



**DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN LA BODEGA DE LA EMPRESA GRUPO BIG  
MARYESS LTDA. MEDIANTE LA METODOLOGÍA SYSTEM LAYOUT  
PLANNING Y SIMULACIÓN**

**LASCANO GUZMAN, SHIRLY PAOLA  
PAREDES HERNÁNDEZ, YESSICA PAOLA**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2018**



**DISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN LA BODEGA DE LA EMPRESA GRUPO BIG  
MARYESS LTDA. MEDIANTE LA METODOLOGÍA SYSTEM LAYOUT  
PLANNING Y SIMULACIÓN**

**LASCANO GUZMAN, SHIRLY PAOLA**

**PAREDES HERNÁNDEZ, YESSICA PAOLA**

**Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero Industrial**

**Asesor disciplinar**

**JUAN CAMILO MACHADO**

**Asesor metodológico**

**GERMAN HERRERA VIDAL**

**UNIVERSIDAD DEL SINÚ**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CARTAGENA DE INDIAS D.T. Y C.**

**2018**

## ACTA DE CALIFICACIÓN Y APROBACIÓN

**Nota de aceptación:**

---

---

---

---

---

**Director de Escuela**

---

**Director de Investigaciones**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Cartagena de Indias, 30 de octubre de 2018**

**Cartagena de Indias, 30 de octubre de 2018**

**Director**

**Nombre del Director**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

La presente comunicación con el fin de manifestar mi conocimiento y aprobación del trabajo de grado titulado “REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN LA BODEGA DE LA EMPRESA GRUPO BIG MARYESS LTDA. MEDIANTE LA METODOLOGÍA SYSTEM LAYOUT PLANNING Y SIMULACIÓN”, elaborada por los estudiantes SHIRLY PAOLA LASCANO GUZMAN con 1.052.999.348 de cedula de ciudadanía de Magangué Bolívar, YESSICA PAOLA PAREDES HERNÁNDEZ con 1.043.019.770 de cedula de ciudadanía del Carmen de Bolívar, presentado como requisito para optar al título de Ingeniería Industrial.

Cordialmente,

---

**Asesor del trabajo de grado**

**Director**

**Nombre del Director**

Director de la Escuela de Ingeniería Industrial

Universidad del Sinú

Cordial saludo.

Por medio de la presente se hace entrega oficial del trabajo de grado para optar al título de Ingeniería Industrial titulado “REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN LA BODEGA DE LA EMPRESA GRUPO BIG MARYESS LTDA. MEDIANTE LA METODOLOGÍA SYSTEM LAYOUT PLANNING Y SIMULACIÓN”, elaborada por los estudiantes SHIRLY PAOLA LASCANO GUZMAN con 1.052.999.348 de cedula de ciudadanía de Magangué Bolívar, YESSICA PAOLA PAREDES HERNÁNDEZ con 1.043.019 de cédula de ciudadanía del Carmen de Bolívar.

---

**Nombre del investigador**

---

**Nombre del investigador**

## **AGRADECIMIENTOS**

Dedicamos primeramente a Dios por ser nuestro guía y darnos fuerzas para continuar con este proceso de obtener uno de los deseos más anhelados. Segundo, a nuestros padres y familiares por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años de estudio; gracias a su apoyo incondicional hemos llegado a esta etapa final en convertirnos personas competitivas ante la sociedad.

A todas las personas cercanas que han hecho posible un éxito de este proyecto, en especial a nuestros docentes: Disciplinar Juan Camilo Machada y Metodológico German Vidal, los cuales compartieron sus conocimientos y habilidades con nosotros.

## LISTADO DE TABLAS

	Paginas
<b>Tabla 1:</b> Casos de aplicación en distribución de planta.....	32
<b>Tabla 2:</b> Etapas para el desarrollo del proyecto de investigación.....	37
<b>Tabla 3:</b> Medidas de cada Sub-área y el volumen total de la bodega.....	47
<b>Tabla 4:</b> Distribución de espacio y su asignación en porcentaje actual.....	48
<b>Tabla 5:</b> Distancia recorrida actual.....	51
<b>Tabla 6:</b> Promedio del tiempo de recorrido por cada trabajador.....	52
<b>Tabla 7:</b> Calculo de los tiempos y remuneración por segundo.....	53
<b>Tabla 8:</b> Costos de transporte de cada producto.....	53
<b>Tabla 9:</b> Características de cada nivel en color.....	54
<b>Tabla 10:</b> Resultados total en porcentajes.....	55
<b>Tabla 11:</b> Reglas del diagrama de Pareto o análisis ABC.....	59
<b>Tabla 12:</b> Análisis de recorrido en referencia a la factura de pedido.....	62
<b>Tabla 13:</b> Clasificación de los productos por las áreas A, B y C.....	63
<b>Tabla 14:</b> Área requerida y porcentaje de espacio en la clasificación A.....	63
<b>Tabla 15:</b> Área requerida y porcentaje de espacio en la clasificación B.....	64
<b>Tabla 16:</b> Área requerida y porcentaje de espacio en la clasificación C.....	64
<b>Tabla 17:</b> Distancia recorrida de la opción 1.....	67
<b>Tabla 18:</b> Recorrido y costo de transportes en la opción 1.....	67
<b>Tabla 19:</b> Distancia recorrida de la opción 2.....	69
<b>Tabla 20:</b> Recorrido y costo de transportes en la opción 2.....	69
<b>Tabla 21:</b> Comparación de los tiempos, distancias y costos.....	70

## LISTADO DE FIGURAS

	Paginas
<b>Figura 1:</b> Fases del SLP.....	19
<b>Figura 2:</b> Ejemplo construcción de un centro comercial.....	27
<b>Figura 3:</b> Distribución por procesos.....	28
<b>Figura 4:</b> Distribución por producto o línea.....	29
<b>Figura 5:</b> Distribución para la manufactura celular.....	30
<b>Figura 6:</b> Ubicación de la empresa (imagen satelital).....	41
<b>Figura 7:</b> Layout actual con sus respectivas medidas en una vista superior y 3D.....	45
<b>Figura 8:</b> Sub-Áreas con sus respectivas medidas en metros.....	46
<b>Figura 9:</b> Distribución de los distintos productos.....	47
<b>Figura 10:</b> Palets y cajas de cartón.....	50
<b>Figura 11:</b> Averías en la zona de no conformes.....	57
<b>Figura 12:</b> Factura de pedido de la empresa.....	61
<b>Figura 13:</b> Áreas A, B y C, con sus respectivas medidas.....	65
<b>Figura 14:</b> Áreas y sub-áreas distribuidas en secciones.....	66
<b>Figura 15:</b> Áreas y sub-áreas distribuidas según su largo como medida.....	68

## LISTADO DE GRAFICAS

	Paginas
<b>Grafico 1:</b> Resultados por cada factor.....	55
<b>Grafico 2:</b> Números de averías de los meses septiembre 2017 – agosto 2018....	56
<b>Grafico 3:</b> Ventas mensuales de los meses: Febrero – Julio.....	58
<b>Grafico 4:</b> Diagrama de las cantidades – productos con su clasificación ABC.....	60
<b>Grafico 5:</b> Comparación de los costos de transportes.....	70

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
2. JUSTIFICACIÓN .....	16
3. OBJETIVOS .....	17
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	17
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
4. REVISIÓN LITERARIA.....	18
4.1. MARCO TEÓRICO .....	18
4.1.1. System Layout Planning .....	18
4.1.2. Diseño de Layout.....	20
4.1.3. Distribución de planta.....	20
4.1.4. Simulación.....	31
4.2. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES .....	32
4.3. MARCO CONCEPTUAL .....	35
4.3.1. Análisis Producto-Cantidad.....	35
4.3.2. Diagrama de relaciones .....	35
4.3.3. Análisis de recorrido .....	35
4.3.4. Costo .....	36
4.3.5. Transporte.....	36
4.3.6. Distancias.....	37
5. METODOLOGÍA.....	38
5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	39
5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	40
5.3. VARIABLES A ESTUDIAR .....	40
5.4. FUENTES DE INFORMACIÓN.....	41
5.4.1. Fuentes primaria.....	41
5.4.2. Fuentes secundaria.....	41

5.5.	TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN .....	41
6.	GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	41
6.1.	UBICACIÓN DE LA EMPRESA .....	41
6.2.	RESEÑA HISTÓRICA.....	41
6.3.	FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL.....	42
6.3.1.	Misión .....	42
6.3.2.	Visión.....	42
6.3.3.	Valores corporativos .....	42
6.4.	PRODUCTOS Y SERVICIOS.....	43
6.5.	CLIENTES .....	44
7.	SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA .....	45
7.1.	LAYOUT ACTUAL.....	45
7.1.1.	Volumen total de la bodega.....	46
7.2.	DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS.....	47
7.3.	ZONAS DE LA BODEGA .....	48
7.4.	RECURSOS .....	49
7.4.1.	Transporte interno.....	50
7.5.	DISTANCIA DE RECORRIDO.....	51
7.6.	TIEMPO DE RECORRIDO.....	52
7.7.	COSTOS DE TRANSPORTES.....	52
7.8.	DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN EN LA BODEGA.....	54
7.8.1.	Resultados del diagnóstico (lista de chequeo).....	54
7.8.2.	Indicadores de no conforme o averías.....	56
7.8.3.	Indicadores de incidentes.....	57
7.8.4.	Indicadores de pérdida de clientes.....	57
8.	APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLP .....	59
8.1.	ANÁLISIS P-Q (Productos y Cantidades).....	59
8.2.	ANÁLISIS DE RECORRIDO .....	61
8.3.	RELACIÓN DE ESPACIOS.....	63
8.3.1.	Área A.....	63
8.3.2.	Área B .....	64
8.3.3.	Área C.....	64
8.4.	ALTERNATIVA DE DISTRIBUCIÓN .....	64

8.4.1. Análisis de la Opción 1 .....	66
8.4.2. Análisis de la Opción 2 .....	68
8.5. COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES .....	70
8.6. SIMULACIÓN DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN COMO PROPUESTA .....	71
9. CONCLUSIÓN.....	73
10. ANEXOS .....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	85

## INTRODUCCIÓN

Mantener una adecuada distribución de planta aporta beneficios en las actividades logísticas dentro de las empresas, como obtener resultados en reducir los costos de transporte y tiempo. La distribución en planta está relacionada específicamente con la disposición de las máquinas, las estaciones de trabajo, las áreas, los departamentos, los pasillos y los espacios comunes ubicados dentro de una empresa.

Los costos pueden llegar a ser muy elevados al no tener una adecuada distribución de planta, así mismo la aplicación de un Layout inadecuado generaría gastos a la empresa. Por el contrario, si este es el apropiado se tendrían ahorros en tiempo y disminución en la pérdida de dinero.

El proyecto se desarrolló a través de las metodologías de investigación prospectiva, descriptiva y cuantitativa, basadas en la recolección de datos e información sobre sucesos, observaciones de las visitas y entrevistas realizadas, para dar continuación al debido análisis e hipótesis de los resultados obtenidos en búsqueda de la mejor alternativa en cumplimiento del nuevo del diseño de Layout.

El proyecto consistió en llevar a cabo el rediseño del sistema de distribución en una bodega de productos de bebidas, con el objetivo específico de reducir los costos de la empresa y mejorar los flujos de los materiales internos de una manera más eficiente y eficaz.

En cumplimiento del objetivo del proyecto se utilizó la metodología System Layout Planning, condicionalmente para la resolución de problemas de distribución en planta y también la actividad de Simulación. Estas técnicas facilitan el proceso de realización de un mejor ordenamiento y distribución de planta.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En Colombia desde hace cinco años, se ha generado cambios en la mentalidad de las empresas con respecto a la logística y su impacto en las organizaciones. La logística pasó de ser un concepto de almacenamiento y distribución a ser considerada como una estrategia transversal que toca todas las áreas de las compañías. Eso ha permitido que el mercado en Colombia se interese por alinear sus políticas con las tendencias globales, dadas, entre otros aspectos, por los tratados de libre comercio.

Las empresas se han desarrollado significativamente en temas logísticos, interesados en mejorar sus procesos y acondicionar su infraestructura física y tecnológica para ser más productivos y eficientes. Entre diversos cambios, las compañías ahora demuestran interés por implementar diseños de Layout (cómo ubicar los productos de un centro de distribución basados en el comportamiento del movimiento de los mismos); pasaron de tener un recurso humano que cargaba camiones a implementar bandas transportadoras para carga y las entregas son ahora paletizadas para montar y descargar mercancía; entre otros muchos otros cambios que evidencian las nuevas tendencias. Sin embargo, estos nuevos paradigmas solo los podemos encontrar en grandes compañías. Lo ideal sería masificar estas herramientas para que las empresas más pequeñas las puedan utilizar. (LOGYCA, 2016)

El papel de los almacenes en la cadena de abastecimiento también ha evolucionado. Pasaron de ser instalaciones dedicadas a almacenar a convertirse en centros enfocados al servicio y al soporte de la organización. Un almacén y un centro de distribución eficaz tienen un impacto fundamental en el éxito global de la cadena logística. Para ello este centro debe estar ubicado en el sitio óptimo, estar diseñado de acuerdo a la naturaleza y operaciones a realizar al producto, utilizar el equipamiento necesario y estar soportado por una organización y sistema de información adecuado. (López, 2016)

En el sector logístico, las empresas cada día han tomado fuerza en el mercado competitivamente al optimizar y estandarizar sus procesos y así mismo contar con la mejor calidad de los productos y entrega inmediata de estos mismos (justo a tiempo) para satisfacer al máximo a sus clientes. La costa atlántica de Colombia ha demostrado ser competitivo nacionalmente debido a su inversión en infraestructuras de vías como las renovaciones de grandes empresas, el cual permite que haya un mayor manejo en el transporte, aunque estas infraestructuras junto con las demás de Colombia no cumple con los suficientes estándares para ser competitivo en nivel internacional.

### **1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA**

La Bodega Grupo Big MARYESS Ltda. se encuentra ubicada en Calle 26 #24 – 56 frente a la plaza de mercado de Sabanalarga, Atlántico; es una empresa que se dedica a la distribución de productos Big colas: Jugos, Néctar gaseosas, Sporade y aguas orientada en satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes. Actualmente cuenta con tecnologías manuales y eléctricas como: celulares para las ventas, motocarro, carretillas para el proceso de descarga, tablas para estibar, camiones, impresoras, computadoras, etc.

Para la identificación de las problemáticas, fue necesario de constantes visitas, observación directa e informes documentados a través de entrevistas realizadas al jefe inmediato encargado de la bodega, se pudo determinar que existe un problema de tipo logístico asociado con la desorganización de la planta, dicho problema se viene presentando desde que la empresa fue creada, donde la responsabilidad reincide en el jefe de bodega.

Mediante las mismas herramientas de identificación, se establecieron claramente las causas que ocasionan el problema, tales como:

- **Falta de espacio:** Esto se presenta ya que no se aprovecha el espacio suficiente que existe entre las áreas de recepción de la mercancía, almacenamiento y la oficina de la empresa, que generalmente impide una

mayor movilización total en los procesos de carga y descargue de los productos en el interior de la empresa.

- **Falta de unidades de almacenamiento:** Las unidades de las secciones de los productos no tienen suficiente espacio en el área de almacenamiento, los productos son mezclados unos con otros.
- **Falta de elementos de seguridad:** El personal de trabajo no cuenta con los suficientes implementos de seguridad en el trabajo EPP (Elementos de protección personal), pues los empleados subcontratado realizan sus actividades u operaciones de manera manual con los elementos básicos: carretillas, tablas para estibar, etc.
- **Falta señalización y demarcaciones:** Como no existe una distribución adecuada y una buena organización, la empresa no cuenta con un plan de emergencia, con señalizaciones y demarcaciones pertinente que determinen los espacios peligrosos o riesgosos y así mismo reduzcan los accidentes e incidentes.
- **Falta de culturización por parte de los trabajadores:** Los trabajadores se encuentra en un ambiente poco proactivo lo que implica una falta motivación laboral, además no se realizar las debidas capacitaciones para el desarrollo de estas actividades.

Esta problemática actualmente genera un impacto negativo en los indicadores asociados con el cliente, costos, tiempo e inventarios. A continuación, se describen cada uno de ellos:

- **Mayores costos:** La desorganización ha incurrido en los aumentos de los costos directos e indirectos: los daños de materiales almacenados, ha obligado a la empresa a realizar compras de materiales y elementos más de lo común y con el personal encargado de la distribución se ha aumentado el presupuesto para el combustible y los servicios por fallas mecánicas de los camiones y motocarros.
- **Bajo control de los inventarios:** La empresa cuenta con un software que le suministra información adecuada sobre el stock. Por lo que este arroja un

bajo nivel en los inventarios, no se genera una tendencia constante en las ventas para las últimas temporadas mensualmente (noviembre, diciembre, enero y febrero).

- **Pérdida de clientes:** El flujo de mercancías se realiza muy lento, puesto que no existe una metodología de manejo para los posicionamientos de los productos más distribuidos hasta los productos con menos reparte, esto genera en consecuencia de pérdidas de clientes, pues en el momento de realizar sus pedidos no llegarían justo a tiempo, ocurriendo una inconformidad en la insatisfacción del cliente.
- **Menor flujo de mercancía:** Las distintas mercancías se encuentran revueltas, no existe un manejo adecuado como, por ejemplo: no existen divisiones por tamaño, cantidad y presentación. Además, no se encuentran en puntos fijos y bien ubicados a la hora de ser almacenados y distribuidos.
- **Pérdida de mercancía:** Debido a la mala organización y mal manejo de la localización interna ha llevado a producir averías, estas reflejadas en los productos vencido por la falta de culturización e interrupción de los espacios asignados para cada área, situación que se ocasiona cada día en la empresa.
- **Incidentes o accidentes en el personal de trabajo:** los incidentes se producen en actividades realizadas mayormente en el proceso de cargue y descargue, el cual se puede convertirse a futuro en accidentes, signo de alarma para el personal de trabajo.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar un Layout para la empresa Grupos Big MARYESS LTDA. que permita la disminución de averías y costos de la empresa mediante la técnica System Layout Planning y de Simulación?

### **1.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA**

El proyecto se llevó a cabo en la empresa Grupo Big MARYESS LTDA. del municipio de Sabanalarga, Atlántico en el proceso logístico, específicamente en la bodega de distribución, para el año 2018.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Lo que se pretende con este proyecto denominado “*PROPUESTA DE REDISEÑO DE DISTRIBUCIÓN EN LA BODEGA DE LA EMPRESA GRUPO BIG MARYESS LTDA. MEDIANTE LA METODOLOGÍA SYSTEM LAYOUT PLANNING Y SIMULACIÓN*”, es el desarrollo de un nuevo diseño de distribución en la bodega, que le permitirá a la empresa mantener un flujo de materiales y procesos de una manera más rápida en tiempo, eliminación de desperdicios y a la vez aumentar la eficiencia y eficacia en las distintas actividades que atribuyen en cumplir con los objetivos o metas de la empresa.

Una correcta distribución de planta y buena localización, es uno de los puntos importantes a la hora de realizar el proceso logístico de las organizaciones, que va en busca de disminuir los costos, las distancias a recorrer por los materiales, herramientas y trabajadores, así mismo aumentar tanto la productividad como competitividad del mercado actual de las distintas empresas. Es por esta razón que surge la necesidad de que los estudiantes durante la carrera de Ingeniería Industrial lleven a la práctica lo expuesto teóricamente en clase, específicamente en asignaturas que pertenecen a investigaciones de la línea de Logística y Producción, pues ayudará a afianzar los conocimientos de los estudiantes de la institución.

Además, cabe resaltar que en el ámbito social se tomaría como referencia de guía o ejemplo para empresas que pertenecen al sector logístico, por tanto, a la hora de rediseñar un centro de distribución mejoraran e incrementaran los índices de productividad y competitividad en su sector de mercado, con el fin de tener un impacto significativo al participar en los planes de desarrollo económico colombiano y lograr con los objetivos de la organización. Específicamente en el municipio de Sabanalarga y sus pueblos aledaños, ayudara a que las pymes sean más productivas al generar mayores ganancias, mejores salarios y aumentar el empleo en oportunidades de trabajo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una nueva distribución de la bodega en la empresa GRUPO BIG MARYESS LTDA. mediante la metodología System Layout Planning y simulación para disminuir los costos de transporte.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico a través de una lista de chequeo que permita el establecimiento de la situación actual de la empresa.
- Analizar los productos y cantidades mediante un diagrama P-Q que permita una priorización y apoyo en la toma de decisiones.
- Realizar un análisis de recorrido a través de una orden de pedido que permita la determinación de los tiempos totales de preparación.
- Desarrollar una relación de espacios teniendo en cuenta las necesidades de cada tipo de producto según su rotación.
- Seleccionar la mejor opción como resultado de la metodología SLP que permita un análisis de nuevo Layout mediante la simulación con el software Flexsim.

## 4. REVISIÓN LITERARIA

### 4.1. MARCO TEÓRICO

#### 4.1.1. System Layout Planning

Esta técnica se puede desarrollar en cualquier proyecto, según (Muther, 1998, pág. 27) el planteamiento no debe tener una solución sencilla, sino que, mediante el procedimiento sistemático, será posible encuadrar con facilidad cada cosa en su justa perspectiva con el fin de ganar en tiempo y en eficacia.

La Preparación Racional del Planteamiento es, en esencia, una forma organizada de enfocar los proyectos de Planteamiento. Consiste en fijar un cuadro operacional de fases, una serie de procedimientos, un conjunto de normas que permitan identificar, valorar y visualizar todos los elementos que intervienen en la preparación de un planteamiento.

##### 4.1.1.1. Fases del SLP

La técnica fue desarrollada por Richard Muther e incluye un método simplificado que puede aplicarse a oficinas, laboratorios o áreas de servicio. (José Armando Platas García, 2014).

Las cuatro fases de la distribución son las siguientes:

- **Fase I**

Localización: determina la localización del área a distribuir. Esta fase no implica de manera exclusiva un nuevo terreno, sino que suele demandar una decisión en torno a si la nueva distribución o el reacomodo se realizará en el mismo lugar, en un área de almacén que se pueda dejar libre para ello, en un edificio adquirido hace poco tiempo o en algún área similar de la que se pueda disponer.

- **Fase II**

Distribución general: comprende el arreglo general del área a distribuir. Establece la disposición del conjunto o del bloque, así como los patrones de flujo básico para

esa área. Indica el tamaño, la relación y la configuración de cada uno de los departamentos, de las actividades y de las áreas principales.

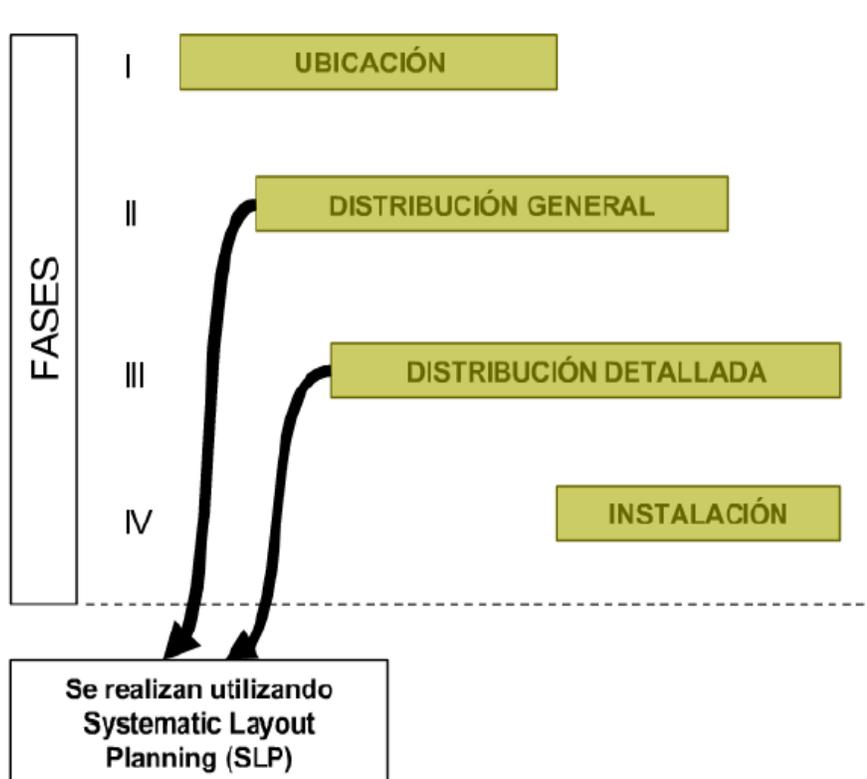
- **Fase III**

Distribución detallada: ubica cada unidad específica de la maquinaria y equipo.

- **Fase IV**

Instalación: consiste en planear e instalar, así como obtener la aprobación y efectuar los arreglos físicos necesarios. Las cuatro fases deberán ser secuenciales, como se indica en la **Figura 1**:

**Figura 1:** Fases del SLP.



**Fuente:** José Armando Platas García, M. I. (2014). Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias.

#### **4.1.1.2. Elementos básicos del SLP**

- **Productos (P):** Engloba las materias primas, materiales de compra, artículos semielaborados o terminados, clasificados en artículos, modelos, grupos o subgrupos atendiendo a su variedad, especialización, tipo, etc.
- **Cantidades (Q):** La cuantificación de los productos empleados, valorándolos de la forma representativa para el estudio en unidades, peso, volumen, valor, etc.
- **Recorridos (R):** Estudia el conjunto de las operaciones o manipulaciones que sufren los productos y el orden en el que son procesados.
- **Tiempo (T):** Está determinado por el tiempo de ciclo del sistema, o por lo específico en los planes de fabricación de la empresa.
- **Servicios (S):** Procesos auxiliares necesarios para el desarrollo de la actividad, y para lo que es preciso que se prevea un espacio físico. Se consideran servicios a mantenimiento, reparaciones, servicios sanitarios, vestuarios, comedores y zonas de descanso, oficinas de producción, muelles de carga y descarga, almacenes, laboratorios, etc.

#### **4.1.2. Diseño de Layout**

Al tratarse de una planta nueva, el edificio ha de diseñarse como para adaptarse a los cursogramas de producción y montaje que harán óptimo el sistema de fabricación. En plantas ya existentes, es posible que los cursogramas tengan que ser modificados para acomodarse a las limitaciones del ponente estructural del edificio suelen estar fijos y no es factible modificarlos económicamente. La forma fundamental del edificio suele ser un componente importante del sistema de fabricación y puede facilitar la fluidez de la producción. (Ruddell Reed, 2014)

#### **4.1.3. Distribución de planta**

Hay dos funciones dominantes frente a esta temática, para (García, 2011, pág. 2) son: el almacenamiento y el manejo de materiales. El papel que tiene una bodega

en el ciclo de abastecimiento de la empresa depende de la naturaleza de la misma. En algunos casos será un punto de paso donde se descompone el flujo de materiales conformado por unidades de empaque para poder despachar las cantidades que necesitan los clientes. El almacenamiento en este caso, no tiene tanta relevancia como el manejo de materiales.

Para (José Armando Platas García, 2014) la distribución de planta se define como: la técnica de ingeniería industrial que estudia la colocación física ordenada de los medios industriales, como el movimiento de materiales, equipo, trabajadores, espacio requerido para el movimiento de materiales y su almacenamiento, además del espacio necesario para la mano de obra indirecta y todas las actividades o servicios, así como el equipo de trabajo y el personal de taller.

El término distribución de planta significa el replanteamiento de la disposición existente, el nuevo plan propuesto de distribución o el trabajo de hacer una distribución de planta. Por tanto, una distribución de planta puede entenderse como el trabajo en una instalación existente, un proyecto o una tarea.

Planear una distribución de planta da como resultado el uso adecuado de los recursos existentes, ya sea espacio, mano de obra, maquinaria o equipo, así como los servicios auxiliares, con lo que se asegura la eficiencia y seguridad necesarias en un ambiente de trabajo.

En una distribución de planta hay dos clases de intereses:

- **Interés económico:** persigue hacer eficiente la producción, reducir los costos, satisfacer al cliente con el mejoramiento del servicio y optimizar el funcionamiento de las empresas.
- **Interés social:** pretende dar seguridad al trabajador y satisfacción al cliente.

#### ***4.1.3.1. Factores que influyen en la distribución de planta***

Se considera que son ocho los factores que influyen de manera importante en la empresa; no obstante, estos pueden variar de acuerdo con el tipo de organización,

como se aprecia en la siguiente descripción. (José Armando Platas García, 2014, pág. 68)

- **Factor material**

Es el factor más importante en una distribución de planta. Incluye los siguientes aspectos:

- ✓ Material entrante, en proceso, saliente o embalado. Materiales accesorios empleados en el proceso.
- ✓ Piezas rechazadas, a recuperar o repetir.
- ✓ Piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso.
- ✓ Chatarras, viruta, desperdicios o desechos.
- ✓ Entregas lentas entre departamentos.
- ✓ Transporte de artículos voluminosos, pesados o costosos a través de distancias largas.
- ✓ Material que se extravía o pierde su identidad.
- ✓ Tiempo excesivo de permanencia del material en proceso.
- ✓ Materiales para mantenimiento.

- **Factor maquinaria**

Incluye herramientas y equipo fundamentales para la conformación de la planta. A continuación, se describen algunos elementos y se presenta la fórmula que constituye una expresión para determinar el número de máquinas requeridas de acuerdo con la producción y el tiempo (José Armando Platas García, 2014, pág. 68):

$$\begin{aligned} \text{Numero de maquinas requeridas} &= \frac{\text{Piezas por hora para cubrir necesidades de produccion}}{\text{Piezas por hora y maquina}} \\ &= \frac{\text{Tiempo de operación por hora y máquina}}{\text{Tiempo por pieza para cubrir necesidades de producción.}} \end{aligned}$$

- ✓ Equipo de proceso y de manejo de materiales.
- ✓ Herramientas, moldes, patrones, plantillas.
- ✓ Aparatos de medición, comprobación y pruebas.
- ✓ Maquinaria averiada, inactiva o anticuada.

- ✓ Herramientas manuales y eléctricas manejadas por el operario.
- ✓ Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores.
- ✓ Maquinaria y equipo para mantenimiento.

- **Factor hombre**

Como factor de producción, el hombre es considerado mucho más flexible que cualquier material o maquinaria, ya que se puede trasladar, capacitar en actividades diversas y adaptar a distintas tareas. Además, es factible dividir o repartir su trabajo. A continuación, se mencionan algunos puntos importantes que se deben evitar con relación al factor hombre (José Armando Platas García, 2014, pág. 69):

- ✓ Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes.
- ✓ Áreas que no se ajustan a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios.
- ✓ Quejas acerca de condiciones de trabajo incómodas.
- ✓ Excesiva rotación de personal.
- ✓ Obreros de pie u ociosos durante gran parte de su tiempo.
- ✓ Equívocos entre operarios y personal de servicio.
- ✓ Trabajadores calificados que realizan otras operaciones de servicio (mantenimiento).

- **Factor movimiento, manejo de materiales**

El movimiento de material es un factor muy importante en la reducción de costos de producción, pues permite que los trabajadores se especialicen en las operaciones y no en el traslado de materiales en las que se muestran ejemplos de pasillos de transporte). (José Armando Platas García, 2014, pág. 69) Para ello, se recomienda tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Reducir el retroceso y cruce en la circulación, además de establecer una dirección única de los materiales.

- ✓ Cuidar que los pasillos sean rectos, despejados, anchos, con espacio para el movimiento.
- ✓ Reducir el manejo innecesario, a fin de establecer la distancia más corta.
- ✓ Analizar la secuencia o ruta de operaciones para mejorar los movimientos del material.
- ✓ Vigilar que los operarios calificados o con percepciones altas no realice operaciones de manejo.
- ✓ Reducir el tiempo invertido en recoger y dejar material o piezas fuera del área asignada.
- ✓ Reducir los acarreos, levantamientos a mano y traslados que implican esfuerzo.
- ✓ Buscar que los operarios sincronicen sus tareas con el equipo de manejo.
- ✓ Disminuir los traslados de larga distancia y demasiado frecuentes.
- ✓ Asegurar que el equipo de manejo esté siempre disponible, seguro y en buenas condiciones.
- ✓ Descongestionar los pasillos, evitar manejos excesivos y transferencias.

- **Factor espera; almacenamiento**

Los materiales en el almacén o en las estaciones de producción están en espera de ser trasladados a la siguiente operación. Esta demora genera costos que se pueden evitar, por tanto, es importante evitar situaciones (José Armando Platas García, 2014, pág. 70):

- ✓ Grandes cantidades de almacenamiento de toda clase.
- ✓ Demasiadas pilas de materiales en espera de proceso.
- ✓ Congestión en zonas de almacenes, confusión en áreas de recepción y embarque.

- ✓ Operarios en espera de material en los almacenes o en los puestos de trabajo.
- ✓ Poco aprovechamiento de las tres dimensiones en el área de trabajo.
- ✓ Materiales averiados o mermados en las áreas de almacenamiento.
- ✓ Elementos de almacenamiento inseguro o inadecuado.
- ✓ Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento.
- ✓ Errores frecuentes en las cuentas o en los registros de existencia.
- ✓ Elevados costos de demoras y esperas de los conductores de equipo de manejo de materiales.

- **Factor servicio**

Los servicios de una planta se consideran las actividades, los elementos y el personal que sirven y auxilian a la producción. Los servicios mantienen y conservan en actividad a los trabajadores, materiales y maquinaria. A continuación, presentamos algunos aspectos que se deben evitar (José Armando Platas García, 2014, pág. 70):

- ✓ Quejas acerca de las instalaciones de servicio inadecuado.
- ✓ Puntos de control e inspección en lugares inadecuados.
- ✓ Inspectores y elementos ociosos de control de pruebas.
- ✓ Entregas retrasadas de material a las áreas de producción.
- ✓ Demasiado personal en el área de rechazos y desperdicios.
- ✓ Demoras en las reparaciones.
- ✓ Líneas de servicio auxiliares que se rompen o averían con frecuencia.
- ✓ Trabajadores que realizan modificaciones en líneas, cableado, tuberías, conductos u otras instalaciones.

- **Factor edificio**

Las empresas pueden operar en edificios que cuenten con la infraestructura y las instalaciones adecuadas, o adaptar un inmueble a las necesidades de los productos y servicios, ya que el edificio es el caparazón que resguarda a empleados, operarios, materiales, maquinaria, equipo y actividades auxiliares, por lo que constituye una parte importante de la distribución de planta. Por lo que respecta al factor edificio se recomienda tener en cuenta lo siguiente (José Armando Platas García, 2014, pág. 71):

- ✓ Delimitar las áreas de productos, proceso, equipos o similares, con paredes y divisiones.
- ✓ Evitar la sobrecarga de los montacargas o la excesiva espera de los mismos.
- ✓ Contar con pasillos principales, pasos y calles, rectos y amplios.
- ✓ Evitar edificios distribuidos sin ningún orden.
- ✓ Evitar edificios atestados, interferencia de tránsito entre trabajadores, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo sobrecargadas.

- **Factor cambio**

El cambio es un aspecto básico en todo concepto de mejora; su frecuencia y rapidez es cada vez mayor. Los cambios y modificaciones son elementos importantes de la producción, así como los operarios, los materiales y la maquinaria.

El reajuste en los procesos y en la distribución son factores que ayudan a mejorar la producción. (José Armando Platas García, 2014, pág. 71) Entre los cambios a considerar destacan los siguientes:

- ✓ Cambios anticipados o menores en el diseño del producto, materiales, producción y variedad de productos.
- ✓ Cambios anticipados o corrientes en los métodos, maquinaria o equipo.

- ✓ Equipo normalizado, como estantería, motores, conexiones, equipo de manejo, maquinaria.
- ✓ Edificios flexibles, espacios amplios, con pocas separaciones y mínimas obstrucciones, para que la maquinaria pueda ser redistribuida con conexiones accesibles.
- ✓ El ingeniero de distribución es el responsable de asegurar la adaptabilidad de los equipos suplementarios, con el objeto de reducir las posibles demoras, mediante el establecimiento de rutas de flujo sustitutivas.
- ✓ Cambios anticipados en el horario de trabajo, estructura de la organización, escala de pagos o clasificación de trabajo.
- ✓ Cambios anticipados en los elementos de manejo y almacenaje, así como servicios de apoyo a la producción.

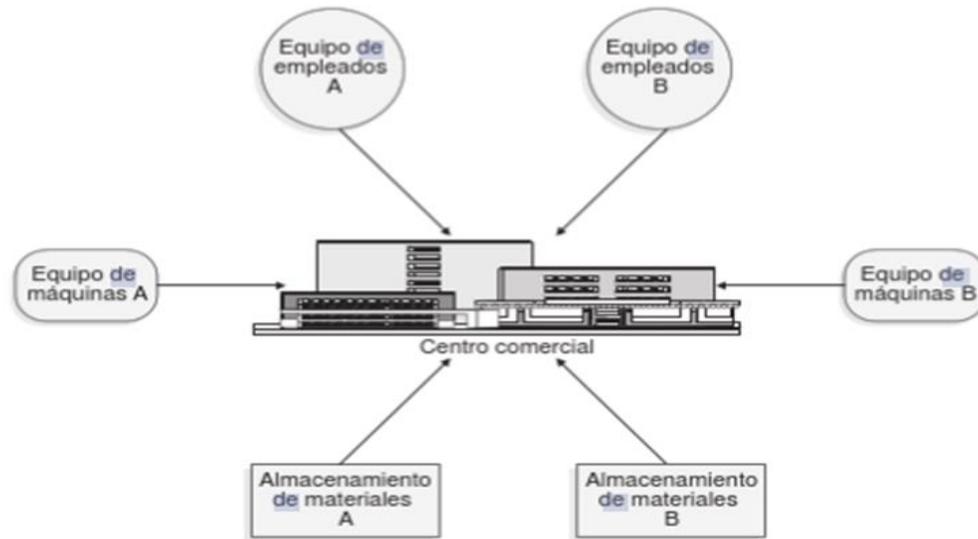
#### **4.1.3.2. Tipos de distribución clásicos**

Hay cuatro tipos de distribución:

- **Distribución por posición fija del material.**

Se trata de una distribución en la que el material o componente principal permanece fijo en un lugar, es decir, no se mueve. Todas las herramientas, la maquinaria, los obreros y demás piezas de material, se llevan hasta este. El trabajo completo, o el producto, se realiza manteniendo el componente principal en un solo lugar. Los obreros pueden o no moverse de un punto de ensamblado a los demás. Algunos ejemplos de este tipo de distribución son el ensamble de misiles y de aviones grandes y la construcción de barcos y puentes. (José Armando Platas García, 2014, pág. 75). (ver **Figura 2**)

**Figura 2:** Ejemplo construcción de un centro comercial.



**Fuente:** José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias.*

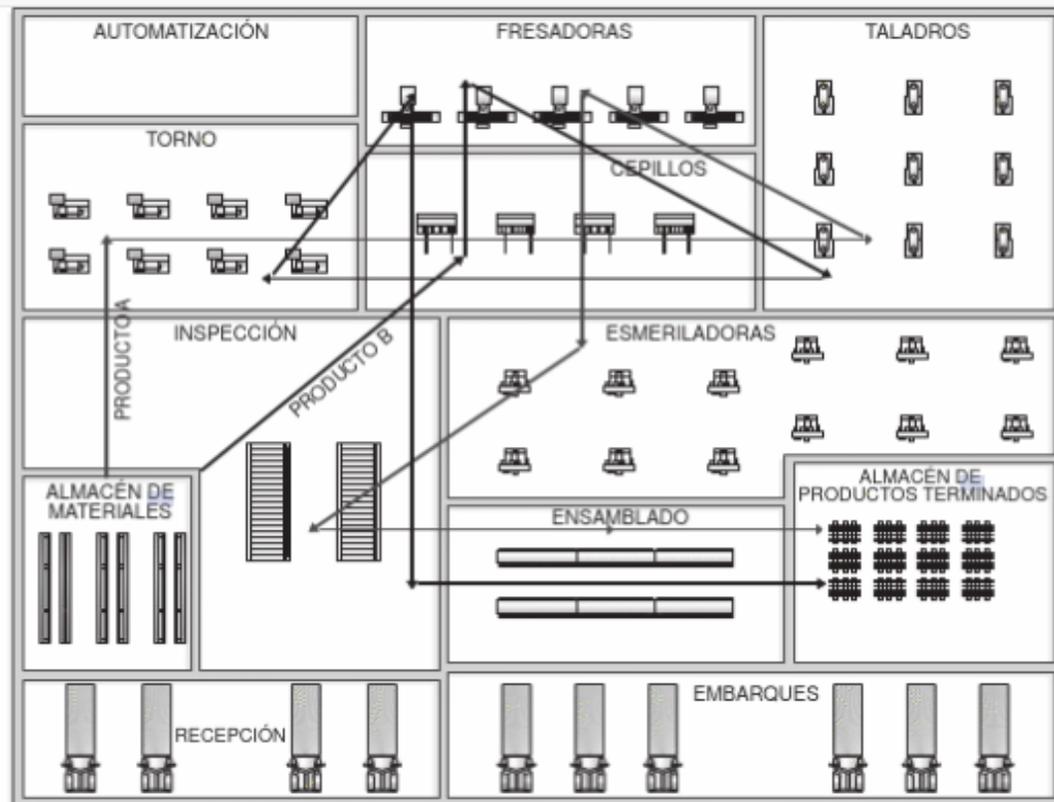
- **Distribución por proceso o función.**

Distribución por proceso o función En este tipo de distribución, también conocido como taller de tareas, se agrupan todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso y está diseñado para hacer frente a diversos tipos de productos y de pasos de proceso. Toda la soldadura se localiza en una zona, todos los taladros en otra, toda la costura está en el cuarto de costura y toda la pintura en el taller correspondiente. (ver **Figura 3**).

El mejor uso de las máquinas propicia una mejor inversión de las mismas. Así, podemos mencionar las siguientes ventajas de la distribución de proceso o función (José Armando Platas García, 2014, pág. 76):

- ✓ Se adapta a una variedad de productos y a los cambios frecuentes en la secuencia de operaciones; y a la demanda intermitente (variaciones en los programas de producción).
- ✓ Aumenta el incentivo para que los trabajadores incrementen el nivel de su desempeño personal.

**Figura 3:** Distribución por procesos.

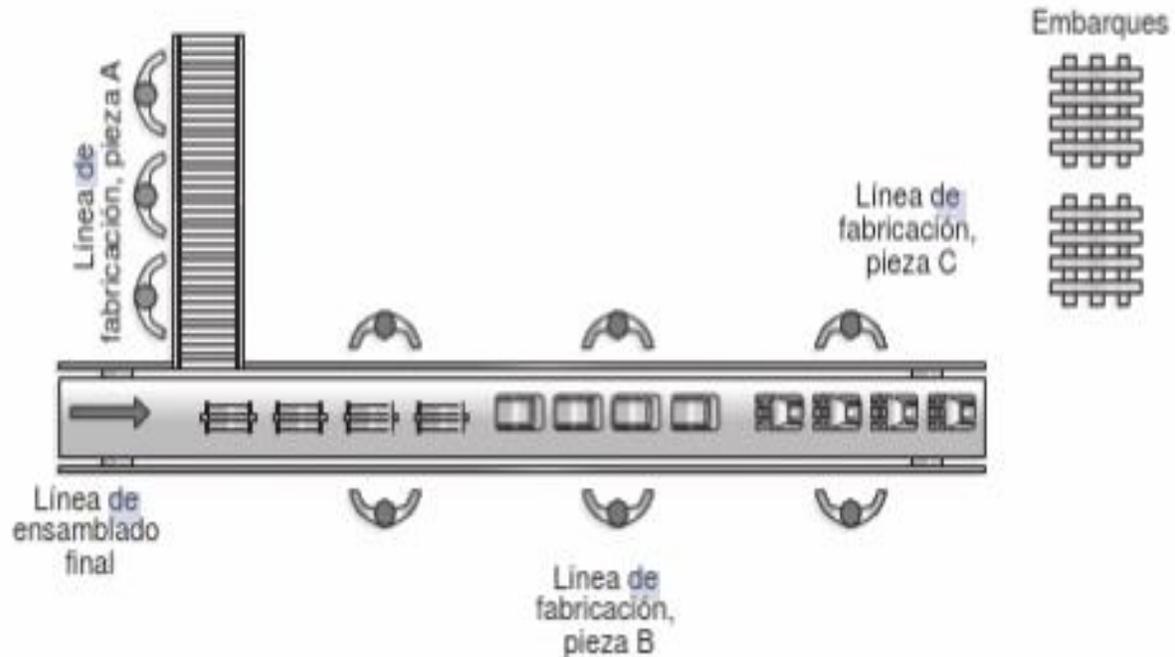


**Fuente:** José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias.*

- **Distribución por producto o en línea.**

En este tipo de distribución, un producto o tipo de producto se fabrica en una zona determinada. No obstante, a diferencia de la posición fija, el material se traslada al lugar al que se requiere. Esta distribución coloca una operación en un lugar inmediato adyacente a la siguiente, lo que significa que el equipo utilizado para fabricar el producto, sin importar el proceso que realice, estará acomodado de acuerdo con la secuencia de las operaciones. Las empresas dedicadas a la fabricación de automóviles son un ejemplo de una distribución de este tipo. (José Armando Platas García, 2014, pág. 78). (ver **Figura 4**)

**Figura 4:** Distribución por producto o línea.



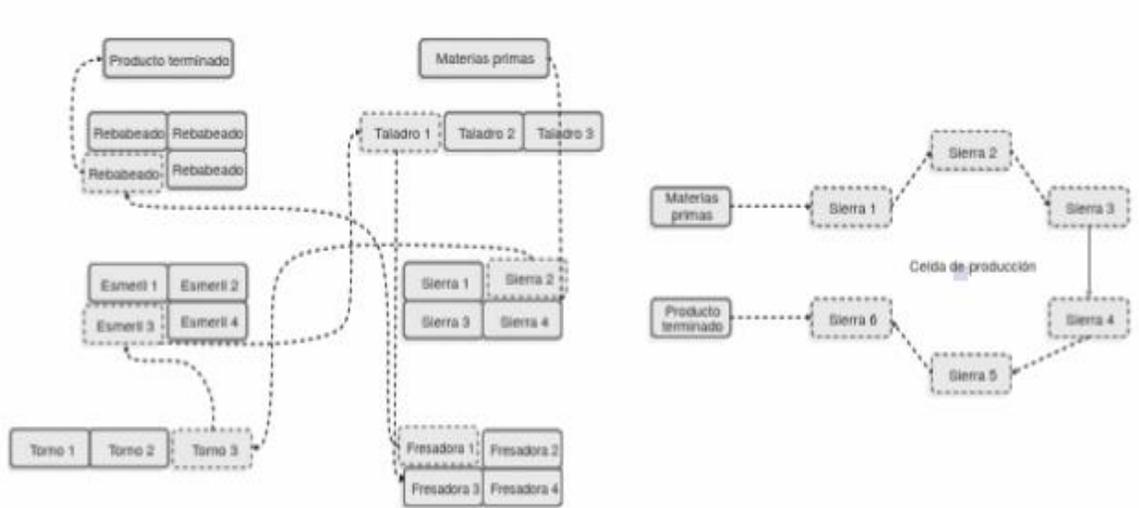
**Fuente:** José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalacione: Un enfoque por competencias.*

- **Distribución para la manufactura celular.**

En la manufactura en celdas, o celular, las máquinas se agrupan en celdas que funcionan de manera similar a una isla con la distribución por producto, dentro de una distribución física más amplia tipo taller de tareas para proceso. Cada celda está formada con el fin de producir una única familia de componentes: unas cuantas piezas, todas estas con características comunes, lo que en general implica que se requieren de las mismas máquinas y los mismos, o similares, ajustes de máquina.

A pesar de que la distribución de una celda puede tomar muchas formas diferentes, el flujo de componentes tiende a ser más parecido al de una distribución por producto que al de un tipo taller de tareas. (José Armando Platas García, 2014, pág. 79). (ver **Figura 5**)

**Figura 5:** Distribución para la manufactura celular.



**Fuente:** José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalacione: Un enfoque por competencias.*

#### 4.1.4. Simulación

El concepto de simulación engloba soluciones para muchos propósitos diferentes. Por ejemplo, se dice que el modelo de un avión a escala que se introduce a una cámara por donde se hace pasar un flujo de aire, puede simular los efectos que experimentara un avión real cuando se vea sometido a turbulencia. Por otro lado, algunos paquetes permiten hacer la representación de un proceso de fresado o torneado: una vez que el usuario establezca ciertas condiciones iniciales, podrá ver como se llevaría a cabo el proceso real, lo que le permitiría revisarlo sin necesidad de desperdiciar material ni poner en riesgo la maquinaria.

Entre los distintos tipos de procesos de simulación que se utiliza, en este caso se basa en el uso de ecuaciones matemáticas y estadísticas, conocido como simulación de eventos discretos. (Garcia Dunna, Garcia Reyes, & Cardenas Barron, 2006, pág. 3)

## 4.2. ESTADO DEL ARTE / ANTECEDENTES

Desde la revolución industrial el objetivo económico se transformó para los empresarios en analizar y estudiar la distribución en planta de sus empresas. (Acero, 2016, pág. 192). Las primeras mejoras fueron dirigidas hacia la mecanización del equipo. Se dieron cuenta también de que un taller limpio y ordenado era una ayuda tangible.

La especialización del trabajo empezó a ser tan grande que el manejo de los materiales comenzó a recibir una mayor atención por lo que se refiere a su movimiento entre dos operaciones: los almacenamientos temporales y de almacenamiento propiamente dicho con el tiempo, los propietarios o sus administradores empezaron a crear conjuntos de especialistas para resolver los problemas de distribución. Con ellos llegaron los principios que se conocen hoy en día.

En el mundo el desarrollo constante obliga a las empresas adaptarse a los cambios, como en la ubicación de instalación, de productos, de recursos y entre otros aspectos, ya sean tanto tecnológicos como personales. Así mismo cambian sus procesos al cual buscan la mejora y eficiencia de los mismos, y por ello, en muchas ocasiones, se necesita estudiar, analizar y redefinir de nuevo nuestra distribución en planta "*Lay Out del proceso*". Una manera de saber si esa nueva distribución es mejor que la que se tiene anteriormente, será comprobarlo, que la producción aumente "*fabricamos más ventanas*". Por consiguiente, reduciría costos, mejoraría el margen y generaría más dinero como también competiría mejor. (PERSO, 2016)

Es así que en el desarrollo de este proyecto se identificó varios tipos de investigación con respecto a esta temática, estudios que han determinado la importancia de tener una buena distribución de planta, pues se logra mejorar el funcionamiento de las instalaciones. El ubicar en su sitio los productos, las maquinarias y herramientas de trabajo, mejorara las entradas, salidas, costos y tiempo del producto y así mismo una mejor productividad, competitividad eficiencia, eficacia, etc.

A continuación, se evidencian proyectos en los que se investigaron sobre la distribución de planta: (Ver **Tabla 1**)

**Tabla 1:** Casos de aplicación en distribución de planta.

<b>Autor – Año</b>	<b>Título</b>	<b>Problema</b>	<b>Herramientas de solución</b>
Pérez Mishell <b>(2018)</b>	Diseño de un sistema de buenas prácticas de manufactura para la planta de agroindustrias moro agromoro CIA. LTDA.	Las deficiencias existentes en los sistemas de control y monitoreo de los procesos de elaboración de alimentos, en lo referente a inocuidad	Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (HACCP)
Cárdenas D <b>(2017)</b>	Propuesta de distribución de planta y de ambiente de trabajo para la nueva instalación de la empresa mv construcciones Ltda de la comuna de LLANQUIHUE.	Diseño inadecuado de distribución de planta	métodos de análisis multicriterios y algoritmos ALDEP y CORELAP
Alva y Paredes. <b>(2014)</b>	Diseño de la distribución de planta de una fábrica de muebles de madera y propuesta de nuevas políticas de gestión de inventarios.	Pérdida de clientes y mala distribución de espacios.	Matriz de priorización y Método de series de tiempo.
Cárdenas <b>(2012)</b>	Diseño de la distribución de la nueva planta en la empresa MALDONADO GARCÍA MAGA	Altos costos y baja productividad por mala distribución.	Estudios de tiempo, metodología SLP y diseño en solidworks.

Barón y Zapata <b>(2012)</b>	Propuesta de redistribución de planta en una empresa del sector textil.	Mal flujo de materiales y aprovechamiento de espacios.	Utilización del software FACILITY RE-LAYOUT.
Fernández y Rhenals <b>(2011)</b>	Diseño de una distribución de planta en la empresa estibas y carpintería elguedo Ltda.	Problema con la distribución de planta y lugar de almacenamiento	Estudio de métodos, diagrama de relaciones y simulación en FACILITY LOCATION AND LAYOUT WINQSB.
Puma <b>(2011)</b>	Propuesta de redistribución de planta y mejoramiento de la producción para la empresa "prefabricados del AUSTRO".	Mala distribución de planta.	Estudios de tiempo y de recorrido.
Carillo y Naula <b>(2010)</b>	Distribución de planta en la empresa proalim en base al estudio de métodos y tiempos de trabajo	Demoras en los tiempos de producción.	Estudios de métodos y tiempos
Yacuzzi, Pinchuk, Wood, Kakazu <b>(2009)</b>	Diseño de un layout de planta: marmicoc argentina S.A.	Flujo lento de productos	Cálculos de distancias y tiempo, y análisis de tabulación
Barría <b>(2009)</b>	Análisis de layout de planta en empresa bitumix sucursal maule VII región	Desorganización en la planta	Aplicación de metodología krajewski y ritzman Y aldep F (Automated Layout Design Program)

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

### **4.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **4.3.1. Análisis Producto-Cantidad**

Todo esto es lo que Muther denominado análisis P-Q (producto-cantidad-*quantity* en inglés-), cuyo elemento principal es el grafico P-Q. En las ordenadas corresponden a las cantidades de cada producto o grupo de productos, y estos figuran en abscisas, según el orden decreciente de dichas cantidades.

Desde luego, los gráficos son una ayuda, pero no es esta la única forma de representación posible. Lo más importante es la idea subyacente al grafico P-Q y a muchos aspectos de lo expuesto en este apartado, a saber, que cuando se trata de estudiar un conjunto algo numeroso de objeto es conveniente clasificarlos de acuerdo con su importancia y dedicar al tratamiento de cada uno de los grupos así formados recursos proporcionados a dicha importancia. (Josep M. Vallhonrat, 2000).

#### **4.3.2. Diagrama de relaciones**

Es una herramienta que muestra las relaciones complejas de causa y efecto e identifica causas fundamentales o las cuestiones clave. Ayuda a desarrollar un contexto lógico para datos, ideas, opiniones, temas, etc.; explorando a identificando las relaciones causales existentes entre los elementos. El diagrama de relaciones se utiliza cuando las relaciones de causa efecto son complejas, en estos casos otras herramientas como el diagrama de espina y los diagramas de árbol quedan insuficientes puesto que no están diseñadas para mostrar relaciones muy complejas, concretamente el diagrama de relaciones se utiliza cuando el número de causas y las relaciones entre estas es significativo y difícil de analizar por separado. (Luna, 2016)

#### **4.3.3. Análisis de recorrido**

Los diagramas de recorrido son, de hecho, diagramas analíticos de las operaciones del proceso dibujados sobre representaciones a escala de la sección o secciones

donde el proceso se lleva a cabo de tal forma que los símbolos ASME de cada acción se dibujan en la posición del lugar en que se realizan. Una vez obtenida y analizada la información sobre el proceso correspondiente a los diversos grupos de productos, cabe establecer un esquema del recorrido, que dará una idea de la distribución en lo que se refiere a las secciones implicadas en el movimiento de materiales. (Josep M. Vallhonrat, 2000)

#### **4.3.4. Costo**

La contabilidad de costos inicialmente proyectada en sus formas más simples como un complemento a la contabilidad general se ha vuelto tan compleja, tan diversificada y de tanta importancia para muchas empresas que tienen un departamento completo dedicado a todo lo relacionado con el proceso productivo, y la información que se produce permite a los administradores la toma de decisiones más acertada y oportuna.

No solamente la contabilidad de costos produce información real histórica, o sea lo acontecido en la compañía, sino que aunada en la actualidad a la técnica presupuestal, produce información futura, pronósticos de lo que puede o debe llegar a suceder, bien sea utilizando la técnica de valuación estimada o la estándar, con lo que se está en condiciones de prever los resultados futuros y compararlos contra los resultados reales, estableciendo diferencias y variaciones en detalle que servirán para la toma de decisiones efectivas por parte de los directivos de la empresa, mismos que se darán cuenta de las bondades al utilizar una completa contabilidad de costos. (Napoles, 2016)

#### **4.3.5. Transporte**

El transporte de mercancías es el traslado de productos desde un origen a un destino. En esto no se diferencia del transporte de viajeros, Esta definición sirve también para cualquier medio de transporte: camión, barco, ferrocarril, avión, etc. (Torres, 2014)

El origen puede ser diverso:

- Fabrica.
- Subcontratas de fabricación.
- Proveedor.
- Almacén regulador.
- Almacén de delegación.

#### **4.3.6. Distancias**

La medición de la distancia, por ejemplo, es útil para determinar cuestiones tan diversas como el tiempo y velocidad que requerirá la misma para ser cubierta a pie o en un vehículo, el tipo de comunicación que puede establecerse entre ambos puntos, o la diferencia de escenarios que ambos puntos sostienen entre sí. (DefinicionABC, 2017)

## 5. METODOLOGÍA

La metodología es considerada un procedimiento, el cual engloba en su totalidad de manera más precisa los objetivos a realizar en la investigación. Además de ser un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno. (Hernandez, 2010)

Se describe el paso a paso del proyecto como rediseño de distribución en la bodega de la empresa Grupo Big Maryess Ltda. Mediante la metodología System Layout Planning y simulación.

Entonces, para lograr el objetivo general de esta investigación, se diseñará una estrategia detallada en etapas para obtener información y actividades, y así mismo darles respuesta a los objetivos específicos planteadas. (ver **Tabla 2**)

**Tabla 2:** Etapas para el desarrollo del proyecto de investigación.

<b>Etapas</b>	<b>Actividades</b>	<b>Tiempo</b>
<b>Etapa 1</b> Realizar un diagnóstico a través de una lista de chequeo que permita el establecimiento de la situación actual de la empresa.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Entrevista</li><li>- Lista de chequeo</li><li>- Visitas de campo</li><li>- Recolección de información.</li></ul>	1 semana
<b>Etapa 2</b> Analizar los productos y cantidades mediante un diagrama P-Q que permita una priorización y apoyo en la toma de decisiones.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Recolección de datos</li><li>- Observación</li><li>- Entrevistas, etc.</li></ul>	1 semana

<p style="text-align: center;"><b>Etapa 3</b></p> <p>Realizar un análisis de recorrido a través de una orden de pedido que permita la determinación de los tiempos totales de preparación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de datos</li> <li>- Observación</li> <li>- Entrevistas, entre otras.</li> </ul>	<p>2 semanas</p>
<p style="text-align: center;"><b>Etapa 4</b></p> <p>Desarrollar una relación de espacios teniendo en cuenta las necesidades de cada tipo de producto según su rotación.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recolección de datos</li> <li>- Observación</li> <li>- Entrevistas, entre otras.</li> </ul>	<p>1 semana</p>
<p style="text-align: center;"><b>Etapa 5</b></p> <p>Seleccionar la mejor alternativa como resultado de la metodología SLP que permita un análisis de nuevo Layout mediante la simulación con el software Flexsim.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación, análisis y resultado de las alternativas de distribución en conjunto.</li> <li>- Simular del nuevo Layout en el software flexsim.</li> </ul>	<p>2 semanas</p>

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

### 5.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El método de utilización del estudio e investigación del proyecto se basó en la adquisición de conocimientos a través de un tipo de investigación mixta, que va relacionada con varios métodos:

- **Descriptiva:** se pretende obtener información detallada y obtener conocimientos con respecto a las características de la distribución de la bodega en la empresa.
- **Cuantitativa:** en la obtención de la recopilación de datos de información, se desarrollará un proceso de análisis estadísticos de las distintas alternativas.
- **Propositiva:** transmitida la investigación permitirá el desarrollo de la propuesta para la distribución en la bodega, se verá en un futuro convertida en herramienta de aplicación para la empresa.

## 5.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

En el desarrollo de la investigación, de toda la población o el equipo de la empresa en la bodega del municipio de Sabanalarga, se tomará muestras de cada una de las actividades, operaciones, datos de los materiales y espacios disponibles para caracterizar la distribución de la bodega en la empresa, y mediante la utilización de entrevistas establecer las variables y parámetros asociados con el rediseño del Layout.

Además, existe un acceso directo de toda la población y las áreas que lo integran (administrativa y operativa), para el caso de estudio de esta investigación.

## 5.3. VARIABLES A ESTUDIAR

Se puede considerar cada una de los siguientes atributos de medición como efecto que contienen para lograr el desarrollo del estudio y la investigación del presente proyecto:

- Tiempos con cronometro
- Distancias en metros
- Observación instantáneos (muestreo del trabajo).
- Tiempos-movimientos, otras.

#### **5.4. FUENTES DE INFORMACIÓN**

**5.4.1. Fuentes primaria:** se tendrá acceso a información, la cual será entregada por parte de los dueños, que involucra la parte administrativa y operativa de la empresa Grupo Big Maryes LTDA. Además, se realizarán consultas a profesionales expertos en el tema.

**5.4.2. Fuentes secundaria:** Tesis en relación con la temática, consultas en internet y otras bibliografías.

#### **5.5. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN**

Las técnicas que se llevarán a cabo consistirán en la observación, entrevistas, visitas de campos, recolección de datos y pruebas de análisis.

## 6. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

Para las generalidades de la empresa se determina información del objeto de estudio, como: la ubicación de la bodega, historia, productos, clientes, filosofía organizacional (misión, visión y valores corporativos), entre otros aspectos.

### 6.1. UBICACIÓN DE LA EMPRESA

Grupo Big Maryess Ltda. se encuentra ubicada en el municipio de Sabanalarga Atlántico en el barrio el mercado nuevo, Dirección Cll 26 #24-56, y solo confirmar que la razón social es el nombre que aparece Yessica Paola Paredes Hernández. (ver **Figura 6**)

**Figura 6:** Ubicación de la empresa (imagen satelital).



**Fuente:** Google maps.

### 6.2. RESEÑA HISTÓRICA.

Sus actividades iniciaron en el 2016 con el nombre de Grupo Big Maryess Ltda. brindando el servicio que mantiene hoy en día, el cual es distribuir bebidas fabricadas por la empresa Aje Colombia.

Desde el comienzo de sus actividades se especializaron en distribuir productos tales como: gaseosas, agua embotellada, jugos, hidratantes, energizantes, etc. Cuenta con 30 referencias de productos que atienden en el municipio de Sabanalarga-Atlántico y los pueblos aledaños.

La empresa busca como objetivo principal mantener una mejora continua al momento de brindar servicio al cliente, para sostenerse vigente en el mercado actual. Es importante señalar que el servicio está respaldado gracias a que cuenta con un manejo de stock constante de los productos que se encuentran en comercialización.

### **6.3. FILOSOFÍA ORGANIZACIONAL**

#### **6.3.1. Misión**

Grupo Big Maryess Ltda. somos una comercializadora de bebidas refrescantes, que busca la mejora continua de sus colaboradores, para ofrecer a nuestros clientes calidad y confiabilidad brindándoles un excelente servicio, cumpliendo con nuestros tiempos de entrega y asegurando la disponibilidad de nuestros productos.

#### **6.3.2. Visión**

En el 2024 grupo Big Maryess Ltda. estará posicionada como una de las mejores comercializadoras de bebidas refrescantes del municipio de Sabanalarga, siendo una excelente opción de compra para nuestros clientes y aportando un mejor desarrollo económico a cada uno de nuestros colaboradores y sus familias.

#### **6.3.3. Valores corporativos**

- **Puntualidad:** nos esforzamos por cumplir con nuestras obligaciones prevista ya que nos ayuda a construir una imagen de profesionalismos y responsabilidad.
- **Responsabilidad:** actuamos responsablemente frente a nuestras obligaciones, para con la empresa, los clientes y la sociedad en general.

- **Honestidad:** realizamos todas nuestras actividades con transparencia y rectitud.
- **Respeto:** Trabajamos sobre el respeto. Escuchamos entendemos y valoramos al otro.
- **Lealtad:** estamos comprometidos con la empresa y buscamos su desarrollo y permanencia en el mercado.

#### 6.4. PRODUCTOS Y SERVICIOS

Las gaseosas en la actualidad son unas de las bebidas de mayor consumo a nivel mundial. Los productos Big cola (Aje Colombia) se distribuyen de manera local y regional, es decir tanto en Sabanalarga como en los pueblos aledaños a este, estos productos se encuentran posicionados en el mercado, debido a sus precios, calidad y el amplio portafolio de bebidas.

La mayor demanda que presenta la empresa Aje Colombia es de bebidas gaseosas, dado que son consumidas tanto por niños como por personas mayores. A continuación, se muestran una lista de los productos de mayor demanda.

- **Gaseosas Big cola:** Bebida gasificada y azucarada, es un producto que ofrece buen sabor, es refrescante y sobre todo está al alcance del público y de los sectores populares.
- **Jugos Big cola:** Agrupa diferentes productos tales como jugos Cifrut y Pulp néctar, estos productos son demandados justamente por tener precio accesible y fáciles de transportar. Al igual que muchas bebidas envasadas, contienen un alto porcentaje de ingredientes artificiales.
- **Agua cielo:** Esta refrescante agua se obtiene de manantiales naturales y se caracteriza por su pureza original, tanto química como microbiológica. Es un agua mineral de mesa, no contiene sodio lo cual brinda beneficio a la salud.
- **Sporade:** Bebida hidratante que repone sales y minerales luego de un gran esfuerzo físico y mental. Presentación en PET; sabores de frutas tropicales, mandarina, maracuyá y uva. Este producto ha tenido éxito en ciertos rubros porque tienen una oferta interesante, con una calidad aceptable.

## 6.5. CLIENTES

Los clientes actuales cuentan con toda la atención del personal de la empresa, todo con el fin de lograr que perciban el valor afectivo que tienen, con esto se obtiene la fidelización del cliente con el producto y la empresa. Grupo Big Maryess maneja dos tipos de cliente:

- **Cientes mayoristas:** aquellos que compran un volumen grande de productos, a un precio menor al que se compraría en cantidades menores o unitarias y mantienen inventario.
- **Cientes minoristas:** se ubican en el penúltimo lugar de la cadena de suministro, es decir; compran un volumen pequeño de mercancía o compran por unidad (de lo que necesitan o los de más rotación).

## 7. SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

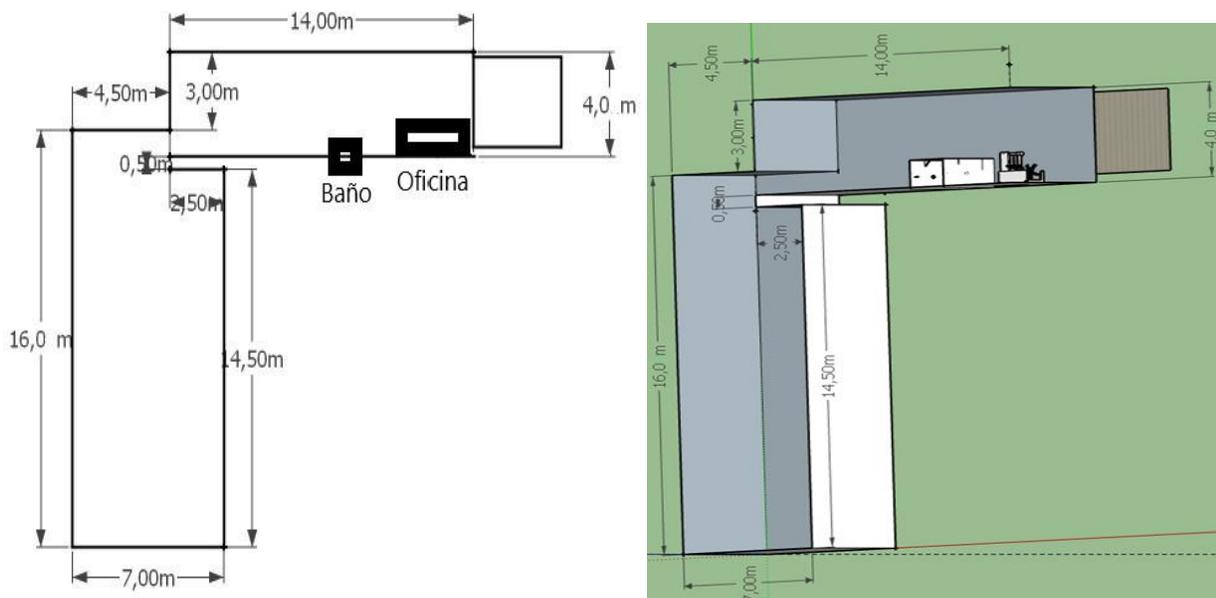
El contexto de la situación actual de la empresa radica en especificar los espacios, medidas, productos, referencias y entre otros aspectos que definen a la bodega Big Maryess Ltda.

### 7.1. LAYOUT ACTUAL

La bodega cuenta con un espacio necesario para el proceso de almacenaje, manejo de los productos y otras actividades operativas, además de contar con herramientas útiles de apoyo para los empleados de cada operación.

En la vista superior de la bodega cuenta con un área total 164,25 m<sup>2</sup>, del cual el 70% es el espacio de uso para el almacenaje de los distintos productos (114,975m<sup>2</sup>). La siguiente figura corresponde a las medidas que contiene la bodega (ver **Figura 7**).

**Figura 7:** Layout actual con sus respectivas medidas en una vista superior y 3D.



**Fuente:** Elaboración propia.

Además de contar con un baño personal y una oficina del manejo de información, actualmente el layout actual tiene una altura de 4,5 m, del cual el aprovechamiento

total de altura máxima es 3,5 m, y de todas las medidas obtenidas se concretó que el producto Big Cola 1.7 contiene la altura máxima 3,5 m.

### 7.1.1. Volumen total de la bodega

La sumatoria del área total de la bodega en volumen se dio a través de una división de tres sub-áreas específicamente formadas en rectángulos para la determinación de cada una de ellas (Sub-área 1, Sub-área 2 y Sub-área 3).

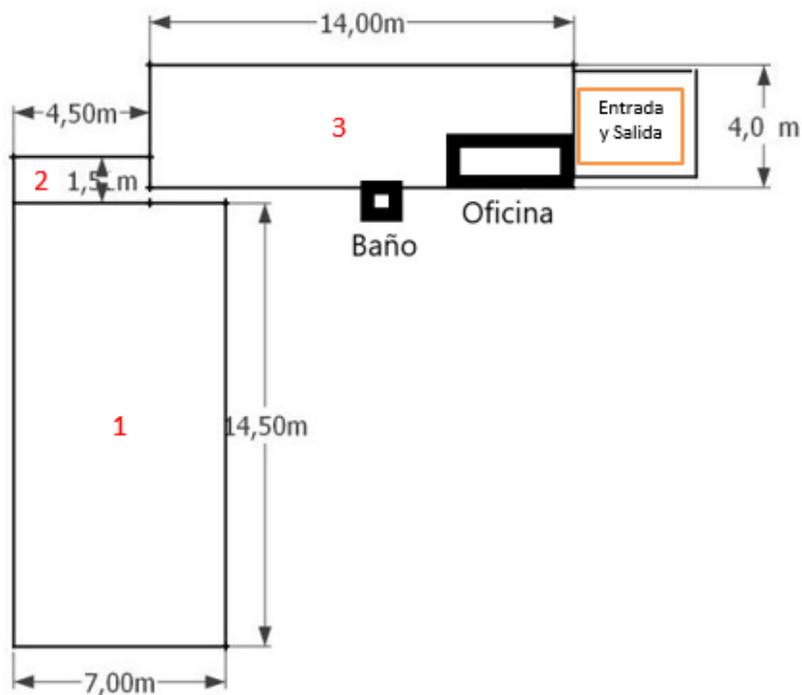
Tomando como base cada sub-área, se calculó de la siguiente forma con su respectiva formula y proceso (ver **Figura 8** y **Tabla 3**):

$$\text{Volumen rectángulo} = \text{Area del restangulo} * \text{Altura}$$

o

$$\text{Volumen rectángulo} = \text{Largo} * \text{Ancho} * \text{Altura}$$

**Figura 8:** Sub-Áreas con sus respectivas medidas en metros.



**Fuente:** Elaboración propia.

**Tabla 3:** Medidas de cada Sub-área y el volumen total de la bodega.

Sub-Área	Largo	Ancho	Total
1	14,5	7	101,5
2	1,5	4,5	6,75
3	14	4	56
Total			164,25

Área Total y Volumen	
Área bodega [m]	164,25
Altura bodega [m2]	3,5
Volumen bodega [m3]	574,875
	402,4125

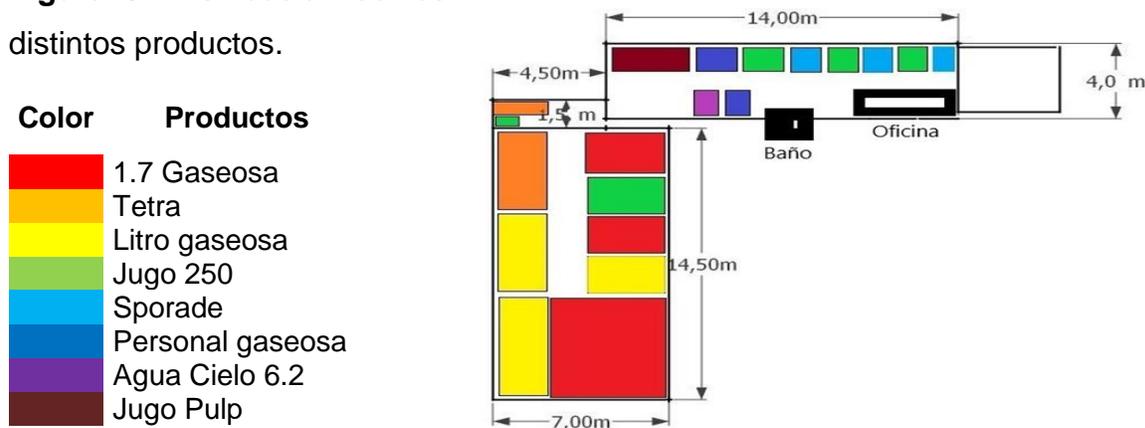
**Fuente:** Elaboración propia.

Después de realizar los cálculos del área de la bodega, se consideró los aspectos de altura, ancho y largo como datos de espacios reales que ocupan los productos dentro de la bodega; al ser la altura 3,5 y 70% del volumen total 402,4125. Es así, que de estos resultados arrojados se estableció el volumen total de la bodega como 517,3875 en metros cubico [m3] (aprovechamiento total).

## 7.2. DISTRIBUCIÓN ACTUAL DE LOS PRODUCTOS

Los diferentes productos se encuentran ubicados de manera desorganizada en la totalidad del área de la bodega, con un tipo de almacenaje común o corriente, en esta se identificaron por varios tipos de secciones de un mismo producto. Debido a la recolección de información de los volúmenes que ocupa cada producto por su sección de área, se le añade una referencia para su identificación en la bodega, como se visualiza en la **Figura 9:**

**Figura 9:** Distribución de los distintos productos.



**Fuente:** Elaboración propia.

De la **Figura 9**, se puede identificar el área mayor y menor que contiene cada producto en espacio ocupado, el mayor es el producto 1.7 Gaseosa Big Cola y el menor es el producto Agua Cielo, pero para hallar el espacio real que ocupa cada producto, se debe calcular el volumen de ellas (ver **Anexo 1**).

A continuación, la asignación de volúmenes (m3) y porcentajes de espacio que ocupa cada producto en la bodega, después de establecer el volumen de cada producto y la demanda anual (ver **Anexo 2; 3 y Tabla 4**):

**Tabla 4:** Distribución de espacio y su asignación en porcentaje actual.

<b>Productos</b>	<b>% distribución espacio</b>	<b>Asignación [m3]</b>
1.7 Gaseosa	28%	145,58
Tetra	15%	78,81
Litro gaseosa	23%	121,38
Jugo 250	8%	43,95
Sporade	7%	36,02
Personal gaseosa	6%	33,14
Agua Cielo 6.2	7%	37,79
Jugo Pulp	4%	20,72
	<b>100%</b>	<b>517,39</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### **7.3. ZONAS DE LA BODEGA**

Las zonas de almacenaje dentro de la bodega dependen del acceso de entrada y salida de las mercancías, razón por la que las zonas deben ser adaptables a las necesidades de instalación, ubicación y del producto. De acuerdo a lo anterior, la bodega de grupo Big Maryess Ltda. se encuentra distribuida por zonas de la siguiente manera:

- **Zona de recibo y despacho:** Las actividades que se realizan en esta zona son el recibo de la mercancía, verificación de las mismas y entrega de los pedidos.

- **Zona de rotación del producto:** En esta zona se maneja la distribución organizada la mercancía, la cual es estibada y almacenada de una forma común sin ningún tipo de políticas bajo las condiciones de despacho.
- **Zona de bienes no conformes o averías:** Zona donde se ubican los productos temporalmente que han sufrido daños físicos a la hora de realizar actividades como carga y descargue, generalmente en la zona de recibo o despacho de la mercancía.
- **Zona de control de inventarios:** En esta zona se maneja el control de actividades en correlación con los costos, gastos, facturación, verificación de llegada y salida de los productos, entre otras.
- **Zona de servicio personal:** Zona de esparcimiento donde se encuentra ubicado el baño.

#### 7.4. RECURSOS

Existen herramientas, materiales y equipos utilizados para el desarrollo de las diferentes actividades de la bodega para el manejo de la rotación de la mercancía y el almacenamiento de los materiales en las diversas áreas que componen la bodega, en estas se incluyen:

- **Estibas:** Se utilizada para el apilamiento ordenado de la mercancía para una mayor manipulación de los productos, donde se tiene en cuenta la resistencia y la estabilidad de esta herramienta. (ver **Figura 10**)
- **Cajas de cartón:** Asegura la máxima protección para algunos productos, en la que incluye una buena resistencia a la humedad y a las variaciones de temperatura, y una excelente resistencia a la compresión vertical (ver **Figura 10**)

**Figura 10:** Pallets y cajas de cartón.



**Fuente:** Empresa Grupo Big Maryess Ltda., 2018.

- **Palets:** En la base de un palet se puede reunir una determinada cantidad de mercancía para constituir una unidad de carga con vista a facilitar su manipulación, transporte o almacenamiento.

#### **7.4.1. Transporte interno.**

Uno de los objetivos prácticos para el transporte interno radica en los aspectos con respecto a la utilización del equipamiento, al planeamiento de las operaciones y a su ejecución adecuada, que implica en los movimientos de rotación dentro de la bodega. A continuación, los tipos de transportes de uso:

- **Carretilla:** se utiliza para transportar carga a mano, pero principalmente en el caso de pacas u otros implementos, sobre todo cuando los objetos deben apilarse en grandes cantidades y sólo se necesita el trabajo de una persona para ponerla en funcionamiento.
- **Transpaleta:** para su uso correcto es imprescindible la formación del operario, ya que evita sobreesfuerzos y daños personales, así como caídas de la mercancía y choques contra objetos.

## 7.5. DISTANCIA DE RECORRIDO.

La distribución de la mercancía en la bodega, tiene un alto impacto en los costos logísticos de la empresa, evidenciadas a través de los estudios y diagnósticos realizados dentro de ella. Para hallar la distancia actual que recorre cada trabajador se tuvo en cuenta la ubicación de cada producto en las distintas áreas representadas anteriormente (ver **Figura 9**) y la zona de carga, tomadas como en desarrollo de las distancias recorridas en metros [m].

La distancia total que se recorre anualmente se determinó en base a los números de viajes y el promedio de las distancias por cada producto, al tomar la distancia del producto más alejado desde el punto de cargue; esto debido a la desorganización existente en la distribución de la mercancía dentro de la bodega (ver **Tabla 5**).

Al añadir para el cálculo de los números de viajes anualmente se llevó a cabo información básica del flujo anual y la asignación de espacio de cada producto (ver **Anexo 3**).

**Tabla 5:** Distancia recorrida actual.

Producto	Distancia recorrida promedio [m]	Sigla	Número de viajes por año	Distancia total anual recorrida [m]
1.7 Gaseosa	28,50	A	38.317,04	1.092.035,74
Tetra	20,17	B	20.744,38	418.344,90
Litro gaseosa	23,55	C	31.948,84	752.395,18
Jugo 250	21,08	D	11.567,01	243.870,71
Sporade	7,00	E	9.481,69	66.371,81
Pers. gaseosa	10,50	F	8.722,11	91.582,16
Agua Cielo 6.2	10,00	G	9.945,55	99.455,50
Jugo Pulp	14,00	H	5.454,89	76.368,51
<b>TOTAL</b>			136.181,51	2.840.424,52

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

## 7.6. TIEMPO DE RECORRIDO.

En la bodega se encuentran tres (3) trabajadores para la actividad de cargue y descargue de mercancía o de productos, cada empleado mantiene un tiempo de recorrido a la hora de ejercer su función de trabajo, de las cuales se tomó información a través de un cronometro.

Además de establecer los tiempos de cada uno de los productos que se manejan en el punto de distribución, se promedia el tiempo de los tres trabajadores como se observa en la tabla 6:

**Tabla 6:** Promedio del tiempo de recorrido por cada trabajador.

Productos	Distancia recorrida [m]	Tiempo de recorrido			Promedio
		Trabajador 1 [s]	Trabajador 2 [s]	Trabajador 3 [s]	
1.7 Gaseosa	28,50	30	27	32	29,67
Tetra	20,17	25	22	23	23,33
Litro gaseosa	23,55	35	28	34	32,33
Jugo 250	21,08	32	24	27	27,67
Sporade	7,00	12	11	10	11,00
Pers gaseosa	10,50	18	20	19	19,00
Agua Cielo 6.2	10,00	17	17	18	17,33
Jugo Pulp	14,00	20	19	19	19,33

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

## 7.7. COSTOS DE TRANSPORTES.

En la realización del cálculo de los costos de transportes que incurren internamente en la empresa, fue necesario conocer los datos de las distancias recorridas, el tiempo de demora en cuya actividad por cada metro y el valor de pago que se le remunera a cada empleado por segundos [s].

El tiempo en segundo que demora promediamente un empleado en recorrer un metro [1m] es de 2,1 segundos, y el valor de remuneración que se le paga a cada trabajador por segundo, al conocer que \$710.000 es el pago mensual; su cálculo se llevó a cabo como se ilustra en las siguientes **Tabla 7:**

**Tabla 7:** Calculo de los tiempos y remuneración por segundo.

Tiempos		Pago	
Días	30 días	Mensual	Segundos
Horas diarias	8 h	\$710.000	\$ 0,822
Segundos por hora	3600 s		

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

Con los resultados obtenidos del cálculo de la remuneración de cada empleado por cada segundo (\$0.822 pesos colombianos), se procede a determinar los tiempos de transportes internamente en la empresa, estas observadas en la siguiente **Tabla 8:**

$$\text{Costo por metro} = 2,1 \text{ Segundos} * 0,822 \text{ pesos}$$

$$\text{Costo por metro} = \$1,726$$

**Tabla 8:** Costos de transporte de cada producto.

Producto	Distancia recorrida [m]	Promedio del tiempo recorrido [s]
1.7 Gaseosa	28,50	29,67
Tetra	20,17	23,33
Litro gaseosa	23,55	32,33
Jugo 250	21,08	27,67
Sporade	7,00	11,00
Personal gaseosa	10,50	19,00
Agua Cielo 6.2	10,00	17,33
Jugo Pulp	14,00	19,33

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

## 7.8. DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN EN LA BODEGA

El análisis de los ocho factores para tener una buena distribución en planta se efectuará en el Anexo 1, al calificar los síntomas que señalan la necesidad de mejora de las instalaciones como un diagnóstico para proponer cambios en la bodega.

Se emplea la escala de 1 a 5 para evaluar a la empresa a investigar, donde:

**1 = Deficiente, 2 = Regular, 3 = Bien, 4 = Muy bien, 5 = Excelente**

Al obtener los resultados de la lista de chequeo se determina en qué nivel se encuentra la empresa, como se visualiza en el siguiente cuadro: (ver **Tabla 9**)

**Tabla 9:** Características de cada nivel en color.

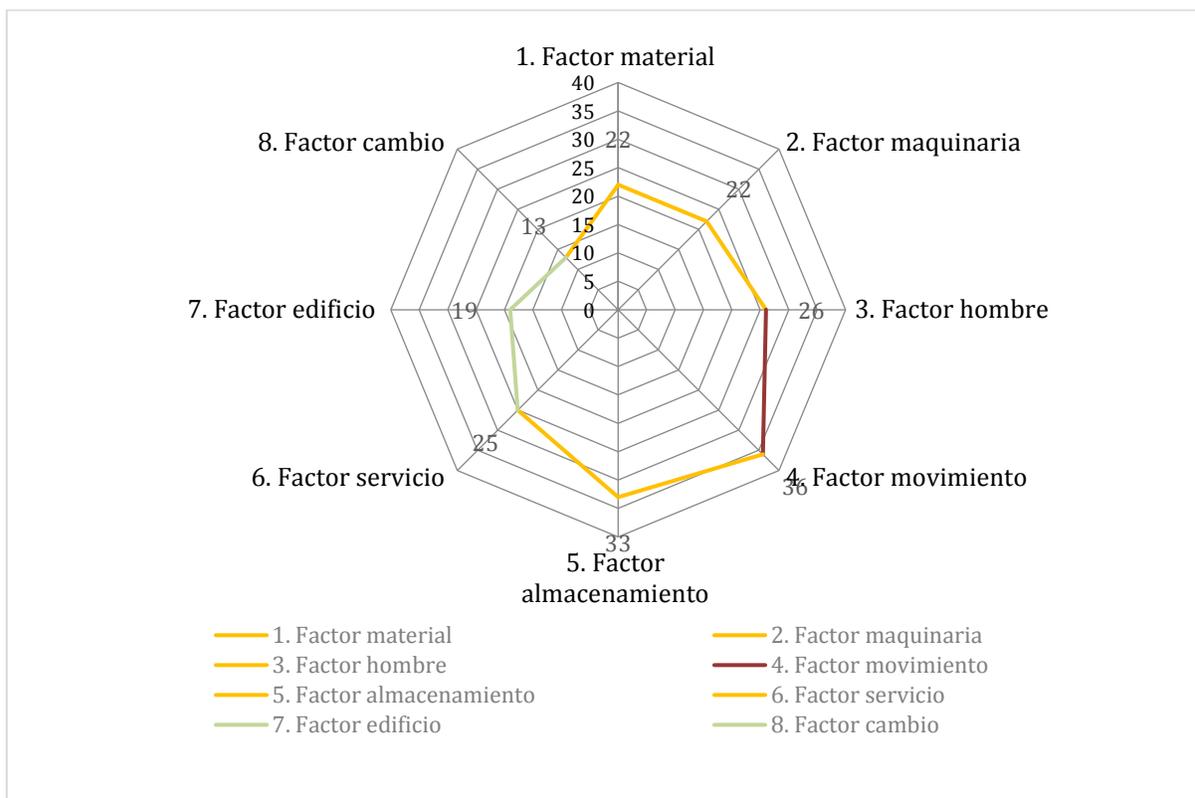
Color	Característica
Rojo	Si la suma de la evaluación está entre 35 y 40 puntos, es un claro síntoma de que es necesaria la mejora en la distribución de la planta.
Naranja	Si la calificación se ubica entre 20 y 34 puntos, significa que hay que estar alerta, ya que aunque la mejora en la distribución no es un objetivo inmediato, sí puede llegar a ser necesario en un mediano plazo.
Verde	Si la calificación es inferior a 20 puntos, no existen síntomas alarmantes que indiquen la necesidad de realizar mejoras en la distribución.

**Fuente:** José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalaciones: Un enfoque por competencias*.

### 7.8.1. Resultados del diagnóstico (lista de chequeo)

El diagnóstico permite establecer la situación actual en la que se encuentra la empresa, en este caso se identificaron las debilidades y/o amenazas que, detectadas en la empresa, por medio de este se obtuvieron resultados de dicho diagnóstico. (ver **Gráfico 1**)

**Grafico 1:** Resultados por cada factor.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

**Tabla 10:** Resultados total en porcentajes.

Factor	Total	%
1. Factor material	22	55%
2. Factor maquinaria	22	55%
3. Factor hombre	26	65%
4. Factor movimiento	36	90%
5. Factor almacenamiento	33	83%
6. Factor servicio	25	63%
7. Factor edificio	19	48%
8. Factor cambio	13	33%

**Fuente:** Elaboración propia

En la **Tabla 10**, arroja unos resultados en totalidad de números y porcentajes, frente a esta se puede determinar que los factores con mayor número de deficiencia o señales de mejora inmediata son el *factor movimiento*, *manejo de materiales* y el *factor de almacenamiento*; debido a que los operarios no son calificados o son

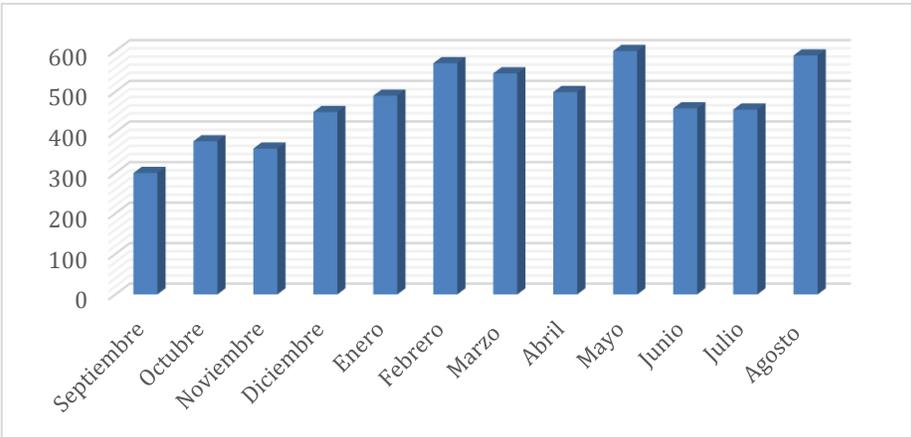
altamente pagados en las operaciones de manejo, además frecuentemente existen acarreo y levantamientos a mano. En las visitas de campo se observan movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo, existe congestión en los pasillos, manejo excesivo y transferencias, se encuentran materiales averiados o mermados en las áreas de almacenamiento, un manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento y entre otras actividades que incurren en esta alta deficiencia y los altos costos de la empresa.

Por ende, en el nivel de resultado total se obtuvo 29,12 en número, que en porcentaje es el 72,80%, es decir, se efectúa una alarma *Amarilla*; significado de que existe una alerta, para desarrollar una mejora en la distribución a mediano plazo.

**7.8.2. Indicadores de no conforme o averías.**

En el control del stock implica el manejo de pérdidas de desperdicios, en este caso el inventario mantiene unos indicadores de las cantidades de productos que se han convertido en productos no conformes debido a los daños físicos que incurren en ella misma. Es así que se tomaron unos datos en números de los meses: Noviembre – Febrero de los años 2017 y 2018, ver **Gráfico 2**:

**Gráfico 2:** Números de averías de los meses septiembre 2017 – agosto 2018.



**Fuente:** Empresa Grupo Big Maryess Ltda, 2017 -2018.

De la **Gráfica 2**, se puede observar un aumento de pérdidas de mercancías y/o de averías, a través de los meses antes nombrados, a causa de los daños de la calidad del producto y los incidentes de los trabajadores. (ver **Figura 11**)

**Figura 11:** Averías en la zona de no conformes.



**Fuente:** Empresa Grupo Big Maryess Ltda., 2018.

### **7.8.3. Indicadores de incidentes.**

En las distintas zonas existe una constante actividad de rotación de la mercancía, en la que los trabajadores desarrollan movimientos junto con los productos en labores de cargue o descargue, donde incurren incidentes del personal que dañan la calidad de producto en el proceso inicial y final de la entrega.

### **7.8.4. Indicadores de pérdida de clientes.**

La disminución de ventas, es uno de los primeros indicios de manifestación de que existe pérdidas de clientes en la empresa, pues en el control de inventario se establece que, para el mes de febrero hasta el mes de julio, es evidente la variación de una disminución de las ventas frente a su sector de mercado, como se visualiza en la siguiente **Grafica 3**:

**Grafico 3:** Ventas mensuales de los meses: Febrero – Julio.

Mes	Ventas mensuales
Febrero	78487700
Marzo	78430600
Abril	80996800
Mayo	73883600
Junio	69898500
Julio	71281500



**Fuente:** Empresa Grupo Big Maryess Ltda., 2018.

## 8. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SLP

La aplicación de la metodología de System Layout Planning se desarrollará por cada una de las etapas que contiene esta misma en la bodega Grupo Big Maryes Ltda., cuyos pasos es diagramar y analizar: análisis de productos y cantidades, análisis de recorrido, entre otros aspectos.

### 8.1. ANÁLISIS P-Q (Productos y Cantidades)

La primera etapa o fases de la aplicación del SLP es el análisis producto-cantidad que, a partir de este es posible determinar el tipo de distribución adecuado para el proceso objeto de estudio. Según Muther, es recomendable la elaboración de una gráfica en forma de histograma de frecuencias, en la que se representen en abscisas los diferentes productos a elaborar y en ordenadas las cantidades de cada uno.

Es así, en el desarrollo del diagrama de Productos – Cantidades se establecen los datos de las demandas de los productos y la participación cada una de ellas; pero antes exponiendo las reglas que brinda el diagrama de Pareto o el análisis ABC, donde se promete una participación estimada con su respectiva letra de clasificación (A, B o C) como en la **Tabla 11**:

**Tabla 11:** Reglas del diagrama de Pareto o análisis ABC.

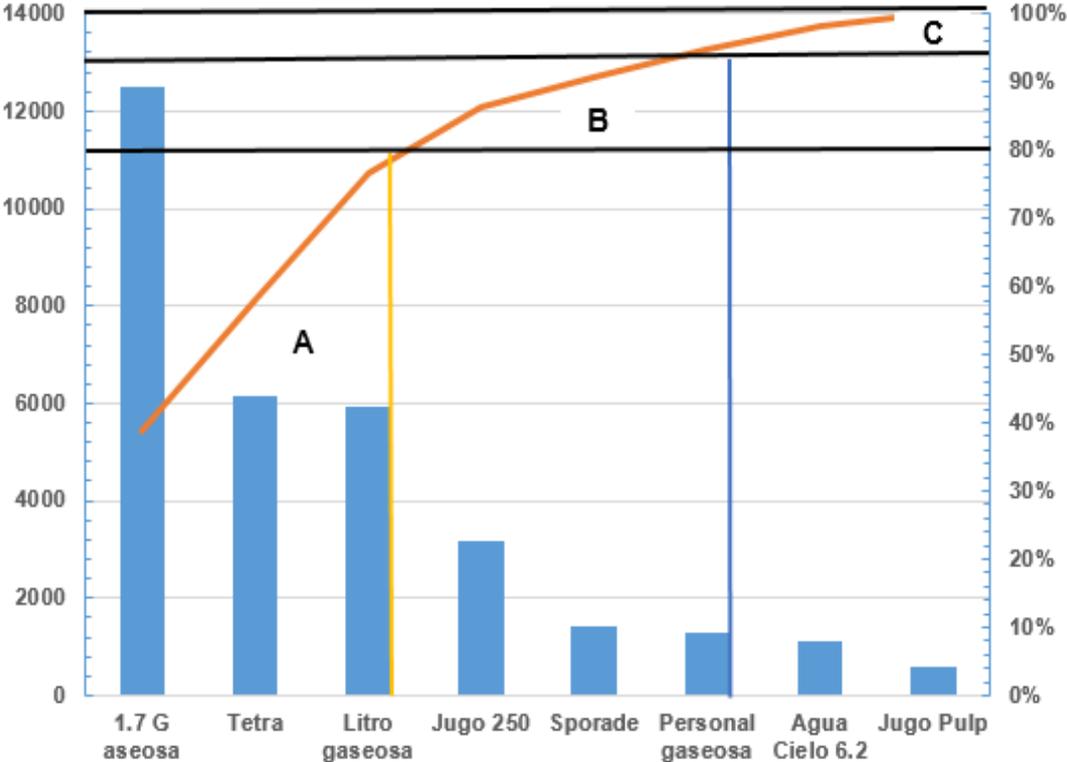
Reglas diagrama de Pareto o Análisis ABC						
Participación estimada	Clasificación <i>n</i>	<i>N</i>	Participación <i>n</i>	Demanda	Participación de demanda	
0% - 80%	A	3	37,5%	24614	76,54%	
81% - 95%	B	3	37,5%	5853	18,20%	
96% - 100%	C	2	25,0%	1690	5,26%	
	Sumatoria	8	100,0%	32157		

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

En su elaboración del diagrama, antes se recolectaron datos de las cantidades del portafolio de los productos existente y en costos de las ventas en un lapso de tiempo, anexadas en: **Anexo 4, 5, 6.**

A continuación, en el **Grafico 4** se observa el diagrama de cantidades – producto, diagrama de Pareto y/o clasificación ABC:

**Grafico 4:** Diagrama de las cantidades – productos con su clasificación ABC.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

Además, se puede afrontar con una distribución mixtas, buscando la máxima flexibilidad y eficiencia, en donde los productos son representados en la gráfica en orden decreciente de cantidad producida.

## 8.2. ANÁLISIS DE RECORRIDO

Conocido el recorrido de los productos, debe plantearse el tipo y la intensidad de las interacciones existente entre las diferentes actividades productivas, los medios auxiliares, los sistemas de manutención y los diferentes servicios de la planta. Estas relaciones no se limitan a la circulación de materiales, pudiendo ser esta irrelevante o incluso inexistente entre determinadas actividades. La no existencia de flujo material entre dos actividades no implica que no puedan existir otro tipo de relaciones que determinen, por ejemplo, la necesidad de proximidad entre ellas.

Por tal razón, para el análisis de recorrido de las actividades que se realizan en la bodega, se llevó a cabo por las distancias totales y el tiempo promedio en referencia de una factura de pedido (**Figura 12**), el recorrido de cada trabajador (ver **Tabla 6**) es tardío al momento de cargar dichos productos, es decir que los productos con mayor rotación se encuentran a largas distancias, como se pudo establecer en los análisis anteriores.

**Figura 12:** Factura de pedido de la empresa.

DESCRIPCION	CANT PACAS	VALOR UNITARIO	TOTAL
1. Big cola negra 1.7 x 8	10	14,000	140,000
2. Big cola litro x 15	5	18,900	94,500
3. Ci fruit 250 x 15	2	7,900	15,800
4. Ci fruit tetra x 24	15	12,700	190,500
5. Pulp x 12	2	14,000	28,000
6. sporade x 12	1	12,500	12,500
7. Agua cielo x 12	3	10,250	30,750
TOTAL PACAS		38	
		VALOR BRUTO	
		DESCUENTO	0
		IVA	0
		TOTAL A PAGAR	512,050

**Fuente:** Bodega Grupo Big Maryess Ltda.

En referencia de la factura de pedido, se establece en la siguiente **Tabla 12** el recorrido en tiempo de cada producto en base a las cantidades exigidas de la factura, y el recorrido total que realiza el trabajador en tener el pedido listo y luego ser distribuido a los puntos de los clientes mayoristas y minoristas.

**Tabla 12:** Análisis de recorrido en referencia a la factura de pedido.

<b>Recorrido en tiempo y distancia</b>				
<b>Productos</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Tiempo de recorrido [s]</b>	<b>Distancia recorrida [m]</b>	<b>Costo de transporte</b>
Jugo 250	2	55,33	42,17	\$ 72.766,667
1.7 Gaseosa	10	296,67	285,00	\$ 491.822,917
Litro Gaseosa	5	161,67	117,75	\$ 203.200,521
Tetra	15	350,00	302,50	\$ 522.022,578
Jugo Pulp	2	38,67	28,00	\$ 48.319,444
Sporade	1	11,00	7,00	\$ 12.079,861
Agua Cielo	3	52,00	30,00	\$ 51.770,833
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>965,33</b>	<b>812,42</b>	<b>\$ 1.401.982,822</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

Las cantidades cuantitativas de pacas pedidas por el cliente, es un factor de la demanda; es así que de la **Tabla 12** se obtiene que el producto con mayor demanda es Tetra y por ende arroja el mayor tiempo y distancia en recorrido, seguida del producto 1.7 Gaseosa, pero se puede visualizar el producto que requiere mayor costo en transporte es el 1.7 Gaseosa como variación.

### 8.3. RELACIÓN DE ESPACIOS

Después de la clasificación en áreas A, B y C por rotación de productos, se procede que en el área A se encuentran los productos 1.7 Gaseosa, Tetra y Litro gaseosa, el área B: Jugo 250, Sporade y Personal gaseosa, y el área C: Agua Cielo 6.2 y Jugo Pulp. (ver **Tabla 13**).

**Tabla 13:** Clasificación de los productos por las áreas A, B y C.

Producto	Demanda (Q - Unidades)	Clasificación
1.7 Gaseosa	12510	A
Tetra	6163	A
Litro gaseosa	5941	A
Jugo 250	3157	B
Sporade	1417	B
Personal gaseosa	1279	B
Agua Cielo 6.2	1116	C
Jugo Pulp	574	C

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación, se determinará las medidas y espacios totales por cada área, en el cual se concentrarán los ocho productos del portafolio de la empresa:

#### 8.3.1. Área A

Los tres primeros productos con mayor rotación se concentran en el área A con un 67% de participación del área, en requerimiento de espacio por producto; se observa en la siguiente **Tabla 14**:

**Tabla 14:** Área requerida y porcentaje de espacio en la clasificación A.

Producto	Clasificación	Área Requerida / Producto	% distribución espacio
1.7 Gaseosa	A	32,35	28,14%
Tetra		17,51	15,23%
Litro gaseosa		26,97	23,46%
		76,84	67%

**Fuente:** Elaboración propia.

### 8.3.2. Área B

Seguido de los tres productos del área A, se encuentran los correspondientes al área B, con 22% requerida de espacio (ver **Tabla 15**):

**Tabla 15:** Área requerida y porcentaje de espacio en la clasificación B.

Producto	Clasificación	Área Requerida / Producto	% distribución espacio
Jugo 250	B	9,77	8,49%
Sporade		8,01	6,96%
Personal gaseosa		7,36	6,40%
		25,13	22%

**Fuente:** Elaboración propia.

### 8.3.3. Área C

Por último, los dos últimos productos se encuentran ubicados en el área C con menor rotación en la lista del portafolio, el porcentaje de área requerida de espacio es de 11%. (ver **Tabla 16**)

**Tabla 16:** Área requerida y porcentaje de espacio en la clasificación C.

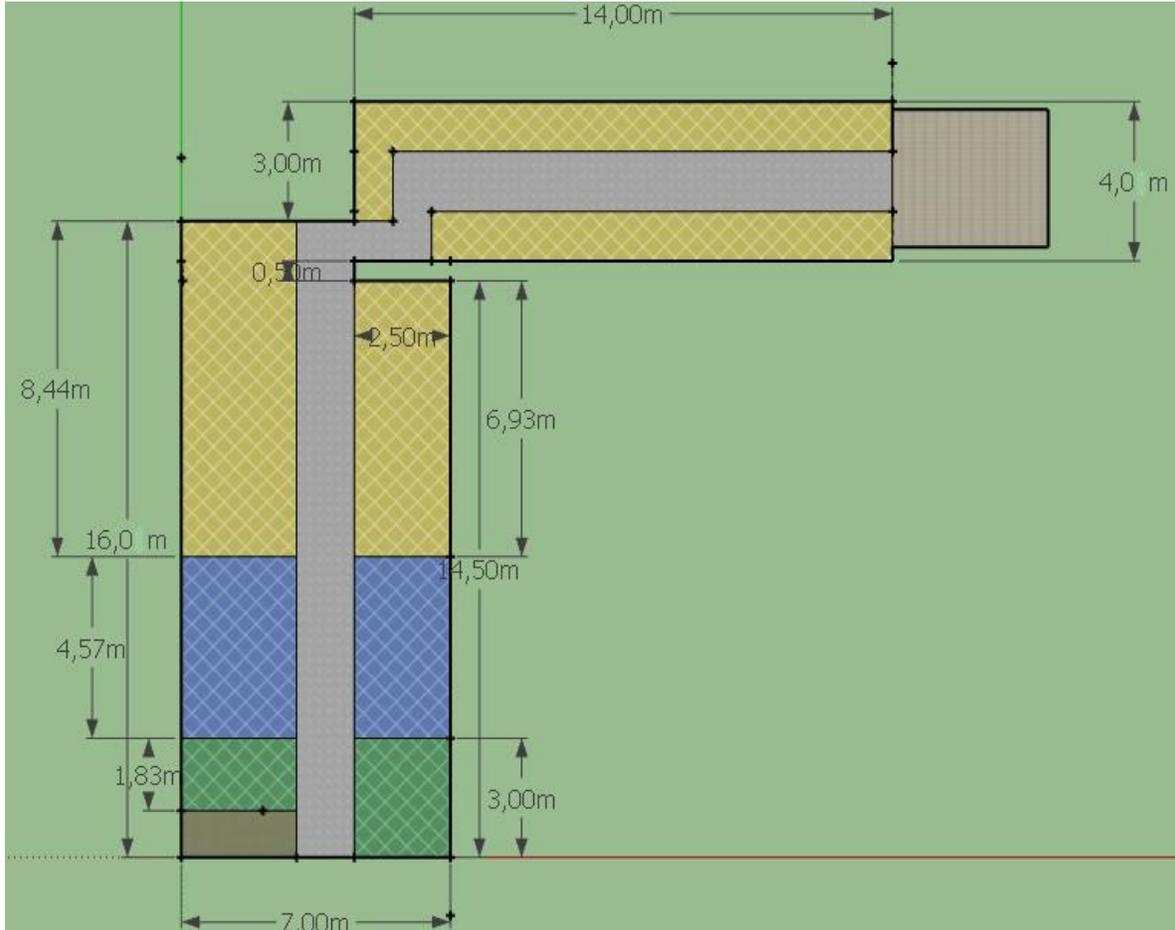
Producto	Clasificación	Área Requerida / Producto	% distribución espacio
Agua Cielo 6.2	C	8,40	7,30%
Jugo Pulp		4,61	4,01%
		13,00	11%

**Fuente:** Elaboración propia.

## 8.4. ALTERNATIVA DE DISTRIBUCIÓN

En base a la rotación del producto, clasificación ABC y sus respectivas medidas en la distribución de espacio en la bodega, se determinó una alternativa de la cual substraer dos opciones, son los siguientes: donde A= color amarillo, B= color azul y C= color verde. (ver **Figura 13**)

**Figura 13:** Áreas A, B y C, con sus respectivas medidas.



**Fuente:** Elaboración propia, Sketchup.

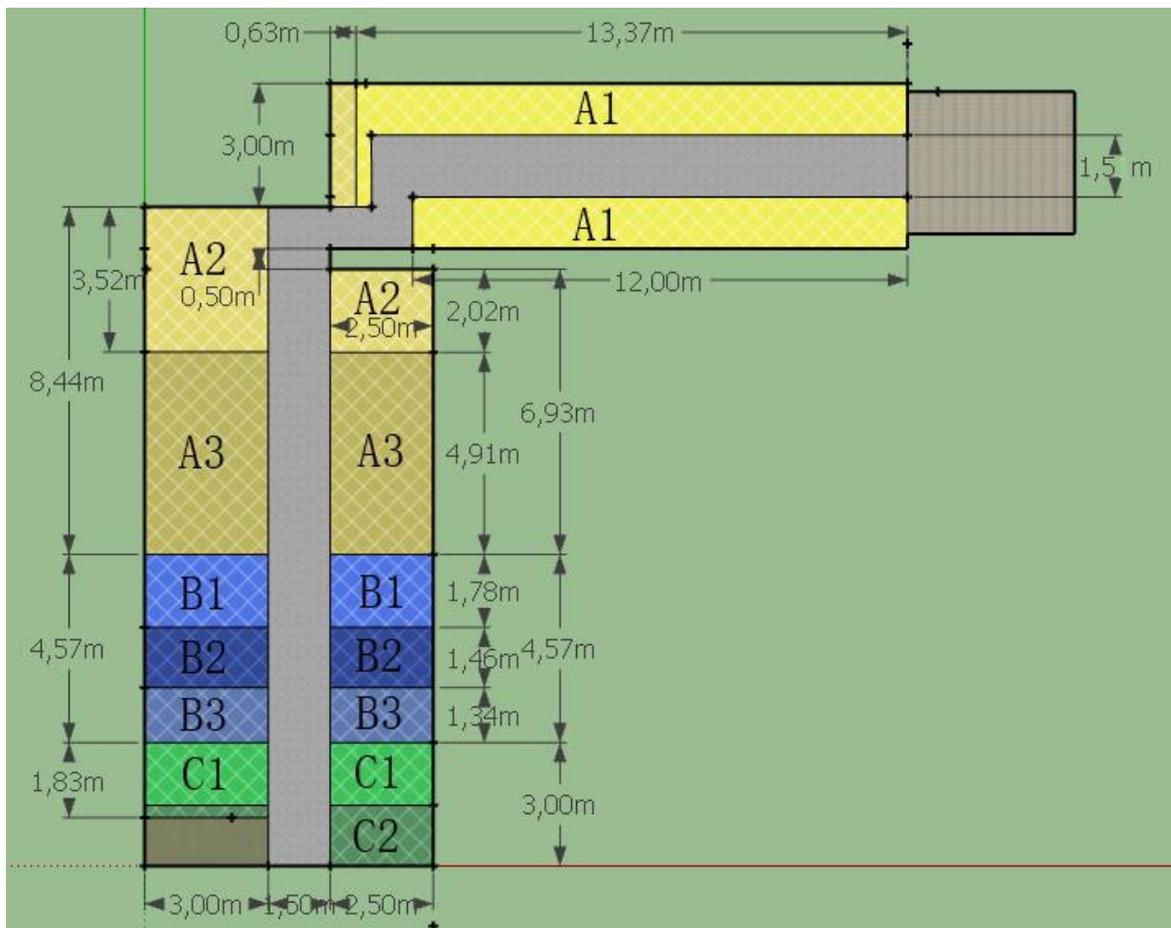
Además, de señalar los espacios necesarios de los caminos, según establecido en la norma colombiana, donde el ancho exigido debe ser de 1,5 m, en este caso convirtiéndose su área en 45,75m<sup>2</sup>, y para el área de la oficina 3,525m<sup>2</sup>. En su sumatoria es 49,275m<sup>2</sup> en definición de estas dos características (caminos y oficina).

El resto de área de la bodega se distribuye así: A= 76,84 m<sup>2</sup>, área B=25,13m<sup>2</sup> y área C= 13,00m<sup>2</sup>, como resultado total del área 164.245m<sup>2</sup>.

### 8.4.1. Análisis de la Opción 1

En la primera opción de la alternativa, se le asigna su espacio a cada producto de acuerdo a su necesidad en la bodega, cada área del producto se encuentra distribuidas por sección de mayor a menos rotación, como se observa en la **Figura 14**:

**Figura 14:** Áreas y sub-áreas distribuidas en secciones.



**Fuente:** Elaboración propia, Sketchup.

Al calcular las nuevas distancias recorridas de cada producto en esta opción (ver **Tabla 17**) y el costo por metro (\$1,726) se procede al siguiente análisis; pero antes aclarar que cada producto tiene su sub-área dentro de cada área clasificada:

**Tabla 17:** Distancia recorrida de la opción 1.

<b>Distancia recorrida - Opción 1</b>			
<b>Producto</b>	<b>Distancia recorrida promedio [m]</b>	<b>Sigla</b>	<b>Tiempo recorrido</b>
1.7 Gaseosa	6,69	A1	9,94
Tetra	15,45	A2	7,05
Litro gaseosa	19,97	A3	19,13
Jugo 250	20,62	B1	25,61
Sporade	17,75	B2	24,68
Personal gaseosa	18,25	B3	27,07
Agua Cielo 6.2	19,75	C1	29,94
Jugo Pulp	21,25	C2	29,64

**Fuente:** Elaboración propia.

En referencia de la **Figura 12**, se determinó el recorrido de las distancias, recorrido en tiempos y costo de cada producto como se plantea en la siguiente **Tabla 18**:

**Tabla 18:** Recorrido y costo de transportes en la opción 1.

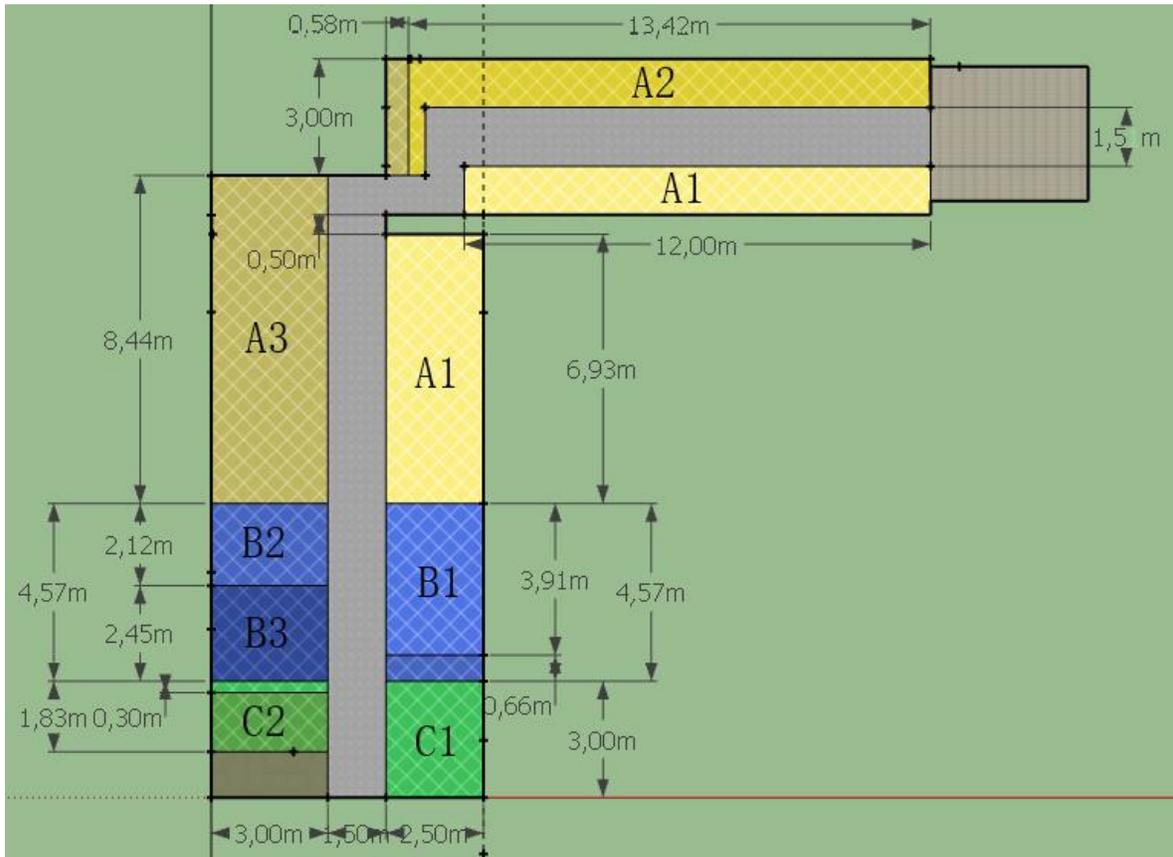
<b>Recorrido en tiempo y distancia</b>				
<b>Productos</b>	<b>Cantidades</b>	<b>Tiempo de recorrido [s]</b>	<b>Distancia recorrida [m]</b>	<b>Costo de transporte</b>
Jugo 250	2	51,2295	41,25	\$71.184,90
1.7 Gaseosa	10	99,3825	66,85	\$115.362,67
Litro Gas.	5	95,655	99,87	\$172.345,10
Tetra	15	105,6825	231,69	\$399.826,15
Jugo Pulp	2	59,2725	42,5	\$73.342,01
Sporade	1	24,675	17,75	\$30.631,08
Agua Cielo	3	89,8065	59,25	\$102.247,40
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>525,7035</b>	<b>559,15</b>	<b>\$964.939,31</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

### 8.4.2. Análisis de la Opción 2

La segunda opción se basa según la medida del largo que necesita cada producto, que al igual se encuentran distribuidas según su rotación. (ver **Figura 15**)

**Figura 15:** Áreas y sub-áreas distribuidas según su largo como medida.



**Fuente:** Elaboración propia, Sketchup.

Se repite el mismo procedimiento en el cual se estableció nuevos recorridos en distancia y tiempo, y costos de transporte realizado por cada producto. (ver **Tabla 19**).

**Tabla 19:** Distancia recorrida de la opción 2.

Distancia recorrida - Opción 2			
Producto	Distancia recorrida promedio [m]	Sigla	Tiempo recorrido
1.7 Gaseosa	10,47	A1	7,02
Tetra	6,71	A2	16,22
Litro gaseosa	18,51	A3	20,97
Jugo 250	23,64	B1	24,49
Sporade	24,89	B2	26,19
Personal gaseosa	25,79	B3	27,66
Agua Cielo 6.2	28,66	C1	29,32
Jugo Pulp	28,08	C2	30,90

**Fuente:** Elaboración propia.

Como referencia de la **Figura 12** como en la opción 1, se determinó el recorrido de las distancias, recorrido en tiempos y costo de cada producto como se proyecta en la siguiente **Tabla 20**:

**Tabla 20:** Recorrido y costo de transportes en la opción 2.

Recorrido en tiempo y distancia				
Productos	Cantidades	Tiempo de recorrido [s]	Distancia recorrida [m]	Costo de transporte
Jugo 250	2	48,97	47,27	\$ 81.573,576
1.7 Gaseosa	10	70,19	104,65	\$ 180.593,924
Litro Gaseosa	5	104,87	92,55	\$ 159.713,021
Tetra	15	243,26	100,65	\$ 173.691,146
Jugo Pulp	2	61,79	56,15	\$ 96.897,743
Sporade	1	26,19	24,89	\$ 42.952,535
Agua Cielo 6.2	3	87,96	85,98	\$ 148.375,208
<b>Total</b>	<b>38</b>	<b>643,24</b>	<b>512,14</b>	<b>\$ 883.797,153</b>

**Fuente:** Elaboración propia.

## 8.5. COMPARACIÓN DE LAS OPCIONES

Del diseño actual y las dos opciones de la única alternativa definida, su comparación se basó en el respectivo modelo de distribución de la bodega, comprendida por sus resultados obtenidos de los cálculos anteriormente desarrollados. A continuación, en la **Tabla 20** se exponen los resultados de los distintitos modelos de distribución en la bodega:

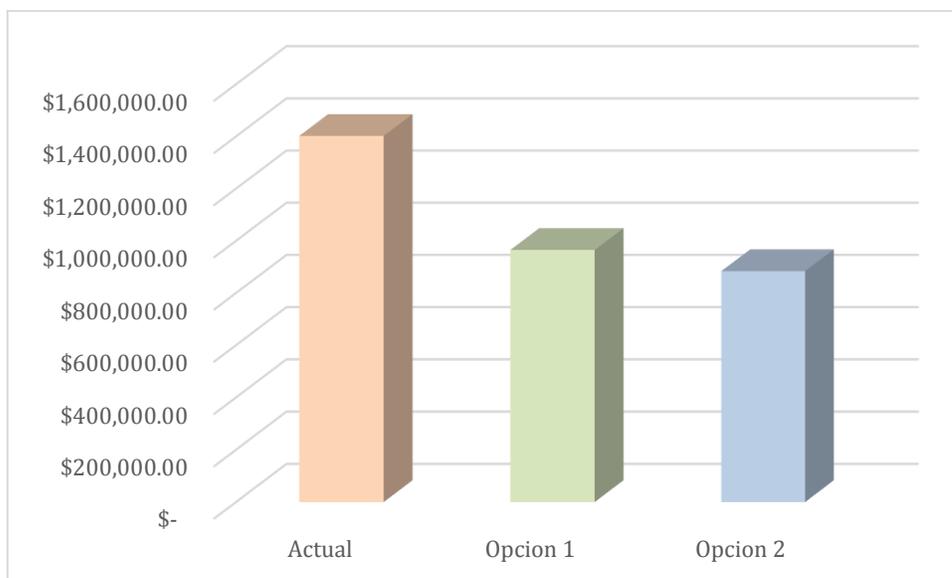
**Tabla 21:** Comparación de los tiempos, distancias y costos.

Diseños	Tiempo de recorrido [s]	Distancia recorrida [m]	Costo de transporte
Actual	965,33	812,42	\$ 1.401.982,82
Opción 1	525,70	559,15	\$ 964.939,31
Opción 2	643,24	512,14	\$ 883.797,15

**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

El punto de referencia en definir una opción como propuesta para la nueva distribución en la bodega, se basó en los resultados de los costos de transportes internos. (ver **Grafica 5**)

**Grafico 5:** Comparación de los costos de transportes.



**Fuente:** Elaboración propia, 2018.

### 8.5.1. Selección de la propuesta

Es evidente que la mejor opción planteada como propuesta para dar solución a esta problemática es la *opción 2* con el mínimo resultado de \$ 883.797,15 en pesos colombianos.

## 8.6. SIMULACIÓN DE LA NUEVA DISTRIBUCIÓN COMO PROPUESTA

Simulación permite analizar y experimentar con su proceso en un entorno virtual, la reducción de los requisitos de tiempo y de costos asociados a las pruebas físicas. Almacenamiento, muelles, cintas transportadoras, carretillas elevadoras e incluso el personal rápidamente se pueden introducir y ajustados en el modelo de simulación, permitiendo a las empresas la oportunidad de determinar la mejor manera de utilizar plenamente sus equipos y maximizar la eficiencia. Es así que, para esta simulación como nueva propuesta, se realizó por partes, es decir, en función de cada área en referencia del pedido:

- En el área A1, en asignación del producto Gaseosa 1.7, se determina en tiempo que el run es de 592,71, en cumplimiento de las 10 pacas del pedido, como se observa en la **Anexo 8 y Anexo 9**
- El A2, en asignación del producto Tetra, el tiempo en run es 1073.26, para cumplir las 15 pacas del pedido. (ver **Anexo 10**).
- El A3, en asignación del producto Litro Gaseosa, el tiempo en run es 230.01, para cumplir las 5 pacas del pedido. (ver **Anexo 11**).
- El área B1 de asignación del producto Jugo 250, el tiempo de run es 96.35, en cumplimiento de las 2 pacas del pedido, como se observa en la **Anexo 12**.
- El B2, en asignación del producto Sporade, el tiempo en run es 35.57, para cumplir la paca del pedido. (ver **Anexo 13**).
- El área C1 de asignación del producto Agua Cielo 6.2, el tiempo de run es 105.21, para cumplir con las 3 pacas del pedido. (ver **Anexo 15**).

- El C2, en asignación del producto Jugo Pulp, el tiempo en run es 65.22, para cumplir las 2 pacas del pedido. (ver **Anexo 16**).

## 9. CONCLUSIÓN

En la realización del proyecto se analizó el proceso de rotación de los productos dentro de la bodega, como un ítem para dar solución de mejora, en un orden de ideas se establecieron varias actividades que ayudan a cada proceso, que además fueron los aprendizajes más relevantes sobre el trabajo en equipo y el reflejo de la importancia de estos estudios en las empresas:

- A través de la aplicación del diagnóstico en establecimiento de la situación actual, se identificó la problemática que este caso la existencia desorganización total dentro de la bodega.
- Los productos se clasificaron según la rotación que tienen dentro de la empresa, cuya categorización se denominó ABC y de cada una de estas áreas se obtuvo una capacidad de almacenamiento en metros.
- Aplicación de la metodología SLP con sus respectivos análisis de recorrido, tiempo y distancia que requerían cada producto en la bodega. En referencia a una factura de compra, la cual fue suministrada por la empresa.
- Se determinó la nueva propuesta, basada en los análisis de comparación de los costos y distancias recorridas tanto del diseño actual como las dos opciones de la alternativa. En este caso la *opción 2* (dos) es la más factible en cumplir con el objetivo del proyecto.
- De la opción escogida como la nueva propuesta de distribución, se detectó una mejora del 36,96% con respecto al costo de la misma. Además, se realizó la actividad de simulación, para tener una mayor justificación de su elección y visualización real (3D).

Al tener en cuenta lo anterior se puede deducir que a través de la ingeniería industrial se pudieron dar solución a problemas reales, como también al finalizar este proyecto personalmente crecemos como profesionales.

## 10. ANEXOS

**Anexo 1:** Volumen de cada producto.

Productos	Altura (h)	Área		Volumen [cm3]
		Largo	Ancho	
1.7 Gaseosa	36	13	32	14976
Tetra	15	18	33	8910
Litro gaseosa	29	21	36	21924
Jugo 250	16	13	26	5408
Sporade	22	16	23	8096
Personal gaseosa	23	15	22	7590
Agua Cielo 6.2	26	15	29	11310
Jugo Pulp	21	15	21	6615

**Anexo 2:** Cantidades y ventas.

Producto	Sigla	Promedio cantidades/mes	Promedio ventas/mes	% cantidades	% ventas
1.7 Gaseosa	A	2.085,00	29.190.000,00	38,90%	39,79%
Tetra	B	1.027,17	13.045.016,67	19,17%	17,78%
Litro gaseosa	C	990,17	18.714.150,00	18,47%	25,51%
Jugo 250	D	526,17	4.156.716,67	9,82%	5,67%
Sporade	E	236,17	2.952.083,33	4,41%	4,02%
Personal gaseosa	F	213,17	2.025.083,33	3,98%	2,76%
Agua Cielo 6.2	G	186,00	1.934.400,00	3,47%	2,64%
Jugo Pulp	H	95,67	1.339.333,33	1,78%	1,83%
Total		5.359,50	73.356.783,33	100,00%	100,00%

**Anexo 3:** Detalle de flujo y distribución de espacio actual.

Producto	Sigla	Demanda [ud/año]	Volumen producto [cm3]	Volumen producto [m3/ud]	Flujo anual [m3/año]	Raíz del flujo	% distribución espacio	Asignación [m3]	Número de viajes [1/año]
1.7 Gaseosa	A	25020	14.976,00	14,98	374.699,52	612,13	0,28	145,58	2.573,91
Tetra	B	12326	8.910,00	8,91	109.824,66	331,40	0,15	78,81	1.393,48
Litro gaseosa	C	11882	21.924,00	21,92	260.500,97	510,39	0,23	121,38	2.146,13
Jugo 250	D	6314	5.408,00	5,41	34.146,11	184,79	0,08	43,95	777,00
Sporade	E	2834	8.096,00	8,10	22.944,06	151,47	0,07	36,02	636,92
Gaseosa Per.	F	2558	7.590,00	7,59	19.415,22	139,34	0,06	33,14	585,90
Agua Cielo 6.2	G	2232	11.310,00	11,31	25.243,92	158,88	0,07	37,79	668,08
Jugo Pulp	H	1148	6.615,00	6,62	7.594,02	87,14	0,04	20,72	366,43
					<b>854.368,48</b>	<b>2.175,54</b>	<b>1,00</b>	<b>517,39</b>	<b>9.147,86</b>

**Anexo 4: Productos en cantidades.**

Precio por PACA	PRODUCTOS EN CANTIDADES							
	Productos	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Total
\$ 14.000,00	1.7 Gaseosa	2080	2230	2190	2001	1999	2010	12510
\$ 18.900,00	Litro gaseosa Personal	1170	1020	1201	1040	809	701	5941
\$ 9.500,00	gaseosa	234	180	215	201	199	250	1279
\$ 12.700,00	Tetra	936	1028	950	999	1050	1200	6163
\$ 14.000,00	Jugo 1.7	208	158	165	145	135	106	917
\$ 14.000,00	Jugo Pulp	95	121	80	83	93	102	574
\$ 12.500,00	Sporade	265	250	230	202	190	280	1417
\$ 10.400,00	Agua Cielo 6.2	182	195	201	189	180	169	1116
\$ 7.900,00	Jugo 250	468	520	650	498	501	520	3157

**Anexo 5: Productos en valor.**

Productos	PRODUCTOS EN VALOR							Total
	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio		
1.7 Gaseosa	\$ 29.120.000,00	\$ 31.220.000,00	\$ 30.660.000,00	\$ 28.014.000,00	\$ 27.986.000,00	\$ 28.140.000,00	\$ 175.140.000,00	
Litro gaseosa Personal	\$ 22.113.000,00	\$ 19.278.000,00	\$ 22.698.900,00	\$ 19.656.000,00	\$ 15.290.100,00	\$ 13.248.900,00	\$ 112.284.900,00	
gaseosa	\$ 2.223.000,00	\$ 1.710.000,00	\$ 2.042.500,00	\$ 1.909.500,00	\$ 1.890.500,00	\$ 2.375.000,00	\$ 12.150.500,00	
Tetra	\$ 11.887.200,00	\$ 13.055.600,00	\$ 12.065.000,00	\$ 12.687.300,00	\$ 13.335.000,00	\$ 15.240.000,00	\$ 78.270.100,00	
Jugo 1.7	\$ 2.912.000,00	\$ 2.212.000,00	\$ 2.310.000,00	\$ 2.030.000,00	\$ 1.890.000,00	\$ 1.484.000,00	\$ 12.838.000,00	
Jugo Pulp	\$ 1.330.000,00	\$ 1.694.000,00	\$ 1.120.000,00	\$ 1.162.000,00	\$ 1.302.000,00	\$ 1.428.000,00	\$ 8.036.000,00	
Sporade	\$ 3.312.500,00	\$ 3.125.000,00	\$ 2.875.000,00	\$ 2.525.000,00	\$ 2.375.000,00	\$ 3.500.000,00	\$ 17.712.500,00	
Agua Cielo 6.2	\$ 1.892.800,00	\$ 2.028.000,00	\$ 2.090.400,00	\$ 1.965.600,00	\$ 1.872.000,00	\$ 1.757.600,00	\$ 11.606.400,00	
Jugo 250	\$ 3.697.200,00	\$ 4.108.000,00	\$ 5.135.000,00	\$ 3.934.200,00	\$ 3.957.900,00	\$ 4.108.000,00	\$ 24.940.300,00	

**Anexo 6:** Tabulación de los datos Cantidad – Productos.

Producto	Demanda (Q - Unidades)	Demanda Acumulada %	Producto Acumulado %	Demanda Acumulada	Participación acumulada
1.7 Gaseosa	12510	38%	11%	12510	1
Tetra	6163	56%	22%	18673	2
Litro gaseosa	5941	74%	33%	24614	3
Jugo 250	3157	84%	44%	27771	4
Sporade	1417	88%	56%	29188	5
Pers. gaseosa	1279	92%	67%	30467	6
Agua Cielo 6.2	1116	95%	78%	31583	7
Jugo 1.7	917	98%	89%	32500	8
Jugo Pulp	574	100%	100%	33074	9

**Anexo 7:** Lista de chequeo de los factores a considerar en el diagnóstico.

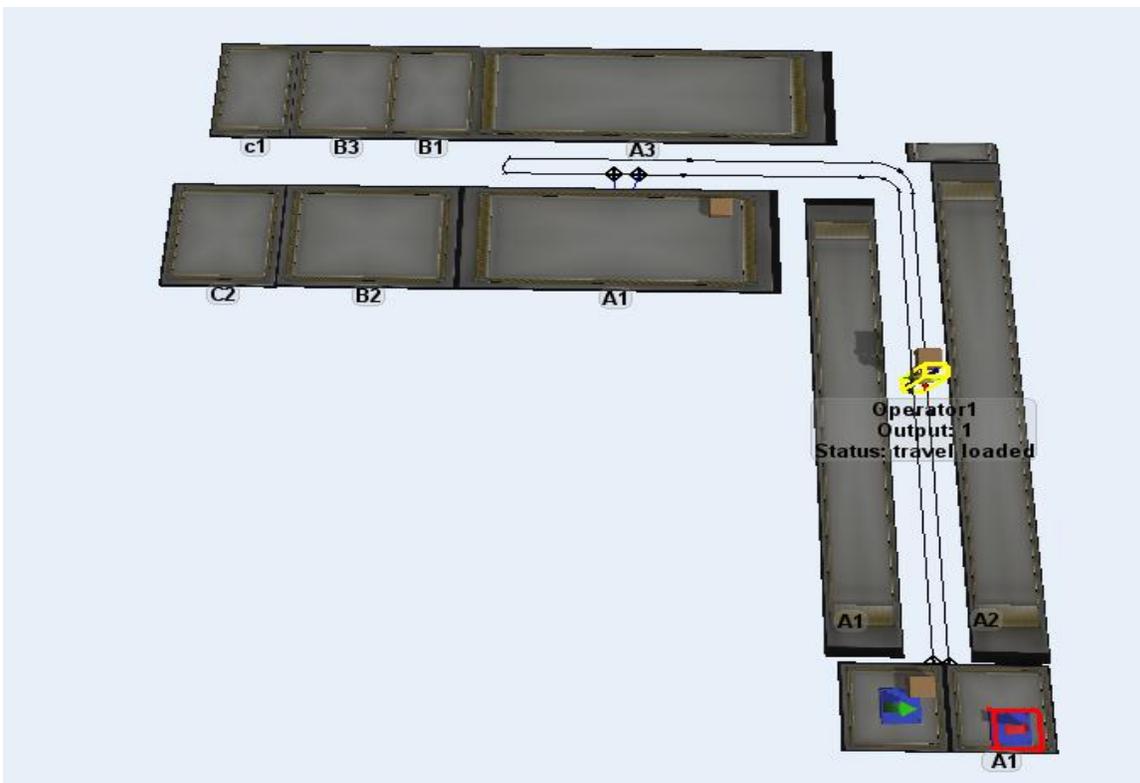
Factores a considerar en el diagnóstico	
<b>1. Factor material</b>	<b>3,67</b>
a) Alto porcentaje de productos rechazadas.	5
b) Grandes cantidades de piezas averiadas, estropeadas o destruidas en proceso.	3
c) Entregas lentas entre departamentos.	3
d) Artículos voluminosos, pesados o costosos movidos a grandes distancias que otros más pequeños, más ligeros o menos caros.	5
e) Material que se extravía o que pierde su identidad.	3
f) Tiempo en extremo prolongado de permanencia de los proceso, en comparación con el tiempo real de operación.	3
<b>2. Factor maquinaria</b>	<b>3,67</b>
a) Maquinaria inactiva.	5
b) Muchas averías de maquinaria.	1
c) Maquinaria anticuada.	3
d) Equipo que causa excesiva vibración, ruido, suciedad, vapores.	5
e) Equipo demasiado largo, alto, ancho o pesado para su ubicación.	4
f) Maquinaria y equipo inaccesibles.	4
<b>3. Factor hombre</b>	<b>3,71</b>
a) Condiciones de trabajo poco seguras o elevada proporción de accidentes.	5
b) Área que no se ajusta a los reglamentos de seguridad, de edificación o contra incendios.	4

c) Quejas acerca de condiciones de trabajo incómodas.	4
d) Excesiva rotación de personal.	2
e) Obreros de pie u ociosos durante gran parte de su tiempo en la planta.	3
f) Equívocos entre operarios y personal de servicios.	4
g) Trabajadores calificados que realizan operaciones de servicio (mantenimiento).	4
<b>4. Factor movimiento, manejo de materiales</b>	<b>4,00</b>
a) Retrocesos y cruces en la circulación de los materiales.	4
b) Operarios calificados o altamente pagados que realizan operaciones de manejo.	5
c) Mucho tiempo invertido en recoger y dejar productos.	3
d) Frecuentes acarrees y levantamientos a mano.	5
e) Frecuentes movimientos de levantamiento y traslado que implican esfuerzo.	5
f) Operarios en espera de sincronizarse con el equipo de manejo.	3
g) Traslados de larga distancia y demasiado frecuentes.	3
h) Equipo de manejo inactivo y/o de manipulación ocioso.	3
i) Congestión en los pasillos, manejo excesivo y transferencias.	5
<b>5. Factor almacenamiento</b>	<b>3,67</b>
a) Grandes cantidades de almacenamiento de todas clases.	4
b) Gran número de pilas de procesos en espera.	3
c) Operarios en espera de los productos en los almacenes o en los puestos de trabajo.	4
e) Poco aprovechamiento de la tercera dimensión en las áreas de almacenaje.	4
f) Materiales averiados o mermados en las áreas de almacenamiento.	5
g) Elementos de almacenamiento inseguros o inadecuados.	4
h) Manejo excesivo en las áreas de almacén o repetición de las operaciones de almacenamiento.	5
i) Errores frecuentes en las cuentas o en los registros de existencias.	1
j) Costos elevados por demoras y esperas de los conductores de carretillas.	3
<b>6. Factor servicio</b>	<b>2,27</b>
a) Personal pasando por los vestidores, lavabos o entradas y accesos establecidos.	3
b) Quejas acerca de instalaciones inadecuadas.	1
c) Puntos de inspección o control en lugares inadecuados.	4
d) Inspectores y elementos ociosos de inspección y prueba.	5
f) Gran número de personal empleado en recoger desechos y desperdicios.	1
g) Demoras en las reparaciones.	1
h) Costos de mantenimiento indebidamente altos.	2
i) Líneas de servicios auxiliares que se rompen o averían con frecuencia.	1
j) Elevada proporción de empleados y personal de servicio con relación a los trabajadores de servicio.	2
k) Número excesivo de reordenaciones del equipo, precipitadas o de emergencia.	4
l) Trabajadores que realizan sus propias ampliaciones o modificaciones en el cableado, tuberías, conductos u otras líneas de servicio.	1
<b>7. Factor edificio</b>	<b>3,80</b>

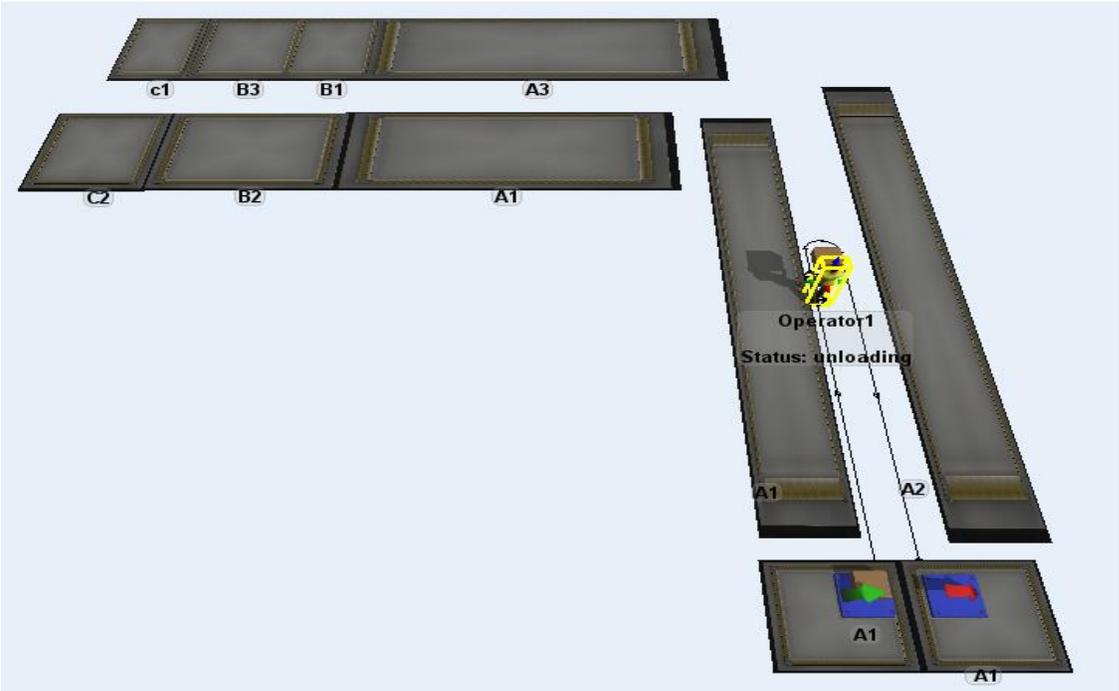
a) Paredes u otras divisiones que separan áreas con productos, operaciones o equipos similares.	2
b) Sobrecarga de los montacargas o excesiva espera de los mismos.	4
c) Pasillos principales, pasos y calles, estrechos o torcidos.	3
d) Edificios distribuidos sin seguir ningún patrón.	5
e) Edificios atestados, trabajadores que interfieren entre sí, almacenamiento o trabajo en los pasillos, áreas de trabajo saturadas, en especial si el espacio en las áreas colindantes es abierto.	5
<b>8. Factor cambio</b>	<b>4,33</b>
b) Cambios anticipados o corrientes en los métodos, maquinaria o equipo.	5
c) Cambios anticipados o corrientes en el horario de trabajo, estructura de la organización, escala de pagos o clasificación del trabajo.	3
d) Cambios anticipados o corrientes en los elementos de manejo y de almacenaje.	5
<b>Suma Total</b>	<b>29,12</b>

**Fuente:** José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalacione: Un enfoque por competencias.*

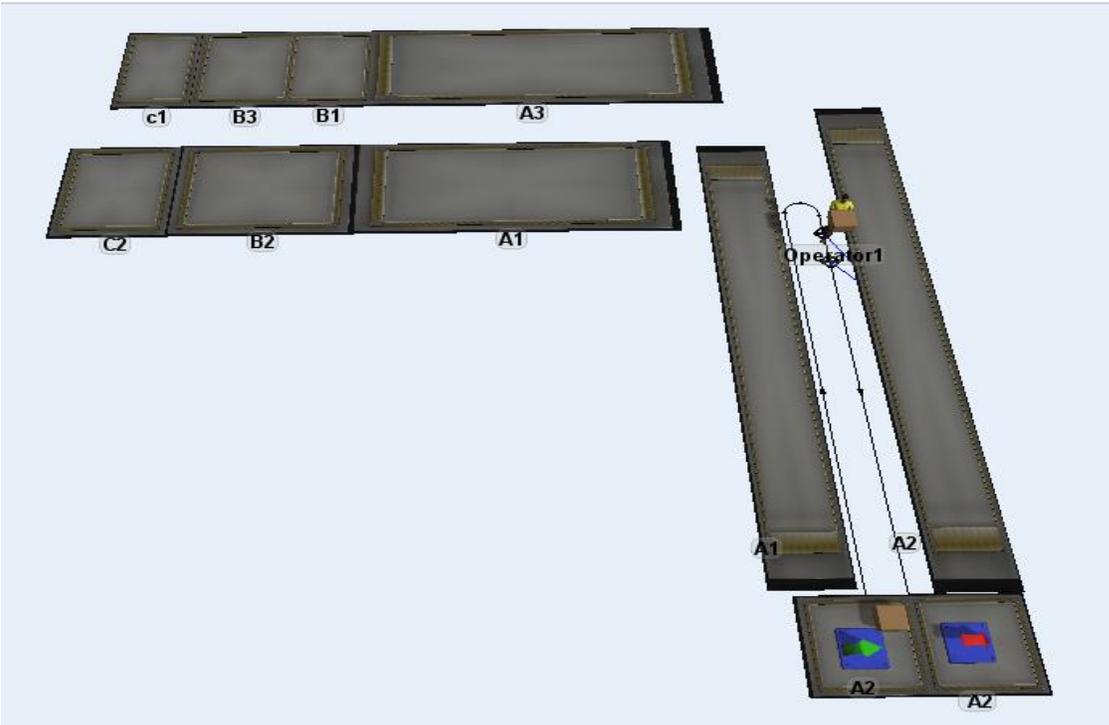
#### Anexo 8: Simulación de la rotación del producto A1.



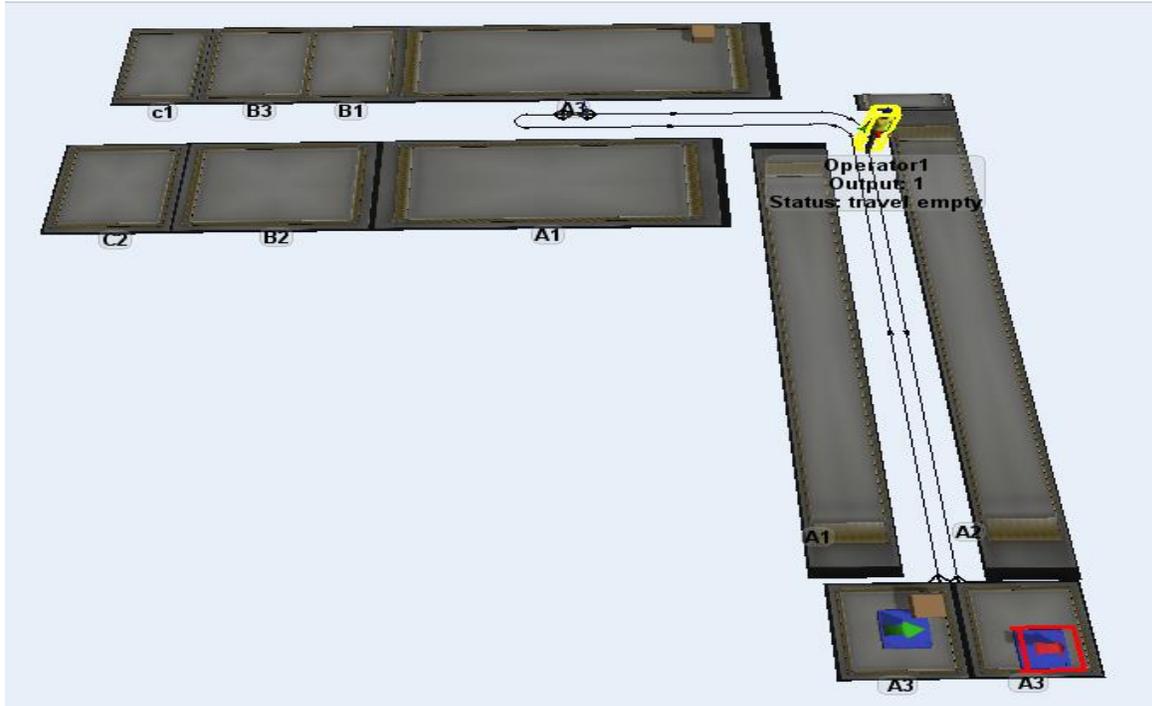
**Anexo 9:** Simulación de la rotación del producto A1.



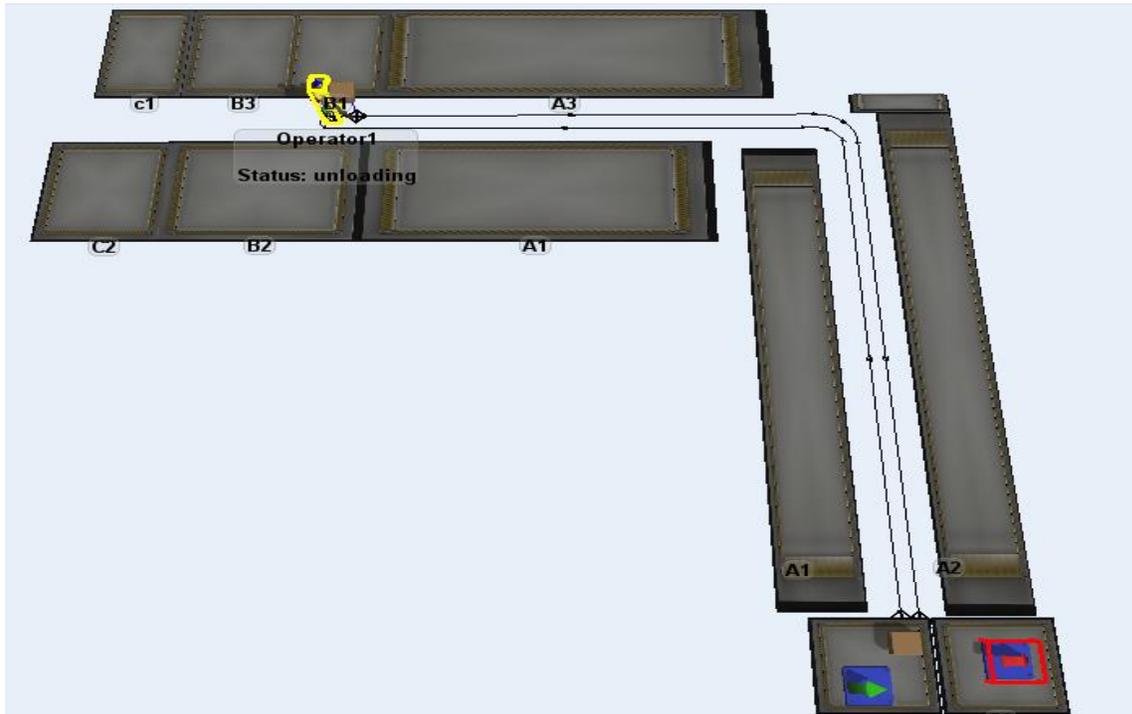
**Anexo 10:** Simulación de la rotación del producto A2.



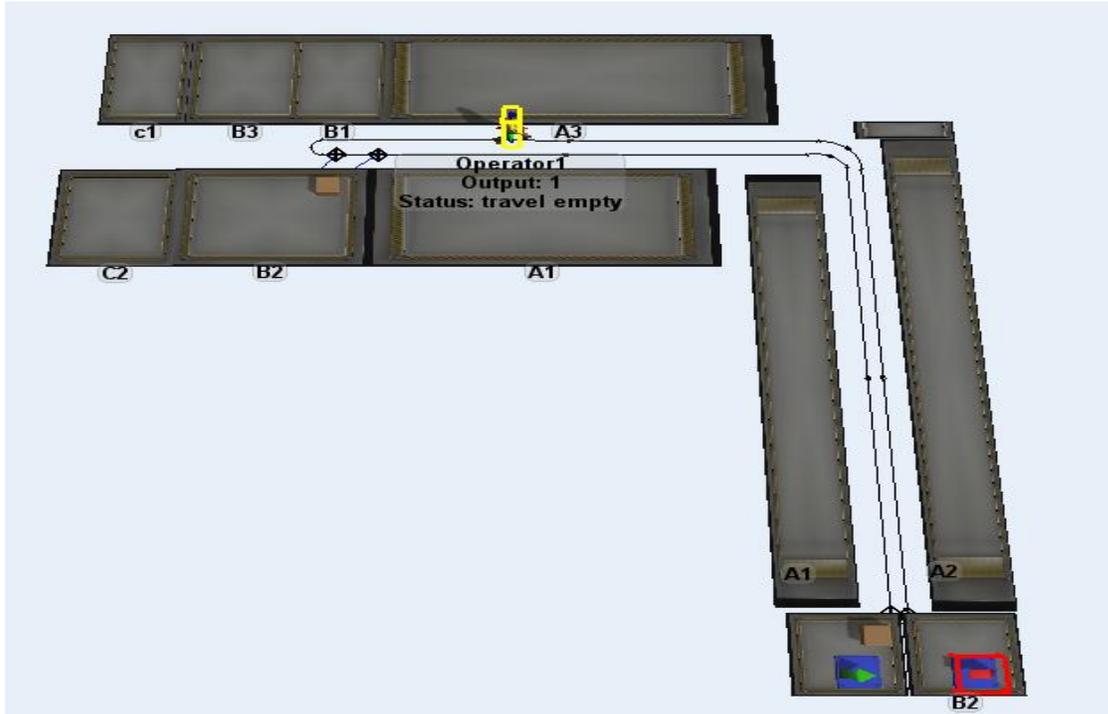
**Anexo 11:** Simulación de la rotación del producto A3.



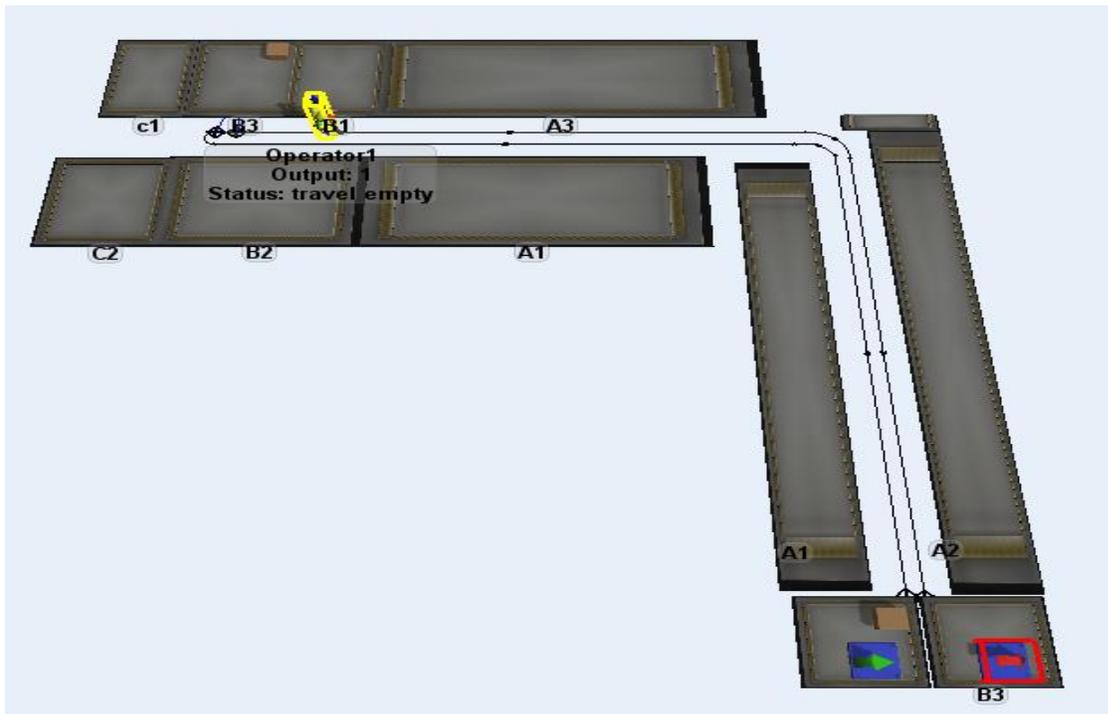
**Anexo 12:** Simulación de la rotación del producto B1.



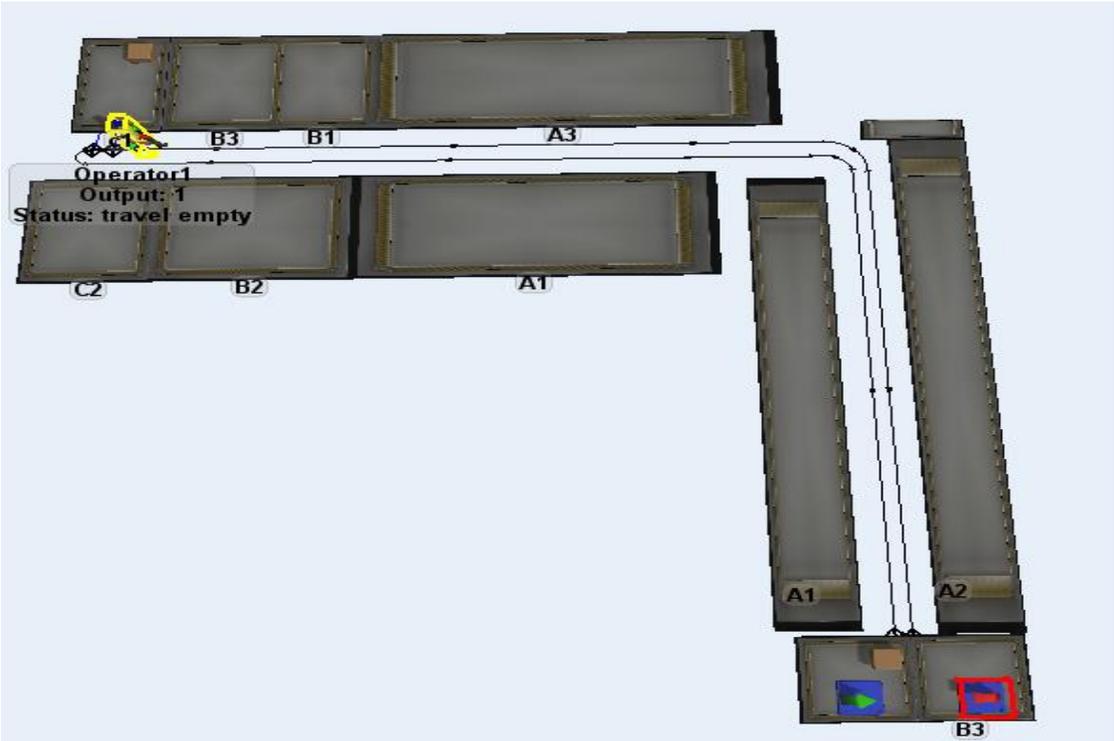
**Anexo 13:** Simulación de la rotación del producto B2.



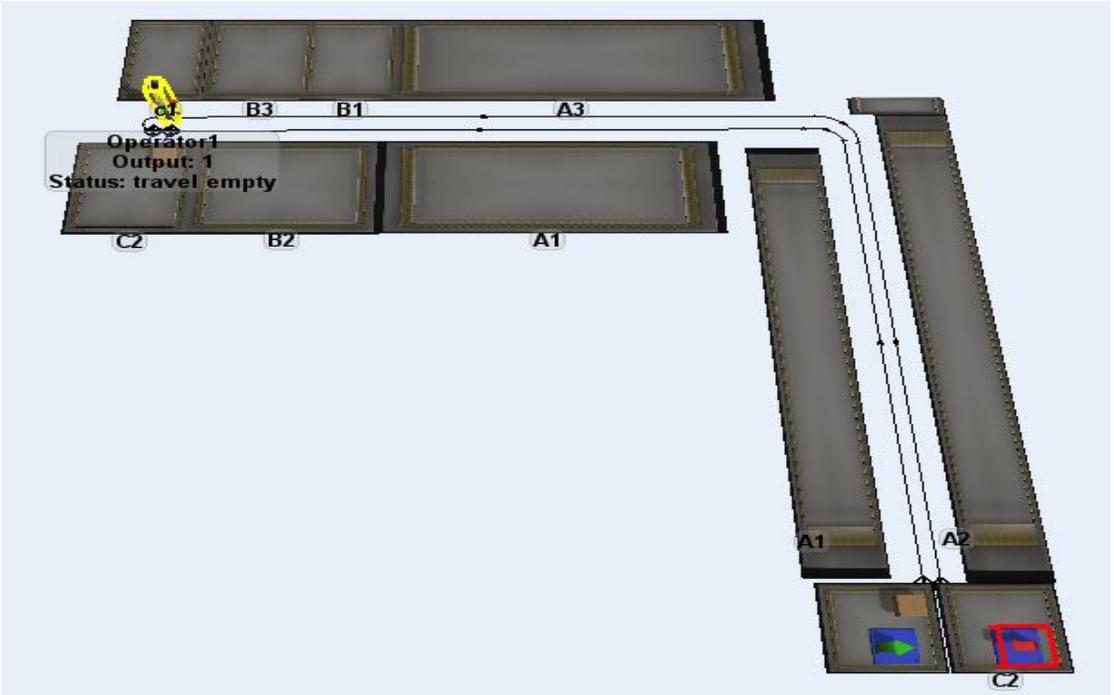
**Anexo 14:** Simulación de la rotación del producto B3.



**Anexo 15:** Simulación de la rotación del producto C1.



**Anexo 16:** Simulación de la rotación del producto C2.



## BIBLIOGRAFÍA

- Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. (2. Años, Ed.) Bogota: Ecoe Ediciones.
- Garcia Dunna, E., Garcia Reyes, H., & Cardenas Barron, L. (2006). *Simulacion y analisis de sistemas con Promodel*. Ciudad de Mexico, Mexico: PEARSON EDUCACION.
- García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes* (1 Año ed.). Bogota, Colombia: Ecoe Ediciones.
- José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalacione: Un enfoque por competencias*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Josep M. Vallhonrat, J. M. (2000). *Localización, distribución en planta y manutención*. Marcombo: Colección Productiva.
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. (J. E. Brito, Trad.) Ciudad de Mexico, Mexico: Pearson Educación.
- Murphy, P., & Knemeyer, M. (2015). *Logística contemporánea*. Monterrey, Mexico: Pearson Educación.
- Muther, R. (1998). *PLANIFICACION Y PROYECCION DE LA EMPRESA INDUSTRIAL*. (L. C. Fontseré, Trad.) Barcelona: Maignen, 26.
- Napoles, R. A. (2016). *COSTOS 1* (Primera edicion ed.). (A. G. Nares, Ed.) Ciudad de Mexico: ProQuest Ebook Central.
- Palacios, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos* (Segunda edicion ed.). Bogota, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Ruddell Reed, J. (2014). *LOCALIZACION, "LAYOUT" Y MANTENIMIENTO DE PLANTA*. Buenos Aires: EL ATENEO.
- Torres, M. M. (2014). *TRANSPORTES, OPERADORES, REDES*. Lima: Ediciones Díaz de Santos.
- Acero, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos*. (2. Años, Ed.) Bogota: Ecoe Ediciones.
- Garcia Dunna, E., Garcia Reyes, H., & Cardenas Barron, L. (2006). *Simulacion y analisis de sistemas con Promodel*. Ciudad de Mexico, Mexico: PEARSON EDUCACION.
- García, L. A. (2011). *Gestión logística en centros de distribución, bodegas y almacenes* (1 Año ed.). Bogota, Colombia: Ecoe Ediciones.

- José Armando Platas García, M. I. (2014). *Planeación, Diseño y Layout de Instalación: Un enfoque por competencias*. Mexico: Grupo Editorial Patria.
- Josep M. Vallhonrat, J. M. (2000). *Localización, distribución en planta y mantenimiento*. Marcombo: Colección Productiva.
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. (J. E. Brito, Trad.) Ciudad de Mexico, Mexico: Pearson Educación.
- Murphy, P., & Knemeyer, M. (2015). *Logística contemporánea*. Monterrey, Mexico: Pearson Educación.
- Muther, R. (1998). *PLANIFICACION Y PROYECCION DE LA EMPRESA INDUSTRIAL*. (L. C. Fontseré, Trad.) Barcelona: Maignen, 26.
- Napoles, R. A. (2016). *COSTOS 1* (Primera edición ed.). (A. G. Nares, Ed.) Ciudad de Mexico: ProQuest Ebook Central.
- Palacios, L. C. (2016). *Ingeniería de métodos, movimientos y tiempos* (Segunda edición ed.). Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Ruddell Reed, J. (2014). *LOCALIZACION, "LAYOUT" Y MANTENIMIENTO DE PLANTA*. Buenos Aires: EL ATENEO.
- Torres, M. M. (2014). *TRANSPORTES, OPERADORES, REDES*. Lima: Ediciones Díaz de Santos.
- Alva, D., & Paredes, D. (31 de 05 de 2014). Obtenido de [http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6017/ALVA\\_DANIEL\\_PAREDES\\_DENISSE\\_DISE%C3%91O\\_DISTRIBUCI%C3%93N\\_PLANTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/6017/ALVA_DANIEL_PAREDES_DENISSE_DISE%C3%91O_DISTRIBUCI%C3%93N_PLANTA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Baron, D., & Zapata, L. (2012). Obtenido de [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/75757/1/propuesta\\_redistribucion\\_planta.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/75757/1/propuesta_redistribucion_planta.pdf)
- Barria, C. (2009). Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bpmfcib275a/doc/bpmfcib275a.pdf>
- Cardenas, D. (2017). Obtenido de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2017/bpmfcic266p/doc/bpmfcic266p.pdf>
- Cardenas, J. (2012). Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/361/1/T-UCE-0011-4.pdf>
- carillo, D., & Naula, D. (2010). Obtenido de <http://dspace.espe.edu.ec/bitstream/123456789/963/1/85T00170.pdf>

Perez, M. (2018). Obtenido de  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/8063/1/03%20EIA%20458%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>

Puma, G. (11 de 2011). Obtenido de  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1352/13/UPS-CT002292.pdf>

Wladimir , F., & Rhenals, N. (2011). Obtenido de  
<http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/1181/1/347-%20TTG%20-%20DISE%20C3%91O%20DE%20UNA%20DISTRIBUCI%20C3%93N%20DE%20PLANTA%20EN%20LA%20EMPRESA%20ESTIBAS%20Y%20CARPINTERIA%20ELGUEDO%20LTDA.%20EN%20LA%20CIUDAD%20DE%20CA RTAGENA.pdf>

Yacuzzi, E., Pinchuck, D., wood, R., & Kakazu, S. (12 de 2009). Obtenido de  
<https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/412.pdf>