.
- Las comunicaciones abarca el servicio de telefonía y redes.
- En transporte y alimentación de personal se considera el rubro que se causa por el personal operativo.
- En energía eléctrica se considera el rubro asignado de este servicio a la parte de bodega.

- Dentro de mobiliaria y oficina se consideran los insumos necesarios para la operación de la parte administrativa de bodega.
- En mantenimiento edificio se considera el valor de las adecuaciones o mantenimientos que realizan constantemente a las instalaciones físicas. Las adecuaciones en bodega externas las cubre el proveedor.
- En seguridad bodega externa se está considerando el pago a terceros por la vigilancia de una bodega alquilada.
- En transporte entre bodegas se tiene el costo asociado a movimiento de materiales entre la bodega propia y la alquilada. El cálculo de este rubro se realiza con el promedio de viajes mensuales y el costo del flete establecido para dicho viaje.

Este es un costo importante por tener bodegas afuera a la planta, debido a que la frecuencia de movimiento de material y equipos es muy significativa por el espacio reducido en planta.

- Actualmente alquilan 3 bodegas, las cuales no están adecuadas para aprovechar la altura de las mismas debido al costo que esto implica en activos que no son propios.
- Además alquilan unos contenedores en planta para el almacenamiento de un material que es muy costoso y por seguridad debe tener mayor vigilancia. El espacio actual no alcanza para dicho ítem.

## **8. PROPUESTA DE DISEÑO DE LA NUEVA BODEGA DE PRODUCTO TERMINADO E INSUMOS**

Es importante resaltar que la propuesta al final (los modelos matemáticos no generan un aporte significativo) se obtiene de un análisis cualitativo con base en la aplicación de herramientas comunes en la ingeniería industrial como diagramas de pescado, diagramas de proceso de la operación, diagramas de flujo del proceso, gráficas de recorrido, análisis de empaque, distribución en bodega, cubicaje en estibas entre otras. Las cuales trabajan bajo el marco de métodos, tiempos y estándares, permitiendo tratar aspectos focalizados del problema de forma técnica y generando información para la toma de decisiones por parte de los expertos consultados (personal de la compañía) y el equipo de trabajo del proyecto.

Con el análisis cualitativo se buscó revisar y abordar de la mejor manera posible todas las restricciones presentes, generando criterios y variables claras de análisis para disminuir los potenciales riesgos de la implementación de la propuesta, tales como:

- Cercanía de las diferentes zonas proceso productivo (Cliente principal interno)
- Costos de implementación. Recursos disponibles.
- Posición de entradas y salidas a/desde bodega.
- Movimientos entrada y salida de los diferentes materiales y producto terminado.
- Características propias de los materiales, su almacenamiento y manipulación.
- Características propias del producto terminado, su almacenamiento y manipulación.
- Configuración estructural de la bodega.
- Requerimientos de demanda para los diferentes materiales.
- Generar barreras para futuros proyectos de la organización, como el control de inventarios.

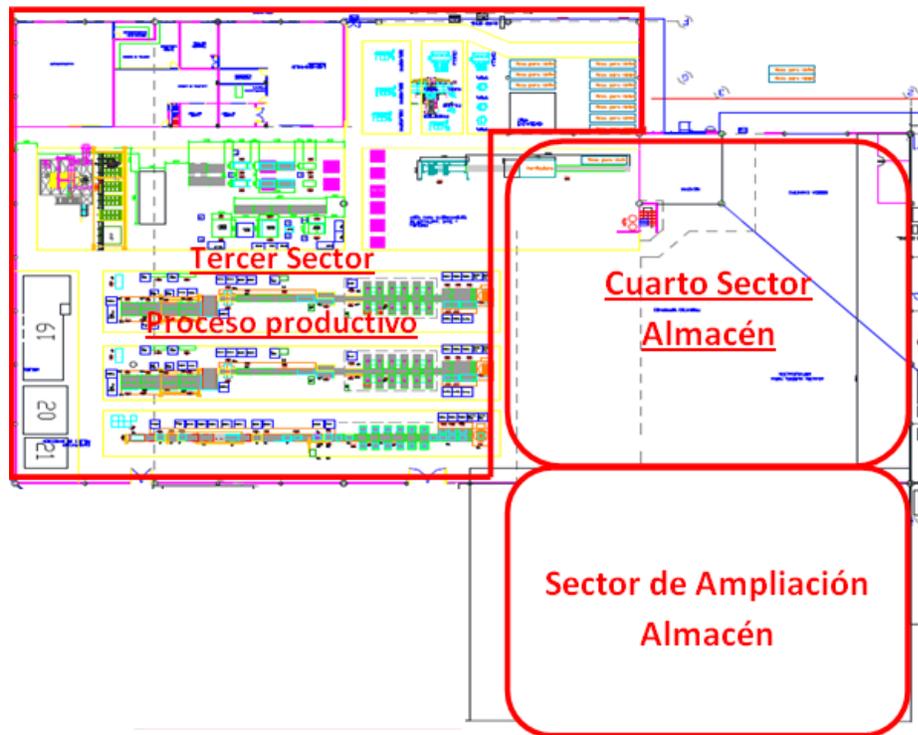
Debido a la necesidad de la organización para aumentar su capacidad de respuesta productiva y frente al mercado, además, disminuir los costos de transporte y almacenamiento con terceros, se presenta la siguiente propuesta que permite el aprovechamiento de recursos disponibles y mejoras en las operaciones de las bodegas.

El diseño de la bodega propuesta está basado en los recursos que se tienen actualmente como terreno (ver imagen 4, "Sector de Ampliación Almacén"), el flujo de material que tienen entre la bodega propia y aquella en alquiler, el requerimiento de espacio actual, la configuración de la operación de la producción y en el análisis de las características de los materiales.

El área que se propone construir es 1836 m<sup>2</sup>, la cual estaría ubicada en la parte sur de la fábrica y sus medidas son 34 metros de fondo por 54 metros de ancho. Esta área puede parecer pequeña acorde a las necesidades de espacio analizadas previamente, pero más adelante se dará claridad de la capacidad real al analizar en 3 dimensiones, es decir aprovechar la altura.

Cuando se habla de altura se da claridad que esta nueva bodega sería más alta, 14 metros aproximadamente vs 10 metros de altura del resto de la construcción actual, incrementando la capacidad en este espacio y el rendimiento comparado con el actual. Lo anterior permite mayor cantidad de ítems almacenados en los dispositivos adecuados.

Imagen 4. Distribución de la bodega <Presenta sector de ampliación>



Fuente: Propia

### 8.1 Clasificación por características físicas del producto

Para realizar una propuesta del layout de la nueva bodega primero se trabajó en la clasificación de materiales por uso en las líneas de producción, análisis útil para la secuencia del picking, configurando las zonas para el personal que prelista las órdenes y para encontrar el requerimiento de espacio por los niveles de inventario actual y proyectado.

Luego se realiza el análisis y clasificación de los materiales presentando una agrupación por características de embalaje, manejo interno, peso y volumen. Lo anterior permitirá establecer tendencias de herramientas, dispositivos y otros recursos afines para el manejo de dichos materiales. Lo anterior permite dividir la bodega en zonas y mejorar la utilización de dichos recursos con base en la entrada, salidas de la operación y las restricciones de instalaciones físicas.

La propuesta permitirá aprovechar el recurso físico disponible actualmente y centralizar la operación del recurso humano y material logrando establecer operaciones más eficientes para la disminución de costos, buscando un diseño que tenga un flujo lógico de acuerdo a las necesidades de movimiento tanto de producto terminado como de material.

Las agrupaciones que se obtuvieron fueron las siguientes:

→ Calcomanía

- No necesita montacargas <Manipulación manual>
- Rack especial adaptado al ya existente para aprovechamiento de espacio
- Material liviano
- Embalado en guacales de madera

→ Tornillería y Papelería

- No necesita montacargas <Manipulación manual>
- Rack especial para piezas pequeñas
- Material liviano
- Embalado en cajas pequeñas

→ Gases

- No necesita montacargas <Manipulación manual y carretas>
- No se almacena en racks, zona de almacenamiento con características específicas
- Material liviano
- Embalado en pipas

→ Lamina

- Necesita montacargas de 4.5 toneladas
- No aplica rack, se apila sobre piso y sobre ellas mismas
- Material pesado
- Embalado en bobinas

→ Magnéticos

- Para manipulación en cantidades se utiliza montacargas, para mover por unidad se realiza de manera manual.
- No aplica rack, se apila sobre superficie plana y sobre ellas mismas
- Material liviano
- Embalado en cajas de cartón

→ Material estibado pesado

- Necesita montacargas de 2 toneladas
- Rack especial, debe soportar mayor peso al estándar
- Material pesado
- Embalado en estibas

➔ **Moldura**

- No necesita montacargas <Manipulación manual>
- Rack especial tipo cantiléver para material de gran longitud
- Material liviano
- Embalado en paquetes

➔ **Almacenamiento sobre piso**

- Se manipula con montacargas o gato hidráulico
- No aplica rack, se apila sobre superficie plana y sobre ellas mismas, arrumes de gran altura
- Material liviano
- Arrume al negro

➔ **Presentación caja livianos**

- Manipulación interna manualmente, estiba completa con montacargas
- Rack estándar de ancho 1,30; Largo 1,20; Alto 1,50
- Material liviano
- Embalado en estiba estándar

➔ **Producto terminado**

- Manipulación manual y/o en carretas
- No aplica rack, se apila sobre superficie plana y sobre ellas mismas con protección y en bloque
- Material liviano
- Arrume al negro

➔ **Volumen liviano**

- Se manipula con montacargas de 2 toneladas
- Rack especial de ancho 1,30; Largo 1,20; Alto 2,5
- Material liviano
- Embalado en estibas, caja grande

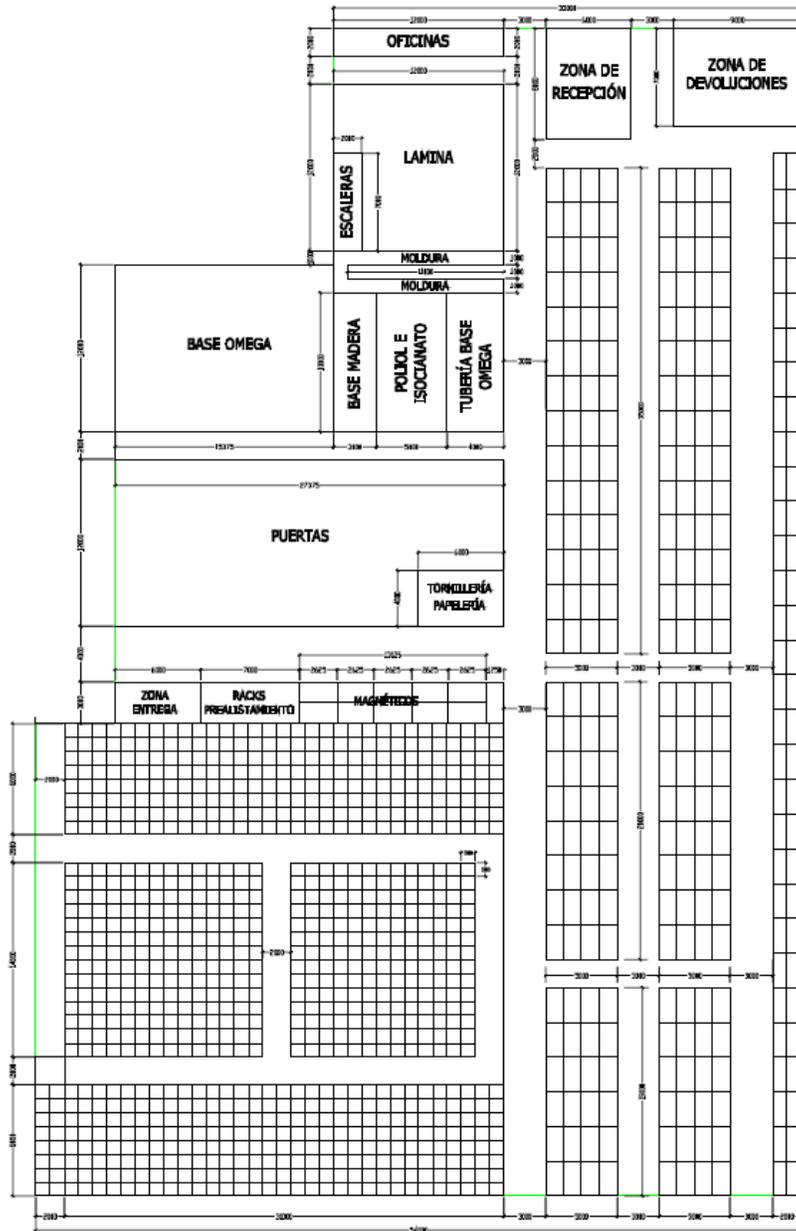
➔ **Tubo retorno**

- Manipulación manual
- Rack especial largo
- Material liviano
- Embalado en cilindros de cartón

## 8.2 Distribución materiales con nueva bodega

Teniendo los materiales divididos acorde a sus características de uso y almacenamiento, se puede generar una propuesta para los requerimientos de materia prima y producto terminado. Se buscó consolidar necesidades de tipo de rack, arrume al negro, frecuencia de salidas y entradas y cercanía a la planta por volumen concentrado de material por estiba. La propuesta se presenta en la siguiente imagen:

Imagen 5. Distribución de la bodega propuesta



Fuente: Propia

### 8.2.1 Aspectos Generales

- La parte nueva debe tener 14 metros de altura para aprovechar al máximo el volumen.
- El muelle actual queda habilitado solo para recepción de materiales.
- Producto terminado en la parte nueva permite ubicar mayor cantidad de equipos hacia arriba.
- Para evitar cruce de flujos se requiere muelle de cargue de producto terminado en la parte nueva.
- La posición de los racks se cambia alineando todos con el mismo sentido de entrada y sin afectar el picking, de sur a norte.
- La entrada de producto terminado a la bodega se propone en la parte sur de la planta, zona cercana a la zona de terminados en proceso.
- La zona de arrume a un nivel se ubica lo más cercana a planta para disminuir recorridos por el gran volumen y peso de los materiales almacenados en esta zona.

### 8.2.2 Distribución según clasificación

#### **Lámina:**

La zona para este material se establece muy cerca del muelle de recepción para facilitar el descargue de este material pesado. Además muy próxima a la planta, puntualmente la zona de metalmecánica recortando el recorrido de la montacargas especial con dicho material.

#### **Moldura:**

Este material presenta una longitud promedio de 6 metros y requiere racks especiales para su almacenamiento. La zona establecida se ubica cercana al muelle de recepción ya que este se debe mover de forma manual y así se disminuye el recorrido. Además queda cerca a la salida a planta disminuyendo también el recorrido en entrega.

#### **Tubería base omega:**

La zona para este material se establece cerca del muelle de recepción para facilitar el descargue de este material pesado. Además muy próxima a la planta para facilitar su entrega. Además tiene gran variedad de ítems, estando cercano al pasillo facilita el acceso a todos.

**Poliol e Isocianato:**

Dos materiales de gran volumen y peso que se pueden almacenar en una zona estrecha por ser solo dos ítems y poderse arrumar sobre ellos mismos. Su zona se ubica cerca al sector de arrume a un nivel, consolidándolo.

**Base Madera:**

Material específico para ciertos modelos de producto terminado, no requiere una zona amplia ni tiene mucha rotación. La zona establecida buscó unificar el sector y aprovechar el espacio.

**Base Omega:**

Material que se fabrica internamente en la parte sur de la planta, siendo su entrada y salida a/de la bodega por la parte oeste de la misma. Siendo adecuada su ubicación lo más próximo a este punto, disminuyendo así los recorridos. Además, es un material que debe arrumarse pocas unidades por estiba generando varios recorridos por entrega. Se ubica en pasillo para acceder a mayor cantidad de ítems sin obstruir.

**Puertas:**

Este material ocupa una de las zonas más extensas debido a su volumen, peso y almacenamiento especial en carros o dispositivos móviles. Estos dispositivos se pueden arrumar al 3. Aun así existen varios códigos y debe facilitarse el acceso ubicándose entre dos pasillos.

**Tornillería y Papelería:**

Estos materiales son pequeños y requieren almacenamiento en racks especiales los cuales son fáciles de instalar. Su ubicación se da aprovechando espacio y no tiene muchas restricciones en movimiento porque en un solo viaje se puede trasladar este material.

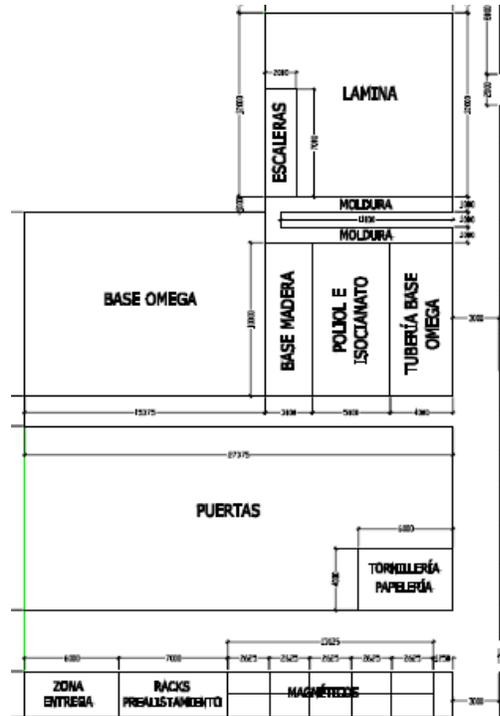
**Magnéticos:**

Es un material que se deteriora rápido y requiere muchos cuidados para su adecuado almacenamiento. Se propone una zona unificada para este y en racks para evitar arrumar muchas cajas y disminuir su deterioro, permitiendo estibarse y almacenarse en varios niveles. Su ubicación facilita el flujo de salida y disminuye el recorrido a la salida a planta.

**Racks Prelistamiento:**

Es una zona de racks establecida para almacenar el material prelistado y permitir el prelistamiento de nuevas órdenes y acceder fácil al material en el momento de una entrega. En la siguiente imagen se visualiza de forma clara:

Imagen 6. Ubicación en planta zona lateral superior izquierda

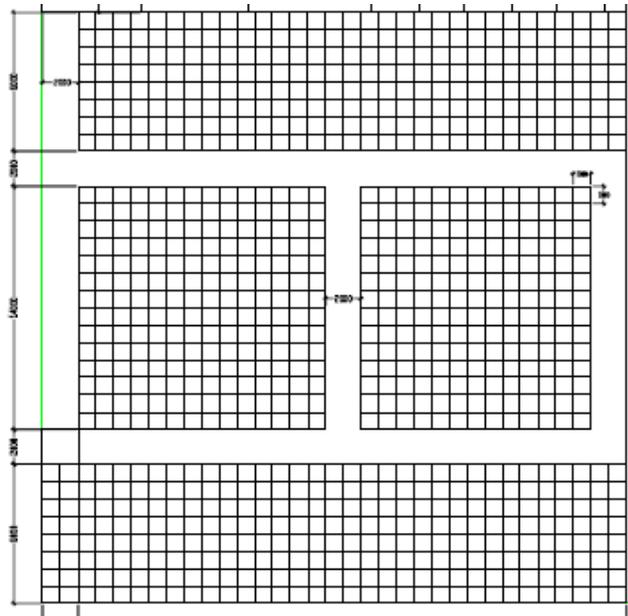


Fuente: Propia

### Zona de producto terminado

Se establece un área de 1000 mt<sup>2</sup> y en estos 4 niveles en estructura especial y así aprovechar la altura de la nueva bodega (14 mts), llegando a ser 4000 mts de área disponible para almacenamiento de producto terminado. El acceso a esta zona se lleva a cabo por la planta, cercano a las líneas de acabados, por donde salen los productos listos. Se propone contiguo a esta zona un muelle para cargue y evitar flujo inadecuado de materiales hacia el muelle actual.

Imagen 7. Ubicación en planta zona lateral inferior izquierda



Fuente: Propia

### Gases:

Estos por estar contenidos en pipas requieren un almacenamiento especiales y con restricciones de compatibilidad. Por lo anterior, se habilita una zona cercana al muelle de descargue para facilitar la recepción de pipas llenas y devolución de pipas vacías, además el flujo con el proceso no es muy alto lo que permite ubicar dicha zona alejada de la salida a planta.

### Zona de racks:

Varias familias de materiales se almacenaran en racks especiales de almacenamiento y dependiendo de los 2 tipos de clasificaciones estos se distribuirán. En la zona actual pueden ubicarse racks de 3 o 4 niveles y en la parte nueva pueden ubicarse racks de 6 niveles. A continuación se relacionan las familias y en cual tipo de rack están ubicadas. En la gráfica se visualiza su distribución:

- Racks 3 niveles:
  - Condensadores
  - Evaporadores
  - Louvers
  - Rejillas
  - Tolvas
  - Empaque

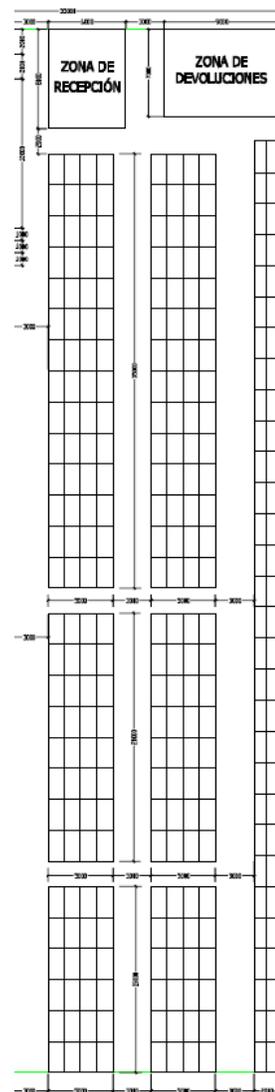
- Maquila
  - Single Face
  - Soporte Motor
- Racks 4 Niveles:
    - Calcomanías
    - Compresores
    - Accesorios Compresor
    - Prensable
    - Tubo Retorno
    - Magnético
    - Capilares
    - Cobre
    - Maquila
- Racks 6 Niveles (Racks ubicados en la nueva bodega por su altura):
    - Arnés
    - Aspas
    - Adaptadores y Reguladores
    - Charolas
    - CIF
    - Conexiones Tomacorriente
    - Filtros
    - Led's
    - Manguera
    - Motores
    - Pantallas
    - Parrillas
    - Perfiles
    - Reglillas
    - Variables
    - Varios
    - Base Motor

Para cualquier tipo de rack se puede utilizar la montacargas eléctrica de pasillo angosto, pero dependiendo si son 6 niveles debe ser una con mayor capacidad en altura.

Hay ciertos materiales que por su peso deben tener racks con mayor capacidad en peso pero igual condiciones de altura y ancho, cambia la resistencia de las vigas, estos son:

- Compresores
- Cobre
- Capilares
- Tubo retorno

Imagen 8. Ubicación en planta zona lateral derecha



Fuente: Propia

### 8.2.3 Zona de Producto Terminado

Para el producto terminado es importante definir su comportamiento de venta o despacho de forma general más que la cantidad de modelos que existen actualmente, lo anterior establece características que son pautas para su distribución en la zona de almacenamiento y que marcan también la forma de producción.

Existen 3 tipos de clientes:

- **Corporativos:** Este grupo de clientes lo fabrican en cantidades muy grandes y concentradas en pocos modelos. Generalmente un máximo de 2 clientes de este grupo absorbe la fabricación del 98% de productos totales del mes. El almacenamiento para este grupo exige grandes espacios dedicados a pocos modelos, por lo tanto, no requiere muchos pasillos, ni divisiones y es uniforme por la poca variedad en tamaños. El espacio dedicado a este grupo tiene alta rotación porque el producto se fabrica bajo pedido y generalmente se despacha el mismo mes, muchas veces unidad fabricada unidad despachada.
- **Terceros:** Este grupo de clientes generalmente genera pocas cantidades de producto terminado concentradas en pocos modelos, siendo fabricadas ocasionalmente para clientes específicos y pedidos puntuales. El almacenamiento para este grupo es reducido y generalmente es temporal, ya que se fabrica para pedidos pequeños, los cuales se despachan inmediatamente.
- **Distribución:** Este grupo de clientes ocupa grandes áreas de almacenamiento con diversidad de modelos, aunque este no ocupa gran parte de la producción del mes, se fabrica con mayor frecuencia y variedad que el grupo de terceros. El almacenamiento para este es de gran tamaño y requiere acceso para los diferentes ítems, lo anterior debido a que se fabrica para stock para atender demanda variable diaria. Se debe tener disponibilidad y fácil acceso para despachar oportunamente. Al almacén ingresan lotes unificados de estos y se despachan en bajas cantidades combinadas con otros modelos, tienen menor rotación que los corporativos.

Los modelos para este grupo tienen mayor requerimiento de calidad estética, ya que es especializado y está conformado por los clientes finales directos.

- **Consideraciones generales:**
  - Es importante filas (arrumes) cortas para facilitar el acceso a los diferentes productos cuando hay combinación de varios de ellos y así superar fácilmente el inconveniente de espacio dedicado y variedad en modelos.

- El muelle de carga se ubica cerca de la salida de la planta por la parte posterior. Este debe construirse y adecuar la portería para el control de salida y entrada de vehículos.
- El elevador se ubica en la zona más cercana a la planta y es la entrada a esta área de almacenamiento.
- Los pasillos deben ser de 2 metros para mover el producto más ancho acompañado de un auxiliar encargado de dicho movimiento.
- Se permiten 4 niveles en la nueva bodega, por la altura propuesta, 14 metros.

### **Niveles de almacenamiento**

A continuación se relaciona la distribución del tipo de producto terminado por nivel, con base en la anterior descripción. Esta asignación de espacio busca generar ahorros en movimientos y proponer un flujo adecuado acorde a la rotación y tipo de fabricación y despacho.

Cuando hablamos de niveles hacemos referencia a la instalación de una estructura que contiene 3 entresijos o niveles para aprovechar al máximo la ocupación del espacio en altura. Lo anterior permite incrementar el área ocupada 3 veces su tamaño. La propuesta es un tipo de mezanine, ver imagen 9, donde se puede almacenar el producto terminado de una forma adecuada. Para acceder a cada nivel se instalará un elevador con la capacidad para transportar a una persona con el producto, ahorrando costos de montacargas.

Imagen 9. Modelo de Mezanine

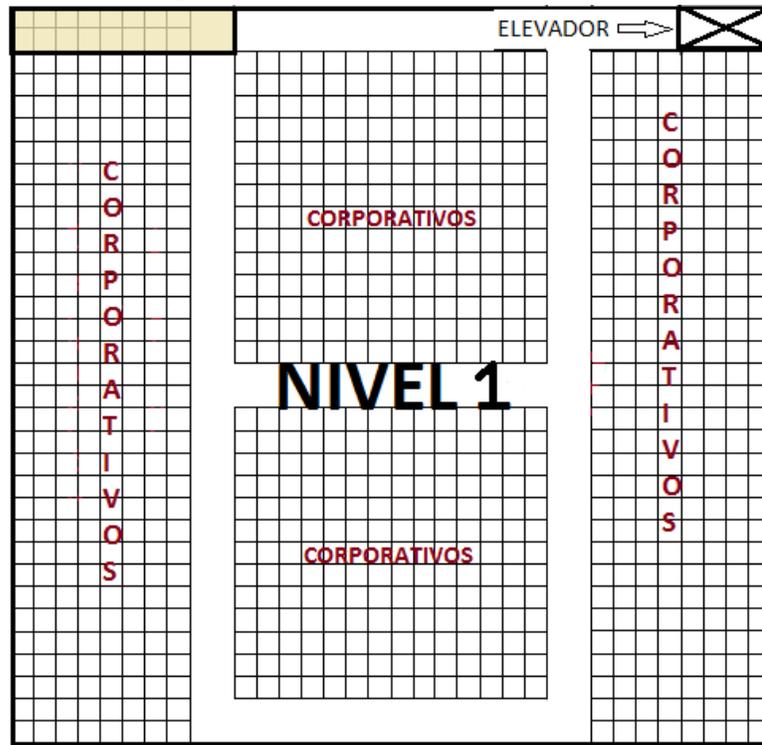


Fuente: JML Services; [www.JMLservices.com](http://www.JMLservices.com)

## Nivel 1

En este nivel se asigna todo el espacio para producto de clientes corporativos, lo anterior debido a que es el grupo de mayor cantidad y rotación, disminuyendo los recorridos de ingreso y cargue para despachos. En este nivel se encuentran el muelle y el acceso al elevador. Ver imagen 10.

Imagen 10. Esquema de almacenamiento nivel 1

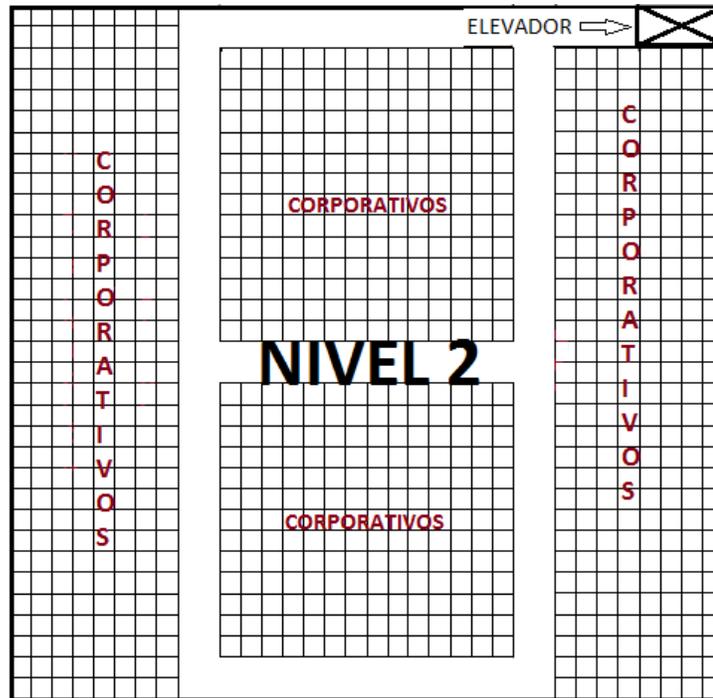


Fuente: Propia

## Nivel 2

El espacio se asigna igual que el primer nivel pero no se tiene el muelle. Se realiza de esta forma para dejar la siguiente zona más cercana al nivel base con producto de mayor rotación y así ahorrar en recorridos. Ver imagen 11.

Imagen 11. Esquema de almacenamiento nivel 2

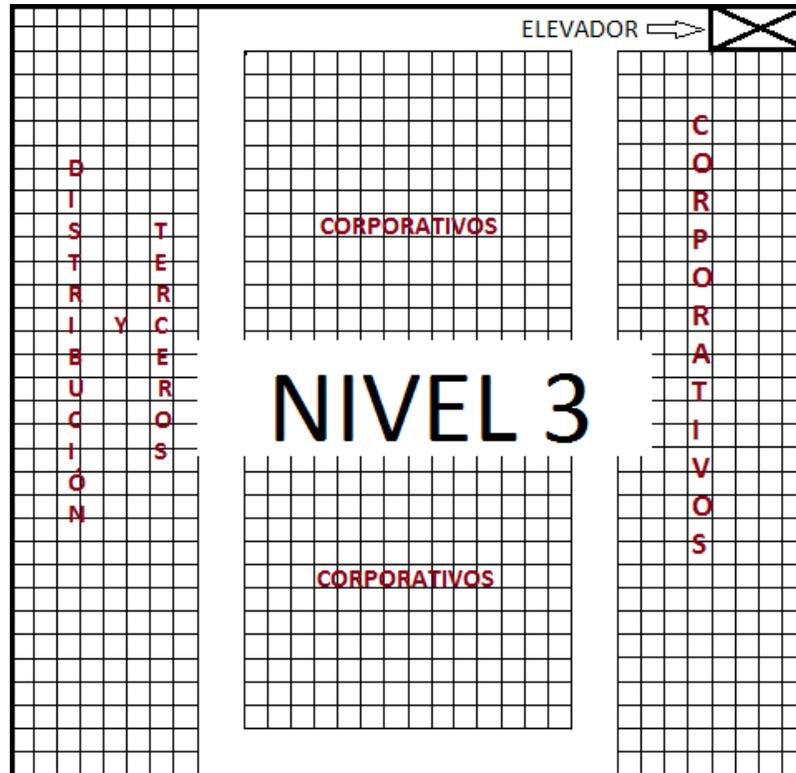


Fuente: Propia

### Nivel 3

Se asigna la mayor parte del espacio de este nivel a producto de corporativos complementando los niveles 1 y 2, se debe recordar que este grupo es el que contiene la mayor cantidad de equipos. De este nivel se propone un espacio para distribución ya que el cuarto nivel no alcanzaría para su inventario en los picos más altos. Como se puede observar en la gráfica 10 también se propone que el espacio para producto de distribución alterne con producto de terceros, en el momento que haya stock o pedidos del mismo. Se deja como alterno porque se desperdicia espacio por la baja solicitud de este tipo de clientes. Ver imagen 12.

Imagen 12. Esquema de almacenamiento nivel 3

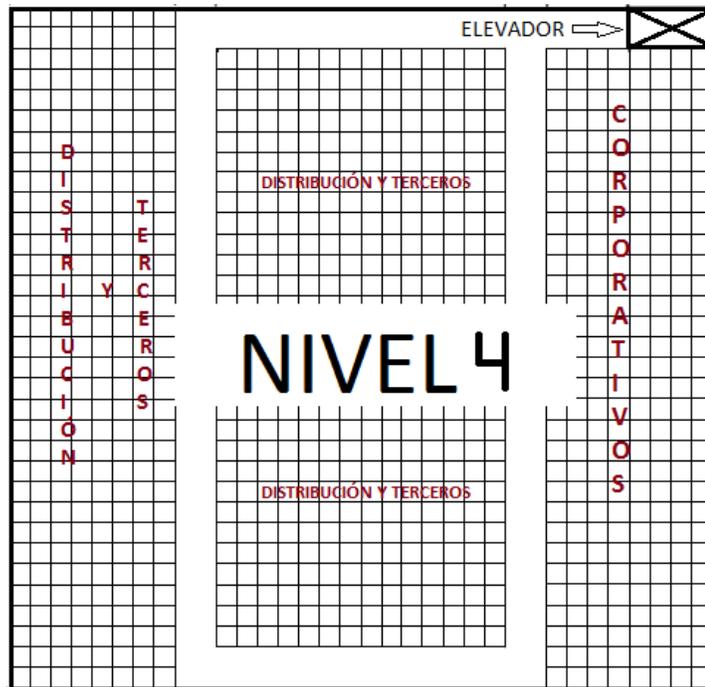


Fuente: Propia

#### Nivel 4

Último nivel, en todo este se ubica la mayor proporción del producto de distribución, con el fin de preservarlo adecuadamente, ya que por su baja rotación y criticidad estética ante el cliente debe evitar estar junto a producto de alta rotación o movimiento y así disminuir el potencial de daños por golpes o rayas. Además permite dedicar espacios fijos por referencia de producto, lo anterior facilita el acceso a los diferentes ítems cuando despachan varios modelos en bajas cantidades, situación común en este mercado. Ver imagen 13.

Imagen 13. Esquema de almacenamiento nivel 4



Fuente: Propia

### 8.3 Dispositivos para movimiento de material:

**Montacargas:** Con el fin de obtener un mayor rendimiento de espacio se busca que los pasillos sean lo más pequeños posibles. Para poder mover material en estas condiciones se requieren montacargas eléctricos de giro corto (pasillo angosto). Los cuales aplican también para alturas establecidas de racks y no requieren combustible.

Otro aspecto importante para disminuir la cantidad de pasillos es la ubicación de racks contiguos, es decir, doble profundidad. Con este tipo de montacargas también se puede acceder a racks dobles ya que tienen la opción para extensión de uñas.

Como desventaja este tipo de montacargas no tiene mucha capacidad en peso principalmente cuando esta elevado el mástil, pero es una restricción manejable por la variedad de materiales y la configuración de los mismos en los racks. A continuación se muestra la imagen de este equipo:

Imagen 14. Montacargas eléctricos



Fuente: [www.valdenmark.com](http://www.valdenmark.com) – image058.GIF

Para mover materiales muy pesados como la lámina se requiere un montacargas de combustión con capacidad mayor, ya que las eléctricas no tendrían capacidad para dicho tonelaje. Este equipo tiene mayor tamaño pero puede moverse por los pasillos, su necesidad de giro está en la zona de almacenamiento de lámina, por lo tanto esta se ubicó cercana a la entrada. A continuación se muestra la imagen de este equipo:

Imagen 15. Montacargas de combustión



Fuente: Ricardo Pérez, S.A. [curriculum.toyotarp.com](http://curriculum.toyotarp.com)

**Estibadoras Manuales:** Este dispositivo es manual y muy útil para el movimiento de material en piso. Disminuye el costo de adquisición o alquiler de montacargas para movimientos livianos y cortos. En el proceso de almacenamiento lo utiliza el personal de Picking para alistamiento de órdenes, el personal de ingreso para movimiento de material liviano al punto de almacenamiento. A continuación se muestra la imagen de este dispositivo:

Imagen 16. Estibador manual



Fuente: Tecnyale S.A.S. - [www.tecnyale.com](http://www.tecnyale.com)

#### 8.4 Tipos de rack:

Los tipos de racks a utilizar dependiendo de los materiales son los siguientes:

**Racks para material grande capacidad 2000 kg:** La mayor proporción de racks son de este tipo, el cual es muy común en las diferentes bodegas. En estos se puede arrumar dos estibas y tiene capacidad de 2000 kg por nivel. La altura de cada nivel puede modificarse dependiendo de los requerimientos, en la propuesta hay racks de 4 niveles y otros de 3 dependiendo de la altura de la estiba de material, estos racks son de 6 a 7 mts. También en la propuesta se establecen racks de 12 mts para 6 niveles de altura. A continuación se muestra la imagen de este dispositivo:

Imagen 17. Racks para material grande



Fuente: [www.aliexpress.com](http://www.aliexpress.com)

**Rack para papelería tipo archivador (Sliding Racks):** Con el fin de proteger la papelería, material que se deteriora con el polvo. Se determinaron racks tipo archivador para guardar este material. Estos facilitan el acceso por ser material pequeño . A continuación se muestra la imagen de este dispositivo:

Imagen 18. Sliding racks



Fuente: [www.sysprotec.cl](http://www.sysprotec.cl)

### **Rack para tornillería o material pequeño:**

Materiales como tornillería, los cuales son pequeños, se almacenan en racks de menor tamaño y con mayor cantidad de espacios para ubicar una proporción importante de ítems que ocupan un espacio reducido cada uno. Facilitando el acceso a cada SKU. A continuación se muestra la imagen de este dispositivo:

Imagen 19. Racks tipo estante pequeño



Fuente: [www.alamaula.com](http://www.alamaula.com)

### **Rack para moldura**

Para este material de gran longitud y bajo peso se establecen racks tipo cantilever, estos permiten ocupar poco espacio adecuándose a zonas pequeñas además son ideales para materiales largos, ya que facilitan su acceso de forma manual. También aseguran el adecuado almacenamiento de este material plástico que puede sufrir fácil deformación. A continuación se muestra la imagen de este dispositivo:

Imagen 20. Racks tipo árbol

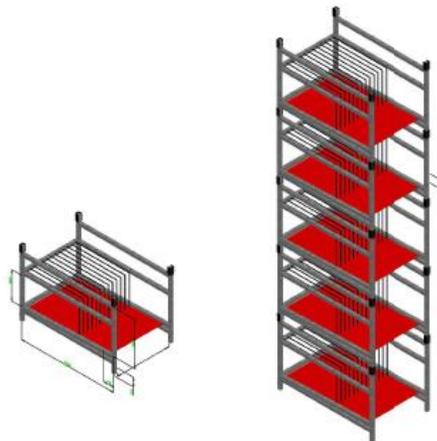


Fuente: [www.mecalux.com](http://www.mecalux.com)

### Carros para puertas

Son dispositivos especiales para almacenar este tipo de material, en los cuales se guardan de forma adecuada. Se busca también aprovechar mejor el espacio haciendo estos dispositivos arrumables con gran capacidad en peso y con separaciones para proteger el material plástico. A continuación se muestra la imagen de este dispositivo:

Imagen 21. Racks especializado



Fuente: Propia

## 8.5 Análisis de ocupación con la nueva propuesta

Con la ampliación de la nueva zona para el almacenamiento tanto de materia prima como de producto terminado se puede suprimir el alquiler de la bodega tercerizada y a su vez permite centralizar la operación en la misma bodega.

Para el cálculo de la ocupación se tienen en cuenta el área de los pasillos de circulación y las zonas destinadas para almacenamiento tanto de materia prima como de producto terminado, en el proceso se dividen 3 grandes zonas para determinar el área total, como se presenta a continuación, el siguiente cálculo se hizo sobre los m<sup>2</sup> a un nivel de altura, sin utilizar el espacio vertical. Se debe aclarar que las 2 primeras zonas corresponden a la bodega actual (2145 m<sup>2</sup>, ver tabla 7) y la tercera zona corresponde a la ampliación, 1836 m<sup>2</sup> de nueva construcción.

Tabla 14. Área general disponible

<b>Área plano general</b>			
<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Área</b>	<b>Observaciones</b>
33	17	561	Zona actual
48	33	1584	Zona actual
		<b>2145</b>	<b>Area disponible actual</b>
54	34	1836	Zona ampliación
		<b>3981</b>	<b>Total general</b>

Fuente: Propia

Es importante identificar el espacio ocupado para pasillos y flujo de materiales, ya que siendo imprescindible no debe tenerse en cuenta para la ocupación. Se realiza la identificación y medición de los pasillos que se tendrían de acuerdo a la distribución planteada permitiendo el manejo de los diferentes equipos necesarios para realizar desplazamientos, en la siguiente tabla se detalla esta información:

Tabla 15. Área a descontar por pasillos, escaleras y oficinas

Área Pasillos			
Ancho	Largo	Área	Zona
3	84	252	Pasillo 1
3	74	222	Pasillo 2
3	74	222	Pasillo 3
3	7	21	Pasillo 4
12	2	24	Pasillo 5
6	2	12	Pasillo 6
1	10	10	Pasillo 7
12	2	24	Pasillo 8
1	11	11	Pasillo 9
27	3	81	Pasillo 10
27	3	81	Pasillo 11
2	5	10	Pasillo 12
2	5	10	Pasillo 13
2	5	10	Pasillo 14
2	5	10	Pasillo 15
31	2	62	Pasillo 16
24	2	48	Pasillo 18
31	2	62	Pasillo 17
14	2	28	Pasillo 19
14	2	28	Pasillo 20
7	2	14	Escaleras
12	2	24	Oficinas
<b>Total área ocupada</b>		<b>1266</b>	

Fuente: Propia

En el siguiente cuadro se detallan los espacios y su área disponible realizando almacenamiento a un solo nivel y sin tener en cuenta los pasillos:

Tabla 16. Áreas almacenamiento por zona

<b>Área almacenamiento</b>			
<b>Ancho</b>	<b>Largo</b>	<b>Área</b>	<b>Zona</b>
10	12	120	Lamina
5	2	10	Lamina
12	2	24	Moldura
1	1	1	Moldura
15	12	180	Base omega
3	10	30	Base madera
5	10	50	Poliol e isocianato
4	10	40	Tuberia base omega
27	8	216	Puertas
21	4	84	Puertas
4	6	24	Tornilleria y papeleria
14	3	42	Magneticos
35	10	350	Arrume al 4
20	10	200	Arrume al 6
10	15	150	Arrume al 6
75	2	150	Arrume al 3
8	6	48	Zona de recepción
7	9	63	Zona de devoluciones
7	3	21	Racks de prelistamiento
6	3	18	Zona de entrega de Insumos
31	8	248	Producto terminado al 4
14	14	196	Producto terminado al 4
14	13	182	Producto terminado al 4
31	8	248	Producto terminado al 4
10	2	20	Producto terminado al 3
<b>Área total</b>		<b>2715</b>	

Fuente: Propia

Es importante conocer la verdadera capacidad obtenida al implementar racks y estructuras de almacenamiento vertical. Al realizar el análisis con el aprovechamiento del espacio disponible en sentido vertical se tuvieron en cuenta los diferentes racks que se tienen actualmente y aquellos que se adquirirán para la nueva zona. Dicho análisis se realiza acorde a las condiciones de almacenamiento de cada tipo de material y las posiciones posibles generadas con dichos dispositivos, se analiza en m<sup>2</sup> para facilitar la medición. El área total disponible quedaría de la siguiente manera:

Tabla 17. Áreas por zona teniendo en cuenta almacenamiento vertical

Área almacenamiento					
Ancho	Largo	Área	Zona	Niveles para arrume	Área Total
10	12	120	Lamina	1	120
5	2	10	Lamina	1	10
12	2	24	Moldura	1	24
1	1	1	Moldura	1	1
15	12	180	Base omega	1	180
3	10	30	Base madera	1	30
5	10	50	Poliol e isocianato	1	50
4	10	40	Tuberia base omega	1	40
27	8	216	Puertas	1	216
21	4	84	Puertas	1	84
4	6	24	Tornilleria y papeleria	1	24
14	3	42	Magneticos	1	42
35	10	350	Arrume al 4	4	1400
20	10	200	Arrume al 6	6	1200
10	15	150	Arrume al 6	6	900
75	2	150	Arrume al 3	3	450
8	6	48	Zona de recepción	1	48
7	9	63	Zona de devoluciones	1	63
7	3	21	Racks de prealistamiento	1	21
6	3	18	Zona de entrega de Insumos	1	18
31	8	248	Producto terminado al 4	4	992
14	14	196	Producto terminado al 4	4	784
14	13	182	Producto terminado al 4	4	728
31	8	248	Producto terminado al 4	4	992
10	2	20	Producto terminado al 3	3	60
<b>Área total</b>		<b>2715</b>		<b>Área total acumulado</b>	<b>8477</b>

Fuente: Propia

Se puede observar que la nueva propuesta al revisarla con su capacidad en altura se incrementa el almacenamiento de 2715 a 8477 m<sup>2</sup> cubriendo la necesidad de espacio requerida para la operación actual de la planta y dando posibilidad de crecimiento a futuro de la organización (3 años), permitiendo espacio disponible para niveles de inventarios más altos a los actuales en el almacén. A continuación se detalla la capacidad de almacenamiento y su ocupación:

Tabla 18. Análisis áreas

Descripción	Área
Área necesaria para almacenamiento (m <sup>2</sup> )	6.084
Área disponible con la nueva zona (m <sup>2</sup> )	8.477
<b>% Utilización</b>	<b>72%</b>
Área de almacenamiento disponible (m <sup>2</sup> )	2.393
<b>% Almacenamiento disponible</b>	<b>28%</b>

Fuente: Propia

Al realizar la comparación del área que se tiene actualmente (ver tabla 7) y la proyectada, según propuesta, con base en el terreno disponible para la ampliación, se observa que tenemos un incremento en la capacidad del 49,88%.

Tabla 19. Comparativo área actual vs área propuesta

Descripción	Área
Área disponible actual incluye pasillos (m <sup>2</sup> )	6.500
Área disponible propuesta incluye pasillos (m <sup>2</sup> )	9.743
<b>% Aumento capacidad almacenamiento</b>	<b>49,88%</b>

Fuente: Propia

## 9. ANÁLISIS DE BENEFICIOS

### 9.1 Costos de operación de la bodega de almacenamiento con la inversión en la ampliación

A continuación se relacionan los costos asumidos con la nueva propuesta, donde se logra centralizar el almacenamiento en planta. Los valores se muestran en la siguiente tabla y se explican posteriormente las diferencias con los costos mostrados en el punto 8.3 (situación actual):

Tabla 20. Costo operación bodega nueva

Costos de operación y mantenimiento bodega propia nueva propuesta/mes			
Item	Descripción	Monto COP	Monto USD
1	Personal auxiliar bodega	\$ 25,357,500	USD 13,138.6
2	Personal auxiliar bodega externa	\$ -	USD 0.0
3	Equipos	\$ 11,950,000	USD 6,191.7
4	Insumos y varios	\$ 7,940,000	USD 4,114.0
5	Comunicaciones	\$ 258,500	USD 133.9
6	Transporte y alimentación personal	\$ 4,327,125	USD 2,242.0
7	Energía eléctrica	\$ 1,393,600	USD 722.1
8	Mobiliario y oficina	\$ 768,000	USD 397.9
9	Mantenimiento edificio	\$ 4,554,000	USD 2,359.6
10	Seguridad bodega externa	\$ -	USD 0.0
11	Transporte entre bodegas	\$ -	USD 0.0
12	Arrendamiento bodega externa	\$ -	USD 0.0
13	Arrendamiento contenedores	\$ -	USD 0.0
<b>TOTAL</b>		<b>\$ 56,548,725</b>	<b>USD 29,299.9</b>

Fuente: Propia

- La cantidad de auxiliares de bodega sería la misma solo que se traslada el personal de bodega externa a planta a cubrir el incremento de operaciones en esta locación.
- Con la propuesta se rentan 3 montacargas; 3 eléctricas pasillo angosto y 1 combustión para el movimiento de bobinas de lámina. Lo anterior debido a que la operación en planta se puede mantener con esta cantidad de equipos, el extra que se mantenía en bodega se requería por la complejidad de trasladarlo desde planta a bodega para su operación.
- Los rubros de transporte y alimentación de personal, energía eléctrica y mantenimiento edificio se incrementan acorde a la proporción consumida en bodega externa y que se traslada a planta.
- El rubro de seguridad bodega externa ya no aplica con la nueva propuesta. No es requerido el servicio de vigilancia extra.
- Los rubros de alquiler de bodegas y contenedores, además del transporte de planta a bodegas ya no aplican por la centralización de la operación.

A continuación se presenta un resumen de los costos actuales y con la propuesta:

Tabla 21. Esquema de ahorro

	<b>Monto COP</b>	<b>Monto USD</b>
<b>Costo mensual actual de operación almacén</b>	\$ 117,281,550	USD 60,767.6
<b>Costo mensual propuesto de operación almacén</b>	\$ 56,548,725	USD 29,299.9
<b>Ahorro mensual \$</b>	<b>\$ 60,732,825</b>	<b>USD 31,467.8</b>
<b>Ahorro mensual %</b>	<b>52%</b>	

Fuente: Propia

Con la anterior revisión de costos se puede observar que la propuesta reduce aproximadamente un 52% los costos mensuales de operación del almacén, permitiendo ser optimistas con la implementación del proyecto, a pesar del alto monto de inversión para el montaje de la nueva área de almacenamiento. Es importante realizar un análisis financiero y validar la viabilidad del proyecto.

## 9.2 Análisis de inversión

La inversión propuesta incluye la obra civil para el montaje de la bodega, el equipamiento para el almacenamiento de materiales y las adecuaciones de la bodega actual.

- **Obra Civil:** Este valor incluye el análisis técnico, planos y la construcción de los cimientos y estructura de la bodega (incluye nuevo muelle). Es el montaje físico de la misma. La cotización se realiza con una empresa ubicada en la zona franca y la cual es experta en el montaje de bodegas. La ampliación presupuestada es 1836 m<sup>2</sup>. El valor de este montaje es **\$ 1.900'039.680 COP (\$984.476 USD)** el cual se detalla a continuación:

Tabla 22. Valor Montaje Nueva Bodega

<b>OBRA CIVIL NUEVA BODEGA</b>	<b>Monto COP</b>	<b>Monto USD</b>
<b>Costos Directos</b>	<b>\$ 1,599,360,000</b>	<b>USD 828,683.9</b>
Preliminares (Localización replanteo, instalaciones provisionales de energía y fitosanitarias)	\$ 8,900,000	USD 4,611.4
Movimiento de tierras	\$ 148,487,000	USD 76,936.3
Cimentación, columnas y placas de concreto	\$ 619,708,900	USD 321,092.7
Juntas de construcción y contracción	\$ 21,418,000	USD 11,097.4
Estructura metálica y teja	\$ 424,451,100	USD 219,922.8
Redes hidráulicas y fitosanitarias	\$ 110,000,000	USD 56,994.8
Energía	\$ 140,000,000	USD 72,538.9
Mampostería	\$ 36,395,000	USD 18,857.5
Varios (Iluminación-seguridad industrial)	\$ 90,000,000	USD 46,632.1
<b>Costos Indirectos</b>	<b>\$ 300,679,680</b>	<b>USD 155,792.6</b>
Administración - 10%	\$ 159,936,000	USD 82,868.4
Imprevistos - 3%	\$ 47,980,800	USD 24,860.5
Utilidad - 5%	\$ 79,968,000	USD 41,434.2
Iva sobre la utilidad - 16%	\$ 12,794,880	USD 6,629.5
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 1,900,039,680</b>	<b>USD 984,476.5</b>

Fuente: Propia

- **Equipamiento:** Este valor incluye el montaje de todos los tipos de racks mostrados en el punto 9.4 y que tienen cobertura en la bodega nueva y redistribución de la zona actual. También incluye el mezanine para producto terminado, el cual tiene un costo significativo en el proyecto. Finalmente incluye los dispositivos requeridos para movimiento de material. El valor del equipamiento es **\$1'113'776.100 COP (\$577.086 USD)**, el cual se detalla a continuación:

Tabla 23. Valor Equipamiento Nueva Bodega

EQUIPAMIENTO	Monto COP	Monto USD
<b>Mezanine 1000 m2 - 4 niveles - Altura por nivel 2.8 mt - Piso en aglomerado 2.5 mm espesor - 500 kg x m2</b>	<b>\$ 728,000,000</b>	<b>USD 377,202.1</b>
<b>Racks actuales 158 y Racks requeridos 284 - Compra 126 unds</b>	<b>\$ 321,326,100</b>	<b>USD 166,490.2</b>
Marco U101 - 10.00 x 1.06 mts (CU = \$586.000)	\$ 74,422,000	USD 38,560.6
VIGA LAR. IC872 DE 3.00 m. (CU = \$112.800)	\$ 170,553,600	USD 88,369.7
Separador de Marco de 40 cm. (CU = \$35.000)	\$ 4,445,000	USD 2,303.1
Anclajes de Piso (CU = \$2.500)	\$ 1,587,500	USD 822.5
Platinas de Nivelación (CU = \$2.500)	\$ 2,540,000	USD 1,316.1
Protector de Marco (CU = \$52.000)	\$ 3,328,000	USD 1,724.4
<b>Carros puertas (40 unds) (CU = \$520000)</b>	<b>\$ 20,800,000</b>	<b>USD 10,777.2</b>
<b>Cantilever Molduras</b>	<b>\$ 18,650,000</b>	<b>USD 9,663.2</b>
<b>Equipo Movimiento</b>	<b>\$ 25,000,000</b>	<b>USD 12,953.4</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 1,113,776,100</b>	<b>USD 577,086.1</b>

Fuente: Propia

- **Adecuaciones bodega actual:** Este valor incluye adecuaciones en el muelle actual mejorando su operación, adecuaciones civiles para comunicar ambas bodegas y movimiento por reorganización de equipamiento actual. El valor de las adecuaciones es **\$ 105'000.000 COP (\$54.404 USD)**, el cual se detalla a continuación:

Tabla 24. Valor Adecuación Bodega Actual

ADECUACIÓN BODEGA ACTUAL	Monto COP	Monto USD
<b>Adecuación muelle</b>	<b>\$ 68,000,000</b>	<b>USD 35,233.2</b>
<b>Movimiento racks actuales</b>	<b>\$ 25,000,000</b>	<b>USD 12,953.4</b>
<b>Demolición muros</b>	<b>\$ 12,000,000</b>	<b>USD 6,217.6</b>
<b>COSTO TOTAL</b>	<b>\$ 105,000,000</b>	<b>USD 54,404.1</b>

Fuente: Propia

El valor total de la inversión se relaciona a continuación:

Tabla 25. Inversión requerida

RESUMEN INVERSIÓN	Monto COP	Monto USD
<b>Obra civil nueva bodega</b>	<b>\$ 1,900,039,680</b>	<b>USD 984,476.5</b>
<b>Equipamiento</b>	<b>\$ 1,113,776,100</b>	<b>USD 577,086.1</b>
<b>Adecuaciones bodega actual</b>	<b>\$ 105,000,000</b>	<b>USD 54,404.1</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN</b>	<b>\$ 3,118,815,780</b>	<b>USD 1,615,966.7</b>

Fuente: Propia

### 9.3 VPN

El análisis propuesto permite de forma básica dar una perspectiva para la empresa de los beneficios económicos complementando los beneficios logísticos expuestos durante el desarrollo del documento. Los resultados muestran variables financieras básicas para conocer el tiempo de recuperación de la inversión, la TIR y la rentabilidad del proyecto.

Tabla 26. Análisis de inversión

	<b>Monto COP</b>	<b>Monto USD</b>
<b>Costo Bodegas con Alquiler &lt;Operación y Mantenimiento&gt;</b>	\$ 117,281,550	USD 60,767.6
<b>Costo Bodega propia con ampliación &lt;Operación y Mantenimiento&gt;</b>	\$ 56,548,725	USD 29,299.9
<b>Ahorro previsto</b>	\$ 60,732,825	USD 31,467.8
<b>Tiempo estimado recuperación inversión</b>	<b>60 Meses</b>	
	<b>5 Años</b>	

Fuente: Propia

El valor de inversión de la nueva bodega se encuentra estimado en \$3.118.815.780 COP (\$1.615.966 USD), el tiempo estimado para realizarla recuperación de la inversión es 60 meses con una TIR de 0,55% la cual es calculada teniendo como referencia base el DTF promedio actual más 1,5% adicional, y teniendo como ahorro previsto \$60.732.825 COP (\$31.467 USD) mensual por el no pago de alquiler de bodega externa, maquinaria adicional y personal externo.

## **10. OBSERVACIONES OBTENIDAS**

- El tener una bodega tercerizada ubicada fuera de la planta genera sobrecostos de operación y un desplazamiento innecesario. Teniendo la operación centralizada se están disminuyendo las distancias y costos de recorrido.
- La nueva zona de almacenamiento plantea no solo ampliar el espacio en sentido horizontal sino que se ofrece una solución en sentido vertical que genera una mayor capacidad y aprovechamiento del espacio. La nueva tendencia y los nuevos equipos y dispositivos permiten incrementar el rendimiento por m<sup>2</sup> construido.
- En el nuevo esquema de almacenamiento se establecen zonas que permiten el manejo de los materiales según su naturaleza con equipos adaptados para su organización y dejando espacio disponible adicional para momentos de baja rotación o cubrirse con inventario de materia prima e insumos en caso de fluctuaciones en el mercado.

## 11. CONCLUSIONES

- Los modelos que se aplicaron para plantear una solución del problema que se trabajó no tienen un resultado eficaz dado la naturaleza de la operación que se tiene en las actividades de la bodega, el flujo está concentrado en dos puntos muy marcados y el beneficio por desplazamiento no tiene un impacto significativo. Esto se valida en la matriz de correlación.
- Cuando las herramientas de modelación no permiten mejorar los procesos a un nivel significativo, los conocimientos técnicos adquiridos a través de la experticia del personal de la organización se convierten en un factor fundamental para la propuesta a través de métodos cualitativos. Además, las experiencias suministradas por el personal operativo frente al planteamiento tiene un gran aporte, al ser partícipes de las actividades diarias que se realizan.
- Herramientas de análisis común en la ingeniería industrial complementan muy bien la experticia consultada obteniendo una propuesta final sistémica, ya que permiten estructurar los conocimientos y analizar conjuntamente todos los factores involucrados y sus implicaciones.
- Se genera una propuesta acorde a las necesidades y condiciones revisadas en la organización, manteniendo el funcionamiento de los mismos procesos y generando mejoras en los flujos del área, donde se enlazan variables de tipo y cliente fundamentales para disminuir tiempos y consumo de recursos.
- El manejo de un sistema de operación dentro de un régimen franco implica generar nuevos procesos de adaptación que permitan poder continuar con el desarrollo de las actividades que ya se tienen, sin presentar retrasos por los nuevos registros que se deben cumplir por estar dentro de una zona franca.
- El proyecto tiene un tiempo de retorno aceptado en la empresa por el monto de la inversión y aunque la TIR (6.55%) está por debajo de la tasa de oportunidad de la organización (8%), los directivos consideran otros beneficios que pesan en el proyecto y que aprueba la decisión de ejecutarlo.
- Este proyecto es el primer paso para avanzar en la sistematización el control de inventarios en esta organización.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

1. Ballou, R.H. (2004). Sistema de almacenamiento y manejo.(5ta ed.)*Logística, administración de la cadena de suministro*. (pp. 469-500).México: Pearson Educación.
2. Ballou, R.H. (2004). Decisiones sobre almacenamiento y manejo.(5ta ed.)*Logística, administración de la cadena de suministro*. (pp. 501-549). México: Pearson Educación.
3. Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A. &Tanchoco, J. M. A.(2006).El flujo, el espacio y las relaciones de las actividades. (3ra ed.)*Planeación de instalaciones*.(pp. 81-124).México: International Thomson Editores.
4. Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A. &Tanchoco, J. M. A. (2006).Modelos de planificación de la disposición y algoritmos de diseño. (3ra ed.)*Planeación de instalaciones*.(pp. 298-397). México: International Thomson Editores.
5. Tompkins, J. A., White, J. A., Bozer, Y. A. &Tanchoco, J. M. A. (2006).Operaciones de almacén. (3ra ed.)*Planeación de instalaciones*.(pp. 401-463). México: International Thomson Editores.
6. Bartholdi, J. J.& Hackman, S. T.(2002). Warehouse operations (release 0.1.2). *Warehouse & distribution science*. (pp. 11-18). Atlanta: School of Industrial and SystemEngineering.
7. Hompel, M. T. & Schmidt T. (2007). Introduction. *Warehouse management*. (pp. 1-11).Frankfurt, Germany: Springer.
8. Hompel, M. T. & Schmidt T. (2007). Fundamentals of operation of an operational optimization. *Warehouse management*. (pp. 63-84). Frankfurt, Germany: Springer.
9. Niebel, B. W. & Frievalds A. (2004). Técnicas para la solución de problemas. (11a ed.) *Ingeniería Industrial; Métodos, estándares y diseño del trabajo*. (pp. 21-70). México: The McGraw-Hill Companies, Inc.
10. Niebel, B. W. & Frievalds A. (2004). Análisis de la Operación. (11a ed.) *Ingeniería Industrial; Métodos, estándares y diseño del trabajo*. (pp. 71-126). México: The McGraw-Hill Companies, Inc.